



- (12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0049792
(51)^{2020.01} G06T 7/62; C30B 29/06; G06T 7/246; (13) B
C30B 15/26; G06T 7/00
-

- (21) 1-2020-07675 (22) 11/11/2019
(86) PCT/CN2019/117204 11/11/2019 (87) WO 2020/108287 04/06/2020
(30) 201811417468.5 26/11/2018 CN; 201910745478.X 13/08/2019 CN
(45) 25/08/2025 449 (43) 27/09/2021 402A
(73) LONGI GREEN ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)
No. 388 Middle Aerospace Road Chang'an District Xi'an, Shaanxi 710100, China
(72) GUO, Li (CN); LI, Qiao (CN); XU, Zhanjun (CN).
(74) CÔNG TY TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN TƯ VẤN ĐẦU TƯ VÀ SỞ HỮU TRÍ TUỆ
INTERFIVE (INTERFIVE CO., LTD)
-

- (54) PHƯƠNG PHÁP PHÁT HIỆN TÌNH TRẠNG PHÁT TRIỂN CỦA ĐƯỜNG KẾT
TINH TRÊN THANH SILIC

(21) 1-2020-07675

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật silic đơn tinh thể, trong đó phương pháp này bao gồm các bước: thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic; tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic; tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện; và xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện. Sáng chế này, bằng cách thu thập hình ảnh mẫu theo thời gian thực của thanh silic trong quy trình phát triển, và tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, có thể xác định các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện, nhờ đó xác định về việc thanh silic có phải là thanh silic đơn tinh thể hay không. Phương pháp này làm giảm sự ảnh hưởng đến kết quả phát hiện các đường kết tinh do sự thẳng góc đường kính của thanh silic và sự không rõ ràng của các đặc trưng của các đường kết tinh, nhờ đó nâng cao độ chính xác và hiệu quả phát hiện các đường kết tinh, và có quy trình thao tác đơn giản.

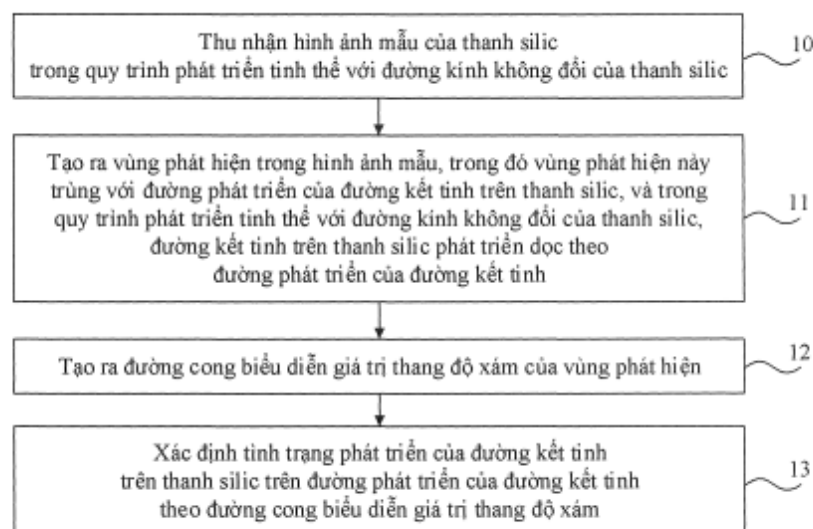


FIG. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực kỹ thuật silic đơn tinh thể, và cụ thể là sáng chế đề cập đến phương pháp, cơ cấu và thiết bị phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong quy trình chế tạo silic đơn tinh thể bằng phương pháp czochralski, bề mặt của thanh silic đơn tinh thể có 4 đường kết tinh phân bố cách đều nhau theo hướng trục, và nếu sự lệch mạng hoặc ứng suất nhiệt xuất hiện trong thanh silic đơn tinh thể, thì điều đó dẫn đến việc tinh thể này biến đổi từ sự phát triển đơn tinh thể thành sự phát triển đa tinh thể, và các đường kết tinh trên bề mặt của thanh silic đơn tinh thể bị đứt gãy. Vì vậy, việc thanh tinh thể là silic đơn tinh thể hay là silic đa tinh thể có thể được xác định dựa vào việc thanh silic có 4 đường kết tinh liên tục hay không.

Phương pháp thông thường để tự động phát hiện các đường kết tinh được thực hiện bằng cách chụp ảnh thanh silic đang phát triển theo thời gian thực, và xác định giá trị điểm ảnh đặc trưng của các đường kết tinh. Cụ thể là, quy trình này bao gồm các bước: quét theo từng dòng trên hình ảnh thu được bằng cách chụp ảnh; khi giá trị điểm ảnh đặc trưng của các đường kết tinh được quét trên một dòng nhất định, theo giá trị điểm ảnh đặc trưng của các đường kết tinh, tính toán chiều cao của mặt phẳng có đường kết tinh X tương ứng với thanh silic; nếu chiều cao của mặt phẳng có đường kết tinh X bằng 0,5mm, thì điều đó chỉ ra rằng các đường kết tinh không bị đứt gãy, và thanh silic đang phát triển ở thời điểm đó là silic đơn tinh thể; và nếu chiều cao của mặt phẳng có đường kết tinh X bằng 0mm, thì điều đó chỉ ra rằng các đường kết tinh có đường đứt gãy, và thanh silic đang phát triển ở thời điểm đó là silic đa tinh thể.

Tuy nhiên, theo giải pháp thông thường, trong quy trình phát triển thực tế, đường kính của thanh silic đơn tinh thể thẳng giáng, và đặc trưng của các đường kết tinh trên bề mặt của thanh silic đơn tinh thể là không rõ ràng, điều đó dẫn đến việc giá trị điểm ảnh đặc trưng của các đường kết tinh và chiều cao của mặt phẳng có đường kết tinh X khó có

thể được xác định một cách chính xác, điều này khiến cho kết quả phát hiện các đường kết tinh có độ chính xác thấp.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất phương pháp, cơ cấu và thiết bị phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, nhằm mục đích nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện các đường kết tinh trên các thanh silic và giảm độ phức tạp của quy trình thao tác.

Theo khía cạnh thứ nhất, phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic;

tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh;

tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện; và

xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám.

Theo phương án tùy chọn, vùng phát hiện có: đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, hoặc vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, trong đó mặt phẳng của vùng có dạng hình chữ nhật này vuông góc với hướng trục của thanh silic.

Theo phương án tùy chọn, nếu vùng phát hiện là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì bước tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện bao gồm bước:

tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với đoạn thẳng bằng cách bắt đầu từ một đầu của đoạn thẳng.

Theo phương án tùy chọn, nếu vùng phát hiện là vùng có dạng hình chữ nhật vuông

góc với hướng trục của thanh silic, thì bước tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện bao gồm các bước:

phân chia vùng có dạng hình chữ nhật ra thành nhiều vùng con giống nhau bằng cách bắt đầu từ một đầu của vùng có dạng hình chữ nhật;

tính toán giá trị thang độ xám trung bình của mỗi vùng con; và

tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng có dạng hình chữ nhật theo các giá trị thang độ xám trung bình của tất cả các vùng con.

Theo phương án tùy chọn, bước xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám bao gồm các bước:

tính toán giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám;

xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám lớn hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị phương sai; và

xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám nhỏ hơn ngưỡng giá trị phương sai.

Theo phương án tùy chọn, bước xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám bao gồm các bước:

xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh; và

xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám không có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Theo phương án tùy chọn, sau bước thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic, phương pháp này còn bao gồm bước:

thực hiện phương pháp xử lý tăng cường hình ảnh đối với hình ảnh mẫu theo thuật toán tăng cường hình ảnh định trước.

Theo khía cạnh thứ hai, phương án thực hiện sáng chế đề xuất cơ cấu phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, trong đó cơ cấu này bao gồm:

môđun thu nhận hình ảnh mẫu, được tạo cấu hình để thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic;

môđun tạo ra vùng phát hiện, được tạo cấu hình để tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh;

môđun tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, được tạo cấu hình để tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện; và

môđun xác định tình trạng phát triển, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám.

Theo phương án tùy chọn, vùng phát hiện có: đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, hoặc vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, trong đó mặt phẳng của vùng có dạng hình chữ nhật này vuông góc với hướng trục của thanh silic.

Theo phương án tùy chọn, nếu vùng phát hiện là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì môđun tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám bao gồm:

môđun con tạo ra thứ nhất, được tạo cấu hình để tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với đoạn thẳng bằng cách bắt đầu từ một đầu của đoạn thẳng.

Theo phương án tùy chọn, nếu vùng phát hiện là vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì môđun tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám bao gồm:

môđun con phân chia, được tạo cấu hình để phân chia vùng có dạng hình chữ nhật ra thành nhiều vùng con giống nhau bằng cách bắt đầu từ một đầu của vùng có dạng hình chữ nhật;

môđun con tính toán thứ nhất, được tạo cấu hình để tính toán giá trị thang độ xám

trung bình của mỗi vùng con; và

môđun con tạo ra thứ hai, được tạo cấu hình để tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng có dạng hình chữ nhật theo các giá trị thang độ xám trung bình của tất cả các vùng con.

Theo phương án tùy chọn, môđun xác định tình trạng phát triển bao gồm:

môđun con tính toán thứ hai, được tạo cấu hình để tính toán giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám;

môđun con xác định thứ nhất, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám lớn hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị phương sai; và

môđun con xác định thứ hai, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám nhỏ hơn ngưỡng giá trị phương sai.

Theo phương án tùy chọn, môđun xác định tình trạng phát triển có thể còn bao gồm:

môđun con xác định thứ ba, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh; và

môđun con xác định thứ tư, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám không có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Theo phương án tùy chọn, thiết bị này còn bao gồm:

môđun tăng cường, được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp xử lý tăng cường hình ảnh đối với hình ảnh mẫu theo thuật toán tăng cường hình ảnh định trước.

Theo khía cạnh thứ ba, phương án thực hiện sáng chế này đề xuất thiết bị phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, trong đó thiết bị này bao gồm: giao diện, bus, bộ nhớ thứ nhất và bộ xử lý thứ nhất, giao diện, bộ nhớ thứ nhất và bộ xử lý thứ nhất được kết nối qua bus, bộ nhớ thứ nhất được tạo cấu hình để lưu trữ chương

trình thực hiện được, và bộ xử lý thứ nhất được tạo cấu hình để thực hiện chương trình thực hiện được để thực hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic.

Khía cạnh thứ tư của sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính, trong đó vật ghi đọc được bằng máy tính này lưu trữ chương trình thực hiện được, và chương trình thực hiện được này được thực hiện bằng bộ xử lý thứ nhất để thực hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic.

Phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thực hiện sáng chế bao gồm các bước: thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic; tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh; tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện; và xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám. Sáng chế này, bằng cách thu thập hình ảnh mẫu theo thời gian thực của thanh silic trong quy trình phát triển, và tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, có thể xác định các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện, để làm giảm sự ảnh hưởng đến kết quả phát hiện các đường kết tinh do sự thẳng giáng đường kính của thanh silic và sự không rõ ràng của các đặc trưng của các đường kết tinh, nhờ đó nâng cao độ chính xác và hiệu quả phát hiện các đường kết tinh, và có quy trình thao tác đơn giản.

Khía cạnh thứ năm của sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

xử lý khung hình hiện thời của hình ảnh phát triển thu được của đơn tinh thể và một khung hình trước của hình ảnh phát triển, và thu được số lượng điểm ảnh động trên khung hình hiện thời của hình ảnh phát triển; đếm, trong một đơn vị thời gian, để thu được số lượng điểm ảnh động ở tất cả các khung hình của hình ảnh phát triển và thông tin về khoảng thời gian phát triển đơn tinh thể; và xác định xem đơn tinh thể có đường đứt

gãy hay không theo thông tin này.

Trong phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh, vì thanh silic có các đường kết tinh theo hướng trục có các đặc trưng rõ ràng, và các đường kết tinh được phân bố đều theo hướng chu vi của thanh silic, cho nên các điểm ảnh động trên khung hình được sử dụng để xác định xem đơn tinh thể với đường kính không đổi có đường đứt gãy hay không.

So với phương pháp xác định xem đường đứt gãy có xuất hiện hay không dựa vào mức chênh lệch về đặc trưng dữ liệu là chiều cao của mặt phẳng có đường kết tinh X, phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo sáng chế này có thể được làm thích ứng để phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh của tinh thể với đường kính không đổi trong tất cả các trường hợp thẳng giáng đường kính của thanh silic tinh thể và sự không rõ ràng của các đặc trưng của đường kết tinh trên thanh silic tinh thể, cho nên có thể nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện, để xác định một cách chính xác về việc tình trạng đứt gãy của đường kết tinh có xảy ra hay không.

Theo phương án thực hiện sáng chế, bước xử lý mỗi khung hình trong số các khung hình, và thu được số lượng điểm ảnh động ở mỗi khung hình trong số các khung hình bao gồm các bước: chọn vùng đo trên khung hình; thực hiện phương pháp xử lý dữ liệu đối với mỗi điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, và thu được độ lớn vận tốc của mỗi điểm ảnh; xác định điểm ảnh là điểm ảnh động nếu độ lớn vận tốc của điểm ảnh này lớn hơn ngưỡng định trước; và đếm số lượng điểm ảnh động trong vùng đo trên khung hình.

Phương pháp lưu lượng quang dùng để chỉ phương pháp, bằng cách sử dụng sự thay đổi của các điểm ảnh trong dãy hình ảnh ở miền thời gian và sự tương quan giữa các khung hình liên tiếp, tìm ra sự tương ứng giữa một khung hình trước và khung hình hiện thời, nhờ đó tính toán thông tin về sự dịch chuyển của điểm ảnh giữa các khung hình liên tiếp.

Bước xử lý bằng phương pháp lưu lượng quang cụ thể theo sáng chế này cụ thể bao gồm các bước: chọn một điểm ảnh trên khung hình hiện thời của hình ảnh; xác định vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh này; tìm điểm ảnh này trong một khung hình trước của hình ảnh; so sánh để đánh giá xem vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh này có thay đổi trên khung hình hiện thời hay không; nếu vị trí điểm tọa độ có thay đổi, thì biểu diễn sự thay đổi đó

bằng cách sử dụng độ lớn vận tốc, và so sánh độ lớn vận tốc của điểm ảnh này với ngưỡng định trước; xác định điểm ảnh này là điểm ảnh động nếu độ lớn vận tốc của điểm ảnh này lớn hơn ngưỡng định trước; và sau đó đếm các điểm ảnh động này để thu được tổng số điểm ảnh động.

Sáng chế này, bằng cách sử dụng ngưỡng định trước, có thể khử tạp nhiễu, nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện và xác định, và không bị ảnh hưởng do sự thẳng giáng của đường kính tinh thể. Khi các đặc trưng của các đường kết tinh trên thanh silic tinh thể không rõ ràng, sáng chế này có thể vẫn tìm ra các điểm ảnh động có các đặc trưng của đường kết tinh, để phân tích và xác định.

Theo phương án thực hiện sáng chế, bước chọn vùng đo trên khung hình bao gồm bước: chọn vùng đo trên khung hình ở mỗi khung hình trong số các khung hình theo vị trí của vòng tròn sáng. Vòng tròn sáng nằm ở mặt phân cách lỏng-rắn giữa silic rắn và silic nóng chảy ở phần dưới của thanh silic đơn tinh thể.

Vòng tròn sáng có trong tất cả các khung hình của hình ảnh, và theo sáng chế này vùng đo trên khung hình được chọn theo vị trí của vòng tròn sáng, để lọc ra các điểm ảnh màu tối.

Theo phương án thực hiện sáng chế, bước chọn vùng đo trên khung hình bao gồm bước: chọn vùng đo trên khung hình ở mỗi khung hình trong số các khung hình theo giá trị thang độ xám, trong đó giá trị thang độ xám tối đa bằng 200.

Vùng đo trên khung hình cũng có thể được chọn theo vị trí của vòng tròn sáng và giá trị thang độ xám, trong đó giá trị thang độ xám sẽ không vượt quá 200.

Bằng cách thiết lập giá trị thang độ xám tối đa trong vùng đo trên khung hình bằng 200, hiệu quả của việc xử lý bằng phương pháp lưu lượng quang có thể được bảo đảm.

Theo phương án thực hiện sáng chế, bước thực hiện phương pháp xử lý dữ liệu đối với vùng đo trên khung hình, và thu được các vận tốc của các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình và độ lớn tương ứng của các vận tốc đó bao gồm các bước:

thu nhận vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình; và

thu được độ lớn vận tốc của một điểm bất kỳ của hình ảnh trong vùng đo trên khung

hình theo vận tốc theo hướng thứ nhất, vận tốc theo hướng thứ hai và biểu thức thứ nhất, trong đó biểu thức thứ nhất là:

$$\begin{cases} m_i = \sqrt{u^2 + v^2} * f(\theta_i), & 0^\circ \leq \theta_i \leq 360^\circ, \text{ và } \theta_i \neq 90^\circ \\ m_i = \sqrt{u^2 + v^2}, & \theta_i = 90^\circ \end{cases}$$

trong đó $i=1, 2, 3, \dots, n$, m_i biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, θ_i biểu thị góc tâm giữa hướng thứ nhất và hướng thứ hai, $f(\theta_i)$ biểu thị biểu thức quan hệ theo hàm số phù hợp với θ_i , u_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ nhất, và v_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ hai.

Theo phương án thực hiện sáng chế, bước thu nhận vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i của hình ảnh trong vùng đo trên khung hình bao gồm bước: thu được vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình theo vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, khoảng thời gian thu thập hình ảnh và biểu thức thứ hai, trong đó biểu thức thứ hai là: $(u_i, v_i) = [(x_{i2}, y_{i2}) - (x_{i1}, y_{i1})] / t$;

trong đó x biểu thị hướng thứ nhất, y biểu thị hướng thứ hai, (x_{i1}, y_{i1}) biểu thị vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ $(s-1)$, (x_{i2}, y_{i2}) biểu thị vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ s , và t biểu thị khoảng thời gian thu thập hình ảnh giữa khung hình thứ s và khung hình thứ $(s-1)$.

Theo phương án thực hiện sáng chế, ngưỡng định trước được thu nhận theo các độ lớn vận tốc của tất cả các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, bằng cách thực hiện bước sau đây:

thu được ngưỡng định trước theo các độ lớn vận tốc của tất cả các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, số lượng điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình và biểu thức

thứ ba, trong đó biểu thức thứ ba là: $Y = \frac{\sum_{g=1}^k M_g}{N}$;

trong đó Y biểu thị ngưỡng định trước, M_g biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ g trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng, $g=1, 2, 3, \dots, k$, và N biểu thị số lượng điểm

ảnh trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng.

Ngưỡng định trước có thể là giá trị trung bình của các độ lớn vận tốc của tất cả các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình. Ngưỡng định trước cũng có thể được thiết lập bằng một giá trị khác.

Sáng chế này, bằng cách sử dụng ngưỡng định trước, có thể khử tạp nhiễu, nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện và xác định, và không bị ảnh hưởng do sự thăng giáng của đường kính tinh thể. Khi các đặc trưng của các đường kết tinh trên thanh silic tinh thể không rõ ràng, sáng chế này có thể vẫn tìm ra các điểm ảnh động có các đặc trưng của đường kết tinh, để phân tích và xác định. Hơn nữa, bằng cách chọn biên độ của các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, các điểm ảnh màu tối có thể được lọc ra, và trong các ứng dụng thực tế các điểm ảnh động của thanh silic tinh thể có thể được lọc ra, để duy trì đặc trưng của đường kết tinh và các điểm ảnh động của vòng tròn sáng.

Khía cạnh thứ sáu của sáng chế đề xuất cơ cấu phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh, trong đó cơ cấu này bao gồm:

môđun xử lý hình ảnh, được tạo cấu hình để xử lý khung hình hiện thời của hình ảnh phát triển thu được của đơn tinh thể và một khung hình trước của hình ảnh phát triển, và thu được số lượng điểm ảnh động trên khung hình hiện thời của hình ảnh phát triển;

môđun đếm, được tạo cấu hình để đếm, trong một đơn vị thời gian, để thu được số lượng điểm ảnh động ở tất cả các khung hình của hình ảnh phát triển và thông tin về khoảng thời gian phát triển đơn tinh thể; và

môđun xác nhận, được tạo cấu hình để xác định xem đơn tinh thể có đường đứt gãy hay không theo thông tin này.

Theo phương án khác để thực hiện sáng chế, môđun xử lý hình ảnh bao gồm:

môđun con chọn, được tạo cấu hình để chọn vùng đo trên khung hình;

môđun con xử lý dữ liệu, được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp xử lý dữ liệu đối với mỗi điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, và thu được độ lớn vận tốc của mỗi điểm ảnh;

môđun con xác nhận, được tạo cấu hình để xác định điểm ảnh là điểm ảnh động nếu

độ lớn vận tốc của điểm ảnh này lớn hơn ngưỡng định trước;

môđun con đếm, được tạo cấu hình để đếm số lượng điểm ảnh động; và

môđun con chọn, được tạo cấu hình để chọn vùng đo trên khung hình ở mỗi khung hình trong số các khung hình theo vị trí của vòng tròn sáng.

Môđun con xử lý dữ liệu bao gồm:

bộ phận thu nhận hình ảnh, được tạo cấu hình để thu nhận vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình; và

bộ phận con xử lý dữ liệu, được tạo cấu hình để thu được độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình theo vận tốc theo hướng thứ nhất, vận tốc theo hướng thứ hai và biểu thức thứ nhất, trong đó biểu thức thứ nhất là:

$$\begin{cases} m_i = \sqrt{u^2 + v^2} * f(\theta_i), & 0^\circ \leq \theta_i \leq 360^\circ, \text{ và } \theta_i \neq 90^\circ \\ m_i = \sqrt{u^2 + v^2}, & \theta_i = 90^\circ \end{cases}$$

trong đó $i=1, 2, 3, \dots, n$, m_i biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, θ_i biểu thị góc tâm giữa hướng thứ nhất và hướng thứ hai, $f(\theta_i)$ biểu thị biểu thức quan hệ theo hàm số phù hợp với θ_i , u_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ nhất, và v_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ hai.

Bộ phận thu nhận hình ảnh được tạo cấu hình để thu được vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình theo vị trí điểm toạ độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, khoảng thời gian thu thập hình ảnh và biểu thức thứ hai, trong đó biểu thức thứ hai là:

$$(u_i, v_i) = [(x_{i2}, y_{i2}) - (x_{i1}, y_{i1})] / t;$$

trong đó x biểu thị hướng thứ nhất, y biểu thị hướng thứ hai, (x_{i1}, y_{i1}) biểu thị vị trí điểm toạ độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ $(s-1)$, (x_{i2}, y_{i2}) biểu thị vị trí điểm toạ độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ s , và t biểu thị khoảng thời gian thu thập hình ảnh giữa khung hình thứ s và khung hình thứ $(s-1)$.

Môđun con xác nhận được tạo cấu hình để thu được ngưỡng định trước theo các độ

lớn vận tốc của tất cả các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, số lượng điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình và biểu thức thứ ba, trong đó biểu thức thứ ba là:

$$Y = \frac{\sum_{g=1}^k M_g}{N} ;$$

trong đó Y biểu thị ngưỡng định trước, M_g biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ g trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng, $g=1, 2, 3, \dots, k$, và N biểu thị số lượng điểm ảnh trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng.

Khía cạnh thứ bảy của sáng chế đề xuất thiết bị phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh, trong đó thiết bị này bao gồm bộ xử lý thứ hai và bộ nhớ thứ hai, bộ nhớ thứ hai lưu trữ ít nhất một lệnh, và lệnh này được nạp và thực hiện bằng bộ xử lý thứ hai để thực hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh.

Khía cạnh thứ tám của sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính, trong đó vật ghi này lưu trữ ít nhất một lệnh, và lệnh này được nạp và thực hiện bằng bộ xử lý thứ hai để thực hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh.

Phần mô tả sáng chế trên đây chỉ mô tả vắn tắt các giải pháp kỹ thuật của sáng chế này. Để làm cho các dấu hiệu của sáng chế này được hiểu rõ hơn để cho phép thực hiện sáng chế theo các nội dung trong bản mô tả sáng chế, và để làm cho các mục đích, dấu hiệu và các ưu điểm nêu trên và các mục đích, dấu hiệu và các ưu điểm khác của sáng chế trở nên rõ ràng và dễ hiểu hơn, các phương án cụ thể để thực hiện sáng chế sẽ được mô tả dưới đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Để thể hiện một cách rõ ràng hơn các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế, các hình vẽ cần dùng để mô tả các phương án thực hiện sáng chế sẽ được giới thiệu vắn tắt dưới đây. Rõ ràng là, các hình vẽ được mô tả dưới đây thể hiện các phương án thực hiện sáng chế này, và người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể tìm ra các hình vẽ khác dựa vào các hình vẽ này mà không cần dùng đến năng lực sáng tạo.

Fig.1 là lưu đồ thể hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng phát triển

của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ thể hiện cơ cấu chế tạo thanh silic theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.3 thể hiện hình ảnh mẫu của thanh silic theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.4 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện theo phương án thứ nhất của sáng chế;

Fig.5 là lưu đồ thể hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ thể hiện vùng phát hiện của thanh silic theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ thể hiện vùng phát hiện của một thanh silic khác theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.8 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.9 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của một vùng phát hiện khác theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.10 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của một vùng phát hiện khác theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.11 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của một vùng phát hiện khác theo phương án thứ hai của sáng chế;

Fig.12 là sơ đồ thể hiện kết quả phát hiện đường kết tinh của thanh silic theo sáng chế;

Fig.13 là sơ đồ thể hiện kết quả phát hiện đường kết tinh của một thanh silic khác theo sáng chế;

Fig.14 thể hiện sơ đồ khối cấu trúc của cơ cấu phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thứ ba của sáng chế;

Fig.15 là sơ đồ thể hiện cấu trúc logic của thiết bị phát hiện tình trạng phát triển của

đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.16 là lưu đồ thể hiện phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo phương án thứ tư của sáng chế;

Fig.17 là các biểu đồ đường cong biểu diễn sự thay đổi của số lượng điểm ảnh động với khoảng thời gian phát triển đơn tinh thể trong phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo phương án thực hiện sáng chế;

Fig.18 là lưu đồ thể hiện phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo phương án thứ năm của sáng chế;

Fig.19 là sơ đồ cấu trúc của cơ cấu phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo phương án thứ sáu của sáng chế;

Fig.20 là sơ đồ cấu trúc của cơ cấu phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo phương án thứ sáu của sáng chế;

Fig.21 là sơ đồ cấu trúc của cơ cấu phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo phương án thứ sáu của sáng chế;

Fig.22 là sơ đồ cấu trúc của cơ cấu phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo phương án thứ sáu của sáng chế; và

Fig.23 là sơ đồ cấu trúc của cơ cấu phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh theo phương án thứ bảy của sáng chế.

Mô tả các số chỉ dẫn: 101-thanh silic, 102-chén nung, 103-silic nóng chảy, 104-lò đơn tinh thể, 105-đường kết tinh, 106-vùng phát hiện, 107-hướng định trước, 401-giao diện, 402-bộ xử lý thứ nhất, 403-bộ nhớ thứ nhất, 404-bus, 108-vòng tròn sáng, 109-đỉnh, 110-khoảng cách, 501-môđun xử lý hình ảnh, 502-môđun đếm, 503-môđun xác nhận, 5011-môđun con chọn, 5012-môđun con xử lý dữ liệu, 5013-môđun con xác nhận, 5014-môđun con đếm, 50121-bộ phận thu nhận hình ảnh, 50122-bộ phận con xử lý dữ liệu, 601-bộ thu, 602-bộ truyền, 603-bộ xử lý thứ hai, và 604-bộ nhớ thứ hai.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế sẽ được mô tả rõ ràng và đầy đủ dưới đây dựa vào các hình vẽ thể hiện các phương án thực hiện sáng chế. Rõ

ràng là, các phương án được mô tả trong sáng chế chỉ là một số phương án thực hiện sáng chế, chứ không phải là tất cả các phương án thực hiện sáng chế. Tất cả các phương án khác mà người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng tìm ra trên cơ sở các phương án thực hiện sáng chế mà không cần dùng đến năng lực sáng tạo đều nằm trong phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế này.

Phương án thứ nhất

Dựa vào Fig.1, Fig.1 là lưu đồ thể hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thứ nhất của sáng chế. Phương pháp này có thể bao gồm các bước sau đây:

Bước 10: thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic.

Dựa vào Fig.2, Fig.2 là sơ đồ thể hiện cơ cấu chế tạo thanh silic theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Theo phương án thực hiện sáng chế, khi silic đơn tinh thể được chế tạo bằng cách sử dụng phương pháp czochralski, bằng cách sử dụng lò đơn tinh thể 104, vật liệu silic đa tinh thể có độ tinh khiết cao được nung chảy trong chén thạch anh 102, và đầu dưới của tinh thể mầm đơn tinh thể được nhúng vào trong mức chất lỏng của silic nóng chảy 103 trong chén thạch anh. Đầu dưới của tinh thể mầm đơn tinh thể lần lượt trải qua các quy trình tạo mầm, tạo vai, tạo mạch vai, phát triển tinh thể với đường kính không đổi và kết thúc, và đồng thời tinh thể mầm đơn tinh thể và chén nung được quay phối hợp với nhau, nhờ đó hoàn thành quy trình chế tạo thanh silic 101.

Cụ thể là, trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi, thanh silic 101 được quay trong một khoảng thời gian nhất định, và quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic 101 có thể được lấy mẫu bằng hình ảnh với tần suất lấy mẫu nhất định, để thu được các hình ảnh mẫu của thanh silic 101.

Ví dụ, nếu chu kỳ quay của thanh silic bằng 6 giây, và trong chu kỳ quay đó, một khung hình của hình ảnh mẫu được thu thập trong mỗi khoảng thời gian bằng 0,25 giây, thì 24 khung hình của các hình ảnh mẫu có thể được thu thập trong một chu kỳ quay của thanh silic.

Dựa vào Fig.3, Fig.3 thể hiện hình ảnh mẫu của thanh silic theo phương án thứ nhất của sáng chế. Trong hình ảnh mẫu này, đầu dưới của thanh silic 101 được nhúng vào trong mức chất lỏng của silic nóng chảy 103, và thanh silic 101 trên bề mặt có một đường kết tinh 105 theo hướng trục của thanh silic.

Theo phương án thực hiện sáng chế, hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển có thể được thu thập bằng cách sử dụng thiết bị chụp ảnh bên ngoài. Hình ảnh mẫu chứa thông tin về điều kiện bề mặt của thanh silic với 180 độ. Vì trong quy trình chế tạo thanh silic đơn tinh thể, bề mặt của thanh silic đơn tinh thể trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi có 4 đường kết tinh được phân bố cách đều nhau theo hướng trục, trong hình ảnh mẫu được thu thập, có ít nhất một đường kết tinh, cũng có thể có hai đường kết tinh.

Bước 11: tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh.

Ở bước này, trong hình ảnh mẫu được thu thập, vùng phát hiện được sử dụng để phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic được thiết lập. Vùng phát hiện và đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic có thể được tạo ra có một phần trùng nhau bằng cách thiết lập kích thước của vùng phát hiện, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh.

Cụ thể là, đường phát triển của đường kết tinh dùng để chỉ đường thẳng mà đường kết tinh liên tục nằm ở đó trên bề mặt của thanh silic đơn tinh thể. Nếu thanh silic là thanh silic đa tinh thể, thì đường kết tinh đang phát triển trên bề mặt của nó có sự đứt gãy, nhưng đường kết tinh vẫn phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh.

Cụ thể là, vùng phát hiện có thể là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, và cũng có thể là vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, trong đó mặt phẳng của vùng có dạng hình chữ nhật này vuông góc với hướng trục của thanh silic.

Ngoài ra, vùng phát hiện được tạo ra trong hình ảnh của thanh silic trong hình ảnh mẫu.

Dựa vào Fig.3, trong hình ảnh của thanh silic 101 trên hình ảnh mẫu, đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic 101 được dùng làm vùng phát hiện 106, và vùng phát hiện 106 giao nhau với đường kết tinh 105 trên thanh silic 101 ở điểm A.

Bước 12: tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện.

Ở bước này, theo vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện được tạo ra.

Cụ thể là, sau khi vùng phát hiện được thiết lập trong hình ảnh mẫu, bằng cách bắt đầu từ một đầu của vùng phát hiện, theo các giá trị thang độ xám của tất cả các điểm ảnh trong vùng phát hiện, đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện được tạo ra.

Dựa vào Fig.4, Fig.4 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện theo phương án thứ nhất của sáng chế. Trục hoành của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám biểu thị sự thay đổi vị trí của vùng phát hiện theo hướng vuông góc với hướng trục của thanh silic, và tương ứng với các vị trí tương đối của mỗi điểm ảnh trong số các điểm ảnh của vùng phát hiện, và trục tung biểu thị các giá trị thang độ xám tương ứng của mỗi điểm ảnh trong số các điểm ảnh của vùng phát hiện.

Bước 13: xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám.

Ở bước này, theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu của thanh silic, tình trạng phát triển ở thời điểm này của đường kết tinh trên thanh silic có thể được xác định, nhờ đó xác định xem, ở thời điểm này, thanh silic là thanh silic đơn tinh thể hay là thanh silic đa tinh thể.

Cụ thể là, nếu vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu và đường kết tinh trên thanh silic có phần giao nhau giữa chúng, thì điều đó chỉ ra rằng đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện chứa giá trị thang độ xám của phần giao nhau giữa vùng phát hiện và đường kết tinh trên thanh silic. Đường kết tinh, so với các vùng khác trên bề mặt của thanh silic, có màu tối hơn và độ sáng nhỏ hơn, và vì vậy, giá trị thang độ

xám tương ứng với đường kết tinh thấp hơn so với giá trị thang độ xám tương ứng với các vùng khác trên bề mặt của thanh silic.

Theo phương án thực hiện sáng chế, nếu vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu và đường kết tinh trên thanh silic có phần giao nhau giữa chúng, thì đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện có một phần có giá trị thang độ xám thấp hơn. Dựa vào Fig.4, Fig.4 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện theo phương án thứ nhất của sáng chế. Đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám là đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện 106 trên Fig.3. Khối đường hình chữ nhật B trên hình vẽ tương ứng với đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của các điểm ảnh ở gần điểm A là giao điểm của vùng phát hiện 106 và đường kết tinh 105. Trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, ngoại trừ phần được bao quanh bằng khối đường hình chữ nhật B, tất cả các giá trị thang độ xám đều nằm trong khoảng từ 165 đến 180, nhưng các giá trị thang độ xám của phần được bao quanh bằng khối đường hình chữ nhật B nằm trong khoảng từ 152 đến 170, điều đó chỉ ra rằng các giá trị thang độ xám của các điểm ảnh trên thanh silic 101 trong vùng phát hiện 106 cao hơn, và các giá trị thang độ xám của các điểm ảnh ở gần điểm A trên đường kết tinh 105 trong vùng phát hiện 106 thấp hơn.

Giá trị thang độ xám là độ sâu màu của một điểm trong hình ảnh đen trắng. Vì các màu sắc và độ sáng của các điểm của một vật là khác nhau, cho nên các điểm đó trên ảnh chụp đen trắng tương ứng sẽ có các mức độ thay đổi theo thang độ xám. Khoảng giá trị giữa màu trắng và màu đen có thể được phân loại thành nhiều mức theo quan hệ logarit, quan hệ này được gọi là “thang độ xám”, và có khoảng giá trị thường là nằm trong khoảng từ 0 đến 255, trong đó màu trắng bằng 255, và màu đen bằng 0.

Vì vậy, việc vùng phát hiện và đường kết tinh có phần giao nhau hay không có thể được xác định theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện tương ứng. Nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện có các giá trị thang độ xám tương đối thấp ở một phần nhất định, thì điều đó chỉ ra rằng vùng phát hiện và đường kết tinh có phần giao nhau ở phần đó, điều đó chỉ ra rằng ở thời điểm này tình trạng phát triển của đường kết tinh trên bề mặt của thanh silic là tình trạng liên tục.

Ngoài ra, nếu, trong một chu kỳ quay của thanh silic, phát hiện thấy rằng tất cả các

tình trạng phát triển của các đường kết tinh trong mỗi hình ảnh mẫu trong số các hình ảnh mẫu được thu thập là tình trạng liên tục, thì có thể xác định rằng, trong chu kỳ quay của thanh silic, bề mặt của thanh silic có 4 đường kết tinh đang phát triển liên tục, và ở thời điểm này thanh silic là thanh silic đơn tinh thể.

Nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện không có sự thăng giáng tương đối lớn, và sự thay đổi của các giá trị thang độ xám của nó trên trục tung luôn luôn nằm trong phạm vi nhỏ, thì điều đó chỉ ra rằng vùng phát hiện và đường kết tinh không có phần giao nhau, điều đó chỉ ra rằng ở thời điểm này tình trạng phát triển của đường kết tinh trên bề mặt của thanh silic là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh.

Ngoài ra, nếu, trong một chu kỳ quay của thanh silic, phát hiện thấy rằng tất cả các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trong một trong số các hình ảnh mẫu được thu thập là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh, thì có thể xác định rằng, trong chu kỳ quay của thanh silic, bề mặt của thanh silic không có 4 đường kết tinh đang phát triển liên tục, và ở thời điểm này thanh silic là thanh silic đa tinh thể.

Phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thực hiện sáng chế bao gồm các bước: thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic; tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh; tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện; và xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám. Sáng chế này, bằng cách thu thập hình ảnh mẫu theo thời gian thực của thanh silic trong quy trình phát triển, và tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, có thể xác định các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện, nhờ đó xác định về việc thanh silic có phải là thanh silic đơn tinh thể hay không. Phương pháp này làm giảm sự ảnh hưởng đến kết quả phát hiện các đường kết tinh do sự thăng giáng đường kính của thanh silic và sự không rõ ràng của các

đặc trưng của các đường kết tinh, nhờ đó nâng cao độ chính xác và hiệu quả phát hiện các đường kết tinh, và có quy trình thao tác đơn giản.

Phương án thứ hai

Dựa vào Fig.5, Fig.5 là lưu đồ thể hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thứ hai của sáng chế. Phương pháp này có thể bao gồm các bước sau đây:

Bước 20: thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic.

Bước này có thể cụ thể là bước 10 nêu trên, và ở đây sẽ không mô tả nữa.

Bước 21: thực hiện phương pháp xử lý tăng cường hình ảnh đối với hình ảnh mẫu theo thuật toán tăng cường hình ảnh định trước.

Ở bước này, phương pháp tăng cường hình ảnh có thể được thực hiện đối với hình ảnh mẫu của thanh silic, để tăng cường đặc trưng của đường kết tinh trong hình ảnh mẫu, và tăng thêm hiệu số giữa đường kết tinh và các vùng khác trong hình ảnh mẫu, điều này tạo điều kiện thuận lợi để nâng cao độ chính xác trong việc xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu.

Thuật toán tăng cường hình ảnh có thể bao gồm bước thực hiện thuật toán lọc giá trị trung bình, lọc giá trị tối đa, lọc giá trị tối thiểu và v.v. đối với hình ảnh mẫu. Theo phương án thực hiện sáng chế, sáng chế không chỉ giới hạn ở các thuật toán cụ thể nêu trên.

Bước 22: tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh.

Ở bước này, trong hình ảnh mẫu được thu thập, vùng phát hiện được sử dụng để phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic được thiết lập, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết

tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh.

Theo phương án tùy chọn, theo một phương án thực hiện sáng chế, bước 22 có thể cụ thể bao gồm:

Bước con 221: tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic.

Dựa vào Fig.6, Fig.6 là sơ đồ thể hiện vùng phát hiện của thanh silic theo phương án thứ hai của sáng chế. Vùng phát hiện 106 là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic 101, và đoạn thẳng này giao với đường kết tinh 105 của thanh silic 101 ở điểm C.

Theo phương án tùy chọn, chiều dài của đoạn thẳng có thể là số lượng điểm ảnh định trước, ví dụ 500 điểm ảnh.

nếu vùng phát hiện là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì bước 23 được thực hiện.

Theo phương án tùy chọn, theo một phương án khác để thực hiện sáng chế, bước 22 có thể cụ thể bao gồm:

Bước con 222: tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này là vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, trong đó mặt phẳng của vùng có dạng hình chữ nhật này vuông góc với hướng trục của thanh silic.

Dựa vào Fig.7, Fig.7 là sơ đồ thể hiện vùng phát hiện của một thanh silic khác theo phương án thứ hai của sáng chế. Vùng phát hiện 106 là vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic 101, và phần giao nhau giữa vùng có dạng hình chữ nhật và đường kết tinh 105 của thanh silic 101 là đoạn thẳng DE.

Theo phương án tùy chọn, chiều dài và chiều rộng của vùng có dạng hình chữ nhật có thể là các số lượng điểm ảnh định trước, ví dụ 500 điểm ảnh $\times$ 5 điểm ảnh.

Theo phương án thực hiện sáng chế, vùng phát hiện được thiết lập là vùng có dạng hình chữ nhật, nhờ đó, khi có đường kết tinh, phần trùng nhau giữa đường kết tinh và vùng có dạng hình chữ nhật có kích thước lớn, so với trường hợp trong đó phần trùng nhau giữa đường kết tinh và vùng phát hiện là đoạn thẳng chỉ là một điểm giao nhau, thì

phần trùng nhau này có thể làm giảm sự ảnh hưởng đến kết quả kiểm tra bởi các yếu tố môi trường, nhờ đó nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện.

Nếu vùng phát hiện là vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì bước 24 được thực hiện.

Bước 23: nếu vùng phát hiện là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện.

Ở bước này, đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic được tạo ra trong hình ảnh mẫu để làm vùng phát hiện, và bằng cách bắt đầu từ một đầu của đoạn thẳng, theo các giá trị thang độ xám của tất cả các điểm ảnh trong đoạn thẳng, đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám dọc theo đoạn thẳng này được tạo ra.

Dựa vào Fig.6, bằng cách bắt đầu từ đầu bên trái của vùng phát hiện (đoạn thẳng) 106, theo hướng định trước 107, đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện (đoạn thẳng) 106 được tạo ra.

Bước 24: nếu vùng phát hiện là vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện.

Ở bước này, vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic được tạo ra trong hình ảnh mẫu để làm vùng phát hiện, và bước tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng có dạng hình chữ nhật cụ thể bao gồm:

Bước con 241: phân chia vùng có dạng hình chữ nhật ra thành nhiều vùng con giống nhau bằng cách bắt đầu từ một đầu của vùng có dạng hình chữ nhật.

Ở bước này, bằng cách bắt đầu từ một đầu của vùng có dạng hình chữ nhật, vùng có dạng hình chữ nhật được phân chia ra thành nhiều vùng con có kích thước bằng nhau, trong đó số lượng vùng con có thể là một trị số không đổi định trước.

Dựa vào Fig.7, bằng cách bắt đầu từ đầu bên trái của vùng phát hiện (vùng có dạng hình chữ nhật) 106, theo hướng định trước 107, vùng phát hiện (vùng có dạng hình chữ nhật) 106 được phân chia ra thành nhiều vùng con 106-1, 106-2, 106-3, 106-4 có kích thước giống nhau.

Ví dụ, nếu kích thước của vùng có dạng hình chữ nhật là $500 \text{ điểm ảnh} \times 5 \text{ điểm ảnh}$, thì vùng có dạng hình chữ nhật này có thể được phân chia theo hướng vuông góc với hướng trục của thanh silic ra thành 100 vùng con có kích thước bằng $5 \text{ điểm ảnh} \times 5 \text{ điểm ảnh}$.

Bước con 242: tính toán giá trị thang độ xám trung bình của mỗi vùng con.

Ở bước này, sau khi vùng có dạng hình chữ nhật được phân chia ra thành nhiều vùng con giống nhau, các giá trị thang độ xám của tất cả các điểm ảnh trong mỗi vùng con trong số các vùng con đó được thu nhận, và các giá trị thang độ xám của tất cả các điểm ảnh trong vùng con được xác định giá trị trung bình, để tính toán nhằm thu được giá trị thang độ xám trung bình của vùng con.

Bước con 243: tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng có dạng hình chữ nhật theo các giá trị thang độ xám trung bình của tất cả các vùng con.

Ở bước này, giá trị thang độ xám trung bình của vùng con được sử dụng để làm giá trị thang độ xám tương ứng với vùng con, và theo các giá trị thang độ xám của mỗi vùng con, đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng có dạng hình chữ nhật theo hướng vuông góc với hướng trục của thanh silic được tạo ra.

Ví dụ, nếu kích thước của vùng có dạng hình chữ nhật là $500 \text{ điểm ảnh} \times 5 \text{ điểm ảnh}$, và các vùng con là 100 vùng có dạng hình vuông giống nhau với kích thước $5 \text{ điểm ảnh} \times 5 \text{ điểm ảnh}$ theo hướng vuông góc với hướng trục của thanh silic, theo các giá trị thang độ xám trung bình của 100 vùng con, đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng có dạng hình chữ nhật theo hướng vuông góc với hướng trục của thanh silic được tạo ra.

Bước 25: xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám.

Theo phương án tùy chọn, theo một phương án thực hiện sáng chế, bước 25 có thể cụ thể bao gồm:

Bước con 251: tính toán giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám.

Ở bước này, theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện, giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám được tính, và giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám được so sánh với ngưỡng giá trị phương sai định trước.

Nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám lớn hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị phương sai, thì bước con 252 được thực hiện. Nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám nhỏ hơn ngưỡng giá trị phương sai, thì bước con 253 được thực hiện.

Dựa vào Fig.8, Fig.8 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện theo phương án thứ hai của sáng chế. Khoảng giá trị của các giá trị thang độ xám của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám trên Fig.8 là từ 25 đến 30, và giá trị phương sai tương ứng của các giá trị thang độ xám là giá trị nhỏ.

Dựa vào Fig.9, Fig.9 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của một vùng phát hiện khác theo phương án thứ hai của sáng chế. Khoảng giá trị của các giá trị thang độ xám của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám trên Fig.9 là từ 25 đến 39, và giá trị phương sai tương ứng của các giá trị thang độ xám là giá trị lớn.

Bước con 252: xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám lớn hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị phương sai.

Ở bước này, nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám lớn hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị phương sai, thì điều đó chỉ ra rằng đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện có một phần có giá trị thang độ xám thấp hơn. Nói cách khác, vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu và đường kết tinh trên thanh silic có phần giao nhau giữa chúng, và vì vậy, điều đó chỉ ra rằng ở thời điểm này đường kết tinh được phát hiện trong vùng phát hiện của hình ảnh mẫu.

Theo phương án ưu tiên, giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám có thể bằng 7,5.

Bước con 253: xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám nhỏ hơn ngưỡng giá trị phương

sai.

Ở bước này, nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám nhỏ hơn ngưỡng giá trị phương sai, thì điều đó chỉ ra rằng đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện không có sự thăng giáng tương đối lớn, và sự thay đổi của các giá trị thang độ xám của nó trên trục tung luôn luôn nằm trong phạm vi nhỏ. Nói cách khác, vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu và đường kết tinh không có phần giao nhau giữa chúng, điều đó chỉ ra rằng ở thời điểm này không có đường kết tinh nào được phát hiện trong vùng phát hiện của hình ảnh mẫu.

Theo phương án ưu tiên, giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám có thể bằng 7,5.

Theo phương án thực hiện sáng chế, chỉ bằng cách tính toán giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám, và so sánh với ngưỡng giá trị phương sai định trước, tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic có thể được xác định, và, ngoài ra, việc thanh silic có phải là thanh silic đơn tinh thể hay không có thể được xác định, đây là một quy trình thao tác đơn giản.

Theo phương án tùy chọn, theo một phương án khác để thực hiện sáng chế, bước 25 có thể cụ thể bao gồm:

Bước con 254: xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Ở bước này, thuật toán phát hiện dạng sóng-lỗm có thể được sử dụng để xác định xem đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh hay không.

Theo phương án tùy chọn, thuật toán phát hiện dạng sóng-lỗm có thể bao gồm các bước trước tiên là phát hiện giá trị thang độ xám tối thiểu của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám và giá trị thang độ xám trung bình của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, xác định các tọa độ theo trục hoành trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với giá trị thang độ xám tối thiểu và giá trị thang độ xám trung bình, sử dụng hiệu số giữa giá trị thang độ xám trung bình và giá trị thang độ xám tối thiểu để làm biên độ của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh, và sử dụng hiệu số giữa các

toạ độ theo trục hoành trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với giá trị thang độ xám tối thiểu và giá trị thang độ xám trung bình để làm độ rộng của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Ngoài ra, thuật toán này có thể bao gồm bước xác định xem đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh hay không theo biên độ và độ rộng của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Nếu biên độ của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh lớn hơn hoặc bằng biên độ định trước và độ rộng của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh nhỏ hơn hoặc bằng giá trị độ rộng định trước, thì có thể xác định rằng đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Theo phương án ưu tiên, biên độ định trước có thể bằng 10, và giá trị độ rộng định trước có thể là 20 điểm ảnh. Theo phương án thực hiện sáng chế, sáng chế không chỉ giới hạn ở phương án cụ thể nêu trên.

Dựa vào Fig.10, Fig.10 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của một vùng phát hiện khác theo phương án thứ hai của sáng chế. Đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám trên Fig.10 có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh, trong đó phần trên hình vẽ được xác định bằng khối đường hình chữ nhật G là đỉnh đặc trưng của đường kết tinh, điều đó chỉ ra rằng đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện có một phần có giá trị thang độ xám thấp hơn. Nói cách khác, vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu và đường kết tinh trên thanh silic có phần giao nhau giữa chúng, và vì vậy, điều đó chỉ ra rằng ở thời điểm này đường kết tinh được phát hiện trong vùng phát hiện của hình ảnh mẫu; nói cách khác, ở thời điểm này tình trạng phát triển của đường kết tinh trên bề mặt của thanh silic là tình trạng liên tục.

Ngoài ra, nếu, trong một chu kỳ quay của thanh silic, phát hiện thấy rằng tất cả các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trong mỗi hình ảnh mẫu trong số các hình ảnh mẫu được thu thập là tình trạng liên tục, thì có thể xác định rằng, trong chu kỳ quay của thanh silic, bề mặt của thanh silic có 4 đường kết tinh đang phát triển liên tục, và ở thời điểm này thanh silic là thanh silic đơn tinh thể.

Bước con 255: xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết

tinh nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám không có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Ở bước này, thuật toán phát hiện dạng sóng-lỗm có thể được sử dụng để xác định xem đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh hay không.

Theo phương án tùy chọn, thuật toán phát hiện dạng sóng-lỗm có thể bao gồm các bước trước tiên là phát hiện giá trị thang độ xám tối thiểu của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám và giá trị thang độ xám trung bình của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, xác định các tọa độ theo trục hoành trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với giá trị thang độ xám tối thiểu và giá trị thang độ xám trung bình, trong đó các tọa độ theo trục hoành tương ứng với các vị trí của các điểm ảnh tương ứng với giá trị thang độ xám tối thiểu và giá trị thang độ xám trung bình của đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, sử dụng hiệu số giữa giá trị thang độ xám trung bình và giá trị thang độ xám tối thiểu để làm biên độ của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh, và sử dụng hiệu số giữa các tọa độ theo trục hoành trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với giá trị thang độ xám tối thiểu và giá trị thang độ xám trung bình để làm độ rộng của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Ngoài ra, thuật toán này có thể bao gồm bước xác định xem đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh hay không theo biên độ và độ rộng của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Nếu biên độ của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh nhỏ hơn biên độ định trước hoặc độ rộng của đỉnh đặc trưng của đường kết tinh lớn hơn giá trị độ rộng định trước, thì có thể xác định rằng đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám không có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Theo phương án ưu tiên, biên độ định trước có thể bằng 10, và giá trị độ rộng định trước có thể là 20 điểm ảnh. Theo phương án thực hiện sáng chế, sáng chế không chỉ giới hạn ở phương án cụ thể nêu trên.

Dựa vào Fig.11, Fig.11 thể hiện đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của một vùng phát hiện khác theo phương án thứ hai của sáng chế. Đường cong biểu diễn giá trị

thang độ xám trên Fig.11 không có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh. Điều đó chỉ ra rằng đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện không có sự thăng giáng tương đối lớn, và sự thay đổi của các giá trị thang độ xám của nó trên trục tung luôn luôn nằm trong phạm vi nhỏ, nói cách khác, vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu và đường kết tinh không có phần giao nhau giữa chúng, điều đó chỉ ra rằng ở thời điểm này không có đường kết tinh nào được phát hiện trong vùng phát hiện của hình ảnh mẫu; nói cách khác, ở thời điểm này tình trạng phát triển của đường kết tinh trên bề mặt của thanh silic là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh.

Ngoài ra, nếu, trong một chu kỳ quay của thanh silic, phát hiện thấy rằng tất cả các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trong một trong số các hình ảnh mẫu được thu thập là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh, thì có thể xác định rằng, trong chu kỳ quay của thanh silic, bề mặt của thanh silic không có 4 đường kết tinh đang phát triển liên tục, và ở thời điểm này thanh silic là thanh silic đa tinh thể.

Vì vậy, việc vùng phát hiện và đường kết tinh có phần giao nhau hay không có thể được xác định theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện tương ứng. Nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh ở một phần nhất định, thì điều đó chỉ ra rằng vùng phát hiện và đường kết tinh có phần giao nhau ở phần đó. Ở thời điểm này, đường kết tinh đang phát triển liên tục trên bề mặt của thanh silic, và tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic là tình trạng liên tục. Nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện không có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh, thì điều đó chỉ ra rằng vùng phát hiện và đường kết tinh không có phần giao nhau. Ở thời điểm này, đường kết tinh bị đứt gãy trên bề mặt của thanh silic, và tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh.

Theo phương án thực hiện sáng chế, bằng cách xác định xem đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh hay không, tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic có thể được xác định, và, ngoài ra, việc thanh silic có phải là thanh silic đơn tinh thể hay không có thể được xác định, đây là một quy trình thao tác đơn giản, và kết quả phát hiện đạt được độ chính xác cao.

Ví dụ, dựa vào Fig.12, Fig.12 là sơ đồ thể hiện kết quả phát hiện đường kết tinh của

thanh silic theo sáng chế. Trong kết quả phát hiện này, chu kỳ quay T của thanh silic bằng 6 giây, và nếu tần suất thu thập các hình ảnh mẫu bằng 1,5 giây, thì trong một chu kỳ quay T , bốn hình ảnh mẫu có thể được thu thập. Bằng cách tạo ra các đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện trong bốn hình ảnh mẫu, đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám trong một chu kỳ quay T , như được thể hiện trên Fig.12, được tạo ra. Trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, trong mỗi chu kỳ thời gian bằng $T/4$, một đỉnh đặc trưng của đường kết tinh được phát hiện trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, đó là $F1$, $F2$, $F3$ và $F4$, và nhận thấy rằng các khoảng cách về thời gian giữa các đỉnh đặc trưng của đường kết tinh là giống nhau. Điều đó chỉ ra rằng bốn đường kết tinh liên tục được phân bố đều trên thanh silic, và vì vậy ở thời điểm này thanh silic là thanh silic đơn tinh thể.

Dựa vào Fig.13, Fig.13 là sơ đồ thể hiện kết quả phát hiện đường kết tinh của một thanh silic khác theo sáng chế. Trong kết quả phát hiện này, chu kỳ quay T của thanh silic bằng 6 giây, và nếu tần suất thu thập các hình ảnh mẫu bằng 1,5 giây, thì trong một chu kỳ quay T , bốn hình ảnh mẫu có thể được thu thập. Bằng cách tạo ra các đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng phát hiện trong bốn hình ảnh mẫu, đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám trong một chu kỳ quay T , như được thể hiện trên Fig.13, được tạo ra. Trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, trong ba chu kỳ đầu của các chu kỳ thời gian bằng $T/4$, một đỉnh đặc trưng của đường kết tinh được phát hiện trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám, đó là $G1$, $G2$ và $G3$, và nhận thấy rằng các khoảng cách về thời gian giữa các đỉnh đặc trưng của đường kết tinh là giống nhau. Tuy nhiên, trong chu kỳ thời gian thứ tư bằng $T/4$, không phát hiện thấy đỉnh đặc trưng của đường kết tinh. Điều đó chỉ ra rằng thanh silic chỉ có ba đường kết tinh liên tục, và vì vậy ở thời điểm này thanh silic là thanh silic đa tinh thể.

Bước 26: xác định cách xử lý tiếp theo đối với thanh silic theo các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic và chiều dài của thanh silic.

Ở bước này, cách xử lý tiếp theo đối với thanh silic trong quy trình sản xuất thanh silic có thể được xác định theo các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic và chiều dài của thanh silic.

Cụ thể là, nếu, theo các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic,

xác định được rằng thanh silic là thanh silic đơn tinh thể, thì quy trình chế tạo silic đơn tinh thể được tiếp tục thực hiện.

Nếu, theo các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic, xác định được rằng thanh silic là thanh silic đa tinh thể, thì cách xử lý tiếp theo đối với thanh silic có thể được xác định dựa vào chiều dài của thanh silic ở thời điểm này.

Theo phương án thực hiện sáng chế, sau khi xác định rằng thanh silic là thanh silic đa tinh thể, nếu nhận thấy rằng ở thời điểm này chiều dài của thanh silic lớn hơn hoặc bằng 500 milimét, thì quy trình sản xuất sẽ kết thúc, thanh silic được cắt, và thanh silic thu được sau khi cắt có thể được sử dụng làm sản phẩm tương đối. Nếu nhận thấy rằng ở thời điểm này chiều dài của thanh silic nhỏ hơn 500 milimét, thì quy trình sản xuất sẽ kết thúc, thanh silic được nung chảy, và silic nóng chảy thu được có thể được sử dụng làm vật liệu thô cho quy trình chế tạo thanh silic đơn tinh thể.

Phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thực hiện sáng chế bao gồm các bước: thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic; tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh; tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện; và xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám. Sáng chế này, bằng cách thu thập hình ảnh mẫu theo thời gian thực của thanh silic trong quy trình phát triển, và tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, có thể xác định các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện, nhờ đó xác định về việc thanh silic có phải là thanh silic đơn tinh thể hay không. Phương pháp này làm giảm sự ảnh hưởng đến kết quả phát hiện các đường kết tinh do sự thẳng góc đường kính của thanh silic và sự không rõ ràng của các đặc trưng của các đường kết tinh, nhờ đó nâng cao độ chính xác và hiệu quả phát hiện các đường kết tinh, và có quy trình thao tác đơn giản.

Cần lưu ý rằng, liên quan đến quy trình theo các phương án thực hiện sáng chế, để

cho bản mô tả sáng chế ngắn gọn, tất cả các quy trình đó được mô tả dưới dạng là sự kết hợp của một chuỗi các thao tác, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng cần phải hiểu rằng các phương án thực hiện sáng chế không bị giới hạn ở các trình tự thực hiện của các thao tác như được mô tả trong sáng chế, vì theo các phương án thực hiện sáng chế, một số bước có thể có các trình tự thực hiện khác hoặc được thực hiện đồng thời. Thứ hai là, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng cũng cần phải hiểu rằng tất cả các phương án được mô tả trong sáng chế là các phương án ưu tiên, và không phải tất cả các thao tác có trong các phương án đó đều phải được thực hiện trong các phương án thực hiện sáng chế.

Phương án thứ ba

Dựa vào Fig.14, Fig.14 thể hiện sơ đồ khối cấu trúc của cơ cấu phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thứ ba của sáng chế. Cơ cấu này có thể cụ thể bao gồm:

môđun thu nhận hình ảnh mẫu 301, được tạo cấu hình để thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic; và

môđun tạo ra vùng phát hiện 302, được tạo cấu hình để tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh;

trong đó, theo phương án tùy chọn, vùng phát hiện có: đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, hoặc vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, trong đó mặt phẳng của vùng có dạng hình chữ nhật này vuông góc với hướng trục của thanh silic; và

môđun tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám 303, được tạo cấu hình để tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện.

Theo phương án tùy chọn, nếu vùng phát hiện là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì môđun tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám 303 bao

gồm:

môđun con tạo ra thứ nhất, được tạo cấu hình để tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với đoạn thẳng bằng cách bắt đầu từ một đầu của đoạn thẳng.

Theo phương án tùy chọn, nếu vùng phát hiện là vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì môđun tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám 303 bao gồm:

môđun con phân chia, được tạo cấu hình để phân chia vùng có dạng hình chữ nhật ra thành nhiều vùng con giống nhau bằng cách bắt đầu từ một đầu của vùng có dạng hình chữ nhật;

môđun con tính toán thứ nhất, được tạo cấu hình để tính toán giá trị thang độ xám trung bình của mỗi vùng con; và

môđun con tạo ra thứ hai, được tạo cấu hình để tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng có dạng hình chữ nhật theo các giá trị thang độ xám trung bình của tất cả các vùng con.

Cơ cấu này còn bao gồm môđun xác định tình trạng phát triển 304, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám.

Theo phương án tùy chọn, môđun xác định tình trạng phát triển 304 bao gồm:

môđun con tính toán thứ hai, được tạo cấu hình để tính toán giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám;

môđun con xác định thứ nhất, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám lớn hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị phương sai; và

môđun con xác định thứ hai, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám nhỏ hơn ngưỡng giá trị phương sai.

Theo phương án tùy chọn, môđun xác định tình trạng phát triển 304 có thể còn bao

gồm:

môđun con xác định thứ ba, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh; và

môđun con xác định thứ tư, được tạo cấu hình để xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám không có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

Theo phương án tùy chọn, cơ cấu này có thể còn bao gồm:

môđun tăng cường, được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp xử lý tăng cường hình ảnh đối với hình ảnh mẫu theo thuật toán tăng cường hình ảnh định trước.

Cơ cấu phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thực hiện sáng chế thực hiện các bước: thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic; tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển tinh thể với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh; tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện; và xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám. Sáng chế này, bằng cách thu thập hình ảnh mẫu theo thời gian thực của thanh silic trong quy trình phát triển, và tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, có thể xác định các tình trạng phát triển của các đường kết tinh trên thanh silic theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện, nhờ đó xác định về việc thanh silic có phải là thanh silic đơn tinh thể hay không. Phương pháp này làm giảm sự ảnh hưởng đến kết quả phát hiện các đường kết tinh do sự thẳng giáng đường kính của thanh silic và sự không rõ ràng của các đặc trưng của các đường kết tinh, nhờ đó nâng cao độ chính xác và hiệu quả phát hiện các đường kết tinh, và có quy trình thao tác đơn giản.

Fig.15 là sơ đồ thể hiện cấu trúc logic của thiết bị phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thực hiện sáng chế. Như được thể hiện

trên Fig.15, thiết bị phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic theo phương án thực hiện sáng chế có thể bao gồm: giao diện 401, bộ xử lý thứ nhất 402, bộ nhớ thứ nhất 403 và bus 404. Bus 404 được tạo cấu hình để thực hiện chức năng kết nối và truyền thông giữa giao diện 401, bộ xử lý thứ nhất 402 và bộ nhớ thứ nhất 403. Bộ nhớ thứ nhất 403 lưu trữ chương trình thực hiện được. Bộ xử lý thứ nhất 402 được tạo cấu hình để thực hiện chương trình thực hiện được được lưu trữ trong bộ nhớ thứ nhất 403 để thực hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic dựa vào Fig.1 hoặc Fig.5, hay phương án thứ nhất hoặc phương án thứ hai, nhằm đạt được các hiệu quả giống nhau hoặc tương tự với nhau, để tránh lặp lại, ở đây sẽ không mô tả nữa.

Sáng chế này còn đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính. Vật ghi đọc được bằng máy tính này lưu trữ một hoặc nhiều chương trình thực hiện được. Một hoặc nhiều chương trình thực hiện được đó có thể được thực hiện bằng một hoặc nhiều bộ xử lý thứ nhất để thực hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic dựa vào Fig.1 hoặc Fig.5, hay phương án thứ nhất hoặc phương án thứ hai, nhằm đạt được các hiệu quả giống nhau hoặc tương tự với nhau, để tránh lặp lại, ở đây sẽ không mô tả nữa.

Phương án thứ tư

Phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh. Như được thể hiện trên Fig.16, phương pháp này bao gồm các bước:

Bước 30: bằng cách sử dụng phương pháp lưu lượng quang, xử lý khung hình hiện thời của hình ảnh phát triển thu được của đơn tinh thể và một khung hình trước của hình ảnh phát triển, và thu được số lượng điểm ảnh động trên khung hình hiện thời của hình ảnh phát triển.

Cụ thể là, bước 30 bao gồm các bước:

Thứ nhất là, hình ảnh của sự phát triển tinh thể được thu nhận bằng cách sử dụng camera loại dụng cụ ghép điện tích (Charge Coupled Device, CCD), trong đó trục quang học của đầu camera của camera loại CCD và mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy trong chén nung tạo thành một góc tâm khác 90° .

Bước con 301: chọn vùng đo trên khung hình.

Theo vị trí của vòng tròn sáng, vùng đo trên khung hình được chọn trên khung hình. Vòng tròn sáng nằm ở mặt phân cách lỏng-rắn giữa silic rắn và silic nóng chảy ở phần dưới của thanh silic đơn tinh thể.

Vùng đo trên khung hình cũng có thể được chọn trên khung hình theo giá trị thang độ xám, trong đó giá trị thang độ xám sẽ không vượt quá 200.

Bước con 302: thực hiện phương pháp xử lý dữ liệu đối với mỗi điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, và thu được độ lớn vận tốc của mỗi điểm ảnh.

Bước này bao gồm bước thu nhận vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của một điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình; và thu được độ lớn vận tốc của điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình theo vận tốc theo hướng thứ nhất, vận tốc theo hướng thứ hai và biểu thức thứ nhất, trong đó biểu thức thứ nhất là:

$$\begin{cases} m_i = \sqrt{u^2 + v^2} * f(\theta_i), & 0^\circ \leq \theta_i \leq 360^\circ, \text{ và } \theta_i \neq 90^\circ \\ m_i = \sqrt{u^2 + v^2}, & \theta_i = 90^\circ \end{cases}$$

trong đó $i=1, 2, 3, \dots, n$, m_i biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, θ_i biểu thị góc tâm giữa hướng thứ nhất và hướng thứ hai, $f(\theta_i)$ biểu thị biểu thức quan hệ theo hàm số phù hợp với θ_i , u_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ nhất, và v_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ hai.

Bước thu nhận vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình bao gồm bước: thu được vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình theo vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, khoảng thời gian thu thập hình ảnh và biểu thức thứ hai, trong đó biểu thức thứ hai là: $(u_i, v_i) = [(x_{i2}, y_{i2}) - (x_{i1}, y_{i1})] / t$; trong đó x biểu thị hướng thứ nhất, y biểu thị hướng thứ hai, (x_{i1}, y_{i1}) biểu thị vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ $(s-1)$ (tức là, một khung hình trước), (x_{i2}, y_{i2}) biểu thị vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ s (tức là, khung hình hiện thời), và t biểu thị khoảng thời gian thu thập hình ảnh giữa khung hình

thứ s và khung hình thứ (s-1).

Bước con 303: xác định điểm ảnh là điểm ảnh động nếu độ lớn vận tốc của điểm ảnh này lớn hơn ngưỡng định trước.

Ngưỡng định trước được thu nhận theo các độ lớn vận tốc của tất cả các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, bằng cách thực hiện bước sau đây: thu được ngưỡng định trước theo các độ lớn vận tốc của các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, số lượng điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình và biểu thức thứ ba, trong đó biểu thức thứ ba là:

$$Y = \frac{\sum_{g=1}^k M_g}{N} ;$$

trong đó Y biểu thị ngưỡng định trước, M_g biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ g trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng, $g=1, 2, 3, \dots, k$, và N biểu thị số lượng điểm ảnh trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng.

Ngưỡng định trước có thể là giá trị trung bình của các độ lớn vận tốc của tất cả các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình. Ngưỡng định trước cũng có thể được thiết lập bằng một giá trị khác.

Độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ i được so sánh với ngưỡng định trước, và nếu độ lớn vận tốc của điểm ảnh này lớn hơn ngưỡng định trước, thì xác định rằng điểm ảnh này là điểm ảnh động.

Bước con 304: đếm số lượng điểm ảnh động trong vùng đo trên khung hình.

Bước 31: đếm, trong một đơn vị thời gian, để thu được số lượng điểm ảnh động ở tất cả các khung hình của hình ảnh phát triển và thông tin về khoảng thời gian phát triển đơn tinh thể.

Bước 32: xác định xem đơn tinh thể có đường đứt gãy hay không theo thông tin này.

Theo số lượng điểm ảnh động ở tất cả các khung hình của hình ảnh phát triển và đường cong biểu diễn sự thay đổi dạng sóng của khoảng thời gian phát triển đơn tinh thể, nếu khoảng thời gian của khoảng cách giữa hai đỉnh cạnh nhau trên đường cong biểu diễn sự thay đổi dạng sóng lớn hơn khoảng thời gian định trước, thì xác định rằng đơn tinh thể có đường đứt gãy.

Ở các điều kiện bình thường, như được thể hiện trên Fig.17, trong lúc tinh thể đang quay, các đỉnh của đường cong dạng sóng xuất hiện định kỳ. Ở các điều kiện bình thường, khoảng thời gian của khoảng cách giữa các đỉnh cạnh nhau được thiết lập bằng khoảng thời gian định trước. Khoảng thời gian của khoảng cách giữa các đỉnh cạnh nhau là khoảng thời gian từ điểm cuối của một đỉnh trước đến điểm đầu của một đỉnh sau. Nếu khoảng thời gian của khoảng cách giữa các đỉnh cạnh nhau lớn hơn khoảng thời gian định trước, thì xác định rằng đơn tinh thể với đường kính không đổi có đường đứt gãy.

Theo sáng chế này, vùng đo trên khung hình được chọn theo vị trí của vòng tròn sáng, để lọc ra các điểm ảnh màu tối, để duy trì đặc trưng của đường kết tinh và các điểm ảnh động của vòng tròn sáng. Bằng cách thiết lập giá trị thang độ xám tối đa trong vùng đo trên khung hình không vượt quá 200, hiệu quả của việc xử lý bằng phương pháp lưu lượng quang có thể được bảo đảm. Sáng chế này, bằng cách sử dụng ngưỡng định trước, có thể khử tạp nhiễu, nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện và xác định, có thể được làm thích ứng để phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh của tinh thể với đường kính không đổi trong tất cả các trường hợp thăng giáng đường kính của thanh silic tinh thể và sự không rõ ràng của các đặc trưng của đường kết tinh trên thanh silic tinh thể, cho nên có thể nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện, để xác định một cách chính xác về việc tình trạng đứt gãy của đường kết tinh có xảy ra hay không.

Phương án thứ năm

Phương án thực hiện sáng chế đề xuất phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh. Như được thể hiện trên Fig.18, phương pháp này bao gồm các bước:

Bước 40: chọn một khung hình của hình ảnh.

Hình ảnh của sự phát triển tinh thể được thu nhận bằng cách sử dụng camera loại CCD, trong đó trục quang học của đầu camera của camera loại CCD và mức chất lỏng của vật liệu nóng chảy trong chén nung tạo thành một góc tâm khác 90° .

Bước 41: tạo ra vùng đo trên khung hình.

Cụ thể là, bước 41 bao gồm bước:

chọn vùng đo trên khung hình ở mỗi khung hình theo vị trí của vòng tròn sáng 108. Như được thể hiện trên Fig.19, vòng tròn sáng 108 nằm ở mặt phân cách lỏng-rắn giữa

silic rắn và silic nóng chảy ở phần dưới của thanh silic đơn tinh thể 101.

Vùng đo trên khung hình cũng có thể được chọn ở mỗi khung hình trong số các khung hình theo giá trị thang độ xám, trong đó giá trị thang độ xám sẽ không vượt quá 200.

Khung hình thể hiện sự phát triển của silic theo công nghệ czochralski được thu nhận bằng cách sử dụng camera loại CCD, và được nhập thông qua mạch điện vào máy tính cá nhân công nghiệp, và chương trình xử lý hình ảnh của máy tính cá nhân công nghiệp này xử lý khung hình thể hiện sự phát triển của đơn tinh thể. Cụ thể là, môđun xác định đặc trưng trong chương trình hình ảnh xử lý xác định vùng đo trên khung hình. Vùng đo trên khung hình được thiết lập ở gần vòng tròn sáng, để lọc ra các điểm ảnh màu tối. Để bảo đảm hiệu quả của việc xử lý bằng phương pháp lưu lượng quang đối với hình ảnh, giá trị thang độ xám trong vùng đo trên khung hình sẽ không vượt quá 200.

Bước 42: thu nhận vận tốc theo hướng x và vận tốc theo hướng y của một điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình.

Cụ thể là, bước 42 bao gồm bước:

Thu được vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình theo vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh ở một điểm bất kỳ trong vùng đo trên khung hình, khoảng thời gian thu thập hình ảnh và biểu thức thứ hai, trong đó biểu thức thứ hai là: $(u_i, v_i) = [(x_{i2}, y_{i2}) - (x_{i1}, y_{i1})] / t$; trong đó x biểu thị hướng thứ nhất, y biểu thị hướng thứ hai, (x_{i1}, y_{i1}) biểu thị vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ (s-1), (x_{i2}, y_{i2}) biểu thị vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ s, và t biểu thị khoảng thời gian thu thập hình ảnh giữa khung hình thứ s và khung hình thứ (s-1).

Bước 43: thu được độ lớn vận tốc của điểm ảnh theo thời gian thực.

Cụ thể là, bước 43 bao gồm bước:

Thu được độ lớn vận tốc của điểm ảnh theo thời gian thực trong vùng đo trên khung hình theo vận tốc theo hướng x, vận tốc theo hướng y và biểu thức thứ nhất, trong đó biểu thức thứ nhất là:

$$\begin{cases} m_i = \sqrt{u^2 + v^2} * f(\theta_i), & 0^\circ \leq \theta_i \leq 360^\circ, \text{ và } \theta_i \neq 90^\circ \\ m_i = \sqrt{u^2 + v^2}, & \theta_i = 90^\circ \end{cases}$$

trong đó $i=1, 2, 3, \dots, n$, m_i biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, θ_i biểu thị góc tâm giữa hướng thứ nhất và hướng thứ hai, $f(\theta_i)$ biểu thị biểu thức quan hệ theo hàm số phù hợp với θ_i , u_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ nhất, và v_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ hai.

Theo phương án này, phương pháp lưu lượng quang được sử dụng để xử lý khung hình trong vùng đo trên khung hình. Giả sử rằng vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh A của một điểm bất kỳ trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ $(s-1)$ là $(105,105)$, vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh A của một điểm bất kỳ trên khung hình thứ s là $(120,140)$, và $t=0,2s$, thì các vận tốc theo hướng thứ nhất và hướng thứ hai của điểm ảnh A của một điểm bất kỳ là: $(u_A, v_A) = (15,35)$. Vì hướng thứ nhất và hướng thứ hai là các hướng vuông góc với nhau, cho nên độ lớn vận tốc m_A của điểm ảnh của điểm này có thể được tính như sau: $m_A = \sqrt{15^2 + 35^2} = 38,07$.

Bước 44: xử lý hai giá trị.

Bước xử lý hai giá trị được thực hiện đối với độ lớn vận tốc của điểm ảnh theo thời gian thực trong vùng đo trên khung hình, bước này cụ thể bao gồm các bước:

xử lý các độ lớn vận tốc của các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình để thu được ngưỡng định trước; xác định rằng điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình là điểm ảnh động nếu độ lớn vận tốc của điểm ảnh này trong vùng đo trên khung hình lớn hơn ngưỡng định trước; và đếm để thu được tổng số điểm ảnh động.

Bước xử lý các độ lớn vận tốc của các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình để thu được ngưỡng định trước bao gồm bước: thu được ngưỡng định trước theo các độ lớn vận tốc của các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, số lượng điểm ảnh trong vùng

đo trên khung hình và biểu thức thứ ba, trong đó biểu thức thứ ba là: $Y = \frac{\sum_1^k M_g}{N}$;

trong đó Y biểu thị ngưỡng định trước, M_g biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ g trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng, $g=1, 2, 3, \dots, k$, và N biểu thị số lượng điểm

ảnh trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng.

Theo phương án này, vùng có kích thước bằng 5 điểm ảnh $\times$ 5 điểm ảnh trong vòng tròn sáng được chọn, và tổng số điểm ảnh bằng 25. Theo $Y = \frac{\sum_1^k M_g}{N}$ và thực nghiệm, ngưỡng có thể được chọn là $Y=30$. Vì M_g lớn hơn Y , cho nên điểm ảnh thứ g là điểm ảnh động.

Bước 45: xác định xem có xảy ra tình trạng đứt gãy của đường kết tinh của tinh thể với đường kính không đổi hay không.

Cụ thể là, bước 45 bao gồm bước:

Vì thanh silic có các đường kết tinh theo hướng trục có các đặc trưng rõ ràng, và các đường kết tinh được phân bố đều theo hướng chu vi của thanh silic, cho nên sáng chế này duy trì các điểm ảnh động để làm đặc trưng của đường kết tinh bằng cách thiết lập ngưỡng vận tốc điểm ảnh thời gian thực. Việc có xảy ra tình trạng đứt gãy của đường kết tinh của tinh thể với đường kính không đổi hay không được xác định theo sự thay đổi của tổng số điểm ảnh động với khoảng thời gian phát triển tinh thể. Trong lúc tinh thể đang quay, như được thể hiện trên Fig.17, tổng số điểm ảnh động xuất hiện luân phiên và định kỳ cùng với các đỉnh 109 trên đường cong dạng sóng theo thời gian, và các đỉnh cạnh nhau 109 có khoảng cách 110 giữa chúng. Số chỉ dẫn 109 biểu thị các đỉnh, và số chỉ dẫn 110 biểu thị các khoảng cách giữa các đỉnh 109. Theo phương án này, khoảng cách 110 là nền tảng, điều đó chỉ ra rằng không có điểm ảnh động được xác định là xuất hiện trong khoảng thời gian này.

Như được thể hiện ở nửa trên của Fig.17, khi đơn tinh thể đang phát triển bình thường, các đỉnh 109 xuất hiện định kỳ. Như được thể hiện ở nửa dưới của Fig.17, nếu khoảng thời gian của khoảng cách 110 giữa hai đỉnh cạnh nhau 109 lớn hơn khoảng thời gian định trước, thì xác định rằng đơn tinh thể với đường kính không đổi có đường đứt gãy. Các trị số trên Fig.17 không giới hạn khoảng thời gian và tổng số điểm ảnh động theo sáng chế này, và các trị số đó chỉ là các ví dụ.

Theo phương án này, ở các điều kiện bình thường, các đỉnh kéo dài trong khoảng thời gian là 1,5s, và khoảng cách giữa hai đỉnh cạnh nhau kéo dài trong khoảng thời gian

là 1s; nói cách khác, khoảng thời gian bằng 1s. Khi một điểm ảnh không phải điểm ảnh động kéo dài trong khoảng thời gian là 2,5s, tức là, khoảng thời gian của khoảng cách giữa hai đỉnh cạnh nhau bằng 2,5s, lớn hơn khoảng thời gian này, và trong đó hoàn toàn không có đỉnh nào xuất hiện, thì có thể xác định rằng có xảy ra tình trạng đứt gãy của đường kết tinh của tinh thể với đường kính không đổi.

Theo sáng chế này, vùng đo trên khung hình được chọn theo vị trí của vòng tròn sáng, để lọc ra các điểm ảnh màu tối, để duy trì đặc trưng của đường kết tinh và các điểm ảnh động của vòng tròn sáng. Bằng cách thiết lập giá trị thang độ xám tối đa trong vùng đo trên khung hình bằng 200, hiệu quả của việc xử lý bằng phương pháp lưu lượng quang có thể được bảo đảm. Sáng chế này, bằng cách sử dụng ngưỡng định trước, có thể khử tạp nhiễu, nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện và xác định, có thể được làm thích ứng để phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh của tinh thể với đường kính không đổi trong tất cả các trường hợp thẳng giáng đường kính của thanh silic tinh thể và sự không rõ ràng của các đặc trưng của đường kết tinh trên thanh silic tinh thể, cho nên có thể nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện, để xác định một cách chính xác về việc tình trạng đứt gãy của đường kết tinh có xảy ra hay không.

Phương án thứ sáu

Phương án khác để thực hiện sáng chế đề xuất cơ cấu phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh. Như được thể hiện trên Fig.20, cơ cấu này bao gồm:

môđun xử lý hình ảnh 501, được tạo cấu hình để xử lý khung hình hiện thời của hình ảnh phát triển thu được của đơn tinh thể và một khung hình trước của hình ảnh phát triển, và thu được số lượng điểm ảnh động trên khung hình hiện thời của hình ảnh phát triển;

môđun đếm 502, được tạo cấu hình để đếm, trong một đơn vị thời gian, để thu được số lượng điểm ảnh động ở tất cả các khung hình của hình ảnh phát triển và thông tin về khoảng thời gian phát triển đơn tinh thể; và

môđun xác nhận 503, được tạo cấu hình để xác định xem đơn tinh thể có đường đứt gãy hay không theo thông tin này.

Theo phương án khác để thực hiện sáng chế, như được thể hiện trên Fig.21, môđun

xử lý hình ảnh 501 bao gồm:

môđun con chọn 5011, được tạo cấu hình để chọn vùng đo trên khung hình;

môđun con xử lý dữ liệu 5012, được tạo cấu hình để thực hiện phương pháp xử lý dữ liệu đối với mỗi điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, và thu được độ lớn vận tốc của mỗi điểm ảnh;

môđun con xác nhận 5013, được tạo cấu hình để xác định điểm ảnh là điểm ảnh động nếu độ lớn vận tốc của điểm ảnh này lớn hơn ngưỡng định trước; và

môđun con đếm 5014, được tạo cấu hình để đếm số lượng điểm ảnh động of vùng đo trên khung hình.

Theo phương án khác để thực hiện sáng chế, môđun con chọn được tạo cấu hình để chọn vùng đo trên khung hình ở mỗi khung hình trong số các khung hình theo vị trí của vòng tròn sáng.

Theo phương án khác để thực hiện sáng chế, như được thể hiện trên Fig.22, môđun con xử lý dữ liệu 5012 bao gồm:

bộ phận thu nhận hình ảnh 50121, được tạo cấu hình để thu nhận vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình; và

bộ phận con xử lý dữ liệu 50122, được tạo cấu hình để thu được độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình theo vận tốc theo hướng thứ nhất, vận tốc theo hướng thứ hai và biểu thức thứ nhất, trong đó biểu thức thứ nhất là:

$$\begin{cases} m_i = \sqrt{u^2 + v^2} * f(\theta_i), & 0^\circ \leq \theta_i \leq 360^\circ, \text{ và } \theta_i \neq 90^\circ \\ m_i = \sqrt{u^2 + v^2}, & \theta_i = 90^\circ \end{cases}$$

trong đó $i=1, 2, 3, \dots, n$, m_i biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, θ_i biểu thị góc tâm giữa hướng thứ nhất và hướng thứ hai, $f(\theta_i)$ biểu thị biểu thức quan hệ theo hàm số phù hợp với θ_i , u_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ nhất, và v_i biểu thị vận tốc theo hướng thứ hai.

Theo phương án khác để thực hiện sáng chế, bộ phận thu nhận hình ảnh 50121 được

tạo cấu hình để thu được vận tốc theo hướng thứ nhất và vận tốc theo hướng thứ hai của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình theo vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình, khoảng thời gian thu thập hình ảnh và biểu thức thứ hai, trong đó biểu thức thứ hai là: $(u_i, v_i) = [(x_{i2}, y_{i2}) - (x_{i1}, y_{i1})] / t$;

trong đó x biểu thị hướng thứ nhất, y biểu thị hướng thứ hai, (x_{i1}, y_{i1}) biểu thị vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ $(s-1)$, (x_{i2}, y_{i2}) biểu thị vị trí điểm tọa độ của điểm ảnh thứ i trong vùng đo trên khung hình trên khung hình thứ s , và t biểu thị khoảng thời gian thu thập hình ảnh giữa khung hình thứ s và khung hình thứ $(s-1)$.

Theo phương án khác để thực hiện sáng chế, môđun con xác nhận 5013 được tạo cấu hình để thu được ngưỡng định trước theo các độ lớn vận tốc của tất cả các điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình, số lượng điểm ảnh trong vùng đo trên khung hình và biểu

thức thứ ba, trong đó biểu thức thứ ba là: $Y = \frac{\sum_{g=1}^k M_g}{N}$;

trong đó Y biểu thị ngưỡng định trước, M_g biểu thị độ lớn vận tốc của điểm ảnh thứ g trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng, $g=1, 2, 3, \dots, k$, và N biểu thị số lượng điểm ảnh trong vùng bao phủ của vòng tròn sáng.

Theo sáng chế này, vùng đo trên khung hình được chọn theo vị trí của vòng tròn sáng, để lọc ra các điểm ảnh màu tối, để duy trì đặc trưng của đường kết tinh và các điểm ảnh động của vòng tròn sáng. Bằng cách thiết lập giá trị thang độ xám tối đa trong vùng đo trên khung hình không vượt quá 200, hiệu quả của việc xử lý bằng phương pháp lưu lượng quang có thể được bảo đảm. Sáng chế này, bằng cách sử dụng ngưỡng định trước, có thể khử tạp nhiễu, nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện và xác định, có thể được làm thích ứng để phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh của tinh thể với đường kính không đổi trong tất cả các trường hợp thăng giáng đường kính của thanh silic tinh thể và sự không rõ ràng của các đặc trưng của đường kết tinh trên thanh silic tinh thể, cho nên có thể nâng cao độ chính xác của kết quả phát hiện, để xác định một cách chính xác về việc tình trạng đứt gãy của đường kết tinh có xảy ra hay không.

Phương án thứ bảy

Phương án thực hiện sáng chế còn đề xuất thiết bị phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh. Như được thể hiện trên Fig.23, thiết bị này bao gồm bộ thu 601, bộ truyền 602, bộ xử lý thứ hai 603 và bộ nhớ thứ hai 604. Bộ thu 601, bộ truyền 602 và bộ nhớ thứ hai 604 được kết nối với bộ xử lý thứ hai 603. Bộ nhớ thứ hai 604 lưu trữ ít nhất một lệnh. Lệnh này được nạp và thực hiện bằng bộ xử lý thứ hai 603 để thực hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh dựa vào Fig.16 hoặc Fig.18, hay phương án thứ tư hoặc phương án thứ năm, nhằm đạt được các hiệu quả giống nhau hoặc tương tự với nhau, để tránh lặp lại, ở đây sẽ không mô tả nữa.

Phương án thứ tám

Phương án thực hiện sáng chế còn đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính. Ví dụ, vật ghi bất khả biến đọc được bằng máy tính có thể là bộ nhớ chỉ đọc (Read Only Memory, ROM), bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Memory, RAM), đĩa compac-bộ nhớ chỉ đọc (Compact Disc-Read Only Memory, CD-ROM), băng từ, đĩa mềm, thiết bị lưu trữ dữ liệu quang học và v.v.. Vật ghi này lưu trữ ít nhất một lệnh máy tính. Lệnh này được nạp và thực hiện bằng bộ xử lý thứ hai để thực hiện các bước trong phương pháp phát hiện tình trạng đứt gãy của đường kết tinh dựa vào Fig.16 hoặc Fig.18, hay phương án thứ tư hoặc phương án thứ năm, nhằm đạt được các hiệu quả giống nhau hoặc tương tự với nhau, để tránh lặp lại, ở đây sẽ không mô tả nữa.

Thiết bị theo các phương án được mô tả trên đây chỉ là ví dụ, trong đó các bộ phận được mô tả dưới dạng là các thành phần riêng biệt có thể là hoặc có thể không phải là các thành phần riêng biệt về mặt vật lý, và các thành phần được thể hiện dưới dạng là các bộ phận có thể là hoặc có thể không phải là các bộ phận vật lý; nói cách khác, các bộ phận đó có thể nằm ở cùng một chỗ, và cũng có thể được phân tán ở nhiều thiết bị mạng. Một số hoặc tất cả các môđun có thể được chọn tùy theo các yêu cầu thực tế để đạt được các mục đích của các giải pháp theo các phương án thực hiện sáng chế. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể hiểu và thực hiện các giải pháp kỹ thuật này mà không cần dùng đến năng lực sáng tạo.

Mỗi thành phần theo phương án thực hiện sáng chế có thể được thực hiện bằng phần cứng, hoặc bằng các môđun phần mềm được chạy trên một hoặc nhiều bộ xử lý,

hoặc bằng dạng kết hợp của các loại nêu trên. Người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng cần phải hiểu rằng một số hoặc tất cả các chức năng của một số hoặc tất cả các thành phần của thiết bị tính toán và xử lý theo các phương án thực hiện sáng chế có thể được thực hiện bằng cách sử dụng bộ vi xử lý hoặc bộ xử lý tín hiệu dạng số (Digital Signal Processor, DSP) trong ứng dụng thực tế. Sáng chế này cũng có thể được thực hiện dưới dạng các chương trình dành cho cơ cấu hoặc thiết bị (ví dụ, các chương trình máy tính và các sản phẩm chương trình máy tính) để thực hiện một phần hoặc toàn bộ phương pháp được mô tả trong sáng chế. Các chương trình như vậy để thực hiện sáng chế có thể được lưu trữ trên vật ghi đọc được bằng máy tính, hoặc có thể ở dạng một hoặc nhiều tín hiệu. Các tín hiệu đó có thể được tải xuống từ website trên mạng internet, hoặc được cung cấp trên tín hiệu sóng mang, hoặc được cung cấp ở các dạng bất kỳ khác.

Ví dụ, Fig.23 thể hiện thiết bị tính toán và xử lý có thể thực hiện phương pháp theo sáng chế. Thiết bị tính toán và xử lý này thông thường bao gồm bộ xử lý thứ hai 603 và sản phẩm chương trình máy tính hoặc vật ghi đọc được bằng máy tính ở dạng bộ nhớ thứ hai 604. Bộ nhớ thứ hai 604 có thể là các bộ nhớ điện tử như bộ nhớ tác động nhanh, bộ nhớ chỉ đọc lập trình được và xoá được bằng điện (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory, EEPROM), bộ nhớ chỉ đọc lập trình được và xoá được (Erasable Programmable Read Only Memory, EPROM), đĩa cứng hoặc bộ nhớ ROM. Bộ nhớ thứ hai 604 có không gian lưu trữ dành cho mã chương trình để thực hiện các bước bất kỳ trong phương pháp nêu trên. Ví dụ, không gian lưu trữ dành cho mã chương trình có thể chứa các mã chương trình để thực hiện riêng biệt từng bước trong số các bước trong phương pháp nêu trên. Các mã chương trình này có thể được đọc từ một hoặc nhiều sản phẩm chương trình máy tính hoặc được ghi vào một hoặc nhiều sản phẩm chương trình máy tính. Các sản phẩm chương trình máy tính này là các vật ghi mã chương trình như đĩa cứng, đĩa compac (Compact Disk, CD), thẻ nhớ hoặc đĩa mềm. Các sản phẩm chương trình máy tính như vậy thường là các thiết bị lưu trữ cầm tay hoặc cố định. Thiết bị lưu trữ có thể có các phần lưu trữ hoặc các không gian lưu trữ với cách bố trí giống như bộ nhớ thứ hai 604 của thiết bị tính toán và xử lý trên Fig.23. Các mã chương trình có thể ví dụ được nén ở dạng phù hợp. Thông thường, thiết bị lưu trữ chứa mã đọc được bằng máy tính, mã đọc được bằng máy tính này có thể được đọc bằng một bộ xử lý giống như bộ xử lý nêu trên. Khi các mã này được thực hiện bằng thiết bị tính toán và xử lý, các mã này ra

lệnh cho thiết bị tính toán và xử lý thực hiện từng bước trong số các bước trong phương pháp được mô tả trên đây.

Cụm từ “một phương án”, “phương án” hoặc “một hoặc nhiều phương án” như được sử dụng trong sáng chế có nghĩa là các dấu hiệu, các cấu trúc hoặc các đặc trưng cụ thể được mô tả liên quan đến một phương án sẽ có trong ít nhất một phương án thực hiện sáng chế. Ngoài ra, cần lưu ý rằng trong sáng chế ví dụ sử dụng cụm từ “theo phương án” không nhất thiết phải được hiểu là đề cập đến cùng một phương án.

Phần mô tả sáng chế được trình bày ở đây mô tả nhiều thông tin chi tiết cụ thể. Tuy nhiên, có thể hiểu rằng các phương án thực hiện sáng chế có thể được thực hiện mà không cần có các thông tin chi tiết cụ thể đó. Theo một số phương án, các quy trình, các cấu trúc và các kỹ thuật đã biết không được mô tả chi tiết, để không làm ảnh hưởng đến việc hiểu rõ về sáng chế.

Trong các điểm yêu cầu bảo hộ, số chỉ dẫn bất kỳ đặt giữa các dấu ngoặc đơn sẽ không bị coi là nhằm mục đích giới hạn phạm vi yêu cầu bảo hộ của sáng chế. Từ “bao gồm” không loại trừ các bộ phận hoặc các bước không được liệt kê trong các điểm yêu cầu bảo hộ. Từ “một” đứng trước một bộ phận không loại trừ sự có mặt của nhiều bộ phận như vậy. Sáng chế này có thể được thực hiện bằng phần cứng có nhiều bộ phận khác nhau và bằng máy tính được lập trình thích hợp. Trong các điểm yêu cầu bảo hộ có liệt kê các thiết bị, một số thiết bị trong số các thiết bị này có thể được thực hiện bằng cùng một bộ phận phần cứng. Các từ thứ nhất, thứ hai, thứ ba và v.v. không biểu thị thứ tự bất kỳ. Các từ ngữ này có thể được hiểu là các tên gọi.

Cuối cùng, cần lưu ý rằng các phương án nêu trên chỉ được dùng để giải thích về các giải pháp kỹ thuật của sáng chế này, và không được dùng để giới hạn phạm vi của sáng chế. Mặc dù sáng chế này được trình bày chi tiết dựa vào các phương án nêu trên, nhưng người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng cần phải hiểu rằng vẫn có thể thay đổi các giải pháp kỹ thuật được nêu trong các phương án nêu trên, hoặc tìm ra các phương án thay thế tương đương đối với một phần của các dấu hiệu kỹ thuật trong các phương án thực hiện sáng chế. Tuy nhiên, các phương án thay đổi hoặc thay thế như vậy không làm cho bản chất của các giải pháp kỹ thuật tương ứng vượt ra ngoài ý tưởng sáng tạo và phạm vi của các giải pháp kỹ thuật theo các phương án thực hiện sáng chế này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp phát hiện tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic trong quy trình phát triển với đường kính không đổi của thanh silic;

tạo ra vùng phát hiện trong hình ảnh mẫu, trong đó vùng phát hiện này trùng với đường phát triển của đường kết tinh trên thanh silic, và trong quy trình phát triển với đường kính không đổi của thanh silic, đường kết tinh trên thanh silic phát triển dọc theo đường phát triển của đường kết tinh;

tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện; và

xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám,

trong đó vùng phát hiện bao gồm: đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, hoặc vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, trong đó mặt phẳng của vùng có dạng hình chữ nhật này vuông góc với hướng trục của thanh silic.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nếu vùng phát hiện là đoạn thẳng vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì bước tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện bao gồm các bước:

tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với đoạn thẳng vuông góc bằng cách bắt đầu từ một đầu của đoạn thẳng.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó nếu vùng phát hiện là vùng có dạng hình chữ nhật vuông góc với hướng trục của thanh silic, thì bước tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám của vùng phát hiện bao gồm các bước:

phân chia vùng có dạng hình chữ nhật ra thành nhiều vùng con giống nhau bằng cách bắt đầu từ một đầu của vùng có dạng hình chữ nhật;

tính toán giá trị thang độ xám trung bình của mỗi vùng con; và

tạo ra đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám tương ứng với vùng có dạng hình

chữ nhật theo các giá trị thang độ xám trung bình của tất cả các vùng con.

4. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám bao gồm các bước:

tính toán giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám trên đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám;

xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám lớn hơn hoặc bằng ngưỡng giá trị phương sai; và

xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy của đường kết tinh nếu giá trị phương sai của các giá trị thang độ xám nhỏ hơn ngưỡng giá trị phương sai.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước xác định tình trạng phát triển của đường kết tinh trên thanh silic trên đường phát triển của đường kết tinh theo đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám bao gồm các bước:

xác định tình trạng phát triển là tình trạng liên tục nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh; và

xác định tình trạng phát triển là tình trạng đứt gãy nếu đường cong biểu diễn giá trị thang độ xám không có đỉnh đặc trưng của đường kết tinh.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sau bước thu nhận hình ảnh mẫu của thanh silic, phương pháp này còn bao gồm bước:

thực hiện phương pháp xử lý tăng cường hình ảnh đối với hình ảnh mẫu theo thuật toán tăng cường hình ảnh định trước.

1/10

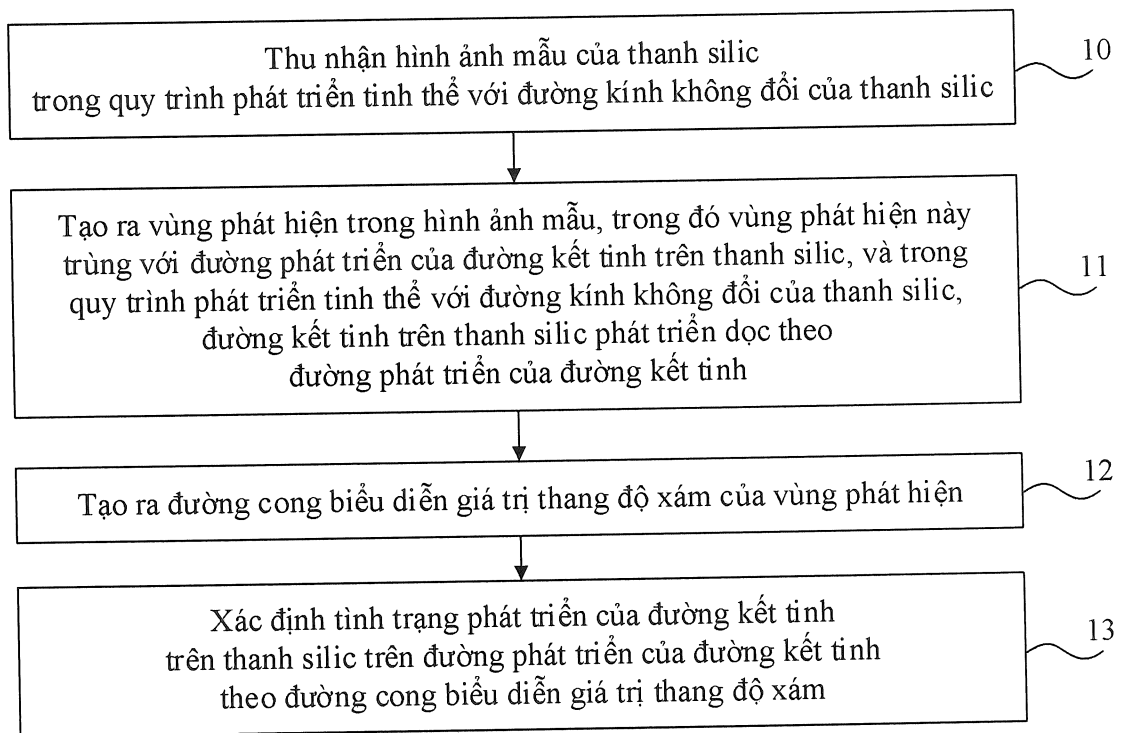


FIG. 1

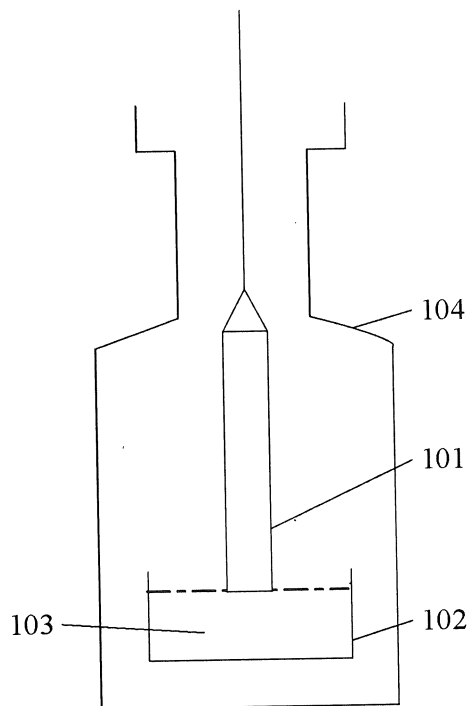
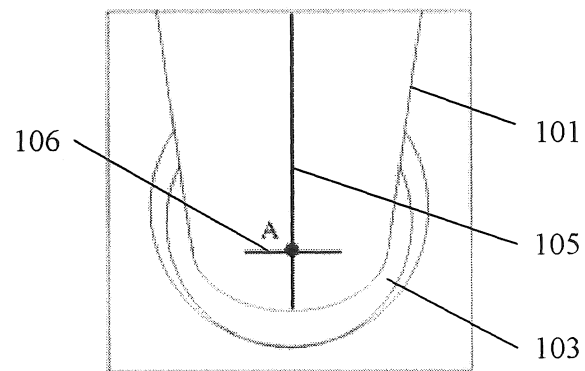
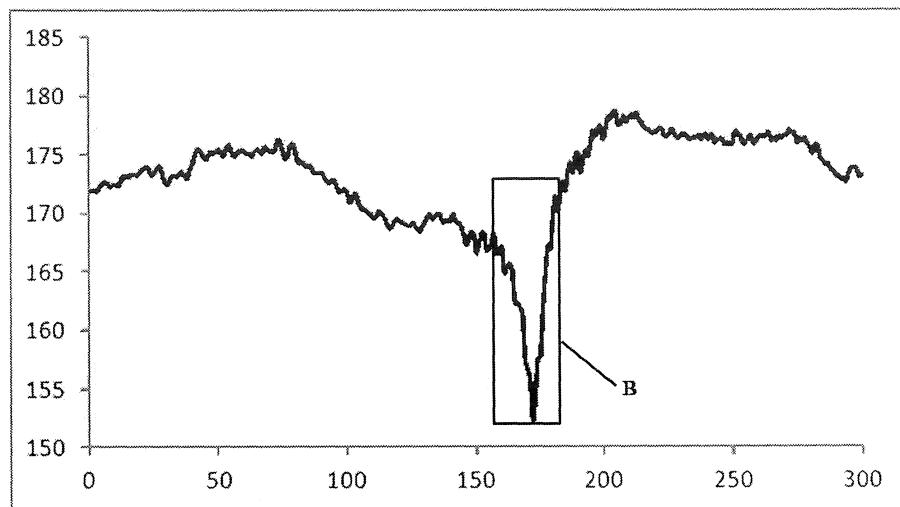


FIG. 2

2/10

**FIG. 3****FIG. 4**

3/10

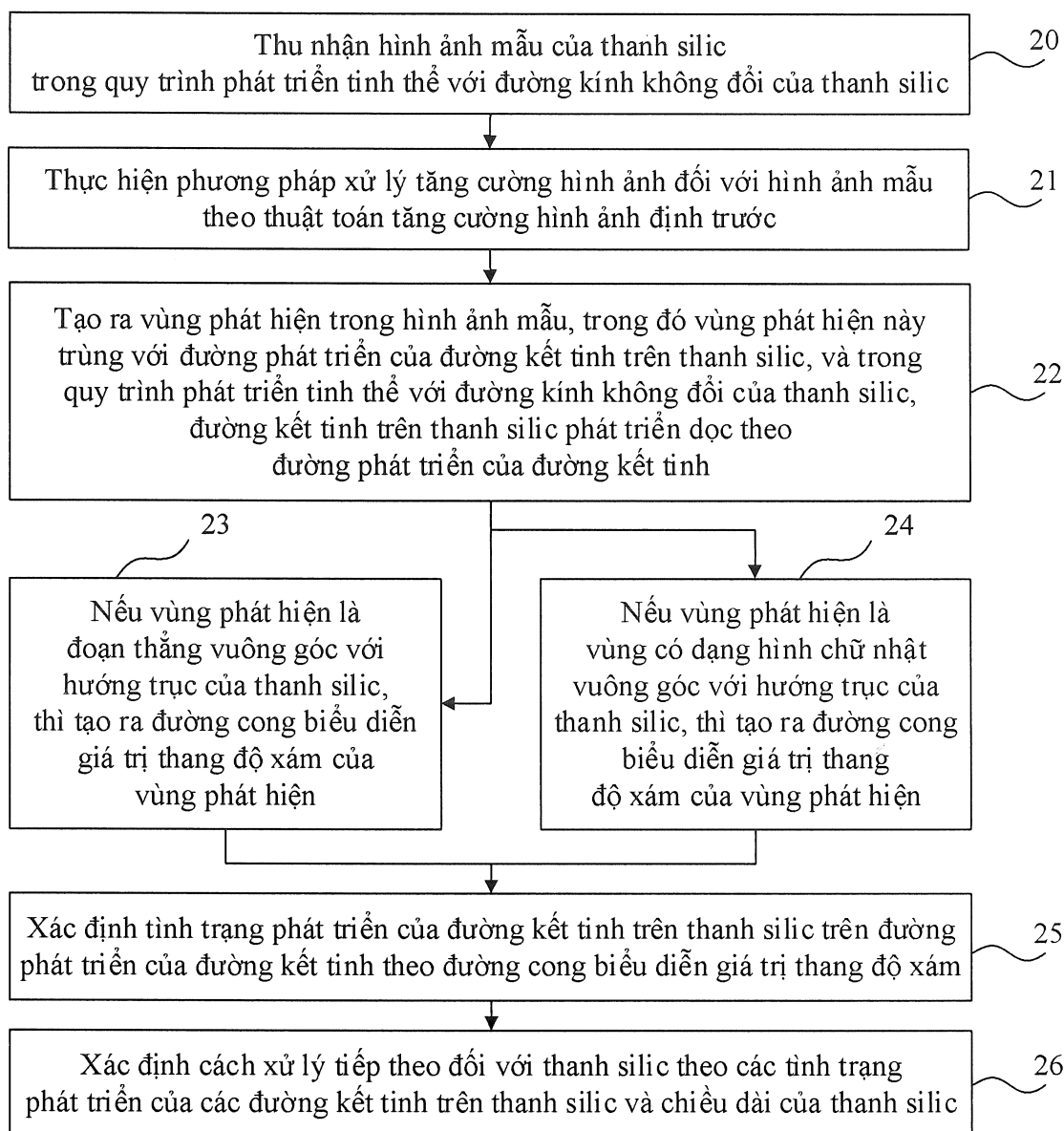


FIG. 5

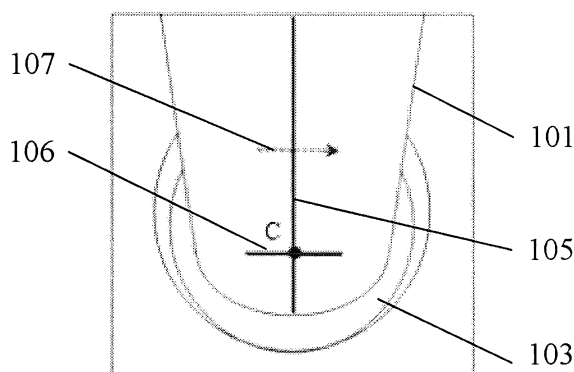


FIG. 6

4/10

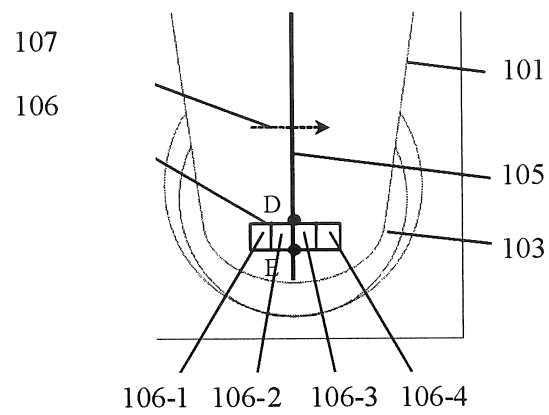


FIG. 7

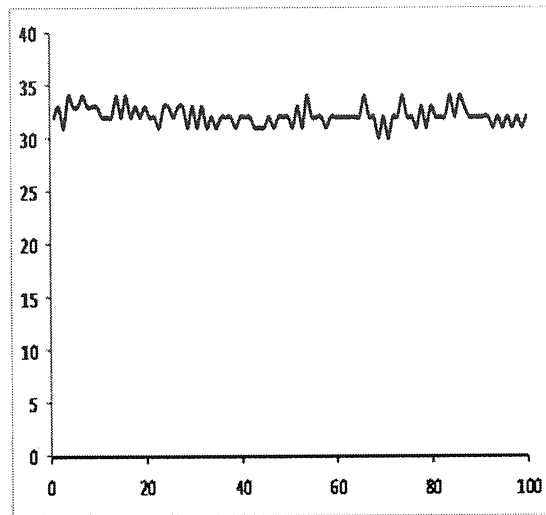


FIG. 8

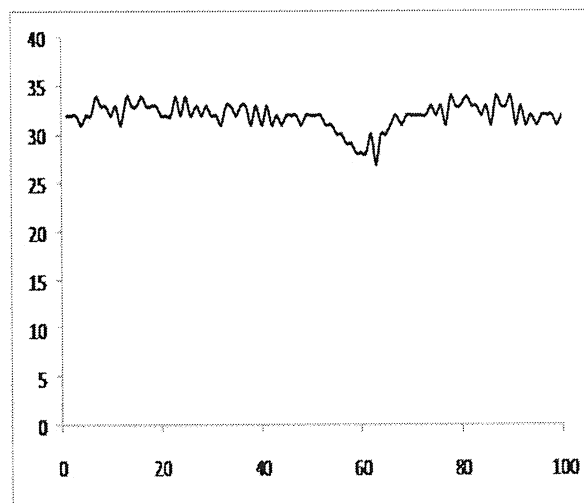


FIG. 9

5/10

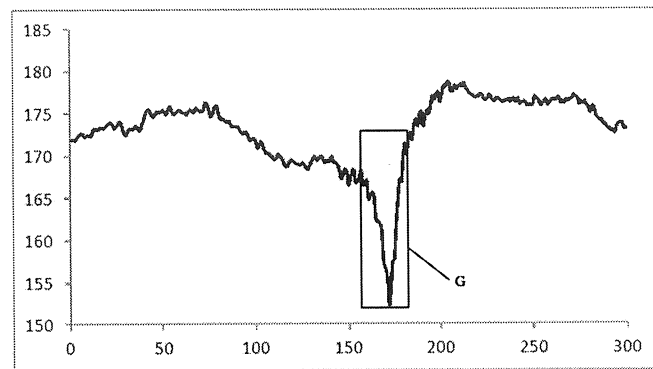


FIG. 10

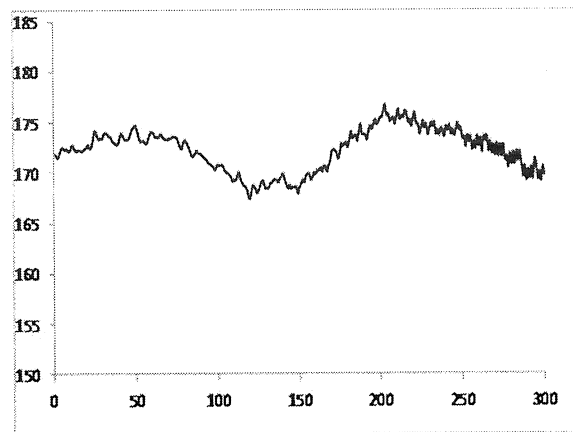


FIG. 11

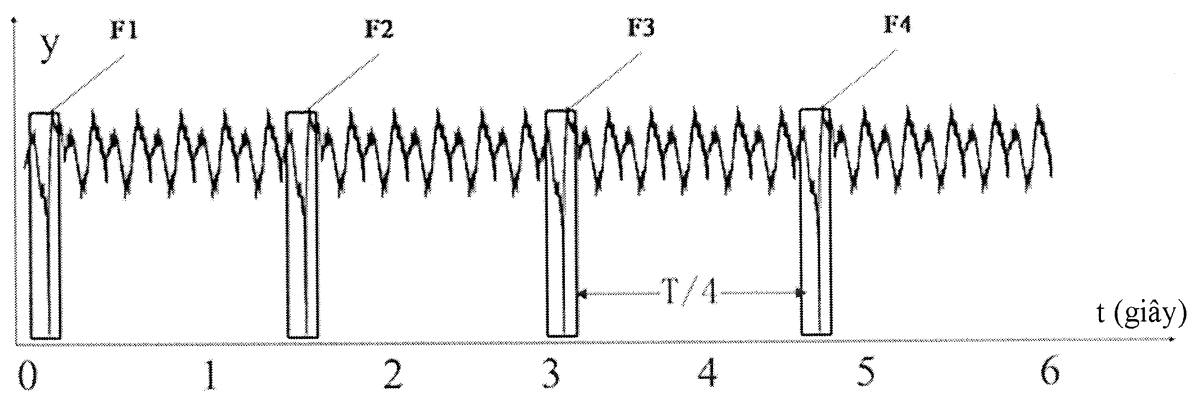


FIG. 12

6/10

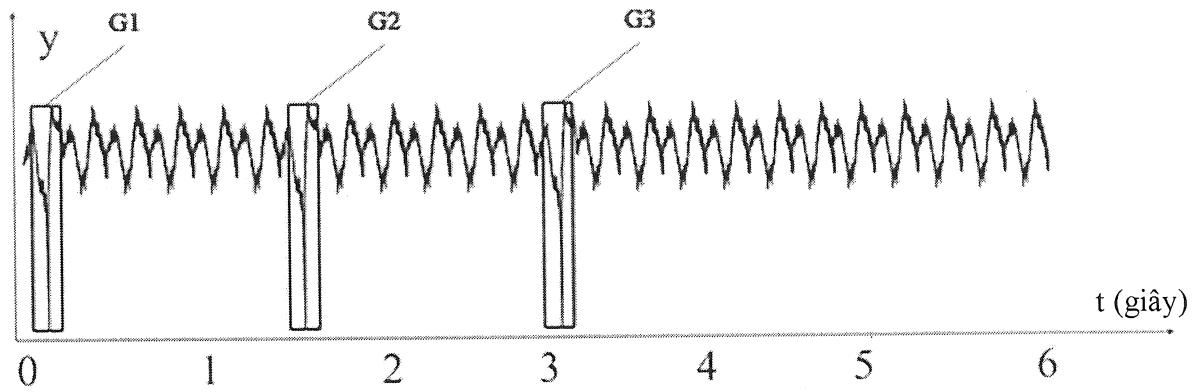


FIG. 13

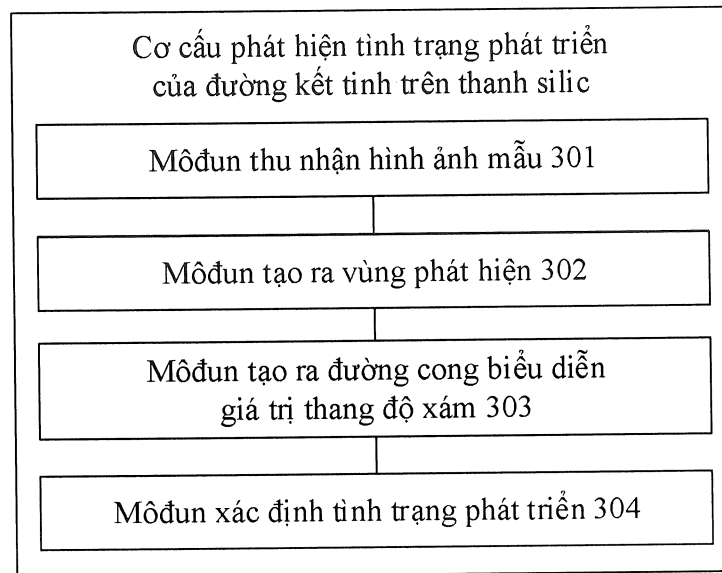


FIG. 14

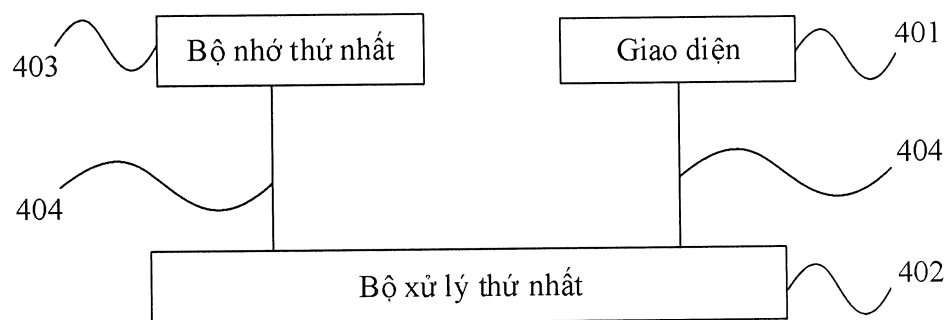


FIG. 15

7/10

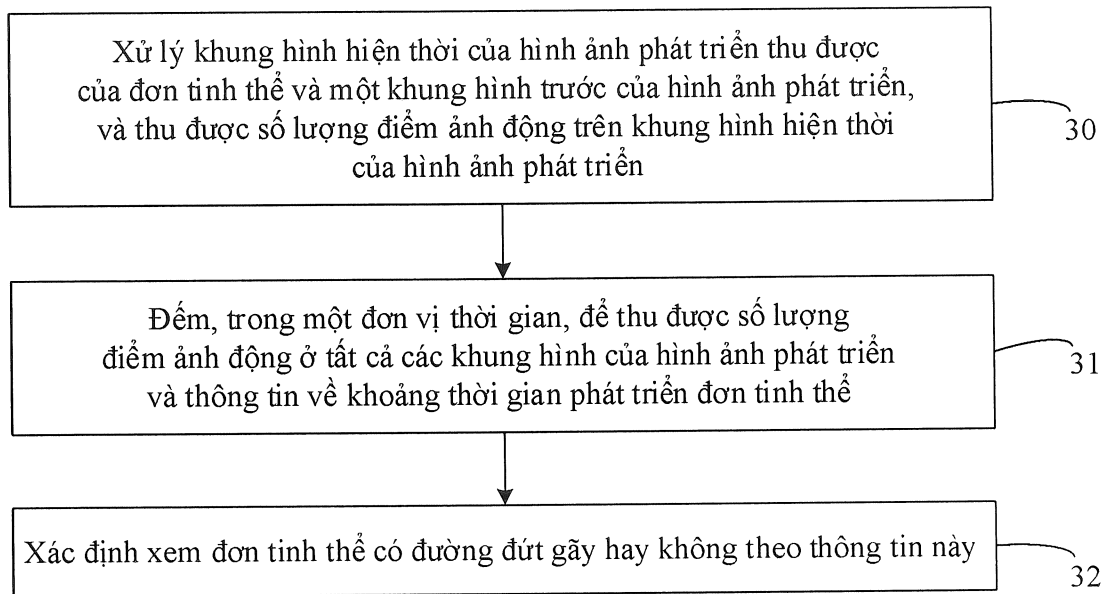


FIG. 16

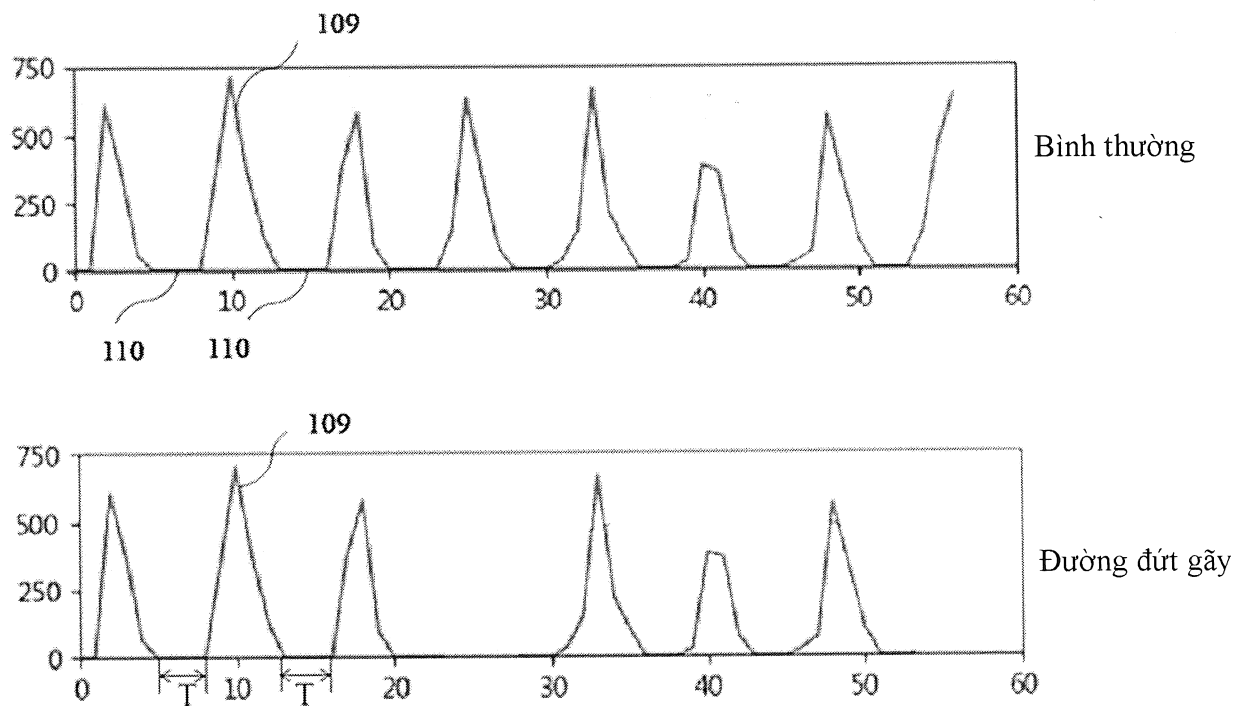
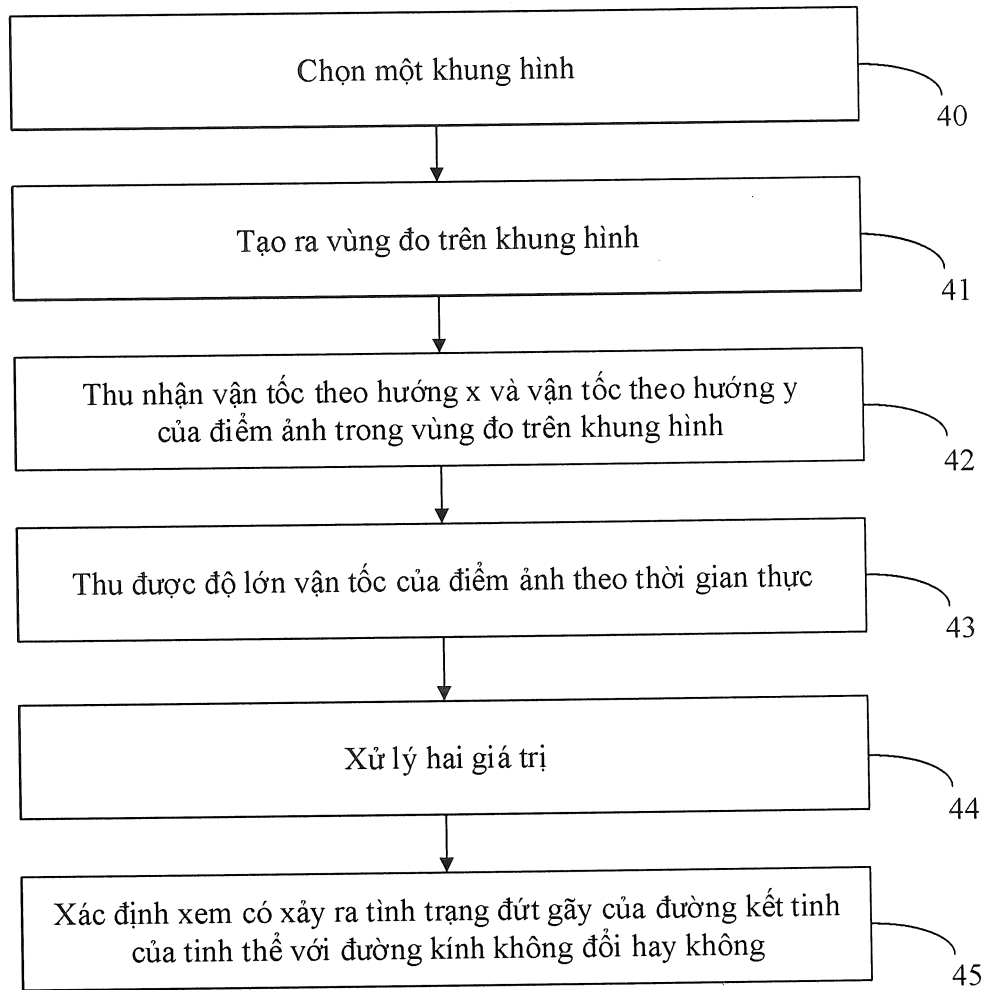
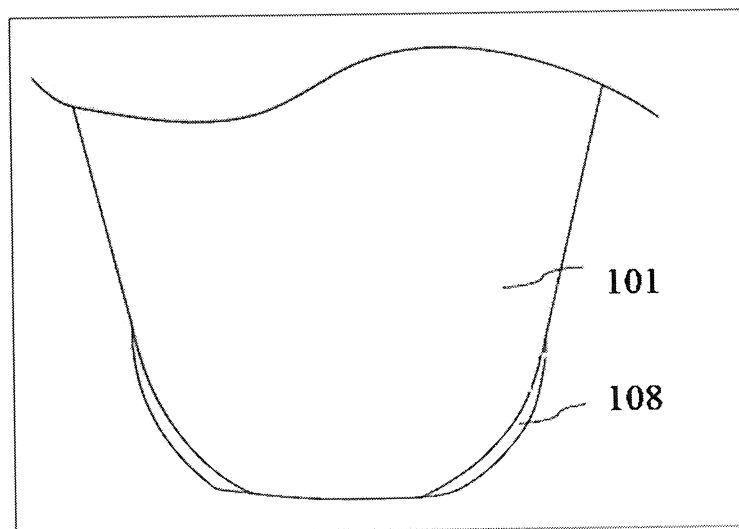


FIG. 17

8/10

**FIG. 18****FIG. 19**

9/10

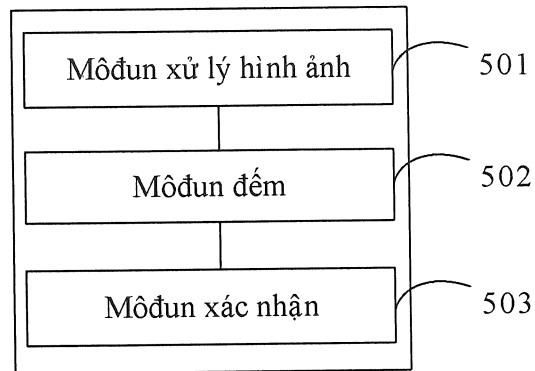


FIG. 20

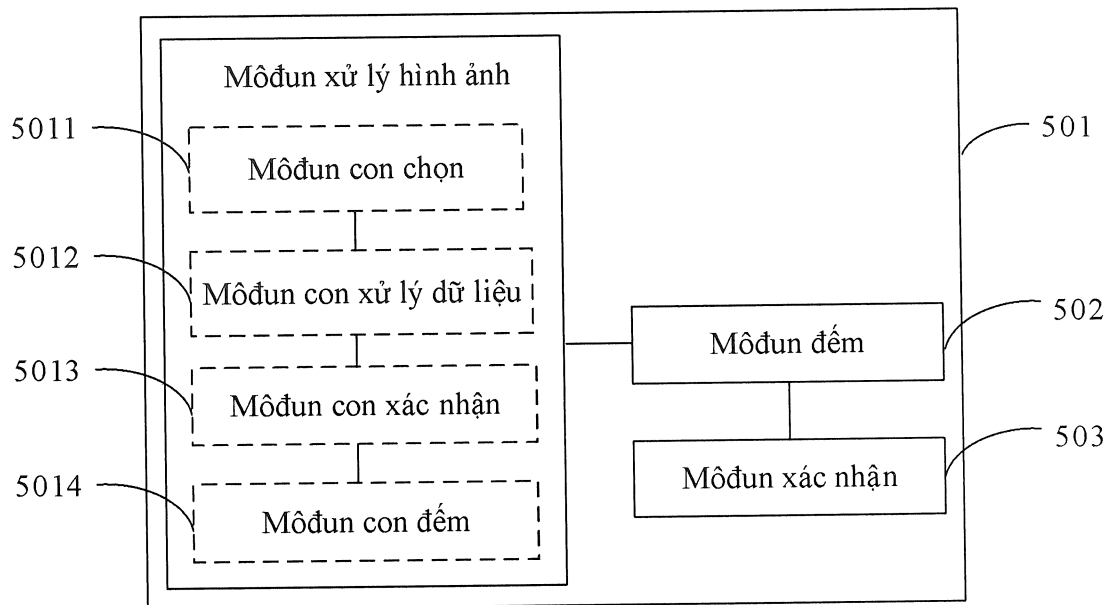


FIG. 21

10/10

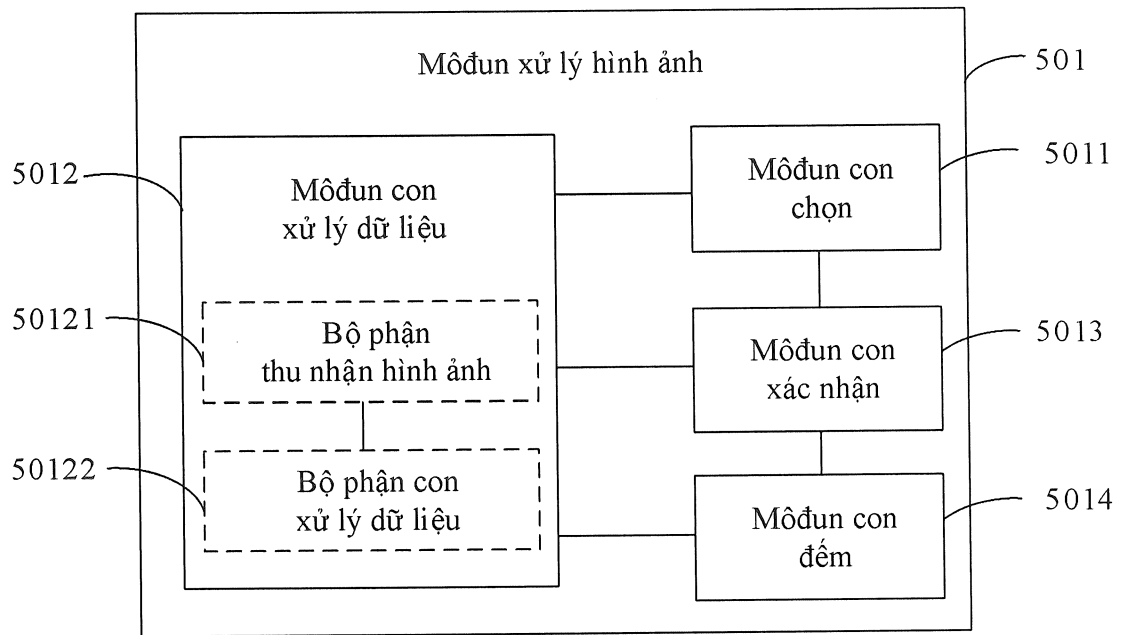


FIG. 22

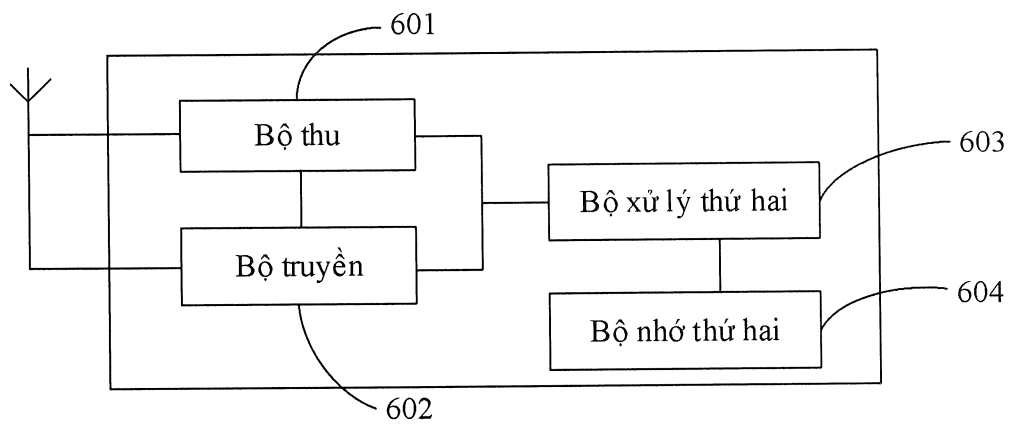


FIG. 23