



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0044710

(51)^{2020.01} G06F 21/32

(13) B

(21) 1-2021-03082

(22) 22/10/2019

(86) PCT/CN2019/112406 22/10/2019

(87) WO2020/088296 07/05/2020

(30) 201811281139.2 30/10/2018 CN

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/10/2021 403A

(71) Honor Device Co., Ltd. (CN)

Suite 3401, Unit A, Building 6, Shum Yip Sky Park, No. 8089, Hongli West Road,
Xiangmihu Street, Futian District, Shenzhen, Guangdong 518040, People's Republic
of China

(72) CHEN, Guoqiao (CN); YUAN, Jiangfeng (CN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP NHẬN DẠNG KHUÔN MẶT, THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ VÀ
PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ MÁY TÍNH

(21) 1-2021-03082

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp nhận dạng khuôn mặt, thiết bị điện tử và phương tiện lưu trữ máy tính được áp dụng cho lĩnh vực của các công nghệ xử lý hình ảnh, để cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử (100). Giải pháp cụ thể bao gồm các bước: nhận, bởi thiết bị điện tử (100), lệnh thứ nhất mà được sử dụng để kích hoạt thiết bị điện tử (100) để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt; đáp ứng với lệnh thứ nhất, phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại (101), thu thập thông tin hình ảnh thứ nhất của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất (102), và thu thập thông tin hình ảnh thứ hai của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai (103), trong đó khoảng cách giữa máy ghi hình thứ nhất (102) và máy ghi hình thứ hai (103) là độ dài thứ nhất; tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất, thông tin hình ảnh thứ hai, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất (102), và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai (103); và thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

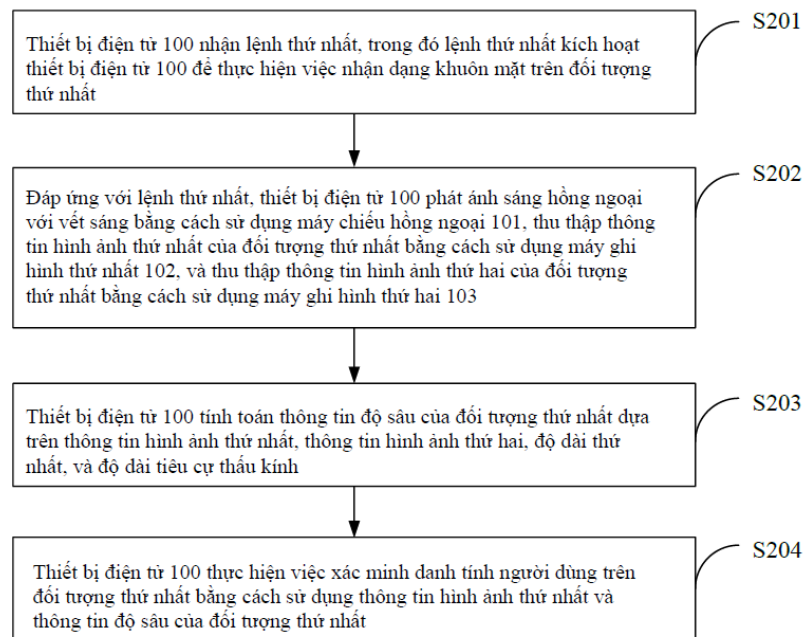


FIG. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Các phương án thực hiện của sáng chế liên quan tới lĩnh vực của các công nghệ xử lý hình ảnh, và cụ thể là, đề cập đến phương pháp nhận dạng khuôn mặt và thiết bị điện tử.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với sự phát triển của các công nghệ điện tử, các chức năng của thiết bị điện tử ngày càng trở nên đa dạng. Ví dụ, thiết bị điện tử có thể có các chức năng như nhận dạng khuôn mặt và thực tế tăng cường (augmented reality, AR). Nhận dạng khuôn mặt có thể được áp dụng cho trường hợp mở khóa dựa trên khuôn mặt, trường hợp thanh toán dựa trên khuôn mặt, và trường hợp tương tự.

Trong trường hợp mở khóa dựa trên khuôn mặt và trường hợp thanh toán dựa trên khuôn mặt, thiết bị điện tử có thể thực hiện việc xác minh danh tính người dùng thông qua nhận dạng khuôn mặt. Cụ thể là, thiết bị điện tử có thể thu thập hình ảnh hai chiều của đối tượng hiện tại (ví dụ, khuôn mặt), và so sánh hình ảnh hai chiều của đối tượng hiện tại với hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trước trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng (viết ngắn gọn là hình ảnh hai chiều được lưu trữ trước). Nếu hình ảnh hai chiều của đối tượng hiện tại khớp với hình ảnh hai chiều được lưu trữ trước, thì việc xác minh danh tính người dùng thành công. Nếu hình ảnh hai chiều của đối tượng hiện tại không khớp với hình ảnh hai chiều được lưu trữ trước, thì việc xác minh danh tính người dùng có thể thất bại.

Bức ảnh của đối tượng (ví dụ, khuôn mặt) cũng có thể bao gồm đặc trưng trong hình ảnh hai chiều của đối tượng. Nếu việc xác minh danh tính người dùng được thực

hiện trên thiết bị điện tử nhờ sử dụng bức ảnh, bao gồm đặc trưng trong hình ảnh hai chiều được lưu trữ trước, thì việc xác minh danh tính người dùng có thể thành công. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử có thể được mở khóa thành công hoặc hoàn thành thanh toán, vốn có thể gây ra lộ thông tin được lưu trữ trong thiết bị điện tử hoặc mất tài sản của người dùng. Do đó, việc nhận dạng khuôn mặt được thực hiện bởi thiết bị điện tử có độ bảo mật tương đối thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án của sáng chế đề xuất phương pháp nhận dạng khuôn mặt và thiết bị điện tử, để đảm bảo tính bảo mật thông tin của thiết bị điện tử và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Theo khía cạnh thứ nhất, phương án thực hiện của sáng chế đề xuất phương pháp nhận dạng khuôn mặt. Phương pháp có thể được áp dụng cho thiết bị điện tử, thiết bị điện tử bao gồm máy chiếu hồng ngoại, máy ghi hình thứ nhất, và máy ghi hình thứ hai, và khoảng cách giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai là độ dài thứ nhất. Phương pháp có thể bao gồm các bước: Thiết bị điện tử nhận lệnh thứ nhất mà được sử dụng để kích hoạt thiết bị điện tử để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt trên đối tượng thứ nhất; đáp ứng với lệnh thứ nhất, phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại, thu thập thông tin hình ảnh thứ nhất của đối tượng mục tiêu bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất, và thu thập thông tin hình ảnh thứ hai của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai 103; tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất, thông tin hình ảnh thứ hai, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai; và thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

Khi thực hiện việc xác minh danh tính người dùng thông qua nhận dạng khuôn mặt, thiết bị điện tử không chỉ sử dụng hình ảnh hai chiều của đối tượng đã được chụp ảnh (ví dụ, khuôn mặt), mà còn sử dụng thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh. Cụ thể là, thiết bị điện tử có thể so sánh hình ảnh hai chiều của đối tượng đã được

chụp ảnh với hình ảnh khuôn mặt hai chiều được lưu trữ trước trong thiết bị điện tử, và xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh có độ sâu đặc trưng của khuôn mặt thật hay không. Khi hình ảnh hai chiều của đối tượng đã được chụp ảnh khớp với hình ảnh khuôn mặt hai chiều đã được lưu trữ trước, và thông tin độ sâu của đối tượng đối tượng đã được chụp ảnh có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thiết bị điện tử có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng đã được chụp ảnh là thành công.

Nói cách khác, việc nhận dạng khuôn mặt được thực hiện bởi thiết bị điện tử có thể bao gồm xác thực hình ảnh hai chiều và xác thực chống giả mạo độ sâu. Thông tin độ sâu của bức ảnh không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật. Do đó, theo phương pháp theo phương án này của sáng chế, việc xác minh danh tính người dùng được thực hiện bởi thiết bị điện tử trên bức ảnh là thất bại, khiến cho thông tin trong thiết bị điện tử có thể được ngăn không bị lộ, hoặc có thể loại bỏ được việc mất tài sản cho người dùng, nhờ đó đảm bảo việc bảo mật thông tin của thiết bị điện tử, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Ngoài ra, số lượng lớn hơn của các đặc trưng và đặc trưng nổi bật hơn trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai chỉ báo số lượng lớn hơn của các đặc trưng giống nhau được nhận dạng bởi thiết bị điện tử trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai. Số lượng lớn hơn của các đặc trưng giống nhau được nhận ra bởi thiết bị điện tử chỉ báo rằng thiết bị điện tử có thể tính toán độ sâu của nhiều điểm hơn mà các đặc trưng được định vị ở đó. Do thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm các độ sâu của nhiều điểm của đối tượng thứ nhất, số lượng lớn hơn của các độ sâu của các điểm được tính toán bởi thiết bị điện tử chỉ báo thông tin độ sâu chính xác hơn của đối tượng thứ nhất.

Theo phương án này, mỗi thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ nhất và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất. Nói cách khác, thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai không chỉ bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ nhất, mà còn bao gồm đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất.

Sau khi số lượng của các đặc trưng trong các hình ảnh của đối tượng thứ nhất mà được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai được tăng lên, thiết bị điện tử có thể nhận dạng chính xác hơn đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai. Thiết bị điện tử có thể còn xác định thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai cho đặc trưng giống nhau và tính toán độ sâu của mỗi điểm, để thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất. Điều này có thể cải thiện độ chính xác của thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất mà được tính toán bởi thiết bị điện tử.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có, phương pháp để thực hiện, bởi thiết bị điện tử, việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có thể bao gồm: Thiết bị điện tử so sánh thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu, trong đó hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử, và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng. Thiết bị điện tử xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có độ sâu đặc trưng của khuôn mặt thật, thì thiết bị điện tử xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công. theo cách thay thế, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, hoặc thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có độ sâu đặc trưng của khuôn mặt thật, thì thiết bị điện tử xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại.

Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, nó chỉ báo rằng thông tin hình ảnh thứ nhất không bao gồm hình ảnh hai chiều của đối tượng thứ hai. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại. Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, nó chỉ báo rằng đối tượng thứ nhất mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử không là khuôn mặt thật. Đối tượng thứ nhất có thể là bức ảnh, bao gồm hình ảnh khuôn mặt hai chiều. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại. Nếu thông tin độ sâu của

đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, nó chỉ báo rằng đối tượng thứ nhất mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử là khuôn mặt thật, thay vì bức ảnh chứa hình ảnh khuôn mặt hai chiều. Ngoài ra, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, nó chỉ báo rằng thông tin hình ảnh thứ nhất bao gồm hình ảnh hai chiều của đối tượng (cụ thể là, đối tượng thứ hai) mà hình ảnh ban đầu tương ứng với đối tượng đó khi thiết bị điện tử ghi nhận hình ảnh ban đầu, và thiết bị điện tử có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, đối tượng thứ nhất có thể là mô hình đầu của đối tượng thứ hai. Đối tượng thứ hai là đối tượng mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử khi thiết bị điện tử này ghi nhận hình ảnh hai chiều (hình ảnh ban đầu) được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt. Thông tin độ sâu của mô hình đầu của đối tượng thứ hai là tương tự ở mức cao với thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai (ví dụ, khuôn mặt thật). Do đó, thông qua xác thực hình ảnh hai chiều và xác thực chống giả mạo độ sâu, thiết bị điện tử có thể không nhận ra rằng đối tượng thứ nhất không là khuôn mặt thật. Trong trường hợp này, phương pháp để thực hiện, bởi thiết bị điện tử, việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có thể bao gồm: Thiết bị điện tử so sánh thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu. Thiết bị điện tử xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không. thiết bị điện tử xác định xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có độ sâu đặc trưng của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì thiết bị điện tử xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công. Theo cách thay thế, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có độ sâu đặc trưng của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì thiết bị điện tử xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại. Tức là, việc nhận dạng khuôn mặt được thực hiện bởi thiết bị điện tử có thể không chỉ bao gồm xác thực

hình ảnh hai chiều và xác thực chống giả mạo độ sâu, mà còn bao gồm xác thực chống giả mạo hồng ngoại. Nguyên lý của việc xác thực chống giả mạo hồng ngoại là như sau: Có sự khác biệt đáng kể giữa các hình ảnh của mô hình đầu và khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại. Theo phương án này của sáng chế, xác thực chống giả mạo hồng ngoại có thể được thực hiện trên thông tin hình ảnh thứ nhất dựa trên đặc trưng này.

Theo phương án này của sáng chế, thiết bị điện tử có thể thực hiện việc xác minh danh tính người dùng thông qua việc nhận dạng ba lần: nhận dạng hình ảnh hai chiều, xác thực chống giả mạo độ sâu, và xác thực chống giả mạo hồng ngoại. Theo phương pháp theo phương án này của sáng chế, việc xác minh danh tính người dùng được thực hiện bởi thiết bị điện tử trên bức ảnh và mô hình đầu là thất bại, khiến cho thông tin trong thiết bị điện tử có thể được ngăn không bị lộ, hoặc có thể loại bỏ được việc mất tài sản cho người dùng, nhờ đó đảm bảo việc bảo mật thông tin của thiết bị điện tử, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, thiết bị điện tử còn bao gồm máy ghi hình thứ ba, máy ghi hình thứ ba là máy ghi hình RGB (red-green-blue: đỏ-xanh lục-xanh dương), và máy ghi hình thứ ba được tạo cấu hình để thu thập hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy. Trước khi thiết bị điện tử nhận lệnh thứ nhất của người dùng, phương pháp theo phương án này của sáng chế còn bao gồm: Đáp ứng với lệnh thứ hai của người dùng, thiết bị điện tử hiển thị giao diện thứ nhất, trong đó giao diện thứ nhất được sử dụng để ghi nhận hình ảnh hai chiều được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng, phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại, thu thập hình ảnh RGB của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ ba, và thu thập thông tin hình ảnh thứ ba của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất, trong đó thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai. Thiết bị điện tử hiển thị hình ảnh RGB trong giao diện thứ nhất. Thiết bị điện tử lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba, trong đó thông tin hình ảnh thứ ba là hình ảnh ban đầu được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng.

Máy ghi hình thứ ba được tạo cấu hình để thu thập thông tin hình ảnh trong ánh

sáng nhìn thấy. Do đó, thiết bị điện tử hiển thị, trên màn hiển thị, thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba. Điều này loại bỏ được vấn đề là thông tin hình ảnh được hiển thị trên màn hiển thị của thiết bị điện tử có màu hơi đỏ, và đảm bảo trải nghiệm thị giác của người dùng.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, phương pháp theo phương án này của sáng chế có thể còn bao gồm: Đáp ứng với lệnh thứ hai, thiết bị điện tử thu thập thông tin hình ảnh thứ tư của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai, trong đó thông tin hình ảnh thứ tư bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai. Thiết bị điện tử tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai dựa trên thông tin hình ảnh thứ ba, thông tin hình ảnh thứ tư, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai. Thiết bị điện tử xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không. Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì thiết bị điện tử lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba.

Khi ghi nhận hình ảnh khuôn mặt hai chiều được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng, thiết bị điện tử có thể thực hiện việc xác thực chống giả mạo độ sâu trên hình ảnh khuôn mặt hai chiều. Theo cách này, xác suất để hình ảnh khuôn mặt hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng là hình ảnh khuôn mặt hai chiều trong bức ảnh có thể được giảm, nhờ đó đảm bảo tính bảo mật thông tin của thiết bị điện tử, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì thiết bị điện tử gửi thông tin nhắc thứ nhất. Thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử là không khả dụng.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, trước khi thiết bị điện tử lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba, phương pháp theo phương án này của sáng chế có thể còn bao gồm: Thiết bị điện tử xác định xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại

hay không. Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì thiết bị điện tử lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba.

Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì thiết bị điện tử gửi thông tin nhắc thứ nhất, trong đó thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử là không khả dụng.

Khi ghi nhận hình ảnh khuôn mặt hai chiều được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng, thiết bị điện tử có thể thực hiện việc xác thực chống giả mạo hồng ngoại trên hình ảnh khuôn mặt hai chiều. Theo cách này, xác suất hình ảnh khuôn mặt hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng là hình ảnh khuôn mặt hai chiều của mô hình đầu có thể được giảm, nhờ đó đảm bảo tính bảo mật thông tin của thiết bị điện tử, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, để cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử và bảo vệ hình ảnh ban đầu không bị đánh cắp, thiết bị điện tử có thể lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba trong môi trường thực thi tin cậy (trust execution environment, TEE) của thiết bị điện tử.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, thiết bị điện tử có thể thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất trong TEE của thiết bị điện tử.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất là bằng với độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, phương pháp để tính toán, bởi thiết bị điện tử, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất, thông tin hình ảnh thứ hai, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ

hai có thể bao gồm: Thiết bị điện tử tính toán thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai cho nhiều đặc trưng thứ nhất trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, trong đó các đặc trưng thứ nhất là các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai. Đối với mỗi đặc trưng thứ nhất, thiết bị điện tử tính toán độ sâu Z của điểm mà đặc trưng thứ nhất được định vị ở đó theo công thức (2) sau đây dựa trên thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai đối với đặc trưng thứ nhất, độ dài thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính, để thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất:

$$Z = \frac{f \times T}{d} \quad \text{công thức (2)}$$

trong đó f là độ dài tiêu cự thấu kính, d là thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai đối với đặc trưng thứ nhất, và T là độ dài thứ nhất.

Có thể hiểu rằng các khoảng cách giữa các đặc trưng (ví dụ, đỉnh mũi và mắt của một người) của đối tượng thứ nhất và máy ghi hình có thể là khác nhau. Khoảng cách giữa mỗi đặc trưng của đối tượng thứ nhất và máy ghi hình được gọi là độ sâu của đặc trưng (hoặc điểm mà đặc trưng được định vị ở đó). Độ sâu của các điểm của đối tượng thứ nhất tạo ra thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất. Thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có thể thể hiện đặc trưng ba chiều của đối tượng thứ nhất.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, nhiều đặc trưng thứ nhất là một số đặc trưng trong số các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai. Thiết bị điện tử 100 có thể chọn nhiều đặc trưng thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất dựa trên tần số đặc trưng định trước, sau đó tìm kiếm thông tin hình ảnh thứ hai cho các đặc trưng mà giống với nhiều đặc trưng thứ nhất, và cuối cùng tính toán độ sâu của mỗi đặc trưng thứ nhất, để thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất. Theo cách thay thế, thiết bị điện tử có thể chọn một số đặc trưng thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất một cách ngẫu nhiên hoặc ở khoảng thời gian.

Tần số đặc trưng có thể là số lượng của các đặc trưng thứ nhất giống nhau mà xuất hiện ở vùng định trước. Tần số đặc trưng, được phản ánh trên hình ảnh, có thể là khoảng cách (được gọi là khoảng cách đặc trưng) giữa hai đặc trưng thứ nhất liên kế được chọn bởi thiết bị điện tử. Phương pháp để chọn, bởi thiết bị điện tử, nhiều đặc

trung thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất dựa trên tần số đặc trưng định trước có thể bao gồm: Thiết bị điện tử chọn một đặc trưng thứ nhất từ tất cả các đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất ở khoảng thời gian của một khoảng cách đặc trưng. Nói cách khác, thiết bị điện tử không cần tính toán độ sâu của điểm mà mỗi đặc trưng trong số các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai được định vị ở đó, nhưng chọn một đặc trưng ở khoảng thời gian của một khoảng cách đặc trưng, và tính toán độ sâu của điểm mà đặc trưng được chọn được định vị ở đó.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bao gồm nhiều vết sáng, và nhiều vết sáng bao gồm nhiều nhóm mạng vết lốm đốm (speckle lattice group). Một nhóm mạng vết lốm đốm bao gồm một hoặc nhiều mạng vết lốm đốm, và mạng vết lốm đốm bao gồm nhiều vết lốm đốm.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, ít nhất hai trong số nhiều nhóm mạng vết lốm đốm là khác nhau. Nếu ít nhất hai trong số các nhóm mạng vết lốm đốm là khác nhau, thì sự lặp lại của các nhóm mạng vết lốm đốm trong các vết sáng có thể được giảm, nhờ đó giúp thiết bị điện tử nhận dạng các đặc trưng khác nhau.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, nhóm mạng vết lốm đốm thứ nhất là nhóm bất kỳ trong số các nhóm mạng vết lốm đốm, và ít nhất hai trong số các mạng vết lốm đốm có trong nhóm mạng vết lốm đốm thứ nhất là khác nhau. Nếu ít nhất hai trong số các mạng vết lốm đốm là khác nhau, thì sự lặp lại của các mạng vết lốm đốm trong các vết sáng có thể được giảm, nhờ đó giúp thiết bị điện tử nhận dạng các đặc trưng khác nhau.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, mạng vết lốm đốm thứ nhất là mạng bất kỳ trong số các mạng vết lốm đốm. Tất cả các vết lốm đốm trong mạng vết lốm đốm thứ nhất có hình dạng giống nhau. Nếu tất cả của các vết lốm đốm có hình dạng giống nhau, thiết bị điện tử có thể nhận dạng các vết lốm đốm khác nhau dựa trên các vị trí của các vết lốm đốm trong mạng vết lốm đốm.

Ít nhất hai trong số các vết lốm đốm trong mạng vết lốm đốm thứ nhất có các hình dạng khác nhau. Nếu ít nhất hai trong số các vết lốm đốm có các hình dạng khác

nhau, thì sự lặp lại của các vết lốm đốm trong mạng vết lốm đốm có thể được giảm, nhờ đó giúp thiết bị điện tử nhận dạng các đặc trưng khác nhau.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, thiết bị điện tử chọn nhiều đặc trưng thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai dựa trên tần số đặc trưng định trước. Tần số đặc trưng lớn hơn hoặc bằng tần số lặp của các mạng vết lốm đốm trong các vết sáng. Tần số đặc trưng được biểu diễn bởi số lượng của các đặc trưng thứ nhất giống nhau mà được chọn bởi thiết bị điện tử từ hình ảnh với vùng định trước, và tần số lặp được biểu diễn bởi số lượng của các mạng vết lốm đốm giống nhau mà xuất hiện ở vùng định trước.

Khoảng cách đặc trưng được sử dụng khi thiết bị điện tử chọn đặc trưng thứ nhất có thể nhỏ hơn hoặc bằng khoảng lặp của các mạng vết lốm đốm trong các vết sáng. Nói cách khác, tần số đặc trưng lớn hơn hoặc bằng tần số lặp của các mạng vết lốm đốm trong nhiều vết sáng. Theo cách này, có thể đảm bảo được lâu dài rằng hai đặc trưng thứ nhất liên kế được chọn bởi thiết bị điện tử từ thông tin hình ảnh thứ nhất tương ứng với các vết lốm đốm trong các mạng vết lốm đốm khác nhau, sao cho thiết bị điện tử có thể phân biệt giữa hai đặc trưng thứ nhất liên kế. Điều này có thể làm giảm khả năng về lỗi đối chiếu đặc trưng, và cải thiện độ chính xác của thông tin độ sâu được tính toán bởi thiết bị điện tử.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, mỗi mặt trong số hai mặt của mỗi thấu kính của máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai bao gồm lớp phủ chống phản xạ, và mỗi bộ lọc trong các bộ lọc ánh sáng của máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai bao gồm lớp phủ ngưỡng (cut-off coating). Lớp phủ chống phản xạ được sử dụng để tăng hệ số truyền của ánh sáng hồng ngoại. Lớp phủ ngưỡng được sử dụng để lọc bỏ ánh sáng khác với ánh sáng hồng ngoại và ánh sáng nhìn thấy, và tăng hệ số truyền của ánh sáng hồng ngoại.

Máy ghi hình RGB phổ biến chỉ có thể dò đọc ánh sáng nhìn thấy, và không thể dò đọc ánh sáng hồng ngoại. 'Để làm giảm các chi phí phần cứng của thiết bị điện tử, lớp phủ chống phản xạ có thể được phủ trên mỗi mặt trong số hai mặt của mỗi thấu kính của máy ghi hình RGB, và lớp phủ ngưỡng có thể được phủ trên một mặt hoặc mỗi mặt trong số hai mặt của) bộ lọc ánh sáng của máy ghi hình RGB, để thu được máy ghi hình lưỡng dải (cụ thể là, máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai)

trong đó mỗi mặt trong số hai mặt của mỗi thấu kính bao gồm lớp phủ chống phản xạ và bộ lọc ánh sáng bao gồm lớp phủ gương.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, ánh sáng hồng ngoại là ánh sáng hồng ngoại 890 nanomét (nm) đến 990 nm. Ví dụ, ánh sáng hồng ngoại có thể là ánh sáng hồng ngoại cụ thể 940 nm. Theo cách tương ứng, lớp phủ chống phản xạ có thể là lớp phủ chống phản xạ đối với ánh sáng hồng ngoại 890 nm đến 990 nm, ví dụ, lớp phủ chống phản xạ đối với ánh sáng hồng ngoại 940 nm.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ nhất, theo phương án có thể có khác, độ dài thứ nhất nằm trong khoảng từ 20 milimét đến 30 milimét.

Theo khía cạnh thứ hai, phương án thực hiện của sáng chế đề xuất thiết bị điện tử. Thiết bị điện tử bao gồm một hoặc nhiều bộ xử lý, bộ nhớ, máy chiếu hồng ngoại, máy ghi hình thứ nhất, và máy ghi hình thứ hai. Khoảng cách giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai là độ dài thứ nhất. Bộ nhớ, máy chiếu hồng ngoại, máy ghi hình thứ nhất, và máy ghi hình thứ hai được nối với bộ xử lý. Bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ thông tin. Bộ xử lý được tạo cấu hình để nhận lệnh thứ nhất của người dùng, trong đó lệnh thứ nhất được sử dụng để kích hoạt thiết bị điện tử để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt trên đối tượng thứ nhất; Bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: đáp ứng với lệnh thứ nhất, phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại, thu thập thông tin hình ảnh thứ nhất của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất và thu thập thông tin hình ảnh thứ hai của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai, trong đó mỗi thông tin trong số thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ nhất và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất. Bộ xử lý còn được cấu hình để tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất, thông tin hình ảnh thứ hai, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai. Bộ xử lý còn được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có, trong đó bộ xử lý được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ

nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm: Bộ xử lý được tạo cấu hình để: so sánh thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu, trong đó hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng; xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không; và nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công; hoặc nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, hoặc thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có khác, trong đó bộ xử lý được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm: Bộ xử lý được tạo cấu hình để: so sánh thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu, trong đó hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng; xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không; xác định xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không; và nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công; hoặc nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có khác, thiết bị điện tử còn bao gồm máy ghi hình thứ ba và màn hiển thị, máy ghi hình thứ ba là máy ghi hình RGB (red-green-blue: đỏ-xanh lục-xanh dương), và máy ghi hình thứ ba được

tạo cấu hình để thu thập hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy. Màn hiển thị được tạo cấu hình để: trước khi bộ xử lý nhận lệnh thứ nhất, hiển thị giao diện thứ nhất đáp ứng với lệnh thứ hai, trong đó giao diện thứ nhất được sử dụng để ghi nhận hình ảnh hai chiều mà được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng. Bộ xử lý còn được cấu hình để: đáp ứng với lệnh thứ hai, phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại, thu thập hình ảnh RGB của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ ba, và thu thập thông tin hình ảnh thứ ba của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất, trong đó thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai.

Màn hiển thị còn được cấu hình để hiển thị hình ảnh RGB trong giao diện thứ nhất. Bộ nhớ còn được cấu hình để lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba, trong đó thông tin hình ảnh thứ ba là hình ảnh ban đầu được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có khác, bộ xử lý còn được cấu hình để: đáp ứng với lệnh thứ hai, thu thập thông tin hình ảnh thứ tư của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai, trong đó thông tin hình ảnh thứ tư bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai. Bộ xử lý còn được cấu hình để tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai dựa trên thông tin hình ảnh thứ ba, thông tin hình ảnh thứ tư, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai. Bộ xử lý còn được cấu hình để xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không. Trong đó bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm: Bộ nhớ được tạo cấu hình để: nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có khác, bộ xử lý còn được cấu hình để: nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì gửi thông tin nhắc thứ nhất, trong đó thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử là không

khả dụng.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có khác, bộ xử lý còn được cấu hình để: trước khi bộ xử lý lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba, thì xác định xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không. Bộ nhớ được tạo cấu hình cụ thể để: nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có khác, bộ xử lý còn được cấu hình để: nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì gửi thông tin nhắc thứ nhất, trong đó thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử là không khả dụng.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có khác, bộ nhớ được tạo cấu hình cụ thể để lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba trong TEE của thiết bị điện tử.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ hai, theo phương án có thể có khác, trong đó bộ xử lý còn được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm: Bộ xử lý được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất trong TEE của thiết bị điện tử.

Cần lưu ý rằng, theo khía cạnh thứ hai và các phương án có thể có của khía cạnh thứ hai, đối với nhóm mạng vệt lốm đốm, mạng vệt lốm đốm, các vệt lốm đốm trong mạng vệt lốm đốm, và bước sóng của ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại, có thể xem các mô tả liên quan theo các phương án có thể có của khía cạnh thứ nhất. Các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Theo khía cạnh thứ ba, phương án thực hiện của sáng chế đề xuất máy ghi hình lưỡng dải (cụ thể là, máy ghi hình thứ nhất hoặc máy ghi hình thứ hai). Máy ghi hình lưỡng dải được tạo cấu hình để nhận ánh sáng nhìn thấy và ánh sáng hồng ngoại. Mỗi mặt trong số hai mặt của mỗi thấu kính của máy ghi hình lưỡng dải bao gồm lớp phủ

chống phản xạ, và bộ lọc ánh sáng của máy ghi hình lưỡng dải bao gồm lớp phủ ngưỡng. Lớp phủ chống phản xạ được sử dụng để tăng hệ số truyền của ánh sáng hồng ngoại. Lớp phủ ngưỡng được sử dụng để lọc bỏ ánh sáng khác với ánh sáng hồng ngoại và ánh sáng nhìn thấy, và tăng hệ số truyền của ánh sáng hồng ngoại.

Tham chiếu đến khía cạnh thứ ba, theo phương án có thể có, máy ghi hình lưỡng dải bao gồm máy ghi hình RGB, lớp phủ chống phản xạ được phủ lên mỗi mặt trong số hai mặt của mỗi thấu kính của máy ghi hình RGB, và lớp phủ ngưỡng được phủ lên (một mặt hoặc mỗi mặt trong số hai mặt của) bộ lọc ánh sáng của máy ghi hình RGB.

Theo khía cạnh thứ tư, phương án thực hiện của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ máy tính chứa lệnh máy tính. Khi lệnh máy tính được chạy trên thiết bị điện tử, thiết bị điện tử được phép thực hiện phương pháp nhận dạng khuôn mặt theo khía cạnh thứ nhất và các phương án có thể có của khía cạnh thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ năm, phương án của sáng chế đề xuất sản phẩm chương trình máy tính. Khi sản phẩm chương trình máy tính được chạy trên máy tính, máy tính được phép thực hiện phương pháp nhận dạng khuôn mặt theo khía cạnh thứ nhất và các phương án có thể có của khía cạnh thứ nhất.

Có thể hiểu rằng thiết bị điện tử theo khía cạnh thứ hai và các phương pháp theo phương án có thể có của khía cạnh thứ hai, phương tiện lưu trữ máy tính theo khía cạnh thứ ba, và sản phẩm chương trình máy tính theo khía cạnh thứ tư tất cả được tạo cấu hình để thực hiện các phương pháp tương ứng được đề cập đến bên trên. Do đó, đối với các hiệu quả có lợi mà có thể đạt được bởi thiết bị điện tử, phương tiện lưu trữ máy tính, và sản phẩm chương trình máy tính, tham chiếu đến các hiệu quả có lợi của các phương pháp tương ứng được đề cập đến bên trên. Các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1A là hình vẽ dạng giản lược một phần của thiết bị điện tử theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.1B là hình vẽ dạng giản lược 1 thể hiện nguyên lý để tính toán thông tin độ sâu theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.1C là hình vẽ dạng giản lược của một ví dụ về đặc trưng giống nhau trong hai đoạn của thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình hai thị kính theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.1D là hình vẽ dạng giản lược thể hiện sự so sánh giữa độ phản xạ ánh sáng của da thật và gel silic oxit theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.1E là hình vẽ dạng giản lược của cấu trúc phần cứng của thiết bị điện tử theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.1F là hình vẽ kiến trúc giản lược của hệ thống phần mềm của thiết bị điện tử theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.2 là lưu đồ 1 của phương pháp nhận dạng khuôn mặt theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.3(a) đến FIG.3(d) là các hình vẽ dạng giản lược 1 của một ví dụ về các giao diện người dùng đồ họa theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.4 là hình vẽ dạng giản lược của một ví dụ về mạng vật lổm đốm theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.5 là hình vẽ dạng giản lược 1 của một ví dụ về vết trong ánh sáng hồng ngoại và nhóm mạng vật lổm đốm trong vết theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.6A là hình vẽ dạng giản lược 2 của một ví dụ về vết trong ánh sáng hồng ngoại và nhóm mạng vật lổm đốm trong vết theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.6B là hình vẽ dạng giản lược 3 của một ví dụ về vết trong ánh sáng hồng ngoại và nhóm mạng vật lổm đốm trong vết theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.6C là hình vẽ dạng giản lược 4 của một ví dụ về vết trong ánh sáng hồng ngoại và nhóm mạng vật lổm đốm trong vết theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.7A là hình vẽ dạng giản lược 5 của một ví dụ về vết trong ánh sáng hồng ngoại và nhóm mạng vật lổm đốm trong vết theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.7B là hình vẽ dạng giản lược của một ví dụ về vết trong ánh sáng hồng

ngoại theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.7C là hình vẽ dạng giản lược 6 của một ví dụ về vết trong ánh sáng hồng ngoại và nhóm mạng vết lốm đốm trong vết theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.8(a) và FIG.8(b) là hình vẽ kết cấu giản lược của môđun máy ghi hình lưỡng dải theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.9 là lưu đồ 2 của phương pháp nhận dạng khuôn mặt theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.10A-1 và FIG.10A-2 là các hình vẽ dạng giản lược 2 thể hiện nguyên lý để tính toán thông tin độ sâu theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.10B là hình vẽ dạng giản lược thể hiện nguyên lý để tính toán thị sai theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.10C là hình vẽ dạng giản lược của quan hệ giữa thị sai và độ sâu theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.11(a) đến FIG.11(c) là hình vẽ dạng giản lược của một ví dụ về đối tượng thứ nhất và ánh sáng hồng ngoại với vết sáng theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.12 là hình vẽ dạng giản lược của một ví dụ về tần số đặc trưng theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.13 là lưu đồ 3 của phương pháp nhận dạng khuôn mặt theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.14 là lưu đồ 4 của phương pháp nhận dạng khuôn mặt theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.15 là lưu đồ 5 của phương pháp nhận dạng khuôn mặt theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.16(a) đến FIG.16(c) là hình vẽ dạng giản lược 2 của một ví dụ về giao diện người dùng đồ họa theo một phương án thực hiện của sáng chế;

FIG.17(a) đến FIG.17(c) là hình vẽ dạng giản lược 3 của một ví dụ về giao diện người dùng đồ họa theo một phương án thực hiện của sáng chế; và

FIG.18 là hình vẽ dạng giản lược của các thành phần của thiết bị điện tử theo một phương án thực hiện của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các phương án thực hiện của sáng chế đề xuất phương pháp nhận dạng khuôn mặt. Phương pháp có thể được áp dụng cho trường hợp mở khóa dựa trên khuôn mặt, trường hợp thanh toán dựa trên khuôn mặt, và tương tự, hoặc có thể được áp dụng cho trường hợp khác trong đó việc xác minh khuôn mặt được thực hiện. Thiết bị điện tử có thể thực hiện việc xác minh danh tính người dùng thông qua nhận dạng khuôn mặt trong trường hợp mở khóa dựa trên khuôn mặt, trường hợp thanh toán dựa trên khuôn mặt, và tương tự. Cụ thể là, khi thực hiện việc xác minh danh tính người dùng thông qua nhận dạng khuôn mặt, thiết bị điện tử không chỉ sử dụng hình ảnh hai chiều của đối tượng đã được chụp ảnh (ví dụ, khuôn mặt), mà còn sử dụng thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh. Cụ thể là, thiết bị điện tử có thể so sánh hình ảnh hai chiều của đối tượng đã được chụp ảnh với hình ảnh khuôn mặt hai chiều được lưu trữ trước trong thiết bị điện tử, và xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh có độ sâu đặc trưng của khuôn mặt thật hay không. Khi hình ảnh hai chiều của đối tượng đã được chụp ảnh khớp với hình ảnh khuôn mặt hai chiều đã được lưu trữ trước, và thông tin độ sâu của đối tượng có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thiết bị điện tử có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng đã được chụp ảnh là thành công.

Nói chung, khuôn mặt là ở dạng ba chiều. Khi máy ghi hình của thiết bị điện tử chụp ảnh khuôn mặt, các khoảng cách giữa các đặc trưng (ví dụ, đỉnh mũi và mắt) của khuôn mặt và máy ghi hình là khác nhau. Khoảng cách giữa mỗi đặc trưng của khuôn mặt và máy ghi hình được gọi là độ sâu của đặc trưng (hoặc điểm mà đặc trưng được định vị ở đó). Các độ sâu của các điểm của khuôn mặt tạo thành thông tin độ sâu của khuôn mặt. Thông tin độ sâu của khuôn mặt có thể thể hiện đặc trưng ba chiều của khuôn mặt.

Đối với máy ghi hình hai thị kính (cụ thể là, hai máy ghi hình, ví dụ, máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai), khoảng cách giữa mỗi đặc trưng của khuôn mặt và máy ghi hình (cụ thể là, độ sâu của điểm) có thể là khoảng cách theo phương thẳng đứng từ điểm mà mỗi đặc trưng của khuôn mặt được định vị ở đó tới đường nối giữa hai máy ghi hình. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.1B, giả sử rằng P là đặc

trung của khuôn mặt đã được chụp ảnh, và độ sâu của đặc trưng P là khoảng cách theo phương thẳng đứng Z từ P tới $O^L O^R$. O^L là vị trí của máy ghi hình thứ nhất, và O^R là vị trí của máy ghi hình thứ hai.

Theo các phương án thực hiện của sáng chế, đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật thu được bởi thiết bị điện tử bằng cách phân tích và học một lượng lớn thông tin độ sâu của các khuôn mặt thật. Thông tin độ sâu của mỗi khuôn mặt thật có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật.

Có thể hiểu rằng, ngay cả khi bức ảnh bao gồm hình ảnh hai chiều mà khớp với hình ảnh khuôn mặt hai chiều được lưu trữ trước trong thiết bị điện tử, nhưng thông tin độ sâu của bức ảnh không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật. Nói cách khác, có sự chênh lệch đáng kể giữa thông tin độ sâu của bức ảnh và thông tin độ sâu của đối tượng mà có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật. Do đó, theo các giải pháp theo các phương án của sáng chế, thiết bị điện tử có thể xác định liệu hình ảnh hai chiều của đối tượng được thu thập bởi thiết bị điện tử có là hình ảnh của khuôn mặt thật hay không bằng cách xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không. Tức là, xác thực chống giả mạo độ sâu có thể được thực hiện trên hình ảnh hai chiều của đối tượng được thu thập bởi thiết bị điện tử. Theo các phương án thực hiện của sáng chế, việc nhận dạng khuôn mặt được thực hiện bởi thiết bị điện tử bằng cách so sánh hình ảnh hai chiều của đối tượng đã được chụp ảnh với hình ảnh khuôn mặt hai chiều được lưu trữ trước trong thiết bị điện tử có thể được gọi là xác thực hình ảnh hai chiều.

Tóm lại, thông tin độ sâu của bức ảnh không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật. Do đó, theo phương pháp theo các phương án của sáng chế, việc xác minh danh tính người dùng được thực hiện bởi thiết bị điện tử trên bức ảnh là thất bại, khiến cho thông tin trong thiết bị điện tử có thể được ngăn không bị lộ, hoặc có thể loại bỏ được việc mất tài sản cho người dùng, nhờ đó đảm bảo việc bảo mật thông tin của thiết bị điện tử, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Có sự chênh lệch đáng kể giữa thông tin độ sâu của khuôn mặt thật và thông tin độ sâu của các bức ảnh sau đây mà bao gồm hình ảnh khuôn mặt của đối tượng. Ví dụ, bức ảnh có thể là bức ảnh điện tử mà bao gồm hình ảnh khuôn mặt của đối tượng đã được chụp ảnh, bức ảnh giấy mà bao gồm hình ảnh khuôn mặt của đối tượng đã được

chụp ảnh, và bức ảnh giấy mà được dán lên mô hình đầu của đối tượng đã được chụp ảnh.

Mô hình đầu theo các phương án thực hiện của sáng chế là mô hình đầu người làm bằng vật liệu như gel silic oxit, thạch cao, hoặc đất sét. Mô hình đầu người có thể được chế tạo tỷ lệ với các chiều của các bộ phận trên khuôn mặt thật. Mặc dù mô hình đầu người có thể phản xạ đặc trưng ba chiều của khuôn mặt thật, nhưng có sự chênh lệch đáng kể giữa hình ảnh (hình ảnh hai chiều) của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại và hình ảnh (hình ảnh hai chiều) của mô hình đầu trong ánh sáng hồng ngoại. Do đó, theo các phương án của sáng chế, việc đặc trưng của hình ảnh hai chiều của đối tượng mà được thu thập bởi máy ghi hình (ví dụ, máy ghi hình thứ nhất 102 hoặc máy ghi hình thứ hai 103) trong ánh sáng hồng ngoại có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không có thể được xác định thêm, để xác định xem hình ảnh hai chiều của đối tượng được thu thập bởi thiết bị điện tử có là hình ảnh của khuôn mặt thật hay không. Tức là, xác thực chống giả mạo bằng hồng ngoại có thể được thực hiện trên hình ảnh hai chiều của đối tượng được thu thập bởi thiết bị điện tử.

Lý do tại sao có sự chênh lệch đáng kể giữa hình ảnh của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại và hình ảnh của mô hình đầu trong ánh sáng hồng ngoại là ở chỗ độ phản xạ (reflectance) của ánh sáng hồng ngoại trên da thật và gel silic oxit khác nhau đáng kể. Ví dụ, FIG.1D thể hiện sơ đồ thẳng giáng của độ phản xạ của ánh sáng có các bước sóng khác nhau trên da trắng thật, da đen thật, gel silic oxit trắng, và gel silic oxit đen. Như được thể hiện trên FIG.1D, có sự chênh lệch tương đối lớn trong độ phản xạ của ánh sáng hồng ngoại trên da trắng thật và gel silic oxit đen, có sự chênh lệch tương đối lớn trong độ phản xạ của ánh sáng hồng ngoại trên da trắng thật và gel silic oxit trắng, và có cũng độ chênh lệch trong độ phản xạ của ánh sáng hồng ngoại trên da đen thật và gel silic oxit đen.

Thiết bị điện tử được đề xuất trong các phương án của sáng chế có thể bao gồm máy chiếu hồng ngoại và hai máy ghi hình lưỡng dải (ví dụ, máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai). Máy chiếu hồng ngoại được bố trí giữa hai máy ghi hình lưỡng dải. Khoảng cách giữa hai máy ghi hình lưỡng dải là độ dài thứ nhất. Nói chung, khoảng cách giữa các tâm của hai máy ghi hình được gọi là khoảng cách giữa hai máy

ghi hình.

FIG.1A là hình vẽ dạng giản lược một phần của thiết bị điện tử 100 theo một phương án thực hiện của sáng chế; Như được thể hiện trên FIG.1A, thiết bị điện tử 100 có thể bao gồm máy chiếu hồng ngoại 101, máy ghi hình thứ nhất 102, và máy ghi hình thứ hai 103. Khoảng cách giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 là độ dài thứ nhất T.

Máy chiếu hồng ngoại 101 được tạo cấu hình để phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng. Máy ghi hình lưỡng dải có nghĩa là máy ghi hình không chỉ có thể nhận ánh sáng nhìn thấy, mà còn có thể nhận ánh sáng hồng ngoại. Ví dụ, máy ghi hình lưỡng dải có thể nhận ánh sáng nhìn thấy và ánh sáng hồng ngoại 940 nanomet (nm). 940 nm là bước sóng của ánh sáng hồng ngoại. Hiển nhiên, hai máy ghi hình lưỡng dải nêu trên có thể được thay thế bằng hai máy ghi hình toàn dải. Máy ghi hình toàn dải có nghĩa là máy ghi hình có thể nhận các loại ánh sáng, bao gồm ánh sáng nhìn thấy, ánh sáng hồng ngoại, và ánh sáng có bước sóng khác. Ngược lại, máy ghi hình đỏ-màu xanh lục-xanh dương (red green blue, RGB) bình thường có thể nhận ánh sáng nhìn thấy, nhưng không thể nhận ánh sáng hồng ngoại.

Máy ghi hình RGB chỉ có thể thu thập các hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy. Do đó, trong ánh sáng tương đối kém (ví dụ, vào ban đêm), máy ghi hình RGB không thể thu thập hình ảnh khuôn mặt hai chiều rõ ràng, và thiết bị điện tử không thể thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt. Tuy nhiên, theo các phương án của sáng chế, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 không chỉ có thể nhận ánh sáng nhìn thấy, mà còn có thể nhận ánh sáng hồng ngoại. Ngoài ra, máy chiếu hồng ngoại 101 có thể phát ánh sáng hồng ngoại tới đối tượng. Theo cách này, máy ghi hình thứ nhất 102 hoặc máy ghi hình thứ hai 103 có thể thu thập thông tin hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy và ánh sáng hồng ngoại, và sau đó thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt dựa trên thông tin hình ảnh. Cụ thể là, theo phương pháp theo các phương án thực hiện của sáng chế, việc nhận dạng khuôn mặt có thể được thực hiện trong ánh sáng tương đối kém (ví dụ, vào ngày nhiều mây hoặc vào ban đêm).

Như được thể hiện trên FIG.1A, thiết bị điện tử 100 có thể còn bao gồm bộ cảm biến quang môi trường 105. Bộ cảm biến quang môi trường 105 được tạo cấu hình để dò đọc độ sáng của ánh sáng môi trường, và làm việc với máy chiếu hồng ngoại 101,

máy ghi hình thứ nhất 102, và máy ghi hình thứ hai 103 để thu thập thông tin hình ảnh khuôn mặt (bao gồm hình ảnh hai chiều và hình ảnh được sử dụng để tính toán thông tin độ sâu của đối tượng) được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt.

Theo các phương án của sáng chế, máy ghi hình thứ nhất 102 có thể là máy ghi hình lưỡng dải bên trái, và máy ghi hình thứ hai 103 có thể là máy ghi hình lưỡng dải bên phải; hoặc máy ghi hình thứ nhất 102 có thể là máy ghi hình lưỡng dải bên phải, và máy ghi hình thứ hai 103 có thể là máy ghi hình lưỡng dải bên trái. Trên FIG.1A, kết cấu một phần của thiết bị điện tử 100 được mô tả bằng cách sử dụng ví dụ trong đó máy ghi hình thứ nhất 102 là máy ghi hình lưỡng dải bên trái và máy ghi hình thứ hai 103 là máy ghi hình lưỡng dải bên phải.

Cần lưu ý rằng, theo các phương án của sáng chế, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể nhận ánh sáng hồng ngoại cùng loại. Ánh sáng hồng ngoại cùng loại là ánh sáng hồng ngoại có cùng bước sóng. Nói cách khác, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cùng có khả năng nhận ánh sáng hồng ngoại. Ví dụ, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể nhận ánh sáng hồng ngoại 940 nm. Ngoài ra, theo các phương án của sáng chế, ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 và ánh sáng hồng ngoại mà có thể được nhận bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cũng là ánh sáng hồng ngoại cùng loại.

Theo các phương án thực hiện của sáng chế, mục đích phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bởi máy chiếu hồng ngoại 101 không chỉ cho phép thiết bị điện tử 100 thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt trong ánh sáng tương đối kém, mà còn để tăng số lượng của các đặc trưng trong các hình ảnh của đối tượng được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Điều này cải thiện độ chính xác của thông tin độ sâu của đối tượng mà được tính toán bởi thiết bị điện tử 100 và độ chính xác của việc nhận dạng khuôn mặt được thực hiện bởi thiết bị điện tử 100.

Cụ thể là, sau khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng đã được chụp ảnh, thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 không chỉ có thể bao gồm hình ảnh của đối tượng đã được chụp ảnh, mà còn có thể bao gồm đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng đã được chụp ảnh. Nói cách khác, số lượng

của các đặc trưng trong các hình ảnh của đối tượng đã được chụp ảnh mà được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể được tăng.

Theo các phương án của sáng chế, nguyên lý mà làm tăng số lượng của các đặc trưng của đối tượng được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể cải thiện độ chính xác của việc tính toán thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử 100 được mô tả ở đây.

Cụ thể là, phương pháp để tính toán thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử 100 có thể bao gồm: Máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 của thiết bị điện tử 100 riêng biệt thu thập thông tin hình ảnh của đối tượng đã được chụp ảnh. Thiết bị điện tử 100 nhận ra đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh (cụ thể là, thông tin hình ảnh thứ nhất) được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và thông tin hình ảnh (cụ thể là, thông tin hình ảnh thứ hai) được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103, tính toán thị sai của máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 đối với đặc trưng giống nhau, và sau đó tính toán độ sâu của điểm dựa trên thị sai, thông số phần cứng của máy ghi hình thứ nhất 102, và thông số phần cứng của máy ghi hình thứ hai 103. Các độ sâu của các điểm mà các đặc trưng của đối tượng đã được chụp ảnh được định vị ở đó có thể tạo thành thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh.

Thiết bị điện tử 100 có thể tính toán độ sâu của mỗi đặc trưng của đối tượng đã được chụp ảnh dựa trên thị sai của máy ghi hình hai thị kính đối với đặc trưng giống nhau, tham chiếu đến thông số phần cứng của máy ghi hình hai thị kính, và bằng cách sử dụng nguyên lý phép đo tam giác, để thu được thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh.

Theo các phương án của sáng chế, phương pháp để tính toán thông tin độ sâu bởi thiết bị điện tử 100 dựa trên thị sai được mô tả ở đây bằng cách sử dụng một ví dụ.

Như được thể hiện trên FIG.1B, O^L là vị trí của máy ghi hình thứ nhất 102, O^R là vị trí của máy ghi hình thứ hai 103, và khoảng cách giữa O^L và O^R là độ dài thứ nhất T , nói cách khác, $O^L O^R = T$. Độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất 102 và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai 103 cùng là f .

Đặc trưng P là đặc trưng của đối tượng đã được chụp ảnh. Khoảng cách theo phương thẳng đứng từ điểm mà đặc trưng P được định vị ở đó tới đường nối giữa máy

ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 là Z. Máy ghi hình thứ nhất 102 thu thập hình ảnh 1 của đối tượng đã được chụp ảnh, và đặc trưng P nằm ở điểm P^L trong hình ảnh 1. Máy ghi hình thứ hai 103 thu thập hình ảnh 2 của đối tượng đã được chụp ảnh, và đặc trưng P nằm ở điểm P^R trong hình ảnh 2. Đặc trưng tương ứng với điểm P^L trong hình ảnh 1 và đặc trưng tương ứng với điểm P^R trong hình ảnh 2 cùng là đặc trưng P của đối tượng đã được chụp ảnh.

Như được thể hiện trên FIG.1B, $A^L C^L = A^R C^R = x$, và $A^L B^L = B^L C^L = A^R B^R = B^R C^R = x/2$. Khoảng cách giữa đặc trưng P^L và đặc trưng A^L là x_L , tức là, khoảng cách giữa đặc trưng P^L và đầu ngoài cùng bên trái của hình ảnh 1 là x_L , nói cách khác, $A^L P^L = x_L$. Khoảng cách giữa đặc trưng P^R và đặc trưng A^R là x_R , tức là, khoảng cách giữa đặc trưng P^R và đầu ngoài cùng bên trái của hình ảnh 2 là x_R , nói cách khác, $A^R P^R = x_R$. Sự chênh lệch giữa $A^L P^L$ và $A^R P^R$ là thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho đặc trưng P, nói cách khác, thị sai d của đặc trưng P là bằng $x_L - x_R$.

Do $P^L P^R$ song song với $O^L O^R$, công thức (1) sau đây có thể thu được theo nguyên lý tam giác:

$$\frac{P^L P^R}{O^L O^R} = \frac{Z - f}{Z} \text{ công thức (1)}$$

trong đó $P^L P^R = O^L O^R - B^L P^L - P^R B^R$, $O^L O^R = T$, $B^L P^L = A^L P^L - A^L B^L = x_L - x/2$, $P^R B^R = x/2 - x_R$, và $P^L P^R = T - (x_L - x/2) - (x/2 - x_R) = T - (x_L - x_R) = T - d$.

Các công thức sau đây có thể thu được bằng cách thay thế $P^L P^R = T - (x_L - x_R) = T - d$ và $O^L O^R = T$ vào trong công thức (1):

$$\frac{T - (x_L - x_R)}{T} = \frac{T - d}{T} = \frac{Z - f}{Z}$$

$$Z = \frac{f \times T}{d}$$

Có thể hiểu được từ công thức $Z = \frac{f \times T}{d}$ rằng độ sâu Z của đặc trưng P có thể được tính toán bằng cách sử dụng khoảng cách T giữa hai máy ghi hình, độ dài tiêu cự thấu kính f của hai máy ghi hình, và thị sai d.

Có thể hiểu được từ các phần mô tả nêu trên rằng số lượng lớn hơn của các đặc trưng và đặc trưng rõ ràng hơn trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi

hình thứ nhất 102 (cụ thể là, thông tin hình ảnh thứ nhất, ví dụ, hình ảnh 1) và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103 (cụ thể là, thông tin hình ảnh thứ hai, ví dụ, hình ảnh 2) chỉ báo số lượng lớn hơn của các đặc trưng giống nhau được nhận ra bởi thiết bị điện tử 100 trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai. Số lượng lớn hơn của các đặc trưng giống nhau được nhận ra bởi thiết bị điện tử 100 chỉ báo rằng thiết bị điện tử 100 có thể tính toán độ sâu của nhiều điểm hơn mà các đặc trưng được định vị ở đó. Do thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh bao gồm các độ sâu của nhiều điểm của đối tượng đã được chụp ảnh, số lượng lớn hơn của các độ sâu của các điểm được tính toán bởi thiết bị điện tử 100 chỉ báo thông tin độ sâu chính xác hơn của đối tượng đã được chụp ảnh.

Đặc trưng giống nhau trong hai đoạn thông tin hình ảnh là thông tin tương ứng với đặc trưng giống nhau trong hai đoạn thông tin hình ảnh. Ví dụ, nếu điểm A^L trong thông tin hình ảnh thứ nhất tương ứng với một phần A của vật thể và điểm A^R trong thông tin hình ảnh thứ hai cũng tương ứng với phần A của vật thể, điểm A^L và điểm A^R là các đặc trưng giống nhau trong hai đoạn thông tin hình ảnh. Ví dụ, thông tin hình ảnh thứ nhất bao gồm hình ảnh 1 của tòa nhà được thể hiện trên FIG.1C, và thông tin hình ảnh thứ hai bao gồm hình ảnh 2 của tòa nhà được thể hiện trên FIG.1C. Điểm A^L trong hình ảnh 1 tương ứng với một phần A của tòa nhà, và điểm A^R trong hình ảnh 2 cũng tương ứng với phần A của tòa nhà. Điểm B^L tương ứng với một phần B của tòa nhà, và điểm B^R cũng tương ứng với phần B của tòa nhà. Thị sai của máy ghi hình hai thị kính cho phần A của tòa nhà là $x_{L1} - x_{R1}$. Thị sai của máy ghi hình hai thị kính cho phần A của tòa nhà là $x_{L2} - x_{R2}$.

Tóm lại, khi có nhiều đặc trưng hơn trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, thì dễ hơn trong việc thu được nhiều đặc trưng giống nhau hơn từ hai đoạn thông tin hình ảnh, sao cho thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh mà được thu bởi thiết bị điện tử 100 là chính xác hơn.

Theo các phương án của sáng chế, máy ghi hình lưỡng dải có thể thu được bởi cải thiện máy ghi hình RGB, sao cho chi phí phần cứng của thiết bị điện tử 100 có thể được giảm. Cụ thể là, lớp phủ chống phản xạ có thể được phủ lên mỗi mặt trong số hai mặt của mỗi thấu kính của máy ghi hình RGB, để cải thiện khả năng của thấu kính để dò đọc ánh sáng hồng ngoại, sao cho thấu kính có thể nhận ánh sáng hồng ngoại

càng nhiều càng tốt; và lớp phủ ngưỡng có thể được phủ lên bộ lọc ánh sáng của máy ghi hình RGB, để lọc bỏ ánh sáng khác với ánh sáng hồng ngoại và ánh sáng nhìn thấy, và tăng hệ số truyền của ánh sáng hồng ngoại. Máy ghi hình RGB bao gồm lớp phủ chống phản xạ và lớp phủ ngưỡng không chỉ có thể nhận ánh sáng nhìn thấy, mà còn có thể nhận ánh sáng hồng ngoại. Máy ghi hình RGB được cải thiện theo cách nêu trên có thể được sử dụng làm máy ghi hình lưỡng dải.

Cần lưu ý rằng, theo một số phương án thực hiện, một phần hình vẽ dạng giản lược của thiết bị điện tử 100 được thể hiện trên FIG.1A có thể là một phần hình vẽ dạng giản lược của phía trước của thiết bị điện tử 100. Nói cách khác, máy chiếu hồng ngoại 101, máy ghi hình thứ nhất 102, và máy ghi hình thứ hai 103 được bố trí ở phía trước của thiết bị điện tử 100.

Ngoài máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103, thiết bị điện tử 100 có thể còn bao gồm một hoặc nhiều máy ghi hình khác. Một hoặc nhiều máy ghi hình khác có thể bao gồm máy ghi hình thứ ba 104, và máy ghi hình thứ ba là máy ghi hình RGB. Máy ghi hình thứ ba được tạo cấu hình để thu thập hình ảnh hai chiều của đối tượng thứ nhất. Thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị, trên màn hiển thị, hình ảnh hai chiều được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba. Máy ghi hình thứ ba 104, máy ghi hình thứ nhất 102, máy ghi hình thứ hai 103, và máy chiếu hồng ngoại được bố trí ở cùng phía của thiết bị điện tử 100. Tức là, máy ghi hình thứ ba 104 cũng có thể được bố trí ở phía trước của thiết bị điện tử 100. Máy ghi hình thứ ba 104 là máy ghi hình mặt trước của thiết bị điện tử 100.

Theo một số phương án thực hiện khác, một phần hình vẽ dạng giản lược của thiết bị điện tử 100 được thể hiện trên FIG.1A có thể là một phần hình vẽ dạng giản lược của phía sau của thiết bị điện tử 100. Nói cách khác, máy chiếu hồng ngoại 101, máy ghi hình thứ nhất 102, máy ghi hình thứ hai 103, và máy ghi hình RGB 104 được bố trí ở phía sau của thiết bị điện tử 100. Máy ghi hình RGB 104 là máy ghi hình mặt sau của thiết bị điện tử 100.

Phía trước của thiết bị điện tử 100 là phía mà thiết bị điện tử 100 hiển thị giao diện người dùng đồ họa trên đó (ví dụ, màn hình chính của thiết bị điện tử 100, cụ thể là, màn hình nền), nói cách khác, phía mà tầm hiển thị được định vị ở đó thường được gọi là phía trước. Phía sau của thiết bị điện tử 100 là phía quay về hướng ngược với

hướng mà phía trước quay về. Thông thường, phía trước của thiết bị điện tử là phía quay về người dùng khi thiết bị điện tử thường được sử dụng bởi người dùng, và phía ngược với người dùng được gọi là phía sau.

Hiển nhiên, một hoặc nhiều máy ghi hình khác có thể còn bao gồm máy ghi hình RGB, máy ghi hình đen trắng khác, hoặc tương tự. Máy ghi hình RGB hoặc máy ghi hình đen trắng khác hoặc tương tự có thể là máy ghi hình mặt trước hoặc máy ghi hình mặt sau của thiết bị điện tử 100. Máy chủ không bị giới hạn ở các phương án nêu trên của sáng chế này.

Ví dụ, theo các phương án của sáng chế, thiết bị điện tử có thể là máy tính có thể mang đi được (ví dụ, điện thoại di động), máy tính xách tay, thiết bị điện tử có thể đeo (ví dụ, đồng hồ thông minh), máy tính bảng, thiết bị thực tế tăng cường (augmented reality, AR)/thực tế ảo (Virtual Reality, VR), thiết bị lắp trên xe, hoặc tương tự mà bao gồm máy chiếu hồng ngoại, máy ghi hình RGB (cụ thể là, máy ghi hình thứ ba), và hai máy ghi hình lưỡng dải (cụ thể là, máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai). Dạng cụ thể của thiết bị điện tử không bị giới hạn cụ thể ở các phương án thực hiện dưới đây.

FIG.1E là hình vẽ kết cấu dạng giản lược của thiết bị điện tử 100 theo một phương án thực hiện của sáng chế; Thiết bị điện tử 100 có thể có bộ xử lý 110, giao diện bộ nhớ ngoài 120, bộ nhớ trong 121, cổng bus nối tiếp đa năng (Universal Serial Bus, USB) 130, môđun quản lý sạc điện 140, môđun quản lý điện năng 141, pin 142, anten 1, anten 2, môđun truyền thông di động 150, môđun truyền thông không dây 160, môđun âm thanh 170, loa 170A, bộ thu 170B, micro 170C, lỗ cắm tai nghe 170D, môđun cảm biến 180, các nút 190, động cơ 191, bộ phận chỉ báo 192, máy ghi hình 193, màn hiển thị 194, giao diện thẻ môđun nhận dạng thuê bao (Subscriber Identification Module, SIM) 195, và các bộ phận khác.

Thiết bị điện tử 100 có thể còn bao gồm máy chiếu hồng ngoại 196 (ví dụ, máy chiếu hồng ngoại 101 được thể hiện trên Fig.1A) Máy chiếu hồng ngoại 196 được tạo cấu hình để phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng. Ví dụ, máy chiếu hồng ngoại 196 có thể phát ánh sáng hồng ngoại với bước sóng 940 nm, trong đó ánh sáng hồng ngoại có vết sáng. Đối với hình dạng và kết cấu của các vết sáng, hãy xem các mô tả tiếp theo liên quan theo các phương án thực hiện của sáng chế. Các chi tiết không được mô

tả lại ở đây.

Máy ghi hình 193 có thể bao gồm hai máy ghi hình lưỡng dải (ví dụ, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 được thể hiện trên Fig.1A) 193B và 193C, và các máy ghi hình khác 1 đến N 193A. Các máy ghi hình khác 1 đến N 193A có thể bao gồm máy ghi hình thứ ba 104 được thể hiện trên Fig.1A, cụ thể là, máy ghi hình RGB. Các máy ghi hình lưỡng dải 193B và 193C có thể nhận ánh sáng nhìn thấy và ánh sáng hồng ngoại. Máy ghi hình RGB được tạo cấu hình để thu thập hình ảnh RGB, ví dụ, hình ảnh khuôn mặt (cụ thể là, hình ảnh khuôn mặt hai chiều).

Môđun cảm biến 180 có thể bao gồm các bộ cảm biến như bộ cảm biến áp lực 180A, bộ cảm biến con quay hồi chuyển 180B, bộ cảm biến áp suất khí quyển 180C, bộ cảm biến từ 180D, bộ cảm biến gia tốc 180E, bộ cảm biến phạm vi 180F, bộ cảm biến tiệm cận quang học 180G, bộ cảm biến dấu vân tay 180H, bộ cảm biến nhiệt độ 180J, bộ cảm biến động tác chạm 180K, bộ cảm biến ánh sáng môi trường 180L, và bộ cảm biến dẫn truyền qua xương 180M.

Có thể hiểu rằng kết cấu được thể hiện theo các phương án của sáng chế không tạo thành sự giới hạn cụ thể cho thiết bị điện tử 100. Theo một số phương án khác của sáng chế này, thiết bị điện tử 100 có thể có nhiều bộ phận hơn hoặc ít bộ phận hơn so với các bộ phận được thể hiện trên hình vẽ. Một số thành phần có thể được kết hợp, hoặc một số thành phần có thể được phân tách, hoặc các cách bố trí thành phần khác có thể được sử dụng. Các bộ phận được thể hiện trên hình vẽ có thể được thực hiện bằng phần cứng, phần mềm, hoặc dạng kết hợp của phần mềm và phần cứng.

Bộ xử lý 110 có thể có một hoặc nhiều cụm xử lý. Ví dụ, bộ xử lý 110 có thể có bộ xử lý ứng dụng (Application Processor, AP), bộ xử lý môđem, cụm xử lý đồ họa (Graphics Processing Unit, GPU), bộ xử lý tín hiệu hình ảnh (Image Signal Processor, ISP), bộ điều khiển, bộ mã hoá-giải mã dữ liệu video, bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processor, DSP), bộ xử lý dải gốc, và/hoặc cụm xử lý thần kinh (Neural-Network Processing Unit, NPU). Các cụm xử lý khác nhau có thể là các thiết bị độc lập, hoặc có thể được tích hợp vào một hoặc nhiều bộ xử lý.

Bộ điều khiển có thể là trung tâm thần kinh và trung tâm lệnh của thiết bị điện tử 100. Bộ điều khiển có thể tạo ra tín hiệu điều khiển hoạt động dựa trên mã thao tác lệnh và tín hiệu chuỗi thời gian, để hoàn thành việc điều khiển truy tìm lệnh và thực

thi lệnh.

Bộ nhớ có thể còn được đặt ở trong bộ xử lý 110, và được tạo cấu hình để lưu trữ lệnh và dữ liệu. Theo một số phương án, bộ nhớ trong bộ xử lý 110 là bộ nhớ truy nhập nhanh. Bộ nhớ có thể lưu trữ lệnh hoặc dữ liệu vừa mới được sử dụng hoặc được sử dụng tuần hoàn bởi bộ xử lý 110. Nếu bộ xử lý 110 cần phải sử dụng lệnh hoặc dữ liệu một lần nữa, thì bộ xử lý 110 có thể trực tiếp gọi ra lệnh hoặc dữ liệu từ bộ nhớ, để tránh truy nhập lặp lại và làm giảm thời gian chờ của bộ xử lý 110, nhờ đó sẽ cải thiện hiệu suất hệ thống.

Theo một số phương án, bộ xử lý 110 có thể có một hoặc nhiều giao diện. Giao diện có thể có giao diện giữa các mạch tích hợp (Inter-Integrated Circuit, I2C), giao diện âm thanh giữa các mạch tích hợp (Inter-Integrated Circuit Sound, I2S), giao diện điều biến mã xung (Pulse Code Modulation, PCM), giao diện của bộ thu/phát không đồng bộ đa năng (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter, UART), giao diện theo đặc tả công nghiệp đối với bộ xử lý của thiết bị di động (Mobile Industry Processor Interface, MIPI), giao diện nhập/xuất đa năng (General-Purpose Input/Output, GPIO), giao diện của môđun nhận dạng thuê bao (Subscriber Identity Module, SIM), cổng bus nối tiếp đa năng (Universal Serial Bus, USB), và/hoặc các giao diện khác.

Giao diện I2C là bus nối tiếp đồng bộ hoá hai chiều, và có đường dữ liệu nối tiếp (Serial Data Line, SDA) và đường tín hiệu đồng hồ nối tiếp (derail clock line, SCL). Theo một số phương án, bộ xử lý 110 có thể có nhiều nhóm bus I2C. Bộ xử lý 110 có thể được kết nối riêng biệt với bộ cảm biến động tác chạm 180K, bộ sạc, đèn flash, máy ghi hình 193, và các bộ phận khác thông qua các giao diện bus I2C khác nhau. Ví dụ, bộ xử lý 110 có thể được kết nối với bộ cảm biến động tác chạm 180K thông qua giao diện I2C, để cho bộ xử lý 110 truyền thông với bộ cảm biến động tác chạm 180K thông qua giao diện bus I2C, để thực hiện chức năng cảm ứng của thiết bị điện tử 100.

Giao diện I2S có thể dùng cho truyền thông âm thanh. Theo một số phương án, bộ xử lý 110 có thể có nhiều nhóm bus I2S. Bộ xử lý 110 có thể được ghép nối với môđun âm thanh 170 thông qua I2S bus, để thực hiện truyền thông giữa bộ xử lý 110 và môđun âm thanh 170. Theo một số phương án, môđun âm thanh 170 có thể truyền

tín hiệu âm thanh đến môđun truyền thông không dây 160 thông qua giao diện I2S, để thực hiện chức năng trả lời cuộc gọi thông qua tai nghe Bluetooth.

Giao diện PCM cũng có thể được tạo cấu hình để: thực hiện chức năng truyền thông tín hiệu âm thanh, và lấy mẫu, lượng tử hoá, và mã hoá tín hiệu dạng tương tự. Theo một số phương án, môđun âm thanh 170 có thể được kết nối với môđun truyền thông không dây 160 thông qua giao diện bus PCM. Theo một số phương án, theo cách thay thế, môđun âm thanh 170 có thể truyền tín hiệu âm thanh đến môđun truyền thông không dây 160 thông qua giao diện PCM, để thực hiện chức năng trả lời cuộc gọi thông qua tai nghe Bluetooth. Cả hai giao diện I2S và giao diện PCM có thể được tạo cấu hình để thực hiện chức năng truyền thông tín hiệu âm thanh.

Giao diện UART là bus dữ liệu nối tiếp đa năng, và được dùng cho truyền thông không đồng bộ. Bus này có thể là bus truyền thông hai chiều, và chuyển đổi dữ liệu cần truyền giữa chế độ truyền thông nối tiếp và chế độ truyền thông song song. Theo một số phương án, giao diện UART thường được tạo cấu hình để kết nối bộ xử lý 110 với môđun truyền thông không dây 160. Ví dụ, bộ xử lý 110 truyền thông với môđun Bluetooth trong môđun truyền thông không dây 160 thông qua giao diện UART, để thực hiện chức năng Bluetooth. Theo một số phương án, môđun âm thanh 170 có thể truyền tín hiệu âm thanh đến môđun truyền thông không dây 160 thông qua giao diện UART, để thực hiện chức năng phát lại bản nhạc bằng cách sử dụng tai nghe Bluetooth.

Giao diện MIPI có thể được tạo cấu hình để kết nối bộ xử lý 110 với thiết bị ngoại vi như màn hiển thị 194 hoặc máy ghi hình 193. Giao diện MIPI có giao diện nối tiếp của camera (Camera Serial Interface, CSI), giao diện nối tiếp của màn hình (Display Serial Interface, DSI), và các giao diện khác. Theo một số phương án, bộ xử lý 110 truyền thông với camera 193 thông qua giao diện CSI, để thực hiện chức năng chụp ảnh của thiết bị điện tử 100. Bộ xử lý 110 truyền thông với màn hiển thị 194 thông qua giao diện DSI, để thực hiện chức năng hiển thị của thiết bị điện tử 100.

Giao diện GPIO có thể được tạo cấu hình bằng cách sử dụng phần mềm. Giao diện GPIO có thể được tạo cấu hình dưới dạng tín hiệu điều khiển, hoặc có thể được tạo cấu hình dưới dạng tín hiệu dữ liệu. Theo một số phương án, giao diện GPIO có thể được tạo cấu hình để kết nối bộ xử lý 110 với máy ghi hình 193, màn hiển thị 194, môđun truyền thông không dây 160, môđun âm thanh 170, môđun cảm biến 180, hoặc

thiết bị tương tự. Giao diện GPIO có thể, theo cách khác, được tạo cấu hình dưới dạng giao diện I2C, giao diện I2S, giao diện UART, giao diện MIPI, hoặc các giao diện khác.

Cổng USB 130 là cổng phù hợp với đặc tả tiêu chuẩn USB, và có thể cụ thể là cổng USB mini, cổng USB micro, cổng USB Type-C, hoặc các cổng tương tự khác. Cổng USB 130 có thể được tạo cấu hình để kết nối với bộ sạc để sạc điện cho thiết bị điện tử 100, hoặc có thể được tạo cấu hình để truyền dữ liệu giữa thiết bị điện tử 100 và thiết bị ngoại vi, hoặc có thể được tạo cấu hình để kết nối với tai nghe để phát lại tín hiệu âm thanh thông qua tai nghe, hoặc có thể được tạo cấu hình để kết nối với thiết bị điện tử khác như thiết bị AR.

Có thể hiểu rằng quan hệ kết nối giao diện giữa các môđun được thể hiện trong các phương án của sáng chế này chỉ là ví dụ để mô tả sáng chế, và không tạo thành giới hạn cho kết cấu của thiết bị điện tử 100. Theo một số phương án khác của sáng chế này, theo cách thay thế, thiết bị điện tử 100 có thể sử dụng cách kết nối giao diện mà khác với cách kết nối giao diện trong phương án nêu trên, hoặc dạng kết hợp của nhiều kết nối giao diện.

Môđun quản lý sạc điện 140 được tạo cấu hình để nhận điện năng để sạc điện được đưa vào từ bộ sạc. Bộ sạc có thể là bộ sạc không dây hoặc bộ sạc có dây. Theo một số phương án của phương pháp sạc điện có dây, môđun quản lý sạc điện 140 có thể nhận đầu vào sạc điện của bộ sạc có dây thông qua cổng USB 130. Theo một số phương án của hoạt động sạc điện không dây, môđun quản lý sạc điện 140 có thể nhận điện năng để sạc điện không dây được đưa vào thông qua cuộn dây sạc điện không dây của thiết bị điện tử 100. Môđun quản lý sạc điện 140 có thể còn cung cấp điện năng cho thiết bị điện tử thông qua môđun quản lý điện năng 141 trong khi đang sạc điện cho pin 142.

Môđun quản lý điện năng 141 được tạo cấu hình để kết nối với pin 142, môđun quản lý sạc điện 140 và bộ xử lý 110. Môđun quản lý điện năng 141 nhận tín hiệu đầu vào của pin 142 và/hoặc môđun quản lý sạc điện 140, và cung cấp điện năng cho bộ xử lý 110, bộ nhớ trong 121, bộ nhớ ngoài, màn hiển thị 194, máy ghi hình 193, môđun truyền thông không dây 160, và các bộ phận khác. Môđun quản lý điện 141 có thể còn được tạo cấu hình để kiểm soát các thông số như dung lượng pin, số đếm chu kỳ sạc

pin, và tình trạng của pin (sự rò điện hoặc trở kháng). Theo một số phương án khác, môđun quản lý điện năng 141 có thể, theo cách khác, được đặt ở trong bộ xử lý 110. Theo một số phương án khác, theo cách thay thế, môđun quản lý điện năng 141 và môđun quản lý sạc điện 140 có thể được đặt ở trong cùng một thiết bị.

Chức năng truyền thông không dây của thiết bị điện tử 100 có thể được thực hiện thông qua anten 1, anten 2, môđun truyền thông di động 150, môđun truyền thông không dây 160, bộ xử lý môđem, bộ xử lý dải gốc, và các bộ phận khác.

Anten 1 và anten 2 anten được tạo cấu hình để truyền và nhận tín hiệu sóng điện từ. Mỗi anten trong thiết bị điện tử 100 có thể được tạo cấu hình để bao trùm một hoặc nhiều dải tần truyền thông. Các anten khác nhau có thể còn được dôn kênh, để tăng mức độ sử dụng của anten. Ví dụ, anten 1 có thể được dôn kênh dưới dạng là anten phân tập của mạng cục bộ không dây. Theo một số phương án khác, anten có thể được sử dụng kết hợp với chuyển mạch điều hướng.

Môđun truyền thông di động 150 có thể cung cấp giải pháp, được áp dụng cho thiết bị điện tử 100, để truyền thông không dây bao gồm 2G/3G/4G/5G, và tương tự. Môđun truyền thông di động 150 có thể có ít nhất một bộ lọc, bộ chuyển mạch, bộ khuếch đại công suất, bộ khuếch đại tạp âm thấp (Low Noise Amplifier, LNA), và các bộ phận khác. Môđun truyền thông di động 150 có thể nhận sóng điện từ thông qua anten 1, thực hiện quy trình xử lý như lọc hoặc khuếch đại trên sóng điện từ thu được, và truyền sóng điện từ đến bộ xử lý môđem để giải điều biến. Môđun truyền thông di động 150 có thể còn khuếch đại tín hiệu được điều biến bằng bộ xử lý môđem, và chuyển đổi tín hiệu đã được khuếch đại thành sóng điện từ thông qua anten 1 để bức xạ. Theo một số phương án, ít nhất một số môđun chức năng trong môđun truyền thông di động 150 có thể được đặt ở trong bộ xử lý 110. Theo một số phương án, ít nhất một số môđun chức năng trong môđun truyền thông di động 150 có thể được đặt ở trong cùng một thiết bị với ít nhất một số môđun chức năng trong bộ xử lý 110.

Bộ xử lý môđem có thể có bộ điều biến và bộ giải điều biến. Bộ điều biến được tạo cấu hình để điều biến tín hiệu dải gốc hạ tần cần truyền thành tín hiệu trung-cao tần. Bộ giải điều biến được tạo cấu hình để giải điều biến tín hiệu sóng điện từ thu được thành tín hiệu dải gốc hạ tần. Sau đó, bộ giải điều biến truyền tín hiệu dải gốc hạ tần thu được bằng cách giải điều biến đến bộ xử lý dải gốc để xử lý. Tín hiệu dải gốc

hạ tần được xử lý bằng bộ xử lý dải gốc và sau đó được truyền đến bộ xử lý ứng dụng. Bộ xử lý ứng dụng xuất ra tín hiệu âm thanh bằng cách sử dụng thiết bị âm thanh (thiết bị âm thanh không bị giới hạn ở loa 170A, bộ thu 170B, hoặc bộ phận tương tự), hoặc hiển thị hình ảnh hoặc dữ liệu video bằng cách sử dụng màn hiển thị 194. Theo một số phương án, bộ xử lý môđem có thể là thiết bị độc lập. Theo một số phương án khác, bộ xử lý môđem có thể là thiết bị độc lập với bộ xử lý 110, và được đặt ở trong cùng một thiết bị với môđun truyền thông di động 150 hoặc môđun chức năng khác.

Môđun truyền thông không dây 160 có thể cung cấp giải pháp truyền thông không dây mà được áp dụng cho thiết bị điện tử 100 và bao gồm mạng cục bộ không dây (wireless local area network, WLAN) (như, mạng Wi-Fi), Bluetooth (Bluetooth, BT), hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu (Global navigation Satellite System, GNSS), điều biến tần số (frequency modulation, FM), NFC (Near Field Communication: truyền thông trường gần), công nghệ hồng ngoại (Infrared, IR), và công nghệ tương tự. Môđun truyền thông không dây 160 có thể là một hoặc nhiều thiết bị tích hợp ít nhất một môđun xử lý truyền thông. Môđun truyền thông không dây 160 nhận sóng điện từ thông qua anten 2, thực hiện quy trình điều biến biên độ và lọc trên tín hiệu sóng điện từ, và truyền tín hiệu đã được xử lý đến bộ xử lý 110. Môđun truyền thông không dây 160 có thể còn thu tín hiệu cần truyền từ bộ xử lý 110, thực hiện quy trình điều biến biên độ và khuếch đại trên tín hiệu này, và chuyển đổi tín hiệu đã được xử lý thành sóng điện từ thông qua anten 2 để bức xạ.

Theo một số phương án, trong thiết bị điện tử 100, anten 1 được kết nối với môđun truyền thông di động 150, và anten 2 được kết nối với môđun truyền thông không dây 160, để cho thiết bị điện tử 100 có thể truyền thông với mạng và thiết bị khác bằng cách sử dụng công nghệ truyền thông không dây. Công nghệ truyền thông không dây có thể bao gồm hệ thống toàn cầu cho truyền thông di động (global system for mobile communications, GSM), hệ thống dịch vụ vô tuyến truyền gói chung (General Packet Radio Service, GPRS), hệ thống đa truy nhập phân chia mã (Code Division Multiple Access, CDMA), đa truy nhập phân chia mã băng rộng (Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA), hệ thống đa truy nhập phân chia mã phân chia thời gian (Time-Division Code Division Multiple Access, TD-SCDMA), phát triển dài hạn (Long Term Evolution, LTE), BT, GNSS, WLAN, NFC, FM, công nghệ

IR, và/hoặc các công nghệ tương tự. Hệ thống GNSS có thể có hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System, GPS), hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu (Global Navigation Satellite System, GLONASS), hệ thống vệ tinh định vị BeiDou (Beidou navigation satellite system, BDS), hệ thống vệ tinh Quasi-Zenith (Quasi-Zenith Satellite System, QZSS), và/hoặc hệ thống tăng cường dựa trên vệ tinh (satellite-based augmentation systems, SBAS).

Thiết bị điện tử 100 thực hiện chức năng hiển thị thông qua GPU, màn hiển thị 194, bộ xử lý ứng dụng, và các bộ phận khác. GPU là bộ vi xử lý để xử lý hình ảnh, và được kết nối với màn hiển thị 194 và bộ xử lý ứng dụng. GPU được tạo cấu hình để thực hiện chức năng tính toán toán học và hình học, và thực hiện chức năng kết xuất đồ họa. Bộ xử lý 110 có thể có một hoặc nhiều GPU thực hiện lệnh chương trình để tạo ra hoặc thay đổi thông tin hiển thị.

Màn hiển thị 194 được tạo cấu hình để hiển thị hình ảnh, dữ liệu video, và các tín hiệu khác. Màn hiển thị 194 có tám hiển thị. Tám hiển thị có thể là màn hình tinh thể lỏng (Liquid Crystal Display, LCD), điốt phát quang hữu cơ (organic light-emitting diode, OLED), điốt phát quang hữu cơ ma trận hoạt động (active-matrix organic light-emitting diode, AMOLED), điốt phát quang dẻo (flex light-emitting diode, FLED), mini-LED, micro-LED, micro-OLED, điốt phát quang chấm lượng tử (quantum dot light emitting diodes, QLED), hoặc tám màn hình tương tự. Theo một số phương án, thiết bị điện tử 100 có thể có một hoặc N màn hiển thị 194, trong đó N là số nguyên dương lớn hơn 1.

Thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện chức năng chụp ảnh thông qua ISP, máy ghi hình 193, bộ mã hoá-giải mã dữ liệu video, GPU, màn hiển thị 194, bộ xử lý ứng dụng, và các bộ phận khác.

ISP chủ yếu được tạo cấu hình để xử lý dữ liệu được hồi đáp bằng máy ghi hình 193. Ví dụ, trong khi chụp ảnh, cửa sập được ấn, ánh sáng được truyền đến phần tử nhạy sáng của máy ghi hình thông qua ống kính. Phần tử nhạy sáng của máy ghi hình chuyển đổi tín hiệu quang học thành tín hiệu điện, và truyền tín hiệu điện đến ISP để xử lý. ISP chuyển đổi tín hiệu điện thành hình ảnh mà có thể nhìn thấy đối với mắt. ISP có thể còn thực hiện sự tối ưu hoá thuật toán về tạp nhiễu, độ sáng, và hình thái của hình ảnh. ISP có thể còn tối ưu hoá các thông số như độ phơi sáng và nhiệt độ màu

của tình huống chụp ảnh. Theo một số phương án, ISP có thể được đặt ở trong máy ghi hình 193.

Camera 193 được tạo cấu hình để thu thập hình ảnh tĩnh hoặc video. Hình ảnh quang học của đối tượng được tạo ra thông qua ống kính, và được chiếu lên phần tử nhạy sáng. Phần tử nhạy sáng có thể là thiết bị ghép nối được sạc điện tích (charge coupled device, CCD) hoặc tranzito quang điện bán dẫn oxit bù kim loại (complementary metal-oxide-semiconductor, CMOS). Phần tử nhạy sáng chuyển đổi tín hiệu quang học thành tín hiệu điện, và truyền tín hiệu điện đến ISP. ISP chuyển đổi tín hiệu điện thành tín hiệu hình ảnh dạng số, và xuất ra tín hiệu hình ảnh dạng số cho DSP để xử lý. DSP chuyển đổi tín hiệu hình ảnh dạng số thành tín hiệu hình ảnh tiêu chuẩn theo một định dạng như RGB hoặc YUV. Theo một số phương án, thiết bị điện tử 100 có thể có một hoặc N camera 193, trong đó N là số nguyên dương lớn hơn 1.

Bộ xử lý tín hiệu số được tạo cấu hình để xử lý tín hiệu số. Ngoài tín hiệu hình ảnh số, bộ xử lý tín hiệu số có thể còn xử lý tín hiệu số khác. Ví dụ, khi thiết bị điện tử 100 chọn một tần số, bộ xử lý tín hiệu số được tạo cấu hình để thực hiện thuật toán biến đổi Fourier trên năng lượng tần số.

Bộ mã hoá-giải mã dữ liệu video được tạo cấu hình để nén hoặc giải nén dữ liệu video dạng số. Thiết bị điện tử 100 có thể hỗ trợ một hoặc nhiều bộ mã hoá-giải mã dữ liệu video. Vì vậy, thiết bị điện tử 100 có thể phát lại hoặc ghi dữ liệu video theo nhiều định dạng mã hoá, ví dụ, MPEG (moving picture experts group, MPEG)-1, MPEG-2, MPEG-3, và MPEG-4.

NPU là bộ xử lý tính toán trong mạng thần kinh (Neural-Network, NN). NPU nhanh chóng xử lý thông tin đầu vào bằng cách tham chiếu đến cấu trúc mạng thần kinh sinh học, ví dụ, bằng cách tham chiếu đến chế độ dẫn truyền giữa các tế bào thần kinh của não người, và có thể còn liên tục thực hiện chức năng tự học. Hoạt động nhận dạng thông minh của thiết bị điện tử 100 như nhận dạng hình ảnh, nhận dạng khuôn mặt, nhận dạng giọng nói, và hiểu văn bản có thể được thực hiện bằng cách sử dụng NPU.

Giao diện bộ nhớ ngoài 120 có thể được tạo cấu hình để kết nối với thẻ nhớ ngoài như thẻ micro SD, để mở rộng khả năng lưu trữ của thiết bị điện tử 100. Thẻ nhớ ngoài truyền thông với bộ xử lý 110 thông qua giao diện bộ nhớ ngoài 120, để

thực hiện chức năng lưu trữ dữ liệu, ví dụ, để lưu trữ các tệp như âm nhạc và dữ liệu video trong thẻ nhớ ngoài.

Bộ nhớ trong 121 có thể được tạo cấu hình để lưu trữ mã chương trình thực hiện được bằng máy tính, và mã chương trình thực hiện được này có lệnh. Bộ xử lý 110 thực hiện lệnh được lưu trữ trong bộ nhớ trong 121, để thực hiện nhiều ứng dụng chức năng khác nhau và quy trình xử lý dữ liệu của thiết bị điện tử 100. Bộ nhớ trong 121 có thể có vùng bộ nhớ chương trình và vùng bộ nhớ dữ liệu. Vùng bộ nhớ chương trình có thể lưu trữ hệ điều hành, ứng dụng cần thiết cho ít nhất một chức năng (ví dụ, chức năng phát lại âm thanh hoặc chức năng phát lại hình ảnh), và các loại khác. Vùng bộ nhớ dữ liệu có thể lưu trữ dữ liệu (như dữ liệu âm thanh và danh bạ) được tạo ra trong khi sử dụng thiết bị điện tử 100, và các dữ liệu khác. Ngoài ra, bộ nhớ trong 121 có thể có bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên tốc độ cao, hoặc có thể có bộ nhớ bất khả biến, ví dụ, ít nhất một thiết bị nhớ có dạng đĩa từ, thiết bị nhớ tác động nhanh, hoặc bộ nhớ tác động nhanh đa năng (Universal Flash Storage, UFS).

Thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện các chức năng âm thanh như các chức năng phát lại và ghi bản nhạc thông qua môđun âm thanh 170, loa 170A, bộ thu 170B, micrô 170C, lỗ cắm tai nghe 170D, bộ xử lý ứng dụng, và các bộ phận khác.

Môđun âm thanh 170 được tạo cấu hình để biến đổi thông tin âm thanh dạng số thành tín hiệu âm thanh dạng tương tự để xuất ra, và cũng được tạo cấu hình để chuyển đổi tín hiệu đầu vào âm thanh dạng tương tự thành tín hiệu âm thanh dạng số. Môđun âm thanh 170 có thể còn được tạo cấu hình để mã hóa và giải mã tín hiệu âm thanh. Theo một số phương án, môđun âm thanh 170 có thể được đặt ở trong bộ xử lý 110, hoặc một số môđun chức năng trong môđun âm thanh 170 được đặt ở trong bộ xử lý 110.

Loa 170A, cũng được gọi là “kèn”, được tạo cấu hình để chuyển đổi tín hiệu điện của âm thanh thành tín hiệu âm thanh. Thiết bị điện tử 100 có thể nghe nhạc hoặc trả lời cuộc gọi rảnh tay thông qua loa 170A.

Bộ thu 170B, cũng được gọi là “ống nghe”, được tạo cấu hình để chuyển đổi tín hiệu điện của âm thanh thành tín hiệu âm thanh. Khi thiết bị điện tử 100 được sử dụng để trả lời cuộc gọi hoặc nghe thông tin giọng nói, bộ nhận 170B có thể được đặt gần với tai người để nghe giọng nói.

Micrô 170C, cũng được gọi là “míc” hoặc “mic”, được tạo cấu hình để chuyển đổi tín hiệu âm thanh thành tín hiệu điện. Khi thực hiện cuộc gọi hoặc gửi thông tin thoại, người dùng có thể tạo ra âm thanh ở gần micrô 170C bằng miệng của người dùng, để đưa tín hiệu âm thanh vào micrô 170C. Ít nhất một micrô 170C có thể được đặt ở trong thiết bị điện tử 100. Theo một số phương án khác, hai micrô 170C có thể được đặt ở trong thiết bị điện tử 100, để thu thập tín hiệu âm thanh và còn thực hiện chức năng giảm ồn nhiều. Theo một số phương án khác, ba, bốn, hoặc nhiều hơn bốn micrô 170C có thể, theo cách khác, được đặt ở trong thiết bị điện tử 100, để thu thập tín hiệu âm thanh, giảm ồn nhiều, nhận dạng nguồn âm thanh, thực hiện chức năng ghi âm định hướng, và các chức năng khác.

Lỗ cắm tai nghe 170D được tạo cấu hình để kết nối với tai nghe có dây. Lỗ cắm tai nghe 170D có thể là cổng USB 130, hoặc có thể là giao diện tiêu chuẩn nền tảng đầu cuối của thiết bị di động mở (Open Mobile Terminal Platform, OMTTP) 3,5 mm hoặc giao diện tiêu chuẩn của hiệp hội ngành viễn thông di động của USA (cellular telecommunications industry association of the USA, CTIA).

Các nút 190 bao gồm nút nguồn, nút điều chỉnh âm lượng, và các nút tương tự. Nút 190 có thể là nút cơ học, hoặc có thể là nút cảm ứng. Thiết bị điện tử 100 có thể nhận động tác nhập bằng cách ấn nút, và tạo ra tín hiệu nhập bằng cách ấn nút liên quan đến cách cài đặt của người dùng và việc điều khiển chức năng của thiết bị điện tử 100.

Động cơ 191 có thể tạo ra tín hiệu rung để nhắc. Động cơ 191 có thể được sử dụng cho tín hiệu rung để nhắc có cuộc gọi đến, hoặc có thể được sử dụng để phản hồi rung khi chạm vào. Ví dụ, các động tác chạm được thực hiện trên các ứng dụng khác nhau (ví dụ, chụp ảnh và phát lại âm thanh) cũng có thể tương ứng với các hiệu ứng phản hồi rung khác nhau. Các động tác chạm được thực hiện trên các vùng khác nhau trên màn hiển thị 194 có thể tương ứng với các hiệu ứng phản hồi rung khác nhau của động cơ 191. Các tình huống ứng dụng khác nhau (ví dụ, tình huống nhắc giờ hẹn, tình huống nhận thông tin, tình huống đồng hồ báo thức, và tình huống trò chơi) cũng có thể tương ứng với các hiệu ứng phản hồi rung khác nhau. Hiệu ứng phản hồi rung khi chạm vào có thể, theo cách khác, được tùy biến.

Bộ phận chỉ báo 192 có thể là đèn chỉ báo, đèn chỉ báo có thể được tạo cấu hình

để chỉ báo tình trạng đang sạc điện và thay đổi nguồn điện, hoặc có thể được tạo cấu hình để chỉ báo tin nhắn, cuộc gọi nhỡ, thông báo, và các thông tin khác.

Giao diện thẻ SIM 195 được tạo cấu hình để kết nối với thẻ SIM. Thẻ SIM có thể được lắp vào giao diện thẻ SIM 195 hoặc được tháo ra khỏi giao diện thẻ SIM 195, để tiếp xúc với hoặc tháo rời ra khỏi thiết bị điện tử 100. Thiết bị điện tử 100 có thể hỗ trợ một hoặc N giao diện thẻ SIM, trong đó N là số nguyên dương lớn hơn 1. Giao diện thẻ SIM 195 có thể hỗ trợ thẻ nano-SIM, thẻ micro-SIM, thẻ SIM, và các loại thẻ khác. Nhiều thẻ có thể được lắp đồng thời vào một giao diện thẻ SIM 195. Nhiều thẻ này có thể là thuộc cùng một loại hoặc các loại khác nhau. Giao diện thẻ SIM 195 cũng có thể tương thích với các loại thẻ SIM khác nhau. Giao diện thẻ SIM 195 cũng có thể tương thích với thẻ nhớ ngoài. Thiết bị điện tử 100 tương tác với mạng bằng cách sử dụng SIM thẻ, để thực hiện chức năng cuộc gọi, chức năng truyền thông dữ liệu, và tương tự. Theo một số phương án, thiết bị điện tử 100 sử dụng eSIM, tức là, thẻ SIM nhúng. Thẻ eSIM có thể được nhúng vào trong thiết bị điện tử 100, và không thể tháo được ra khỏi thiết bị điện tử 100.

FIG.1F là hình vẽ kiến trúc giản lược của hệ thống phần mềm của thiết bị điện tử 100 theo một phương án thực hiện của sáng chế; Như được thể hiện trên FIG.1F, hệ thống phần mềm của thiết bị điện tử 100 có thể bao gồm các ứng dụng 201, dịch vụ máy ghi hình 202, quy trình máy ghi hình 203, dịch vụ nhận dạng khuôn mặt 204, quy trình nhận dạng khuôn mặt 205, môđun ISP 211, bộ đệm bảo mật dữ liệu hình ảnh (buffer) 212, môđun tính toán độ sâu 213, và TA nhận dạng khuôn mặt (Trust APP: ứng dụng tin cậy) 214, và khối nhớ được bảo vệ phát lại (replay protected memory block, RPMB) 215. RPMB 215 là vùng lưu trữ với đặc trưng bảo mật. RPMB 215 được tạo cấu hình để lưu trữ mẫu khuôn mặt, cụ thể là, hình ảnh ban đầu theo các phương án của sáng chế.

Như được thể hiện trên FIG.1F, các ứng dụng 201 có thể bao gồm các bộ kit phát triển phần mềm nhận dạng khuôn mặt (software development kit, SDK) của các ứng dụng như ứng dụng thanh toán, ứng dụng khóa màn hình, ứng dụng cài đặt, và khóa ứng dụng. Các ứng dụng 201 có thể kích hoạt thiết bị điện tử 100 để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt trong các trường hợp khác nhau.

Khi nhận dạng khuôn mặt yêu cầu được khởi tạo bởi các ứng dụng 210,

thiết bị điện tử 100 có thể cho phép dịch vụ máy ghi hình 202 tạo ra quy trình máy ghi hình 203, và cho phép dịch vụ nhận dạng khuôn mặt 204 tạo ra quy trình nhận dạng khuôn mặt 205.

Sau khi dịch vụ máy ghi hình 202 được phép, môđun máy ghi hình 210 có thể được phép và được khởi tạo, và môđun máy ghi hình 210 có thể thu thập thông tin hình ảnh. Theo các phương án của sáng chế, môđun máy ghi hình 210 có thể bao gồm máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Thông tin hình ảnh được thu thập bởi môđun máy ghi hình 210 có thể bao gồm thông tin hình ảnh thứ nhất được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và thông tin hình ảnh thứ hai được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103.

Quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 có thể truyền các thông số khởi tạo như lấy nét tự động (auto focus, AF), phơi sáng tự động (automatic exposure, AE), và cân bằng trắng tự động (automatic white balance, AWB) của môđun máy ghi hình 210 tới quy trình máy ghi hình 203. Quy trình máy ghi hình 203 có thể khởi tạo môđun máy ghi hình 210 theo các thông số khởi tạo. Quy trình máy ghi hình 203 có thể truyền kết quả khởi tạo của môđun máy ghi hình 210 tới quy trình nhận dạng khuôn mặt 205.

Quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 bao gồm CA nhận dạng khuôn mặt (Client APP: ứng dụng máy khách), và CA nhận dạng khuôn mặt có thể được sử dụng để xác định logic dịch vụ nhận dạng khuôn mặt. Logic dịch vụ nhận dạng khuôn mặt có thể bao gồm thứ tự thực hiện việc xác thực hình ảnh hai chiều, xác thực chống giả mạo độ sâu, và xác thực chống giả mạo hồng ngoại bởi TA nhận dạng khuôn mặt 214. Quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 có thể chỉ báo logic dịch vụ nhận dạng khuôn mặt cho TA nhận dạng khuôn mặt 214. Ví dụ, quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 có thể chỉ báo TA nhận dạng khuôn mặt 214 để trước tiên thực hiện việc xác thực hình ảnh hai chiều, sau đó thực hiện việc xác thực chống giả mạo độ sâu, và cuối cùng thực hiện việc xác thực chống giả mạo hồng ngoại.

Thông tin hình ảnh được thu thập bởi môđun máy ghi hình 210 là hình ảnh thô (raw). Do đó, thông tin hình ảnh được thu thập bởi môđun máy ghi hình 210 có thể được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt chỉ sau khi việc xử lý hình ảnh (ví dụ, giảm ồn nhiễu) được thực hiện trên thông tin hình ảnh. Như được thể hiện trên FIG.1F, quy trình máy ghi hình 203 có thể chỉ báo ISP 211 để thực hiện việc xử lý

hình ảnh (ví dụ, giảm ồn nhiễu) trên thông tin hình ảnh được thu thập bởi môđun máy ghi hình 210.

ISP 211 có thể thực hiện việc xử lý hình ảnh trên thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, và lưu trữ thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai đã được xử lý trong bộ đệm bảo mật dữ liệu hình ảnh 212. Quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 có thể chỉ báo môđun tính toán độ sâu 213 để tính toán thông tin độ sâu (mà có thể được gọi là ánh xạ độ sâu, tức là, ánh xạ độ sâu) của đối tượng đã được chụp ảnh dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai đã được xử lý trong bộ đệm bảo mật dữ liệu hình ảnh 212. Sau đó, môđun tính toán độ sâu 213 có thể lưu trữ, trong bộ đệm bảo mật dữ liệu hình ảnh 212, ánh xạ độ sâu thu được thông qua sự tính toán. Ánh xạ độ sâu trong bộ đệm bảo mật dữ liệu hình ảnh 212 và hình ảnh (ví dụ, thông tin hình ảnh thứ nhất) được thu thập bởi máy ghi hình lưỡng dải sơ cấp có thể được truyền đến TA nhận dạng khuôn mặt 214. TA nhận dạng khuôn mặt 214 thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt bằng cách sử dụng ánh xạ độ sâu và thông tin hình ảnh thứ nhất theo logic dịch vụ nhận dạng khuôn mặt.

TA nhận dạng khuôn mặt 214 có thể thực hiện việc phát hiện khuôn mặt, việc phát hiện đối tượng sống (bao gồm xác thực chống giả mạo độ sâu và xác thực chống giả mạo hồng ngoại), tách đặc trưng, so sánh đặc trưng, quản lý mẫu, và tương tự. Việc phát hiện khuôn mặt có nghĩa là TA nhận dạng khuôn mặt 214 có thể phát hiện xem hình ảnh 1 có bao gồm hình ảnh khuôn mặt hay không. Nếu hình ảnh 1 bao gồm hình ảnh khuôn mặt, TA nhận dạng khuôn mặt 214 có thể thực hiện các hoạt động như phát hiện đối tượng sống, tách đặc trưng, so sánh đặc trưng, và quản lý mẫu. Việc tách đặc trưng có nghĩa là TA nhận dạng khuôn mặt 214 tách đặc trưng khuôn mặt từ thông tin hình ảnh thứ nhất. Việc so sánh đặc trưng có nghĩa là TA nhận dạng khuôn mặt 214 so sánh mẫu khuôn mặt trong RPMB 215 với đặc trưng khuôn mặt được tách từ hình ảnh 1, và xác định xem đặc trưng khuôn mặt được tách từ hình ảnh 1 có khớp với mẫu khuôn mặt hay không, tức là, thực hiện việc xác thực hình ảnh hai chiều.

Theo một số phương án thực hiện, mẫu khuôn mặt trong RPMB 215 có thể là hình ảnh RGB được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba 104 (cụ thể là, máy ghi hình RGB). Theo cách thay thế, mẫu khuôn mặt trong RPMB 215 có thể là thông tin hình ảnh thứ ba được thu thập bởi máy ghi hình lưỡng dải sơ cấp (ví dụ, máy ghi hình thứ

nhất 102).

Theo một số phương án thực hiện, nhận dạng khuôn mặt (cụ thể là, xác minh danh tính người dùng) theo các phương án của sáng chế có thể thành công chỉ với điều kiện tất cả các hoạt động xác thực hình ảnh hai chiều, xác thực chống giả mạo độ sâu, và xác thực chống giả mạo hồng ngoại thành công. Ngược lại, việc nhận dạng khuôn mặt (cụ thể là, xác minh danh tính người dùng) là thất bại.

Các ứng dụng 201, dịch vụ máy ghi hình 202, dịch vụ nhận dạng khuôn mặt 204, quy trình máy ghi hình 203, và quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 có các yêu cầu bảo mật tương đối thấp. Như được thể hiện trên FIG.1F, các ứng dụng 201, dịch vụ máy ghi hình 202, dịch vụ nhận dạng khuôn mặt 204, quy trình máy ghi hình 203, và quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 có thể chạy trong a môi trường thực thi phong phú (rich execution environment, REE) mà có thể thực thi các lệnh phong phú. ISP 211, môđun tính toán độ sâu 213, TA nhận dạng khuôn mặt 214, và thiết bị tương tự có các yêu cầu bảo mật tương đối cao, và có thể chạy trong TEE. Bộ đệm bảo mật dữ liệu hình ảnh 212 và RFMB 215 cũng trong TEE.

Cần lưu ý rằng, theo các phương án của sáng chế, tất cả thông tin hình ảnh được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt được lưu trữ trong REE (ví dụ, bộ đệm bảo mật dữ liệu hình ảnh 212 hoặc RFMB 215). Ngoài ra, nhận dạng khuôn mặt được thực hiện bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh cũng được thực hiện trong REE. Theo cách này, điều này làm giảm xác suất thông tin hình ảnh được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt trong thiết bị điện tử 100 bị đánh cắp, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử 100.

Việc quản lý mẫu trong TA nhận dạng khuôn mặt 214 có nghĩa là TA nhận dạng khuôn mặt 214 có thể cập nhật mẫu khuôn mặt được lưu trữ trong RPMB 215. Việc cập nhật mẫu khuôn mặt được lưu trữ trong RPMB 215 có thể bao gồm: bổ sung mẫu khuôn mặt mới trong RPMB 215, hoặc thay thế mẫu khuôn mặt được lưu trữ trong RPMB 215 bằng mẫu khuôn mặt mới.

Cụ thể là, nếu việc nhận dạng khuôn mặt (cụ thể là, xác minh danh tính người dùng) được thực hiện bởi TA nhận dạng khuôn mặt 214 thành công, chất lượng hình ảnh của hình ảnh khuôn mặt hai chiều được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt này cao hơn ngưỡng chất lượng thứ nhất, tần số để thực hiện việc nhận

dạng khuôn mặt trên hình ảnh khuôn mặt hai chiều cao hơn ngưỡng tần số định trước, và hình ảnh khuôn mặt hai chiều là khác với mẫu khuôn mặt được lưu trữ trong RPMB 215 một mức nhất định, TA nhận dạng khuôn mặt 214 có thể sử dụng hình ảnh khuôn mặt hai chiều làm mẫu khuôn mặt mới, và cập nhật mẫu khuôn mặt được lưu trữ trong RPMB 215.

Các trường hợp sau đây, TA nhận dạng khuôn mặt 214 lưu trữ, trong RPMB 215, mẫu khuôn mặt mới mà đáp ứng các yêu cầu nêu trên. Trong trường hợp (1), khi người dùng mặc các quần áo khác nhau trong các dịp khác nhau, nên có sự khác biệt nhất định giữa các hình ảnh khuôn mặt hai chiều của người dùng được thu thập bởi thiết bị điện tử 100 để nhận dạng khuôn mặt. Trong trường hợp (2), khi người dùng trang điểm và không trang điểm, nên có sự khác biệt nhất định giữa các hình ảnh khuôn mặt hai chiều của người dùng được thu thập bởi thiết bị điện tử 100 để nhận dạng khuôn mặt.

Chất lượng hình ảnh của hình ảnh hai chiều có thể được biểu diễn bởi giới hạn hoặc tính toàn vẹn của hình ảnh hai chiều, và chất lượng hình ảnh của hình ảnh hai chiều có thể được biểu diễn theo cách thay thế bởi giới hạn và tính toàn vẹn của hình ảnh hai chiều. Giới hạn cao hơn của hình ảnh hai chiều chỉ báo chất lượng cao hơn của hình ảnh hai chiều. Tính toàn vẹn cao hơn của hình ảnh hai chiều chỉ báo chất lượng cao hơn của hình ảnh hai chiều. Ngưỡng chất lượng thứ nhất cao hơn ngưỡng chất lượng thứ hai theo các phương án của sáng chế.

Phương án thực hiện của sáng chế đề xuất phương pháp nhận dạng khuôn mặt, và phương pháp có thể được áp dụng cho thiết bị điện tử 100. Thiết bị điện tử 100 bao gồm máy chiếu hồng ngoại 101, máy ghi hình thứ nhất 102, và máy ghi hình thứ hai 103. Như được thể hiện trên FIG.1A, cả độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất 102 và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai 103 là f , và độ dài thứ nhất là T . Như được thể hiện trên FIG.2, phương pháp nhận dạng khuôn mặt có thể bao gồm các bước S201 đến S204.

S201. Thiết bị điện tử 100 nhận lệnh thứ nhất. Lệnh thứ nhất kích hoạt thiết bị điện tử 100 để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt trên đối tượng thứ nhất.

Thiết bị điện tử 100 có thể nhận hoạt động thứ nhất của người dùng, và hoạt động thứ nhất được sử dụng để kích hoạt thiết bị điện tử 100 để thực thi sự kiện thứ

nhất (ví dụ, mở khóa thiết bị điện tử 100 hoặc hoàn thành thanh toán). Thiết bị điện tử 100 cần sử dụng thông tin hình ảnh (bao gồm hình ảnh hai chiều và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất) của đối tượng thứ nhất để thực thi sự kiện thứ nhất. Do đó, đáp ứng với hoạt động thứ nhất, thiết bị điện tử 100 có thể thu được lệnh thứ nhất, và lệnh thứ nhất có thể kích hoạt thiết bị điện tử 100 để thu được hình ảnh hai chiều và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

Ví dụ, phương pháp theo phương án này của sáng chế có thể được áp dụng cho các trường hợp như trường hợp mở khóa dựa trên khuôn mặt và trường hợp thanh toán dựa trên khuôn mặt.

Trong trường hợp mở khóa bằng khuôn mặt, giả sử rằng thiết bị điện tử 100 đã được bật và màn hình của thiết bị điện tử 100 bị tắt. Hoạt động thứ nhất có thể là hoạt động nhấn (ví dụ, hoạt động nhấn đơn) được thực hiện bởi người dùng lên nút vật lý liên quan của thiết bị điện tử 100. Ví dụ, nút vật lý liên quan có thể là nút màn hình khóa hoặc nút màn hình chính. Nếu thiết bị điện tử 100 nhận hoạt động thứ nhất được thực hiện bởi người dùng trên nút vật lý, nó chỉ báo rằng người dùng có thể dự tính mở khóa thiết bị điện tử 100.

Theo cách thay thế, thiết bị điện tử 100 có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ cảm biến được tạo cấu hình để phát hiện trạng thái của thiết bị điện tử 100 đang được giữ bởi người dùng. Giả sử rằng thiết bị điện tử 100 đã được bật và màn hình của thiết bị điện tử 100 bị tắt hoặc giao diện màn hình khóa được hiển thị trên thiết bị điện tử 100. Theo đó thiết bị điện tử 100 nhận hoạt động thứ nhất có thể cụ thể như sau: Bộ cảm biến phát hiện trạng thái hiện tại đó của thiết bị điện tử 100 đang được giữ bởi người dùng đang thay đổi thỏa mãn điều kiện thiết lập trước. Khi trạng thái của thiết bị điện tử 100 đang được giữ bởi người dùng đang thay đổi thỏa mãn điều kiện thiết lập trước (ví dụ, thiết bị điện tử 100 được cầm lên bởi người dùng, và người dùng giữ thiết bị điện tử 100 sao cho góc giữa màn hiển thị của thiết bị điện tử 100 và mặt phẳng nằm ngang rơi vào khoảng cụ thể), thì nó chỉ báo rằng người dùng có thể dự tính mở khóa thiết bị điện tử 100.

Nói cách khác, hoạt động thứ nhất có thể được sử dụng để kích hoạt thiết bị điện tử 100 để thực hiện mở khóa (tức là, thực hiện sự kiện thứ nhất). Trước khi thiết bị điện tử 100 được mở khóa, việc xác minh danh tính người dùng cần được thực hiện.

Nhận dạng khuôn mặt là một cách xác minh danh tính người dùng. Để thực hiện nhận dạng khuôn mặt, thiết bị điện tử 100 có thể thu được hình ảnh hai chiều và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

Theo phương án này của sáng chế, một hoặc nhiều bộ cảm biến có thể xác định, nhờ phát hiện xem thiết bị điện tử 100 có được quay hay không, thiết bị điện tử 100 dịch chuyển về phía trước tương đối với người dùng, hoặc thiết bị điện tử 100 dịch chuyển lên trên tương đối với phương ngang, liệu trạng thái của thiết bị điện tử 100 đang được giữ bởi người dùng có đang thay đổi thỏa mãn điều kiện thiết lập trước hay không. Cụ thể là, thiết bị điện tử 100 có thể phát hiện thông số chuyển động của thiết bị điện tử 100. Sau đó, thiết bị điện tử 100 xác định, dựa trên thông số chuyển động, xem thiết bị điện tử 100 có được quay hay không, xem thiết bị điện tử 100 có dịch chuyển chuyển tiếp tương đối với người dùng hay không, và xem thiết bị điện tử 100 có dịch chuyển lên trên tương đối với phương ngang hay không. Cuối cùng, thiết bị điện tử 100 xác định, dựa trên kết quả xác định, xem trạng thái của thiết bị điện tử 100 đang được giữ bởi người dùng có đang thay đổi thỏa mãn điều kiện thiết lập trước hay không.

Ví dụ, theo phương án này, "trạng thái hiện tại của thiết bị điện tử 100 đang được giữ bởi người dùng đang thay đổi thỏa mãn điều kiện thiết lập trước" có thể bao gồm cụ thể: Sau khi bộ cảm biến nhờ phát hiện rằng thiết bị điện tử 100 được quay và dịch chuyển lên trên, góc giữa màn hiển thị của thiết bị điện tử 100 và mặt phẳng nằm ngang rơi vào khoảng định trước.

Cần lưu ý rằng, do các người dùng khác nhau có thói quen chụp ảnh khác nhau, thiết bị điện tử 100 có thể thu thập các thông kê về các thông số thay đổi trạng thái được thu thập bởi bộ cảm biến trong quá trình trong đó hầu hết hoặc tất cả người dùng sử dụng thiết bị điện tử 100 để thu thập các hình ảnh khuôn mặt, và xác định thay đổi của các thông số thay đổi trạng thái khi các thay đổi thỏa mãn điều kiện thiết lập trước. Theo cách này, thiết bị điện tử 100 có thể xác định, đáp ứng với các thay đổi đó của các thông số thay đổi trạng thái được thu thập bởi bộ cảm biến trong thiết bị điện tử 100 là các thay đổi thỏa mãn điều kiện thiết lập trước, rằng khả năng mà người dùng muốn mở khóa thiết bị điện tử 100 là tương đối cao. Trong trường hợp này, bước S202 có thể được thực hiện.

Ví dụ, trong trường hợp thanh toán bằng khuôn mặt, hoạt động thứ nhất có thể là hoạt động gõ (ví dụ, hoạt động gõ đơn) được thực hiện bởi người dùng trên phím thanh toán trên giao diện thanh toán. Ví dụ, giao diện thanh toán 301 được thể hiện trên Fig.3(a) bao gồm phím thanh toán "Thanh toán ngay" 302, và hoạt động thứ nhất có thể là hoạt động gõ đơn được thực hiện bởi người dùng trên phím "Thanh toán ngay" 302. Theo cách thay thế, hoạt động thứ nhất có thể là tư thế định trước được đưa vào bởi người dùng trên giao diện thanh toán, ví dụ, tư thế dạng chữ S. Đáp ứng với hoạt động thứ nhất, thiết bị điện tử 100 có thể thanh toán đơn đặt hàng (tức là, thực hiện sự kiện thứ nhất). Tuy nhiên, trước khi thiết bị điện tử 100 thanh toán đơn đặt hàng, việc xác minh danh tính người dùng cần được thực hiện. Nhận dạng khuôn mặt là một cách xác minh danh tính người dùng. Để thực hiện nhận dạng khuôn mặt, thiết bị điện tử 100 có thể thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất. Đáp ứng với hoạt động gõ đơn được thực hiện bởi người dùng trên phím "Thanh toán ngay" 302, thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị giao diện ghi nhận khuôn mặt 303 được thể hiện trên Fig.3(b).

S202. Đáp ứng với lệnh thứ nhất, thiết bị điện tử 100 phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại 101, thu thập thông tin hình ảnh thứ nhất của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất 102, và thu thập thông tin hình ảnh thứ hai của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai 103.

Đáp ứng với lệnh thứ nhất, thiết bị điện tử 100 có thể bật máy chiếu hồng ngoại 101, và bật và khởi tạo máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Sau khi thiết bị điện tử 100 bật máy chiếu hồng ngoại 101, máy chiếu hồng ngoại 101 có thể phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng. Sau khi thiết bị điện tử 100 bật và khởi tạo máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể thu thập thông tin hình ảnh của đối tượng mục tiêu.

Theo đó thiết bị điện tử 100 khởi tạo máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể bao gồm cụ thể: Thiết bị điện tử 100 điều chỉnh các thông số khởi tạo (AE, AEB, và AF) của các hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho các thông số khởi tạo được lưu trữ trước trong thiết bị điện tử 100. Các thông số khởi tạo được lưu trữ trước là các thông số khởi tạo

của máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 được sử dụng khi thiết bị điện tử 100 ghi nhận hình ảnh khuôn mặt hai chiều được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt. Nếu các thông số khởi tạo giống nhau của các máy ghi hình (ví dụ, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103) được sử dụng khi các máy ghi hình thu thập các hình ảnh hai lần, các sai sót nhận dạng khuôn mặt gây ra bởi sự khác biệt tương đối lớn giữa các hình ảnh được thu thập hai lần do các thông số khởi tạo khác nhau có thể được giảm.

Theo phương án này của sáng chế, máy chiếu hồng ngoại 101 phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng tới đối tượng thứ nhất, và ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất. Cách này có thể làm tăng số lượng của các đặc trưng (cụ thể là, các đặc trưng kết cấu) của đối tượng thứ nhất, và tăng tốc độ nhận dạng mỗi đặc trưng của đối tượng thứ nhất bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103.

Theo phương án này của sáng chế, ánh sáng hồng ngoại với vết sáng mà được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 và nguyên lý phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bởi máy chiếu hồng ngoại 101 được mô tả ở đây.

Bước sóng của ánh sáng hồng ngoại nằm trong khoảng từ 760 nm đến 1000 nm. Nói chung, ánh sáng hồng ngoại là không nhìn thấy đối với mắt người. Tuy nhiên, một số ánh sáng hồng ngoại (ví dụ, ánh sáng hồng ngoại 850 nm) có đặc trưng ánh sáng đỏ nổi bật, và lượng nhỏ ánh sáng đỏ là vẫn có thể nhìn thấy đối với mắt người. Nếu máy chiếu hồng ngoại 101 phát loại ánh sáng hồng ngoại này tới đối tượng thứ nhất, người dùng có thể nhìn thấy ánh sáng hồng ngoại bức xạ lên đối tượng thứ nhất, và điều này làm ảnh hưởng tới trải nghiệm thị giác của người dùng.

Để ngăn không cho trải nghiệm thị giác của người dùng bị ảnh hưởng do máy chiếu hồng ngoại 101 phát ánh sáng hồng ngoại tới đối tượng thứ nhất, ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có thể là ánh sáng hồng ngoại mà hoàn toàn không nhìn thấy đối với mắt người. Ví dụ, ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có thể là ánh sáng hồng ngoại 890 nm đến 990 nm, và ví dụ, ánh sáng hồng ngoại cụ thể 940 nm.

Sự phơi sáng của một số máy ghi hình (ví dụ, máy ghi hình có cửa sập cuộn (rolling shutter)) được thực hiện lần lượt từng đường. Do đó, nếu sự lộ ra của máy ghi

hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 được thực hiện lần lượt từng đường, máy chiếu hồng ngoại 101 cần được bật để phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng trong khoảng thời gian phơi sáng toàn bộ của máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Theo cách khác, có thể không có vết sáng trên một số hình ảnh trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 trong quá trình phơi sáng. Trong trường hợp này, có yêu cầu rằng công suất hoạt động của máy chiếu hồng ngoại 101 không quá cao, để tránh trường hợp máy chiếu hồng ngoại 101 làm nóng và có nhiệt độ tương đối cao do công suất hoạt động quá cao của máy chiếu hồng ngoại 101, từ đó làm ảnh hưởng tới hiệu quả phát ánh sáng hồng ngoại bởi máy chiếu hồng ngoại 101 (tức là, ảnh hưởng tới độ sáng của ánh sáng hồng ngoại), và còn ảnh hưởng tới hiệu ứng của đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên vật thể.

Hiển nhiên, công suất hoạt động của máy chiếu hồng ngoại 101 cũng không thể quá thấp. Nếu công suất hoạt động của máy chiếu hồng ngoại 101 quá thấp, hiệu quả phát ánh sáng hồng ngoại bởi máy chiếu hồng ngoại 101 cũng bị ảnh hưởng, và ngoài ra, hiệu ứng của đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên vật thể bị ảnh hưởng.

Tóm lại, để đảm bảo hiệu ứng của đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại được rọi lên vật thể, công suất của máy chiếu hồng ngoại 101 không nên quá cao hoặc quá thấp. Để làm ổn định nguồn điện của máy chiếu hồng ngoại 101, dòng điện hoạt động của máy chiếu hồng ngoại 101 có thể nằm trong khoảng từ 100 mA đến 200 mA. Ví dụ, dòng điện hoạt động của máy chiếu hồng ngoại 101 có thể bằng 150 mA.

Nói chung, máy chiếu hồng ngoại có thể bao gồm ba phần: (1) nguồn ánh sáng hồng ngoại; (2) gương chuẩn trực; và (3) phần tử quang nhiễu xạ (diffractive optical element, DOE).

Nguồn ánh sáng hồng ngoại có thể là nguồn ánh sáng laze. Ví dụ, nguồn ánh sáng laze có thể là laze phát dạng bề mặt lõm thẳng đứng (vertical cavity surface emitting laser, VCSEL). VCSEL có thể phát ánh sáng hồng ngoại nêu trên.

Gương chuẩn trực có thể là thấu kính 1P hoặc thấu kính 2P. Trường hợp gương chuẩn trực là thấu kính 1P có nghĩa là gương chuẩn trực bao gồm một thấu kính. Thấu

kính 2P có nghĩa là gương chuẩn trực bao gồm hai thấu kính. Gương chuẩn trực được tạo cấu hình để chuyển đổi ánh sáng không song song thành các nguồn ánh sáng gần như song song. Sự chuyển đổi này có thể làm giảm mức ồn nhiễu của cấu trúc của ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại, tức là, có thể làm giảm ánh sáng của phần không cấu trúc. Nói cách khác, sự chuyển đổi này có thể làm cho điểm sáng trong ánh sáng hồng ngoại mà được phát bởi máy chiếu hồng ngoại sáng hơn và điểm tối trong ánh sáng hồng ngoại mà được phát bởi máy chiếu hồng ngoại tối hơn.

Khi ánh sáng nhìn thấy là tương đối mạnh vào ban ngày, đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất là hầu như không nhìn thấy trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Trong trường hợp này, khi nhận dạng đặc trưng giống nhau trong hai đoạn thông tin hình ảnh, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác định dựa trên đặc trưng của đối tượng thứ nhất. Do đó, điểm sáng mà thu được bằng gương chuẩn trực bằng cách chuyển đổi ánh sáng không có tác động lên sự tính toán độ sâu.

Theo phương án này của sáng chế, gương chuẩn trực có thể được bỏ đi trong máy chiếu hồng ngoại 101. Cụ thể là, theo phương án này của sáng chế, máy chiếu hồng ngoại 101 có thể không bao gồm gương chuẩn trực, và chỉ bao gồm nguồn ánh sáng hồng ngoại và DOE. Gương chuẩn trực được tạo cấu hình để làm cho ánh sáng được phát bởi VCSEL trở thành ánh sáng gần như song song sau khi đi qua gương chuẩn trực. Theo cách này, khi có gương chuẩn trực, sau khi ánh sáng đi qua DOE, đường kính vết sáng là nhỏ, và độ tương phản là cao (tức là, độ sáng của vùng vết sáng là cao, và độ sáng của vùng không có vết sáng là thấp). Do đó, khi cường độ của ánh sáng nhìn thấy là rất thấp hoặc trong một trường hợp hoàn toàn tối (ví dụ, vào ban đêm), đối tượng thứ nhất được rọi bởi máy chiếu biến thành màu đen hoặc là không nhìn thấy trong vùng mà không có vết hoặc vết sáng. Điều này là do các vết sáng và ánh sáng của máy chiếu có gương chuẩn trực được tập trung hơn, và vị trí mà không có vết sáng về mặt lý thuyết là không sáng hoặc chỉ có ánh sáng môi trường mờ nhạt. Nếu gương chuẩn trực được loại bỏ khỏi máy chiếu hồng ngoại, do ánh sáng là ánh sáng không song song trước khi đi vào DOE, độ tương phản của vết sáng là thấp, và một phần của ánh sáng vẫn tồn tại trong vùng không có vết sáng. Máy chiếu không có

gương chuẩn trực là ồn nhiễu trong thiết kế máy chiếu. Tuy nhiên, theo phương án này của sáng chế, độ chính xác của phép đo thông tin độ sâu có thể được cải thiện. Đối với máy chiếu không có gương chuẩn trực, trong trường hợp của ánh sáng nhìn thấy yếu hoặc hoàn toàn tối, trong vùng mà thuộc về đối tượng thứ nhất và vết sáng được rọi lên đó, đối tượng thứ nhất có thể được rọi bởi vết sáng; trong vùng không được rọi bởi vết sáng, do ồn nhiễu này, ánh sáng tương đối yếu cũng được chiếu xạ lên đối tượng thứ nhất. Trong trường hợp này, đối tượng thứ nhất có thể nhìn thấy toàn bộ. Do đó, đặc trưng của đối tượng thứ nhất có thể là nổi bật hơn, và độ chính xác của phép đo thông tin độ sâu có thể được cải thiện.

Bằng cách sử dụng nguyên lý quang học Fourier, DOE được tạo cấu hình để chuyển đổi ánh sáng song song thành dạng đầu ra ánh sáng được yêu cầu. Dạng đầu ra có thể là điểm, đường, hoặc bề mặt. Theo phương án này của sáng chế, DOE có thể được bố trí để điều khiển máy chiếu hồng ngoại phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng. Hình dạng, số lượng, và kết cấu của các vết sáng, tất cả có thể được thực hiện bằng cách bố trí DOE.

Theo một số phương án thực hiện, khi ánh sáng nhìn thấy là tương đối mạnh vào ban ngày, đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất là hầu như không nhìn thấy trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình lưỡng dải. Do đó, máy chiếu hồng ngoại 101 bị vô hiệu trong ánh sáng nhìn thấy tương đối mạnh (ví dụ, ánh sáng lớn hơn 2 lux (đơn vị thông lượng)) vào ban ngày. Trong trường hợp này, khi nhận dạng đặc trưng giống nhau trong hai đoạn thông tin hình ảnh, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác định dựa trên đặc trưng của đối tượng thứ nhất.

Cụ thể là, ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có thể bao gồm các vết sáng. Các vết sáng có thể bao gồm các nhóm mạng vết lốm đốm. Nhóm mạng vết lốm đốm thứ nhất trong số các nhóm mạng vết lốm đốm bao gồm một hoặc nhiều mảng vết lốm đốm. Nhóm mạng vết lốm đốm thứ nhất là nhóm bất kỳ trong số các nhóm mạng vết lốm đốm. Mạng vết lốm đốm bao gồm các vết lốm đốm. FIG.4 là hình vẽ dạng giản lược của một ví dụ về các mạng vết lốm đốm theo một phương án thực hiện của sáng chế. Ví dụ, mạng vết lốm đốm 401 được thể hiện trên Fig.4 là mạng vết lốm đốm bao gồm các vết lốm đốm hình tròn.

Theo một số phương án thực hiện, các hình dạng của các vệt lõm đốm trong mạng vệt lõm đốm thứ nhất trong các mạng vệt lõm đốm có thể là giống nhau. Mạng vệt lõm đốm thứ nhất là mạng bất kỳ trong số các mạng vệt lõm đốm. Ví dụ, các vệt lõm đốm trong mạng vệt lõm đốm 401, mạng vệt lõm đốm 402, mạng vệt lõm đốm 403, mạng vệt lõm đốm 404, và mạng vệt lõm đốm 408 được thể hiện trên Fig.4, tất cả là hình tròn. Tất cả các vệt lõm đốm trong mạng vệt lõm đốm 405 được thể hiện trên Fig.4 là hình chữ nhật.

Theo một số phương án thực hiện khác, ít nhất hai trong số các vệt lõm đốm trong mạng vệt lõm đốm có các hình dạng khác nhau. Ví dụ, mạng vệt lõm đốm 406 được thể hiện trên Fig.4 bao gồm vệt lõm đốm hình tròn và vệt lõm đốm hình chữ nhật. Mạng vệt lõm đốm 407 được thể hiện trên Fig.4 bao gồm các vệt lõm đốm có các hình dạng khác nhau.

Cần lưu ý rằng các mạng vệt lõm đốm khác nhau có thể có các hình dạng khác nhau. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.4, mạng vệt lõm đốm 401 là mạng vệt lõm đốm hình chữ nhật, mạng vệt lõm đốm 402 là mạng vệt lõm đốm hình tam giác, mạng vệt lõm đốm 403 là mạng vệt lõm đốm bát giác, và mạng vệt lõm đốm 404 mạng vệt lõm đốm bát giác khác. Do mạng vệt lõm đốm 401, mạng vệt lõm đốm 402, mạng vệt lõm đốm 403, và mạng vệt lõm đốm 404 có các hình dạng khác nhau, mạng vệt lõm đốm 401, mạng vệt lõm đốm 402, mạng vệt lõm đốm 403, và mạng vệt lõm đốm 404 là các mạng vệt lõm đốm khác nhau.

Trong các mạng vệt lõm đốm khác nhau, ít nhất một trong số lượng của các vệt lõm đốm, hình dạng của vệt lõm đốm, và hình dạng của mạng vệt lõm đốm là khác nhau. Ví dụ, mặc dù mạng vệt lõm đốm 401 và mạng vệt lõm đốm 408 được thể hiện trên Fig.4 có hình dạng giống nhau, song mạng vệt lõm đốm 401 và mạng vệt lõm đốm 408 bao gồm số lượng các vệt lõm đốm khác nhau (mạng vệt lõm đốm 401 bao gồm thêm một vệt lõm đốm so với mạng vệt lõm đốm 408). Do đó, mạng vệt lõm đốm 401 và mạng vệt lõm đốm 408 là các mạng vệt lõm đốm khác nhau. Ví dụ, mặc dù mạng vệt lõm đốm 401 và mạng vệt lõm đốm 405 được thể hiện trên Fig.4 có hình dạng giống nhau và mỗi mạng vệt lõm đốm 401 và mạng vệt lõm đốm 405 bao gồm số lượng các vệt lõm đốm giống nhau, nhưng hình dạng (tròn) của vệt lõm đốm trong mạng vệt lõm đốm 401 là khác với hình dạng (hình chữ nhật) của vệt lõm đốm trong

mạng vệt lốm đốm 405. Do đó, mạng vệt lốm đốm 401 và mạng vệt lốm đốm 405 là các mạng vệt lốm đốm khác nhau. Theo ví dụ khác, mặc dù các vệt lốm đốm chứa trong mạng vệt lốm đốm 402 và mạng vệt lốm đốm 404 được thể hiện trên Fig.4 có hình dạng giống nhau và hai mạng vệt lốm đốm mỗi bao gồm số lượng giống nhau của các vệt lốm đốm, hình dạng (tam giác) của mạng vệt lốm đốm 402 là khác với hình dạng (bát giác) của mạng vệt lốm đốm 404. Do đó, mạng vệt lốm đốm 402 và mạng vệt lốm đốm 404 là các mạng vệt lốm đốm khác nhau.

FIG.4 chỉ là hình vẽ dạng giản lược ví dụ của một ví dụ về một số mạng vệt lốm đốm. Các mạng vệt lốm đốm trong các vết sáng trong ánh sáng hồng ngoại bao gồm nhưng không bị giới hạn ở các mạng vệt lốm đốm được thể hiện trên Fig.4

Theo một số phương án thực hiện, các vết sáng bao gồm các nhóm mạng vệt lốm đốm giống nhau. Mỗi nhóm mạng vệt lốm đốm bao gồm một mạng vệt lốm đốm. Ví dụ, giả sử rằng ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có nhiều vết sáng 501 được thể hiện trên Fig.5. Các vết sáng 501 bao gồm các nhóm mạng vệt lốm đốm giống nhau 502. Nhóm mạng vệt lốm đốm 502 bao gồm một mạng vệt lốm đốm 401. Ví dụ khác, giả sử rằng ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có nhiều vết sáng 503 được thể hiện trên Fig.5. Các vết sáng 503 bao gồm các nhóm mạng vệt lốm đốm giống nhau 504. Nhóm mạng vệt lốm đốm 504 bao gồm một mạng vệt lốm đốm 407.

Theo một số phương án thực hiện khác, các vết sáng bao gồm các nhóm mạng vệt lốm đốm giống nhau. Mỗi nhóm mạng vệt lốm đốm bao gồm các mạng vệt lốm đốm. Ít nhất hai trong số các mạng vệt lốm đốm là khác nhau.

Ví dụ, giả sử rằng ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có nhiều vết sáng 601 được thể hiện trên Fig.6A. Các vết sáng 601 bao gồm các nhóm mạng vệt lốm đốm giống nhau 602. Nhóm mạng vệt lốm đốm 602 bao gồm mạng vệt lốm đốm 402 và mạng vệt lốm đốm 404. Mạng vệt lốm đốm 402 là khác với mạng vệt lốm đốm 404.

Theo ví dụ khác, giả sử rằng ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có nhiều vết sáng 603 được thể hiện trên Fig.6B. Các vết sáng 603 bao gồm các nhóm mạng vệt lốm đốm giống nhau 604. Nhóm mạng vệt lốm đốm 604 bao gồm hai mạng vệt lốm đốm 401 và hai mạng vệt lốm đốm 403. Các mạng vệt lốm

đốm 401 là khác với các mạng vết lốm đốm 403.

Theo ví dụ khác, giả sử rằng ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có nhiều vết sáng 605 được thể hiện trên Fig.6C. Các vết sáng 605 bao gồm các nhóm mạng vết lốm đốm giống nhau 606. Nhóm mạng vết lốm đốm 606 bao gồm mạng vết lốm đốm 404, mạng vết lốm đốm 408, mạng vết lốm đốm 406, và mạng vết lốm đốm 407. Mạng vết lốm đốm 404, mạng vết lốm đốm 408, mạng vết lốm đốm 406, và mạng vết lốm đốm 407 là khác nhau.

Theo một số phương án thực hiện khác, các vết sáng bao gồm các nhóm mạng vết lốm đốm. Các nhóm mạng vết lốm đốm bao gồm ít nhất hai nhóm mạng vết lốm đốm khác nhau. Ví dụ, giả sử rằng ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có nhiều vết sáng 701 được thể hiện trên Fig.7A. Các vết sáng 701 bao gồm các nhóm mạng vết lốm đốm khác nhau, ví dụ, nhóm mạng vết lốm đốm 602, nhóm mạng vết lốm đốm 604, và nhóm mạng vết lốm đốm 606.

Theo một số phương án thực hiện khác, các vết sáng bao gồm các vết lốm đốm có các hình dạng khác nhau. Các vết lốm đốm có các hình dạng khác nhau được bố trí ngẫu nhiên. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.7B, các vết sáng 702 bao gồm các vết lốm đốm có các hình dạng khác nhau.

Cần lưu ý rằng FIG.5, FIG.6A, FIG.6B, FIG.6C hoặc FIG.7A chỉ là hình vẽ dạng giản lược ví dụ của một ví dụ về các vết sáng trong ánh sáng hồng ngoại. Số lượng của các mạng vết lốm đốm trong các vết sáng trong ánh sáng hồng ngoại không bị giới hạn ở số lượng của các mạng vết lốm đốm được thể hiện trên Fig.5, FIG.6A, FIG.6B, FIG.6C hoặc FIG.7A.

Nói chung, số lượng của các vết lốm đốm trong ánh sáng hồng ngoại được phát bởi bộ phát hồng ngoại 101 xấp xỉ 3000. Hiển nhiên, số lượng lớn hơn của các vết lốm đốm trong ánh sáng hồng ngoại được phát bởi bộ phát hồng ngoại 101 chỉ báo sự gia tăng lớn hơn về số lượng của các đặc trưng của đối tượng thứ nhất khi ánh sáng hồng ngoại được rọi lên đối tượng thứ nhất, và thuận lợi hơn cho thiết bị điện tử 100 trong tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất. Ví dụ, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất mà được tính toán bởi thiết bị điện tử 100 khi số lượng của các vết lốm đốm trong ánh sáng hồng ngoại được phát bởi bộ phát hồng ngoại 101 xấp xỉ 7000 là chính xác hơn so với thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất mà được tính toán bởi thiết bị

điện tử 100 khi số lượng của các vệt lốm đốm xấp xỉ 3000.

Có thể hiểu rằng, khi các nhóm mạng vệt lốm đốm trong ánh sáng hồng ngoại được phát bởi bộ phát hồng ngoại 101 được lặp lại theo chu kỳ, các đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại được rọi lên đối tượng thứ nhất cũng được lặp lại. Theo phương án này của sáng chế, tần số lặp của các mạng vệt lốm đốm có thể được biểu diễn bởi số lượng của các mạng vệt lốm đốm giống nhau mà xuất hiện ở vùng định trước. Số lượng lớn hơn của các nhóm mạng vệt lốm đốm giống nhau mà xuất hiện ở vùng định trước chỉ báo tần số lặp cao hơn của các mạng vệt lốm đốm và khoảng lặp nhỏ hơn của các mạng vệt lốm đốm. Trong trường hợp này, lỗi đối chiếu đặc trưng dễ xảy ra khi thiết bị điện tử 100 xác định đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103. Theo phương án này của sáng chế, đối chiếu đặc trưng có nghĩa là việc xác định đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103. Số lượng nhỏ hơn của các nhóm mạng vệt lốm đốm giống nhau mà xuất hiện ở vùng định trước chỉ báo tần số lặp thấp của các mạng vệt lốm đốm và khoảng lặp lớn hơn của các mạng vệt lốm đốm.

Khoảng lặp, được phản ánh trên hình ảnh, của các mạng vệt lốm đốm là khoảng cách ngắn nhất giữa hai mạng vệt lốm đốm giống nhau. Ví dụ, khoảng cách giữa hai mạng vệt lốm đốm có thể là khoảng cách giữa các điểm tâm của hai mạng vệt lốm đốm. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.7C, các vệt sáng 703 bao gồm các nhóm mạng vệt lốm đốm được lặp lại, ví dụ, nhóm mạng vệt lốm đốm 704, nhóm mạng vệt lốm đốm 705, và nhóm mạng vệt lốm đốm 706. Nhóm mạng vệt lốm đốm 704, nhóm mạng vệt lốm đốm 705, và nhóm mạng vệt lốm đốm 706 là giống nhau. Điểm K1 là điểm tâm của mạng vệt lốm đốm 707 trong nhóm mạng vệt lốm đốm 704. Điểm K2 là điểm tâm của mạng vệt lốm đốm 708 trong nhóm mạng vệt lốm đốm 705. Điểm K3 là điểm tâm của mạng vệt lốm đốm 709 trong nhóm mạng vệt lốm đốm 706. Khoảng lặp của các mạng vệt lốm đốm được thể hiện trên Fig.7C có thể được biểu diễn bởi khoảng cách ngắn nhất trong số khoảng cách giữa điểm K1 và điểm K2 và khoảng cách giữa điểm K1 và điểm K3. Do khoảng cách giữa điểm K1 và điểm K2 ngắn hơn khoảng cách giữa điểm K1 và điểm K3, khoảng lặp của các mạng vệt lốm đốm được thể hiện

trên Fig.7C có thể được biểu diễn bởi khoảng cách giữa điểm K1 và điểm K2.

Theo phương án này của sáng chế, tần số lặp thấp của các mạng vệt lốm đốm chỉ báo độ lặp thấp của các đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại được rọi lên đối tượng thứ nhất, và độ chính xác cao hơn của thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất mà được tính toán bởi thiết bị điện tử 100.

Thiết bị điện tử 100 tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất theo nguyên lý phép đo tam giác bằng cách sử dụng công thức $Z = \frac{f \times T}{d}$. Cụ thể là, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất được tính toán dựa trên khoảng cách (cụ thể là, độ dài thứ nhất T) giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103, độ dài tiêu cự thấu kính f của máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103, và thị sai d.

Để đảm bảo rằng ánh sáng hồng ngoại với vết ánh sáng mà được phát xạ bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có thể được rọi lên trên đối tượng thứ nhất, và đối tượng thứ nhất mà ánh sáng hồng ngoại với vết ánh sáng được rọi lên đó có thể được chụp ảnh bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103, theo phương án này của sáng chế, vùng bao phủ của thị trường (field of view, FOV) của máy chiếu hồng ngoại 101, vùng phủ sóng của FOV của máy ghi hình thứ nhất 102, và vùng phủ sóng của FOV của máy ghi hình thứ hai 103 chồng lấp một phần hoặc hoàn toàn. Kích cỡ của FOV có thể thể hiện thị trường của thiết bị quang (ví dụ, máy ghi hình).

Vùng chồng lấp lớn hơn của các vùng bao phủ của các FOV của máy chiếu hồng ngoại 101, máy ghi hình thứ nhất 102, và máy ghi hình thứ hai 103 chỉ báo số lượng lớn hơn của các đặc trưng kết cấu được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Để tạo ra vùng chồng lấp của các vùng bao phủ của các FOV của máy chiếu hồng ngoại 101, máy ghi hình thứ nhất 102, và máy ghi hình thứ hai 103 tương đối lớn, như được thể hiện trên Fig.1A, máy chiếu hồng ngoại 101 có thể được bố trí giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103.

Có thể hiểu rằng khoảng cách (cụ thể là, độ dài thứ nhất) giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cũng ảnh hưởng tới kích cỡ của vùng chồng lấp. Ví dụ, độ dài thứ nhất lớn hơn chỉ báo vùng chồng lấp nhỏ hơn của các vùng bao phủ của các FOV của máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Tuy nhiên,

nếu độ dài thứ nhất là quá nhỏ, thì sai giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 đối với mỗi đặc trưng của đối tượng thứ nhất cũng là rất nhỏ, và gần bằng 0. Do đó, độ dài thứ nhất không thể quá lớn hoặc quá nhỏ. Nếu độ dài thứ nhất quá lớn hoặc quá nhỏ, độ chính xác của thông tin độ sâu được tính toán bởi thiết bị điện tử 100 bị ảnh hưởng.

Từ thực nghiệm thì biết được rằng khi độ dài thứ nhất T là độ dài bất kỳ nằm trong khoảng từ 20 mm đến 30 mm, thông tin độ sâu được tính toán bởi thiết bị điện tử 100 là tương đối chính xác. Do đó, theo phương án này của sáng chế, độ dài thứ nhất T có thể là độ dài bất kỳ nằm trong khoảng từ 20 mm đến 30 mm. Ví dụ, độ dài thứ nhất T có thể bằng 29,5 mm. Cần lưu ý rằng cách để thiết lập khoảng cách giữa hai máy ghi hình có thể bị ảnh hưởng bởi máy ghi hình thông số. Do đó, độ dài thứ nhất T bằng 20 mm đến 30 mm chỉ là ví dụ.

Sau khi máy chiếu hồng ngoại 101 phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng, nếu máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cần có khả năng thu thập thông tin hình ảnh bao gồm vết sáng, thì máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cần có khả năng nhận ánh sáng hồng ngoại. Ví dụ, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể được tạo cấu hình để nhận ánh sáng hồng ngoại 890 nm đến 990 nm, ví dụ, ánh sáng hồng ngoại 940 nm.

Có thể hiểu được từ các phần mô tả nêu trên rằng, theo phương án này của sáng chế, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cần có khả năng dò đọc ánh sáng hồng ngoại (tức là, nhận ánh sáng hồng ngoại). Tuy nhiên, máy ghi hình RGB phổ biến chỉ có thể dò đọc ánh sáng nhìn thấy, mà không thể dò đọc ánh sáng hồng ngoại. Trong khi đó, chi phí để bố trí máy ghi hình hồng ngoại với chức năng dò đọc ánh sáng hồng ngoại trong thiết bị điện tử 100 là tương đối cao, và việc sử dụng máy ghi hình hồng ngoại làm tăng sự tiêu thụ năng lượng của thiết bị điện tử 100.

Theo phương án này của sáng chế, để làm giảm chi phí phần cứng của thiết bị điện tử 100 và làm giảm sự tiêu thụ năng lượng của thiết bị điện tử 100, máy ghi hình RGB phổ biến có thể được cải thiện để thu được máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 sao cho có thể dò đọc ánh sáng hồng ngoại.

FIG.8(a) là hình vẽ kết cấu giản lược của môđun máy ghi hình RGB phổ biến theo một phương án thực hiện của sáng chế; Như được thể hiện trên Fig.8(a), theo

phương án này của sáng chế, máy ghi hình cửa sập cuộn được sử dụng như một ví dụ để mô tả cách cải thiện máy ghi hình RGB phổ biến để thu được máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 theo phương án này của sáng chế.

Như được thể hiện trên Fig.8(a), môđun máy ghi hình RGB 800 có thể bao gồm thấu kính 3P, bộ lọc ánh sáng (còn được gọi là bộ lọc) 804, và bộ cảm biến (sensor) 805. Thấu kính 3P có nghĩa là máy ghi hình RGB bao gồm ba thấu kính: thấu kính 801, thấu kính 802, và thấu kính 803. Bộ cảm biến 805 có thể là bộ cảm biến 2M. 2M có nghĩa là độ phân giải cao nhất của máy ghi hình RGB có thể đạt tới 2 megapixel.

Để cho phép môđun máy ghi hình RGB 800 được thể hiện trên Fig.8(a) để dò đọc cả ánh sáng nhìn thấy và ánh sáng hồng ngoại, môđun máy ghi hình RGB 800 được thể hiện trên Fig.8(a) có thể được cải thiện như sau: Lớp phủ chống phản xạ được phủ lên mỗi mặt trong số hai mặt của mỗi thấu kính (ví dụ, thấu kính 801, thấu kính 802, và thấu kính 803) của môđun máy ghi hình RGB 800 được thể hiện trên Fig.8(a), để thu được thấu kính 801, thấu kính 802, và thấu kính 803 được thể hiện trên FIG.8(b). Lớp phủ ngưỡng được phủ lên bộ lọc ánh sáng 804, để thu được bộ lọc ánh sáng 804 được thể hiện trên FIG.8(b). Theo phương án này của sáng chế, bộ cảm biến 805 trong môđun máy ghi hình RGB 800 có thể không được cải thiện. Theo phương án này của sáng chế, lớp phủ ngưỡng có thể được phủ lên mỗi mặt trong số hai mặt của bộ lọc ánh sáng 804; hoặc lớp phủ ngưỡng có thể được phủ lên một mặt của bộ lọc ánh sáng 804.

Cần lưu ý rằng, để cho phép máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 dò đọc ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cần có khả năng dò đọc ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101. Do đó, lớp phủ chống phản xạ có thể là lớp phủ chống phản xạ tương ứng với bước sóng của ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101. Ví dụ, lớp phủ chống phản xạ có thể là lớp phủ chống phản xạ đối với ánh sáng hồng ngoại 890 nm đến 990 nm, ví dụ, lớp phủ chống phản xạ đối với ánh sáng hồng ngoại 940 nm.

Lớp phủ chống phản xạ được phủ lên mỗi một trong số hai mặt của mỗi thấu kính (ví dụ, thấu kính 801, thấu kính 802, và thấu kính 803), sao cho khả năng của thấu kính 801, thấu kính 802, và thấu kính 803 để dò đọc ánh sáng hồng ngoại được

phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 có thể được cải thiện, và thấu kính 801, thấu kính 802, và thấu kính 803 có thể nhận, càng nhiều càng tốt, ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101.

Lớp phủ ngưỡng có thể được sử dụng để lọc bỏ ánh sáng khác với ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101 và ánh sáng nhìn thấy, và tăng hệ số truyền của ánh sáng hồng ngoại.

Ví dụ, lớp phủ ngưỡng có thể được sử dụng để lọc bỏ ánh sáng hồng ngoại có bước sóng 850 nm. Có thể hiểu rằng, do ánh sáng hồng ngoại có bước sóng 850 nm có đặc trưng ánh sáng đỏ nổi bật, hiện tượng phơi sáng mạnh với hồng ngoại có thể xảy ra. Do đó, lớp phủ ngưỡng được sử dụng để lọc bỏ ánh sáng hồng ngoại có bước sóng 850 nm, sao cho khả năng xuất hiện của hiện tượng phơi sáng hồng ngoại có thể được giảm. Hiện tượng phơi sáng hồng ngoại là vấn đề của việc lọc ánh sáng chưa hoàn toàn. Ví dụ, đôi khi, chỉ ánh sáng hồng ngoại (cụ thể là, tia hồng ngoại) có thể được dự kiến là được sử dụng cho chiếu sáng, và do đó bộ lọc có thể được bổ sung cho nguồn ánh sáng để lọc bỏ ánh sáng khác với tia hồng ngoại. Trong trường hợp này, lượng nhỏ ánh sáng hồng ngoại vẫn có thể có khả năng nhìn thấy đối với mắt người do việc lọc ánh sáng chưa hoàn toàn. Hiện tượng này được gọi là hiện tượng phơi sáng hồng ngoại.

Theo phương án này của sáng chế, máy ghi hình RGB phổ biến sẽ được cải thiện bao gồm nhưng không bị giới hạn ở máy ghi hình cửa sập cuộn nêu trên. Lý do cho việc cải thiện máy ghi hình cửa sập cuộn để thu được máy ghi hình thứ nhất nêu trên là sự phơi sáng của máy ghi hình cửa sập cuộn được thực hiện lần lượt từng đường, và chi phí là tương đối thấp. Theo phương án này của sáng chế, máy ghi hình cửa sập cuộn được cải thiện để thu được máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103, sao cho chi phí có thể được giảm thêm.

S203. Thiết bị điện tử 100 tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất, thông tin hình ảnh thứ hai, độ dài thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính.

Có thể hiểu được từ công thức $Z = \frac{f \times T}{d}$ bên trên rằng độ sâu Z của điểm mà mỗi đặc trưng của đối tượng thứ nhất được định vị ở đó là tỷ lệ nghịch với thị sai d

giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 đối với điểm này, độ sâu Z của điểm mà mỗi đặc trưng được định vị ở đó là tỷ lệ trực tiếp với độ dài tiêu cự thấu kính f , và độ sâu Z của điểm mà mỗi đặc trưng được định vị ở đó là tỷ lệ trực tiếp với độ dài thứ nhất T .

Độ dài thứ nhất T và độ dài tiêu cự thấu kính f là các thông số phần cứng của máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Độ dài thứ nhất T và độ dài tiêu cự thấu kính f là cố định. Trong trường hợp này, giá trị của độ sâu Z của mỗi điểm của đối tượng thứ nhất phụ thuộc vào giá trị của thị sai d giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 đối với điểm này.

Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.10A-1, giả sử rằng máy ghi hình thứ nhất 102 là máy ghi hình lưỡng dải bên trái, và máy ghi hình thứ hai 13 là máy ghi hình lưỡng dải bên phải. Hình mặt cười, hình tam giác, hình trụ, và hình trắng lười liềm thể hiện riêng biệt các đặc trưng khác nhau của đối tượng thứ nhất. Các khoảng cách từ các vị trí của hình mặt cười, hình tam giác, hình trụ, và hình trắng lười liềm tới các máy ghi hình tăng dần. Như được thể hiện trên Fig.10A-2, O^L là vị trí của máy ghi hình thứ nhất 102, O^R là vị trí của máy ghi hình thứ hai 103, và khoảng cách giữa O^L và O^R là T (cụ thể là, độ dài thứ nhất).

Như được thể hiện trên Fig.10A-2, máy ghi hình thứ nhất 102 thu thập hình ảnh A, và máy ghi hình thứ hai 103 thu thập hình ảnh B. Tọa độ của hình trắng lười liềm trên trục x của hệ tọa độ với O_1 (góc trên bên trái của hình ảnh A) làm gốc tọa độ (mà được gọi ngắn gọn là hệ tọa độ L) là x_{L1} , tọa độ của hình trụ trên đường trục x của hệ tọa độ L là x_{L2} , tọa độ của tam giác trên đường trục x của hệ tọa độ L là x_{L3} , và tọa độ của hình mặt cười trên đường trục x của hệ tọa độ L là x_{L4} . Tọa độ của hình trắng lười liềm trên trục x của hệ tọa độ với O_r (góc trên bên trái của hình ảnh B) làm gốc tọa độ (mà được gọi ngắn gọn là hệ tọa độ R) là x_{R1} , tọa độ của hình trụ trên đường trục x của hệ tọa độ R là x_{R2} , tọa độ của tam giác trên đường trục x của hệ tọa độ R là x_{R3} , và tọa độ của hình mặt cười trên đường trục x của hệ tọa độ R là x_{R4} .

Thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 đối với hình trắng lười liềm là d_1 , và $d_1 = x_{L1} - x_{R1}$. Thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho hình trụ là d_2 , và $d_2 = x_{L2} - x_{R2}$. Thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho hình tam giác là d_3 , và $d_3 = x_{L3} -$

x_{R3} . Thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho hình hình mặt cười là $d4$, và $d4 = x_{L4} - x_{R4}$.

Theo phương án này của sáng chế, hình mặt cười được thể hiện trên FIG.10A-2 được sử dụng như một ví dụ ở đây để mô tả thị sai $d4$ ($d4 = x_{L4} - x_{R4}$) giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho hình mặt cười.

Như được thể hiện trên Fig.10B, các tọa độ của hình mặt cười được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 trong hệ tọa độ của hình ảnh A là (x_{L4}, y) , và các tọa độ của hình mặt cười được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103 trong hệ tọa độ của hình ảnh B là (x_{R4}, y) . Như được thể hiện trên Fig.10B, sự chênh lệch giữa các tọa độ (x_{L4}, y) và các tọa độ (x_{R4}, y) trên trục x là $d4$, trong đó $d4 = x_{L4} - x_{R4}$, tức là, thị sai $d4$ giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho hình mặt cười là bằng $x_{L4} - x_{R4}$.

$d1 < d2 < d3 < d4$. Độ sâu Z của mỗi đặc trưng (cụ thể là, điểm mà đặc trưng được định vị ở đó) của đối tượng thứ nhất là tỷ lệ nghịch với thị sai d giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 đối với điểm này. Do đó, hình vẽ dạng giản lược của quan hệ giữa thị sai d và độ sâu z có thể thu được, như được thể hiện trên Fig.10C. Như được thể hiện trên Fig.10C, khi thị sai d tăng dần, thì độ sâu z giảm dần.

Tóm lại, thiết bị điện tử 100 trước tiên có thể tính toán thị sai d giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho đặc trưng của đối tượng thứ nhất; sau đó tính toán độ sâu Z của điểm mà đặc trưng được định vị ở đó dựa trên thị sai d của đặc trưng, độ dài thứ nhất T, và độ dài tiêu cự thấu kính f; và sau đó thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên độ sâu của nhiều điểm. Cụ thể là, như được thể hiện trên Fig.9, S203 được thể hiện trên Fig.2 có thể bao gồm S203a và S203b.

S203a. Thiết bị điện tử 100 tính toán thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho nhiều đặc trưng thứ nhất trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, trong đó các đặc trưng thứ nhất là các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai.

Số lượng của các đặc trưng kết cấu của đối tượng thứ nhất có thể được tăng lên khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng mà được phát bởi bộ phát hồng ngoại 101 được

rọi lên đối tượng thứ nhất. Ví dụ, giả sử rằng đối tượng thứ nhất là khuôn mặt người 1101 được thể hiện trên Fig.11(a), và ánh sáng hồng ngoại 1102 được thể hiện trên FIG.11(b) mà được phát bởi bộ phát hồng ngoại 101 bao gồm vết sáng được thể hiện trên Fig.7C. Sau khi ánh sáng hồng ngoại 1102 phát bởi bộ phát hồng ngoại 101 được rọi lên khuôn mặt 1101, khuôn mặt 1103 mà vết sáng được rọi lên đó có thể thu được, như được thể hiện trên Fig.11(c). So với khuôn mặt 1101, khuôn mặt 1103 mà vết sáng được rọi lên đó có nhiều đặc trưng kết cấu hơn.

Độ chênh lệch nằm ở chỗ, các điểm mà các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh của khuôn mặt 1103 được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 (cụ thể là, thông tin hình ảnh thứ nhất) và thông tin hình ảnh của khuôn mặt 1103 được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103 (cụ thể là, thông tin hình ảnh thứ hai) nằm ở đó là ở các vị trí khác nhau trên trục x của hệ tọa độ, tức là, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thị sai.

Thiết bị điện tử 100 có thể nhận dạng thông tin hình ảnh thứ nhất được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và thông tin hình ảnh thứ hai được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103, và xác định các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai. Các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai có thể bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ nhất và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất. Cụ thể là, theo phương án này của sáng chế, khi xác định đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, thiết bị điện tử 100 không chỉ có thể nhận dạng đặc trưng giống nhau của đối tượng thứ nhất trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, mà còn có thể nhận dạng đặc trưng giống nhau nằm trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai và nằm giữa các đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất. Tức là, khi nhận dạng đặc trưng giống nhau trong hai đoạn thông tin hình ảnh, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác định dựa trên đặc trưng của đối tượng thứ nhất hoặc đặc trưng kết cấu, hoặc có thể thực hiện việc xác định bằng cách kết hợp hai đặc trưng. Ví dụ, nếu việc xác định có thể được thực hiện dựa trên chỉ đặc trưng của đối tượng thứ nhất hoặc chỉ đặc trưng kết cấu riêng biệt, thì hai đặc trưng không cần được kết hợp. Khi khó xác định hoặc

không thể xác định, dựa trên đặc trưng của đối tượng thứ nhất, xem đặc trưng có là đặc trưng giống nhau hay không, thì nó có thể được xác định, dựa trên cả đặc trưng kết cấu và đặc trưng của đối tượng thứ nhất, cho dù đặc trưng này có thể là đặc trưng giống nhau hay không.

Khi ánh sáng nhìn thấy là tương đối mạnh vào ban ngày, đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất là hầu như không nhìn thấy trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Tuy nhiên, do ánh sáng nhìn thấy là tương đối mạnh, đặc trưng của đối tượng thứ nhất là tương đối nổi bật khi ánh sáng nhìn thấy được rọi lên đối tượng thứ nhất. Trong trường hợp này, khi nhận dạng đặc trưng giống nhau trong hai đoạn thông tin hình ảnh, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác định dựa trên đặc trưng của đối tượng thứ nhất.

Cần lưu ý rằng, mặc dù các vết lõm đốm trong mạng vết lõm đốm nêu trên có thể có hình dạng giống nhau (ví dụ, mạng vết lõm đốm bao gồm nhiều chấm), nhưng các vị trí của các vết lõm đốm trong mạng vết lõm đốm là khác nhau. Do đó, thiết bị điện tử 100 có thể nhận dạng, dựa trên mạng vết lõm đốm và các vị trí của các vết lõm đốm trong mạng vết lõm đốm, đặc trưng giống nhau được biểu diễn bởi các vết lõm đốm của hình dạng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai.

Theo một số phương án thực hiện, nhiều đặc trưng thứ nhất bao gồm tất cả các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai. Thiết bị điện tử 100 có thể nhận dạng tất cả các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, và sau đó thực hiện bước S203b cho mỗi đặc trưng để tính toán độ sâu của đặc trưng, để thu được thông tin độ sâu của đối tượng mục tiêu.

Theo một số phương án thực hiện khác, nhiều đặc trưng thứ nhất là một số đặc trưng trong số các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai. Theo phương án này, thiết bị điện tử 100 có thể chọn nhiều đặc trưng thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất dựa trên tần số đặc trưng định trước, sau đó tìm kiếm thông tin hình ảnh thứ hai cho các đặc trưng mà giống với nhiều đặc trưng thứ nhất, và cuối cùng thực hiện bước S203b đối với mỗi đặc trưng thứ nhất để tính

toán độ sâu của đặc trưng thứ nhất, để thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

Tần số đặc trưng có thể là số lượng của các đặc trưng thứ nhất giống nhau mà xuất hiện ở vùng định trước. Tần số đặc trưng, được phản ánh trên hình ảnh, có thể là khoảng cách (được gọi là khoảng cách đặc trưng) giữa hai đặc trưng thứ nhất liên kế được chọn bởi thiết bị điện tử 100. Phương pháp để chọn, bởi thiết bị điện tử 100, nhiều đặc trưng thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất dựa trên tần số đặc trưng định trước có thể bao gồm: Thiết bị điện tử 100 chọn một đặc trưng thứ nhất từ tất cả các đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất ở khoảng thời gian của một khoảng cách đặc trưng. Theo cách thay thế, thiết bị điện tử 100 có thể chọn một số đặc trưng thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất một cách ngẫu nhiên hoặc ở khoảng thời gian.

Nói cách khác, thiết bị điện tử 100 không cần tính toán độ sâu của điểm mà mỗi đặc trưng trong số các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai được định vị ở đó, nhưng chọn một đặc trưng ở khoảng thời gian của một khoảng cách đặc trưng, và tính toán độ sâu của điểm mà đặc trưng được chọn được định vị ở đó.

Ví dụ, theo phương án này của sáng chế, đặc trưng có chu kỳ nêu trên được mô tả ở đây bằng cách sử dụng đặc trưng kết cấu nằm trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất như một ví dụ.

Như được thể hiện trên Fig.12, khoảng cách đặc trưng có thể là khoảng cách giữa vết lốm đốm 1201 và vết lốm đốm 1202, hoặc khoảng cách giữa vết lốm đốm 1202 và vết lốm đốm 1204, hoặc khoảng cách giữa vết lốm đốm 1204 và vết lốm đốm 1203, hoặc khoảng cách giữa vết lốm đốm 1201 và vết lốm đốm 1203. Như được thể hiện trên Fig.12, theo phương án này của sáng chế, cách đánh dấu các vết lốm đốm đen được sử dụng để thể hiện một số đặc trưng thứ nhất trong các đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất. Nói cách khác, các vết lốm đốm được đánh dấu màu đen được thể hiện trên Fig.12 là một số đặc trưng thứ nhất.

Một số vết lốm đốm trong mạng vết lốm đốm có thể có hình dạng giống nhau (ví dụ, mạng vết lốm đốm bao gồm nhiều chấm). Mặc dù thiết bị điện tử 100 có thể

phân biệt giữa các vết lõm đốm khác nhau dựa trên các vị trí của các vết lõm đốm trong mạng vết lõm đốm, thiết bị điện tử 100 mất thời gian tương đối lâu để phân biệt giữa các vết lõm đốm khác nhau dựa trên các vị trí của các vết lõm đốm trong mạng vết lõm đốm, và sự tiêu thụ năng lượng của thiết bị điện tử 100 bị lãng phí. Khoảng cách đặc trưng được sử dụng khi thiết bị điện tử 100 chọn đặc trưng thứ nhất có thể nhỏ hơn hoặc bằng khoảng lặp lại của các mạng vết lõm đốm trong nhiều vết sáng. Nói cách khác, tần số đặc trưng lớn hơn hoặc bằng tần số lặp của các mạng vết lõm đốm trong nhiều vết sáng. Theo cách này, có thể đảm bảo được rằng hai đặc trưng thứ nhất liên tiếp được chọn bởi thiết bị điện tử 100 từ thông tin hình ảnh thứ nhất tương ứng với các vết lõm đốm trong các mạng vết lõm đốm khác nhau, sao cho thiết bị điện tử 100 có thể phân biệt giữa hai đặc trưng thứ nhất liên tiếp. Điều này có thể làm giảm khả năng về lỗi đối chiếu đặc trưng, và cải thiện độ chính xác của thông tin độ sâu được tính toán bởi thiết bị điện tử 100.

S203b. Đối với mỗi đặc trưng thứ nhất, thiết bị điện tử 100 tính toán độ sâu của điểm mà đặc trưng thứ nhất được định vị ở đó bằng cách sử dụng công thức (2) và dựa trên thị sai d giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 đối với đặc trưng thứ nhất, độ dài thứ nhất T , và độ dài tiêu cự thấu kính f , để thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

Công thức 2 là
$$Z = \frac{f \times T}{d}.$$

theo phương án này của sáng chế, thiết bị điện tử 100 có thể phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng, bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại 101. Theo cách này, các hình ảnh của đối tượng thứ nhất mà được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể không chỉ bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ nhất, mà còn bao gồm đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rơi lên đối tượng thứ nhất. Tức là, số lượng của các đặc trưng trong các hình ảnh của đối tượng thứ nhất mà được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể được tăng. Sau khi số lượng của các đặc trưng trong các hình ảnh của đối tượng thứ nhất mà được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 được tăng lên, thiết bị điện tử 100 có thể nhận dạng chính xác hơn đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ

nhất 102 và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ hai 103, xác định thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 cho đặc trưng giống nhau, và tính toán độ sâu của điểm mà ở đó mỗi đặc trưng được định vị, để thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất. Điều này có thể cải thiện độ chính xác của thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất mà được tính toán bởi thiết bị điện tử 100.

Cần lưu ý rằng các phương án nêu trên được mô tả bằng cách sử dụng một ví dụ trong đó độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất 102 là bằng với độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai 103. Tuy nhiên, theo cách thực hiện khác, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất 102, theo cách thay thế, có thể là khác với độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai 103. Khi các độ dài tiêu cự thấu kính của hai máy ghi hình là khác nhau, công thức để tính toán độ sâu Z nêu trên được điều chỉnh để tính toán chiều sâu. Công thức tính toán cụ thể có thể là công thức trong lĩnh vực kỹ thuật đã biết.

S204. Thiết bị điện tử 100 thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

Ngoài ra, trước khi thiết bị điện tử 100 thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất, thiết bị điện tử 100 trước tiên có thể xác định liệu thông tin hình ảnh thứ nhất có bao gồm hình ảnh khuôn mặt hay không. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.1F, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc phát hiện khuôn mặt trong TA nhận dạng khuôn mặt 214. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất bao gồm hình ảnh khuôn mặt, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S204. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không bao gồm hình ảnh khuôn mặt, thì việc xác minh danh tính người dùng được thực hiện bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất là thất bại, và thiết bị điện tử 100 có thể thu thập lại thông tin hình ảnh của đối tượng thứ nhất, thay vì tiếp tục thực hiện việc xác minh danh tính người dùng bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất. Theo cách này, lượng tính toán của thiết bị điện tử 100 có thể được giảm, và sự tiêu thụ năng lượng của thiết bị điện tử 100 có thể được giảm.

Thiết bị điện tử 100 có thể xác định, thông qua định vị của các điểm chính, liệu thông tin hình ảnh thứ nhất có bao gồm hình ảnh khuôn mặt hay không. Ví dụ, các

điểm chính có thể bao gồm các đặc trưng mà khớp với các đặc trưng của các cơ quan như mũi, miệng, và mắt của một người. Tức là, thiết bị điện tử 100 có thể xác định, bằng cách xác định xem thông tin hình ảnh thứ nhất có bao gồm hình ảnh các đặc trưng của các cơ quan như mũi, miệng, và mắt của người hay không, liệu thông tin hình ảnh thứ nhất có bao gồm hình ảnh khuôn mặt hay không.

Ngoài ra, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất bao gồm hình ảnh khuôn mặt, trước khi thực hiện việc xác minh danh tính người dùng, thiết bị điện tử 100 có thể xác định xem đáng điệu của khuôn mặt được hiển thị trong hình ảnh khuôn mặt trong thông tin hình ảnh thứ nhất có đáp ứng yêu cầu định trước hay không. Ví dụ, yêu cầu định trước có thể là yêu cầu sao cho đáng điệu của khuôn mặt được hiển thị trong hình ảnh khuôn mặt trong thông tin hình ảnh thứ nhất là mặt trước hoặc mặt bên mà góc của nó với mặt trước nhỏ hơn giá trị cụ thể. Nói chung, hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử 100 và được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt là hình ảnh để ghi lại mặt trước hoặc nhiều mặt bên mà các góc của nó với mặt trước nhỏ hơn giá trị cụ thể. Do đó, việc xác minh danh tính người dùng được thực hiện bởi thiết bị điện tử 100 bằng cách sử dụng hình ảnh hai chiều mà đáp ứng yêu cầu định trước có thể thành công. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S204.

Nếu đáng điệu của khuôn mặt được hiển thị trong hình ảnh khuôn mặt trong thông tin hình ảnh thứ nhất không đáp ứng yêu cầu định trước, thì việc xác minh danh tính người dùng được thực hiện bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất là thất bại. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử 100 có thể thu thập lại thông tin hình ảnh của đối tượng thứ nhất, thay vì tiếp tục sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng. Theo cách này, lượng tính toán của thiết bị điện tử 100 có thể được giảm, và sự tiêu thụ năng lượng của thiết bị điện tử 100 có thể được giảm.

Ngoài ra, trước khi thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất, thiết bị điện tử 100 có thể còn xác định xem chất lượng hình ảnh của thông tin hình ảnh thứ nhất có cao hơn hoặc bằng ngưỡng chất lượng thứ hai hay không. Nếu chất lượng hình ảnh của thông tin hình ảnh thứ nhất cao hơn hoặc bằng ngưỡng chất lượng thứ hai, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S204. Nếu chất

lượng hình ảnh của thông tin hình ảnh thứ nhất thấp hơn ngưỡng chất lượng thứ hai, xác minh danh tính người dùng được thực hiện bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất thất bại, và thiết bị điện tử 100 có thể thu thập lại thông tin hình ảnh của đối tượng thứ nhất, thay vì tiếp tục thực hiện việc xác minh danh tính người dùng bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất. Theo cách này, lượng tính toán của thiết bị điện tử 100 có thể được giảm, và sự tiêu thụ năng lượng của thiết bị điện tử 100 có thể được giảm.

Theo một số phương án thực hiện, việc nhận dạng khuôn mặt được thực hiện bởi thiết bị điện tử 100 có thể bao gồm xác thực hình ảnh hai chiều và xác thực chống giả mạo độ sâu. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.1F, TA nhận dạng khuôn mặt 214 không chỉ bao gồm tách đặc trưng và so sánh đặc trưng (cụ thể là, xác thực hình ảnh hai chiều), mà còn bao gồm việc phát hiện đối tượng sống (ví dụ, xác thực chống giả mạo độ sâu). Cụ thể là, như được thể hiện trên FIG.13, S204 được thể hiện trên FIG.2 có thể bao gồm các bước S1301 đến S1304.

S1301. Thiết bị điện tử 100 so sánh thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu.

Hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử 100 và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng. Ví dụ, hình ảnh ban đầu có thể là mẫu khuôn mặt trong RPMB 215 được thể hiện trên FIG.1F. Thiết bị điện tử 100 có thể so sánh thông tin hình ảnh thứ nhất với mẫu khuôn mặt trong RPMB 215 được thể hiện trên FIG.1F, để xác định xem thông tin hình ảnh thứ nhất có khớp với mẫu khuôn mặt hay không.

Theo một số phương án thực hiện, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện tách đặc trưng trong TA nhận dạng khuôn mặt 214 trong FIG.1F, để tách đặc trưng khuôn mặt trong thông tin hình ảnh thứ nhất. Theo cách tương ứng, mẫu khuôn mặt trong RPMB 215 được thể hiện trên FIG.1F có thể bao gồm đặc trưng khuôn mặt của hình ảnh ban đầu được ghi nhận bởi thiết bị điện tử 100. Thiết bị điện tử 100 có thể so sánh đặc trưng khuôn mặt được tách từ thông tin hình ảnh thứ nhất với mẫu khuôn mặt trong RPMB 215 được thể hiện trên FIG.1F, để xác định xem đặc trưng khuôn mặt đã được tách có khớp với mẫu khuôn mặt hay không.

Cụ thể là, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, nó chỉ

báo rằng thông tin hình ảnh thứ nhất bao gồm hình ảnh hai chiều của đối tượng (cụ thể là, đối tượng thứ hai) tương ứng với hình ảnh ban đầu khi thiết bị điện tử 100 ghi nhận hình ảnh ban đầu. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác thực chống giả mạo độ sâu trên thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất. Tức là, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1302.

Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, nó chỉ báo rằng thông tin hình ảnh thứ nhất không bao gồm hình ảnh hai chiều của đối tượng thứ hai. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử 100 có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng là thất bại, và thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1304.

S1302. Thiết bị điện tử 100 xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không.

Ánh xạ độ sâu thu được bằng thực hiện bước S203 bởi thiết bị điện tử 100 là ánh xạ độ sâu bao gồm thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất (ví dụ, khuôn mặt). Ngoài thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất, ánh xạ độ sâu còn bao gồm thông tin độ sâu của hình nền. Thiết bị điện tử 100 có thể đánh dấu các độ sâu của đặc trưng khuôn mặt trên ánh xạ độ sâu. Thiết bị điện tử 100 có thể xác định xem nhiều độ sâu đã được đánh dấu của đặc trưng khuôn mặt (cụ thể là, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất) có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không.

Theo cách thay thế, thiết bị điện tử 100 có thể tách các độ sâu của đặc trưng khuôn mặt từ ánh xạ độ sâu, để thu được ánh xạ độ sâu khuôn mặt. Ánh xạ độ sâu khuôn mặt bao gồm nhiều độ sâu của đặc trưng khuôn mặt (cụ thể là, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất). Sau đó, thiết bị điện tử 100 có thể xác định xem các độ sâu của đặc trưng khuôn mặt có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không.

Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, nó chỉ báo rằng đối tượng thứ nhất mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử 100 là khuôn mặt thật thay vì bức ảnh chứa hình ảnh khuôn mặt hai chiều, và thiết bị điện tử 100 có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng là thành công. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1303.

Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, nó chỉ báo rằng đối tượng thứ nhất mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử 100 không là khuôn mặt thật. Đối tượng thứ nhất có thể là bức ảnh chứa hình ảnh

khuôn mặt hai chiều. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử 100 có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng là thất bại, và thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1304.

S1303. Thiết bị điện tử 100 hiển thị giao diện người dùng đồ họa mà thu được sau khi việc xác minh danh tính người dùng là thành công.

Ví dụ, trong trường hợp mở khóa dựa trên khuôn mặt, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1303 để hiển thị giao diện người dùng đồ họa thu được sau khi thiết bị điện tử 100 được mở khóa. Ví dụ, khi thiết bị điện tử 100 là điện thoại di động, sau khi xác minh danh tính người dùng thành công, điện thoại di động có thể hiển thị màn hình chính (cụ thể là, màn hình nền) của điện thoại di động. Màn hình chính bao gồm các biểu tượng của nhiều ứng dụng được cài đặt trên điện thoại di động, hoặc điện thoại di động có thể hiển thị giao diện mà được hiển thị trước khi điện thoại di động bị khóa. Trong trường hợp thanh toán dựa trên khuôn mặt, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1303 để hiển thị giao diện người dùng đồ họa chỉ báo rằng việc thanh toán là thành công. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.3(c), nếu việc xác minh danh tính người dùng là thành công, thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị giao diện thanh toán thành công 304. Giao diện thanh toán thành công 304 bao gồm thông tin nhắc 305 "Đơn hàng đã được thanh toán!".

S1304. Thiết bị điện tử 100 gửi thông tin nhắc thứ hai. Thông tin nhắc thứ hai được sử dụng để nhắc rằng việc xác minh danh tính người dùng là thất bại.

Theo một số phương án thực hiện, thông tin nhắc thứ hai có thể là một hoặc nhiều thông tin trong số thông tin nhắc bằng tiếng nói, thông tin nhắc bằng văn bản, và thông tin nhắc bằng báo hiệu rung. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.3(d), nếu việc xác minh danh tính người dùng là thất bại, thiết bị điện tử 100 có thể gửi thông tin nhắc thứ hai 306 "Khuôn mặt không được nhận dạng. Thử lại bằng cách sử dụng khuôn mặt đúng!"

Cần lưu ý rằng thứ tự thực hiện bước S1301 và S1302 bởi thiết bị điện tử 100 có thể được xác định bởi CA nhận dạng khuôn mặt trong quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 được thể hiện trên FIG.1F. CA nhận dạng khuôn mặt trong quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 được thể hiện trên FIG.1F có thể xác định một cách ngẫu nhiên thứ tự thực hiện bước S1301 và S1302 bởi thiết bị điện tử 100. Theo cách thay thế,

thứ tự thực hiện bước S1301 và S1302 bởi thiết bị điện tử 100 có thể được tạo cấu hình trước trong thiết bị điện tử 100.

Theo một số phương án thực hiện khác, thứ tự thực hiện bước S1301 và S1302 bởi thiết bị điện tử 100 không bị giới hạn. Ví dụ, trước tiên thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1302. Sau bước S1302, nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì bước S1304 sẽ được thực hiện. Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì bước S1301 sẽ được thực hiện. Sau bước S1301, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, thì bước S1303 sẽ được thực hiện. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, thì bước S1304 sẽ được thực hiện.

Theo ví dụ khác, thiết bị điện tử 100 có thể đồng thời thực hiện bước S1301 và S1302. Theo phương án này, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1303. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, hoặc thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1304.

Theo phương pháp nhận dạng khuôn mặt mà được đề xuất theo phương án thực hiện này của sáng chế, khi thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt, thiết bị điện tử 100 không chỉ cần xác định xem hình ảnh hai chiều của đối tượng có khớp với hình ảnh khuôn mặt hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử 100 và được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt hay không, mà còn cần xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không, tức là, xác định liệu hình ảnh hai chiều của đối tượng có là hình ảnh của khuôn mặt thật hay không. Thông tin độ sâu của bức ảnh không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật. Do đó, theo phương pháp theo các phương án của sáng chế, việc xác minh danh tính người dùng được thực hiện bởi thiết bị điện tử 100 trên bức ảnh là thất bại, khiến cho thông tin trong thiết bị điện tử có thể được ngăn không bị lộ, hoặc có thể loại bỏ được việc mất tài sản cho người dùng, nhờ đó đảm bảo việc bảo mật thông tin của thiết bị điện tử, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Đối tượng thứ nhất có thể là mô hình đầu của đối tượng thứ hai. Đối tượng thứ

hai là đối tượng mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử 100 khi thiết bị điện tử 100 ghi nhận hình ảnh hai chiều (hình ảnh ban đầu) được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt. Tức là, hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều của đối tượng thứ hai. Thông tin độ sâu của mô hình đầu của đối tượng thứ hai là tương tự ở mức cao với thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai (ví dụ, khuôn mặt thật). Do đó, sau khi xác thực hình ảnh hai chiều và xác thực chống giả mạo độ sâu, thiết bị điện tử 100 có thể không nhận ra rằng đối tượng thứ nhất không là khuôn mặt thật.

Dựa trên điều này, theo một số phương án thực hiện khác, nhận dạng khuôn mặt được thực hiện bởi thiết bị điện tử 100 có thể không chỉ bao gồm xác thực hình ảnh hai chiều và xác thực chống giả mạo độ sâu, mà còn bao gồm xác thực chống giả mạo hồng ngoại. Ví dụ, việc phát hiện đối tượng sống được thể hiện trên FIG.1F không chỉ bao gồm xác thực chống giả mạo độ sâu, mà còn bao gồm xác thực chống giả mạo hồng ngoại.

Nguyên lý của việc xác thực chống giả mạo hồng ngoại là như sau: Có sự khác biệt đáng kể giữa các hình ảnh của mô hình đầu và khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại. Theo phương án này của sáng chế, xác thực chống giả mạo hồng ngoại có thể được thực hiện trên thông tin hình ảnh thứ nhất dựa trên đặc trưng này.

Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.14, sau bước S1302 được thể hiện trên FIG.13, phương pháp theo phương án này của sáng chế có thể còn bao gồm bước S1401. Sau bước S1401, phương pháp theo phương án này của sáng chế có thể còn bao gồm bước S1303 hoặc S1304.

S1401. Thiết bị điện tử 100 xác định xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không.

Nếu đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, nó chỉ báo rằng đối tượng thứ nhất mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử 100 là khuôn mặt thật thay vì bức ảnh chứa hình ảnh khuôn mặt hai chiều, và thiết bị điện tử 100 có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng là thành công. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1303.

Nếu đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với đặc trưng của

khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, nó chỉ báo rằng đối tượng thứ nhất mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử 100 không là khuôn mặt thật. Đối tượng thứ nhất có thể là mô hình đầu. Trong trường hợp này, thiết bị điện tử 100 có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng là thất bại, và thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1304.

Theo một số phương án thực hiện, mẫu khuôn mặt trong RPMB 215 là hình ảnh RGB được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba 104 (cụ thể là, máy ghi hình RGB). Trong trường hợp này, thông tin hình ảnh thứ nhất ở bước S1301 và S1401 có thể được thay thế bằng hình ảnh RGB.

Cần lưu ý rằng thứ tự thực hiện bước S1301, S1302 và S1401 bởi thiết bị điện tử 100 có thể được xác định bởi CA nhận dạng khuôn mặt trong quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 được thể hiện trên FIG.1F. CA nhận dạng khuôn mặt trong quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 được thể hiện trên FIG.1F có thể xác định một cách ngẫu nhiên thứ tự thực hiện bước S1301, S1302 và S1401 bởi thiết bị điện tử 100. Theo cách thay thế, thứ tự thực hiện bước S1301, S1302, và S1401 bởi thiết bị điện tử 100 có thể được tạo cấu hình trước trong thiết bị điện tử 100.

Theo một số phương án thực hiện khác, thứ tự thực hiện bước S1301, S1302, và S1401 bởi thiết bị điện tử 100 không bị giới hạn. Ví dụ, trước tiên thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1302. Sau bước S1302, nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì bước S1304 sẽ được thực hiện. Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì bước S1301 sẽ được thực hiện. Sau bước S1301, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, thì bước S1304 sẽ được thực hiện. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, thì bước S1401 sẽ được thực hiện. Sau bước S1401, nếu đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì bước S1303 sẽ được thực hiện. Nếu đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì bước S1304 sẽ được thực hiện.

Theo ví dụ khác, trước tiên thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1401. Sau bước S1401, nếu đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì bước S1304 sẽ được thực

hiện. Nếu đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì bước S1301 sẽ được thực hiện. Sau bước S1301, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, thì bước S1304 sẽ được thực hiện. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, thì bước S1302 sẽ được thực hiện. Sau bước S1302, nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì bước S1303 sẽ được thực hiện. Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì bước S1304 sẽ được thực hiện.

Theo một số phương án thực hiện khác, thiết bị điện tử 100 có thể đồng thời thực hiện bước S1301, S1302, và S1401. Theo phương án này, nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có độ sâu đặc trưng của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1303. Nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1304.

Theo phương án này của sáng chế, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác minh danh tính người dùng thông qua việc nhận dạng ba lần: nhận dạng hình ảnh hai chiều, xác thực chống giả mạo độ sâu, và xác thực chống giả mạo hồng ngoại. Theo phương pháp theo phương án này của sáng chế, việc xác minh danh tính người dùng được thực hiện bởi thiết bị điện tử trên bức ảnh và mô hình đầu là thất bại, khiến cho thông tin trong thiết bị điện tử có thể được ngăn không bị lộ, hoặc có thể loại bỏ được việc mất tài sản cho người dùng, nhờ đó đảm bảo việc bảo mật thông tin của thiết bị điện tử, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Có thể hiểu rằng, trước khi thực hiện bước S201 đến S204, thiết bị điện tử 100 có thể ghi nhận hình ảnh hai chiều (cụ thể là, hình ảnh ban đầu) được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng. Trước bước S201, phương pháp theo phương án này của sáng chế có thể còn bao gồm bước S1501. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.15, trước bước S201 đến S204, phương pháp theo phương án này của sáng chế có

thể còn bao gồm bước S1501.

S1501. Thiết bị điện tử 100 hiển thị giao diện thứ nhất đáp ứng với lệnh thứ hai. Giao diện thứ nhất được sử dụng để ghi nhận hình ảnh hai chiều được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng.

Theo một số phương án thực hiện, thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị giao diện thứ nhất khi thiết bị điện tử 100 được bật nguồn trong thứ nhất thời gian, để hướng dẫn người dùng ghi nhận hình ảnh hai chiều mà được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng.

Theo một số phương án thực hiện khác, thiết bị điện tử 100 có thể nhận hoạt động gõ được thực hiện bởi người dùng trên biểu tượng ứng dụng "Các cài đặt", và hiển thị giao diện cài đặt. Thiết bị điện tử 100 có thể nhận hoạt động gõ (ví dụ, hoạt động gõ đơn) được thực hiện bởi người dùng trên tùy chọn bảo mật trong giao diện cài đặt. Tên gọi của tùy chọn bảo mật thay đổi với các thương hiệu và các mẫu thiết bị. Ví dụ, tùy chọn bảo mật có thể được gọi là tùy chọn "mặt khẩu khuôn mặt", tùy chọn "nhận dạng khuôn mặt", hoặc tương tự. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.16(a), thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị giao diện cài đặt 1601. Giao diện cài đặt 1601 bao gồm tùy chọn "mặt khẩu khuôn mặt" 1602 (cụ thể là, tùy chọn bảo mật). Hiển nhiên, giao diện cài đặt 1601 có thể còn bao gồm tùy chọn "chế độ máy bay", tùy chọn "Bluetooth", tùy chọn "mạng di động", tùy chọn "mặt khẩu bằng số", tùy chọn "mặt khẩu vân tay", và tùy chọn tương tự. Đối với các chức năng của các tùy chọn này, hãy xem các mô tả của các tùy chọn tương ứng trong giao diện cài đặt của thiết bị điện tử trong công nghệ thông thường. Ở đây các chi tiết không được mô tả theo phương án này của sáng chế.

Đáp ứng với hoạt động gõ (ví dụ, hoạt động gõ đơn) được thực hiện bởi người dùng trên tùy chọn bảo mật trong giao diện cài đặt, thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị giao diện nhập mật khẩu. Giao diện nhập mật khẩu được sử dụng để nhập mật khẩu bằng số (cụ thể là, mật khẩu màn hình khóa của thiết bị điện tử 100). Thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị giao diện cài đặt mật khẩu khuôn mặt chỉ sau khi việc xác thực trên mật khẩu bằng số thành công (cụ thể là, thiết bị điện tử 100 nhận mật khẩu khóa màn hình đúng). Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.16(b), thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị giao diện nhập mật khẩu 1603. Nếu thiết bị điện tử 100 nhận mật khẩu bằng số

được nhập bởi người dùng trong giao diện nhập mật khẩu 1603, và việc xác thực trên mật khẩu bằng số thành công, thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị giao diện cài đặt mật khẩu khuôn mặt 1604 được thể hiện trên FIG.16(c).

Giao diện cài đặt mật khẩu khuôn mặt 1604 bao gồm tùy chọn 1606 "thêm dữ liệu khuôn mặt". Thiết bị điện tử 100 có thể nhận hoạt động thứ hai (ví dụ, hoạt động gõ đơn) được thực hiện bởi người dùng trên tùy chọn 1606 "thêm dữ liệu khuôn mặt", và có thể hiển thị giao diện thứ nhất 1701 được thể hiện trên FIG.17(a). Giao diện thứ nhất 1701 được sử dụng để ghi nhận hình ảnh hai chiều được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng. Nếu mật khẩu khuôn mặt đã được thiết lập (cụ thể là, được ghi nhận) trong thiết bị điện tử 100, giao diện cài đặt mật khẩu khuôn mặt 1604 có thể còn bao gồm tùy chọn của mật khẩu khuôn mặt đã được ghi nhận, ví dụ, tùy chọn 1605 "dữ liệu khuôn mặt 1".

Giao diện thứ nhất 1701 có thể bao gồm hộp hiển thị hình ảnh khuôn mặt 1703. Hộp hiển thị hình ảnh khuôn mặt 1703 được tạo cấu hình để hiển thị hình ảnh khuôn mặt được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba 104. Giao diện thứ nhất 1701 có thể còn bao gồm thông tin nhắc mà được sử dụng để nhắc người dùng ghi nhận khuôn mặt ở chỗ đèn sáng và nhắc người dùng chú ý vào góc giữa khuôn mặt và thiết bị điện tử 100 khi người dùng ghi nhận khuôn mặt, ví dụ, "Giữ khuôn mặt bạn ở chỗ đèn sáng và quay mặt về điện thoại di động." 1702.

Có thể hiểu rằng, nếu thiết bị điện tử 100 nhận hoạt động thứ hai (ví dụ, hoạt động gõ đơn được thực hiện bởi người dùng trên tùy chọn 1606 "thêm dữ liệu khuôn mặt"), nó chỉ báo rằng người dùng có thể muốn ghi nhận dữ liệu khuôn mặt (cụ thể là, hình ảnh khuôn mặt hai chiều) được sử dụng để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt. Nói cách khác, hoạt động thứ hai có thể được sử dụng không chỉ để kích hoạt thiết bị điện tử 100 để hiển thị giao diện thứ nhất, mà còn kích hoạt thiết bị điện tử 100 để thực thi sự kiện thứ hai (ví dụ, bắt đầu ghi nhận dữ liệu khuôn mặt). Thiết bị điện tử 100 cần thực thi sự kiện thứ hai bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh (bao gồm hình ảnh hai chiều và thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai) của đối tượng thứ hai. Do đó, đáp ứng với hoạt động thứ hai, thiết bị điện tử 100 có thể thu được lệnh thứ hai, và lệnh thứ hai có thể kích hoạt thiết bị điện tử 100 để hiển thị giao diện thứ nhất và thu được hình ảnh hai chiều và thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai.

Theo một số phương án thực hiện, thiết bị điện tử 100 bao gồm máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103. Máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể dò đọc ánh sáng nhìn thấy. Máy ghi hình thứ nhất 102 có thể được sử dụng làm máy ghi hình sơ cấp. Thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị, trên màn hiển thị của thiết bị điện tử 100, thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình sơ cấp dưới ánh sáng nhìn thấy. Ngoài ra, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể còn dò đọc ánh sáng hồng ngoại, để kết hợp với máy chiếu hồng ngoại 101 nhằm cho phép thiết bị điện tử 100 tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất. Máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể có độ phân giải giống nhau hoặc các độ phân giải khác nhau. Ví dụ, máy ghi hình thứ nhất 102 có thể có độ phân giải cao, ví dụ, 12 megapixel, và máy ghi hình thứ hai 103 có thể có độ phân giải thấp, ví dụ, 2 megapixel. Khi máy ghi hình thứ nhất 102 có thể có độ phân giải cao, máy ghi hình thứ nhất 102 có thể được sử dụng trực tiếp để thực hiện hoạt động chụp ảnh. Cần lưu ý rằng khi hai máy ghi hình có đặc tả kỹ thuật giống nhau (bao gồm độ phân giải giống nhau), thông tin độ sâu thu được bằng có sử dụng hai máy ghi hình là tương đối chính xác.

Tuy nhiên, do máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 có thể dò đọc ánh sáng hồng ngoại, thông tin hình ảnh của đối tượng thứ nhất mà được thu thập bởi thiết bị điện tử 100 có thể là hơi đỏ. Trong trường hợp này, thông tin hình ảnh mà được thu thập bởi máy ghi hình sơ cấp (máy ghi hình thứ nhất 102 hoặc máy ghi hình thứ hai 103) và được hiển thị trên màn hiển thị của thiết bị điện tử 100 có thể là hơi đỏ. Điều này gây ảnh hưởng tới trải nghiệm thị giác của người dùng. Hình ảnh có màu hơi đỏ có thể được điều chỉnh và hiệu chỉnh để đạt được hiệu quả trong chế độ chụp ảnh bình thường.

Để tránh vấn đề là thông tin hình ảnh được hiển thị trên màn hiển thị của thiết bị điện tử 100 có màu hơi đỏ, theo một số phương án thực hiện khác, thiết bị điện tử 100 có thể không chỉ bao gồm máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103, mà còn bao gồm máy ghi hình thứ ba 104. Máy ghi hình thứ ba 104 là máy ghi hình RGB (cụ thể là, máy ghi hình RGB phổ biến). Máy ghi hình thứ ba 104 được tạo cấu hình để thu thập thông tin hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy. Máy ghi hình thứ ba 104 có thể được bố trí giữa máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103, hoặc

có thể được bố trí ở vị trí khác.

Theo phương án này, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 không chỉ có thể dò đọc ánh sáng nhìn thấy, mà còn có thể dò đọc ánh sáng hồng ngoại, tức là, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 không chỉ có thể thu thập thông tin hình ảnh trong ánh sáng hồng ngoại, mà còn có thể được tạo cấu hình để thu thập thông tin hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy. Tuy nhiên, thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 chỉ được sử dụng để tính toán thông tin độ sâu của đối tượng đã được chụp ảnh. Máy ghi hình thứ ba 104 được tạo cấu hình để thu thập thông tin hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy. Thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba 104 được sử dụng để được hiển thị trên màn hiển thị của thiết bị điện tử 100. Điều này có thể loại bỏ vấn đề là thông tin hình ảnh được hiển thị trên màn hiển thị của thiết bị điện tử 100 có màu hơi đỏ, và có thể đảm bảo trải nghiệm thị giác của người dùng. Cụ thể là, sau bước S1501, phương pháp theo phương án này của sáng chế có thể bao gồm bước S1502.

S1502. Đáp ứng với lệnh thứ hai của người dùng, thiết bị điện tử 100 phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại 101, thu thập hình ảnh RGB của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ ba 104, thu thập thông tin hình ảnh thứ ba của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất 102, và thu thập thông tin hình ảnh thứ tư của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai 103.

Đáp ứng với lệnh thứ hai, thiết bị điện tử 100 có thể bật máy chiếu hồng ngoại 101, và bật và khởi tạo máy ghi hình thứ nhất 102, máy ghi hình thứ hai 103 và máy ghi hình thứ ba 104. Sau khi thiết bị điện tử 100 bật máy chiếu hồng ngoại 101, máy chiếu hồng ngoại 101 có thể phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng. Sau khi thiết bị điện tử 100 bật và khởi tạo máy ghi hình thứ nhất 102, máy ghi hình thứ hai 103 và máy ghi hình thứ ba 104, máy ghi hình thứ nhất 10, máy ghi hình thứ hai 103 và máy ghi hình thứ ba 104 có thể thu thập thông tin hình ảnh của đối tượng (cụ thể là đối tượng thứ nhất).

Đáp ứng với lệnh thứ hai, thiết bị điện tử 100 có thể còn bật bộ cảm biến quang môi trường 105. Bộ cảm biến quang môi trường 105 có thể thu thập độ sáng của ánh sáng môi trường, và sau đó điều chỉnh thông số AE, thông số AF, và thông số AWB

của thiết bị điện tử dựa trên độ sáng của ánh sáng môi trường. Thiết bị điện tử 100 có thể ghi nhận thông số AE, thông số AF, và thông số AWB làm các thông số khởi tạo. Khi thực hiện bước S202, thiết bị điện tử 100 có thể khởi tạo máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103 bằng cách sử dụng các thông số khởi tạo. Nếu các thông số khởi tạo giống nhau của các máy ghi hình (ví dụ, máy ghi hình thứ nhất 102 và máy ghi hình thứ hai 103) được sử dụng khi các máy ghi hình thu thập các hình ảnh hai lần, các sai sót nhận dạng khuôn mặt gây ra bởi sự khác biệt tương đối lớn giữa các hình ảnh được thu thập hai lần do các thông số khởi tạo khác nhau có thể được giảm.

Ngoài ra, nếu độ sáng của ánh sáng môi trường được thu thập bởi bộ cảm biến quang môi trường 105 nhỏ hơn giá trị độ sáng định trước, thiết bị điện tử 100 có thể gửi thông tin nhắc thứ ba. Thông tin nhắc thứ ba được sử dụng để nhắc người dùng ghi nhận hình ảnh trong môi trường sáng.

Thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai. Thông tin hình ảnh thứ tư bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai.

S1503. Thiết bị điện tử 100 hiển thị giao diện thứ hai bao gồm hình ảnh RGB.

Máy ghi hình thứ ba 104 không thể dò đọc ánh sáng hồng ngoại, và hình ảnh RGB là hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba 104. Do đó, hình ảnh RGB được lưu trữ trong giao diện thứ hai của thiết bị điện tử 104 không thể hiện màu đỏ, và trải nghiệm thị giác của người dùng không bị ảnh hưởng. Ví dụ, giả sử rằng hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba 104 là hình ảnh khuôn mặt 1704 được thể hiện trên FIG.17(b). Như được thể hiện trên FIG.17(b), thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị hình ảnh khuôn mặt 1704 trong hộp hiển thị hình ảnh khuôn mặt 1703.

Cần lưu ý rằng, theo phương án này của sáng chế, khi ghi nhận hình ảnh khuôn mặt hai chiều, thiết bị điện tử 100 có thể nhắc người dùng di chuyển đầu theo hình tròn, để ghi nhận các đặc trưng khuôn mặt của người dùng từ các góc khác nhau. Ví dụ, thiết bị điện tử 100 có thể ghi nhận các đặc trưng khuôn mặt theo tám hướng bao gồm hướng thẳng đứng, các hướng hạ xuống, các hướng nâng cao, và các hướng nằm

ngang của hình dạng "*" mà được tạo ra bởi mặt trước và di chuyển đầu theo đường tròn.

S1504. Thiết bị điện tử 100 tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai dựa trên thông tin hình ảnh thứ ba, thông tin hình ảnh thứ tư, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai.

Đối với phương pháp để tính toán, bởi thiết bị điện tử 100, thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai dựa trên thông tin hình ảnh thứ ba, thông tin hình ảnh thứ tư, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai, hãy xem phần mô tả chi tiết của bước S203 theo phương án này của sáng chế. Ở đây các chi tiết không được mô tả lại theo phương án này của sáng chế.

Thứ tự thực hiện bước S1503 và S1504 bởi thiết bị điện tử 100 không bị giới hạn ở phương án thực hiện này của sáng chế. Ví dụ, trước tiên thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1504, và sau đó thực hiện bước S1503. Ví dụ, theo cách thay thế, trước tiên thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1503, và sau đó thực hiện bước S1504. Ví dụ, theo cách thay thế, thiết bị điện tử 100 có thể đồng thời thực hiện bước S1503 và S1504.

S1505. Thiết bị điện tử 100 xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không.

Đối với phương pháp xác định, bởi thiết bị điện tử 100, liệu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không, hãy xem phần mô tả chi tiết của bước S1302 theo phương án này của sáng chế. Ở đây các chi tiết không được mô tả lại theo phương án này của sáng chế.

Theo một số phương án thực hiện, nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thiết bị điện tử 100 có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại, và thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1510. Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thiết bị điện tử 100 có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công, và thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1507.

Theo một số phương án thực hiện khác, trước khi lưu trữ thông tin hình ảnh thứ

ba, thiết bị điện tử 100 có thể không chỉ thực hiện việc xác thực chống giả mạo độ sâu, mà còn thực hiện việc xác thực chống giả mạo hồng ngoại. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.15, sau bước S1505, nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thiết bị điện tử 100 có thể xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại, và thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1510. Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1506.

S1506. Thiết bị điện tử 100 xác định xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không.

Đối với phương pháp xác định, bởi thiết bị điện tử 100, xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không, hãy xem phần mô tả chi tiết của bước S1401 theo phương án này của sáng chế. Ở đây các chi tiết không được mô tả lại theo phương án này của sáng chế.

Cụ thể là, như được thể hiện trên FIG.15, nếu đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1507. Nếu đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, nó chỉ báo rằng đối tượng thứ nhất mà được chụp ảnh bởi thiết bị điện tử 100 không là khuôn mặt thật, và thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1508.

S1507. Thiết bị điện tử 100 lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba.

Thông tin hình ảnh thứ ba được lưu trữ trong thiết bị điện tử 100 là hình ảnh ban đầu được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng.

Để cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử 100 và bảo vệ hình ảnh ban đầu không bị đánh cắp, thiết bị điện tử 100 có thể lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba trong TEE của thiết bị điện tử. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.1F, mô hình khuôn mặt được lưu trữ trong TEE. Theo cách tương ứng, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất trong TEE của thiết bị điện tử. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.1F, ISP 211, mô đun tính toán độ sâu 213, TA nhận dạng khuôn mặt 214, và bộ phận tương tự có các yêu cầu bảo mật

tương đối cao, và có thể chạy trong TEE.

Nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị thông tin nhắc để chỉ báo rằng dữ liệu khuôn mặt được ghi nhận thành công. Ví dụ, như được thể hiện trên FIG.17(c), thiết bị điện tử 100 có thể hiển thị thông tin nhắc 1705 "dữ liệu khuôn mặt được nhập thành công. Bạn có thể mở khóa điện thoại di động bằng cách sử dụng khuôn mặt!"

Theo một số phương án thực hiện, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện bước S1507 để lưu trữ hình ảnh RGB được thu thập bởi máy ghi hình thứ ba 104 (cụ thể là, máy ghi hình RGB). Trong trường hợp này, hình ảnh RGB được lưu trữ trong thiết bị điện tử 100 là hình ảnh ban đầu được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng.

S1508. Thiết bị điện tử 100 gửi thông tin nhắc thứ nhất. Thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử 100 là không khả dụng.

Ví dụ, thông tin nhắc thứ nhất có thể là một hoặc nhiều thông tin trong số thông tin nhắc bằng tiếng nói, thông tin nhắc bằng văn bản, và thông tin nhắc bằng báo hiệu rung. Ví dụ, thiết bị điện tử 100 có thể gửi thông tin nhắc thứ nhất "Hình ảnh khuôn mặt là không khả dụng. Thử lại!"

Cần lưu ý rằng thứ tự thực hiện bước S1505 và S1506 bởi thiết bị điện tử 100 có thể được xác định bởi CA nhận dạng khuôn mặt trong quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 được thể hiện trên FIG.1F. CA nhận dạng khuôn mặt trong quy trình nhận dạng khuôn mặt 205 được thể hiện trên FIG.1F có thể xác định một cách ngẫu nhiên thứ tự thực hiện bước S1505 và S1506 bởi thiết bị điện tử 100. Theo cách thay thế, thứ tự thực hiện bước S1505 và S1506 bởi thiết bị điện tử 100 có thể được tạo cấu hình trước trong thiết bị điện tử 100. Theo một số phương án thực hiện khác, thứ tự thực hiện bước S1505 và S1506 bởi thiết bị điện tử 100 không bị giới hạn.

Theo các phương án của sáng chế, khi bước ghi nhận hình ảnh khuôn mặt hai chiều được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện hai mức xác thực chống giả mạo: xác thực chống giả mạo độ sâu

và xác thực chống giả mạo hồng ngoại trên hình ảnh khuôn mặt hai chiều. Theo cách này, xác suất để hình ảnh khuôn mặt hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử 100 và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng là bức ảnh hoặc hình ảnh khuôn mặt hai chiều của mô hình đầu có thể được giảm, nhờ đó đảm bảo tính bảo mật thông tin của thiết bị điện tử, và cải thiện hiệu quả bảo mật của thiết bị điện tử.

Theo một số phương án thực hiện, thiết bị điện tử 100 có thể bao gồm máy ghi hình RGB (cụ thể là, máy ghi hình thứ ba 104) và một máy ghi hình lưỡng dải (ví dụ, máy ghi hình thứ nhất 102). Trong ánh sáng tương đối mạnh vào ban ngày, cả máy ghi hình RGB và máy ghi hình lưỡng dải có thể thu thập thông tin hình ảnh của đối tượng thứ nhất trong ánh sáng nhìn thấy. Khi nhận dạng đặc trưng giống nhau trong hai đoạn thông tin hình ảnh, thiết bị điện tử 100 có thể thu được thông tin độ sâu dựa trên đặc trưng của đối tượng mục tiêu.

Theo phương án này, trong ánh sáng nhìn thấy tương đối yếu vào ban đêm, thiết bị điện tử 100 có thể chiếu sáng lên khuôn mặt thông qua sự bổ sung ánh sáng (ví dụ, bật đèn flash hoặc sử dụng màn hình để bổ sung ánh sáng), sao cho máy ghi hình RGB có thể thu thập số lượng tương đối lớn của các đặc trưng khuôn mặt. Ngoài ra, máy chiếu hồng ngoại 101 phát ánh sáng hồng ngoại, và máy ghi hình lưỡng dải có thể thu thập các đặc trưng khuôn mặt trong ánh sáng nhìn thấy và ánh sáng hồng ngoại. Thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác thực hình ảnh hai chiều dựa trên thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình RGB, thực hiện việc xác thực chống giả mạo độ sâu dựa trên thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình RGB và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình lưỡng dải, và thực hiện việc xác thực chống giả mạo hồng ngoại dựa trên thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình lưỡng dải. Trước tiên thiết bị đầu cuối có thể không bật máy chiếu hồng ngoại 101, mà trước tiên thực hiện việc xác thực chống giả mạo độ sâu dựa trên thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình RGB và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình lưỡng dải. Sau khi xác thực chống giả mạo độ sâu thành công, thiết bị đầu cuối bật máy chiếu hồng ngoại 101, và thực hiện việc xác thực chống giả mạo hồng ngoại dựa trên thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình lưỡng dải.

Theo phương án này, trong ánh sáng nhìn thấy tương đối yếu vào ban đêm, hình

ảnh được thu thập bởi máy ghi hình RGB bao gồm số lượng tương đối nhỏ của các đặc trưng của đối tượng thứ nhất. Dựa vào điều này, khi học đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thiết bị điện tử 100 có thể học ánh xạ độ sâu thu được thông qua sự tính toán dựa trên thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình RGB trong ánh sáng mạnh và thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình lưỡng dải trong ánh sáng mờ (trường hợp trong đó máy chiếu hồng ngoại 101 được bật trong ánh sáng mờ). Theo cách này, theo phương án này, khi thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt, thiết bị điện tử 100 có thể thực hiện việc xác thực chống giả mạo độ sâu bằng cách xác định xem thông tin độ sâu thu được thông qua sự tính toán dựa trên thông tin hình ảnh được thu thập bởi máy ghi hình RGB và máy ghi hình lưỡng dải có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật được học bởi thiết bị điện tử 100 hay không.

Theo các phương án nêu trên, máy chiếu hồng ngoại 101 có thể được thay thế bằng đèn LED hồng ngoại. Ánh sáng hồng ngoại được phát bởi đèn LED hồng ngoại có thể là ánh sáng hồng ngoại thuộc cùng loại với ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại 101. Sự khác biệt là ở chỗ đèn LED hồng ngoại phát ánh sáng hồng ngoại đồng đều thay vì vết sáng. Đèn LED hồng ngoại có thể được bật hoặc tắt trong ánh sáng nhìn thấy tương đối mạnh. Ngay cả nếu không có vết hồng ngoại, thông tin độ sâu có thể thu được nhờ ánh sáng tương đối mạnh. Đèn LED hồng ngoại được bật trong ánh sáng nhìn thấy tương đối yếu hoặc trong bóng tối vào ban đêm. Hai máy ghi hình lưỡng dải thu thập thông tin hình ảnh trong ánh sáng hồng ngoại, và có thể còn thu được thông tin độ sâu. Do không có vết hồng ngoại, đặc trưng trong thông tin hình ảnh thu được trong ánh sáng mờ có thể là không nổi bật, và do đó, thông tin độ sâu là không chính xác. Để cải thiện độ chính xác của thông tin độ sâu, đèn flash hoặc màn hình có thể được bật để bổ sung ánh sáng. Do đó, sau khi máy chiếu hồng ngoại 101 được thay thế bằng đèn LED hồng ngoại, thông tin độ sâu cũng có thể được thu vào mọi thời điểm trong ngày.

Có thể hiểu rằng, để thực hiện các chức năng nêu trên, thiết bị điện tử bao gồm các kết cấu phần cứng và/hoặc các môđun phần mềm tương ứng để thực hiện các chức năng. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng dễ dàng hiểu rằng, dựa vào các ví dụ được mô tả trong các phương án được mô tả trong sáng chế này, các bộ phận, các thuật toán, và các bước có thể được thực hiện bằng phần cứng hoặc dạng

kết hợp của phần cứng và phần mềm máy tính. Việc một chức năng được thực hiện bằng phần cứng hay phần cứng được điều khiển bằng phần mềm máy tính phụ thuộc vào các ứng dụng cụ thể và các điều kiện ràng buộc về mặt thiết kế của các giải pháp kỹ thuật. Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể sử dụng các phương pháp khác nhau để thực hiện các chức năng được mô tả đối với mỗi ứng dụng cụ thể, nhưng không nên coi rằng việc thực hiện vượt ngoài phạm vi của các phương án thực hiện của sáng chế.

Theo các phương án của sáng chế, thiết bị điện tử có thể được chia thành các môđun chức năng dựa trên các ví dụ về phương pháp nêu trên. Ví dụ, mỗi môđun chức năng có thể thu được thông qua sự phân chia dựa trên mỗi chức năng tương ứng, hoặc hai hoặc nhiều chức năng có thể được tích hợp vào trong một môđun xử lý. Môđun tích hợp có thể được thực hiện ở dạng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện ở dạng môđun chức năng phần mềm. Cần lưu ý rằng, theo phương án này của sáng chế, sự phân chia thành các môđun là một ví dụ, và chỉ là sự phân chia chức năng logic. Trong ứng dụng thực tế, cách phân chia khác có thể được sử dụng.

Khi cụm tích hợp được sử dụng, FIG.18 là hình vẽ kết cấu giản lược có thể có của thiết bị điện tử 1800 theo các phương án nêu trên. Thiết bị điện tử 1800 có thể bao gồm môđun xử lý 1801, môđun hiển thị 1802, môđun phát hồng ngoại 1803, môđun thu thập lưỡng dải 1804, môđun thu thập lưỡng dải 1805, và môđun thu thập RGB 1806. Theo cách tùy chọn, thiết bị điện tử 1800 có thể còn bao gồm môđun truyền thông, và môđun truyền thông bao gồm môđun Bluetooth, môđun Wi-Fi, và tương tự.

Môđun xử lý 1801 được cấu hình để điều khiển và quản lý hoạt động của thiết bị điện tử 1800. Môđun thu thập RGB 1806 được tạo cấu hình để thu thập hình ảnh của đối tượng mục tiêu trong ánh sáng nhìn thấy. Môđun hiển thị 1802 được tạo cấu hình để hiển thị hình ảnh được tạo ra bởi môđun xử lý 1801 và hình ảnh được thu thập bởi môđun thu thập RGB 1804. Môđun phát hồng ngoại 1803 được tạo cấu hình để phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng. Môđun thu thập lưỡng dải 1804 và môđun thu thập lưỡng dải 1805 được tạo cấu hình để thu thập hình ảnh của đối tượng mục tiêu trong ánh sáng nhìn thấy và hình ảnh của đối tượng mục tiêu trong ánh sáng hồng ngoại. Môđun truyền thông được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị điện tử 1800 khi truyền thông với thiết bị khác. Môđun xử lý 1801 còn được cấu hình để tính toán thông tin

độ sâu của đối tượng mục tiêu dựa trên hình ảnh được thu thập bởi môđun thu thập lưỡng dải 1804.

Cụ thể là, môđun xử lý 1801 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị điện tử 1800 khi thực hiện bước S201, S203, S203a, S203b, S204, S1301, S1302, S1304, S1401, S1501, S1502, các bước từ S1504 đến S1506 và S1508 theo phương án thực hiện của phương pháp nêu trên, và/hoặc quy trình khác của công nghệ được mô tả trong bản mô tả này. Ngoài ra, môđun hiển thị 1802 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị điện tử 1800 khi thực hiện bước S1303 và S1503 theo phương án thực hiện của phương pháp nêu trên, và/hoặc quy trình khác của công nghệ được mô tả trong bản mô tả này. Môđun phát hồng ngoại 1803 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị điện tử 1800 khi thực hiện hoạt động để "phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng" ở bước S202 theo phương án thực hiện của phương pháp nêu trên, và/hoặc được sử dụng trong quy trình khác của công nghệ được mô tả trong bản mô tả này. Môđun thu thập lưỡng dải 1804 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị điện tử 1800 khi thực hiện hoạt động để "thu thập thông tin hình ảnh thứ nhất" ở bước S202 theo phương án thực hiện của phương pháp nêu trên, và/hoặc quy trình khác của công nghệ được mô tả trong bản mô tả này. Môđun thu thập lưỡng dải 1805 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị điện tử 1800 khi thực hiện hoạt động để "thu thập thông tin hình ảnh thứ hai" ở bước S202 theo phương án thực hiện của phương pháp nêu trên, và/hoặc quy trình khác của công nghệ được mô tả trong bản mô tả này. Môđun thu thập RGB 1806 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị điện tử 1800 khi thu thập thông tin hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy, và/hoặc được sử dụng trong quy trình khác của công nghệ được mô tả trong bản mô tả này.

Hiển nhiên, các môđun đơn vị trong thiết bị điện tử 1800 bao gồm nhưng không bị giới hạn ở môđun xử lý 1801, môđun hiển thị 1802, môđun phát hồng ngoại 1803, môđun thu thập lưỡng dải 1804, môđun thu thập RGB 1806, và tương tự. Ví dụ, thiết bị điện tử 1800 có thể còn bao gồm môđun lưu trữ. Môđun lưu trữ được tạo cấu hình để lưu trữ mã chương trình và dữ liệu của thiết bị điện tử 1800. Ví dụ, môđun thu thập lưỡng dải 1805 có thể được tạo cấu hình để hỗ trợ thiết bị điện tử 1800 khi thực hiện bước S1507 theo phương án thực hiện của phương pháp nêu trên, và/hoặc quy trình khác của công nghệ được mô tả trong bản mô tả này.

Ví dụ, môđun xử lý 1801 có thể là bộ xử lý hoặc bộ điều khiển như cụm xử lý trung tâm (Central Processing Unit - CPU), bộ xử lý tín hiệu số (Digital Signal Processing- DSP), mạch tích hợp chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit - ASIC), mảng cổng khả lập trình dạng trường (field programmable gate array, FPGA) hoặc thiết bị logic có thể lập trình khác, thiết bị logic tranzito, thành phần phần cứng, hoặc sự kết hợp bất kỳ của chúng. Bộ xử lý có thể bao gồm bộ xử lý ứng dụng và bộ xử lý dải gốc. Bộ xử lý có thể thực hiện hoặc thực thi các khối logic, các môđun, và các mạch ví dụ khác nhau mà được mô tả dựa vào nội dung được bộc lộ trong đơn này. Theo cách khác, bộ xử lý có thể là sự kết hợp của các bộ xử lý thực hiện chức năng tính toán, ví dụ, sự kết hợp của một hoặc nhiều bộ vi xử lý, hoặc sự kết hợp của DSP và bộ vi xử lý. Môđun lưu trữ có thể là bộ nhớ.

Ví dụ, môđun xử lý 1801 là một hoặc nhiều bộ xử lý (ví dụ, bộ xử lý 110 được thể hiện trên FIG.1F), và môđun truyền thông bao gồm môđun truyền thông không dây (ví dụ, môđun truyền thông không dây 160 được thể hiện trên FIG.1F, trong đó môđun truyền thông không dây 160 bao gồm BT (cụ thể là, môđun Bluetooth) và WLAN (ví dụ, môđun Wi-Fi)). Môđun truyền thông không dây có thể được gọi là giao diện truyền thông. Môđun lưu trữ có thể là bộ nhớ (bộ nhớ trong 121 được thể hiện trên FIG.1F). Môđun hiển thị 1802 có thể là màn hiển thị (ví dụ, màn hiển thị 194 được thể hiện trên FIG.1F). Môđun phát hồng ngoại 1803 có thể là máy chiếu hồng ngoại (ví dụ, máy chiếu hồng ngoại 196 được thể hiện trên FIG.1F, cụ thể là, máy chiếu hồng ngoại 101 theo phương án nêu trên). Môđun thu thập lưỡng dải 1804 và môđun thu thập lưỡng dải 1805 có thể là hai máy ghi hình lưỡng dải (ví dụ, máy ghi hình lưỡng dải 193B (cụ thể là, máy ghi hình thứ nhất 102 theo phương án nêu trên) và máy ghi hình lưỡng dải 193C (cụ thể là, máy ghi hình thứ hai 103 theo phương án nêu trên) được thể hiện trên FIG.1F). Môđun thu thập RGB 1806 có thể là máy ghi hình EGB trong các máy ghi hình khác từ 1 đến N 193A được thể hiện trên FIG.1F, cụ thể là, máy ghi hình thứ ba 104 theo phương án nêu trên. Hai môđun thu thập lưỡng dải 1804 và môđun thu thập RGB 1806 được bố trí ở cùng một phía của thiết bị điện tử 100, ví dụ, phía trước hoặc phía sau. Thiết bị điện tử 1800 mà được đề xuất theo phương án thực hiện này của sáng chế có thể là thiết bị điện tử 100 được thể hiện trên FIG.1F. Một hoặc nhiều bộ xử lý, bộ nhớ, máy chiếu hồng ngoại, máy ghi hình thứ

nhất, máy ghi hình thứ hai, màn hiển thị, máy ghi hình thứ ba, và thiết bị tương tự có thể được nối, ví dụ, được nối bằng thông qua đường bus.

Theo một phương án, sáng chế còn đề xuất phương tiện lưu trữ của máy tính. Phương tiện lưu trữ máy tính lưu trữ mã chương trình máy tính. Khi bộ xử lý thực thi mã chương trình máy tính, thiết bị điện tử 1800 thực hiện các bước phương pháp liên quan trên hoặc FIG.2 hoặc FIG.9 để thực hiện phương pháp theo phương án nêu trên.

Một phương án thực hiện của sáng chế còn đề xuất sản phẩm chương trình máy tính. Khi sản phẩm chương trình máy tính được chạy trên máy tính, máy tính được phép thực hiện các bước phương pháp liên quan trên hoặc FIG.2 hoặc FIG.9 để thực hiện phương pháp theo phương án nêu trên.

Thiết bị điện tử 1800, phương tiện lưu trữ máy tính, hoặc sản phẩm chương trình máy tính được đề xuất trong các phương án thực hiện của sáng chế, mỗi đối tượng được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp tương ứng được đề xuất bên trên. Do đó, đối với các hiệu quả có lợi mà có thể đạt được bởi thiết bị điện tử 1200, phương tiện lưu trữ máy tính, và sản phẩm chương trình máy tính, tham chiếu đến các hiệu quả có lợi theo phương pháp tương ứng được đề cập đến bên trên. Các chi tiết không được mô tả lại ở đây.

Các mô tả của các phương án thực hiện nêu trên cho phép người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật hiểu rõ ràng rằng, nhằm mục đích thuận tiện và rút gọn phần mô tả, sự phân chia thành các môđun chức năng nêu trên được lấy làm một ví dụ để minh họa. Trong ứng dụng thực tế, các chức năng nêu trên có thể được cấp phát cho các môđun khác nhau để thực hiện dựa trên yêu cầu, tức là, cấu trúc bên trong của thiết bị được chia thành các môđun chức năng khác nhau để thực hiện tất cả hoặc một số trong số các chức năng đã được mô tả trên đây.

Theo một số phương án thực hiện được đề xuất theo sáng chế, cần hiểu rằng các thiết bị và các phương pháp được bộc lộ có thể được thực hiện theo các cách khác. Ví dụ, các phương án thiết bị được mô tả chỉ đơn thuần là các ví dụ. Ví dụ, cách chia thành các môđun hoặc các cụm chỉ là cách chia theo chức năng logic và có thể có cách chia khác trong quá trình thực hiện thực tế. Ví dụ, nhiều cụm hoặc bộ phận có thể được kết hợp hoặc được tích hợp vào thiết bị khác, hoặc một số đặc điểm có thể được bỏ qua hoặc không được thực hiện. Ngoài ra, các ghép nối tương hỗ hoặc các ghép nối

trực tiếp hoặc các kết nối truyền thông được hiển thị hoặc được thảo luận có thể được thực hiện thông qua một số giao diện. Các mối ghép hoặc các kết nối giao tiếp gián tiếp giữa các thiết bị hoặc các đơn vị là có thể được thực hiện về mặt điện, cơ học, hoặc các dạng khác.

Ngoài ra, các cụm chức năng theo các phương án của sáng chế có thể được tích hợp vào trong một cụm xử lý, hoặc mỗi cụm trong số các cụm có thể tồn tại một cách độc lập về mặt vật lý, hoặc hai hoặc nhiều cụm được tích hợp vào một cụm. Đơn vị hợp nhất được có thể được thực hiện dưới dạng phần cứng, hoặc có thể được thực hiện dưới dạng đơn vị chức năng phần mềm.

Khi bộ phận tích hợp được thực hiện ở dạng bộ phận chức năng phần mềm và được bán hoặc được sử dụng dưới dạng sản phẩm độc lập, bộ phận tích hợp có thể được lưu trữ trong phương tiện nhớ đọc được. Dựa trên hiểu biết này, các giải pháp kỹ thuật của sáng chế về cơ bản, hoặc một phần đóng góp vào tình trạng kỹ thuật, hoặc tất cả hoặc một số các giải pháp kỹ thuật có thể được thực hiện ở dạng sản phẩm phần mềm. Sản phẩm phần mềm này được lưu giữ trên phương tiện lưu trữ, và bao gồm một số chỉ dẫn để chỉ dẫn cho thiết bị máy tính (có thể là vi máy tính một chip đơn, chip, hoặc tương tự) hoặc bộ xử lý (processor) để thực hiện toàn bộ hoặc một số trong số các bước của các phương pháp đã được mô tả theo các phương án của sáng chế. Phương tiện lưu trữ nêu trên bao gồm các phương tiện bất kì mà có thể lưu trữ mã chương trình, chẳng hạn ổ flash USB, đĩa cứng tháo ra được, bộ nhớ ROM, đĩa từ, hoặc đĩa quang.

Phần mô tả sáng chế trên đây chỉ là các phương án thực hiện cụ thể của sáng chế này, nhưng không được dùng để giới hạn phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế này. Mọi phương án thay đổi hoặc phương án thay thế trong phạm vi kỹ thuật được mô tả trong sáng chế này sẽ nằm trong phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế này. Vì vậy, phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế này sẽ được xác định là phạm vi yêu cầu bảo hộ theo các điểm yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp nhận dạng khuôn mặt, trong đó phương pháp được áp dụng cho thiết bị điện tử, thiết bị điện tử bao gồm máy chiếu hồng ngoại, máy ghi hình thứ nhất, và máy ghi hình thứ hai, và khoảng cách giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai là độ dài thứ nhất; và phương pháp bao gồm các bước:

nhận, bởi thiết bị điện tử, lệnh thứ nhất của người dùng, trong đó lệnh thứ nhất được sử dụng để kích hoạt thiết bị điện tử để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt trên đối tượng thứ nhất;

đáp ứng với lệnh thứ nhất, phát, bởi thiết bị điện tử, ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại, thu thập thông tin hình ảnh thứ nhất của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất, và thu thập thông tin hình ảnh thứ hai của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai, trong đó mỗi thông tin trong số thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ nhất và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ nhất;

tính toán, bởi thiết bị điện tử, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất, thông tin hình ảnh thứ hai, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai; và

thực hiện, bởi thiết bị điện tử, việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thực hiện, bởi thiết bị điện tử, việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm:

so sánh, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu, trong đó hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng;

xác định, bởi thiết bị điện tử, xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không; và

nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì xác định, bởi thiết bị điện tử, rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công; hoặc

nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, hoặc thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì xác định, bởi thiết bị điện tử, rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thực hiện, bởi thiết bị điện tử, việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm:

so sánh, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu, trong đó hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng;

xác định, bởi thiết bị điện tử, xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không;

xác định, bởi thiết bị điện tử, xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không; và

nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì xác định, bởi thiết bị điện tử, rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công; hoặc

nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì xác định, bởi thiết bị điện tử, rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại.

4. Phương pháp theo điểm 2 hoặc 3, trong đó thiết bị điện tử còn bao gồm máy ghi hình thứ ba, máy ghi hình thứ ba là máy ghi hình RGB (red-green-blue: đỏ-xanh lục-xanh dương), và máy ghi hình thứ ba được tạo cấu hình để thu thập hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy; và

trước bước nhận, bởi thiết bị điện tử, lệnh thứ nhất của người dùng, phương pháp

này còn bao gồm các bước:

đáp ứng với lệnh thứ hai của người dùng, hiển thị, bởi thiết bị điện tử, giao diện thứ nhất, trong đó giao diện thứ nhất được sử dụng để ghi nhận hình ảnh hai chiều được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng, phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại, thu thập hình ảnh RGB của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ ba, và thu thập thông tin hình ảnh thứ ba của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất, trong đó thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai;

hiển thị, bởi thiết bị điện tử, hình ảnh RGB trong giao diện thứ nhất; và

lưu trữ, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ ba, trong đó thông tin hình ảnh thứ ba được lưu trữ trong thiết bị điện tử là hình ảnh ban đầu được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó phương pháp này còn bao gồm các bước:

đáp ứng với lệnh thứ hai, thu thập, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ tư của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai, trong đó thông tin hình ảnh thứ tư bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai;

tính toán, bởi thiết bị điện tử, thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai dựa trên thông tin hình ảnh thứ ba, thông tin hình ảnh thứ tư, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai; và

xác định, bởi thiết bị điện tử, xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không; và

bước lưu trữ, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm:

nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì lưu trữ, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ ba.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì gửi, bởi thiết bị điện tử, thông tin nhắc thứ nhất, trong đó thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử là

không khả dụng.

7. Phương pháp theo điểm 6, trong đó trước bước lưu trữ, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ ba, phương pháp này còn bao gồm các bước:

xác định, bởi thiết bị điện tử, xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không; và

bước lưu trữ, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ ba nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật bao gồm:

nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì lưu trữ, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ ba.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước:

nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì gửi, bởi thiết bị điện tử, thông tin nhắc thứ nhất, trong đó thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử là không khả dụng.

9. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 8, trong đó bước lưu trữ, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm:

lưu trữ, bởi thiết bị điện tử, thông tin hình ảnh thứ ba trong môi trường thực thi tin cậy (TEE: trusted execution environment) của thiết bị điện tử.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó bước thực hiện, bởi thiết bị điện tử, việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm:

thực hiện, bởi thiết bị điện tử, việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất trong TEE của thiết bị điện tử.

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, trong đó độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất là bằng với độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai.

12. Phương pháp theo điểm 11, trong đó bước tính toán, bởi thiết bị điện tử, thông tin

độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất, thông tin hình ảnh thứ hai, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai bao gồm:

tính toán, bởi thiết bị điện tử, thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai cho nhiều đặc trưng thứ nhất trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, trong đó các đặc trưng thứ nhất là các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai; và

tính toán, bởi thiết bị điện tử cho mỗi đặc trưng thứ nhất, độ sâu Z của điểm mà đặc trưng thứ nhất được định vị ở đó theo công thức sau đây dựa trên thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai cho đặc trưng thứ nhất, độ dài thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính, để thu được thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất:

$$Z = \frac{f \times T}{d}, \text{ trong đó:}$$

f là độ dài tiêu cự thấu kính, d là thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai cho đặc trưng thứ nhất, và T là độ dài thứ nhất.

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó trước bước tính toán, bởi thiết bị điện tử, thị sai giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai cho nhiều đặc trưng thứ nhất trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai, phương pháp này còn bao gồm bước:

chọn, bởi thiết bị điện tử, nhiều đặc trưng thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai dựa trên tần số đặc trưng định trước, trong đó:

nhiều đặc trưng thứ nhất là một số đặc trưng trong số các đặc trưng giống nhau trong thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bao gồm nhiều vết sáng, và nhiều vết sáng bao gồm nhiều nhóm mạng vết lốm đốm, trong đó:

một nhóm mạng vết lốm đốm bao gồm một hoặc nhiều mạng vết lốm đốm, và mạng vết lốm đốm là mảng vết lốm đốm bao gồm nhiều vết lốm đốm.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó ít nhất hai trong số nhiều nhóm mạng vết lốm đốm là khác nhau.

16. Phương pháp theo điểm 14 hoặc 15, trong đó nhóm mạng vết lốm đốm thứ nhất là nhóm bất kỳ trong số nhiều nhóm mạng vết lốm đốm, và ít nhất hai trong số nhiều

mạng vết lõm đốm có trong nhóm mạng vết lõm đốm thứ nhất là khác nhau.

17. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16, trong đó mạng vết lõm đốm thứ nhất là mạng bất kỳ trong số nhiều mạng vết lõm đốm; và

tất cả trong số nhiều vết lõm đốm trong mạng vết lõm đốm thứ nhất có hình dạng giống nhau, hoặc ít nhất hai trong số nhiều vết lõm đốm trong mạng vết lõm đốm thứ nhất có các hình dạng khác nhau.

18. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 17, trong đó thiết bị điện tử chọn nhiều đặc trưng thứ nhất từ thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai dựa trên tần số đặc trưng định trước; và

tần số đặc trưng lớn hơn hoặc bằng tần số lặp của các mạng vết lõm đốm trong nhiều vết sáng, trong đó:

tần số đặc trưng được biểu diễn bởi số lượng của các đặc trưng thứ nhất giống nhau mà được chọn bởi thiết bị điện tử từ hình ảnh với vùng định trước, và tần số lặp được biểu diễn bởi số lượng của các mạng vết lõm đốm giống nhau mà xuất hiện ở vùng định trước.

19. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 18, trong đó mỗi mặt trong số hai mặt của mỗi thấu kính của máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai bao gồm lớp phủ chống phản xạ, và mỗi bộ lọc trong các bộ lọc ánh sáng của máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai bao gồm lớp phủ gương; và

lớp phủ chống phản xạ được sử dụng để tăng hệ số truyền của ánh sáng hồng ngoại, và lớp phủ gương được sử dụng để lọc bỏ ánh sáng khác với ánh sáng hồng ngoại và ánh sáng nhìn thấy, và tăng hệ số truyền của ánh sáng hồng ngoại.

20. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 19, trong đó độ dài thứ nhất nằm trong khoảng từ 20 milimét đến 30 milimét.

21. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 20, trong đó ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại là ánh sáng hồng ngoại 890 nm đến 990 nm.

22. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 21, trong đó ánh sáng hồng ngoại được phát bởi máy chiếu hồng ngoại là ánh sáng hồng ngoại 940 nm.

23. Thiết bị điện tử, trong đó thiết bị điện tử bao gồm: một hoặc nhiều bộ xử lý, bộ nhớ, máy chiếu hồng ngoại, máy ghi hình thứ nhất, và máy ghi hình thứ hai, khoảng

cách giữa máy ghi hình thứ nhất và máy ghi hình thứ hai là độ dài thứ nhất, bộ nhớ, máy chiếu hồng ngoại, máy ghi hình thứ nhất, và máy ghi hình thứ hai được nối với bộ xử lý, và bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ thông tin;

bộ xử lý được tạo cấu hình để nhận lệnh thứ nhất của người dùng, trong đó lệnh thứ nhất được sử dụng để kích hoạt thiết bị điện tử để thực hiện việc nhận dạng khuôn mặt trên đối tượng thứ nhất;

bộ xử lý còn được tạo cấu hình để: đáp ứng với lệnh thứ nhất, phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại, thu thập thông tin hình ảnh thứ nhất của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất, và thu thập thông tin hình ảnh thứ hai của đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai, trong đó mỗi thông tin trong số thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin hình ảnh thứ hai bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ nhất và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rơi lên đối tượng thứ nhất;

bộ xử lý còn được cấu hình để tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất dựa trên thông tin hình ảnh thứ nhất, thông tin hình ảnh thứ hai, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai; và

bộ xử lý còn được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất.

24. Thiết bị điện tử theo điểm 23, trong đó việc bộ xử lý được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm:

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

so sánh thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu, trong đó hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng;

xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không; và

nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì xác định rằng việc

xác minh danh tính người dùng thành công; hoặc

nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, hoặc thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại.

25. Thiết bị điện tử theo điểm 23, trong đó việc bộ xử lý còn được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm:

bộ xử lý được tạo cấu hình để:

so sánh thông tin hình ảnh thứ nhất với hình ảnh ban đầu, trong đó hình ảnh ban đầu là hình ảnh hai chiều mà được lưu trữ trong thiết bị điện tử và được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng;

xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không;

xác định xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không; và

nếu thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thành công; hoặc

nếu thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với hình ảnh ban đầu, thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ nhất không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì xác định rằng việc xác minh danh tính người dùng thất bại.

26. Thiết bị điện tử theo điểm 24 hoặc 25, trong đó thiết bị điện tử còn bao gồm máy ghi hình thứ ba và màn hiển thị, máy ghi hình thứ ba là máy ghi hình RGB (red-green-blue: đỏ-xanh lục-xanh dương), và máy ghi hình thứ ba được tạo cấu hình để thu thập hình ảnh trong ánh sáng nhìn thấy; và

màn hiển thị được tạo cấu hình để: trước khi bộ xử lý nhận lệnh thứ nhất, hiển thị giao diện thứ nhất đáp ứng với lệnh thứ hai, trong đó giao diện thứ nhất được sử dụng để ghi nhận hình ảnh hai chiều mà được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính

người dùng;

bộ xử lý còn được cấu hình để: đáp ứng với lệnh thứ hai, phát ánh sáng hồng ngoại với vết sáng bằng cách sử dụng máy chiếu hồng ngoại, thu thập hình ảnh RGB của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ ba, và thu thập thông tin hình ảnh thứ ba của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ nhất, trong đó thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai;

màn hiển thị còn được cấu hình để hiển thị hình ảnh RGB trong giao diện thứ nhất; và

bộ nhớ còn được cấu hình để lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba, trong đó thông tin hình ảnh thứ ba được lưu trữ trong bộ nhớ là hình ảnh ban đầu được sử dụng để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng.

27. Thiết bị điện tử theo điểm 26, trong đó bộ xử lý còn được cấu hình để: đáp ứng với lệnh thứ hai, thu thập thông tin hình ảnh thứ tư của đối tượng thứ hai bằng cách sử dụng máy ghi hình thứ hai, trong đó thông tin hình ảnh thứ tư bao gồm đặc trưng của đối tượng thứ hai và đặc trưng kết cấu được tạo ra khi ánh sáng hồng ngoại với vết sáng được rọi lên đối tượng thứ hai;

bộ xử lý còn được cấu hình để tính toán thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai dựa trên thông tin hình ảnh thứ ba, thông tin hình ảnh thứ tư, độ dài thứ nhất, độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ nhất, và độ dài tiêu cự thấu kính của máy ghi hình thứ hai;

bộ xử lý còn được cấu hình để xác định xem thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật hay không; và

việc bộ nhớ được tạo cấu hình để lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba bao gồm:

bộ nhớ được tạo cấu hình để: nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba.

28. Thiết bị điện tử theo điểm 27, trong đó bộ xử lý còn được cấu hình để: nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, thì gửi thông tin nhắc thứ nhất, trong đó thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử là không khả dụng.

29. Thiết bị điện tử theo điểm 28, trong đó bộ xử lý còn được cấu hình để: trước khi

bộ xử lý lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba, xác định xem đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba có khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại hay không; và

bộ nhớ được tạo cấu hình cụ thể để: nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, và đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba.

30. Thiết bị điện tử theo điểm 29, trong đó bộ xử lý còn được cấu hình để: nếu thông tin độ sâu của đối tượng thứ hai không có đặc trưng độ sâu của khuôn mặt thật, hoặc đặc trưng trong thông tin hình ảnh thứ ba không khớp với đặc trưng của khuôn mặt thật trong ánh sáng hồng ngoại, thì gửi thông tin nhắc thứ nhất, trong đó thông tin nhắc thứ nhất được sử dụng để chỉ báo rằng hình ảnh được ghi nhận bởi thiết bị điện tử là không khả dụng.

31. Thiết bị điện tử theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 26 đến 30, trong đó bộ nhớ được tạo cấu hình cụ thể để lưu trữ thông tin hình ảnh thứ ba trong môi trường thực thi tin cậy (TEE) của thiết bị điện tử.

32. Thiết bị điện tử theo điểm 31, trong đó việc bộ xử lý còn được cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất bao gồm:

bộ xử lý được tạo cấu hình để thực hiện việc xác minh danh tính người dùng trên đối tượng thứ nhất bằng cách sử dụng thông tin hình ảnh thứ nhất và thông tin độ sâu của đối tượng thứ nhất trong TEE của thiết bị điện tử.

33. Phương tiện lưu trữ máy tính, bao gồm lệnh máy tính, trong đó khi lệnh máy tính được chạy trên thiết bị điện tử, thiết bị điện tử được phép thực hiện phương pháp nhận dạng khuôn mặt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 22.

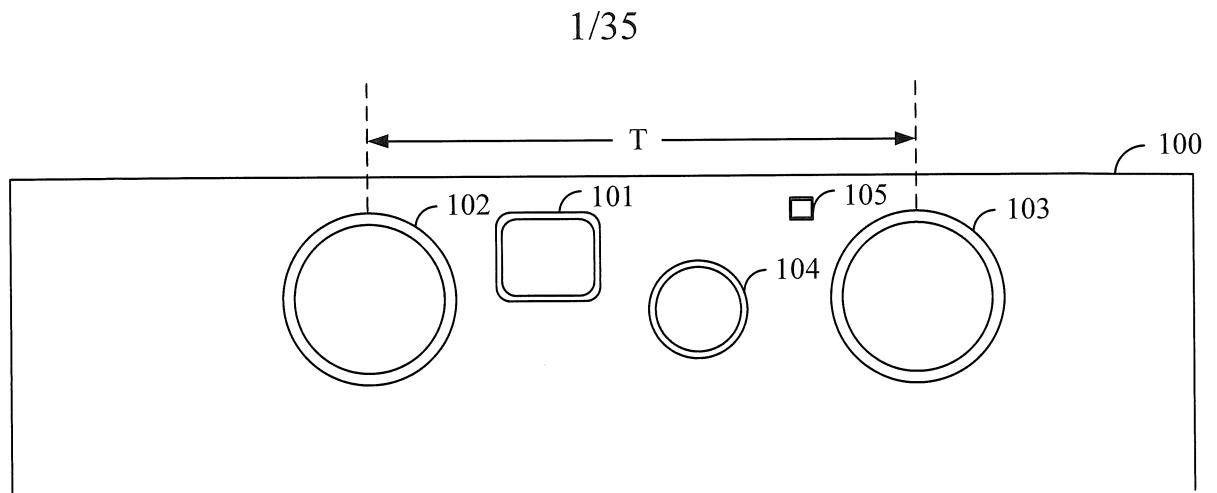


FIG. 1A

2/35

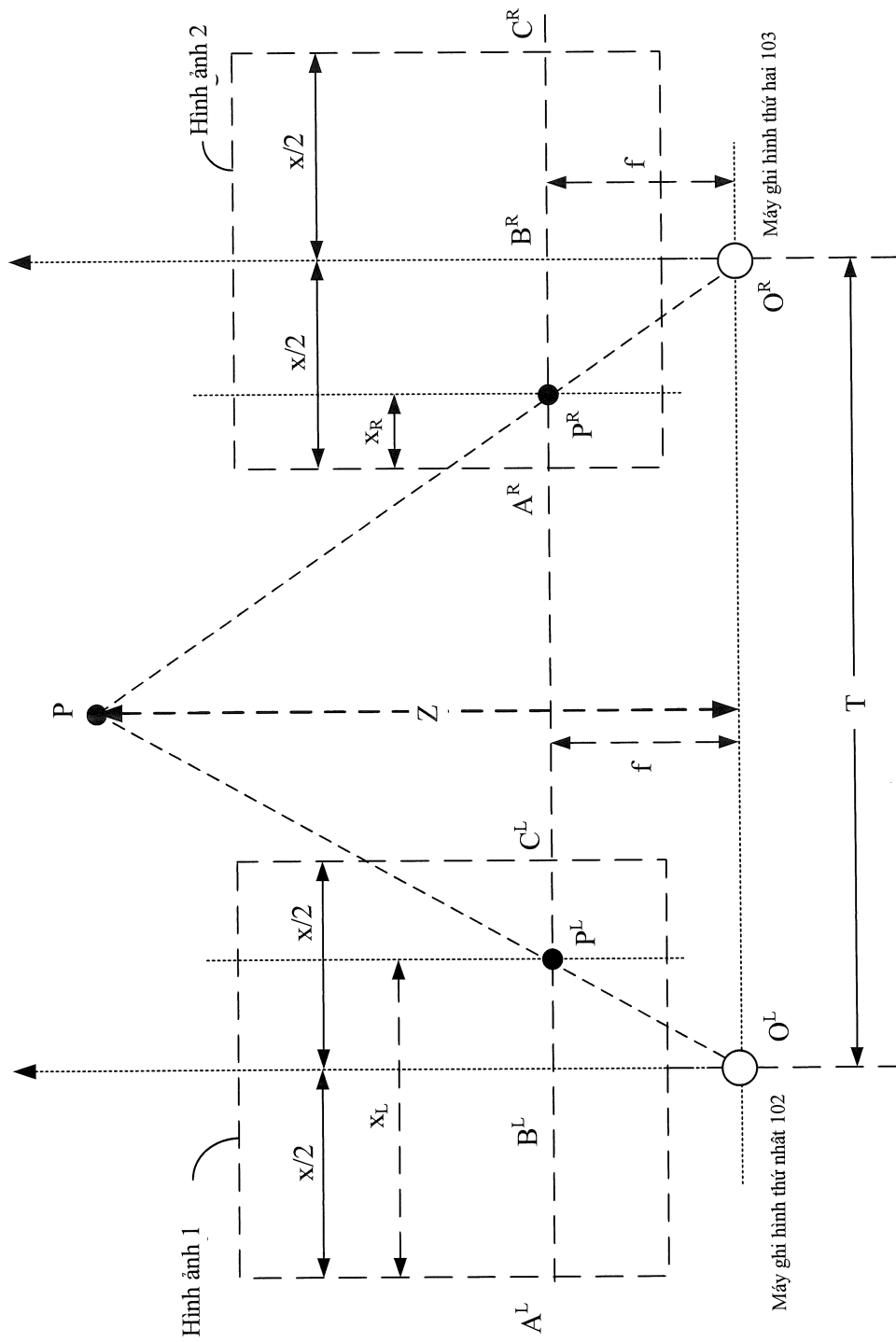


FIG. 1B

3/35

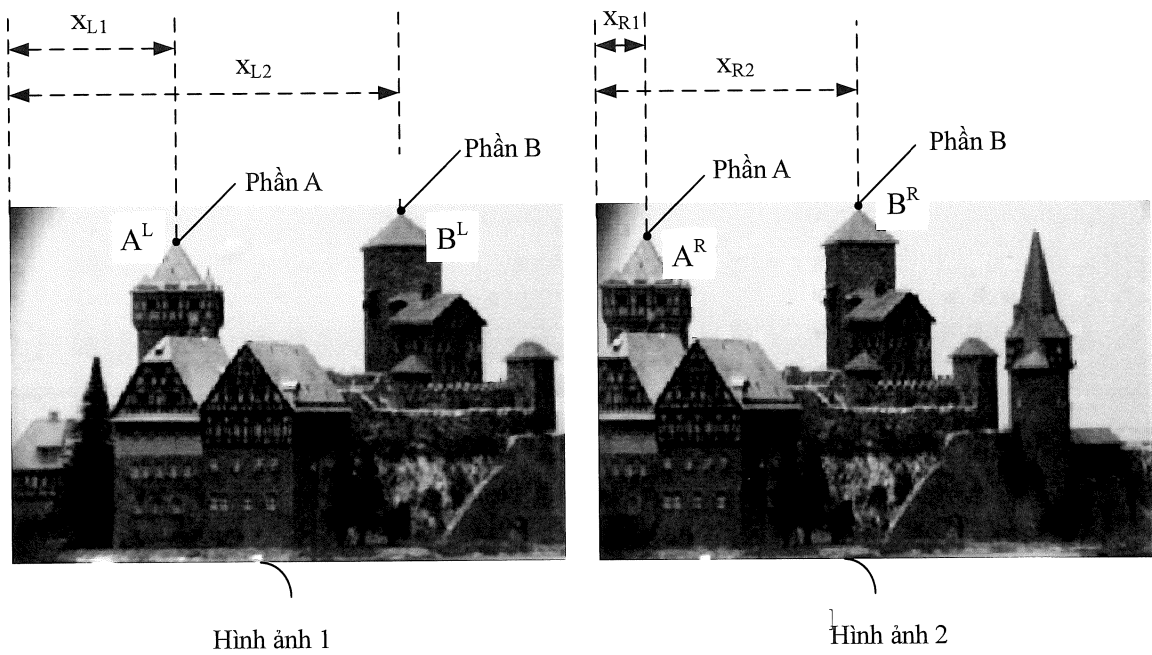


FIG. 1C

4/35

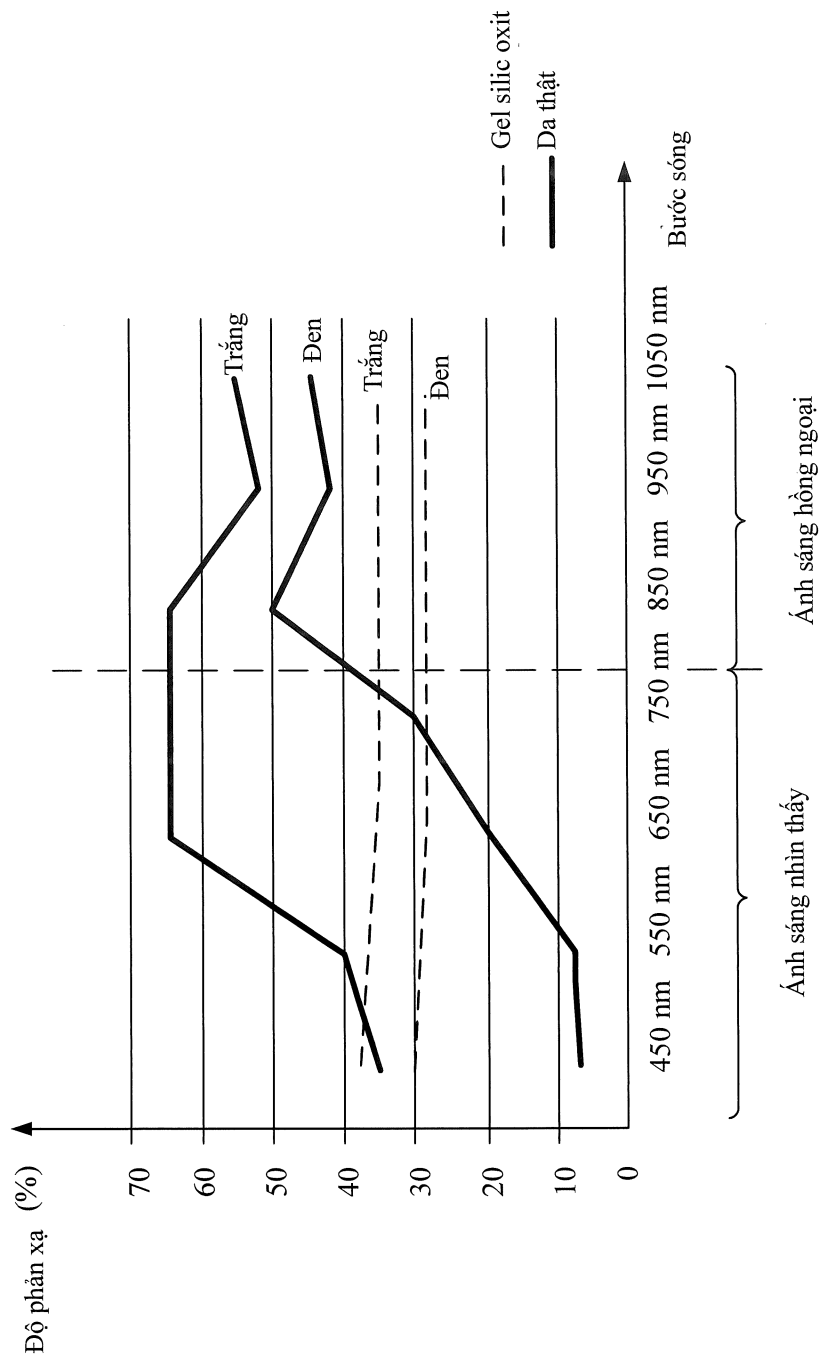


FIG. 1D

5/35

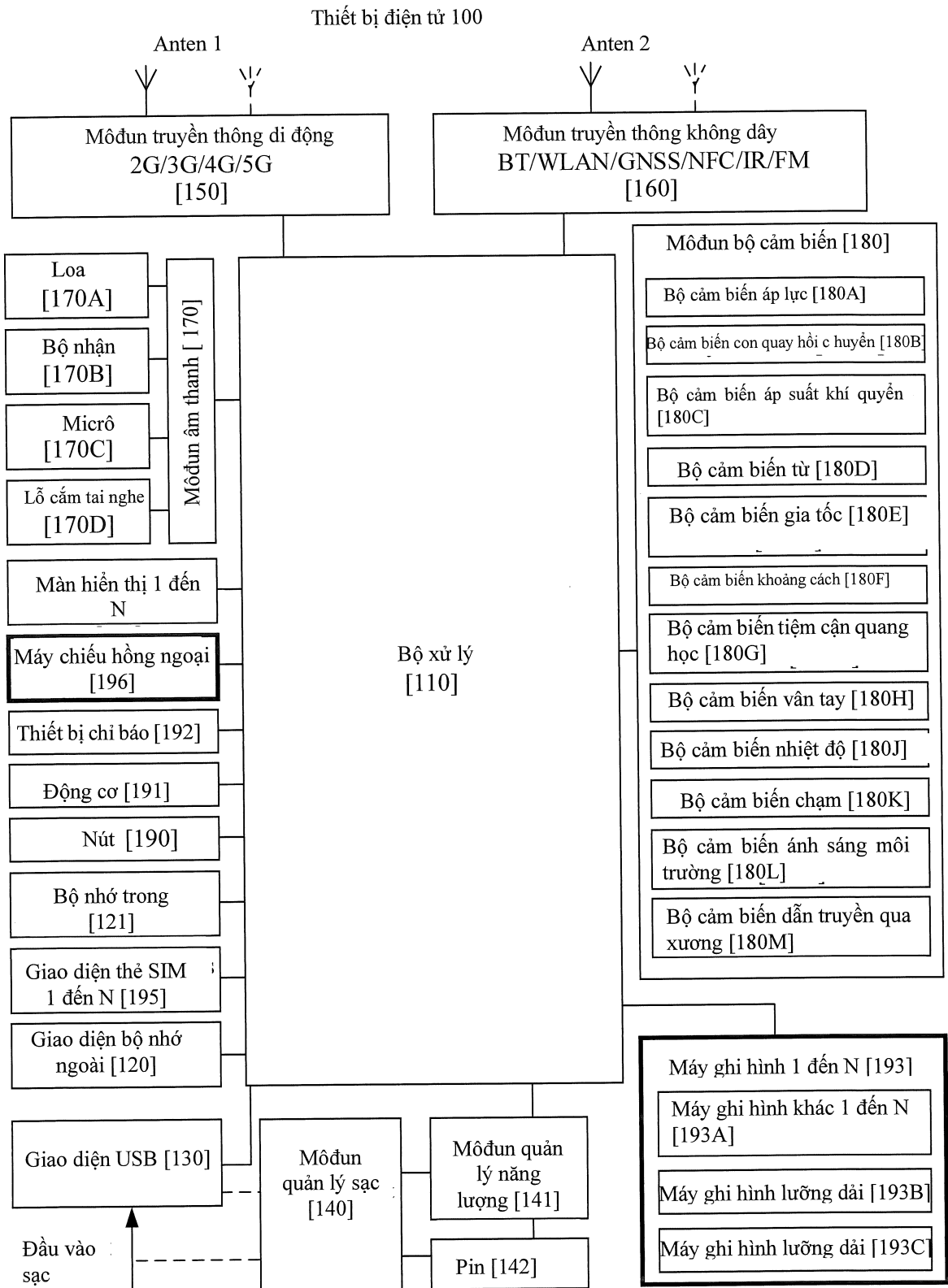


FIG. 1E

6/35

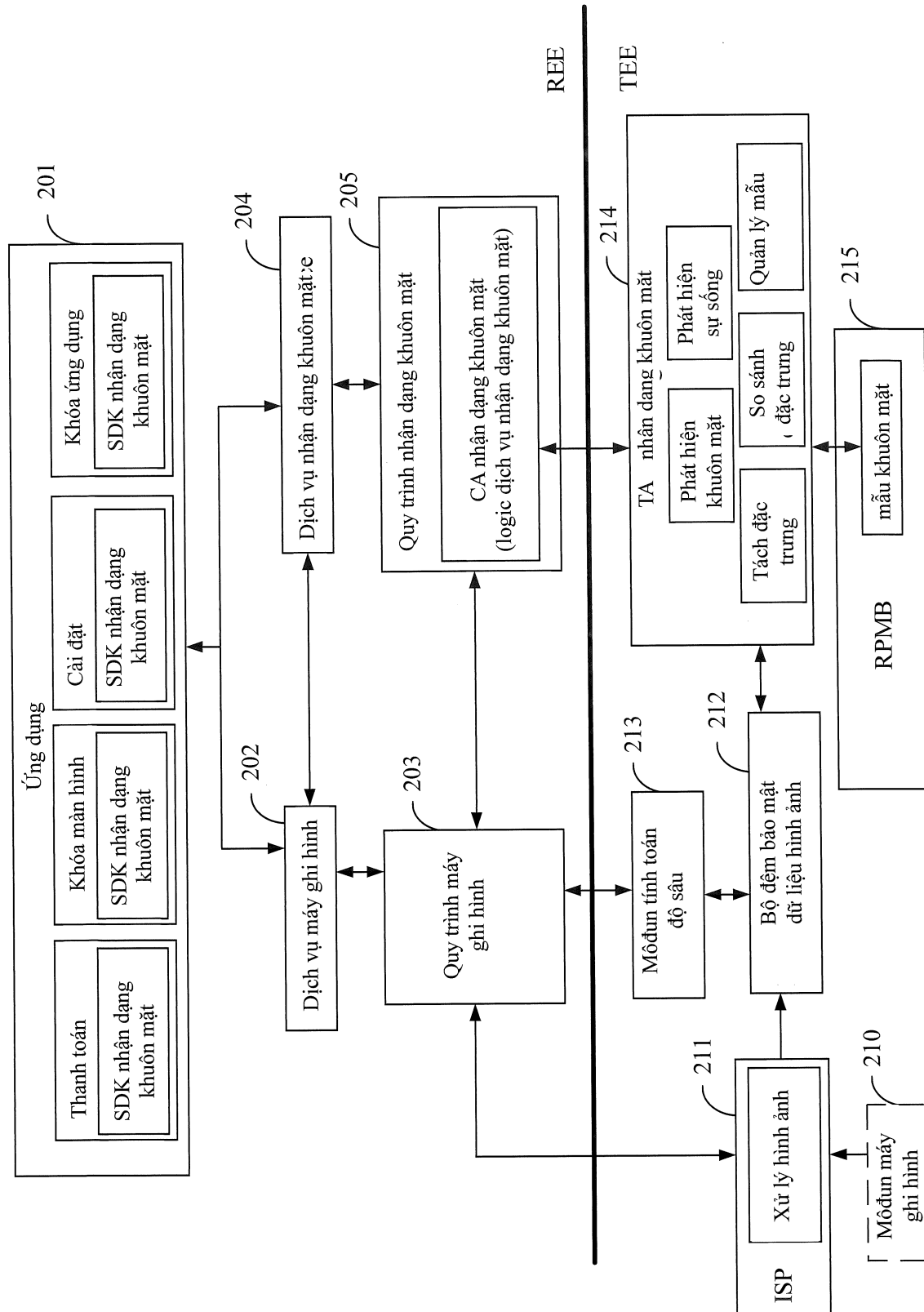


FIG. 1F

7/35

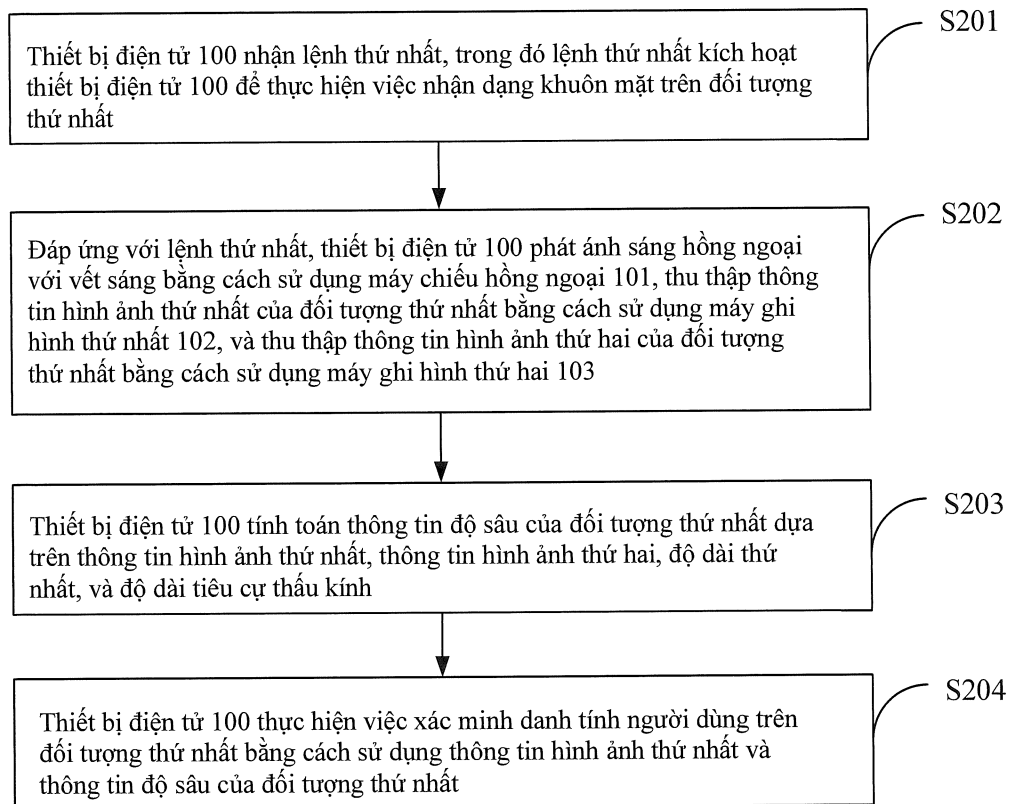


FIG. 2

8/35

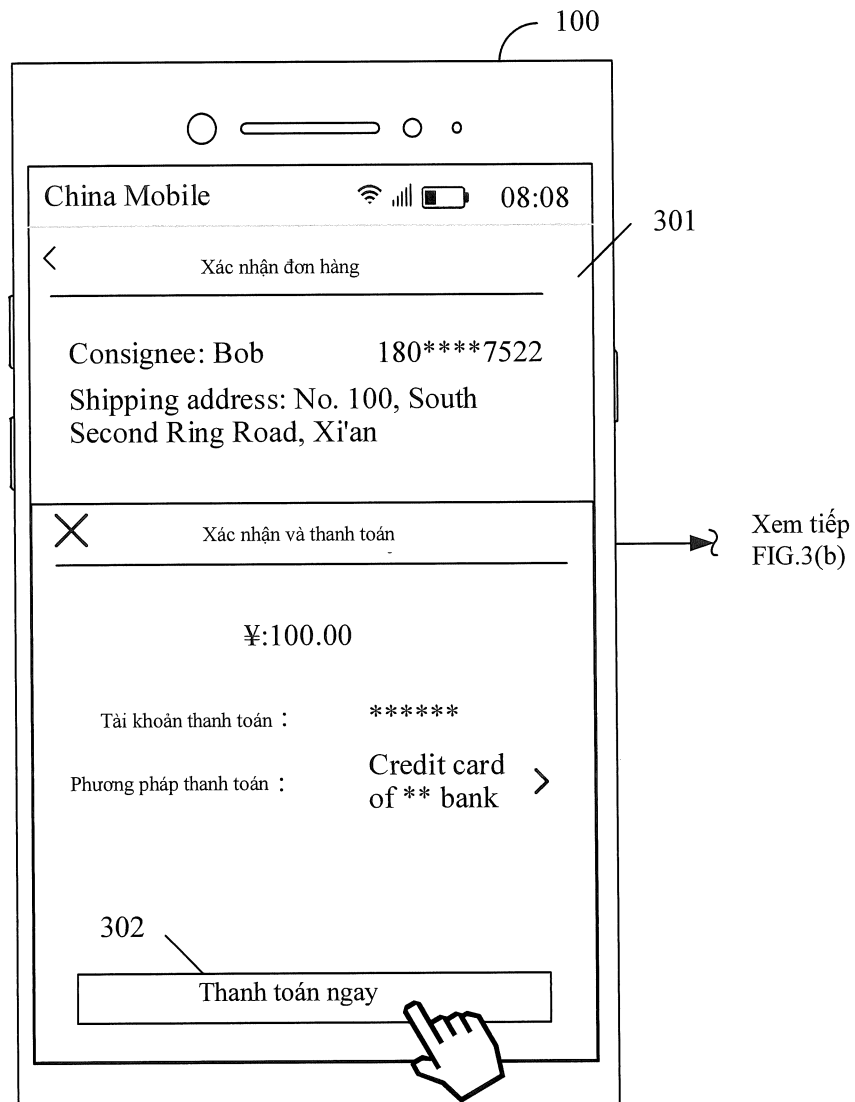
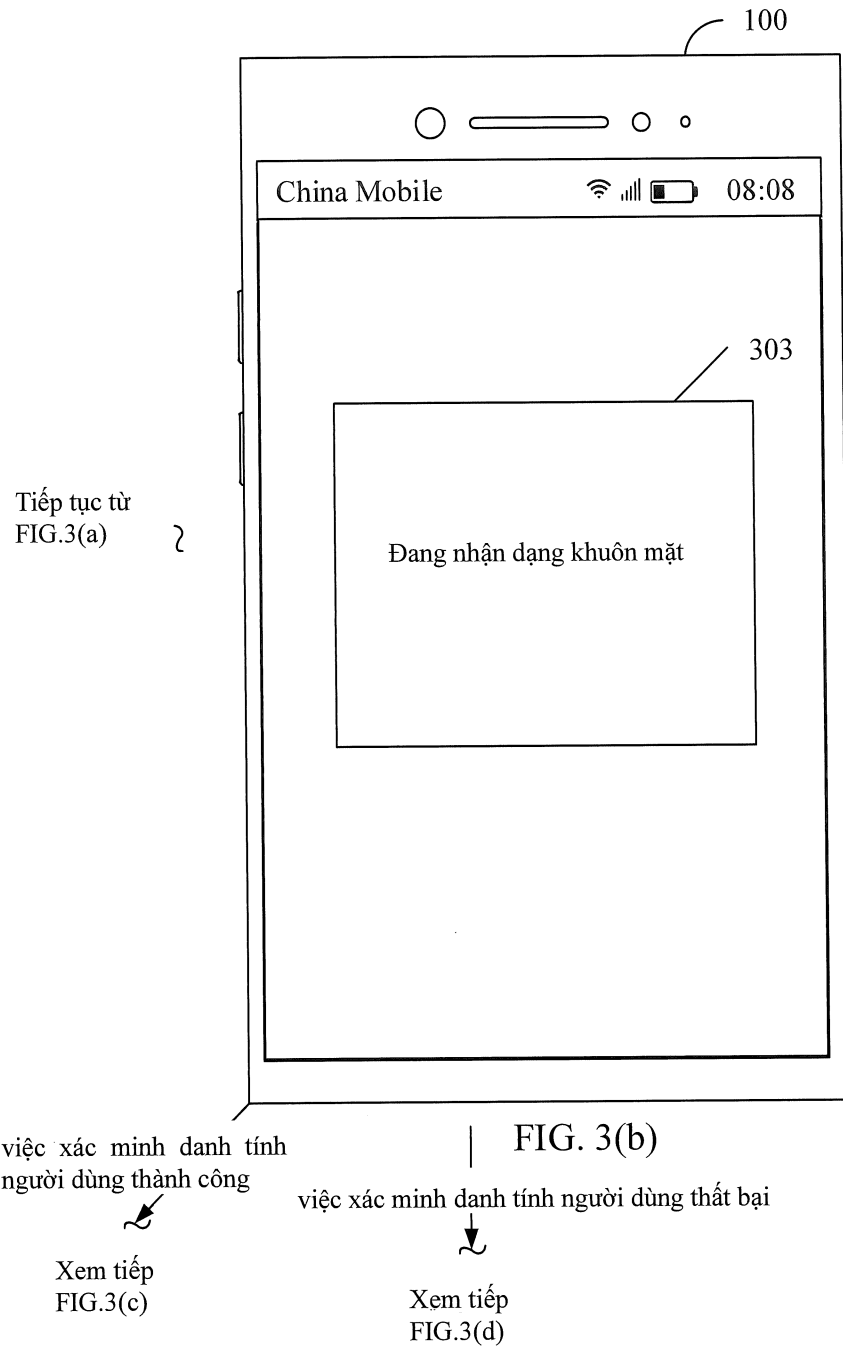


FIG. 3(a)

9/35



10/35

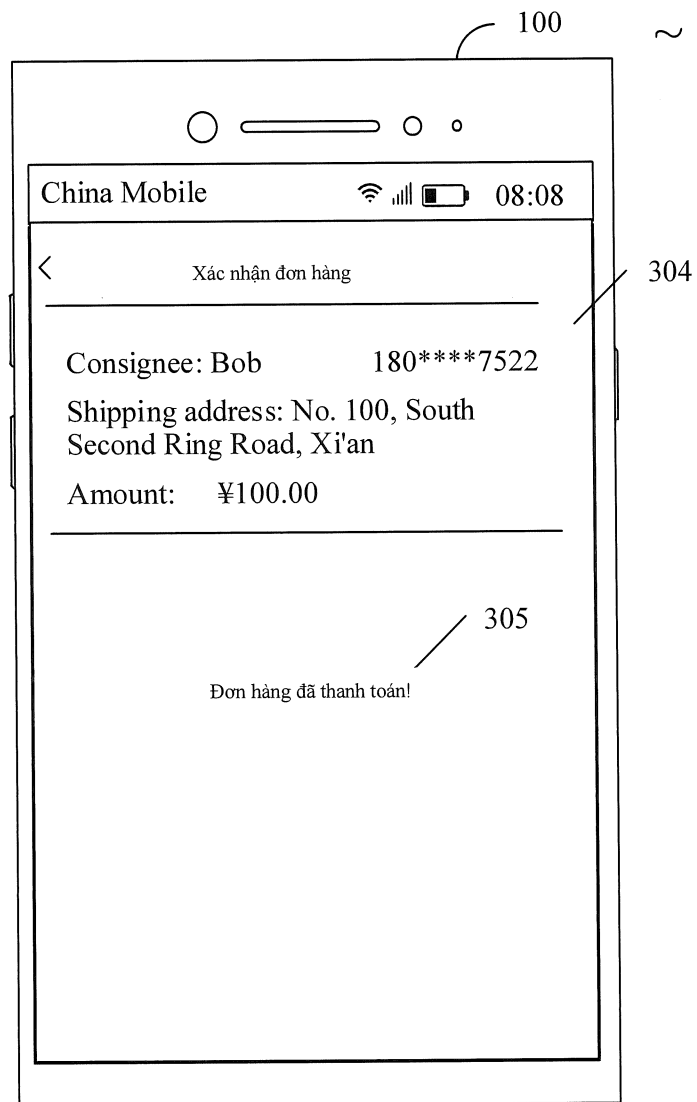
Tiếp tục từ
FIG.3(b)

FIG. 3(c)

11/35

Tiếp tục từ
FIG.3(b)

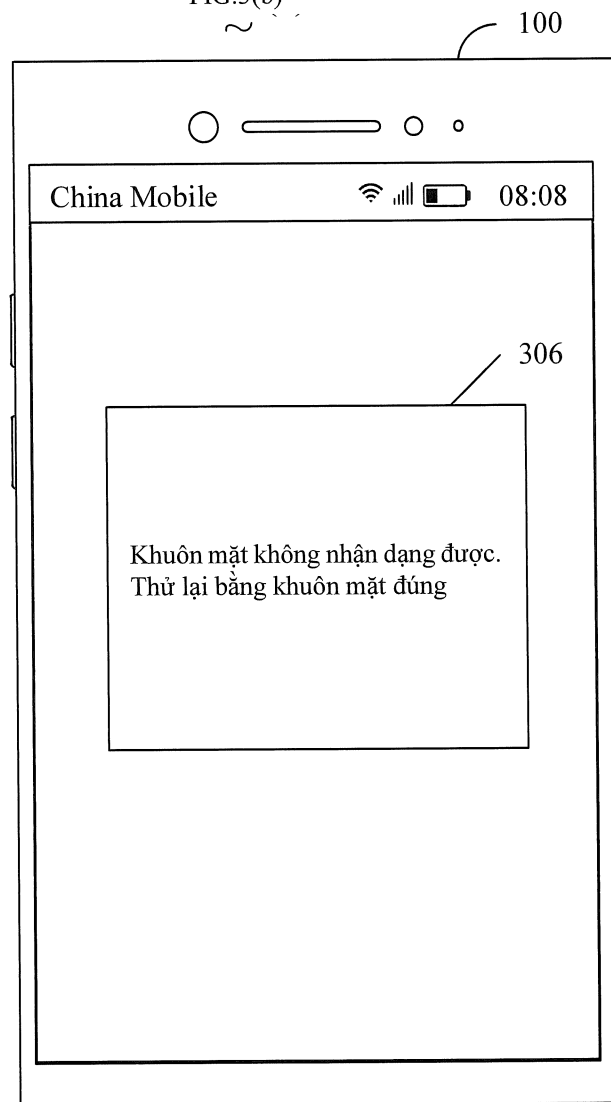


FIG. 3(d)

12/35

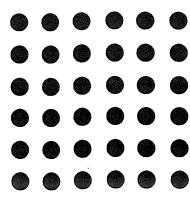
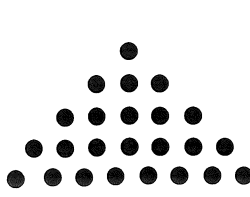
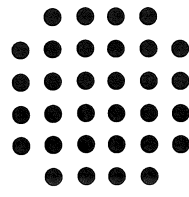
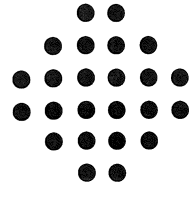
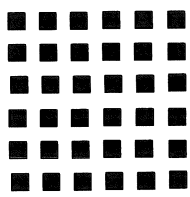
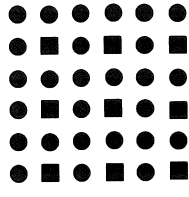
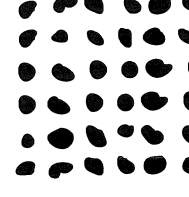
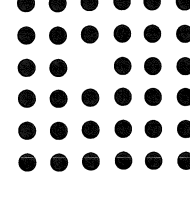
401402403404405406407408

FIG. 4

13/35

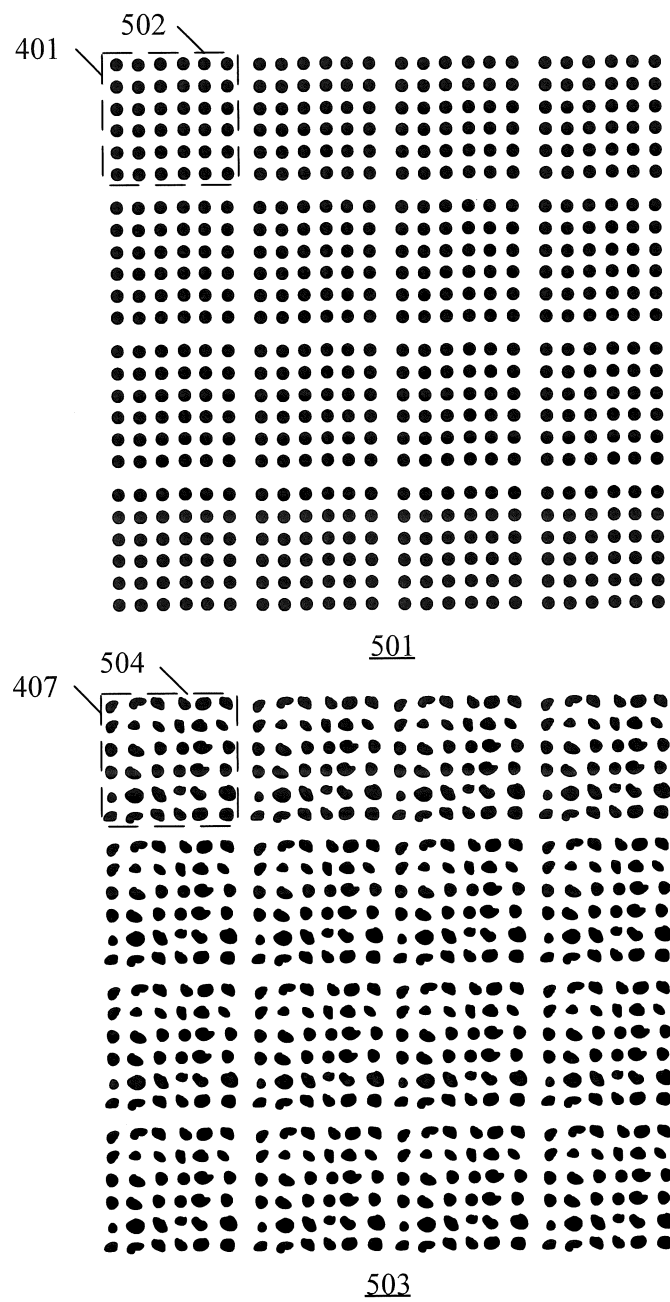


FIG. 5

14/35

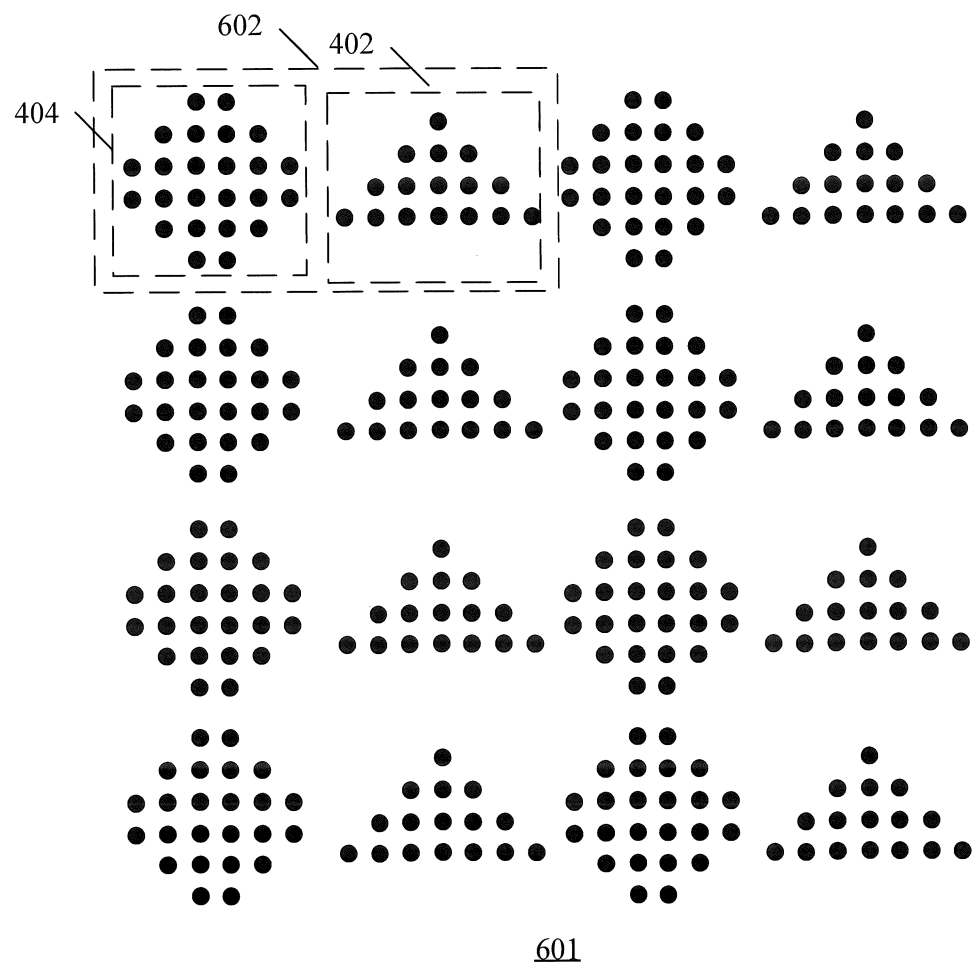


FIG. 6A

15/35

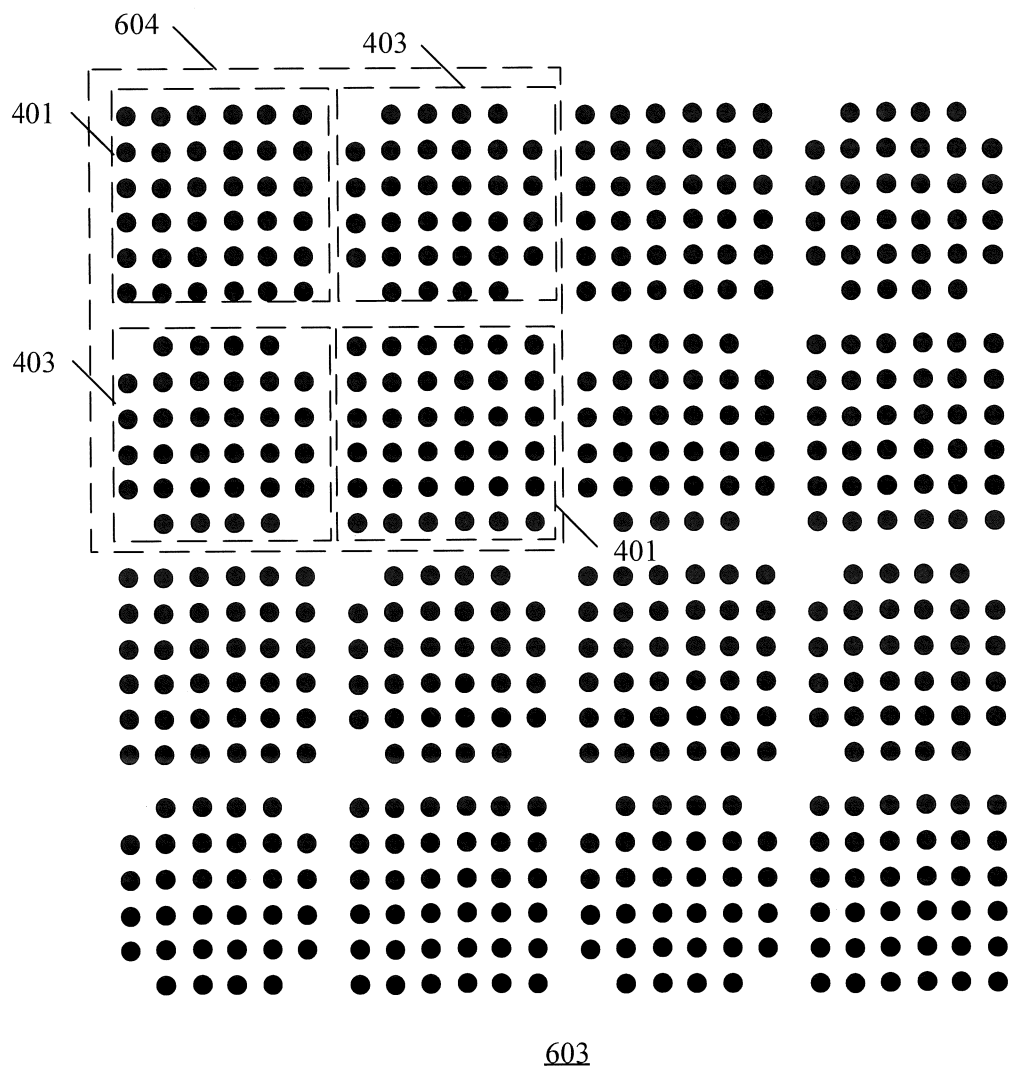


FIG. 6B

16/35

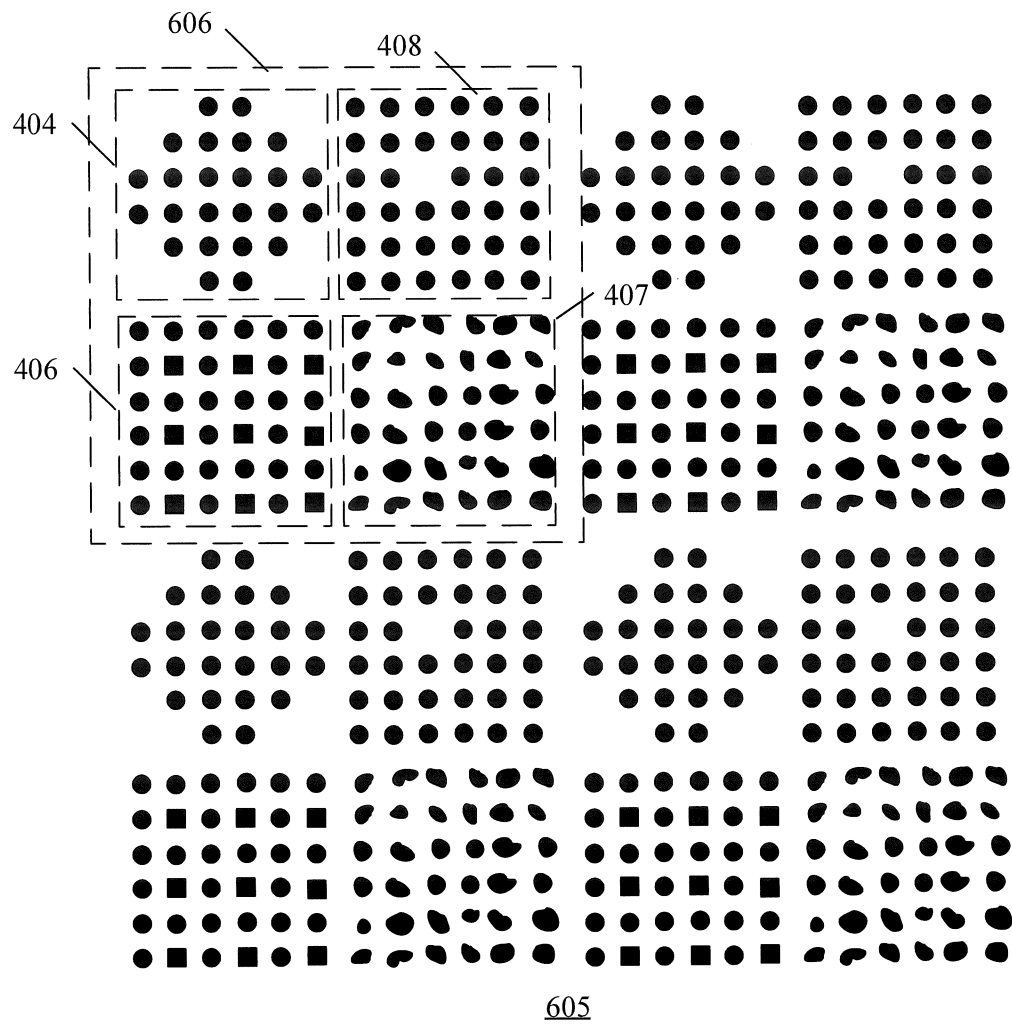


FIG. 6C

17/35

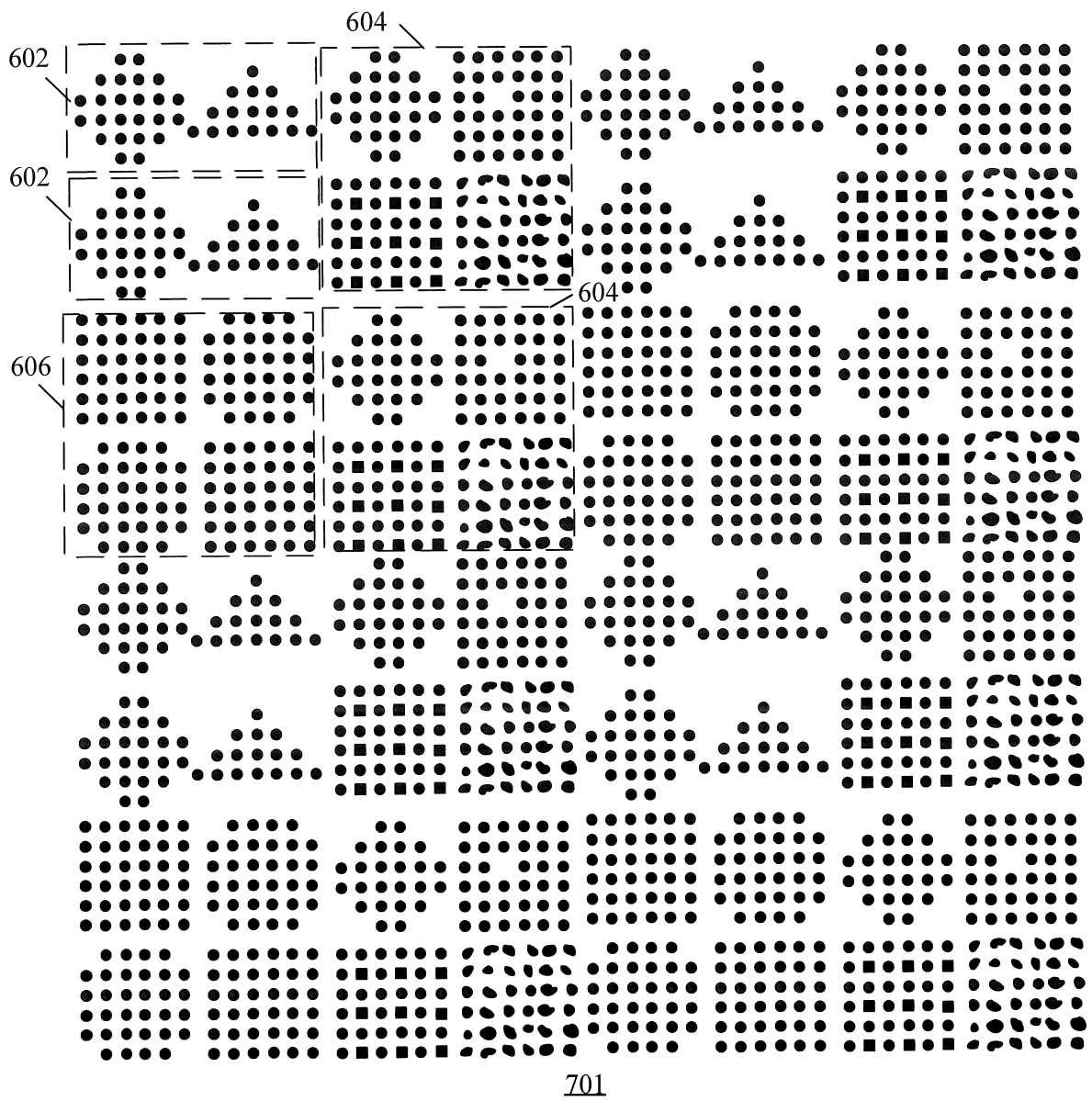


FIG. 7A

18/35

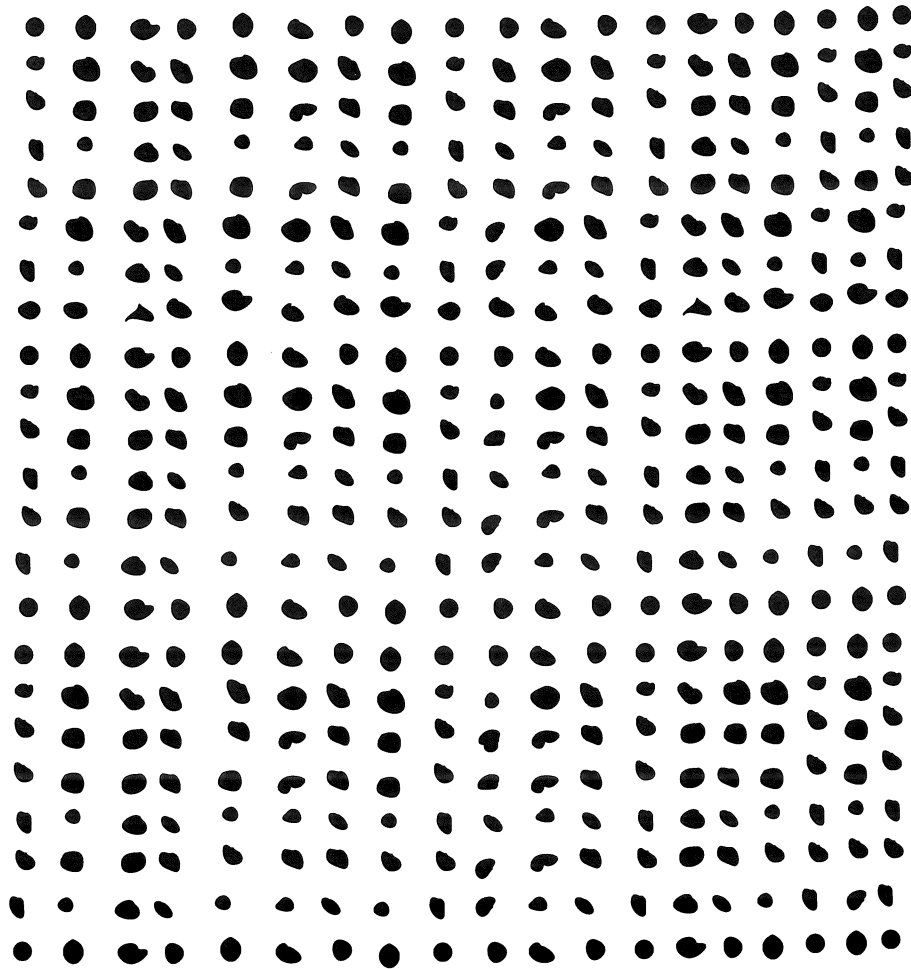
702

FIG. 7B

19/35

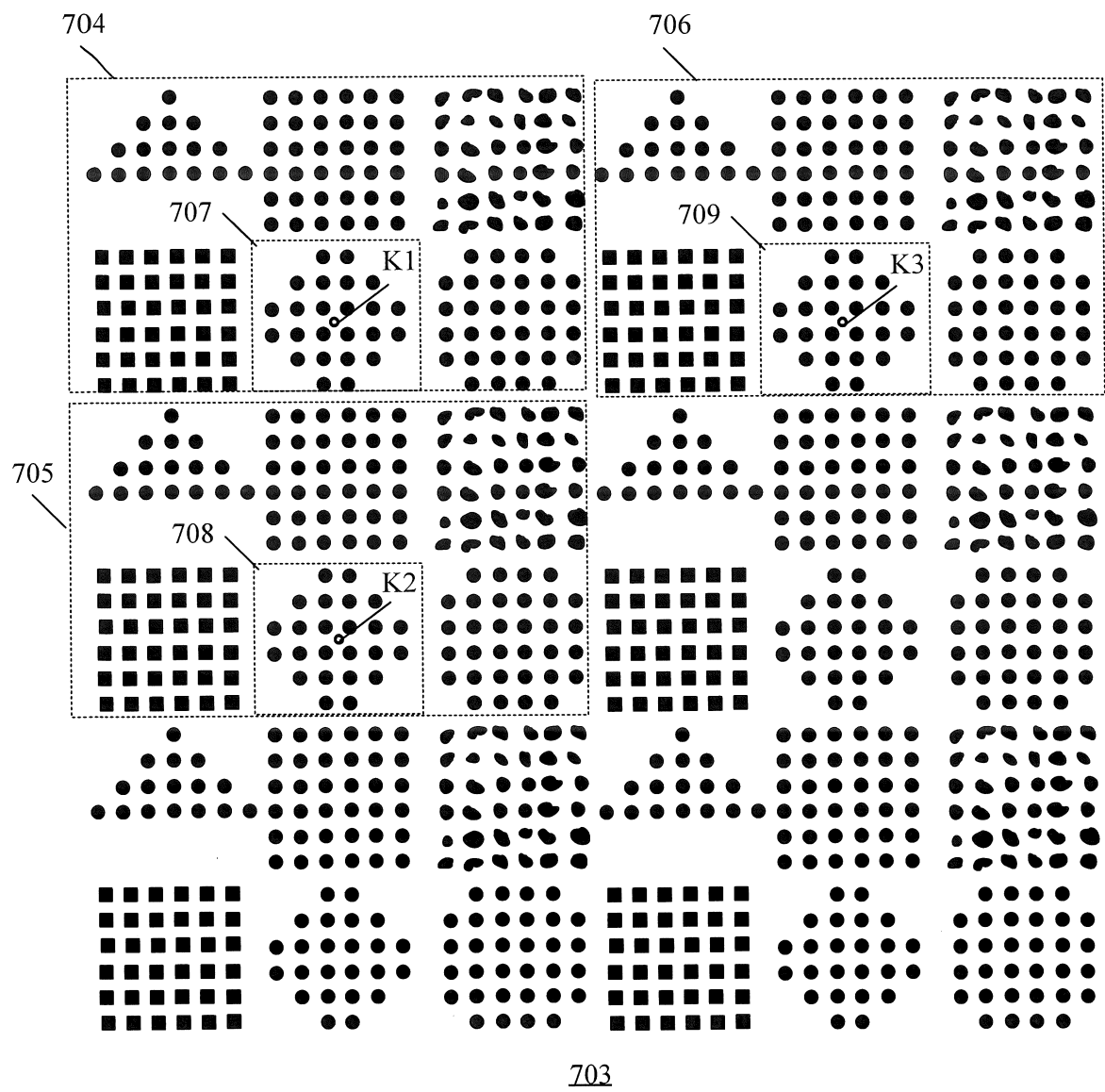


FIG. 7C

20/35

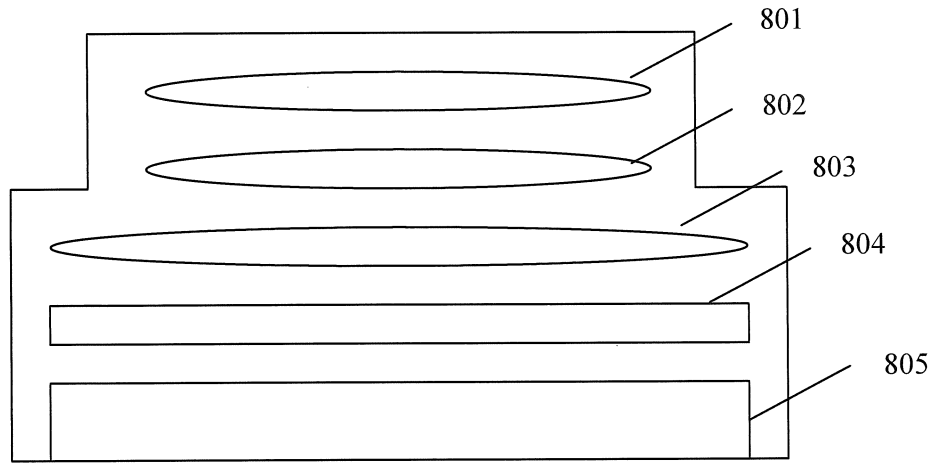
800

FIG. 8(a)

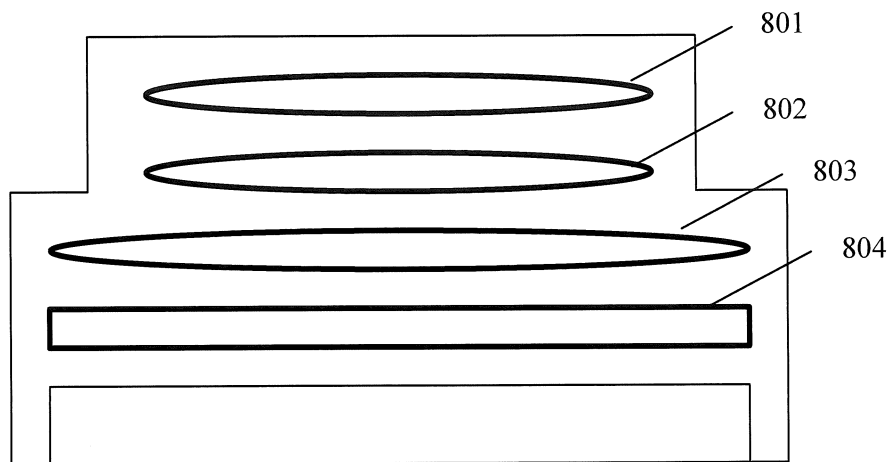
800

FIG. 8(b)

21/35

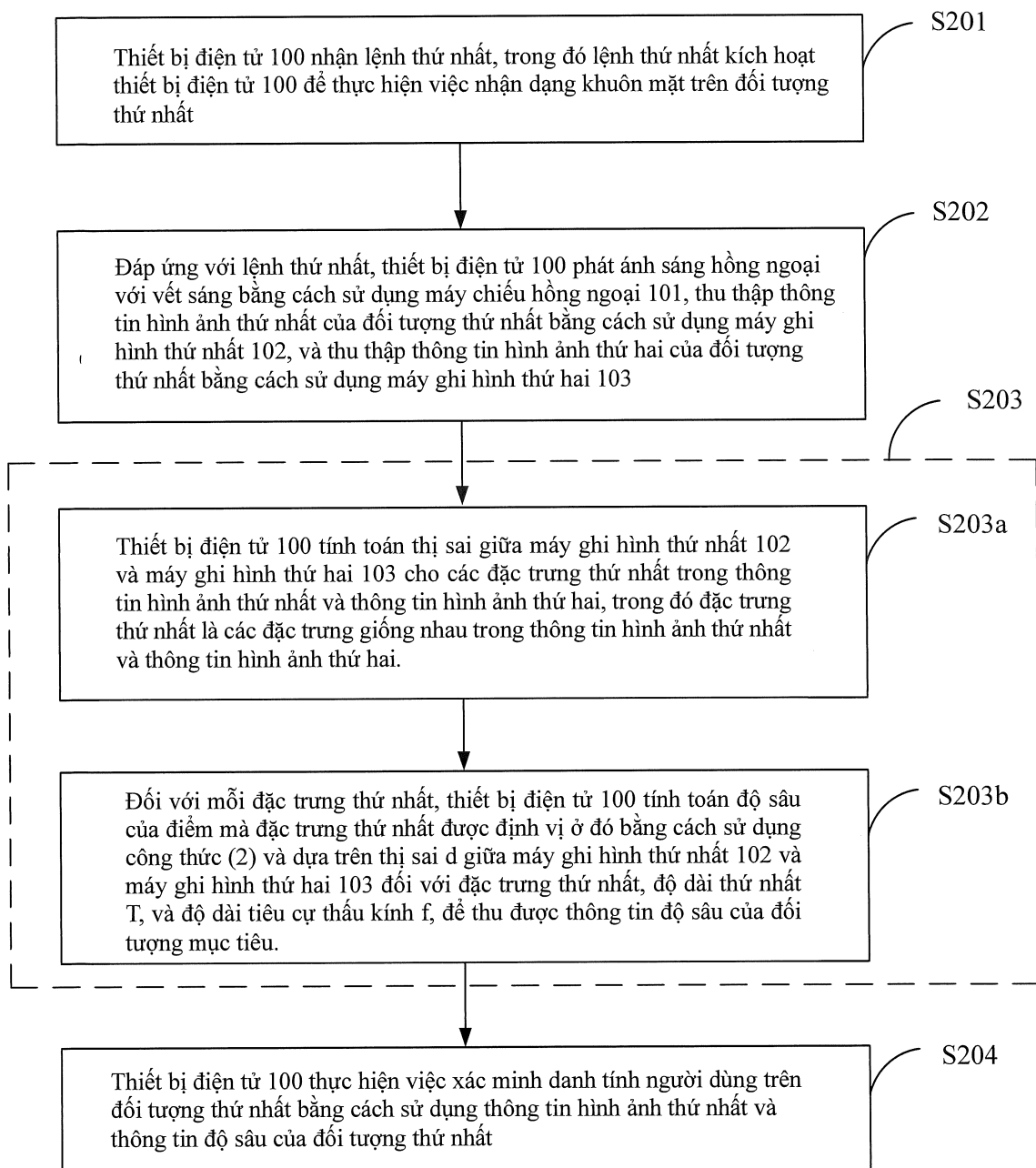


FIG. 9

22/35

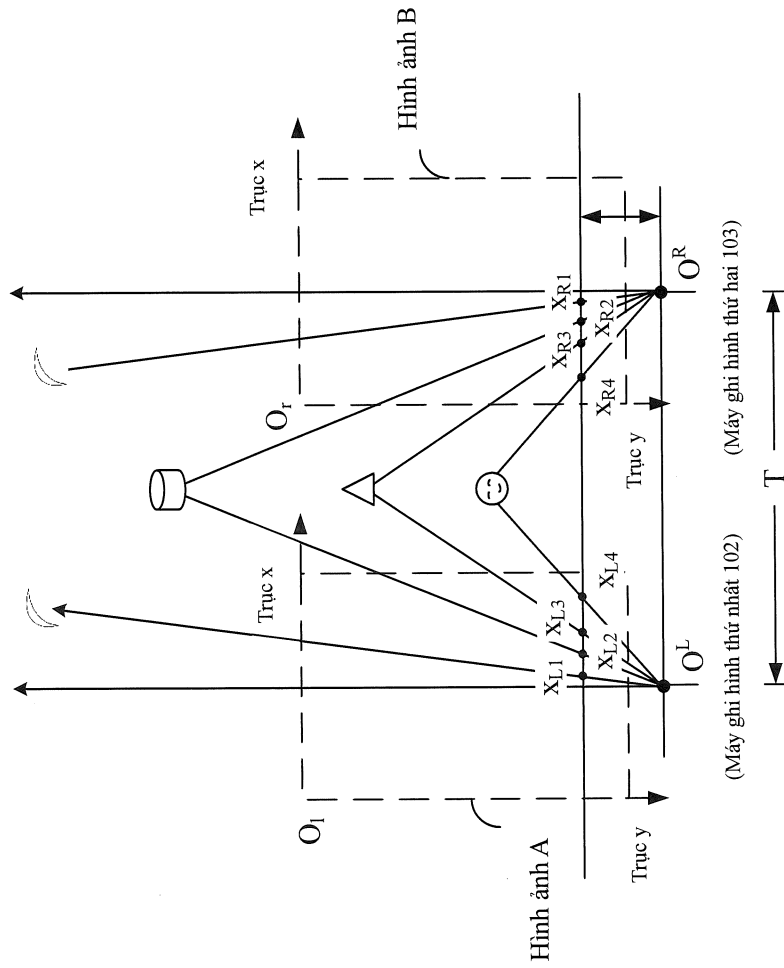


FIG. 10A-2

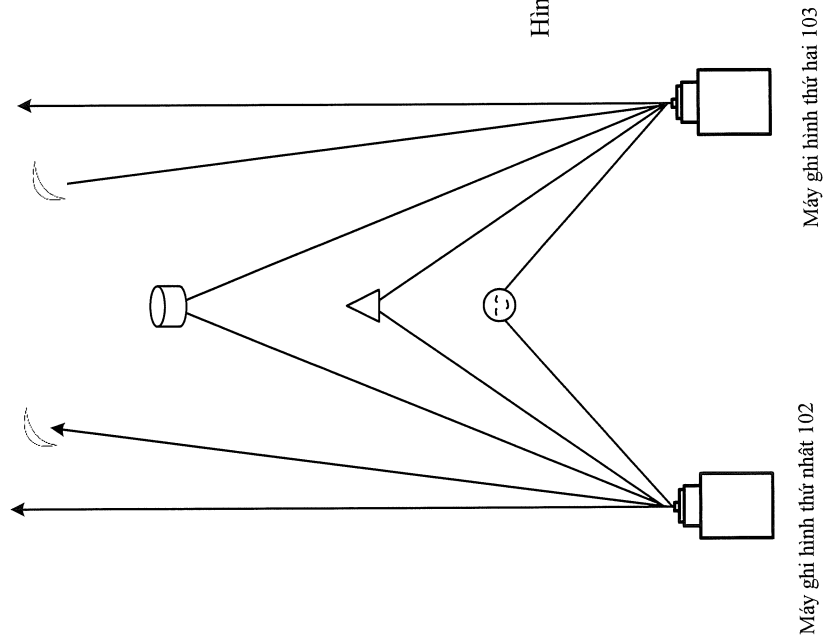


FIG. 10A-1

23/35

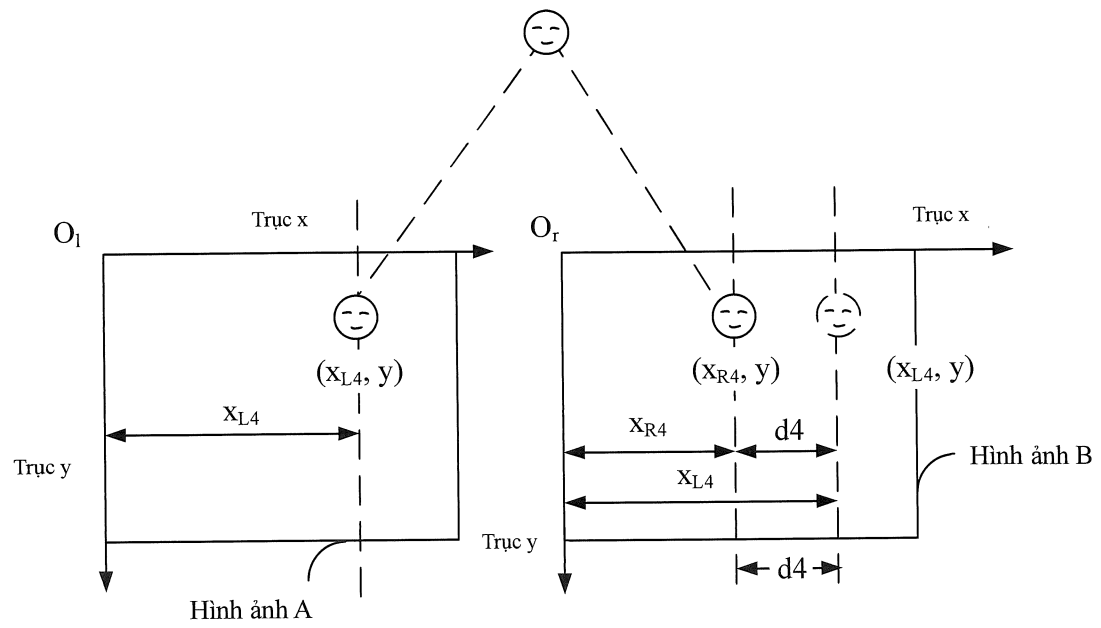


FIG. 10B

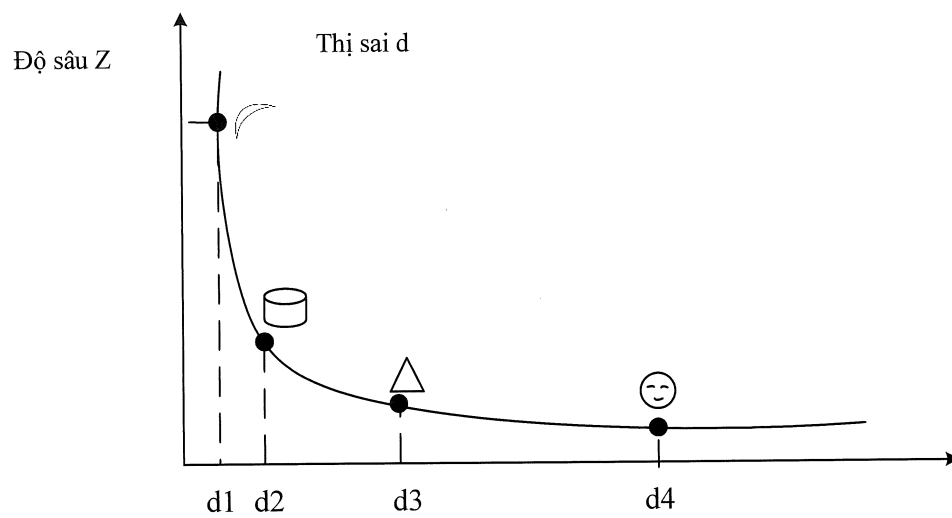


FIG. 10C

24/35

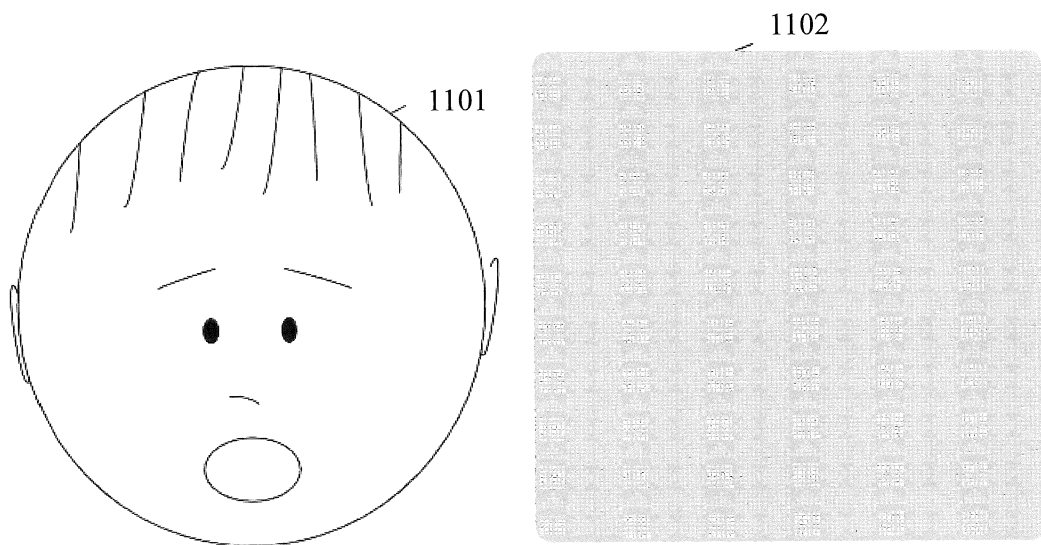


FIG. 11(a)

FIG. 11(b)

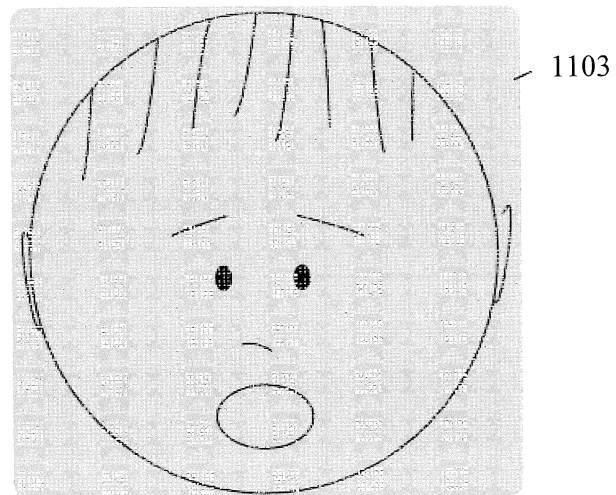


FIG. 11(c)

25/35

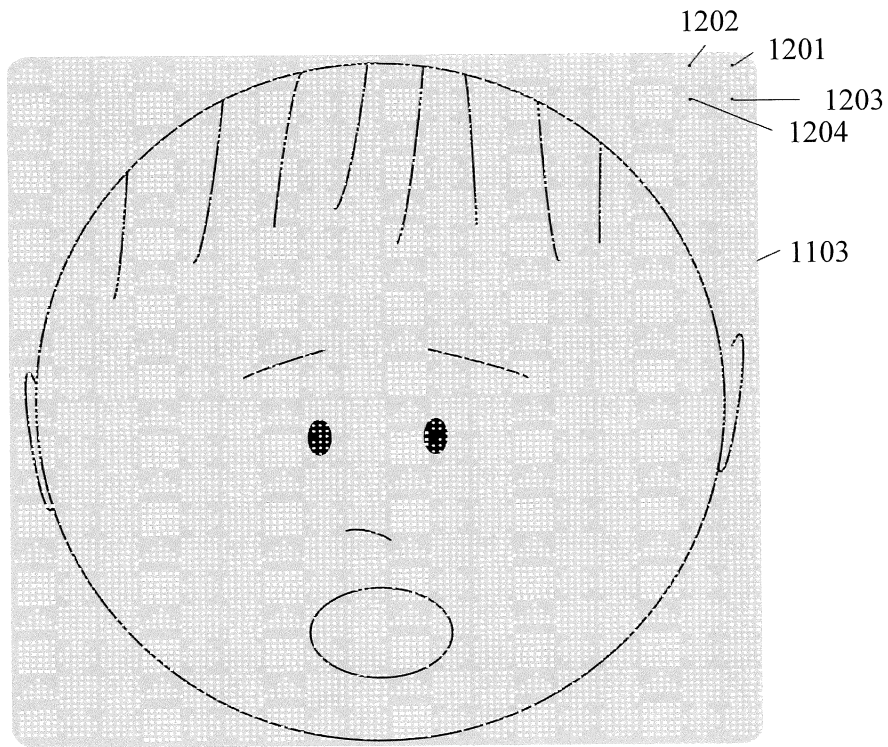


FIG. 12

26/35

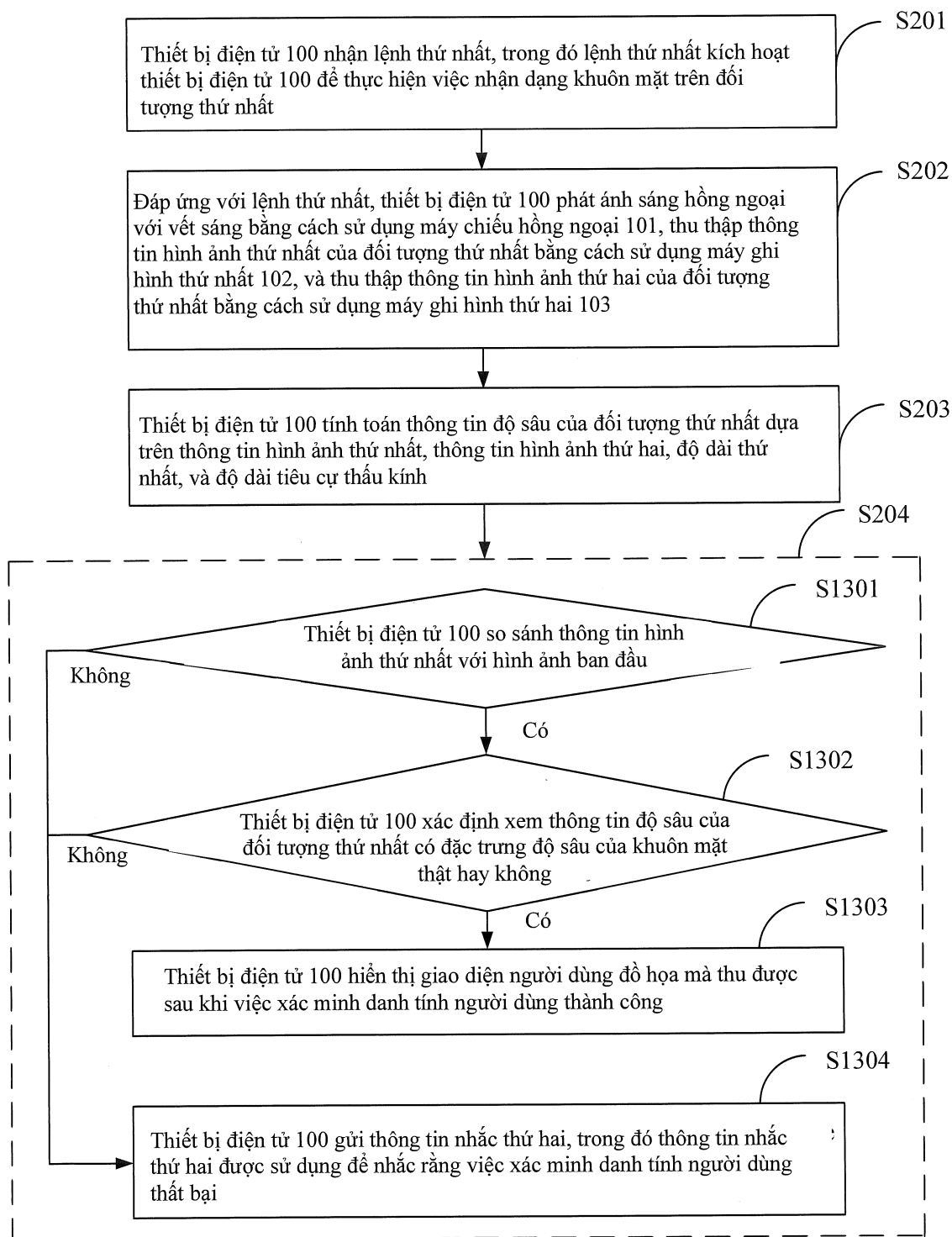


FIG. 13

27/35

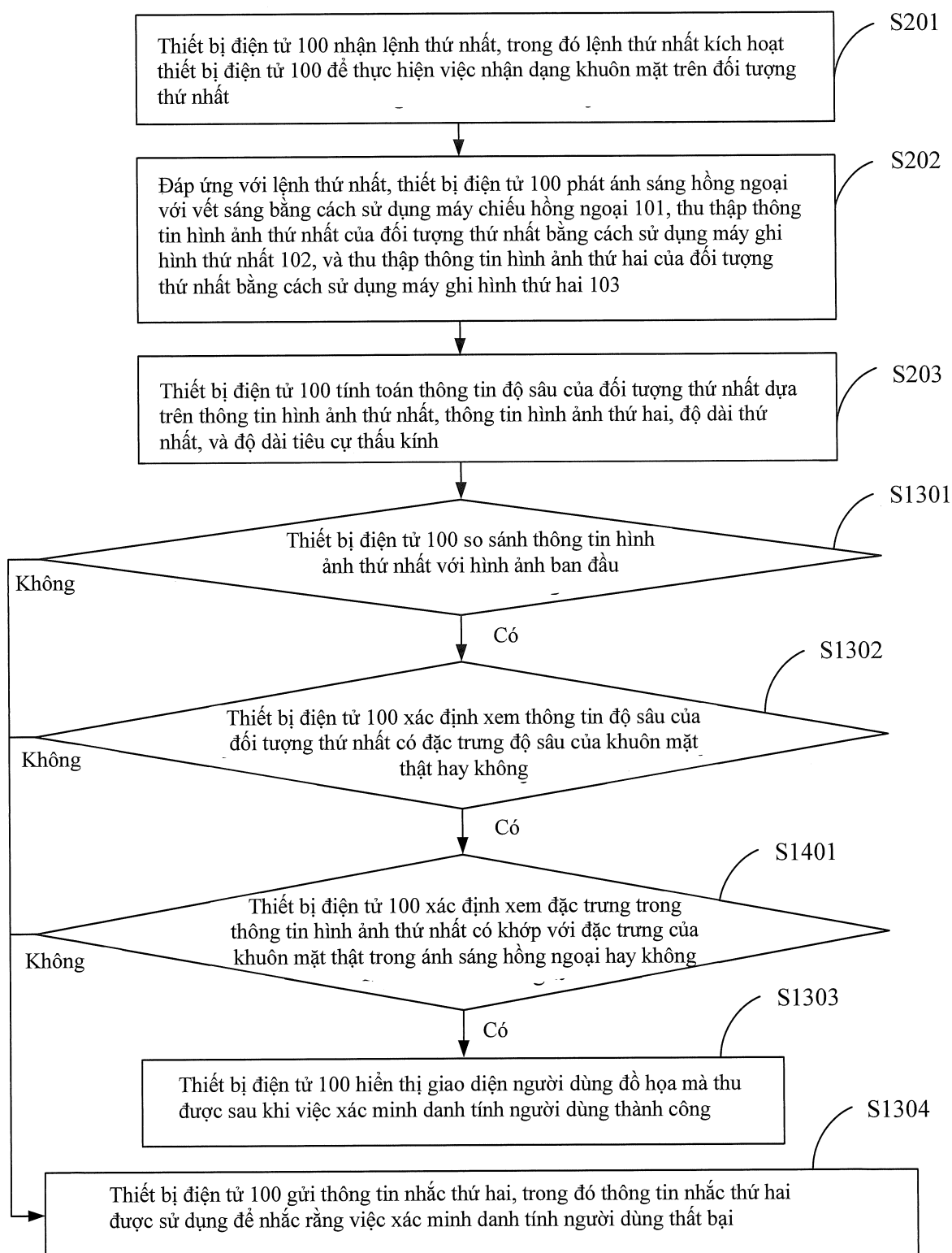


FIG. 14

28/35

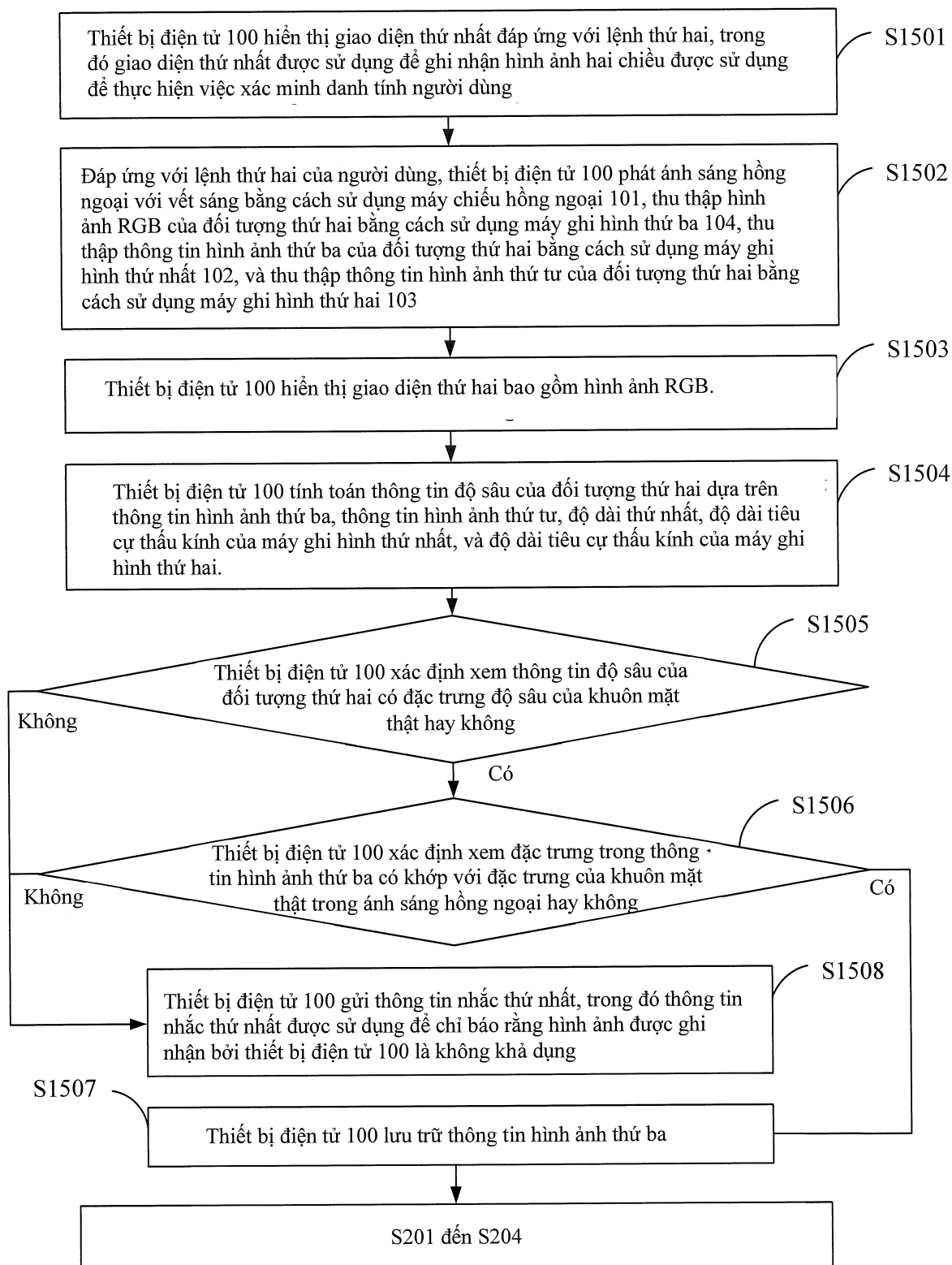


FIG. 15

29/35

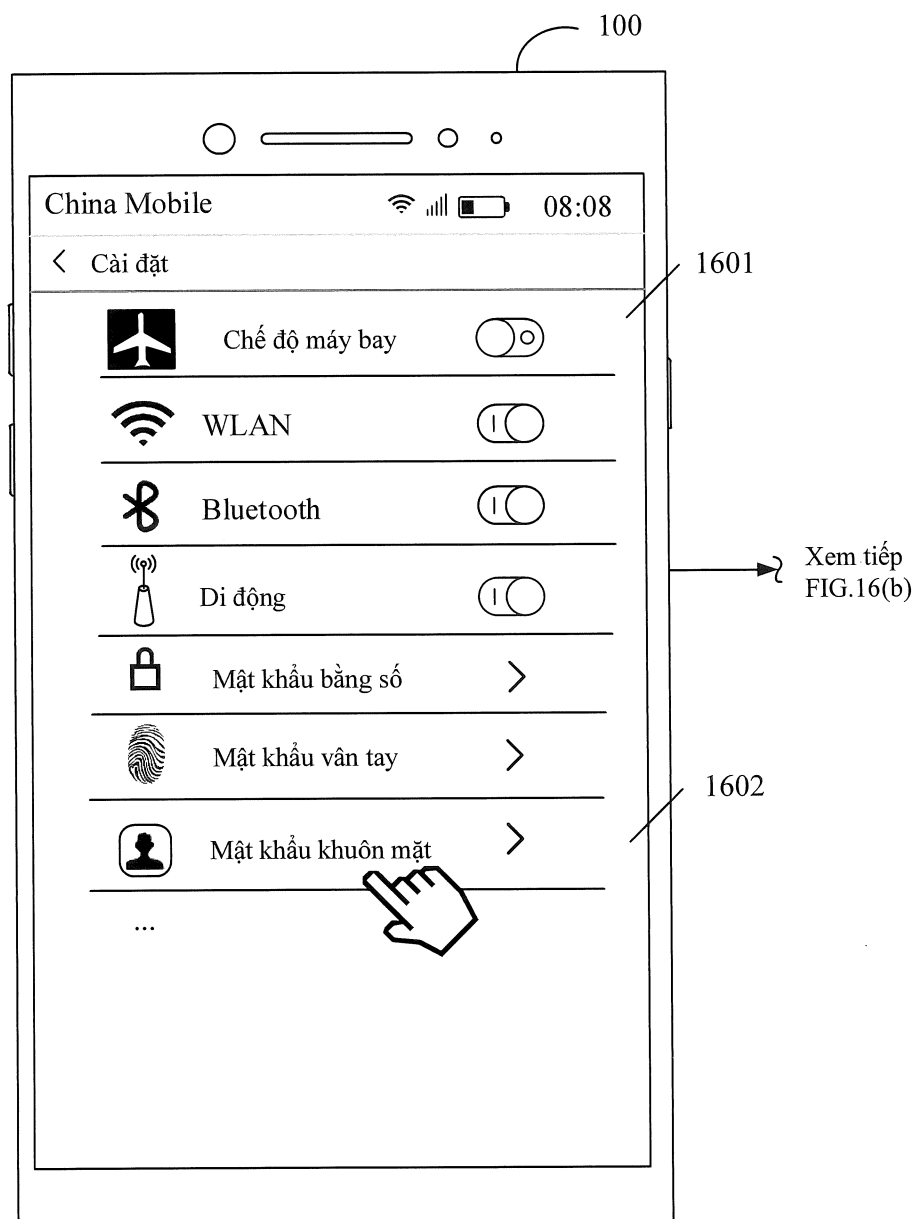


FIG. 16(a)

30/35

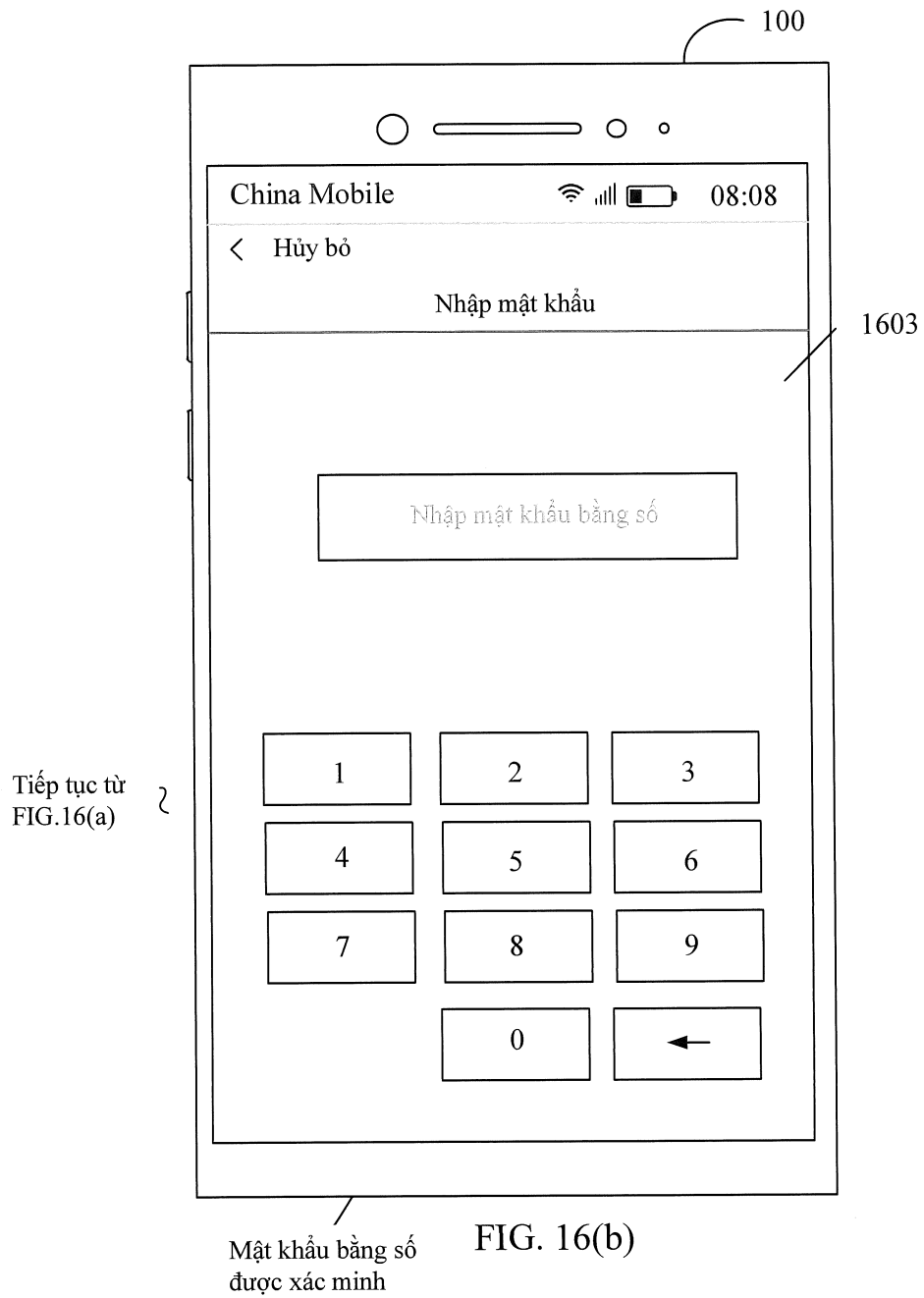


FIG. 16(b)

Xem tiếp
FIG.16(c)

31/35

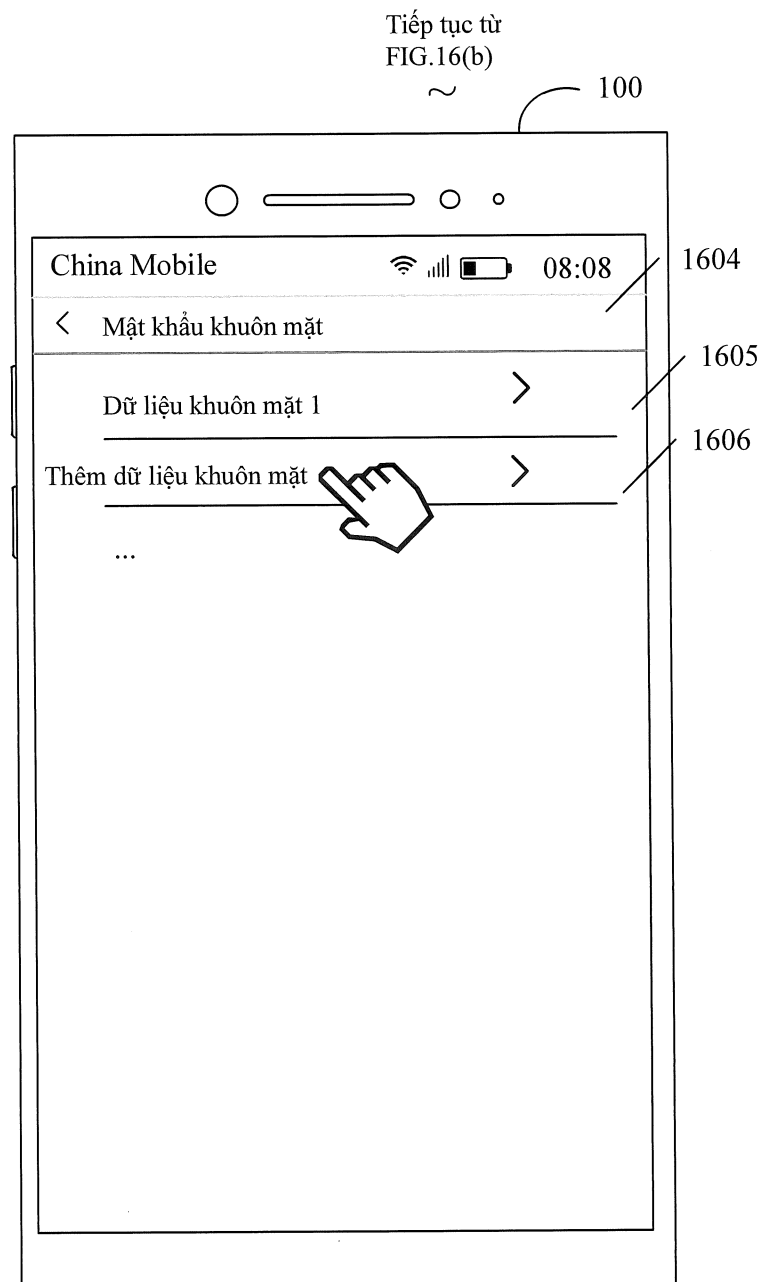


FIG. 16(c)

32/35

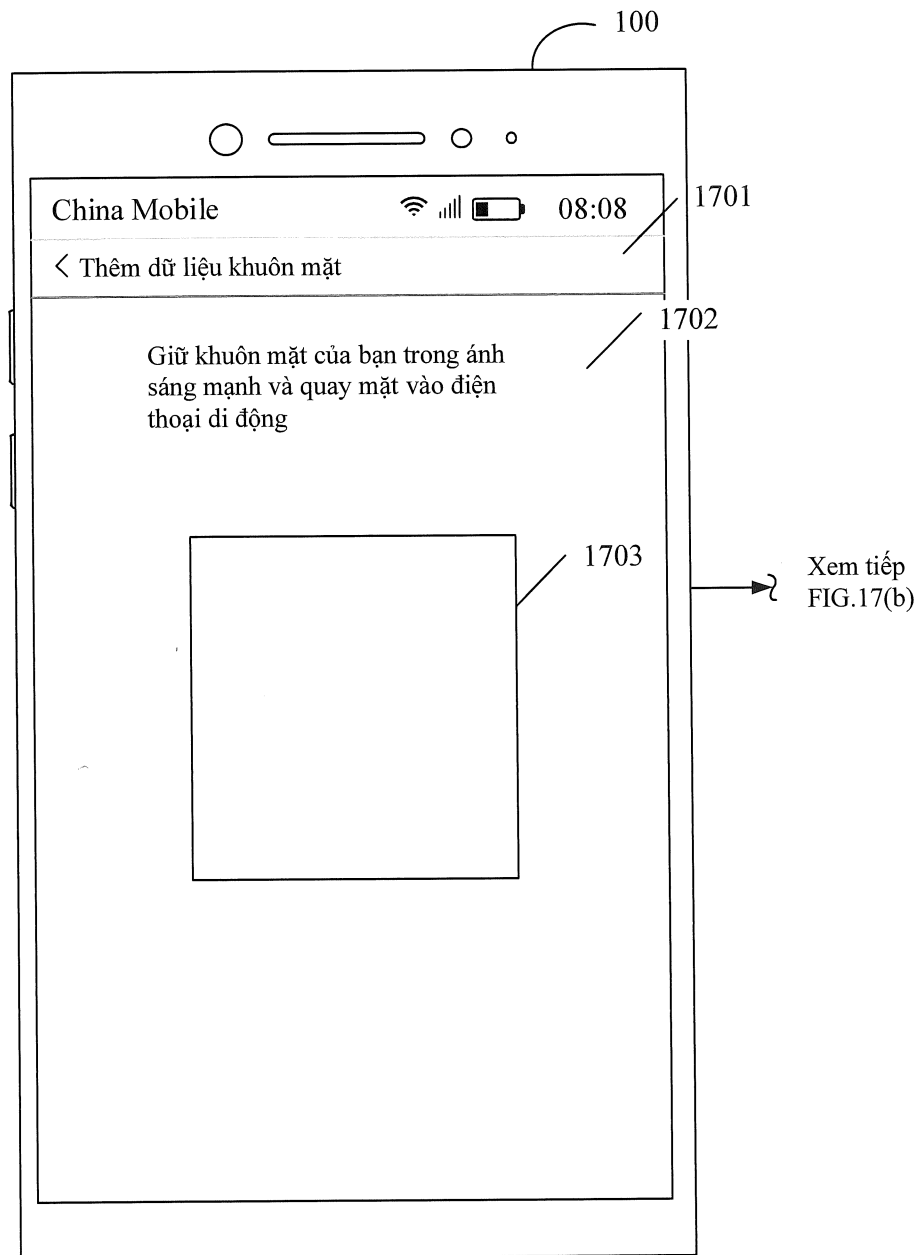


FIG. 17(a)

33/35

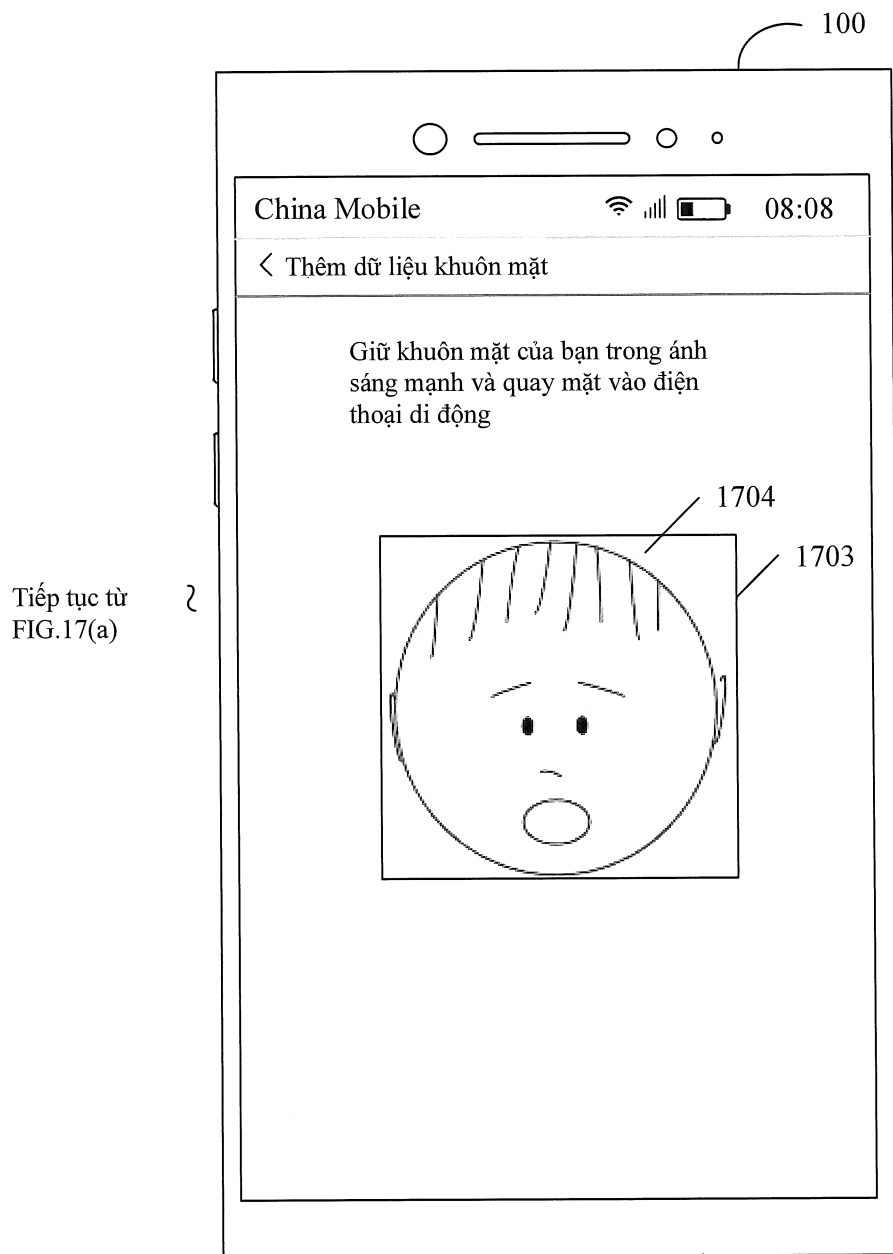


FIG. 17(b)

Xem tiếp
FIG.17(c)

34/35

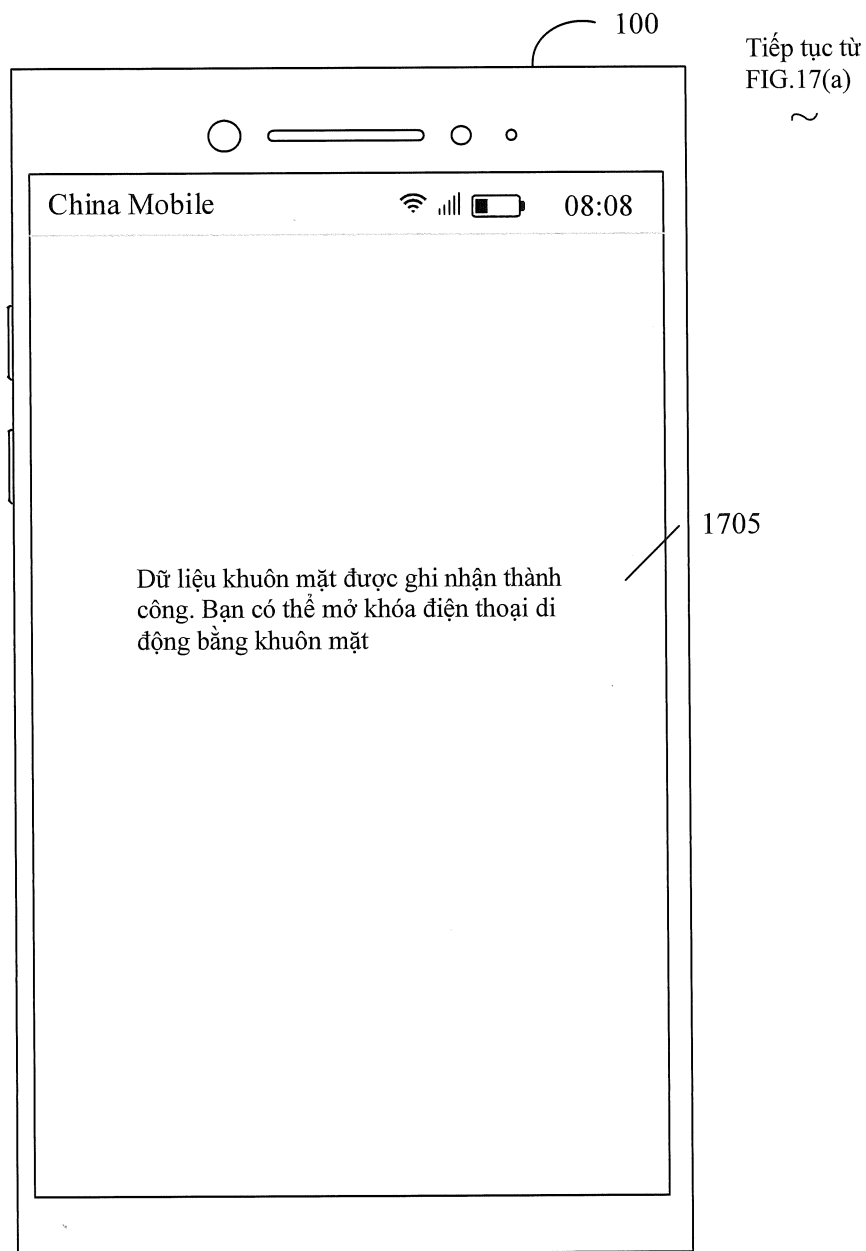


FIG. 17(c)

35/35

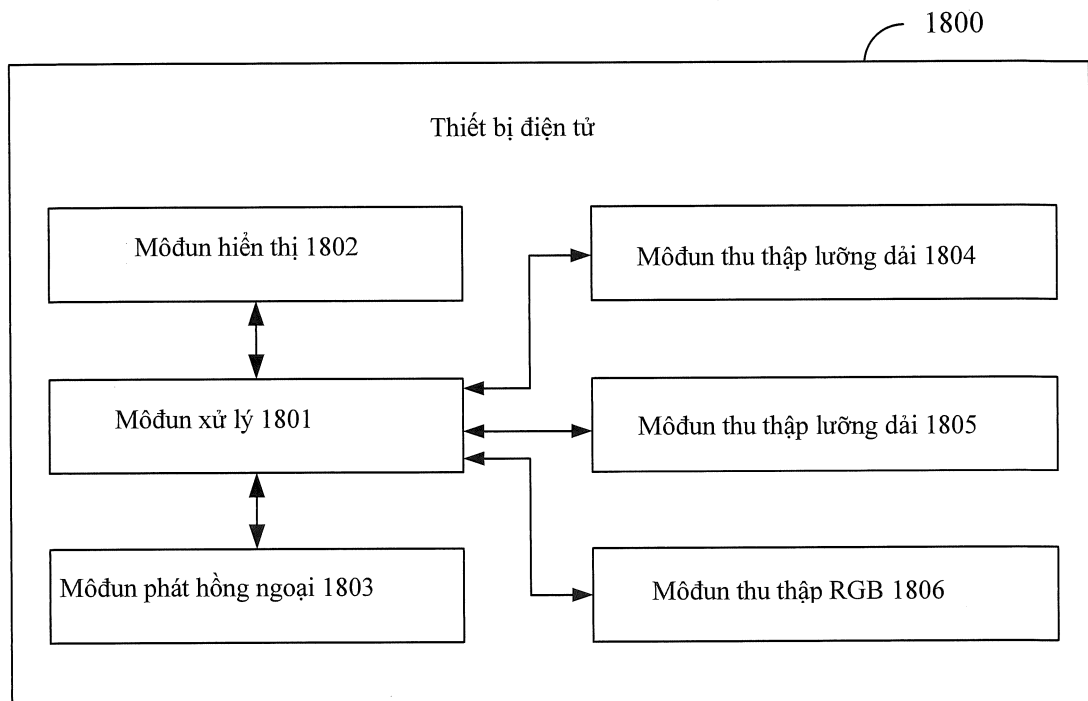


FIG. 18