



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

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

(11)



1-0031271

(51)⁷ H04N 5/225

(13) B

(21) 1-2016-03516

(22) 20/09/2016

(30) 10-2015-0143093 13/10/2015 KR; 10-2015-0169517 30/11/2015 KR

(45) 25/03/2022 408

(43) 25/04/2017 349A

(73) SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD. (KR)

Maeyoung-Ro 150 (Maetan-Dong), Youngtong-Gu, Suwon-Si, Gyeonggi-Do,
Republic of Korea, zipcode: 443-743.

(72) KIM, Hyun (KR).

(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) MÔĐUN MÁY ẢNH VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT MÔĐUN MÁY ẢNH

(57) Sáng chế đề cập đến môđun máy ảnh và phương pháp sản xuất môđun máy ảnh. Môđun máy ảnh có cảm biến hình ảnh và hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính gồm bộ nhớ lưu trữ thông tin về các đặc tính quang sai của môđun máy ảnh ảnh hưởng tới độ phân giải của môđun máy ảnh, và thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm thông tin được ước tính trước bằng cách so sánh hình ảnh được tạo ra bởi môđun máy ảnh với hình ảnh tham chiếu.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến môđun máy ảnh và phương pháp sản xuất môđun máy ảnh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhìn chung, có nhu cầu tiêu dùng trong việc cải thiện hiệu suất chất lượng hình ảnh ở mức ánh sáng yếu của các môđun máy ảnh được sử dụng trong các thiết bị di động. Tuy nhiên, hai hạn chế cơ học lớn nhất là giảm kích thước các điểm ảnh và giảm độ cao của môđun máy ảnh gây khó khăn trong việc đạt được chất lượng hình ảnh cao chẳng hạn như độ phân giải cao.

Điều này do độ phân giải của phần ngoại vi của môđun máy ảnh dễ bị ảnh hưởng hơn đối với sự tán xạ hình dáng của các thấu kính nhựa được sản xuất bằng cách đúc phun do sự giảm kích thước các điểm ảnh và lắp ráp nghiêng và lệch tâm một vài thấu kính cấu tạo nên thấu kính của môđun máy ảnh.

Ngoài ra, trong môđun máy ảnh lấy nét tự động độ phân giải cao, độ phân giải của phần ngoại vi có khuynh hướng dễ bị ảnh hưởng hơn đối với độ nghiêng gói mà xảy ra trong quy trình gắn cụm cơ cấu truyền động các thấu kính trên bảng mạch in (printed circuit board - PCB). Sự nghiêng và sự lệch tâm làm hỏng độ phân giải của phần ngoại vi của môđun máy ảnh, mà dẫn đến sự giảm hiệu suất độ phân giải của môđun máy ảnh.

Thông thường, trong hệ thống đúc phun thấu kính để sản xuất hàng loạt thấu kính, mặc dù các thấu kính được đúc phun từ cùng một khuôn, nhưng hình dạng bề mặt của thấu kính có xu hướng có sự phân bố thay đổi so với giá trị thiết kế do các rãnh.

Kết quả là, sự tán xạ hình dáng của các thấu kính có khuynh hướng tăng hơn, và khi một vài thấu kính được lắp ráp, sự lệch tâm xảy ra giữa các thấu kính, gây khó khăn để lắp ráp các thấu kính theo kết cấu mong muốn mà không có độ nghiêng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần bản chất kỹ thuật của sáng chế được cung cấp để đưa ra một loạt các khái niệm ở dạng đơn giản hóa mà được mô tả thêm dưới đây trong phần mô tả chi tiết. Phần bản chất kỹ thuật của sáng chế không nhằm xác định các dấu hiệu quan trọng hoặc các

dấu hiệu cơ bản của đối tượng yêu cầu bảo hộ, hoặc không nhằm được sử dụng như phần hỗ trợ trong việc xác định phạm vi của đối tượng yêu cầu bảo hộ.

Trong một khía cạnh chung, môđun máy ảnh có cảm biến hình ảnh và hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính gồm bộ nhớ lưu trữ thông tin về các đặc tính quang sai của môđun thấu kính ảnh hưởng đến độ phân giải của môđun thấu kính; và thông tin về các đặc tính quang sai này gồm thông tin được ước tính trước bằng cách so sánh hình ảnh được tạo ra từ môđun máy ảnh với hình ảnh tham chiếu.

Thông tin về các đặc tính quang sai có thể gồm dữ liệu biểu diễn độ nhòe hình ảnh được tạo ra khi ánh sáng đi qua hệ thống quang học tạo thành hình ảnh trên cảm biến hình ảnh.

Thông tin về các đặc tính quang sai có thể gồm thông tin quang sai của nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo các sơ đồ khác nhau.

Thông tin quang sai có thể gồm thông tin quang sai của một số vùng của nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ nhất, và thông tin quang sai của các vùng còn lại của nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ hai; và tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất và tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai là khác nhau.

Thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất có thể gồm dữ liệu hàm tán xạ điểm biểu diễn độ nhòe hình ảnh được tạo ra khi ánh sáng đi qua hệ thống quang học tạo thành hình ảnh trên cảm biến hình ảnh.

Thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai có thể gồm các tham số độ nhòe gồm vị trí tọa độ đỉnh và độ rộng nhòe được trích xuất từ dữ liệu hàm tán xạ điểm biểu diễn độ nhòe hình ảnh được tạo ra khi ánh sáng đi qua hệ thống quang học tạo thành hình ảnh trên cảm biến hình ảnh.

Thông tin về các đặc tính quang sai có thể gồm thông tin về lượng biến dạng của hình ảnh được chụp bởi môđun máy ảnh.

Bộ nhớ có thể còn lưu trữ tham số xác định độ cải thiện của độ phân giải của hình ảnh được chụp bằng môđun máy ảnh theo hoặc một hoặc cả môi trường chiếu sáng và vị trí lấy nét khi hình ảnh được chụp.

Môđun máy ảnh có thể còn gồm bộ xử lý tín hiệu được tạo cấu hình để cải thiện độ phân giải của hình ảnh được chụp bằng môđun máy ảnh sử dụng thông tin về các đặc tính quang sai.

Trong môđun máy ảnh, $TTL/IMGH < 1$ có thể được thỏa mãn, trong đó TTL là khoảng cách từ bề mặt phía đối tượng của thấu kính của hệ thống quang học gần nhất với vật thể tới bề mặt tạo hình ảnh của cảm biến hình ảnh, và IMGH là độ dài đường chéo của mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh.

Trong môđun máy ảnh, $TTL/IMGH \leq 0,75$ hoặc $TTL/IMGH \leq 0,7$ có thể được thỏa mãn.

Thông tin về các đặc tính quang sai có thể gồm thông tin được ước tính theo các đặc tính riêng lẻ của môđun máy ảnh trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh.

Theo khía cạnh chung khác, môđun máy ảnh để tạo ra hình ảnh với cảm biến hình ảnh và hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính gồm bộ nhớ lưu trữ ít nhất hai loại thông tin về các đặc tính quang sai của môđun máy ảnh ảnh hưởng tới độ phân giải của hình ảnh.

Theo khía cạnh chung khác, môđun máy ảnh gồm hệ thống quang học gồm ít nhất một thấu kính; cảm biến hình ảnh được tạo cấu hình để tạo ra hình ảnh phản ứng với việc nhận ánh sáng đi qua hệ thống quang học; bộ nhớ lưu trữ thông tin về các đặc tính quang sai của hệ thống quang học và cảm biến hình ảnh, thông tin về các đặc tính quang sai gồm dữ liệu chỉ mức độ mà hình ảnh bị nhòe; và bộ xử lý tín hiệu được tạo cấu hình để thực hiện xử lý hình ảnh để cải thiện độ phân giải của hình ảnh sử dụng thông tin về các đặc tính quang sai, và cung cấp hình ảnh được xử lý tới thiết bị điện tử bên ngoài.

Theo khía cạnh chung khác, môđun máy ảnh để tạo ra hình ảnh với cảm biến hình ảnh và hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính gồm bộ nhớ lưu trữ thông tin về các đặc tính quang sai của hệ thống quang học và cảm biến hình ảnh, thông tin về các đặc tính quang sai gồm dữ liệu chỉ mức độ mà hình ảnh bị làm nhòe; và môđun máy ảnh được tạo cấu hình để cung cấp hình ảnh được tạo ra bởi hệ thống quang học và cảm biến hình ảnh và thông tin về các đặc tính quang sai tới thiết bị điện tử bên ngoài.

Theo khía cạnh chung khác, phương pháp sản xuất môđun máy ảnh để tạo ra hình ảnh với cảm biến hình ảnh và hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính gồm thông tin ước tính về các đặc tính quang sai của hình ảnh được tạo ra bởi môđun máy ảnh riêng lẻ; và lưu trữ thông tin được ước tính trong bộ nhớ của môđun máy ảnh riêng lẻ.

Theo khía cạnh chung khác, môđun máy ảnh gồm cảm biến hình ảnh; hệ thống quang học được tạo cấu hình để tạo ra hình ảnh trên cảm biến hình ảnh; và bộ nhớ lưu trữ thông tin để hiệu chỉnh độ phân giải của môđun máy ảnh, thông tin được cụ thể cho môđun máy ảnh và được tùy biến cho môđun máy ảnh trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh.

Thông tin để hiệu chỉnh độ phân giải có thể gồm loại thông tin thứ nhất cho các vùng thứ nhất của cảm biến hình ảnh mà độ phân giải của môđun hình ảnh thấp hơn giá trị ngưỡng được xác định trước; và loại thông tin thứ hai cho các vùng thứ hai của cảm biến hình ảnh mà độ phân giải của môđun máy ảnh cao hơn giá trị ngưỡng được xác định trước.

Loại thông tin thứ nhất có thể gồm dữ liệu hàm tán xạ điểm được ước tính cho các vùng thứ nhất của cảm biến hình ảnh; loại thông tin thứ hai có thể gồm các tham số độ nhòe được ước tính từ hàm gần đúng với dữ liệu hàm tán xạ điểm được ước tính cho các vùng thứ hai của cảm biến hình ảnh.

Bộ nhớ còn lưu trữ thông tin để hiệu chỉnh sự biến dạng của hình ảnh được tạo ra bởi cảm biến hình ảnh gây ra bởi sự biến dạng quang học của hệ thống quang học.

Các dấu hiệu và khía cạnh khác sẽ rõ ràng từ phần mô tả chi tiết, các hình vẽ và yêu cầu bảo hộ sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình mà thông tin về các đặc tính quang sai được tùy biến cho mỗi môđun máy ảnh được lưu trữ trong mỗi môđun máy ảnh trong quy trình sản xuất môđun máy ảnh.

Fig.2 là hình chiếu minh họa ví dụ về biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên để ước tính hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF).

Fig.3 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp ước tính thông tin về các đặc tính quang sai cho các vùng cửa sổ của hình ảnh.

Các hình vẽ từ Fig.4 tới Fig.6 là các sơ đồ khối minh họa các ví dụ về quy trình cung cấp thông tin về các đặc tính quang sai của môđun máy ảnh.

Các hình vẽ từ Fig.7 tới Fig.9 là các sơ đồ khối minh họa các ví dụ về quy trình mà trong đó môđun máy ảnh hiệu chỉnh độ phân giải.

Fig.10 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về quy trình thực hiện bổ sung việc hiệu chỉnh biến dạng theo ví dụ của Fig.7.

Fig.11 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về quy trình thực hiện bổ sung việc hiệu chỉnh biến dạng theo ví dụ của Fig.8.

Fig.12 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về quy trình thực hiện bổ sung việc hiệu chỉnh biến dạng theo ví dụ của Fig.9.

Fig.13 là hình chiếu mặt cắt ngang minh họa ví dụ về môđun máy ảnh theo các ví dụ của Fig.7 và Fig.10.

Các hình vẽ từ Fig.14 tới Fig.15B là các hình chiếu minh họa các ví dụ về kết cấu của cảm biến hình ảnh trong môđun máy ảnh của Fig.13.

Fig.16 là hình chiếu mặt cắt ngang của ví dụ về môđun máy ảnh theo các ví dụ của Fig.8 và Fig.11.

Fig.17 là hình chiếu mặt cắt ngang của ví dụ về môđun máy ảnh theo ví dụ của Fig.9 và Fig.12.

Qua các hình vẽ và phần mô tả chi tiết, các số tham chiếu tương tự đề cập đến các phần tử tương tự. Các hình vẽ có thể không được định tỉ lệ, và kích thước, tỉ lệ và sự miêu tả tương đối các phần tử trong các hình vẽ tương ứng có thể được phóng đại để rõ ràng, minh họa và thuận tiện.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phần mô tả chi tiết sau đây được cung cấp để hỗ trợ người đọc hiểu biết toàn diện về các phương pháp, thiết bị và/hoặc các hệ thống được mô tả ở đây. Tuy nhiên, các thay đổi, các biến đổi và các tương đương khác nhau của các phương pháp, các thiết bị,

và/hoặc các hệ thống được mô tả ở đây sẽ rõ ràng với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng. Trình tự các thao tác được mô tả ở đây đơn thuần là các ví dụ, và không giới hạn ở các trình tự nêu ở đây, nhưng có thể được thay đổi để rõ ràng đối với người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng, với việc loại trừ các thao tác cần thiết xảy ra theo thứ tự nhất định. Ngoài ra, các mô tả về các chức năng, và cấu trúc đã được biết đến rộng rãi đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể được bỏ qua để tăng tính rõ ràng và ngắn gọn.

Các dấu hiệu được mô tả ở đây có thể được thể hiện dưới các dạng khác nhau, và không được hiểu là bị giới hạn trong các ví dụ được mô tả ở đây. Thay vào đó, các ví dụ được mô tả ở đây được cung cấp để sự bộc lộ này sẽ được thấu đáo và đầy đủ, và sẽ truyền tải toàn bộ phạm vi của bộc lộ cho người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng.

Xuyên suốt bản mô tả, khi phần tử, như lớp, vùng, lát (tấm nền), được mô tả như “ở trên”, “được kết nối với”, hoặc “được ghép với” phần tử khác, nó có thể trực tiếp “ở trên”, “được kết nối với”, hoặc “được ghép với” phần tử khác, hoặc có thể có các phần tử khác xen giữa chúng. Trái lại, khi phần tử được đề cập đến như “trực tiếp ở trên” “được kết nối trực tiếp với” hoặc “được ghép trực tiếp với” phần tử khác, không thể có phần tử nào khác xen giữa chúng. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “và/hoặc” gồm bất kỳ và tất cả các tổ hợp của một hoặc nhiều mục được liệt kê liên quan.

Mặc dù các thuật ngữ chẳng hạn như “thứ nhất”, “thứ hai”, “thứ ba” có thể được sử dụng ở đây để mô tả các chi tiết, các thành phần, các vùng, các lớp và/hoặc các khu vực khác nhau, các chi tiết, các thành phần, các vùng, các lớp, và/hoặc các khu vực này không bị giới hạn bởi các thuật ngữ này. Ngoài ra, các thuật ngữ này chỉ được sử dụng để phân biệt một chi tiết, thành phần, vùng, lớp hoặc khu vực với chi tiết, thành phần, vùng, lớp hoặc khu vực khác. Do đó, chi tiết, thành phần, vùng, lớp hoặc khu vực thứ nhất được đề cập trong ví dụ dưới đây cũng có thể được gọi là chi tiết, thành phần, vùng, lớp hoặc khu vực thứ hai mà không rời khỏi sự dẫn dắt của các phương án minh họa.

Các thuật ngữ tương đối trong không gian, như “bên trên”, “phía trên”, “bên dưới”, “phía dưới”, có thể được sử dụng ở đây để dễ dàng mô tả để mô tả mối quan hệ của một phần tử với phần tử khác như được thể hiện trên các hình vẽ. Thuật ngữ tương

đối trong không gian nhằm bao gồm các định hướng khác nhau của thiết bị trong việc sử dụng hoặc hoạt động ngoài định hướng được mô tả trên các hình vẽ. Ví dụ, nếu thiết bị trên các hình vẽ được lật lại, các phần tử được mô tả như “bên trên” hoặc “phía trên” tương ứng với các phần tử khác sau đó sẽ được định hướng “bên dưới” hoặc “phía dưới” tương ứng với các phần tử khác. Do đó, thuật ngữ “bên trên” có thể bao gồm cả các định hướng bên trên và bên dưới, phụ thuộc vào hướng cụ thể của các hình vẽ. Thiết bị có thể được định hướng khác (được xoay 90 độ hoặc tại các định hướng khác), và các thuật ngữ tương đối trong không gian được sử dụng ở đây có thể được diễn giải theo đó.

Hệ thống thuật ngữ được sử dụng ở đây chỉ để mô tả các phương án cụ thể và không được nhằm để giới hạn sự bộc lộ. Như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ số ít bao gồm cả các dạng số nhiều, ngoại trừ ngữ cảnh chỉ ra rõ ràng. Các thuật ngữ “bao gồm”, “gồm” và/hoặc “gồm có” cụ thể hóa sự có mặt của các dấu hiệu, các số, các thao tác, các chi tiết, các phần tử, và/hoặc các tổ hợp của chúng được thể hiện, nhưng không loại trừ sự có mặt hoặc bổ sung của một hoặc nhiều dấu hiệu, các số, các thao tác, các chi tiết, các phần tử, và/hoặc các tổ hợp của chúng khác.

Do kỹ thuật sản xuất và/hoặc các dung sai, hình dạng thể hiện trên các hình vẽ có thể biến đổi. Do đó, các ví dụ được mô tả dưới đây không được hiểu là giới hạn hình dáng cụ thể của các vùng được thể hiện trên các hình vẽ, nhưng gồm các thay đổi về hình dạng xảy ra trong suốt quy trình sản xuất.

Thông thường, mô đun máy ảnh có hệ thống quang học gồm ít nhất một thấu kính. Hình ảnh được thu bằng mô đun máy ảnh khác với hình ảnh thực tế do độ phân giải của mô đun máy ảnh bị ảnh hưởng bởi quang sai của hệ thống quang học.

Quang sai là hiện tượng mà các tia sáng mà đi qua hệ thống quang học không hội tụ tại cùng một điểm do đó hình ảnh trở nên bị nhòe, bị biến màu, hoặc bị biến dạng.

Quang sai gồm quang sai đơn sắc xảy ra khi ánh sáng đơn sắc có bước sóng được xác định trước được sử dụng, và quang sai đơn sắc xảy ra khi các chỉ số khúc xạ của hệ thống quang học là khác đối với các bước sóng khác nhau của ánh sáng.

Quang sai đơn sắc gồm độ nghiêng, phân kỳ, quang sai cầu, quang sai coma, loạn thị, sự cong của trường, và biến dạng.

Trong sáng chế này, thuật ngữ “quang sai” tức là một hoặc cả quang sai đơn sắc và quang sai màu.

Thông thường, khi các môđun máy ảnh được sử dụng trong các thiết bị điện tử cầm tay trở nên mỏng hơn, quang sai có khuynh hướng tăng, và sự tăng quang sai giảm độ phân giải của các môđun máy ảnh.

Các ví dụ mô tả dưới đây đề xuất môđun máy ảnh có độ dày được giảm xuống và độ phân giải cao bằng cách thực hiện quy trình hiệu chỉnh độ phân giải của môđun máy ảnh.

Ví dụ, các ví dụ được mô tả bên dưới đề xuất môđun máy ảnh có thuật toán hiệu chỉnh để hiệu chỉnh độ phân giải và phương pháp sản xuất môđun máy ảnh.

Fig.1 là lưu đồ minh họa ví dụ về quy trình trong đó thông tin liên quan đến các đặc tính quang sai được tùy biến cho mỗi môđun máy ảnh được lưu trữ trong mỗi môđun máy ảnh trong quy trình sản xuất môđun máy ảnh, và Fig.2 là hình chiếu minh họa ví dụ về biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên để ước tính hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF).

Hình ảnh bị nhòe được tạo thành khi vật thể được tạo ảnh bằng môđun máy ảnh có thể được biểu diễn bởi phương trình 1 sau đây.

$$\text{Blur_Image} = \text{PSF} * \text{Clear_Image} \quad (1)$$

Trong phương trình 1, biểu tượng * biểu thị phép toán tích chập.

Thông thường, hình ảnh được thu bởi môđun máy ảnh bị nhòe khi vật thể được tạo ảnh bằng môđun máy ảnh không được lấy nét. Độ nhòe này tăng lên khi môđun máy ảnh có kích thước nhỏ.

Nhòe là hiện tượng mà độ sáng của điểm ảnh của hình ảnh ban đầu biến dạng độ sáng của điểm ảnh liền kề do quang sai. Hiện tượng này có thể được thể hiện như hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) chỉ độ nhòe.

PSF là giá trị biểu diễn hình ảnh bị nhòe mà xảy ra trong suốt quy trình trong đó hệ thống quang học tạo ra hình ảnh của vật thể trên cảm biến hình ảnh.

PSF liên quan trực tiếp đến độ phân giải của môđun máy ảnh. Ví dụ, khi dữ liệu PSF có sự phân bố hẹp tương đối, dữ liệu PSF có thể được biểu diễn với độ phân giải cao, và ngược lại, khi dữ liệu PSF có sự phân bố lớn tương đối, dữ liệu PSF có thể được biểu diễn với độ phân giải thấp.

Hình ảnh bị nhòe có thể được tạo mẫu bằng cách nhân chập hình ảnh ban đầu và PSF. Do đó, khi PSF được biết đến, hình ảnh ban đầu có thể được khôi phục từ hình ảnh bị nhòe bằng cách giải nhân chập hình ảnh bị nhòe. Tuy nhiên, không dễ dàng để biết chính xác PSF của hình ảnh bị nhòe, và do đó quy trình ước tính PSF được yêu cầu.

Quy trình trong đó thông tin về các đặc tính quang sai được tùy biến cho mỗi môđun máy ảnh được lưu trữ trong mỗi môđun máy ảnh trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh sẽ được mô tả với sự viện dẫn đến Fig.1.

Biểu đồ được minh họa trên Fig.2 là biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên để ước tính PSF.

Thứ nhất, biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên được đặt tại khoảng cách cụ thể từ môđun máy ảnh. Ví dụ, biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên được đặt tại vị trí cách môđun máy ảnh 1,2 mét.

Biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên được tạo hình ảnh bằng cách sử dụng môđun máy ảnh trong thao tác S10, và dữ liệu hình ảnh được chụp (tức là, dữ liệu tạo ảnh thô) của biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên được truyền tới máy tính chủ (PC chủ) trong thao tác S20. Hình ảnh của biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên được chụp bằng môđun máy ảnh là hình ảnh bị nhòe.

Máy tính chủ so sánh dữ liệu hình ảnh được chụp với hình ảnh ban đầu của biểu đồ mẫu nhiễu ngẫu nhiên để ước tính PSF trong thao tác S30.

PSF được ước tính được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh trong thao tác S40 để sử dụng trong việc khôi phục hình ảnh ban đầu từ hình ảnh bị nhòe được chụp bằng môđun máy ảnh.

Qua quy trình này, môđun máy ảnh thu được thông tin liên quan đến PSF được ước tính để sử dụng trong việc hiệu chỉnh độ phân giải của hình ảnh được chụp để đạt được độ phân giải cao.

Dữ liệu PSF có hình dạng tương tự như hàm Gausơ trong vùng trung tâm của mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh của môđun máy ảnh, và hình dạng mà phân kì từ hàm Gausơ trong vùng ngoại vi của mảng điểm ảnh.

Do đó, để ước tính có hiệu quả dữ liệu PSF có các hình dạng khác nhau bởi các vùng của mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh, mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh được chia thành M phần bằng nhau theo chiều ngang và N phần bằng nhau theo chiều dọc, và dữ liệu PSF được ước tính cho tổng $M \times N$ vùng cửa sổ.

Trong một ví dụ, dữ liệu hình ảnh được chụp được chia thành một số vùng, dữ liệu PSF của mỗi vùng được ước tính, độ chênh lệch giữa dữ liệu PSF được ước tính của mỗi vùng và giá trị thiết kế của hệ thống quang học được xác định, và dữ liệu PSF được ước tính của vùng khác biệt đáng kể với giá trị thiết kế được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh.

Vùng mà dữ liệu PSF của nó không khác đáng kể so với giá trị thiết kế là vùng có độ phân giải mong muốn, và do đó dữ liệu PSF ước tính của vùng tương ứng không được lưu trữ nguyên trạng, nhưng được làm gần đúng bằng hàm Gausơ để ước tính các độ rộng nhòe và vị trí tọa độ đỉnh, và các tham số độ nhòe gồm các độ rộng nhòe và vị trí tọa độ đỉnh được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh.

Fig.3 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp ước tính thông tin về các đặc tính quang sai cho các vùng cửa sổ của hình ảnh.

Thứ nhất, dữ liệu hình ảnh của biểu đồ được tạo ảnh được chia thành $M \times N$ vùng cửa sổ trong thao tác S31.

Tiếp theo, dữ liệu hình ảnh của biểu đồ được tạo ảnh được so sánh với hình ảnh ban đầu của biểu đồ cho mỗi vùng cửa sổ.

Hình ảnh ban đầu của biểu đồ bị nhòe sử dụng hàm ước tính PSF trong thao tác S32, và dữ liệu hình ảnh của biểu đồ được tạo ảnh được so sánh với hình ảnh ban đầu bị nhòe của biểu đồ trong thao tác S33. Dữ liệu PSF của một vùng cửa sổ được ước tính bằng cách tối thiểu hóa độ chênh lệch giữa hình ảnh ban đầu bị nhòe của biểu đồ và dữ liệu hình ảnh của biểu đồ được tạo ảnh bằng cách thay đổi hàm ước tính PSF cho đến

khi thu được độ chênh lệch nhỏ nhất. Các thao tác S32 và S33 được lặp lại cho mỗi vùng của $M \times N$ vùng cửa sổ.

Khi việc ước tính dữ liệu PSF của tất cả $M \times N$ vùng cửa sổ hoàn thành trong thao tác S34, dữ liệu PSF được ước tính của mỗi vùng của các vùng cửa sổ được so sánh với dữ liệu mô phỏng lý tưởng được ước tính từ thiết kế của hệ thống quang học trong thao tác S35. Ngoài ra, dữ liệu PSF được ước tính của từng vùng trong số các vùng cửa sổ có thể được so sánh với dữ liệu PSF được ước tính thực của môđun máy ảnh đại diện.

Khi giá trị chênh lệch giữa dữ liệu PSF được ước tính của vùng cửa sổ và dữ liệu mô phỏng lý tưởng là lớn hơn giá trị ngưỡng cụ thể, vùng cửa sổ tương ứng được xác định là vùng sai số (vùng không tốt hoặc vùng NG) về độ phân giải của môđun máy ảnh trong thao tác S36. Do đó, vùng sai số (vùng NG) có thể được coi như là vùng mà độ phân giải của môđun máy ảnh nhỏ hơn giá trị ngưỡng được xác định trước.

Trái lại, khi giá trị chênh lệch là nhỏ hơn giá trị ngưỡng cụ thể, dữ liệu PSF được ước tính của vùng cửa sổ tương ứng không khác biệt đáng kể với dữ liệu mô phỏng lý tưởng, và do đó vùng cửa sổ tương ứng được xác định là vùng bình thường (vùng OK) về độ phân giải của môđun máy ảnh trong thao tác S36. Do đó, vùng bình thường (vùng OK) có thể được coi như là vùng mà độ phân giải của môđun máy ảnh nhỏ hơn giá trị ngưỡng được xác định trước.

Thông tin quang sai của các vùng sai số (các vùng NG) và thông tin quang sai của các vùng bình thường (các vùng OK) được ước tính theo các sơ đồ khác nhau.

Ví dụ, đối với các vùng sai số (các vùng NG), thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất và được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh, và đối với vùng bình thường (các vùng OK), thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai và được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh.

Các sơ đồ thứ nhất và thứ hai sẽ được mô tả chi tiết dưới đây.

Dữ liệu PSF được ước tính cho các vùng sai số (các vùng NG) được sử dụng nguyên trạng, dữ liệu PSF được ước tính cho các vùng bình thường (các vùng OK) không được sử dụng nguyên trạng, nhưng được làm gần đúng bằng hàm Gauss để ước tính các tham số độ nhòe gồm các độ rộng nhòe và vị trí tọa độ đỉnh trong thao tác S37.

Dữ liệu PSF được ước tính cho các vùng sai số (các vùng NG) và các tham số độ nhòe được ước tính cho các vùng bình thường (vùng OK) được ước tính trong bộ nhớ của môđun máy ảnh trong thao tác S38.

Ví dụ, phương trình 2 dưới đây thể hiện hàm xấp xỉ Gausơ được sử dụng trong quy trình ước tính xấp xỉ PSF được thực hiện cho các vùng bình thường (các vùng OK).

Các giá trị dữ liệu PSF được ước tính trong giai đoạn trước đó trải qua quy trình chuẩn hóa để giá trị lớn nhất của nó là 225 (giá trị lớn nhất trong thang đo xám 8 bit), và sự ước tính xấp xỉ sau đó có thể được thực hiện trên đó sử dụng hàm xấp xỉ Gausơ được biểu diễn bằng phương trình 2 dưới đây.

$$PSF_{gaussian}(x, y) = 255 * \exp \left(- \left[\left(\frac{x-a}{\sigma_x} \right)^2 + \left(\frac{y-b}{\sigma_y} \right)^2 \right] \right) \quad (2)$$

Trong phương trình 2, các tham số độ nhòe a và b chỉ các vị trí phối hợp của đỉnh của các vùng cửa sổ được chia lần lượt theo hướng ngang và hướng dọc, và các tham số độ nhòe σ_x và σ_y chỉ ra các độ rộng nhòe của các vùng cửa sổ được chia lần lượt theo chiều ngang và chiều dọc. Các giá trị của các tham số độ nhòe có thể được thu được sử dụng kỹ thuật điều chỉnh đường cong sử dụng hàm xấp xỉ Gausơ được biểu diễn bằng phương trình 2.

Như được mô tả ở trên, đối với các vùng sai số (các vùng NG), dữ liệu PSF được ước tính được lưu trữ tuần tự nguyên trạng như trong bộ nhớ của môđun máy ảnh, trong khi đối với các vùng bình thường (các vùng OK), dữ liệu PSF được ước tính không được lưu trữ nguyên trạng, như các tham số độ nhòe gồm các vị trí tọa độ đỉnh (a , b) và các độ rộng nhòe (σ_x và σ_y) mà gần đúng với dữ liệu PSF được ước tính bằng hàm Gausơ được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh trong thao tác S38. Do đó, kích thước dữ liệu được lưu trữ trong bộ nhớ có thể được giảm một cách đáng kể.

Ước tính dữ liệu PSF là sơ đồ thứ nhất, và làm gần đúng dữ liệu PSF được ước tính để tạo các tham số độ nhòe là sơ đồ thứ hai.

Do đó, đối với các vùng sai số (các vùng NG), thông tin thu được sử dụng sơ đồ thứ nhất được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh, và đối với các vùng bình thường

(các vùng OK), thông tin thu được sử dụng sơ đồ thứ hai được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh.

Tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất và tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai là khác với nhau.

Ví dụ, giả sử hình ảnh được chia thành 16x12 vùng của sổ để ước tính dữ liệu PSF và dữ liệu PSF được ước tính được lưu trữ hoàn toàn trong bộ nhớ, kích thước yêu cầu của bộ nhớ được mô tả trong [trường hợp 1] và [trường hợp 2] dưới đây.

Trong trường hợp mà trong đó toàn bộ hình ảnh được chia thành 16x12 vùng của sổ, số lượng các vùng thể hiện trong 0,3 trường là $6 \times 6 = 36$, và số lượng các vùng thể hiện trong 0,5 trường là $10 \times 10 = 100$.

Khi đường chéo của mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh được biểu diễn như 1,0 trường, mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh có tỉ lệ khung hình 4:3 có thể được biểu diễn như 0,8 trường theo chiều ngang và 0,6 trường theo chiều dọc.

[Trường hợp 1] Giả sử rằng số lượng các kênh được yêu cầu là 4 kênh R, Gr, Gb, và B.

Số lượng các kênh được yêu cầu x số lượng các vùng x kích thước của dữ liệu PSF của mỗi vùng x độ phân giải dữ liệu PSF.

① 0,0-0,3 trường: Giả sử rằng kích thước của dữ liệu PSF là 5x5 điểm ảnh = $4 \times (6 \times 6) \times (5 \times 5) \times 1 \text{ byte} = 3600 \text{ byte}$.

② 0,3-0,5 trường: Giả sử rằng kích thước của dữ liệu PSF là 7x7 điểm ảnh = $4 \times (10 \times 10 - 6 \times 6) \times (7 \times 7) \times 1 \text{ byte} = 12544 \text{ byte}$.

③ 0,5-1,0 trường: Giả sử rằng kích thước của dữ liệu PSF là 9x9 điểm ảnh = $4 \times (16 \times 12 - 10 \times 10) \times (9 \times 9) \times 1 \text{ byte} = 29808 \text{ byte}$.

Do đó, tổng kích thước của bộ nhớ yêu cầu là $3600 + 12544 + 29808 = 45952 \text{ byte} = 44,88 \text{ Kbyte}$ (1 Kbyte = 1024 byte).

[Trường hợp 2] Giả sử rằng số lượng của các kênh được yêu cầu là 3 kênh R, G và B (PSF tương tự được áp dụng cho các kênh Gr và Gb).

Số lượng các kênh được yêu cầu x số lượng các vùng x kích thước của dữ liệu PSF của mỗi vùng x độ phân giải dữ liệu PSF.

① 0,0-0,3 trường: Giả sử rằng kích thước của dữ liệu PSF là 5x5 điểm ảnh = $3 \times (6 \times 6) \times (5 \times 5) \times 1 \text{ byte} = 2700 \text{ byte}$.

② 0,3-0,5 trường: Giả sử rằng kích thước của dữ liệu PSF là 7x7 điểm ảnh = $3 \times (10 \times 10 - 6 \times 6) \times (7 \times 7) \times 1 \text{ byte} = 9408 \text{ byte}$.

③ 0,5-1,0 trường: Giả sử rằng kích thước của dữ liệu PSF là 9x9 điểm ảnh = $3 \times (16 \times 12 - 10 \times 10) \times (9 \times 9) \times 1 \text{ byte} = 22356 \text{ byte}$.

Do đó, tổng kích thước của bộ nhớ yêu cầu là $2700 + 9408 + 22356 = 34464 \text{ byte} = 33,66 \text{ Kbyte}$.

Ngược lại, khi giả sử rằng dữ liệu PSF được ước tính được lưu trữ như chỉ dành cho các vùng sai số (các vùng NG) (năm vùng có các độ chênh lệch lớn nhất giữa dữ liệu PSF và dữ liệu mô phỏng lý tưởng được ước tính từ thiết kế của hệ thống quang học hoặc dữ liệu PSF được ước tính thực tế của mô đun đại diện), và các tham số nhòe đã đề cập trước đó được thu bằng cách sử dụng kỹ thuật điều chỉnh đường cong sử dụng hàm xấp xỉ Gausơ được lưu trữ cho các vùng bình thường (các vùng OK), kích thước bộ nhớ yêu cầu được mô tả trong [trường hợp 3] và [trường hợp 4] dưới đây.

Giả sử rằng năm vùng sai số (các vùng NG) xảy ra trong vùng lớn hơn 0,5 trường, và bốn tham số độ nhòe a , b , σ_x , và σ_y được thiết lập mặc định trong mỗi vùng được sử dụng trong thuật toán hiệu chỉnh bên trong của khối phần cứng thực hiện tính toán hiệu chỉnh cho các vùng trong 0,5 trường. Do đó, dữ liệu PSF được ước tính chỉ được lưu trữ cho năm vùng sai số (các vùng NG) trong vùng lớn hơn 0,5 trường, và các tham số độ nhòe a , b , σ_x , và σ_y thu được bằng kỹ thuật điều chỉnh đường cong sử dụng hàm xấp xỉ Gausơ chỉ được lưu trữ cho các vùng bình thường (vùng OK) trong vùng lớn hơn 0,5 trường. Giả sử rằng mỗi tham số của các tham số độ nhòe được biểu diễn bằng 1 byte.

[Trường hợp 3] Giả sử rằng số lượng các kênh được yêu cầu là 4 kênh R, Gr, Gb, và B.

① Số lượng các kênh được yêu cầu $\times$ số lượng các vùng sai số (các vùng NG) $\times$ kích thước của dữ liệu PSF của mỗi vùng $\times$ độ phân giải của dữ liệu PSF = $4 \times (5) \times (9 \times 9) \times 1 \text{ byte} = 1620 \text{ byte}$.

② Số lượng các kênh được yêu cầu $\times$ số lượng các vùng bình thường (các vùng OK) trong vùng lớn hơn 0,5 trường $\times$ các tham số độ nhòe của mỗi vùng = $4 \times (16 \times 12 - 10 \times 10 - 5) \times 4 \text{ byte} = 1392 \text{ byte}$.

Do đó, tổng kích thước của bộ nhớ yêu cầu là $1620 + 1392 = 3012 \text{ byte} = 2,94 \text{ Kbyte}$.

[Trường hợp 4] Giả sử rằng số lượng của các kênh được yêu cầu là 3 kênh R, G và B (PSF tương tự được áp dụng cho các kênh Gr và Gb).

① Số lượng các kênh được yêu cầu $\times$ số lượng các vùng sai số (các vùng NG) $\times$ kích thước của dữ liệu PSF cho mỗi vùng $\times$ độ phân giải của dữ liệu PSF = $3 \times (5) \times (9 \times 9) \times 1 \text{ byte} = 1215 \text{ byte}$.

② Số lượng các kênh được yêu cầu $\times$ số lượng các vùng bình thường (các vùng OK) trong vùng lớn hơn 0,5 trường $\times$ các tham số độ nhòe của mỗi vùng = $3 \times (16 \times 12 - 10 \times 10 - 5) \times 4 \text{ byte} = 1044 \text{ byte}$.

Do đó, tổng kích thước của bộ nhớ yêu cầu là $1215 + 1044 = 2259 \text{ byte} = 2,21 \text{ Kbyte}$.

Theo cách này, các vùng được chia thành các vùng sai số (các vùng NG) và các vùng bình thường (các vùng OK), và đối với các vùng sai số (các vùng NG), dữ liệu PSF được ước tính được lưu trữ tuần tự trong bộ nhớ nguyên trạng, và các vùng bình thường (các vùng OK) liên quan, các tham số độ nhòe gồm vị trí tọa độ đỉnh (a, b) và các độ rộng nhòe (σ_x và σ_y) mà gần đúng với dữ liệu PSF qua hàm Gauss được lưu trữ trong bộ nhớ.

Do đó, bằng cách giảm kích thước dữ liệu được lưu trữ trong bộ nhớ, kích thước của bộ nhớ được yêu cầu có thể bị giảm.

Trong một ví dụ, do các loại dữ liệu khác nhau cho các vùng cửa sổ được lưu trữ trong bộ nhớ, giá trị phối hợp đỉnh của vùng cửa sổ tương ứng được lưu trữ cùng nhau trong bộ nhớ.

Ví dụ, giữa 16x12 vùng, (16, 1) là vùng cửa sổ đầu phía trên bên phải ở xa, và khi vùng này được xác định là vùng sai số (vùng NG), giá trị chỉ số của (16, 1) được lưu trữ cùng với dữ liệu PSF trong bộ nhớ. Giá trị phối hợp vị trí được lưu trữ được sử dụng cho việc tìm kiếm thích hợp cho dữ liệu PSF của vùng cửa sổ tương ứng và thực hiện sự hiệu chỉnh trên đó khi hình ảnh được chụp bị nhòe được hiệu chỉnh.

Ngoài ra, các tham số khử nhòe cũng được lưu trữ trong bộ nhớ cùng với dữ liệu PSF cho các vùng sai số (các vùng NG) và các tham số độ nhòe cho các vùng bình thường (các vùng OK).

Ví dụ, khi vùng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh được chia thành $M \times N$ vùng cửa sổ, các tham số khử nhòe gồm số lượng các vùng được chia theo chiều ngang và số lượng các vùng được chia theo chiều dọc. Ngoài ra, kích thước theo chiều ngang và kích thước theo chiều dọc của mỗi vùng của các vùng cửa sổ được chia là S_x và S_y , các tham số khử nhòe gồm các giá trị kích thước như vậy.

Bằng cách này, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe được lưu trữ trong bộ nhớ là thông tin liên quan đến các đặc tính quang sai của môđun máy ảnh tương ứng.

Trong ví dụ ở trên, mô tả rằng dữ liệu (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe) chỉ ra mức độ mà hình ảnh bị nhòe trong quy trình mà ánh sáng đi qua hệ thống quang học được hình thành trên cảm biến hình ảnh được lưu trữ trong bộ nhớ, như dữ liệu giải nhân chập được tạo mẫu từ dữ liệu biểu thị mức độ mà hình ảnh bị nhòe có thể được lưu trữ trong bộ nhớ.

Các hình vẽ từ Fig.4 tới Fig.6 là các sơ đồ khối minh họa các ví dụ về quy trình cung cấp thông tin về các đặc tính quang sai của môđun máy ảnh.

Thứ nhất, đề cập tới Fig.4, hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu hình ảnh thô mà các thuật toán hiệu chỉnh chưa được áp dụng) được chụp qua mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20 của chip cảm biến hình ảnh 10 được truyền tải tới máy tính chủ 40 qua bộ xử lý số 31 và giao diện đầu ra 32, và hình ảnh đầu vào được chụp từ chương trình của máy chủ 40 được so sánh với hình ảnh biểu đồ ban đầu của mẫu nhiễu ngẫu nhiên và được diễn giải để ước tính dữ liệu PSF của môđun máy ảnh.

Dữ liệu PSF của môđun máy ảnh biến đổi giữa các môđun máy ảnh được sản xuất, và do đó dữ liệu PSF của các môđun máy ảnh riêng lẻ được ước tính trong quá trình hiệu chuẩn trong quy trình sản xuất môđun máy ảnh và được lưu trữ trong bộ nhớ 33 của môđun máy ảnh tương ứng.

Ví dụ, đề cập tới Fig.4, bộ nhớ 33 có thể là bộ nhớ không khả biến (ví dụ, bộ nhớ lập trình một lần (one-time programmable (OTP) memory) của chip cảm biến hình ảnh 10. Dữ liệu PFS được ước tính có thể được lưu trữ ở dạng bảng tra cứu (look-up table - LUT).

Quy trình ước tính dữ liệu PSF được thực hiện trong máy tính chủ 40 sẽ được mô tả.

Thứ nhất, hình ảnh đầu vào được chụp được chia thành $M \times N$ vùng cửa sổ, và dữ liệu PSF của tất cả các vùng cửa sổ được ước tính trong thao tác S31 tới S34, mà tương tự như các thao tác S31 và S34 trên Fig.3.

Ví dụ, hình ảnh ban đầu của biểu đồ bị nhòe sử dụng hàm ước tính PSF, và dữ liệu hình ảnh đầu vào được chụp được so sánh với hình ảnh ban đầu bị nhòe của biểu đồ. Dữ liệu PSF được ước tính bằng cách tối thiểu hóa độ chênh lệch giữa dữ liệu hình ảnh đầu vào được chụp và hình ảnh ban đầu được làm mờ của biểu đồ bằng cách thay đổi hàm ước tính PSF cho tới khi thu được độ chênh lệch nhỏ nhất.

Khi dữ liệu PSF của tất cả $M \times N$ vùng cửa sổ được ước tính, dữ liệu PSF được ước tính của các vùng cửa sổ được so sánh với dữ liệu mô phỏng lý tưởng được ước tính từ thiết kế của hệ thống quang học trong thao tác S35, mà tương tự thao tác S35 trên Fig.3.

Khi giá trị độ chênh lệch giữa dữ liệu PSF được ước tính của vùng cửa sổ và dữ liệu mô phỏng lý tưởng lớn hơn giá trị ngưỡng cụ thể, vùng cửa sổ tương ứng được xác định là vùng sai số (vùng NG) liên quan đến độ phân giải của môđun máy ảnh trong thao tác S36, mà tương tự thao tác S36 trên Fig.3.

Trái lại, khi giá trị chênh lệch nhỏ hơn giá trị ngưỡng cụ thể, dữ liệu PSF được ước tính của vùng cửa sổ tương ứng không khác biệt đáng kể với dữ liệu mô phỏng lý tưởng, và do đó vùng cửa sổ tương ứng được xác định là vùng bình thường (vùng OK)

liên quan đến độ phân giải của môđun máy ảnh trong thao tác S36, mà tương tự thao tác S36 trên Fig.3.

Dữ liệu PSF được ước tính cho các vùng sai số (các vùng NG) được sử dụng nguyên trạng, và dữ liệu PSF được ước tính cho các vùng bình thường (các vùng OK) được làm gần đúng bởi hàm Gausơ để ước tính các tham số độ nhòe gồm độ rộng nhòe và vị trí tọa độ đỉnh trong thao tác S37, mà tương tự với thao tác S37 trên Fig.3.

Dữ liệu PSF được ước tính cho các vùng sai số (các vùng NG) được lưu trữ như trong bộ nhớ 33 của môđun máy ảnh, và các tham số độ nhòe được ước tính cho các vùng bình thường (các vùng OK) được lưu trữ trong bộ nhớ 33 của môđun máy ảnh trong thao tác S38, mà tương tự với thao tác S38 trên Fig.3.

Trong một ví dụ, do các loại dữ liệu khác nhau được lưu trữ cho các vùng cửa sổ trong bộ nhớ 33, giá trị tọa độ đỉnh của vùng cửa sổ tương ứng được lưu trữ cùng với dữ liệu PSF cho vùng cửa sổ trong bộ nhớ 33.

Ví dụ, giữa 16x12 vùng, (16,1) là vùng cửa sổ đầu phía trên bên phải ở xa, và khi vùng cửa sổ này được xác định là vùng sai số (vùng NG), giá trị chỉ số của (16, 1) được lưu trữ cùng với dữ liệu PSF cho vùng sai số (vùng NG) trong bộ nhớ 33. Giá trị tọa độ vị trí được lưu trữ được sử dụng cho việc tìm kiếm thích hợp cho dữ liệu PSF của vùng cửa sổ tương ứng và thực hiện sự hiệu chỉnh trên đó khi hình ảnh được chụp bị nhòe được hiệu chỉnh.

Ngoài ra, các tham số khử nhòe cũng được lưu trữ trong bộ nhớ 33 cùng với dữ liệu PSF cho các vùng sai số (các vùng NG) và các tham số độ nhòe cho các vùng bình thường (các vùng OK).

Ví dụ, khi vùng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh được chia thành $M \times N$ vùng cửa sổ, các tham số khử nhòe gồm số lượng các vùng được chia theo chiều ngang và số lượng các vùng được chia theo chiều dọc. Ngoài ra, kích thước theo chiều ngang và kích thước theo chiều dọc của mỗi vùng của các vùng cửa sổ được chia là S_x và S_y , các tham số khử nhòe gồm các giá trị kích thước này.

Bằng cách này, ít nhất hai loại thông tin được sử dụng để cải thiện độ phân giải của hình ảnh chưa được xử lý được chụp (dữ liệu ảnh thô) được lưu trữ trong bộ nhớ 33.

của môđun máy ảnh. Thông tin này có thể được lưu trữ dưới dạng LUT trong bộ nhớ 33.

Đề cập tới Fig.4, bộ nhớ 33 được cung cấp trong chip cảm biến hình ảnh 10. Ví dụ, bộ nhớ 33 có thể là bộ nhớ OTP trong chip cảm biến hình ảnh 10.

Trong một ví dụ, do các loại dữ liệu khác nhau được lưu trữ cho các vùng cửa sổ của hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô), kích thước của dữ liệu được lưu trữ trong bộ nhớ 33 có thể được giảm.

Do đó, do kích thước của bản thân bộ nhớ 33 đã được giảm, dữ liệu để hiệu chỉnh độ phân giải có thể được lưu trữ trong bộ nhớ OTP được cung cấp trong chip cảm biến hình ảnh 10. Do đó, sự tăng chi phí của môđun máy ảnh có thể được giảm xuống.

Đề cập tới Fig.5 và Fig.6, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, các tham số khử nhòe được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải của hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô) được lưu trữ trong mạch tích hợp (integrated circuit - IC) phối hợp riêng lẻ 50 như được thể hiện trên Fig.5, hoặc bộ nhớ không khả biến 50' như được thể hiện trên Fig.6, hơn là trong bộ nhớ OTP của chip cảm biến hình ảnh 10 như được thể hiện trên Fig.4.

Ví dụ, dữ liệu để hiệu chỉnh độ phân giải được lưu trữ trong IC phối hợp 50 như được thể hiện trên Fig.5 hoặc bộ nhớ không khả biến 50' dưới dạng EEPROM hoặc PROM như được thể hiện trên Fig.6.

IC phối hợp 50 và bộ nhớ không khả biến 50' có thể được gắn trên bảng mạch được kết nối tới chip cảm biến hình ảnh 10.

Các hình vẽ từ Fig.7 tới Fig.9 là các sơ đồ khối minh họa các ví dụ về quy trình mà trong đó môđun máy ảnh hiệu chỉnh độ phân giải.

Thứ nhất, đề cập tới Fig.7, chip cảm biến hình ảnh 10 của môđun máy ảnh gồm mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20 và khối số 30.

Khối số 30 gồm bộ nhớ tạm thời 31-1 (ví dụ, bộ nhớ đệm theo hàng) mà lưu trữ một cách tạm thời hình ảnh chưa được xử lý được chụp (dữ liệu ảnh thô), bộ nhớ 33 lưu trữ thông tin được sử dụng để cải thiện độ phân giải, và bộ xử lý tín hiệu 31-2 để hiệu chỉnh độ phân giải của hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô).

Thông tin được sử dụng để cải thiện độ phân giải là thông tin về các đặc tính quang sai của môđun máy ảnh tương ứng.

Bộ xử lý tín hiệu 31-2 gồm cơ cấu khử nhòe để hiệu chỉnh độ phân giải sử dụng thông tin được lưu trữ trong bộ nhớ 33, và cơ cấu khử nhòe thực hiện thuật toán hiệu chỉnh để đọc thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe) được lưu trữ trong bộ nhớ 33 và hiệu chỉnh độ phân giải sử dụng thông tin đọc.

Bộ xử lý tín hiệu 31-2 gồm cơ cấu khử nhòe đóng vai trò như bộ phận logic cải thiện độ phân giải của hình ảnh được chụp.

Hình ảnh có độ phân giải được hiệu chỉnh được truyền tới máy chủ AP 60 của thiết bị điện tử bên ngoài mà trong đó môđun máy ảnh được cài đặt qua giao diện đầu vào 32.

Để xử lý hình ảnh được hiệu chỉnh, máy chủ AP 60 gồm bộ xử lý màu 62, bộ xử lý YUV 63, bộ mã hóa video 64, và bộ mã hóa JPEG 65.

Độ phân giải của môđun máy ảnh bị ảnh hưởng bởi môi trường chiếu sáng khi vật thể được tạo ảnh và vị trí điều chỉnh lấy nét được xác định. Do đó, trong một ví dụ, tham số để điều chỉnh cường độ của sự khử nhòe để hiệu chỉnh độ phân giải và tham số để điều chỉnh cường độ của sự khử nhiễu theo môi trường chiếu sáng và vị trí điều chỉnh lấy nét được xác định khi sự tạo ảnh được thực hiện có thể được cung cấp thêm. Độ cải thiện độ phân giải của hình ảnh được chụp có thể được xác định bằng cách sử dụng các tham số.

Máy chủ AP 60 của thiết bị điện tử bên ngoài mà trong đó môđun máy ảnh được cài đặt còn gồm bộ nhớ ghép 69 và cơ cấu 3A 61 gồm cơ cấu phơi sáng tự động (auto-exposure - AE) 61a, cơ cấu cân bằng trắng tự động (auto-white balance - AWB) 61b, và cơ cấu lấy nét tự động (auto-focus - AF) 61c.

Khi vật thể được tạo ảnh, dữ liệu ảnh thô được nhớ ghép bằng bộ nhớ ghép 69, cường độ chiếu sáng được xác định bằng cơ cấu AE 61a, giá trị nhiệt độ màu của nguồn sáng được xác định bằng cơ cấu AWB 61b, và vị trí lấy nét của hệ thống quang học được xác định bằng cơ cấu AF 61c.

Cường độ khử nhòe thích hợp và cường độ khử nhiều thích hợp được xác định từ cường độ chiếu sáng được xác định và được lưu trữ như các tham số trong bộ ghi 34 của chip cảm biến hình ảnh 10.

Ngoài ra, cường độ khử nhòe thích hợp và cường độ khử nhiều thích hợp được xác định từ giá trị nhiệt độ màu được xác định của nguồn sáng và được lưu trữ như các tham số trong bộ ghi 34 của chip cảm biến hình ảnh 10. Các giá trị tham số có thể được lưu trữ trong bộ ghi 34 được cung cấp một cách riêng lẻ trong môđun máy ảnh hoặc được lưu trữ trong bộ nhớ 33 lưu trữ thông tin về các đặc tính quang sai của môđun máy ảnh.

Ngoài ra, cường độ khử nhòe thích hợp và cường độ khử nhiều thích hợp được xác định từ vị trí lấy nét được xác định của hệ thống quang học và được lưu trữ như các tham số trong bộ ghi 34 của chip cảm biến hình ảnh 10.

Đơn giản hơn, Fig.7 thể hiện một cường độ của tham số khử nhòe và một cường độ của tham số khử nhiều được lưu trữ trong bộ ghi 34 của chip cảm biến hình ảnh 10. Tuy nhiên, thực tế có ba cường độ của tham số khử nhòe được lưu trữ trong bộ ghi 34, cường độ thứ nhất của tham số khử nhòe được xác định từ cường độ chiếu sáng, cường độ thứ hai của tham số khử nhòe được xác định từ nhiệt độ màu, và cường độ thứ ba của tham số khử nhòe được xác định từ vị trí lấy nét. Cũng như vậy, có ba cường độ khử nhiều thực được lưu trữ trong bộ ghi 24, cường độ thứ nhất của tham số khử nhiều được xác định từ cường độ chiếu sáng, cường độ thứ hai của tham số khử nhiều được xác định từ nhiệt độ màu, và cường độ thứ ba của tham số khử nhiều được xác định từ vị trí lấy nét. Tuy nhiên, trong phương án khác, cường độ đơn của tham số khử nhòe và cường độ đơn của tham số khử nhiều có thể được xác định từ cả ba cường độ chiếu sáng, nhiệt độ màu, và vị trí lấy nét, và cường độ đơn của tham số khử nhòe và cường độ đơn của tham số khử nhiều có thể được lưu trữ trong bộ ghi 34 của chip cảm biến hình ảnh 10. Ngoài ra, cường độ khử nhòe và cường độ khử nhiều có thể được xác định một cách riêng lẻ cho mỗi kênh đỏ, kênh xanh lá, và kênh xanh dương.

Cường độ khử nhòe và cường độ khử nhiều có thể được chuẩn bị dưới dạng LUT được xác định qua việc thí nghiệm xem xét các môi trường chiếu sáng khác nhau trong suốt quy trình sản xuất và khi thay đổi khoảng cách tới vật thể.

Ví dụ, khi môi trường chiếu sáng và vị trí lấy nét của hệ thống quang học được xác định trong máy chủ AP 60, cường độ khử nhòe tương ứng và cường độ khử nhiễu tương ứng được lựa chọn với sự tham chiếu tới LUT, và khi các giá trị được lựa chọn được lưu trữ trong bộ ghi 34 của chip cảm biến hình ảnh 10, bộ xử lý tín hiệu của chip cảm biến hình ảnh 10 điều chỉnh cường độ khử nhòe và cường độ khử nhiễu dựa trên các giá trị bộ ghi.

Ví dụ, cường độ khử nhòe có thể được chia thành mười giai đoạn từ 1 tới 10. Giai đoạn thứ nhất có thể là cường độ khử nhòe yếu nhất và giai đoạn thứ mười có thể là cường độ khử nhòe mạnh nhất. Tương tự, cường độ khử nhiễu có thể được chia thành mười giai đoạn từ 1 tới 10. Tuy nhiên, số lượng các giai đoạn có thể được xác định một cách thích hợp bằng cách thí nghiệm, và có thể nhiều hoặc ít hơn mười giai đoạn.

Dữ liệu hiệu chỉnh độ phân giải (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe) được lưu trữ trong bộ nhớ 33 của môđun máy ảnh có thể được xác định trước dưới điều kiện chiếu sáng cụ thể tại vị trí lấy nét cụ thể trong suốt quy trình sản xuất của môđun máy ảnh, và do đó độ phân giải có thể không được hiệu chỉnh đủ cho các cường độ chiếu sáng, các nhiệt độ của nguồn sáng, và các vị trí lấy nét khác của hệ thống quang học.

Do đó, như được mô tả ở trên, độ phân giải có thể được hiệu chỉnh trong các môi trường khác nhau bằng cách điều chỉnh cường độ khử nhòe và cường độ khử nhiễu theo các cường độ chiếu sáng, các nhiệt độ màu của nguồn sáng, và vị trí lấy nét đã cho.

Ví dụ, cường độ khử nhòe có thể được thiết lập là yếu nhất và cường độ khử nhiễu có thể được thiết lập là mạnh nhất trong môi trường chiếu sáng yếu sao cho nhiễu sẽ thấp. Ngoài ra, trong trường hợp mà vị trí lấy nét của hệ thống quang học là vị trí cận cảnh, cường độ khử nhòe có thể thiết lập là yếu. Ngoài ra, trong trường hợp nguồn sáng là nguồn sáng halogen (3000K) trong đó cường độ ánh sáng đỏ là lớn hơn cường độ ánh sáng xanh lá và ánh sáng xanh dương, cường độ khử nhòe của kênh đỏ có thể được thiết lập là mạnh tương đối khi được so sánh với cường độ khử nhòe của kênh xanh lá và kênh xanh dương.

Theo cách này, độ phân giải có thể được hiệu chỉnh trong các môi trường khác nhau bằng cách lưu trữ ít nhất hai loại thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, các tham số khử nhòe, các tham số cường độ khử nhiễu) trong mô đun máy ảnh.

Cơ cấu khử nhòe của bộ xử lý tín hiệu 31-2 có thể lấy mẫu dữ liệu PSF tương ứng tại tỉ lệ lấy mẫu mong muốn và thực hiện sự tính toán hiệu chỉnh độ nhòe trong chế độ video. Ví dụ, giả sử dữ liệu PSF được xác định trước và được lưu trữ trong bộ nhớ OTP là giá trị được ước tính trên cơ sở sự phối hợp của dãy các điểm ảnh của cảm biến hình ảnh. Trong trường hợp đầu ra của mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh trong chế độ video được lấy mẫu hai lần theo chiều ngang và hai lần theo chiều dọc, dữ liệu PSF của chế độ video tương ứng có thể được thu từ dữ liệu PSF được thu bằng cách lấy mẫu dữ liệu PSF dọc từ bộ nhớ OTP hai lần theo chiều dọc và hai lần theo chiều ngang.

Bằng cách này, cơ cấu khử nhòe có thể được thực hiện trong chế độ hình ảnh sử dụng dữ liệu PSF được lấy mẫu theo cách tương tự như trong chế độ tĩnh.

Quy trình hiệu chỉnh độ phân giải bởi mô đun máy ảnh trong trường hợp mà thông tin được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải của hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô) được lưu trữ trong IC phối hợp được cung cấp riêng lẻ 50 sẽ được mô tả với sự viện dẫn đến Fig.8.

Thứ nhất, hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô) được xuất ra từ mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20 được truyền tải tới IC phối hợp 50 qua bộ xử lý số 31 và giao diện đầu ra 32.

Dữ liệu hình ảnh được truyền tải từ chip cảm biến hình ảnh 10 được nhận bằng giao diện đầu vào 51 của IC phối hợp và được lưu trữ liên tục vào bộ nhớ đệm theo hàng 52 của IC phối hợp 50 bằng số hàng đã xác định trước. Khi dữ liệu hình ảnh bằng số hàng được xác định trước được lưu trữ, cơ cấu khử nhòe được cài đặt vào bộ xử lý tín hiệu 53 của IC phối hợp 50 vận hành.

Cơ cấu khử nhòe của bộ xử lý tín hiệu 53 đọc dữ liệu PSF được xác định trước, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe từ bộ nhớ 55 của IC phối hợp 50 và thực hiện thuật toán hiệu chỉnh độ phân giải.

Các tham số cụ thể cường độ khử nhòe và cường độ khử nhiễu dựa trên AE, AWB, và AF được xác định trong máy chủ AP 60 khi sự tạo ảnh được thực hiện như được mô tả ở trên viện dẫn đến Fig.7 được lưu trữ trong bộ ghi 56 của IC phối hợp 50, và cơ cấu khử nhòe của bộ xử lý tín hiệu 53 hiệu chỉnh độ phân giải của hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô) dựa trên các giá trị bộ ghi.

Hình ảnh có độ phân giải được hiệu chỉnh được truyền tới máy chủ AP 60 qua giao diện đầu ra 54 của IC phối hợp 50.

Theo cách này, bằng cách lưu trữ ít nhất hai loại thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, các tham số khử nhòe, tham số cường độ khử nhòe, và tham số cường độ khử nhiễu) để hiệu chỉnh độ phân giải trong môđun máy ảnh, độ phân giải có thể được hiệu chỉnh trong các môi trường khác nhau.

Quy trình hiệu chỉnh độ phân giải bởi môđun máy ảnh trong trường hợp mà thông tin được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải của hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô) được lưu trữ trong bộ nhớ không khả biến 50' được cung cấp riêng lẻ sẽ được mô tả với sự viện dẫn đến Fig.9.

Theo ví dụ của Fig.9, thông tin được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải được lưu trữ trong bộ nhớ không khả biến 50' của môđun máy ảnh và bộ xử lý tín hiệu 68 để hiệu chỉnh độ phân giải sử dụng thông tin được cung cấp trong máy chủ AP 60.

Thứ nhất, hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô) được xuất ra từ mảng điểm ảnh 20 của cảm biến hình ảnh được truyền tới máy chủ AP 60 qua bộ xử lý số 31 và giao diện đầu ra 32.

Dữ liệu hình ảnh được truyền từ chip cảm biến hình ảnh 10 được lưu trữ một cách liên tục trong bộ nhớ đệm theo hàng 66 của máy chủ AP 60 bằng số hàng được xác định trước. Khi dữ liệu hình ảnh bởi số hàng được xác định trước được lưu trữ, cơ cấu khử nhòe trong bộ xử lý tín hiệu 68 của máy chủ AP 60 vận hành.

Cơ cấu khử nhòe của bộ xử lý tín hiệu 68 đọc dữ liệu PSF được xác định trước, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe từ bộ nhớ không khả biến 50' của môđun máy ảnh và thực hiện thuật toán hiệu chỉnh độ phân giải.

Các tham số cụ thể cường độ khử nhòe và cường độ khử nhiễu dựa trên AE, AWB, và AF được xác định trong máy chủ AP60 khi sự tạo ảnh được thực hiện như được mô tả ở trên viện dẫn đến Fig.7 được lưu trữ trong bộ ghi 67 của máy chủ AP 60, và cơ cấu khử nhòe của bộ xử lý tín hiệu 68 hiệu chỉnh độ phân giải của hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô) dựa trên các giá trị bộ ghi.

Theo cách này, bằng cách lưu trữ ít nhất hai loại thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, các tham số khử nhòe, các tham số cường độ khử nhòe, và các tham số cường độ khử nhiễu) để hiệu chỉnh độ phân giải trong môđun máy ảnh, độ phân giải có thể được hiệu chỉnh trong các môi trường khác nhau.

Trong các ví dụ này, thông tin được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải được xác định riêng lẻ cho các môđun máy ảnh được sản xuất, và thông tin được tùy biến cho môđun máy ảnh tương ứng được lưu trữ trong bộ nhớ của môđun máy ảnh tương ứng.

Trong các ví dụ của Fig.7 và Fig.8, hình ảnh có độ phân giải được hiệu chỉnh được truyền tới máy chủ AP 60, trong đó trong ví dụ của Fig.9, thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, các tham số khử nhòe) được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải của hình ảnh chưa được xử lý (dữ liệu ảnh thô) được truyền tải tới máy chủ AP 60.

Thông thường, khi hệ thống quang học được thiết kế mỏng hơn, độ phân giải của hệ thống quang học bị ảnh hưởng một cách tiêu cực.

Tuy nhiên, như trong các ví dụ của các hình vẽ từ Fig.7 tới Fig.9, trong trường hợp mà thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, các tham số khử nhòe, tham số cường độ khử nhòe và tham số cường độ khử nhiễu) về các đặc tính quang sai được tùy biến cho môđun máy ảnh tương ứng thu được trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh được lưu trữ trong môđun máy ảnh, mặc dù hệ thống quang học được thiết kế mỏng hơn, độ phân giải của hình ảnh được chụp có thể được hiệu chỉnh, và do đó yêu cầu về cả môđun máy ảnh mỏng hơn và độ phân giải của nó cao hơn có thể được thỏa mãn.

Fig.10 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về quy trình thực hiện bổ sung sự hiệu chỉnh biến dạng theo ví dụ của Fig.7, Fig.11 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về quy trình thực

hiện bổ sung sự hiệu chỉnh biến dạng theo ví dụ của Fig.8, và Fig.12 là sơ đồ khối minh họa ví dụ về quy trình thực hiện bổ sung việc hiệu chỉnh biến dạng theo ví dụ của Fig.9.

Trong các ví dụ của các hình vẽ từ Fig.10 tới Fig.12, khi độ phân giải được hiệu chỉnh, sự biến dạng cũng được hiệu chỉnh.

Thông thường, khi hệ thống quang học được thiết kế để có lượng biến dạng quang học nhỏ, không dễ dàng để tạo hệ thống quang học mỏng.

Tuy nhiên, trong các ví dụ của các hình vẽ từ Fig.10 đến Fig.12, sự hiệu chỉnh biến dạng được thực hiện bổ sung khi độ phân giải được hiệu chỉnh, vì mặc dù lượng biến dạng quang học lớn được cho phép trong việc thiết kế hệ thống quang học, biến dạng tương ứng có thể được hiệu chỉnh, và do đó hệ thống quang học mỏng có thể được thiết kế. Do đó, yêu cầu về cả mô đun máy ảnh mỏng và độ phân giải cao của nó có thể được thỏa mãn.

Trong các ví dụ của các hình vẽ từ Fig.10 đến Fig.12, các bộ xử lý tín hiệu 31-2', 53' và 68' gồm cơ cấu khử nhòe và cơ cấu hiệu chỉnh biến dạng. Trong các bộ xử lý tín hiệu 31-2', 53', và 68', cơ cấu khử nhòe có thể vận hành trước và sau đó cơ cấu hiệu chỉnh biến dạng có thể vận hành, hoặc ngược lại, cơ cấu hiệu chỉnh biến dạng có thể vận hành trước và sau đó cơ cấu khử nhòe có thể vận hành.

Trong các ví dụ của các hình vẽ từ Fig.10 tới Fig.12, dữ liệu hiệu chuẩn biến dạng (dữ liệu biểu diễn lượng biến dạng) được lưu trữ bổ sung trong bộ nhớ OTP 33 như được thể hiện trên Fig.10, IC phối hợp 50 như được thể hiện trên Fig.11, hoặc bộ nhớ không khả biến 50' như được thể hiện trên Fig.12 trong đó thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe) được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải được lưu trữ.

Dữ liệu hiệu chuẩn biến dạng (dữ liệu thể hiện lượng biến dạng) có thể được lưu trữ bởi các vùng của hình ảnh trong LUT, hoặc biểu thức số học biểu diễn lượng biến dạng theo các vùng của hình ảnh có thể được lưu trữ trong LUT.

Fig.13 là hình chiếu mặt cắt ngang minh họa ví dụ về mô đun máy ảnh theo các ví dụ của Fig.7 và Fig.10, và các hình vẽ từ Fig.14 tới Fig.15B là các hình chiếu minh họa các ví dụ về kết cấu của cảm biến hình ảnh trong mô đun máy ảnh của Fig.13.

Thứ nhất, đề cập tới Fig.13, môđun máy ảnh gồm ống kính 100 gồm hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính, cơ cấu truyền động AF 200 gồm nam châm AF 210 và cuộn dây AF 220 được tạo kết cấu để di chuyển ống kính 100 theo hướng trục quang, cơ cấu chống rung quang học 300 (optical image stabilizer - OIS) gồm nam châm OIS 310 và cuộn dây OIS 320 được tạo kết cấu để di chuyển ống kính 100 theo hướng vuông góc với trục quang học, kết cấu bộ cảm biến hình ảnh 400 để tạo ra hình ảnh của vật thể.

Trong ví dụ này, ngoài các lỗi trong quá trình lấy nét tự động, sự mất nét có thể xảy ra do sự rung lắc của cửa tay người dùng. Do đó, sự mất nét có thể được loại bỏ sử dụng thông tin về các đặc tính quang sai lưu trữ trong bộ nhớ được cung cấp trong môđun máy ảnh như được mô tả ở trên.

Kết cấu cảm biến hình ảnh 400 gồm cảm biến hình ảnh 410 để chuyển đổi ánh sáng đi qua hệ thống quang học thành tín hiệu điện tử, và bảng mạch 420 được kết nối điện tử với cảm biến hình ảnh 410.

Đề cập tới Fig.14, cảm biến hình ảnh 410 trong môđun máy ảnh gồm mảng điểm ảnh gồm nhiều điểm ảnh cảm biến hình ảnh (không được thể hiện), bộ chuyển đổi tương tự sang số (analog-to-digital converter - ADC) gồm bộ so sánh và bộ đếm để chuyển đổi đầu ra của mảng điểm ảnh thành tín hiệu số, giao diện nối tiếp (serial interface - I/F), bộ nhớ, CPU, bộ xử lý số, giao diện đầu ra (I/F), bộ tạo đồng hồ, bộ điều khiển, các bộ giải mã hàng, các bộ điều khiển hàng, các tranzito tải, bộ tạo độ dốc, bộ tạo điện áp, và các tám đệm để kết nối cảm biến hình ảnh 410 tới bảng mạch 420.

Mảng điểm ảnh có thể là mảng điểm ảnh màu tiêu chuẩn của định dạng Bayer RGB của tổ hợp màu đỏ (red - R), xanh lá (green - G), và xanh dương (blue - B), mảng điểm ảnh màu của tổ hợp màu đỏ (red - R), xanh dương (blue - B) và trắng (white - W), hoặc mảng điểm ảnh màu không tiêu chuẩn của tổ hợp R, G, B, và W. Trong ví dụ khác, mảng điểm ảnh có thể được tạo kết cấu như mảng điểm ảnh đơn sắc ở dạng đen và trắng.

Bộ nhớ gồm bộ nhớ ROM có phần cứng để điều khiển cảm biến, bộ nhớ RAM đóng vai trò như bộ đệm dữ liệu trong quá trình vận hành xử lý hình ảnh số, và bộ nhớ OTP lưu trữ thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe) được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải.

Bộ xử lý số tới phía bên phải của mảng điểm ảnh gồm bộ xử lý tín hiệu gồm cơ cấu khử nhòe hoặc cả cơ cấu khử nhòe và cơ cấu hiệu chỉnh biến dạng.

Tín hiệu hình ảnh mà được chuyển đổi số bằng ADC trải qua sự xử lý hình ảnh (ví dụ, sự hiệu chỉnh độ phân giải hoặc cả sự hiệu chỉnh độ phân giải và hiệu chỉnh biến dạng) trong bộ xử lý số tới bên phải của mảng điểm ảnh, và được truyền liên tiếp tới máy chủ AP qua giao diện đầu ra (I/F).

Ví dụ khác về cảm biến hình ảnh sẽ được mô tả với sự viện dẫn đến các Fig.15A và Fig.15B.

Trong ví dụ của Fig.15A và Fig.15B, cảm biến hình ảnh gồm lớp thứ nhất 410a gồm mảng điểm ảnh gồm nhiều điểm ảnh cảm biến hình ảnh (không được thể hiện), và các tranzito tải, và lớp thứ hai 410b gồm ADC gồm các bộ so sánh và các bộ đếm, bộ xử lý số, CPU, giao diện nối tiếp (I/F), bộ nhớ, giao diện đầu ra (I/F), bộ tạo đồng hồ, hai tập hợp bộ giải mã hàng, các bộ điều khiển hàng, các tranzito tải, bộ tạo đường dốc, và bộ xử lý điện áp. Lớp thứ nhất 410a và lớp thứ hai 410b cũng gồm qua silicon theo hàng (through-silicon vias - TSV) và qua silicon theo cột (TSV) để kết nối lớp thứ nhất 410a và lớp thứ hai 410b với nhau. Lớp thứ nhất 410a gồm các tấm đệm để kết nối lớp thứ nhất 410a của cảm biến hình ảnh tới bảng mạch 420. Do cảm biến hình ảnh được tạo cấu hình như hai lớp 410a và 410b, toàn bộ diện tích của cảm biến hình ảnh có thể được giảm.

Fig.16 là hình chiếu mặt cắt ngang của ví dụ về môđun máy ảnh theo các ví dụ trên Fig.8 và Fig.11, và Fig.17 là hình chiếu mặt cắt ngang của ví dụ về môđun máy ảnh theo các ví dụ trên Fig.9 và Fig.12.

Theo ví dụ của Fig.16, thông tin được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải và bộ xử lý tín hiệu để xử lý hình ảnh (ví dụ, để thực hiện hiệu chỉnh độ phân giải) sử dụng thông tin được cung cấp trong IC phối hợp riêng lẻ 430.

Theo ví dụ của Fig.17, thông tin được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải được lưu trữ trong bộ nhớ không khả biến 430', và bộ xử lý tín hiệu để xử lý hình ảnh (ví dụ, để thực hiện hiệu chỉnh độ phân giải) sử dụng thông tin được cung cấp trong máy chủ 60.

Trên Fig.17, số tham chiếu 440 chỉ bộ kết nối để kết nối môđun máy ảnh tới thiết bị điện tử bên ngoài 1000 gồm máy chủ AP 60.

Theo các ví dụ của Fig.13, Fig.16 và Fig.17, do thông tin (ví dụ, dữ liệu PSF, các tham số độ nhòe, và các tham số khử nhòe) được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải được cung cấp trong chính môđun máy ảnh, yêu cầu về kết cấu mỏng và độ phân giải cao có thể được thỏa mãn.

Ví dụ mô tả ở trên cho phép hệ thống quang học thỏa mãn $TTL/IMGH < 1$ khi đạt độ phân giải cao. TTL chỉ khoảng cách từ bề mặt phía đối tượng của các thấu kính gần nhất tới bề mặt tạo ảnh của cảm biến hình ảnh, và IMGH chỉ độ dài đường chéo của mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh.

Khi hệ thống quang học được thiết kế, mặc dù hệ thống quang học có thể được thiết kế để trở nên mỏng bằng cách thỏa mãn $TTL/IMGH < 1$, sự suy thoái của độ phân giải kết quả có thể được bù bằng thuật toán hiệu chỉnh độ phân giải, và do đó các yêu cầu về kết cấu mỏng và độ phân giải cao có thể được thỏa mãn.

Ví dụ, hệ thống quang học có thể được thiết kế để thỏa mãn $TTL/IMGH \leq 0,75$ hoặc $TTL/IMGH \leq 0,7$.

Thông tin được sử dụng để hiệu chỉnh độ phân giải được xác định riêng biệt theo các đặc tính của mỗi môđun máy ảnh, và do đó các thuật toán hiệu chỉnh độ phân giải được tùy biến cho mỗi môđun máy ảnh được sản xuất có thể được áp dụng.

Như được mô tả ở trên, môđun máy ảnh và phương pháp sản xuất môđun máy ảnh theo các ví dụ được mô tả ở trên cải thiện độ phân giải của hình ảnh được chụp, và cho phép môđun máy ảnh mỏng hơn với độ phân giải cao hơn được sản xuất.

Chip cảm biến hình ảnh 10, mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20, khối số 30, và bộ xử lý số 31, giao diện đầu ra 32, và máy tính chủ 40 trên các hình vẽ từ Fig.4 đến Fig.6, bộ nhớ 33 trên Fig.4, IC phối hợp 50 trên Fig.5, hoặc bộ nhớ không khả biến 50' trên Fig.6, chip cảm biến hình ảnh 10, mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20, khối số 30, bộ nhớ đệm theo hàng 31-1, bộ xử lý tín hiệu 31-2, giao diện đầu ra 32, bộ nhớ 33, bộ ghi 34, và máy chủ AP 60 trên Fig.7, bộ ră ghép 69, cơ cấu 3A 61, cơ cấu phơi sáng tự động (AE) 61a, cơ cấu cân bằng trắng tự động (auto-white balance - AWB) 61b, cơ

cầu lấy nét tự động (auto-exposure - AF) 61c, bộ xử lý màu 62, bộ xử lý YUV 63, bộ mã hóa video 64, và bộ mã hóa JPEG 65 trên các hình vẽ từ Fig.7 đến Fig.12, chip cảm biến hình ảnh 10, mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20, khối số 30, bộ xử lý số 31, giao diện đầu ra 32, IC phối hợp 50, giao diện đầu vào 51, bộ nhớ vùng đệm theo hàng 52, bộ xử lý tín hiệu 53, giao diện đầu ra 54, bộ nhớ không khả biến 55, bộ ghi 56, và máy chủ AP 60 trên Fig.8, chip cảm biến hình ảnh 10, mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20, khối số 30, bộ xử lý số 31, giao diện đầu ra 32, bộ nhớ không khả biến 50', máy chủ AP 60, bộ nhớ vùng đệm theo hàng 66, bộ ghi 67, và bộ xử lý tín hiệu 68 trên Fig.9, chip cảm biến hình ảnh 10, mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20, khối số 30, bộ nhớ đệm theo hàng 31-1, bộ xử lý tín hiệu 31-2', giao diện đầu ra 32, bộ nhớ 33, bộ ghi 34, và máy chủ AP 60 trên Fig.10, chip cảm biến hình ảnh 10, mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20, khối số 30, bộ xử lý số 31, giao diện đầu ra 32, IC phối hợp 50, giao diện đầu vào 51, bộ nhớ vùng đệm theo hàng 52, bộ xử lý tín hiệu 53', giao diện đầu ra 54, bộ nhớ không khả biến 55, bộ ghi 56, và máy chủ AP 60 trên Fig.11, chip cảm biến hình ảnh 10, mảng điểm ảnh cảm biến hình ảnh 20, khối số 30, bộ xử lý số 31, giao diện đầu ra 32, bộ nhớ không khả biến 50', máy chủ AP 60, bộ nhớ vùng đệm theo hàng 66, bộ ghi 67, và bộ xử lý tín hiệu 68' trên Fig.2, cụm cơ cấu cảm biến hình ảnh 400, cảm biến hình ảnh 410, và bảng mạch 420 trên Fig.13, Fig.16 và Fig.17, cảm biến hình ảnh 410, mảng điểm ảnh, các điểm ảnh cảm biến hình ảnh (không được thể hiện), bộ chuyển đổi tương tự sang số (ADC), các bộ so sánh, các bộ đếm, giao diện nối tiếp (I/F), bộ nhớ, CPU, bộ xử lý số tới phía bên phải của mảng điểm ảnh, giao diện đầu ra (I/F), bộ tạo đồng hồ, bộ điều khiển, các bộ giải mã hàng, các bộ điều khiển hàng, các tranzito tải, bộ xử lý số khác tới phía bên trái của mảng điểm ảnh, và bộ tạo điện áp trên Fig.14, lớp 410a, mảng điểm ảnh, và các điểm ảnh cảm biến hình ảnh (không được thể hiện) trên Fig.15a, lớp thứ hai 410b, ADC, các bộ so sánh, các bộ đếm, bộ xử lý số, CPU, giao diện nối tiếp (I/F), bộ nhớ, giao diện đầu ra (I/F), bộ tạo đồng hồ, bộ điều khiển, các bộ giải mã hàng, các bộ điều khiển hàng, các tranzito tải, bộ tạo đường dốc, và bộ xử lý điện áp trên Fig.15B, IC phối hợp 430 trên Fig.16, và bộ nhớ không khả biến 430', máy chủ AP 60, và thiết bị điện tử mở rộng 1000 trên Fig.16 mà thực hiện các thao tác được mô tả ở đây đối với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.17 được thực hiện bằng các thành phần phần cứng. Các ví dụ của các thành phần phần cứng gồm các bộ điều khiển, các cảm

biến, các bộ tạo, các bộ điều khiển, các bộ nhớ, các bộ so sánh, các bộ logic số học, các bộ cộng, các bộ trừ, các bộ nhân, các bộ chia, các bộ tích phân, các đi-ốt quang, các bộ lấy mẫu, các bộ khuếch đại, các bộ chuyển đổi tương tự sang số, và bất kỳ các thành phần điện tử khác đã được biết đến bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Trong một ví dụ, các thành phần phần cứng được thực hiện bởi phần cứng tính toán ví dụ, bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc máy tính. Bộ xử lý hoặc máy tính được thực hiện bởi một hoặc nhiều phần tử xử lý, ví dụ như mảng các cổng logic, bộ điều khiển và bộ phận logic số học, bộ xử lý tín hiệu số, máy vi tính, bộ điều khiển logic lập trình được, mảng cổng lập trình được dạng trường, mảng logic lập trình được, bộ vi xử lý, hoặc bất kỳ thiết bị hoặc tổ hợp các thiết bị được biết đến bởi người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà có khả năng đáp ứng hoặc chạy các lệnh theo cách đã được định rõ để đạt được kết quả mong muốn. Trong một ví dụ, bộ xử lý hoặc máy tính gồm, hoặc được kết nối với, một hoặc nhiều bộ nhớ lưu trữ các lệnh hoặc phần mềm mà được chạy bởi bộ xử lý hoặc máy tính. Các thành phần phần cứng được thực hiện bởi bộ xử lý hoặc máy tính chạy các lệnh hoặc phần mềm, như hệ điều hành (operating system - OS) và một hoặc nhiều ứng dụng phần mềm mà chạy trên OS, để thực hiện các thao tác được mô tả ở đây đối với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.17. Các thành phần phần cứng cũng truy cập, điều khiển, xử lý, tạo, và lưu trữ dữ liệu đáp ứng sự thực hiện các lệnh hoặc phần mềm. Để đơn giản, các thuật ngữ ở dạng số ít “bộ xử lý” hoặc “máy tính” có thể được sử dụng trong phần mô tả của các ví dụ được mô tả ở đây, nhưng trong các ví dụ khác, nhiều bộ xử lý hoặc nhiều máy tính được sử dụng, hoặc bộ xử lý hoặc máy tính gồm nhiều phần tử xử lý, hoặc nhiều loại phần tử xử lý, hoặc cả hai. Trong một ví dụ, thành phần phần cứng gồm nhiều bộ xử lý, và trong ví dụ khác, thành phần phần cứng gồm bộ xử lý và bộ điều khiển. Thành phần phần cứng có bất kỳ một hoặc nhiều cấu hình xử lý khác nhau, các ví dụ gồm bộ xử lý đơn, các bộ xử lý độc lập, các bộ xử lý song song, đa xử lý đơn dữ liệu đơn dòng lệnh (single-instruction single-data – SISD), đa xử lý đa dữ liệu đơn dòng lệnh (single-instruction multiple-data - SIMD), đa xử lý đơn dữ liệu đa dòng lệnh (multiple-instruction single-data - MISD), và đa xử lý đa dữ liệu đa dòng lệnh (multiple-instruction multiple-data - MIMD).

Phương pháp được minh họa trên các hình vẽ Fig.1 và từ Fig.3 đến Fig.6 mà thực hiện các thao tác được mô tả ở đây đối với các hình vẽ từ Fig.1 đến Fig.17 được thực

hiện bởi phần cứng tính toán, ví dụ, bằng một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc máy tính, như được mô tả ở trên chạy các lệnh hoặc phần mềm để thực hiện các thao tác được mô tả ở đây.

Các lệnh hoặc phần mềm để điều khiển bộ xử lý hoặc máy tính để thực hiện các thành phần phần cứng và thực hiện các phương pháp như được mô tả ở trên được viết như các chương trình máy tính, các đoạn mã, các lệnh hoặc bất kỳ tổ hợp nào của chúng, để lệnh riêng biệt hoặc tập thể hoặc tạo kết cấu bộ xử lý hoặc máy tính để vận hành như máy hoặc máy tính chuyên biệt để thực hiện các thao tác được thực hiện bởi các thành phần phần cứng và các phương pháp như được mô tả ở trên. Trong một ví dụ, các lệnh và phần mềm gồm mã máy mà được chạy trực tiếp bởi bộ xử lý hoặc máy tính, như mã máy được tạo ra bởi bộ biên dịch. Trong ví dụ khác, các lệnh hoặc phần mềm gồm mã mức cao mà được chạy bằng bộ xử lý hoặc máy tính sử dụng bộ diễn dịch. Các lập trình viên với hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể viết các lệnh và phần mềm một cách dễ dàng dựa trên các sơ đồ khối và lưu đồ được minh họa trong các hình vẽ và các phần mô tả tương ứng trong bản mô tả, mà bộc lộ các thuật toán để thực hiện các thao tác được thực hiện bằng các thành phần phần cứng và các phương pháp được mô tả ở trên.

Các lệnh hoặc phần mềm để điều khiển bộ xử lý hoặc máy tính để thực hiện các thành phần phần cứng hoặc thực hiện các phương pháp như được mô tả ở trên, và bất kỳ dữ liệu, các tệp dữ liệu, các cấu trúc dữ liệu được kết hợp, được ghi lại, lưu trữ hoặc cố định trong hoặc trên một hoặc nhiều vật ghi đọc được bằng máy tính không chuyển tiếp. Các ví dụ của vật ghi đọc được bằng máy không chuyển tiếp gồm bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory - ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random-access memory - RAM), bộ nhớ flash, các CD-ROM, các CD-R, các CD+R, các CD-RW, các CD+RW, các DVD-ROM, các DVD-R, các DVD+R, các DVD-RW, các DVD+RW, các DVD-RAM, các BD-ROM, các BD-R, các BD-R LTH, các BD-RE, các băng từ, các đĩa mềm, các thiết bị lưu trữ dữ liệu quang-từ, các thiết bị lưu trữ dữ liệu quang, các đĩa cứng, các đĩa cứng thể rắn, và bất kỳ thiết bị nào được biết đến với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật là khả năng lưu trữ các lệnh hoặc phần mềm và bất kỳ dữ liệu được kết hợp, các tệp dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu theo cách không khả biến và cung cấp các lệnh hoặc phần mềm và bất kỳ dữ liệu được kết hợp, các tệp dữ liệu, và các cấu

trúc dữ liệu tới bộ xử lý hoặc máy tính sao cho bộ xử lý hoặc máy tính có thể chạy các lệnh. Trong một ví dụ, các lệnh hoặc phần mềm và bất kỳ dữ liệu, các tệp dữ liệu và các cấu trúc dữ liệu được kết hợp được phân bố trên các hệ thống máy tính được kết nối mạng sao cho các lệnh và phần mềm và bất kỳ dữ liệu, các tệp dữ liệu và các cấu trúc dữ liệu được kết hợp được lưu trữ, được truy cập, và được chạy theo kiểu được phân bố bởi bộ xử lý hoặc máy tính.

Mặc dù sự bộc lộ này gồm các ví dụ cụ thể, nhưng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, sẽ có thể thấy rõ những thay đổi khác nhau về hình thức và chi tiết trong các ví dụ trên mà không vượt ra khỏi nguyên lý và phạm vi yêu cầu bảo hộ và các tương đương của chúng. Các ví dụ được mô tả ở đây được coi là chỉ mang tính chất minh họa, và không nhằm mục đích giới hạn. Các mô tả của các dấu hiệu và các khía cạnh trong mỗi ví dụ sẽ được xem xét là có thể áp dụng với các dấu hiệu và các khía cạnh tương tự trong các ví dụ khác. Các kết quả phù hợp có thể thu được nếu các kỹ thuật được mô tả được thực hiện theo trình tự khác, và/hoặc các thành phần trong hệ thống, kiến trúc, thiết bị, mạch điện được mô tả được tổ hợp theo cách khác và/hoặc được thay thế hoặc bổ sung bởi các thành phần khác hoặc các tương đương của chúng. Do đó, phạm vi của sự bộc lộ này không được định rõ bởi phần mô tả chi tiết, mà bởi các yêu cầu bảo hộ và các tương đương của chúng, tất cả các biến đổi trong yêu cầu bảo hộ và tương đương của chúng được hiểu là được bao gồm trong sự bộc lộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Môđun máy ảnh có cảm biến hình ảnh và hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính, môđun máy ảnh bao gồm:

bộ nhớ lưu trữ thông tin về các đặc tính quang sai của môđun máy ảnh ảnh hưởng tới độ phân giải của môđun máy ảnh;

trong đó thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm thông tin được ước tính trước bằng cách so sánh hình ảnh được tạo ra bằng môđun máy ảnh với hình ảnh tham chiếu,

trong đó thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm thông tin quang sai của nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo các sơ đồ khác nhau, và

trong đó thông tin quang sai bao gồm thông tin quang sai của một số vùng trong số nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ nhất, và thông tin quang sai của các vùng còn lại trong số nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ hai; và

tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất và tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai là khác nhau.

2. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm dữ liệu biểu diễn độ nhòe hình ảnh được tạo ra khi ánh sáng đi qua hệ thống quang học tạo thành hình ảnh trên cảm biến hình ảnh.

3. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất bao gồm dữ liệu hàm tán xạ điểm biểu diễn độ nhòe hình ảnh được tạo ra khi ánh sáng đi qua hệ thống quang học tạo thành hình ảnh trên cảm biến hình ảnh.

4. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai bao gồm các tham số độ nhòe bao gồm vị trí tọa độ đỉnh và độ rộng nhòe được trích xuất từ dữ liệu hàm tán xạ điểm biểu diễn độ nhòe hình ảnh được tạo ra khi ánh sáng đi qua hệ thống quang học tạo thành hình ảnh trên cảm biến hình ảnh.

5. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm thông tin về lượng biến dạng của hình ảnh được chụp bởi môđun máy ảnh.
6. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó bộ nhớ còn lưu trữ tham số xác định mức độ cải thiện độ phân giải của hình ảnh được chụp bởi môđun máy ảnh theo một hoặc cả môi trường chiếu sáng và vị trí lấy nét khi hình ảnh được chụp.
7. Môđun máy ảnh theo điểm 1, còn bao gồm bộ xử lý tín hiệu được tạo cấu hình để cải thiện độ phân giải của hình ảnh được chụp bởi môđun máy ảnh sử dụng thông tin liên quan đến các đặc tính quang sai.
8. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó $TTL/IMGH < 1$, trong đó TTL là khoảng cách từ bề mặt phía đối tượng của thấu kính của hệ thống quang học gần nhất với vật thể tới bề mặt tạo hình ảnh của cảm biến hình ảnh, và IMGH là độ dài đường chéo của mảng điểm ảnh của cảm biến hình ảnh.
9. Môđun máy ảnh theo điểm 8, trong đó $TTL/IMGH \leq 0,75$ hoặc $TTL/IMGH \leq 0,7$.
10. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm thông tin được ước tính theo các đặc tính riêng của môđun máy ảnh trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh.
11. Môđun máy ảnh bao gồm:
 - cảm biến hình ảnh;
 - hệ thống quang học được tạo cấu hình để tạo hình ảnh trên cảm biến hình ảnh;
 - và
 - bộ nhớ lưu trữ thông tin để hiệu chỉnh độ phân giải của môđun máy ảnh, thông tin được cụ thể cho môđun máy ảnh và đã được tùy biến cho môđun máy ảnh trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh,
 - trong đó thông tin để hiệu chỉnh độ phân giải bao gồm:
 - loại thông tin thứ nhất cho các vùng thứ nhất của cảm biến hình ảnh trong đó độ phân giải của môđun máy ảnh thấp hơn giá trị ngưỡng được xác định trước; và
 - loại thông tin thứ hai cho các vùng thứ hai của cảm biến hình ảnh trong đó độ phân giải của môđun máy ảnh cao hơn giá trị ngưỡng được xác định trước.

12. Môđun máy ảnh theo điểm 11, trong đó loại thông tin thứ nhất bao gồm dữ liệu hàm tán xạ điểm được ước tính cho các vùng thứ nhất của cảm biến hình ảnh; và

loại thông tin thứ hai bao gồm các tham số độ nhòe được ước tính từ hàm gần đúng với dữ liệu hàm tán xạ điểm được ước tính cho các vùng thứ hai của cảm biến hình ảnh.

13. Môđun máy ảnh theo điểm 11, trong đó bộ nhớ còn lưu trữ thông tin để hiệu chỉnh sự biến dạng của hình ảnh được tạo ra bởi cảm biến hình ảnh gây ra bởi sự biến dạng quang học của hệ thống quang học.

14. Môđun máy ảnh bao gồm:

hệ thống quang học bao gồm ít nhất một thấu kính;

cảm biến hình ảnh được tạo cấu hình để tạo ra hình ảnh đáp ứng việc nhận ánh sáng đi qua hệ thống quang học;

bộ nhớ lưu trữ thông tin về các đặc tính quang sai của hệ thống quang học và cảm biến hình ảnh, thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm dữ liệu biểu thị mức độ mà hình ảnh bị nhòe; và

bộ xử lý tín hiệu được tạo cấu hình để thực hiện việc xử lý hình ảnh của hình ảnh để cải thiện độ phân giải của hình ảnh sử dụng thông tin về các đặc tính quang sai, và cung cấp hình ảnh được xử lý tới thiết bị điện tử bên ngoài,

trong đó thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm thông tin quang sai của một số vùng trong số nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ nhất, và thông tin quang sai của các vùng còn lại trong số nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ; và

tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất và tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai là khác nhau.

15. Môđun máy ảnh để tạo ra hình ảnh với cảm biến hình ảnh và hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính, môđun máy ảnh bao gồm:

bộ nhớ lưu trữ thông tin về các đặc tính quang sai của hệ thống quang học và cảm biến hình ảnh, thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm dữ liệu biểu thị mức độ mà hình ảnh bị nhòe;

trong đó môđun máy ảnh được tạo cấu hình để cung cấp hình ảnh được tạo ra bởi hệ thống quang học và cảm biến hình ảnh và thông tin về các đặc tính quang sai tới thiết bị điện tử bên ngoài,

trong đó thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm thông tin quang sai của một số vùng trong số nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ nhất, và thông tin quang sai của các vùng còn lại trong số nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ hai; và

tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất và tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai là khác nhau.

16. Phương pháp sản xuất môđun máy ảnh để tạo ra hình ảnh với cảm biến hình ảnh và hệ thống quang học có ít nhất một thấu kính, phương pháp bao gồm:

ước tính thông tin về các đặc tính quang sai của hình ảnh được tạo ra bởi môđun máy ảnh riêng biệt; và

lưu trữ thông tin được ước tính trong bộ nhớ của môđun máy ảnh riêng biệt,

trong đó thông tin về các đặc tính quang sai bao gồm thông tin quang sai của một số vùng trong số nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ nhất, và thông tin quang sai của các vùng còn lại trong số nhiều vùng của hình ảnh được ước tính theo sơ đồ thứ hai; và

tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ nhất và tổng kích thước dữ liệu của thông tin quang sai được ước tính theo sơ đồ thứ hai là khác nhau.

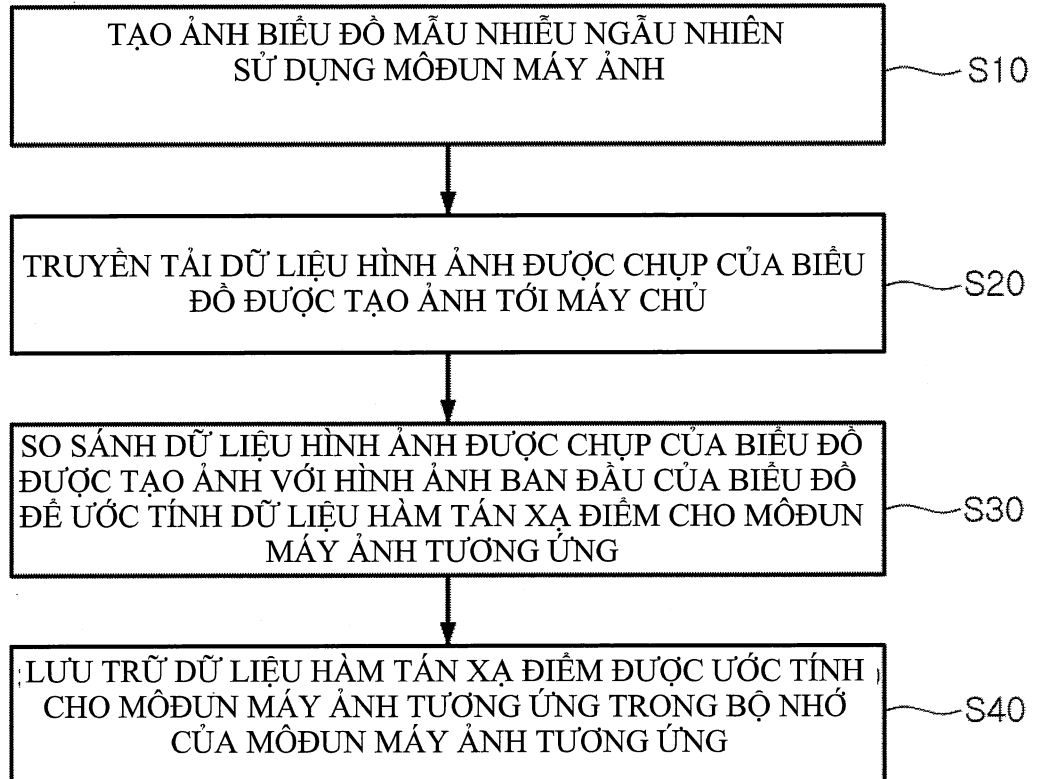


Fig.1

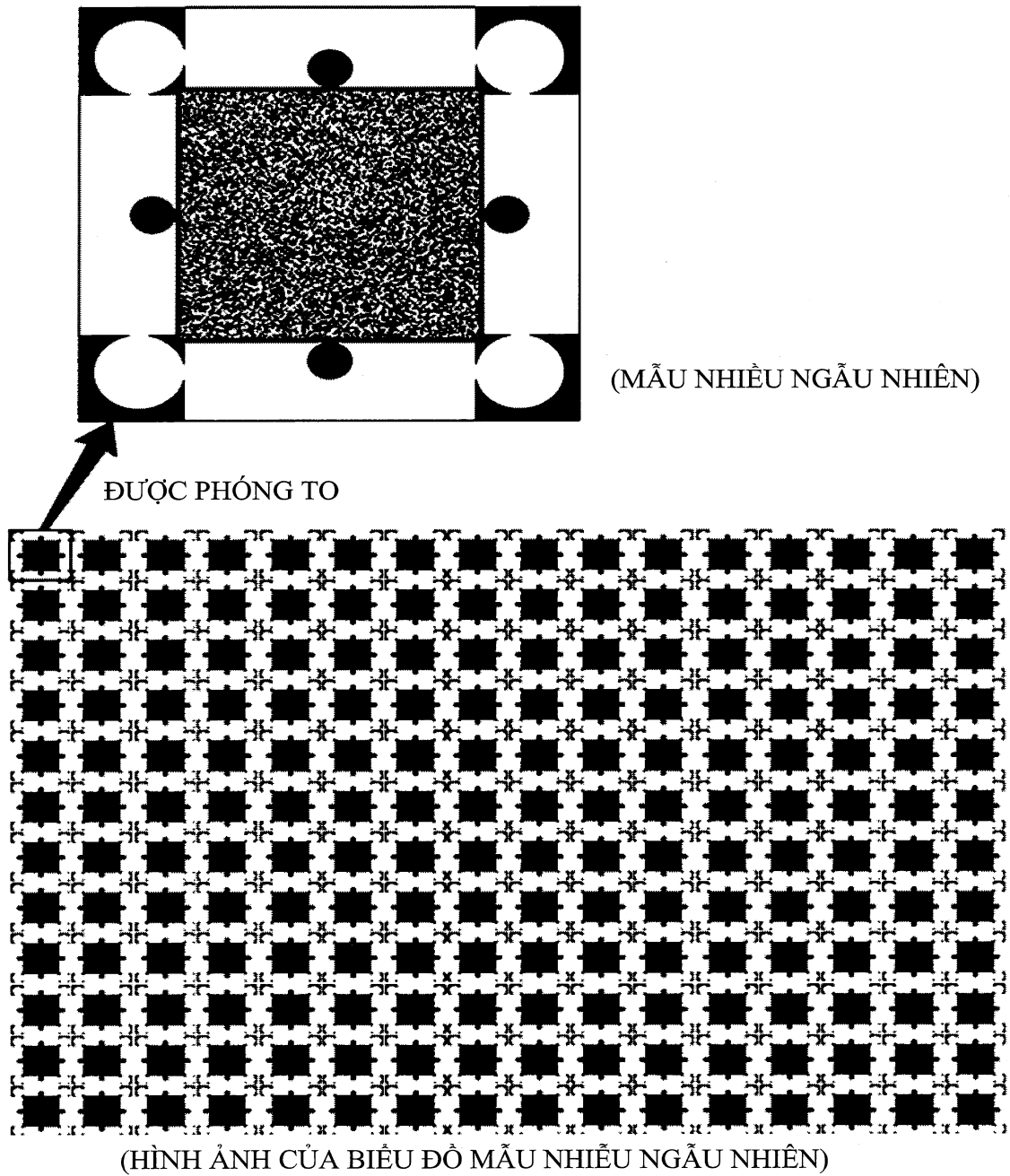


Fig.2

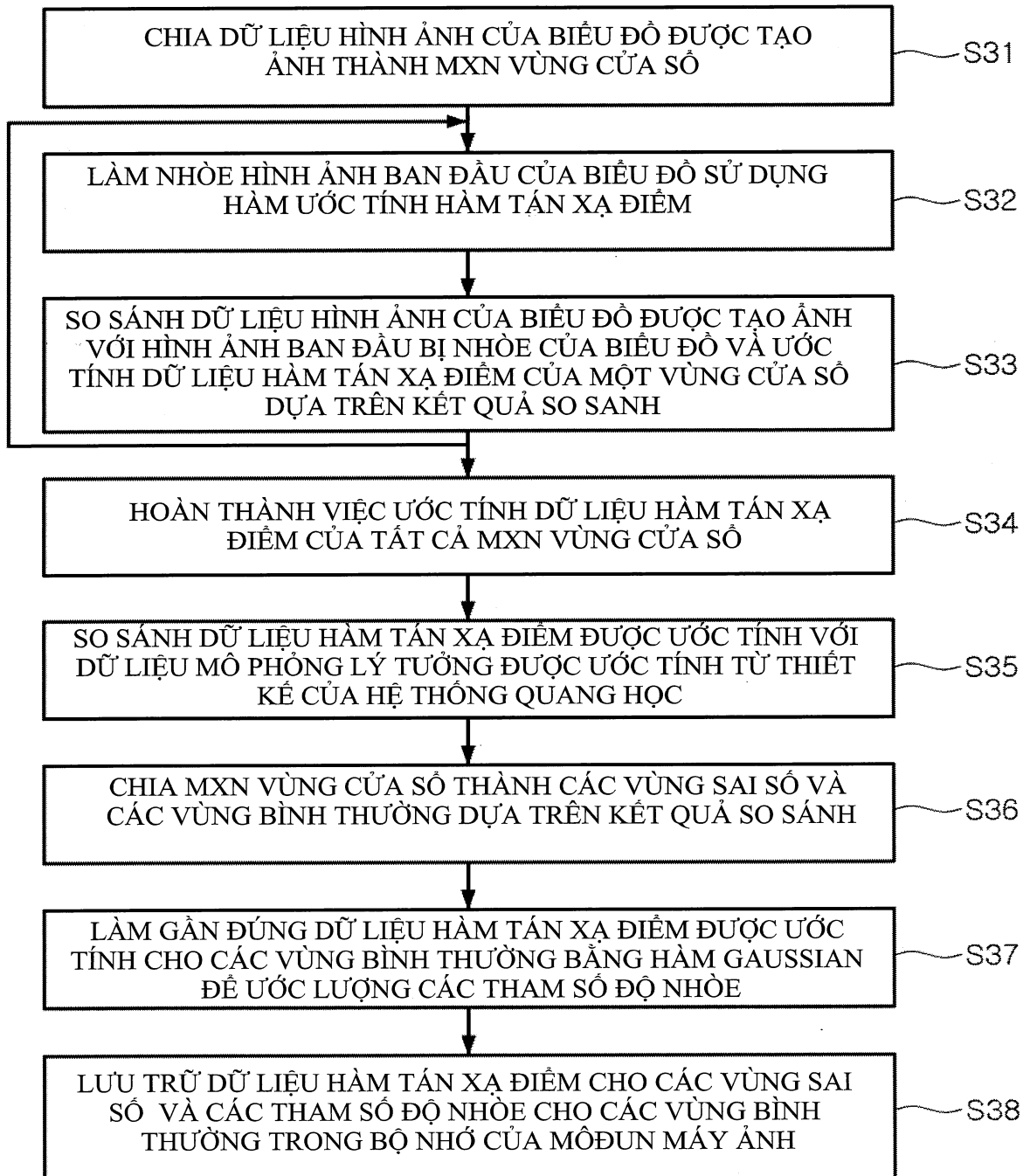


Fig.3

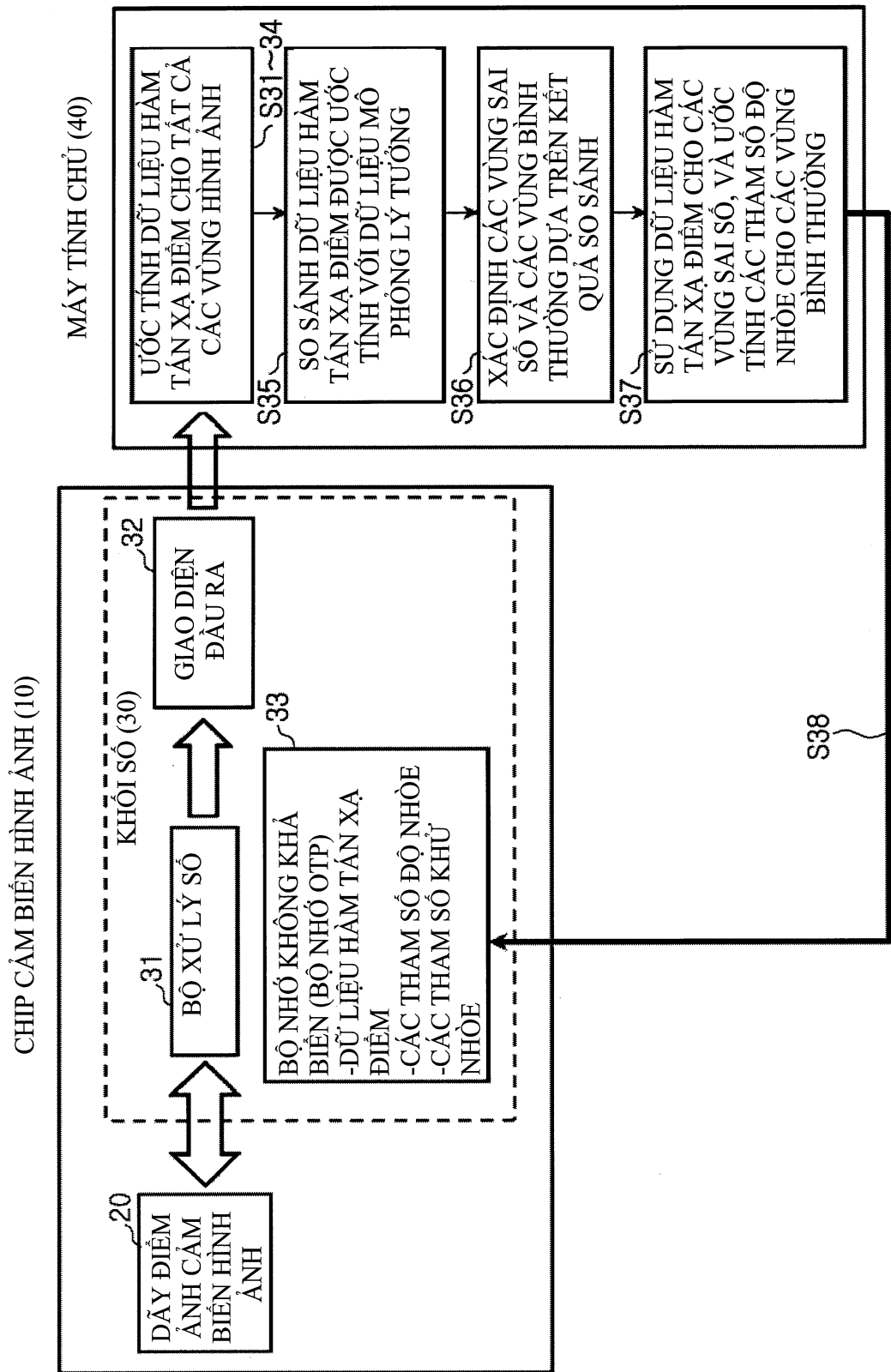


Fig.4

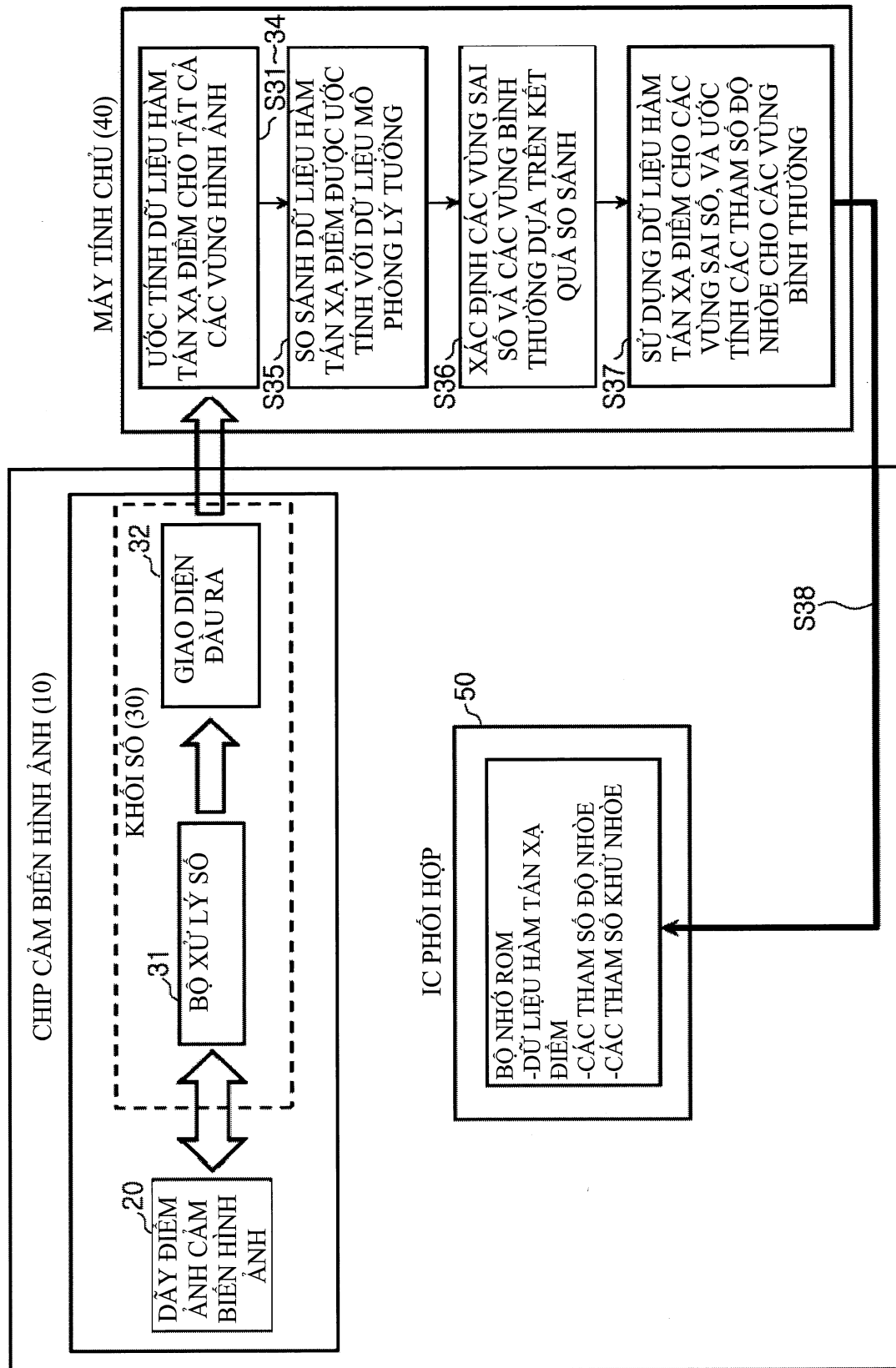


Fig.5

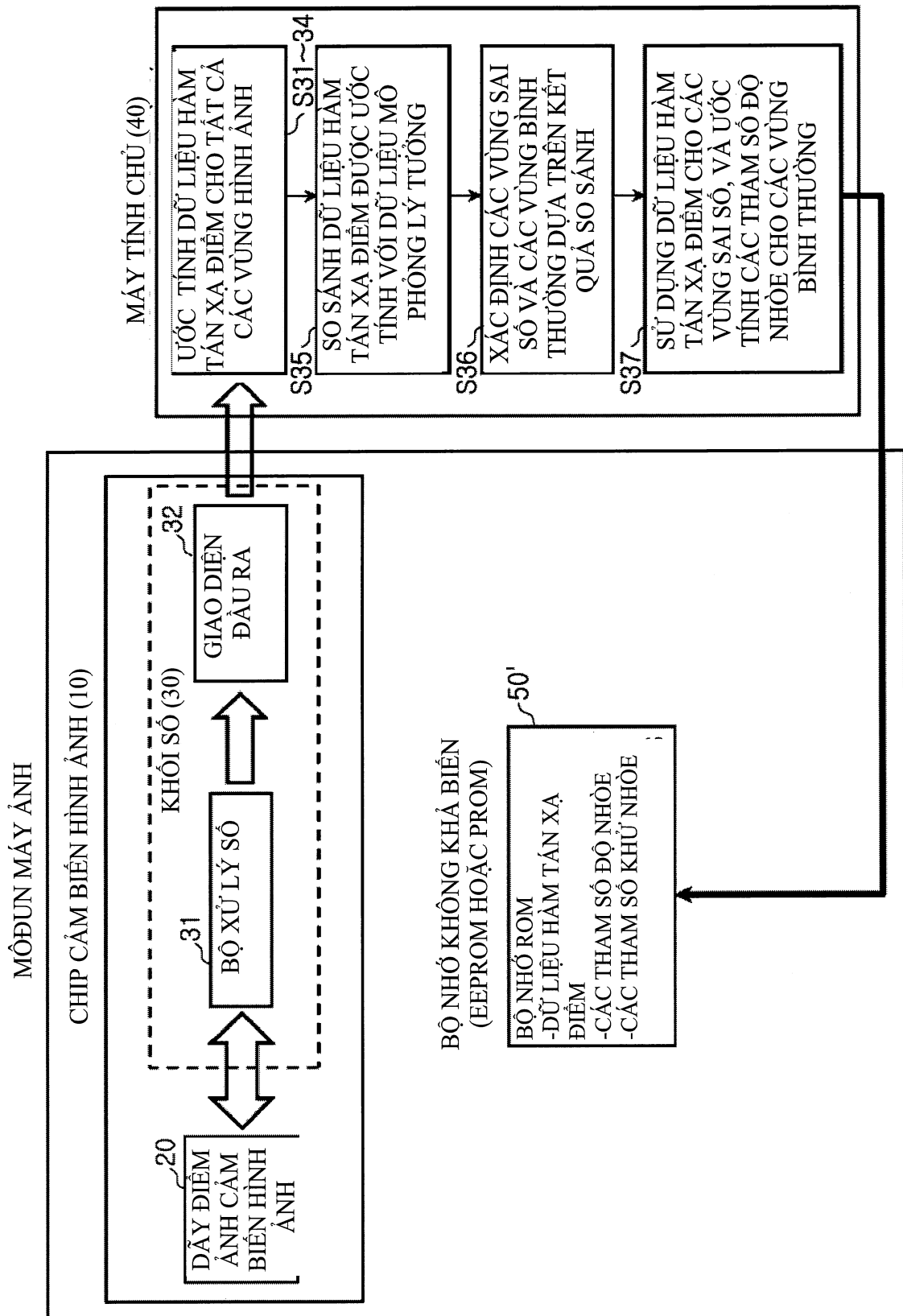


Fig.6

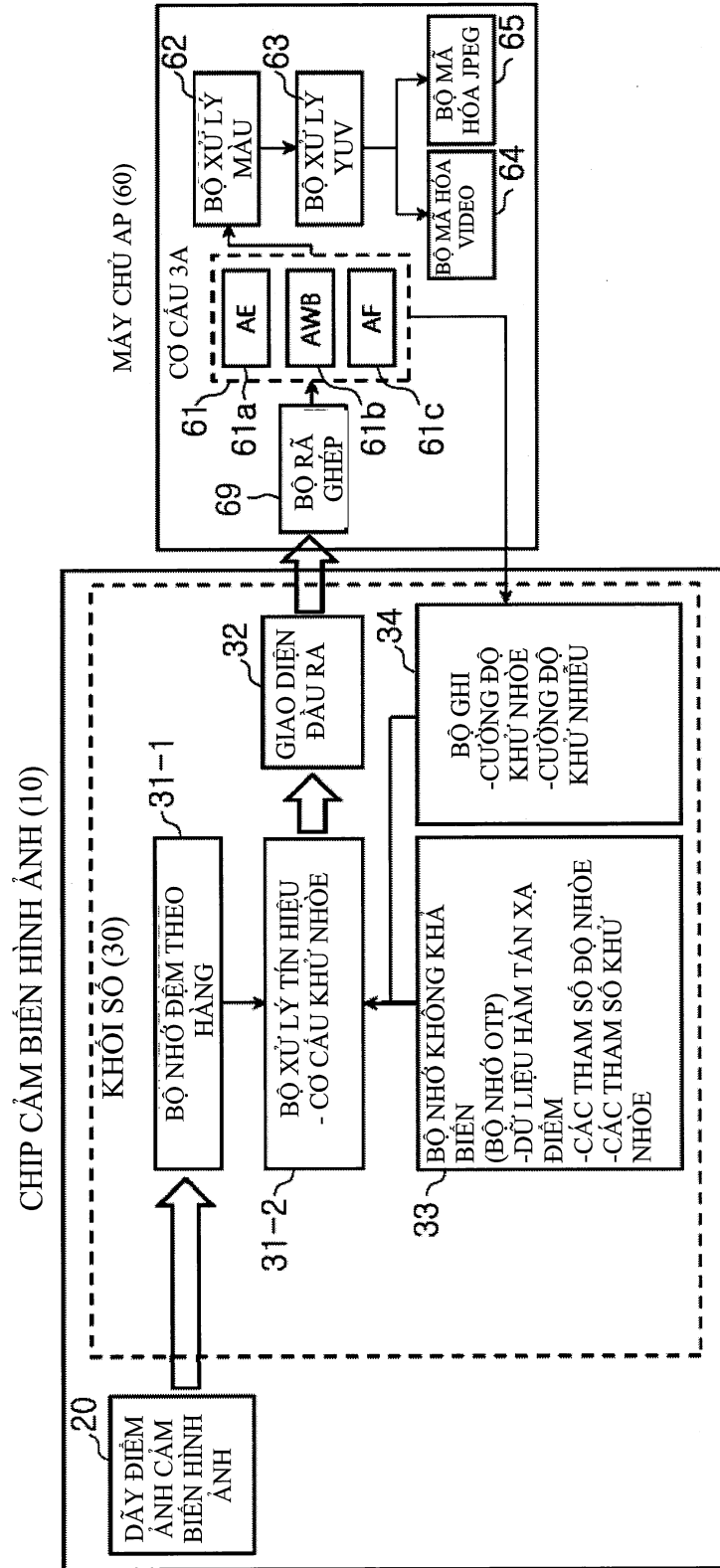


Fig.7

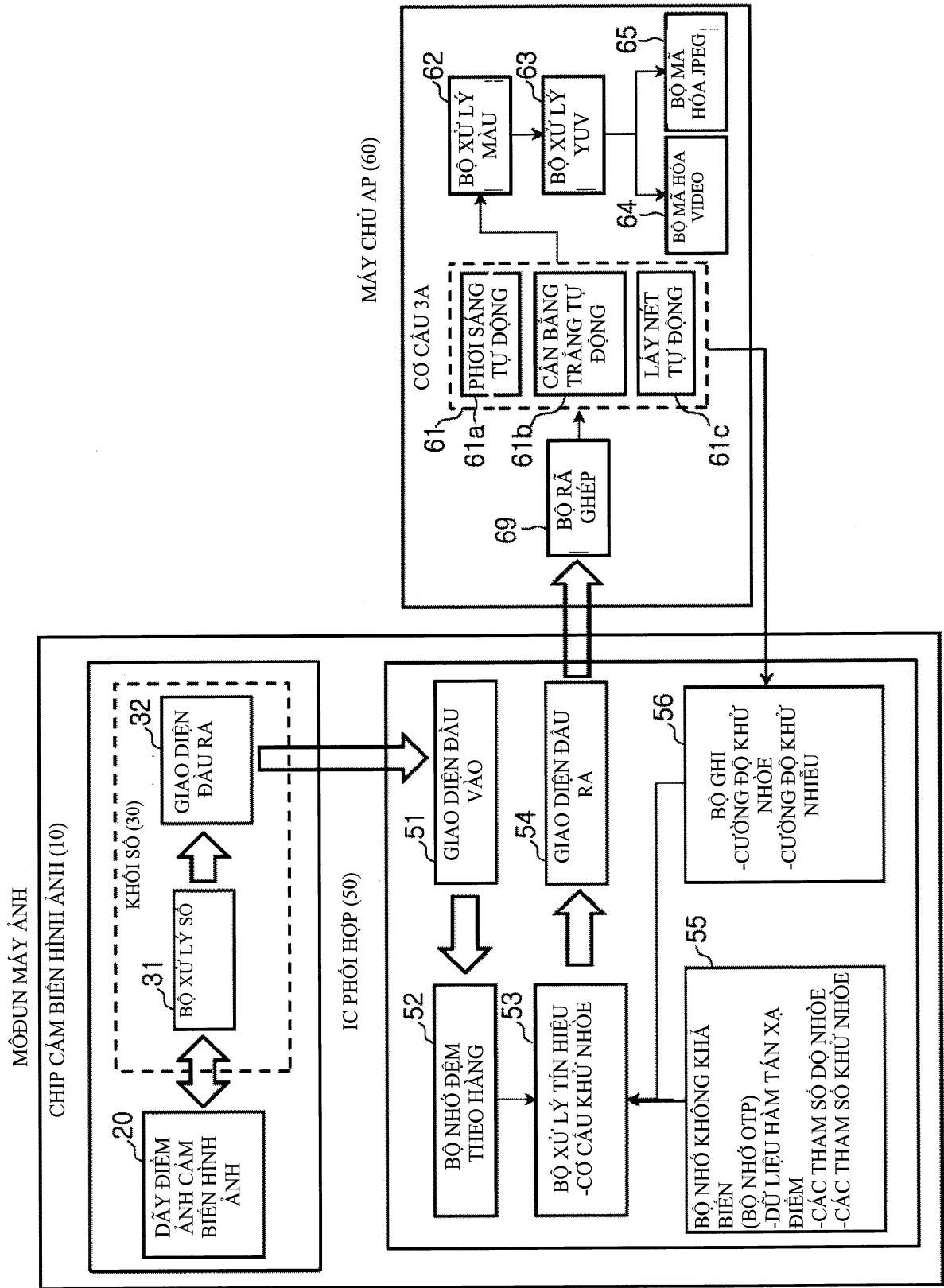


Fig.8

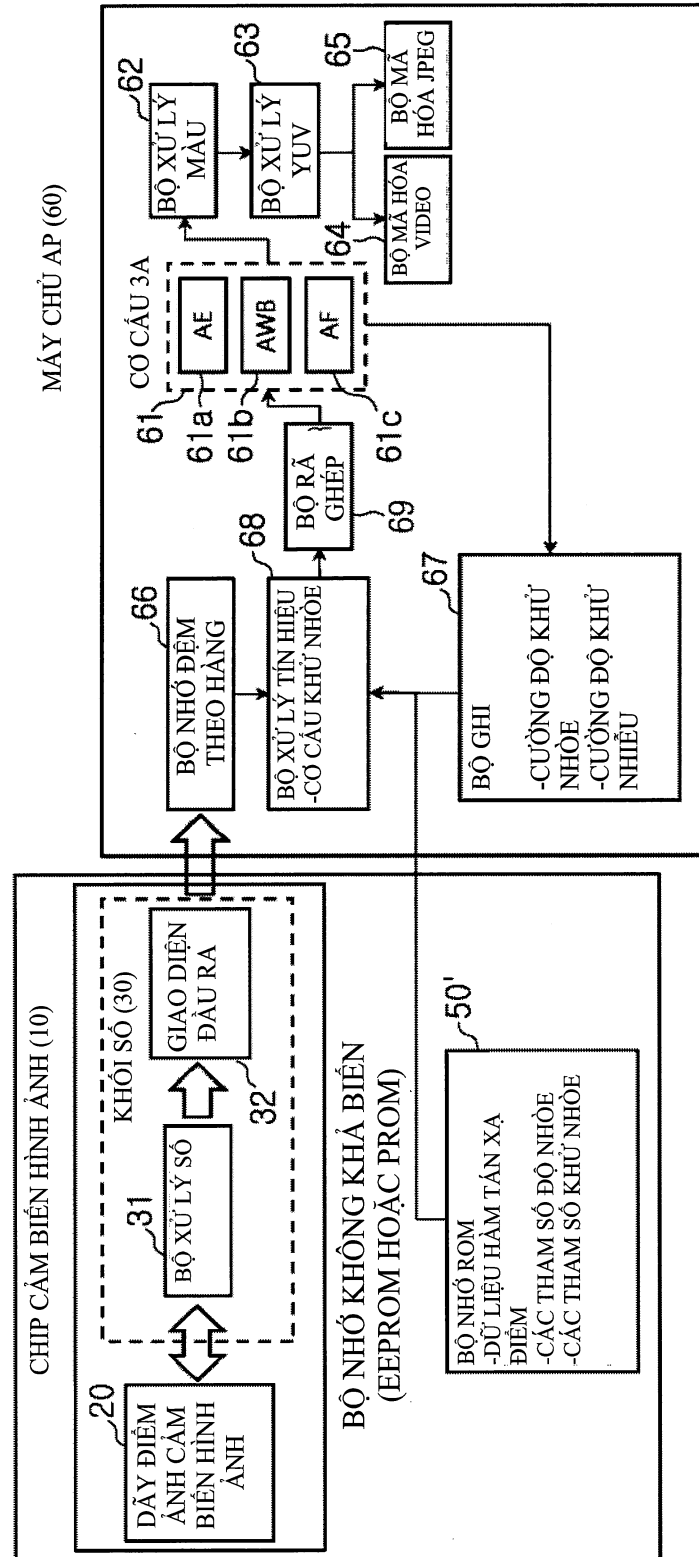


Fig.9

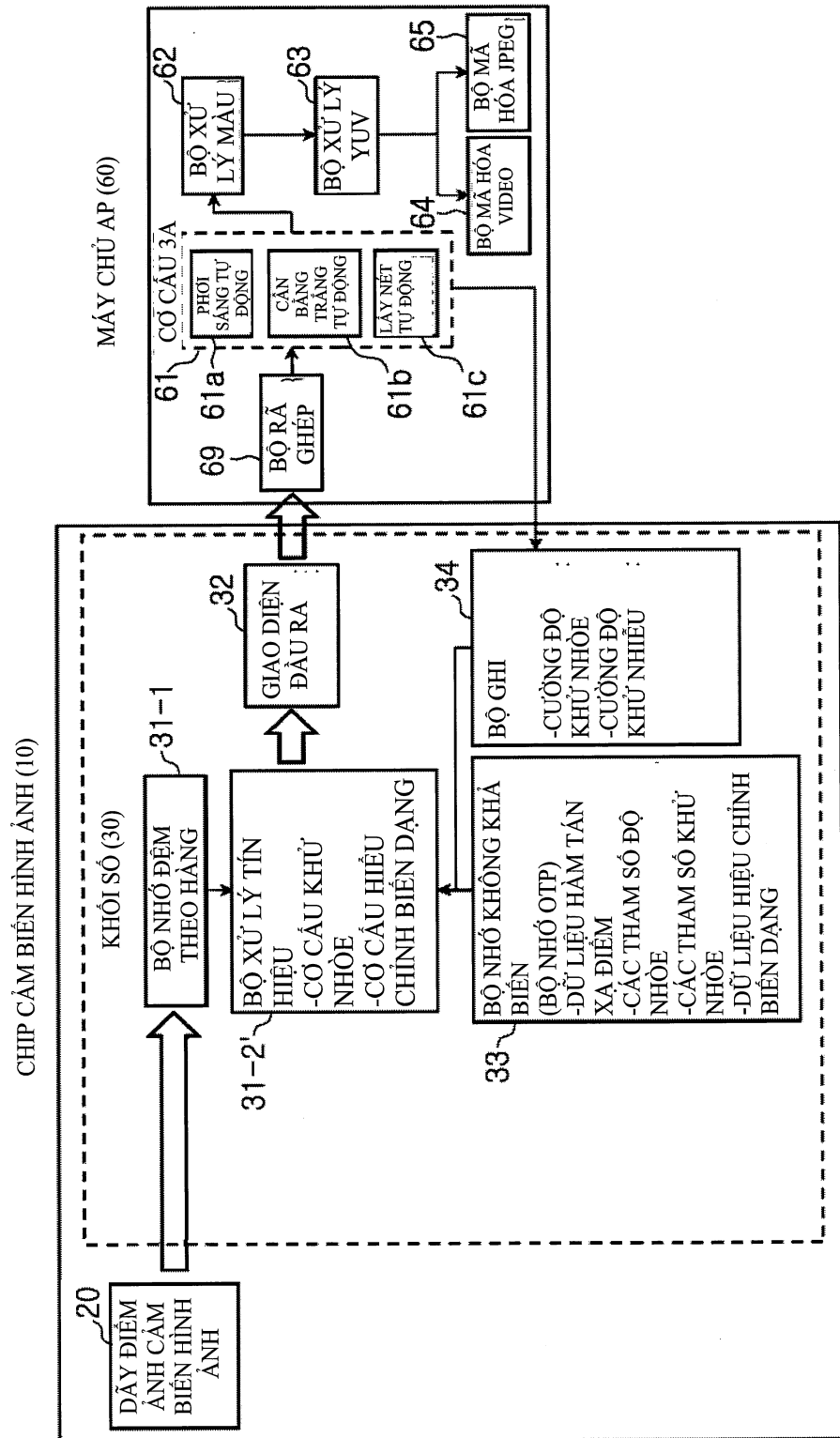


Fig.10

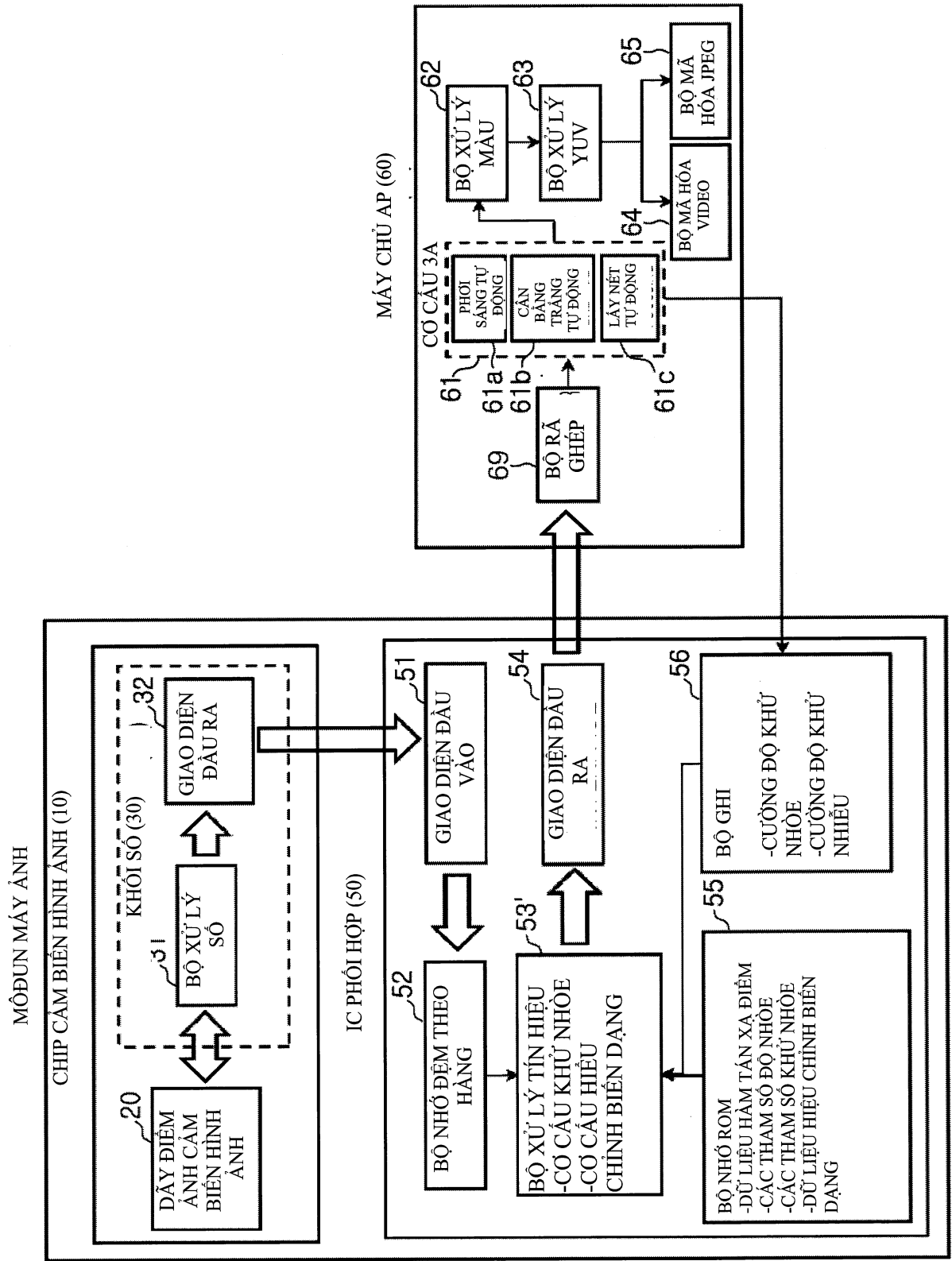


Fig.11

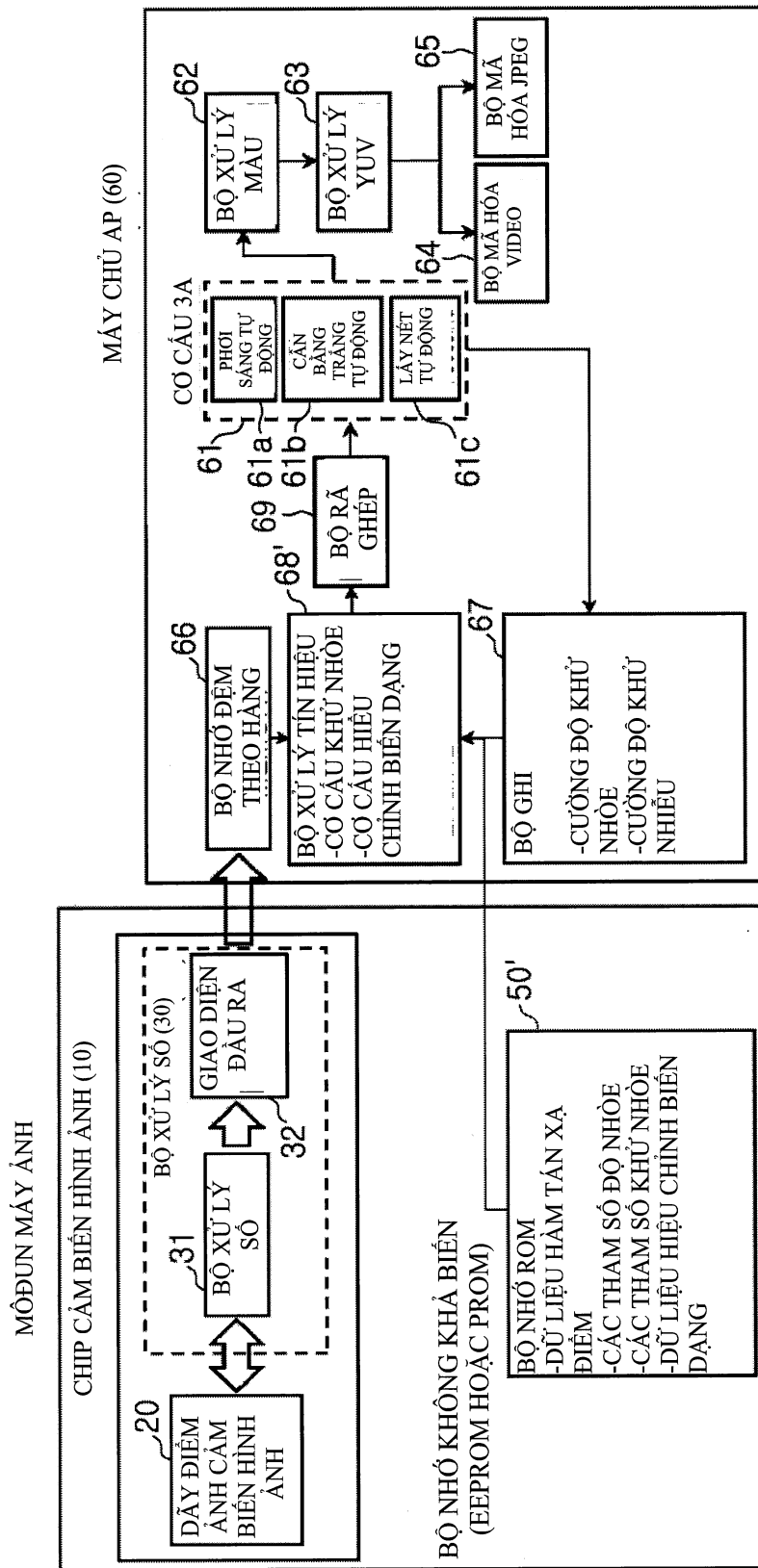


Fig.12

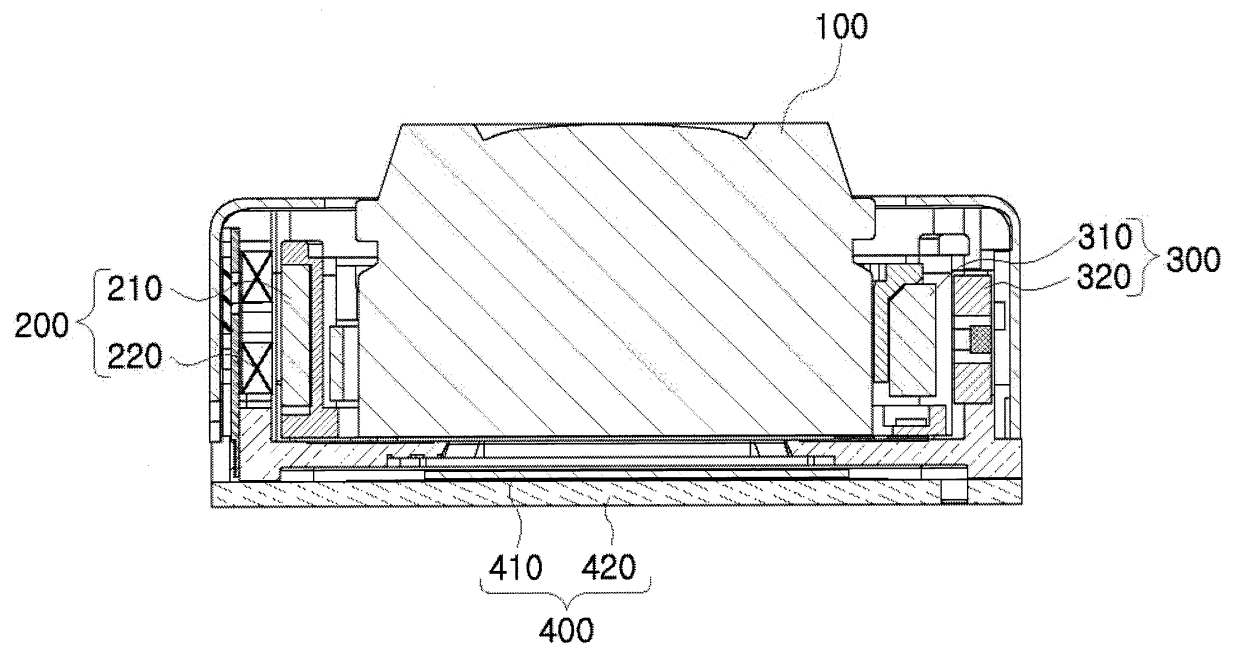


Fig.13

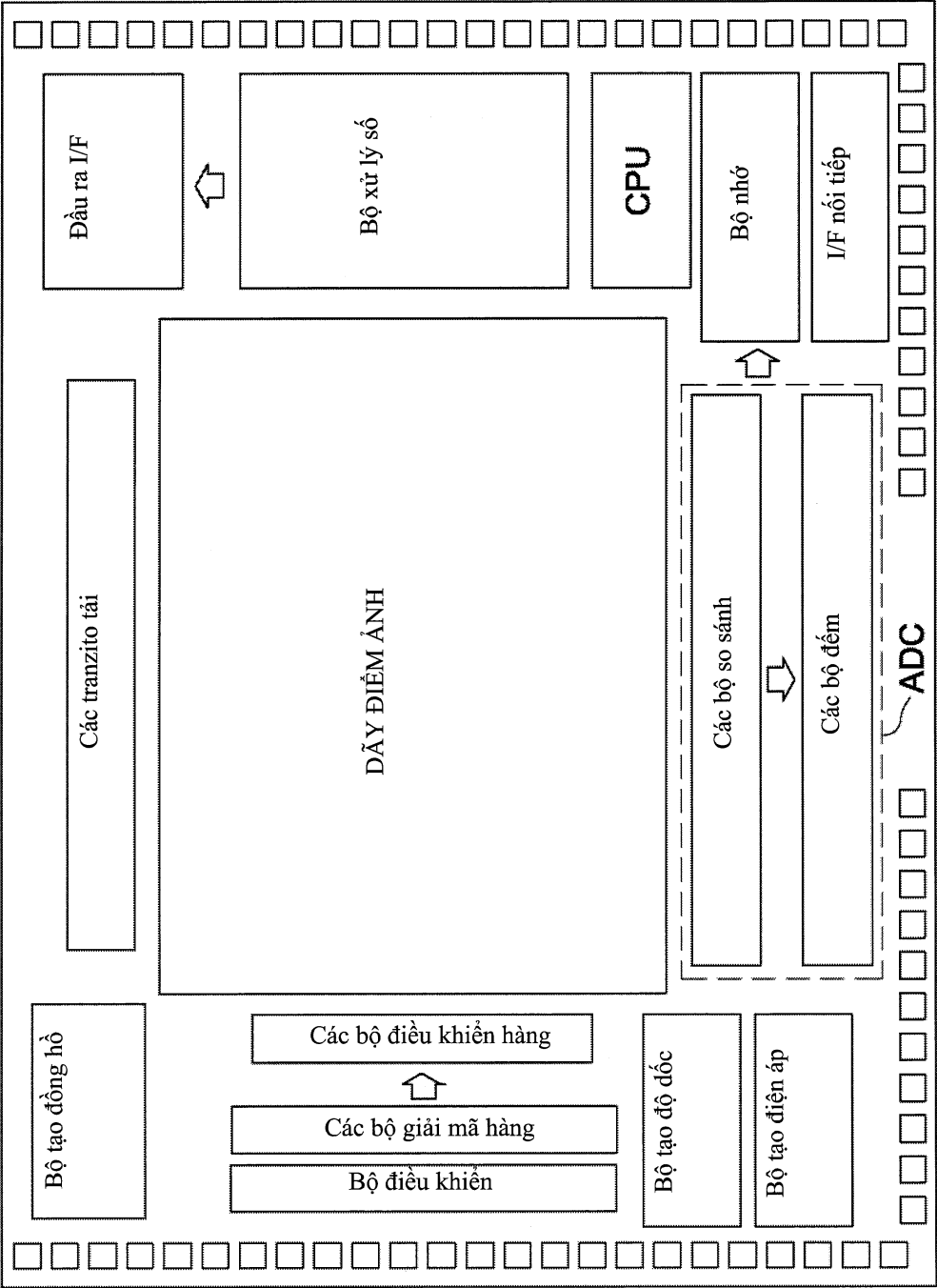


Fig.14

410a

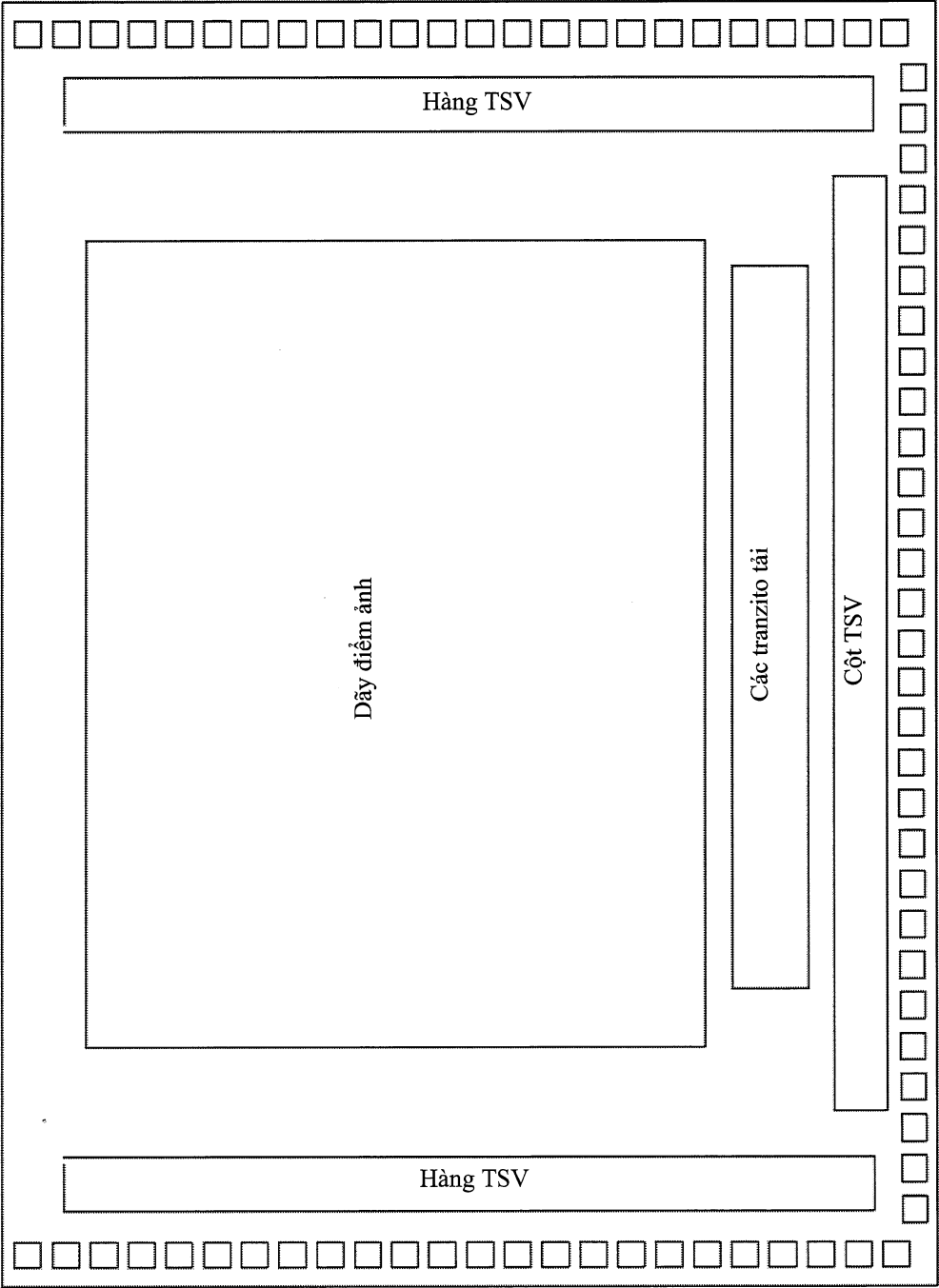


Fig.15a

410b

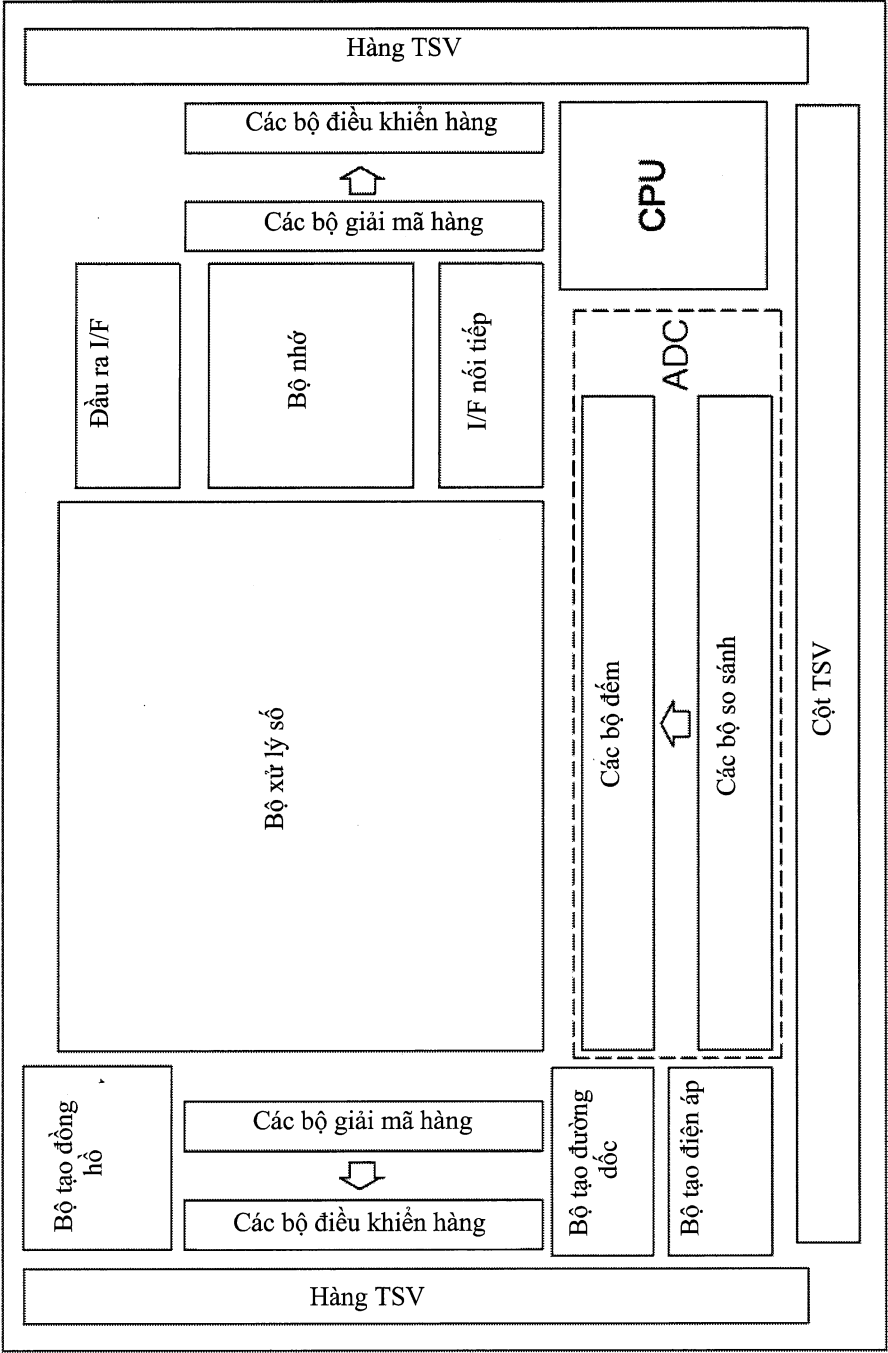


Fig.15b

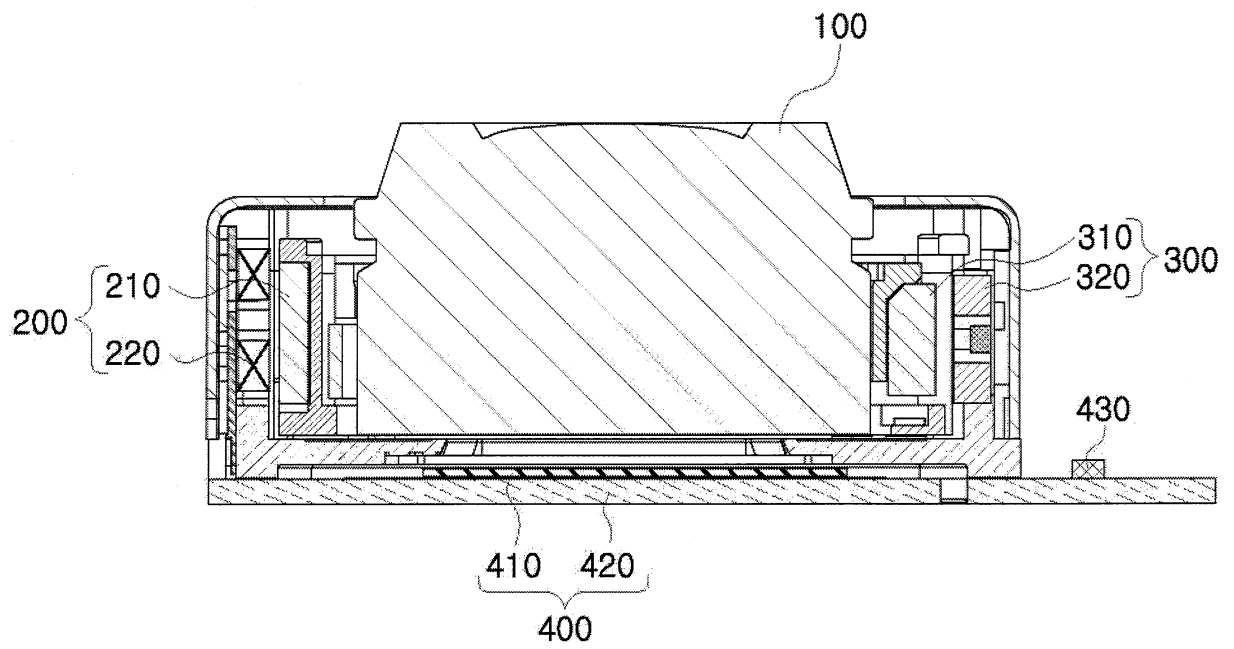


Fig.16

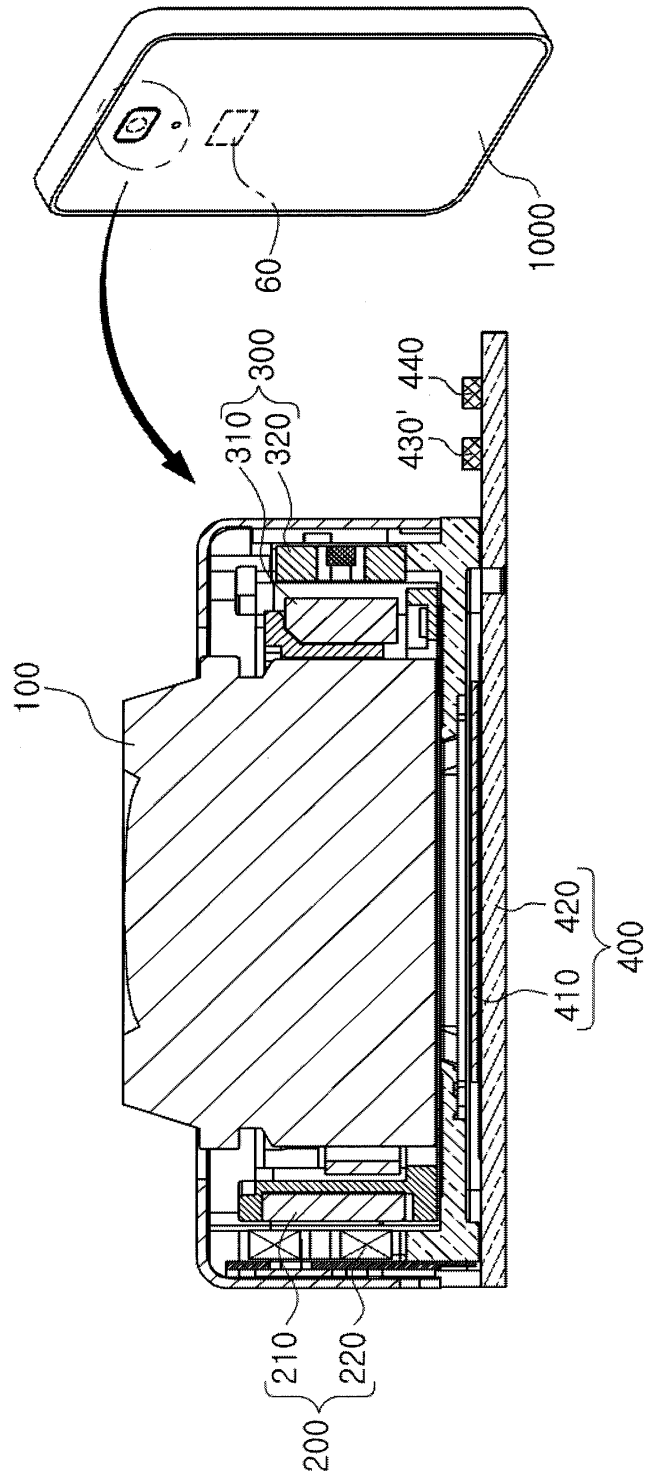


Fig. 17