



(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)



1-0029919

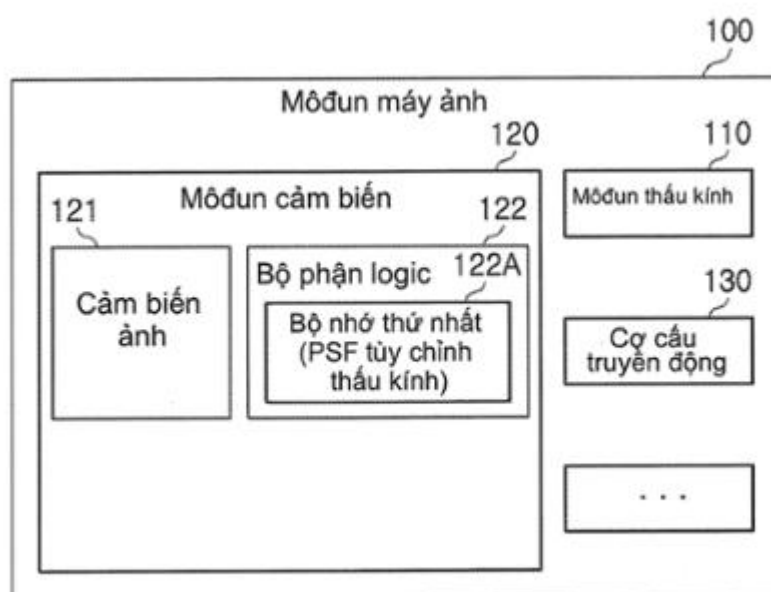
(51)⁷ H04N 5/232; H04N 5/21

(13) B

- (21) 1-2016-02711 (22) 21/07/2016
(30) 10-2015-0141442 08/10/2015 KR; 10-2015-0169253 30/11/2015 KR
(45) 25/10/2021 403 (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) KANG, Myung Gu (KR); LEE, Young Kyun (KR); LEE, Yun Hee (KR).
(74) CÔNG TY LUẬT TRÁCH NHIỆM HỮU HẠN AMBYS HÀ NỘI (AMBYS
HANOI)

(54) MÔĐUN MÁY ẢNH, THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ, PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH
MÔĐUN MÁY ẢNH VÀ THIẾT BỊ ĐIỆN TỬ

(57) Sáng chế đề cập đến môđun máy ảnh, thiết bị điện tử và phương pháp vận hành môđun máy ảnh và thiết bị điện tử. Môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính mà bao gồm các thấu kính, và môđun cảm biến bao gồm cảm biến ảnh được tạo cấu hình để nhận biết ảnh đi vào qua môđun thấu kính và bộ phận logic được tạo cấu hình để xử lý ảnh từ cảm biến ảnh, và bộ phận logic lưu trữ hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến môđun máy ảnh và thiết bị điện tử mà sử dụng hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe gây ra bởi các khuyết tật phần cứng như sự biến dạng của các thấu kính bên trong môđun máy ảnh, lỗi lắp ráp của các thấu kính, hoặc tương tự, và phương pháp vận hành môđun máy ảnh và thiết bị điện tử này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhiều thiết bị điện tử như điện thoại thông minh được trang bị môđun máy ảnh. Do xu hướng gần đây để thu nhỏ các thiết bị điện tử, các môđun máy ảnh được gắn trong các thiết bị điện tử này thường yêu cầu có kích thước thu gọn và hiệu suất cao.

Các ảnh thu được bởi môđun máy ảnh này có thể nhòe do một vài lý do. Sự nhòe của các ảnh làm giảm độ phân giải ảnh.

Các lý do đối với sự nhòe được quan sát trong các ảnh có thể được cho là do các khuyết tật phần cứng như sự biến dạng của các thấu kính xảy ra trong suốt quy trình chế tạo các thấu kính, lỗi lắp ráp gây ra trong việc lắp các thấu kính, hoặc tương tự.

Theo phương pháp sản xuất môđun máy ảnh hiện có, để cải thiện độ nhòe trung bình được tạo ra trong từng máy ảnh, việc hiệu chỉnh ảnh để loại bỏ sự nhòe có thể được thực hiện trong bộ xử lý của thiết bị điện tử sử dụng hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) được ước lượng như giá trị biểu diễn đối với tất cả các môđun máy ảnh được chế tạo bởi cùng quy trình sản xuất để có cùng đặc điểm kỹ thuật.

Theo phương pháp hiệu chỉnh ảnh hiện có như được mô tả ở trên, vì PSF được ước lượng như giá trị biểu diễn được sử dụng đối với nhiều môđun máy ảnh được chế tạo để có cùng đặc điểm kỹ thuật bởi cùng quy trình sản xuất, việc hiệu chỉnh chỉ loại bỏ độ nhòe trung bình. Tuy nhiên, vì từng thấu kính có các đặc tính nhòe khác nhau do một vài nguyên nhân và môđun máy ảnh bao gồm tập hợp duy nhất của các thấu kính này, phương pháp có thể không cung cấp sự hiệu chỉnh các ảnh thích hợp đối với các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong các môđun máy ảnh riêng rẽ.

Ngoài ra, trong suốt quy trình chế tạo các môđun máy ảnh, các môđun máy ảnh có thể được chấn sao cho môđun máy ảnh với các thấu kính có các đặc tính nhòe dưới các mức tham chiếu được xác định trước có thể được xác định là có khuyết tật. Khi độ dày của thấu kính được giảm bớt để sản xuất các môđun máy ảnh mỏng hơn để phù hợp với các yêu cầu về đặc điểm kỹ thuật đối với các thiết bị điện tử thu nhỏ, sự nhòe được tạo ra lớn hơn so với môđun máy ảnh mà bao gồm các thấu kính dày hơn. Do đó, tỉ lệ loại bỏ có thể tăng thêm với việc giảm độ dày thấu kính, làm giảm hiệu suất chế tạo. Do đó, phương pháp cải thiện độ phân giải ảnh và tăng hiệu suất sản xuất được mong đợi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Phần Bản chất kỹ thuật của sáng chế được cung cấp để đưa ra các khía cạnh trong dạng đơn giản hóa mà còn được mô tả ở dưới đây trong phần Mô tả chi tiết của sáng chế. Phần Bản chất kỹ thuật của sáng chế không được dự định để xác định các tính năng quan trọng hoặc các tính năng căn bản của các đối tượng được yêu cầu bảo hộ, cũng không dự định để sử dụng như sự trợ giúp trong việc xác định phạm vi của đối tượng được yêu cầu bảo hộ.

Trong một khía cạnh chung, môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính mà bao gồm các thấu kính, và môđun cảm biến bao gồm cảm biến ảnh được tạo cấu hình để nhận biết ảnh đi vào qua môđun thấu kính và bộ phận logic được tạo cấu hình để xử lý ảnh từ cảm biến ảnh, và bộ phận logic lưu trữ hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính.

Trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh, PSF tùy chỉnh thấu kính có thể được ước lượng sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh.

PSF tùy chỉnh thấu kính có thể thu được sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh không nhòe, và PSF tùy chỉnh thấu kính có thể bao gồm nhiều PSF tương ứng với nhiều vị trí của ảnh mẫu.

Bộ phận logic có thể lưu trữ thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính để làm giảm độ nhòe trên ảnh.

Trong khía cạnh chung khác, thiết bị điện tử bao gồm môđun máy ảnh và bộ xử lý. Môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính gồm có các thấu kính và môđun cảm biến. Môđun cảm biến bao gồm cảm biến ảnh được tạo cấu hình để nhận biết ảnh đi vào qua môđun thấu kính và bộ phận logic được tạo cấu hình để xử lý ảnh được nhận biết bởi cảm biến ảnh, bộ phận logic lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính. Bộ xử lý lưu trữ thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính được cung cấp từ bộ phận logic để làm giảm độ nhòe trên ảnh.

Trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh, PSF tùy chỉnh thấu kính có thể được ước lượng sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh.

PSF tùy chỉnh thấu kính có thể bao gồm nhiều PSF, từng PSF được ước lượng cho nhiều vị trí của ảnh mẫu thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính, và PSF tùy chỉnh thấu kính có thể được ước lượng trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh sử dụng cặp ảnh bao gồm ảnh mẫu và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh.

Trong khía cạnh chung khác, phương pháp vận hành môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính và môđun cảm biến, và phương pháp bao gồm các bước: thu được cặp ảnh bao gồm ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh, phân tách cặp ảnh đối với từng kênh màu được thiết lập trước để thu được nhiều ảnh theo kênh, phân chia theo chiều dọc hoặc chiều ngang từng ảnh theo kênh trong số nhiều ảnh theo kênh thành nhiều khu vực để phân chia từng ảnh theo kênh trong số nhiều ảnh theo kênh thành nhiều ảnh theo vùng, thiết lập các cặp ảnh vùng quan tâm (region of interest - ROI) cho từng ảnh theo vùng trong số nhiều ảnh theo vùng, và thực hiện sự đăng ký ảnh trên từng cặp ảnh ROI trong số các cặp ảnh ROI, ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong các môđun thấu kính của môđun máy ảnh sử dụng các cặp ảnh ROI được đăng ký ảnh, và lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính.

Khía cạnh chung của phương pháp có thể còn bao gồm, trước khi lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính, thực hiện sự vận hành xử lý sau để làm giảm ảnh hưởng phụ gây ra từ việc khôi phục ảnh, và việc lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính có thể bao gồm lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính thu được bởi sự vận hành xử lý sau trong môđun cảm biến.

Trong khía cạnh chung của phương pháp, việc thu được cặp ảnh, phân tách cặp ảnh, phân chia theo chiều dọc và chiều ngang của từng ảnh theo kênh trong số nhiều ảnh theo kênh, thiết lập các cặp ảnh ROI, thực hiện sự đăng ký ảnh, ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính, và lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính có thể được thực hiện trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh.

Trong khía cạnh chung khác, phương pháp vận hành môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính và môđun cảm biến bao gồm các bước: nhận biết, bằng môđun cảm biến, ảnh đi vào qua môđun thấu kính để thu được ảnh; thực hiện, bởi môđun cảm biến, thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính; và thu được ảnh được tăng cường qua việc thực hiện thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính.

Trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh, PSF tùy chỉnh thấu kính có thể được ước lượng sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh.

PSF tùy chỉnh thấu kính có thể bao gồm nhiều PSF được ước lượng cho nhiều vị trí của ảnh mẫu thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính, sử dụng cặp ảnh bao gồm ảnh mẫu và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh.

Trong khía cạnh chung khác, phương pháp vận hành thiết bị điện tử bao gồm môđun máy ảnh và bộ xử lý được đề xuất, môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính và môđun cảm biến, và bộ xử lý để xử lý tín hiệu từ môđun máy ảnh. Phương pháp bao gồm: nhận biết ảnh đi vào qua môđun thấu kính để thu được ảnh, cung cấp ảnh thu được vào bộ xử lý, thực hiện, bởi bộ xử lý, thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính thu được từ môđun máy ảnh để hiệu chỉnh sự nhòe trên ảnh, và thu

được ảnh được tăng cường qua việc thực hiện thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính.

Trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh, PSF tùy chỉnh thấu kính có thể được ước lượng sử dụng ảnh mẫu thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh.

PSF tùy chỉnh thấu kính có thể bao gồm nhiều PSF được ước lượng cho nhiều vị trí của ảnh mẫu thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính, sử dụng cặp ảnh bao gồm ảnh mẫu và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh.

Trong khía cạnh chung khác, môđun máy ảnh mà hiệu chỉnh cho độ nhòe cụ thể của môđun thấu kính được cung cấp. Môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính mà bao gồm các thấu kính, và bộ nhớ lưu trữ hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính để làm giảm độ nhòe trên ảnh thu được bởi môđun thấu kính. Hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính được ước lượng bằng cách phân tích ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh với các thấu kính của môđun thấu kính.

Hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính có thể được ước lượng dựa trên ảnh mẫu thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh và ảnh tham chiếu không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh.

Trong khía cạnh chung khác, phương pháp vận hành thiết bị điện tử bao gồm các bước: phát hiện ảnh thông qua cảm biến ảnh mà phát hiện bức xạ điện từ đi qua các thấu kính của môđun thấu kính; và áp dụng, bằng bộ xử lý, hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính nhận lại được từ bộ nhớ cho ảnh được phát hiện để làm giảm độ nhòe trên ảnh được phát hiện. Hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính được ước lượng cho các thấu kính của môđun thấu kính trước khi phát hiện ảnh và được lưu trữ trong bộ nhớ.

Hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính có thể được ước lượng sử dụng ảnh mẫu thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua các thấu kính của môđun thấu kính và ảnh tham chiếu không nhòe tương ứng với sơ đồ ảnh.

Các đặc trưng và các khía cạnh khác sẽ là rõ ràng từ sự mô tả chi tiết, các hình vẽ, và các yêu cầu bảo hộ sau đây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là sơ đồ minh họa ví dụ về môđun máy ảnh theo sáng chế.

FIG.2 là sơ đồ minh họa ví dụ khác của môđun máy ảnh theo sáng chế.

FIG.3 là sơ đồ minh họa ví dụ khác của thiết bị điện tử theo sáng chế.

FIG.4 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp vận hành môđun máy ảnh để ước lượng hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính.

FIG.5 là sơ đồ minh họa ví dụ về quy trình ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính theo lưu đồ được minh họa trên FIG.4.

FIG.6A minh họa ví dụ về sơ đồ ảnh (image chart - ICT) được sử dụng để ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính.

FIG.6B minh họa ví dụ về ảnh của sơ đồ ảnh (ICT) như được xem xét bởi ví dụ về tập hợp các PSF tùy chỉnh thấu kính.

FIG.7 là sơ đồ minh họa ví dụ về bộ phận logic trong môđun máy ảnh theo sáng chế.

FIG.8 là sơ đồ minh họa ví dụ khác của bộ phận logic trong môđun máy ảnh theo sáng chế.

FIG.9 là lưu đồ minh họa ví dụ khác về phương pháp vận hành môđun máy ảnh.

FIG.10 là sơ đồ minh họa quy trình hoạt động của ví dụ về môđun máy ảnh theo FIG.9.

FIG.11 là lưu đồ minh họa ví dụ khác về phương pháp vận hành thiết bị điện tử theo sáng chế.

FIG.12 là sơ đồ minh họa quy trình hoạt động của thiết bị điện tử của FIG.11.

FIG.13 là hình minh họa của ảnh bao gồm sự nhòe và ảnh được tăng cường thu được theo ví dụ của sáng chế.

Toàn bộ các hình vẽ và sự mô tả chi tiết, các số tham chiếu giống nhau viện dẫn đến các phần tử giống nhau. Các hình vẽ có thể không tỷ lệ, và kích thước tương đối, các tỷ lệ thức, và sự mô tả của các phần tử trong hình vẽ 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 giúp đỡ người đọc thu được hiểu biết trọn vẹn về các phương pháp, các thiết bị, và/hoặc các hệ thống được mô tả ở đây. Tuy nhiên, các thay đổi khác nhau, các cải biên, và các tương đương của các phương pháp, các thiết bị, và/hoặc các hệ thống được mô tả ở đây sẽ là rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Các chuỗi hoạt động được mô tả ở đây đơn thuần là các ví dụ, và không được giới hạn đến các phương pháp, các thiết bị, và/hoặc các hệ thống được trình bày ở đây, nhưng có thể được thay đổi cũng như sẽ là rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật, với sự ngoại lệ về các hoạt động xảy ra một cách tất yếu theo trình tự đã biết. Ngoài ra, sự mô tả về các chức năng và cấu hình mà được biết đến một cách rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật có thể được bỏ qua để làm tăng độ rõ ràng và súc tích.

Trong suốt bản mô tả, sẽ được hiểu rằng khi phần tử, như lớp, vùng hoặc đế, được đề cập đến như "ở trên," "được nối với," hoặc "được ghép với" phần tử khác, phần tử đó có thể là "ở trên", "được nối với" hoặc "được ghép với" phần tử khác một cách trực tiếp hoặc có thể có mặt các phần tử khác xen vào giữa chúng. Ngược lại, khi phần tử được đề cập đến như là "ở trên sát", "được nối trực tiếp với", hoặc "được ghép trực tiếp với" phần tử khác, các phần tử hoặc các lớp khác xen vào giữa chúng có thể không có mặt. Các số tham chiếu giống nhau đề cập đến toàn bộ các phần tử giống nhau. Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ "và/hoặc" bao gồm bất kỳ và tất cả các tổ hợp của một hoặc nhiều mục đã liệt kê được kết hợp.

Dù các thuật ngữ như "thứ nhất", "thứ hai", và "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, thành phần, vùng, lớp hoặc khu vực này sẽ không bị giới hạn bởi các thuật ngữ này. 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 thảo luận trong các ví dụ dưới đây cũng có thể được đề cập đến như chi tiết, thành phần, vùng, lớp hoặc khu vực thứ hai mà không rời khỏi sự dẫn dắt của các ví dụ.

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 một hoặc nhiều phần tử khác như được thể hiện trên các hình vẽ. Sẽ được hiểu rằng các thuật ngữ tương đối trong không gian được nhằm để 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 xoay, các phần tử được mô tả như "bên trên" phần tử khác hoặc là phần tử "phía trên" thì sau đó sẽ là "bên dưới" các phần tử khác hoặc sẽ là phần tử "phía dưới". 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 cũng có thể được định hướng theo các cách khác (ví dụ, được xoay 90 độ hoặc tại các định hướng khác) và các mô tả tương ứng trong không gian được sử dụng ở đây là để được giải thích một cách phù hợp.

Hệ thống thuật ngữ được sử dụng ở đây chỉ để mô tả các ví dụ khác nhau và không được sử dụng để giới hạn sự bộc lộ của sáng chế. Như được sử dụng ở đây, các mao từ chỉ số ít được nhằm để bao gồm cả các dạng số nhiều, nếu không thì ngoại trừ trường hợp ngữ cảnh được biểu thị một cách rõ ràng. Hơn nữa, như được sử dụng ở đây, các thuật ngữ "bao gồm", "gồm có" và "có" cụ thể hóa sự có mặt của các dấu hiệu, các số, các hoạt động, các chi tiết, các phần tử, và/hoặc các tổ hợp được đề cập của chúng, mà không loại trừ sự có mặt hoặc bổ sung của một hoặc nhiều dấu hiệu, hoạt động, chi tiết, phần tử, và/hoặc tổ hợp khác của chúng.

Sau đây, các ví dụ sẽ được mô tả với sự tham khảo đến các sơ đồ giản lược. Trên các hình vẽ, do các kỹ thuật chế tạo và/hoặc dung sai, ví dụ, các cải biên về hình dạng được thể hiện, có thể được ước lượng. Do đó, các ví dụ được mô tả ở đây sẽ không được hiểu như bị giới hạn đến các hình dạng cụ thể của các vùng được thể hiện ở đây, mà là để được hiểu như bao gồm các thay đổi về hình dạng xảy ra trong suốt quá trình chế tạo. Các dấu hiệu của các ví dụ được mô tả ở đây có thể được kết hợp theo các cách khác nhau vì sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Hơn nữa, dù các ví dụ được mô tả dưới đây có các cấu hình khác nhau, các cấu hình khác là có thể có vì sẽ là hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật.

FIG.1 minh họa ví dụ về môđun máy ảnh, và FIG.2 minh họa ví dụ khác về môđun máy ảnh.

Viện dẫn đến FIG.1 và FIG.2, môđun máy ảnh 100 bao gồm môđun thấu kính 110 và môđun cảm biến 120.

Ngoài ra, môđun máy ảnh 100 còn bao gồm cơ cấu truyền động 130.

Môđun thấu kính 110 có thể bao gồm nhiều thấu kính như bốn thấu kính, bảy thấu kính, hoặc tương tự. Không có giới hạn cụ thể về số lượng của các thấu kính.

Môđun cảm biến 120 bao gồm cảm biến ảnh 121 và bộ phận logic 122.

Cảm biến ảnh 121 có thể bao gồm phần tử cảm biến ảnh như chất bán dẫn oxit kim loại bù (complementary metal-oxide semiconductor - CMOS), hoặc tương tự, và có thể nhận biết ảnh của đối tượng đi vào qua môđun thấu kính 110 và cung cấp ảnh được nhận biết đến bộ phận logic 122.

Bộ phận logic 122 có thể xử lý ảnh thu được bởi cảm biến ảnh 121. Viện dẫn đến FIG.1 và FIG.2, bộ phận logic 122 bao gồm bộ nhớ thứ nhất 122A mà trong đó hàm tán xạ điểm (PSF) tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính 110 được lưu trữ.

PSF tùy chỉnh thấu kính (lens-customized PSF - PSF-LC) khác PSF thông thường mà được áp dụng như giá trị biểu diễn trung bình cho tất cả các môđun máy ảnh có cùng đặc điểm kỹ thuật mà không xem xét các đặc tính nhòe của các thấu kính trong từng môđun thấu kính 110. PSF tùy chỉnh thấu kính được lưu trữ trong bộ nhớ thứ nhất 122A có thể được ước lượng trước để hiệu chỉnh một cách tối ưu các đặc tính nhòe của các thấu kính riêng rẽ được chứa trong từng môđun máy ảnh. PSF tùy chỉnh thấu kính có thể được ước lượng, ví dụ, bằng cách sử dụng ảnh mẫu X (ảnh nhòe) mà phản chiếu các đặc tính nhòe của các thấu kính được chứa trong môđun thấu kính 110 cụ thể và ảnh tham chiếu Y không nhòe. Ảnh mẫu X có thể thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh (ICT) qua môđun thấu kính 110 cụ thể, và ảnh tham chiếu Y có thể tương ứng với sơ đồ ảnh (ICT) không nhòe do chụp ảnh sơ đồ ảnh (ICT) với môđun thấu kính 110.

Ví dụ PSF tùy chỉnh thấu kính (lens-customized PSF - PSF-LC) có thể bao gồm nhiều PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được ước lượng cho từng vị trí của ảnh mẫu X thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh (ICT) qua môđun thấu kính 110, sử dụng

cặp ảnh X và Y bao gồm ảnh mẫu X và ảnh tham chiếu Y không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh (ICT).

PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) có thể được ước lượng trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh.

Viện dẫn đến FIG.1 và FIG.2, cơ cấu truyền động 130 có thể điều chỉnh các vị trí của các thấu kính được chứa trong môđun thấu kính 110 dưới sự điều khiển của bộ phận logic 122.

Viện dẫn đến FIG.2, bộ phận logic 122 của môđun máy ảnh 100 bao gồm bộ nhớ thứ nhất 122A lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) trong đó, và bộ nhớ thứ hai 122B lưu trữ thuật toán hiệu chỉnh để hiệu chỉnh sự nhòe của ảnh từ cảm biến ảnh 121. Thuật toán hiệu chỉnh có thể sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) để hiệu chỉnh sự nhòe.

Trong ví dụ này, thuật toán hiệu chỉnh có thể là thuật toán khử nhòe có khả năng hiệu chỉnh sự nhòe của ảnh.

Trong các ví dụ được minh họa trên FIG.1 và FIG.2, bộ nhớ thứ nhất 122A được chứa trong bộ phận logic 122 bên trong môđun máy ảnh 100. Tuy nhiên, vị trí của bộ nhớ thứ nhất 122A không bị giới hạn đến vị trí cụ thể bên trong môđun máy ảnh 100; trong ví dụ khác, bộ nhớ thứ nhất 122A có thể được đặt trong vị trí khác miễn là bộ nhớ thứ nhất 122A được sử dụng khi thuật toán hiệu chỉnh được thực hiện. Ví dụ, bộ nhớ thứ nhất 122A có thể được định vị trên môđun thấu kính 110 hoặc môđun cảm biến 120 hơn là được bố trí trong bộ phận logic 122, hoặc có thể được bố trí tại vị trí bất kỳ bên trong môđun máy ảnh thay vì được bố trí trong môđun thấu kính 110 hoặc môđun cảm biến 120.

Môđun máy ảnh 100 có thể thực hiện thuật toán khử nhòe để loại bỏ sự nhòe trên ảnh được chụp bằng cách sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính, bằng cách đó xuất ra ảnh được tăng cường.

FIG.3 minh họa ví dụ khác của thiết bị điện tử theo sáng chế.

Viện dẫn đến FIG.3, thiết bị điện tử bao gồm môđun máy ảnh 100 và bộ xử lý 200.

Sự mô tả chồng lặp các nội dung giống nhau được mô tả với sự tham chiếu đến FIG.1 giữa các nội dung cho môđun máy ảnh 100 và bộ xử lý 200 được minh họa trên FIG.3 sẽ được bỏ qua.

Viện dẫn đến FIG.3, thiết bị logic 122 bao gồm bộ nhớ thứ nhất 122A mà bao gồm PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính 110.

Bộ xử lý 200 bao gồm bộ nhớ thứ ba 200A lưu trữ thuật toán hiệu chỉnh để hiệu chỉnh sự nhòe của ảnh từ môđun máy ảnh 100 sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được cung cấp từ bộ phận logic 122.

Tuy nhiên, trong ví dụ khác, bộ nhớ thứ nhất 122A, bộ nhớ thứ hai 122B, và bộ nhớ thứ ba 200A không bị giới hạn là có cấu hình cụ thể miễn là chúng có thể lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính và thuật toán hiệu chỉnh trong đó.

Ví dụ, bộ xử lý 200 có thể bao gồm bộ xử lý tín hiệu ảnh (image signal processor - ISP), và ISP có thể bao gồm thuật toán hiệu chỉnh và các thuật toán khác. Các thuật toán khác có thể bao gồm thuật toán khử nhòe, thuật toán hiệu chỉnh màu sắc, thuật toán hiệu chỉnh gama, và tương tự.

Khi thuật toán hiệu chỉnh được tạo ra dưới dạng mã mà có thể được thực hiện trong ISP, thuật toán này có thể được hoạt động kết hợp với các thuật toán khác.

Viện dẫn đến các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.3, môđun máy ảnh 100 theo từng ví dụ bao gồm PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC). PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC), mà được ước lượng trước và được lưu trữ trước hoạt động chụp ảnh của máy ảnh, có thể được ước lượng và được lưu trữ trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh 100, ví dụ, để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong các môđun máy ảnh 100 tương ứng.

Thuật toán hiệu chỉnh có thể được sử dụng để thực hiện việc hiệu chỉnh nhòe trên ảnh mà bao gồm sự nhòe là đặc tính của môđun thấu kính 110 sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC). Vì PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước trong sơ đồ tùy chỉnh thấu kính dựa trên các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong từng môđun máy ảnh, bằng cách sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính, các đặc tính nhòe của

các thấu kính bên trong môđun máy ảnh có thể được hiệu chỉnh một cách thích hợp nhất.

Trong một ví dụ, PSF tùy chỉnh thấu kính như được mô tả ở trên được ước lượng trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh. Theo đó, số lượng các quyết định về khuyết tật của các thấu kính bên trong môđun máy ảnh có thể được giảm bớt, và do đó, hiệu suất sản xuất có thể được tăng lên.

Trong khi đó, theo ví dụ khác, thiết bị điện tử có thể là sản phẩm điện tử mà bao gồm môđun máy ảnh, như thiết bị máy ảnh, điện thoại thông minh, máy tính xách tay, hoặc tương tự.

Ngược lại, thiết bị logic 122 và bộ xử lý 200 thực hiện các hoạt động được mô tả trong sáng chế có thể được thực thi bởi các thành phần phần cứng.

Các ví dụ về các thành phần phần cứng có thể bao gồm các bộ điều khiển, máy phát, bộ dẫn động, bộ nhớ, môđun Wi-Fi, và thành phần điện tử khác bất kỳ được biết đến với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Trong một ví dụ, các thành phần phần cứng có thể được thực thi bởi một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc máy tính.

Bộ xử lý hoặc máy tính có thể được thực thi bởi một hoặc nhiều phần tử xử lý như mảng 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, hoặc bộ vi xử lý, và thiết bị khác bất kỳ, hoặc tổ hợp của các thiết bị hiển nhiên với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật.

Bộ xử lý hoặc máy tính có thể bao gồm một hoặc nhiều bộ nhớ lưu trữ các chỉ dẫn máy tính hoặc phần mềm được thực hiện bởi bộ xử lý hoặc máy tính trong đó, hoặc có thể được kết nối với một hoặc nhiều bộ nhớ.

Các thành phần phần cứng được thực thi bởi bộ xử lý hoặc máy tính có thể thực hiện các chỉ dẫn máy tính hoặc phần mềm như hệ thống vận hành (operating system - OS) và một hoặc nhiều ứng dụng phần mềm được thực hiện trong OS để thực hiện các hoạt động được mô tả trong sáng chế.

Ngoài ra, các thành phần phần cứng có thể thao tác, xử lý, tạo ra, và lưu trữ dữ liệu đáp ứng với sự thực hiện các chỉ dẫn máy tính hoặc phần mềm.

Trong ví dụ này, bộ xử lý 200 có thể là, ví dụ, bộ xử lý ứng dụng của thiết bị điện tử, nhưng không bị giới hạn đến đó.

FIG.4 là lưu đồ minh họa ví dụ về phương pháp vận hành môđun máy ảnh để ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính, và FIG.5 là sơ đồ minh họa ví dụ về quy trình ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính theo lưu đồ được minh họa trên FIG.4.

Sự mô tả được cung cấp với sự tham chiếu đến FIG.2 áp dụng cho ví dụ về phương pháp vận hành môđun máy ảnh để ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính như được minh họa trên FIG.4 và FIG.5. Theo đó, sự mô tả chi tiết chồng lặp sẽ được bỏ qua.

Viện dẫn đến các hình vẽ FIG.2, FIG.4, và FIG.5, trong S110, môđun máy ảnh 100 thu được cặp ảnh X và Y bao gồm ảnh mẫu X có sự nhòe mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh (ICT) qua môđun thấu kính 110 và ảnh tham chiếu Y không nhòe mà tương ứng với sơ đồ ảnh ICT.

Trong ví dụ này, ảnh mẫu X (hoặc ảnh đích) có sự nhòe mà được chụp qua môđun máy ảnh 100 và ảnh tham chiếu Y không nhòe được sử dụng để ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC).

Ảnh mẫu X, mà là ảnh được chụp qua môđun máy ảnh 100 để tăng cường chất lượng của các ảnh thu được bởi môđun máy ảnh 100, bao gồm sự nhòe phản chiếu các đặc tính nhòe của môđun thấu kính 110. Ảnh mẫu X có thể đã thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh tương ứng với ảnh tham chiếu Y qua môđun máy ảnh 100 tương ứng. Sơ đồ ảnh có thể là, ví dụ, sơ đồ nhiễu ngẫu nhiên.

Ảnh tham chiếu Y là ảnh tương ứng với sơ đồ ảnh ICT. Ảnh tham chiếu Y không bao gồm sự nhòe. Ví dụ, ảnh tham chiếu Y có thể là tập tin ảnh của sơ đồ ảnh (ICT), hoặc có thể đã thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun máy ảnh có các đặc tính sử dụng ưu việt.

Vì cặp ảnh X và Y là dữ liệu thô mẫu Bayer, nhiều kênh màu có thể được trộn với nhau trong cặp ảnh X và Y. Do đó, như được mô tả dưới đây, cặp ảnh X và Y có thể được tách lần lượt thành nhiều ảnh theo kênh XS và YS.

Trong S120, môđun máy ảnh 100 tách cặp ảnh X và Y cho từng kênh màu được thiết lập trước để thu được nhiều ảnh theo kênh XS và YS.

Ví dụ, từng cặp ảnh X và Y có thể được tách cho từng kênh màu để thu được nhiều ảnh theo kênh XS và YS bao gồm các ảnh cho từng kênh màu. Ví dụ, trong trường hợp mẫu Bayer là “GRBG”, từng cặp ảnh X và Y có thể được tách cho tổng của bốn kênh màu, và do đó tổng của tám ảnh theo kênh màu XS và YS bao gồm bốn ảnh cho ảnh mẫu X và bốn ảnh cho ảnh tham chiếu Y có thể được tạo ra.

Trong S130, môđun máy ảnh 100 phân chia theo chiều dọc hoặc chiều ngang từng ảnh theo kênh trong số nhiều ảnh theo kênh XS và YS thành nhiều khu vực để phân chia từng ảnh theo kênh trong số nhiều ảnh theo kênh XS và YS thành nhiều ảnh theo vùng, thiết lập các cặp ảnh vùng quan tâm (ROI) (XS-ROI và YS-ROI) cho từng ảnh theo vùng trong số nhiều ảnh theo vùng, và thực hiện đăng ký ảnh trên từng cặp ảnh ROI trong số các cặp ảnh ROI (XS-ROI và YS-ROI).

Ví dụ, trong trường hợp mà mẫu Bayer là “GRBG”, từng ảnh theo kênh trong số các ảnh theo kênh XS và YS được tách cho từng kênh màu như G (Green - xanh lá), R (Red - đỏ), B (Blue - xanh lam), và G (Green - xanh lá) có thể được phân chia theo chiều ngang hoặc theo chiều dọc thành một vài khu vực để bằng cách đó được phân chia thành nhiều vùng giống như tấm lưới, và các PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) có thể được ước lượng cho từng kênh màu đối với từng vùng trong số nhiều vùng. Do đó, các PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) của từng kênh màu trong số G (Green - xanh lá), R (Red - đỏ), B (Blue - xanh lam), và G (Green - xanh lá), tức là, tổng bốn PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC), có thể được ước lượng đối với một vùng.

Tiếp theo, các cặp ảnh ROI (XS-ROI và YS-ROI) có thể được thiết lập cho từng ảnh theo vùng trong số nhiều ảnh theo vùng, và sự đăng ký ảnh có thể được thực hiện trên từng cặp ảnh ROI trong số các cặp ảnh ROI (XS-ROI và YS-ROI).

Ở đây, sự đăng ký ảnh được xác định như quy trình cho phép hai ảnh trùng khớp với nhau khi hai ảnh chồng lấp nhau. Vì môđun máy ảnh không luôn luôn được đặt một cách cố định tại vị trí được xác định trước trong suốt quy trình chụp ảnh hiện thời và các thấu kính không được ghép chính xác với nhau, ảnh mẫu X và ảnh tham chiếu Y có thể không phù hợp hoàn toàn với nhau. Trong trường hợp như vậy, có thể khó khăn để ước lượng chính xác PSF.

Do đó, để ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính một cách chính xác hơn, các cặp lưới của ảnh mẫu X và ảnh tham chiếu Y có thể phù hợp với nhau để cho phép hai ảnh trùng khớp với nhau.

Trong S140, môđun máy ảnh 100 ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính 110 được chứa trong môđun máy ảnh 100 sử dụng từng cặp ảnh ROI trong số các cặp ảnh ROI được đăng ký ảnh (XS-ROI và YS-ROI).

PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun máy ảnh 100 có thể được ước lượng bằng, ví dụ, phương trình 1, sử dụng từng cặp ảnh ROI trong số các cặp ảnh ROI được đăng ký ảnh (XS-ROI và YS-ROI).

Phương trình 1

Ảnh nhòe (X) = PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) * Ảnh tham chiếu (Y)

Ở đây, * là phép nhân chập.

Trong phương trình 1 ở trên, vì thao tác nghịch đảo của phép nhân chập không có mặt hiện thời, một trong số một vài thuật toán ước lượng PSF đã biết như việc thực hiện “ảnh nhòe (X)/ảnh tham chiếu (Y)” trong miền tần số, việc sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất (least square method - LSM), hoặc tương tự, có thể được sử dụng để ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC).

Sau đó, trong S150, môđun máy ảnh 100 lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) trong bộ nhớ thứ nhất 122A.

Trong ví dụ này, hoạt động xử lý sau để làm giảm ảnh hưởng phụ khi ảnh được khôi phục có thể được thực hiện trước khi PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được lưu trữ, và PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) thu được bởi hoạt động xử lý sau có thể được lưu trữ trong bộ nhớ thứ nhất 122 của môđun cảm biến 120.

Hoạt động xử lý sau, mà được thực hiện để làm giảm ảnh hưởng phụ được tạo ra khi PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được sử dụng để tái tạo ảnh, có thể là hoạt động bổ sung như tạo cửa sổ hoặc trung bình có trọng số.

FIG.6A minh họa ví dụ về sơ đồ ảnh (ICT) được sử dụng để ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính, và FIG.6B minh họa ví dụ về ảnh được xem xét bởi các PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng sử dụng sơ đồ ảnh (ICT).

Viện dẫn đến FIG.6A, sơ đồ nhiễu ngẫu nhiên có các đặc tính thống nhất trên toàn bộ miền tần số có thể được sử dụng như sơ đồ ảnh (ICT) để làm giảm đáng kể sai số ước lượng.

Ví dụ, sơ đồ ảnh (ICT) được minh họa trên FIG.6A được phân chia thành các lưới có kích thước 16x9 (chiều dài x chiều rộng), và từng lưới bao gồm tám chấm cho việc đăng ký ảnh và các phân nhiễu.

Sơ đồ ảnh ICT được sử dụng trong các phương pháp được mô tả ở trên không cần có thiết kế cố định như được minh họa trên FIG.6A. Trong ví dụ khác, các chấm cho việc đăng ký ảnh có thể được bổ sung hoặc bỏ qua trong sơ đồ ảnh. Ngoài ra, số lượng các lưới hoặc các vùng của nhiễu ngẫu nhiên cũng có thể được biến đổi.

Viện dẫn đến FIG.6B, ảnh được xem xét bởi tập hợp nhiễu PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng sử dụng sơ đồ ảnh ICT của FIG.6A được minh họa.

Trong ảnh PSF được minh họa trên FIG.6B, PSF tứ giác phóng to biểu thị PSF cho một vùng lưới. Trong ví dụ này, PSF bao gồm các điểm ảnh 9x9. Khi dữ liệu thô mẫu Bayer được sử dụng như dữ liệu đầu vào trong khi PSF tùy chỉnh thấu kính đang được ước lượng, vì các PSF được ước lượng cho tất cả các kênh nên một vài tập hợp của các PSF tùy chỉnh thấu kính có thể có mặt cho từng kênh.

Trong khi đó, trong trường hợp mà các PSF tùy chỉnh thấu kính của tất cả các kênh không thể được ước lượng do giới hạn về khoảng lưu trữ của bộ nhớ của môđun máy ảnh, phương pháp chuyển đổi ảnh sau khi khử Bayer trong sơ đồ YCbCr để ước lượng các PSF sử dụng chỉ kênh Y có thể được sử dụng. Trong ví dụ này, tập hợp các PSF có thể có mặt cho chỉ một kênh Y. Bằng cách áp dụng sự khử Bayer cho dữ liệu đầu vào trước, các PSF cũng có thể được ước lượng bằng phương pháp tương tự.

Như được mô tả ở trên, các PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng có thể được lưu trữ trong bộ nhớ bên trong của môđun cảm biến 120 hoặc bộ xử lý 200. Trong một ví dụ, các giá trị của các PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng có thể

được lưu trữ. Trong ví dụ khác, môđun máy ảnh có thể được mô hình hóa để trích ra các hệ số cụ thể biểu diễn các PSF, và chỉ các hệ số cụ thể mới có thể được lưu trữ.

FIG.7 minh họa ví dụ của bộ phận logic theo sáng chế, và FIG.8 minh họa ví dụ khác của bộ phận logic theo sáng chế.

Viện dẫn đến FIG.7, bộ phận logic 122 bao gồm bộ nhớ thứ nhất 122A lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) trong đó.

Viện dẫn đến FIG.8, bộ phận logic 122 bao gồm bộ nhớ thứ nhất 122A lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) trong đó và bộ nhớ thứ hai 122B lưu trữ thuật toán hiệu chỉnh trong đó,

Như được minh họa trên FIG.7 và FIG.8, PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được lưu trữ trong bộ nhớ thứ nhất 122 A có thể được lưu trữ như bảng PSF tùy chỉnh thấu kính.

Trong ví dụ này, khi các vị trí của các điểm ảnh của ảnh nhòe hoặc cảm biến ảnh là $P11, P12, \dots Pnm, V12, V12, \dots Vnm$, mà là các giá trị của các PSF tùy chỉnh thấu kính đối với từng vị trí $P11(1,1), P12(1,2), \dots Pnm(n,m)$ của các điểm ảnh, có thể được ánh xạ thành $P11, P12, \dots Pnm$ và được lưu trữ trong bảng PSF tùy chỉnh thấu kính.

Do đó, khi thuật toán hiệu chỉnh được thực hiện, việc hiệu chỉnh có thể được thực hiện sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính tương ứng (giá trị tương ứng giữa $V11, V12, \dots Vnm$) đối với từng vị trí trong số các vị trí $P11, P12, \dots Pnm$ của các điểm ảnh của ảnh nhòe hoặc cảm biến ảnh.

FIG.9 là lưu đồ minh họa ví dụ khác về phương pháp vận hành môđun máy ảnh theo sáng chế và FIG.10 là sơ đồ minh họa các quy trình hoạt động của môđun máy ảnh của FIG.9.

Viện dẫn đến các hình vẽ FIG.2, FIG.8, FIG.9, và FIG.10, trong S210, môđun cảm biến 120 của môđun máy ảnh 100 thu được ảnh bằng cách nhận biết ảnh của đối tượng mà được đưa vào qua môđun thấu kính 110.

Trong S220, môđun cảm biến 120 của môđun máy ảnh 100 thực hiện thuật toán hiệu chỉnh để loại bỏ nhòe khỏi ảnh để tăng cường ảnh sử dụng PSF tùy chỉnh thấu

kính (PSF-LC) được ước lượng trước, để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính trong môđun thấu kính 110.

Sau đó, trong S230, môđun cảm biến 120 của môđun máy ảnh 100 cung cấp ảnh được tăng cường thu được qua việc hiệu chỉnh sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC).

Trong ví dụ này, PSF tùy chỉnh thấu kính có thể được lưu trữ trong bộ nhớ thứ nhất 122A của bộ phận logic 122 được chứa trong môđun cảm biến 120, và thuật toán hiệu chỉnh có thể được lưu trữ trong bộ nhớ thứ hai 122B của bộ phận logic 122. Khi bộ phận logic thực hiện thuật toán hiệu chỉnh của bộ nhớ thứ hai 122B, thuật toán hiệu chỉnh có thể đọc PSF tùy chỉnh thấu kính từ bộ nhớ thứ nhất 122A để thực hiện hiệu chỉnh ảnh. Do đó, ảnh đưa vào có thể được khôi phục và do đó có thể thu được ảnh được tăng cường.

Ảnh được xuất ra từ môđun máy ảnh 100, mà là ảnh được tạo ra bằng cách hiệu chỉnh ảnh đi vào bằng thuật toán hiệu chỉnh, có thể có cùng định dạng như định dạng của dữ liệu đầu vào, và do đó ảnh này có thể được xử lý trong bộ xử lý 200 mà không thực hiện việc xử lý bổ sung.

Như được mô tả ở trên, PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) có thể được lưu trữ trong bộ nhớ bên trong của môđun cảm biến 120 của môđun máy ảnh 100 hoặc có thể được lưu trữ trong bộ xử lý 200 được bố trí bên ngoài môđun máy ảnh.

Khi thuật toán hiệu chỉnh được thực hiện, PSF tùy chỉnh thấu kính được lưu trữ trước có thể được đọc và quy trình hiệu chỉnh như giải chấp, hoặc tương tự, có thể được thực hiện trên ảnh đầu vào được chụp, và do đó có thể khôi phục và xuất ra ảnh rõ ràng hơn ảnh được chụp.

Phép giải chấp có thể được sử dụng trong ví dụ này như thuật toán hiệu chỉnh, và phép giải chấp bất kỳ trong số các phép giải chấp đã biết cho việc hiệu chỉnh ảnh có thể được sử dụng như phép giải chấp. Các ví dụ về phép giải chấp đã biết bao gồm lọc Wiener, phương pháp Richard-Lucy, và phương pháp lặp sử dụng phương pháp bình phương nhỏ nhất, và tương tự.

FIG.11 là lưu đồ minh họa ví dụ khác về phương pháp vận hành thiết bị điện tử theo sáng chế, và FIG.12 minh họa ví dụ về quy trình hoạt động của thiết bị điện tử được thể hiện trên FIG.11.

Viện dẫn đến các hình vẽ FIG.3, FIG.7, FIG.11, và FIG.12, trong S310, môđun máy ảnh 100 thu được ảnh bằng cách nhận biết ảnh của đối tượng được đưa vào qua môđun thấu kính 110. Môđun máy ảnh 100 có thể cung cấp ảnh thu được đến bộ xử lý 200, và có thể cung cấp PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được ước lượng trước đến bộ xử lý 200.

Trong S320, bộ xử lý 200 thực hiện thuật toán hiệu chỉnh được lưu trữ trong bộ nhớ thứ ba 200A để hiệu chỉnh sự nhòe của ảnh sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) được cung cấp bởi môđun máy ảnh 100.

Ví dụ, ảnh thu được qua môđun máy ảnh 100 có thể được chuyển từ môđun máy ảnh 100 đến bộ xử lý 200 mà không được khôi phục. Trong ví dụ này, khi thuật toán hiệu chỉnh được thực hiện trong bộ xử lý 200, PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC) có thể được sử dụng bằng thuật toán hiệu chỉnh, và ảnh có thể được hiệu chỉnh dựa trên việc thực hiện thuật toán hiệu chỉnh, bằng cách đó tăng cường chất lượng ảnh.

Sau đó, trong S330, ảnh được tăng cường được cung cấp qua việc hiệu chỉnh sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC).

Trong một ví dụ, thiết bị điện tử có thể còn bao gồm thiết bị đầu ra. Trong trường hợp này, ảnh được hiệu chỉnh trong bộ xử lý 200 của thiết bị điện tử có thể được chuyển đến thiết bị đầu ra. Trong ví dụ này, ảnh được hiệu chỉnh còn được xử lý qua thuật toán khác trước khi được truyền đến thiết bị đầu ra.

FIG.13 thể hiện ảnh nhòe và ảnh được tăng cường thu được theo ví dụ của sáng chế.

Viện dẫn đến FIG.13, thuật toán hiệu chỉnh được thực hiện như được mô tả ở trên. Để đáp ứng với ảnh của đối tượng được đưa vào qua môđun máy ảnh 100, các điểm ảnh có thể được tách cho từng kênh, giống với phương pháp ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính. Các vùng có thể được phân tách cho từng khu vực, và cách tiến hành hiệu chỉnh có thể được thực hiện sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính cho từng vùng

tương ứng để hiệu chỉnh ảnh, do đó thu được ảnh được tăng cường mà rõ ràng hơn ảnh gốc.

Theo một ví dụ được mô tả ở trên, từng môđun máy ảnh có thể lưu trữ trong đó PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước trong suốt, ví dụ, quy trình sản xuất môđun máy ảnh để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun máy ảnh cụ thể. Việc hiệu chỉnh ảnh tối ưu có thể được thực hiện trên ảnh thu được với môđun máy ảnh dựa trên các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun máy ảnh tương ứng bằng cách sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính. Do đó, hiệu suất của thiết bị điện tử mà trong đó môđun máy ảnh được lắp có thể được cải thiện.

Theo một ví dụ được mô tả ở trên, các đặc tính nhòe của các thấu kính được chứa trong môđun máy ảnh có thể được hiệu chỉnh tùy chọn bằng cách sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun máy ảnh. Do đó, hiệu suất của thiết bị điện tử mà trong đó môđun máy ảnh được lắp có thể được cải thiện.

Các thiết bị, bộ phận, môđun, cảm biến, cơ cấu truyền động, dụng cụ, và các thành phần khác được minh họa trên các hình vẽ từ FIG.1 đến FIG.3 mà thực hiện các hoạt động được mô tả ở đây đối với các hình vẽ FIG.4, FIG.5, FIG.9 và FIG.11 có thể được thực thi bởi các thành phần phần cứng. Các ví dụ về các thành phần phần cứng bao gồm các bộ điều khiển, cảm biến, máy phát, bộ dẫn động, bộ nhớ, môđun Wi-Fi, bộ so sánh, bộ phận logic số học, bộ cộng, bộ trừ, bộ nhân, bộ chia, bộ lấy tích phân, bộ vi xử lý, và các thành phần khác được biết đến với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Trong một ví dụ, các thành phần phần cứng được thực thi bằng cách tính toán phần cứng, ví dụ, bằng một hoặc nhiều bộ xử lý hoặc máy tính. Bộ xử lý hoặc máy tính được thực thi bởi một hoặc nhiều phần tử xử lý, như các mảng của các cổng logic, bộ điều khiển và và đơn vị logic số học, bộ xử lý tín hiệu số, máy vi tính, bộ điều khiển theo logic có thể lập trình được, mảng cổng có thể lập trình được dạng trường, mảng theo logic có thể lập trình được, bộ vi xử lý, hoặc thiết bị khác bất kỳ hoặc tổ hợp các thiết bị đã được biết đến với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà có khả năng đáp ứng với và thực hiện các chỉ dẫn theo cách được xác định để đạt được kết quả mong muốn. Trong một ví dụ, bộ xử lý hoặc máy tính

bao gồm, hoặc được nối với, một hoặc nhiều bộ nhớ lưu trữ các chỉ dẫn hoặc phần mềm mà được thực hiện bởi bộ xử lý hoặc máy tính.

Để đơn giản, thuật ngữ số ít "bộ xử lý" hoặc "máy tính" có thể được sử dụng trong sự mô tả các ví dụ được mô tả ở đây, nhưng theo các ví dụ khác thì nhiều bộ xử lý hoặc máy tính được sử dụng, hoặc bộ xử lý hoặc máy tính bao gồm nhiều thành phần xử lý, hoặc nhiều loại thành phần xử lý, hoặc cả hai. Trong một ví dụ, thành phần phần cứng bao gồm nhiều bộ xử lý, và trong ví dụ khác, thành phần phần cứng bao gồm bộ xử lý và bộ điều khiển.

Các chỉ dẫn hoặc phần mềm để điều khiển bộ xử lý hoặc máy tính để thực thi các thành phần phần cứng và thực hiện các phương pháp như được mô tả ở trên, và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập tin dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu, được ghi lại, lưu trữ, hoặc cố định trong hoặc trên một hoặc nhiều vật ghi lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính không tạm thời. Các ví dụ về vật ghi lưu trữ có thể đọc được bằng máy tính không tạm thời bao gồm bộ nhớ chỉ đọc (read-only memory - ROM), bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (random-access memory - RAM), bộ nhớ cực nhanh, 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 ở trạng thái rắn, và thiết bị bất kỳ đã được biết đến với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà có khả năng lưu trữ các chỉ dẫn hoặc phần mềm và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập tin dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu theo cách không tạm thời và cung cấp các chỉ dẫn hoặc phần mềm và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập tin 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 thực hiện các chỉ dẫn. Trong một ví dụ, các chỉ dẫn hoặc phần mềm và dữ liệu được kết hợp bất kỳ, các tập tin dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu được phân bố trên các hệ thống máy tính nối mạng sao cho các chỉ dẫn và phần mềm và dữ liệu kết hợp bất kỳ, các tập tin dữ liệu, và các cấu trúc dữ liệu được lưu trữ, được truy cập, và được thực hiện theo kiểu được phân bố bởi bộ xử lý hoặc máy tính.

Trong khi sự bộc lộ này bao gồm các ví dụ cụ thể, sẽ là rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật mà các thay đổi khác nhau về hình dạng và

chi tiết có thể được tạo ra trong các ví dụ này mà không rời khỏi tinh thần và phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ và các tương đương của sáng chế. Các ví dụ được mô tả ở đây là để được xem xét theo ý nghĩa mô tả duy nhất, và không nhằm mục đích giới hạn. Sự mô tả của các dấu hiệu hoặc các khía cạnh trong mỗi ví dụ là để được xem xét là có thể áp dụng cho các dấu hiệu hoặc các khía cạnh tương tự trong các ví dụ khác. Các kết quả phù hợp có thể đạt được nếu các kỹ thuật được mô tả được thể hiện theo thứ tự khác nhau, và/hoặc nếu các thành phần trong hệ thống, cấu trúc, thiết bị hoặc sơ đồ được mô tả được kết hợp theo cách khác nhau, và/hoặc được thay thế hoặc được bổ sung bởi các thành phần khác hoặc các tương đương của chúng. Do đó, phạm vi bộc lộ của sáng chế được xác định không phải bởi sự mô tả chi tiết, mà được xác định bởi các điểm yêu cầu bảo hộ và các tương đương của nó là để được hiểu như được chứa trong sự bộc lộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Môđun máy ảnh bao gồm:
 môđun thấu kính bao gồm các thấu kính; và
 môđun cảm biến bao gồm cảm biến ảnh được tạo cấu hình để nhận biết ảnh được đưa vào qua môđun thấu kính và bộ phận logic được tạo cấu hình để xử lý ảnh được nhận biết bởi cảm biến ảnh,
 bộ phận logic lưu trữ hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính, và
 trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh, PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng bằng cách sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu, không nhòe, mà thu được độc lập với môđun thấu kính và tương ứng với sơ đồ ảnh.
2. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó PSF tùy chỉnh thấu kính bao gồm nhiều PSF lần lượt tương ứng với nhiều vị trí trong ảnh mẫu.
3. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó bộ phận logic còn lưu trữ thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính để làm giảm độ nhòe trong ảnh được nhận biết bởi cảm biến ảnh.
4. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó ảnh tham chiếu không nhòe thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính khác có đặc tính thực hiện tốt hơn môđun thấu kính.
5. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó ảnh tham chiếu được lưu trước và tương ứng với sơ đồ ảnh không nhòe.
6. Môđun máy ảnh theo điểm 1, trong đó PSF tùy chỉnh thấu kính bao gồm PSF tùy chỉnh thấu kính thu được bằng cách thực hiện hoạt động xử lý sau để làm giảm ảnh hưởng phụ gây ra bởi sự khôi phục ảnh.
7. Thiết bị điện tử, bao gồm:
 môđun máy ảnh; và
 bộ xử lý,

trong đó môđun máy ảnh bao gồm:

môđun thấu kính bao gồm các thấu kính; và

môđun cảm biến bao gồm cảm biến ảnh được tạo cấu hình để nhận biết ảnh được đưa vào qua môđun thấu kính và bộ phận logic được tạo cấu hình để xử lý ảnh được nhận biết bởi cảm biến ảnh,

bộ phận logic lưu trữ hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính,

bộ xử lý lưu trữ thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính được cung cấp từ bộ phận logic để làm giảm độ nhòe trên ảnh được nhận biết bởi cảm biến ảnh, và

trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh, PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng bằng cách sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu, không nhòe, mà thu được độc lập với môđun thấu kính và tương ứng với sơ đồ ảnh.

8. Thiết bị điện tử theo điểm 7, trong đó PSF tùy chỉnh thấu kính bao gồm nhiều PSF lần lượt được ước lượng cho nhiều vị trí trong ảnh mẫu.

9. Thiết bị điện tử theo điểm 7, trong đó ảnh tham chiếu không nhòe thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính khác có đặc tính thực hiện tốt hơn môđun thấu kính.

10. Phương pháp vận hành môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính và môđun cảm biến, phương pháp bao gồm các bước:

thu được cặp ảnh bao gồm ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính, và ảnh tham chiếu, không nhòe, mà thu được độc lập với môđun thấu kính và tương ứng với sơ đồ ảnh;

tách cặp ảnh để thu được nhiều ảnh theo kênh cho các kênh màu được thiết lập trước;

phân chia theo chiều dọc và chiều ngang từng ảnh theo kênh trong số nhiều ảnh theo kênh thành nhiều khu vực để phân chia từng ảnh theo kênh trong số nhiều ảnh theo kênh thành nhiều ảnh theo vùng,

thiết lập cặp ảnh vùng quan tâm (region of interest - ROI) cho từng ảnh theo vùng trong số nhiều ảnh theo vùng,

thực hiện việc đăng ký ảnh trên từng cặp ảnh ROI;

ước lượng hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính để hiệu chỉnh các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính của môđun máy ảnh sử dụng các cặp ảnh ROI được đăng ký ảnh; và

lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính.

11. Phương pháp theo điểm 10, còn bao gồm, trước khi lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính, thực hiện hoạt động xử lý sau để làm giảm ảnh hưởng phụ do việc khôi phục ảnh,

trong đó việc lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính bao gồm việc lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính thu được bởi hoạt động xử lý sau trong môđun cảm biến.

12. Phương pháp theo điểm 10, trong đó bước thu được cặp ảnh, phân tách cặp ảnh, phân chia theo chiều dọc hoặc chiều ngang từng ảnh theo kênh trong số nhiều ảnh theo kênh, thiết lập các cặp ảnh ROI, thực hiện đăng ký ảnh, ước lượng PSF tùy chỉnh thấu kính, và lưu trữ PSF tùy chỉnh thấu kính được thực hiện trong suốt quy trình sản xuất của môđun máy ảnh.

13. Phương pháp vận hành môđun máy ảnh theo điểm 10, trong đó ảnh tham chiếu không nhòe thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính khác có các đặc tính thực hiện tốt hơn môđun thấu kính.

14. Phương pháp vận hành môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính và môđun cảm biến, phương pháp bao gồm các bước:

nhận biết, bằng môđun cảm biến, ảnh được đưa vào qua môđun thấu kính để thu được ảnh;

thực hiện, bằng môđun cảm biến, thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính được ước lượng trước để hiệu chỉnh ảnh thu được bởi môđun cảm biến cho các đặc tính nhòe của các thấu kính bên trong môđun thấu kính; và

thu được ảnh được tăng cường qua việc thực hiện thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính,

trong đó, trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh, PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng bằng cách sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu, không nhòe, mà thu được độc lập với môđun thấu kính và tương ứng với sơ đồ ảnh.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó PSF tùy chỉnh thấu kính bao gồm nhiều PSF được ước lượng cho nhiều vị trí trong ảnh mẫu.

16. Phương pháp vận hành môđun máy ảnh theo điểm 14, trong đó ảnh tham chiếu không nhòe thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính khác có các đặc tính thực hiện tốt hơn môđun thấu kính.

17. Phương pháp vận hành thiết bị điện tử bao gồm môđun máy ảnh và bộ xử lý, môđun máy ảnh bao gồm môđun thấu kính và môđun cảm biến, bộ xử lý được tạo cấu hình để xử lý thông tin thu được từ môđun máy ảnh, phương pháp bao gồm các bước:

nhận biết, với môđun cảm biến, ảnh được đưa vào qua môđun thấu kính để thu được ảnh;

cung cấp ảnh thu được bởi môđun cảm biến đến bộ xử lý;

thực hiện, bằng bộ xử lý, thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng hàm tán xạ điểm (point spread function - PSF) tùy chỉnh thấu kính thu được từ môđun máy ảnh để hiệu chỉnh ảnh thu được bởi môđun cảm biến cho sự nhòe trong ảnh; và

thu được ảnh được tăng cường qua việc thực hiện thuật toán hiệu chỉnh mà sử dụng PSF tùy chỉnh thấu kính,

trong đó, trong suốt quy trình sản xuất môđun máy ảnh, PSF tùy chỉnh thấu kính được ước lượng bằng cách sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính và ảnh tham chiếu, không nhòe, mà thu được độc lập với môđun thấu kính và tương ứng với sơ đồ ảnh.

18. Phương pháp theo điểm 17, trong đó PSF tùy chỉnh thấu kính bao gồm nhiều PSF được ước lượng cho nhiều vị trí của ảnh mẫu.

19. Phương pháp vận hành thiết bị điện tử theo điểm 17, trong đó ảnh tham chiếu không nhòe thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính khác có các đặc tính thực hiện tốt hơn môđun thấu kính.

20. Môđun máy ảnh mà hiệu chỉnh sự nhòe cụ thể trong môđun thấu kính, môđun máy ảnh bao gồm:

môđun thấu kính bao gồm các thấu kính; và
bộ nhớ lưu trữ hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính để làm giảm độ nhòe trong ảnh thu được bằng cách sử dụng môđun thấu kính,
trong đó hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính được ước lượng bằng cách sử dụng ảnh mẫu mà thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính, và ảnh tham chiếu, không nhòe, mà thu được độc lập với môđun thấu kính và tương ứng với sơ đồ ảnh.

21. Môđun máy ảnh theo điểm 20, trong đó ảnh tham chiếu không nhòe thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính khác có các đặc tính thực hiện tốt hơn môđun thấu kính.

22. Phương pháp vận hành thiết bị điện tử, phương pháp bao gồm các bước:

phát hiện ảnh bằng cách sử dụng cảm biến ảnh được tạo cấu hình để phát hiện bức xạ điện từ mà đã đi qua các thấu kính của môđun thấu kính; và

áp dụng, bằng bộ xử lý, hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính nhận lại được từ bộ nhớ, cho ảnh được phát hiện để làm giảm độ nhòe trong ảnh được phát hiện,

trong đó hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính được ước lượng cho các thấu kính của môđun thấu kính và được lưu trong bộ nhớ trước khi phát hiện ảnh,

hàm tán xạ điểm tùy chỉnh thấu kính được ước lượng sử dụng ảnh mẫu thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua các thấu kính của môđun thấu kính và ảnh tham chiếu, không nhòe, mà thu được độc lập với môđun thấu kính và tương ứng với sơ đồ ảnh.

23. Phương pháp vận hành thiết bị điện tử theo điểm 22, trong đó ảnh tham chiếu không nhòe thu được bằng cách chụp ảnh sơ đồ ảnh qua môđun thấu kính khác có các đặc tính thực hiện tốt hơn môđun thấu kính.

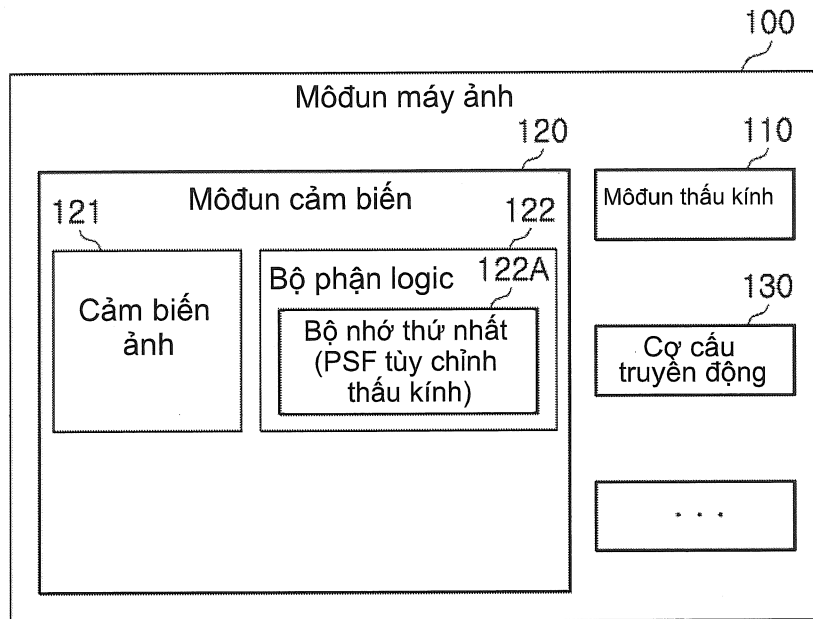


FIG. 1

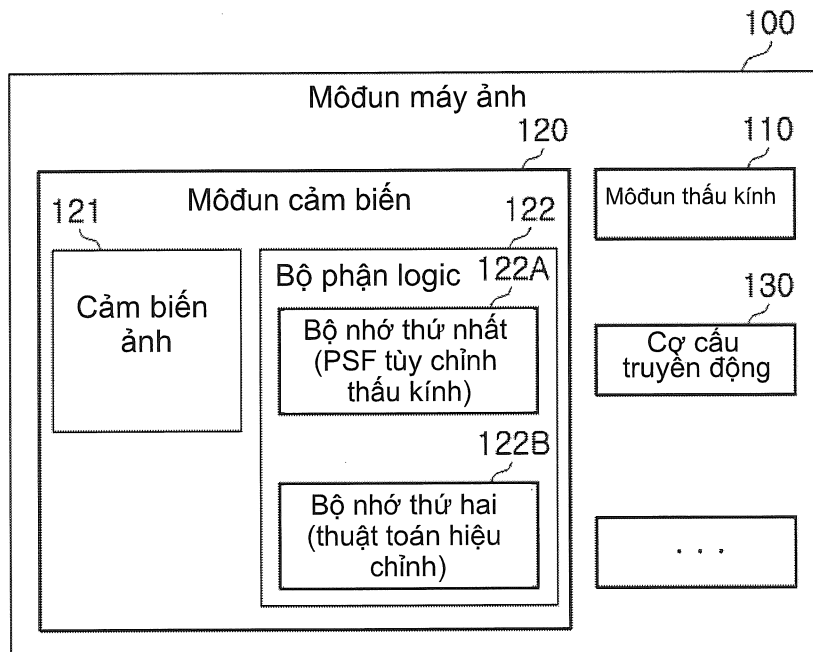


FIG. 2

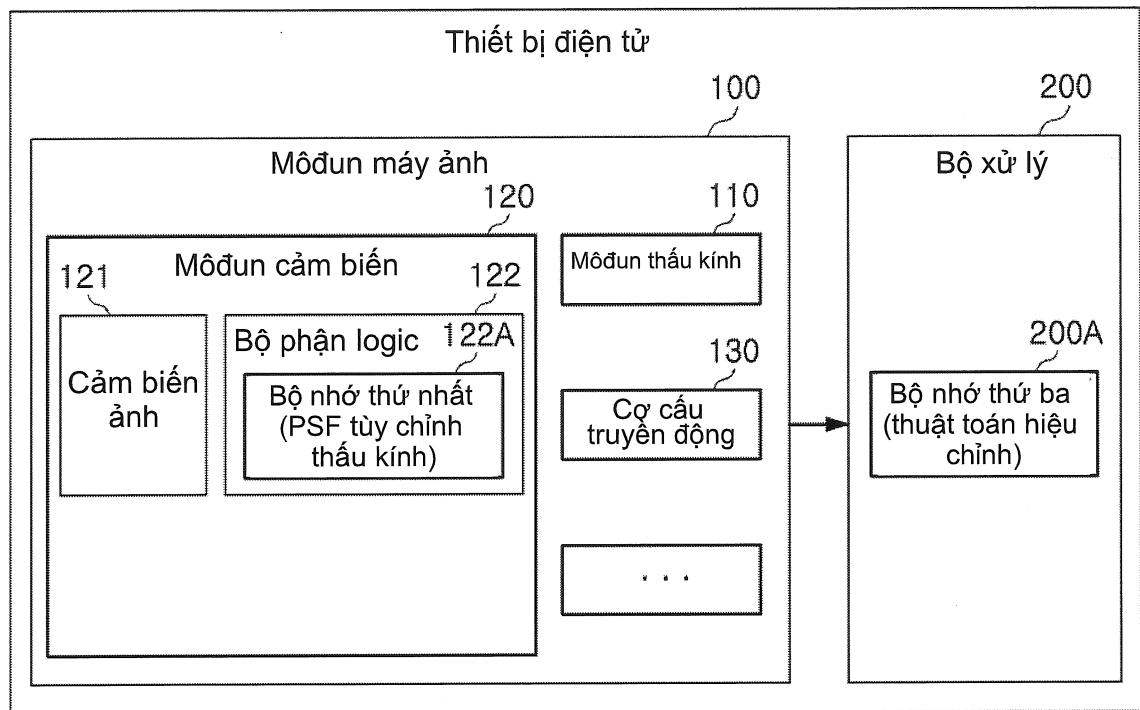


FIG. 3

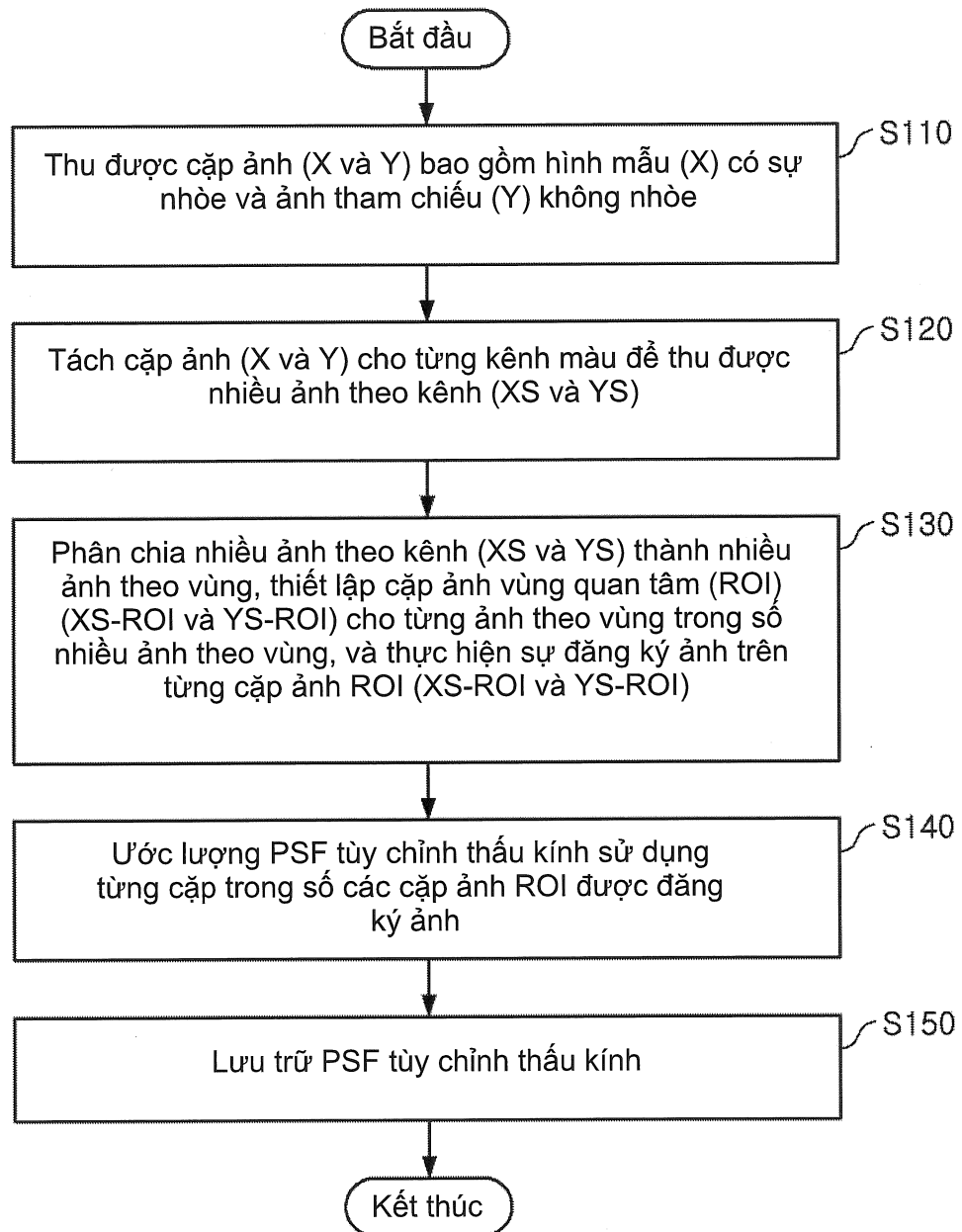


FIG. 4

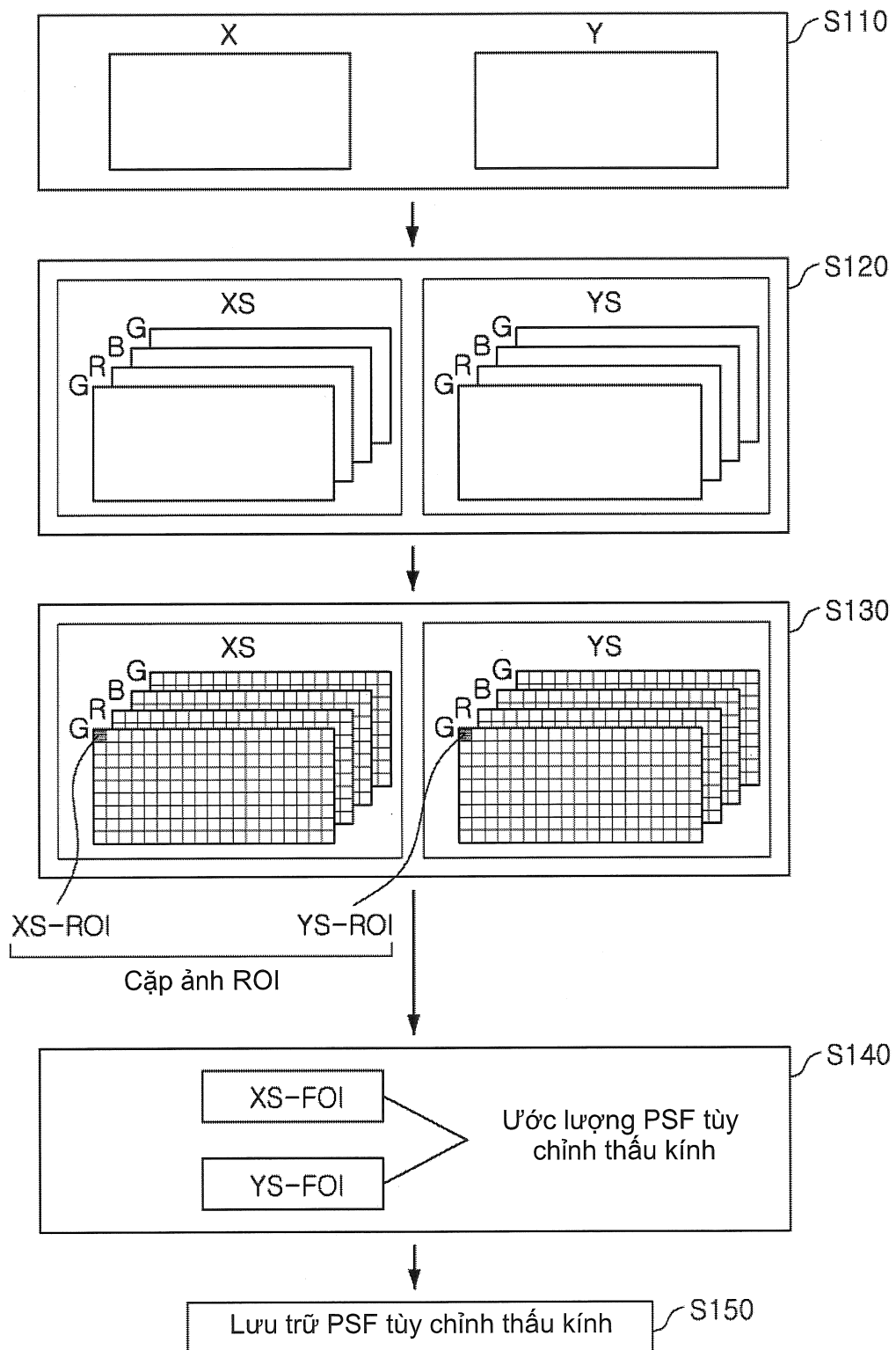
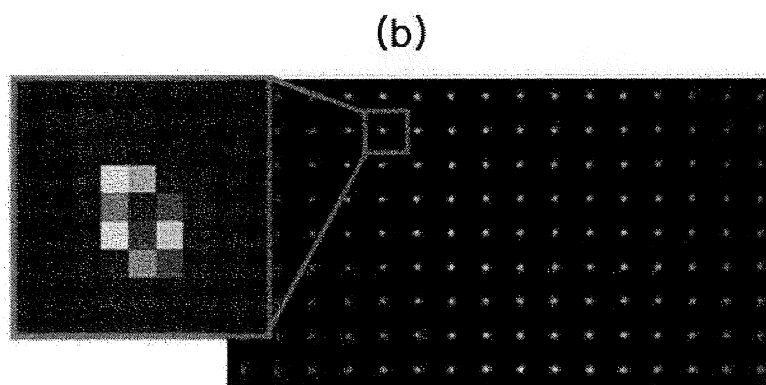
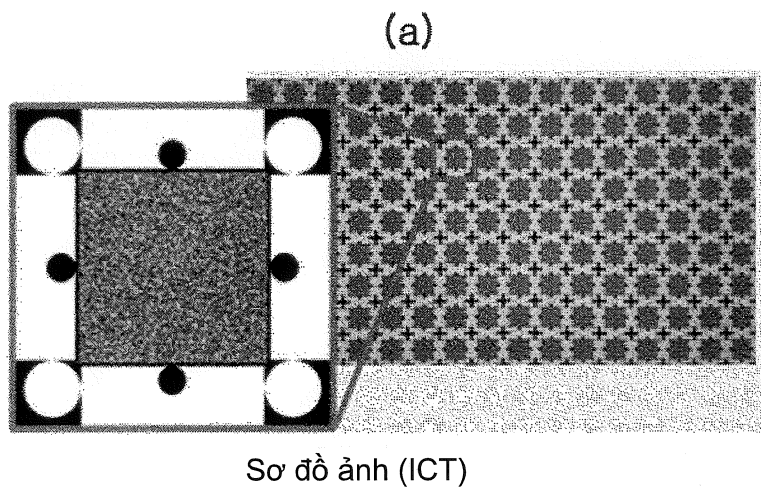


FIG. 5



PSF tùy chỉnh thấu kính (PSF-LC)

FIG. 6

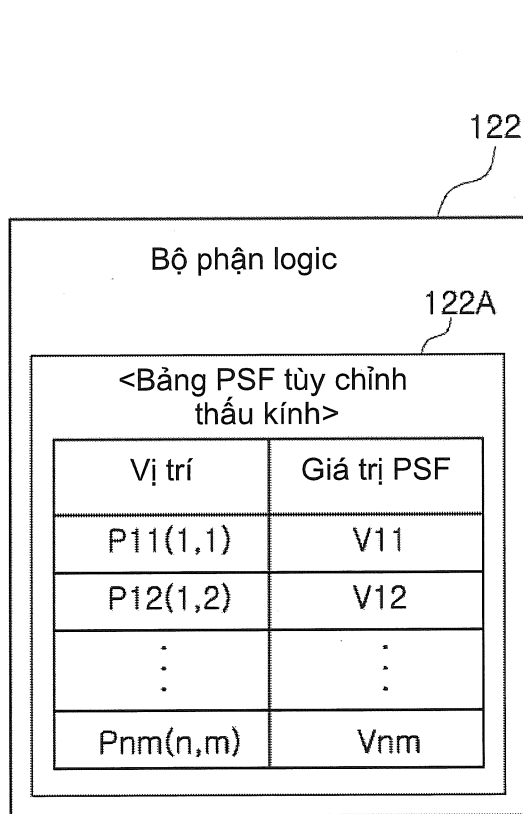


FIG. 7

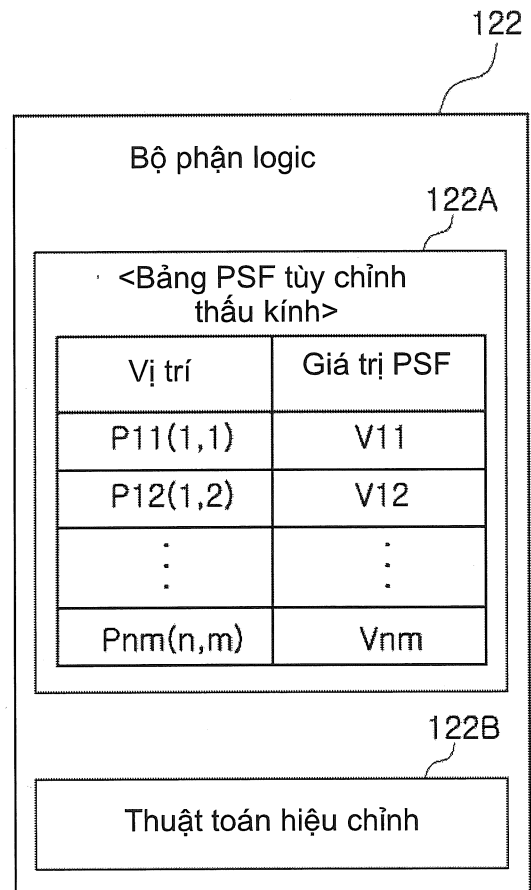


FIG. 8

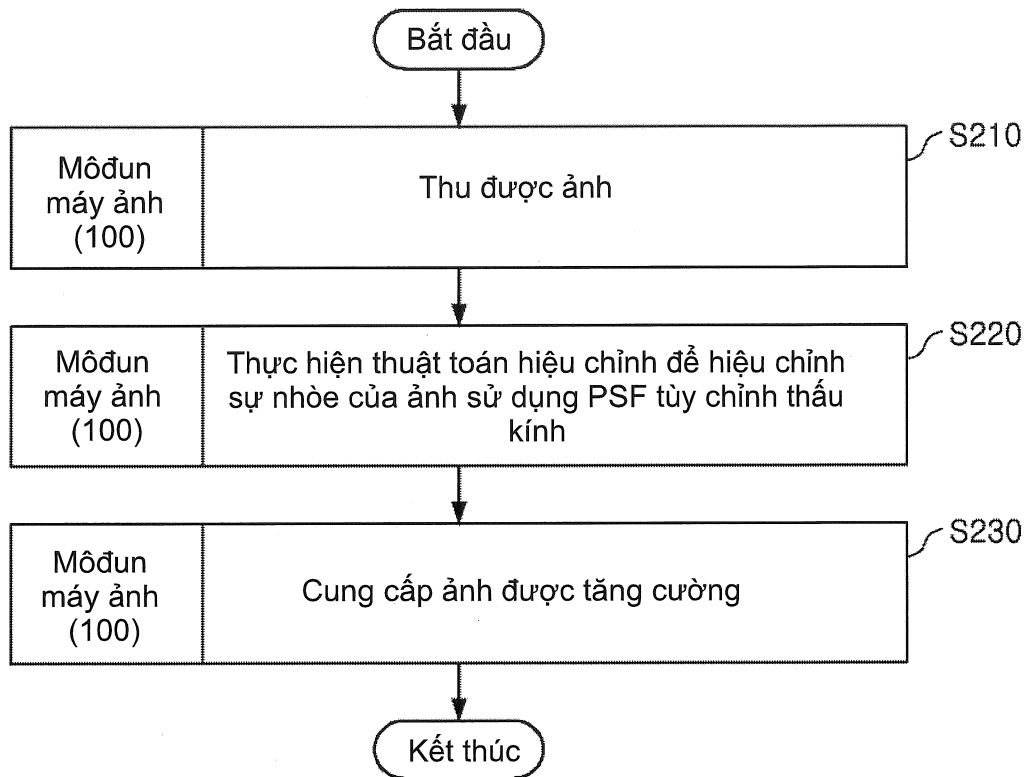


FIG. 9

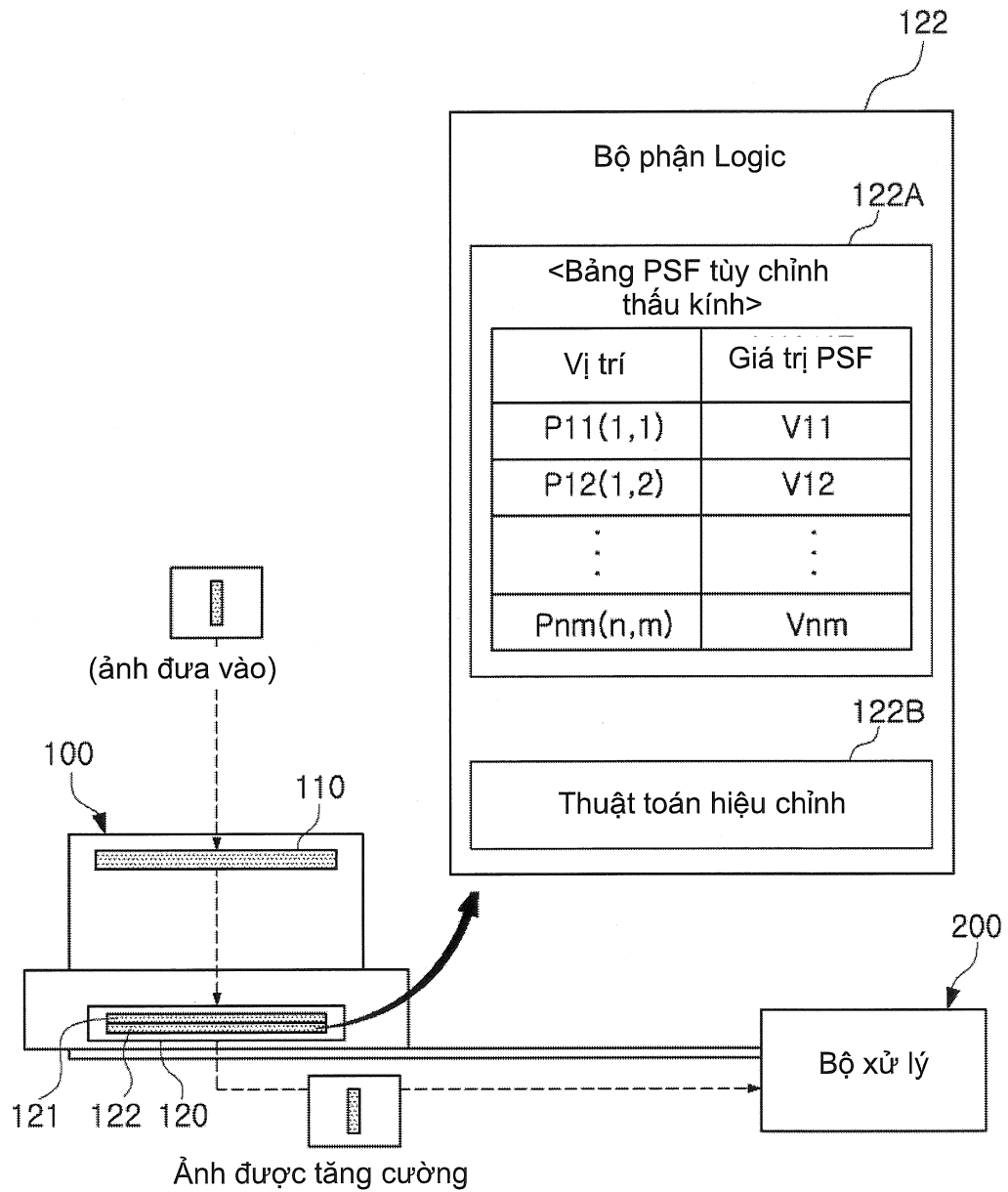


FIG. 10

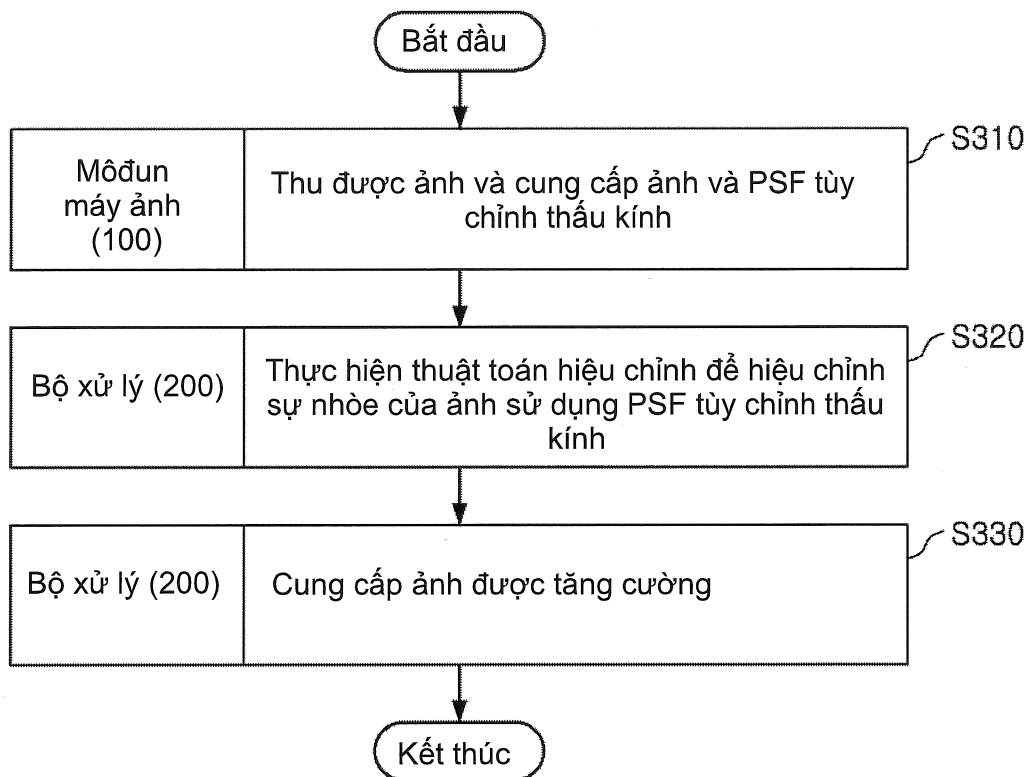


FIG. 11

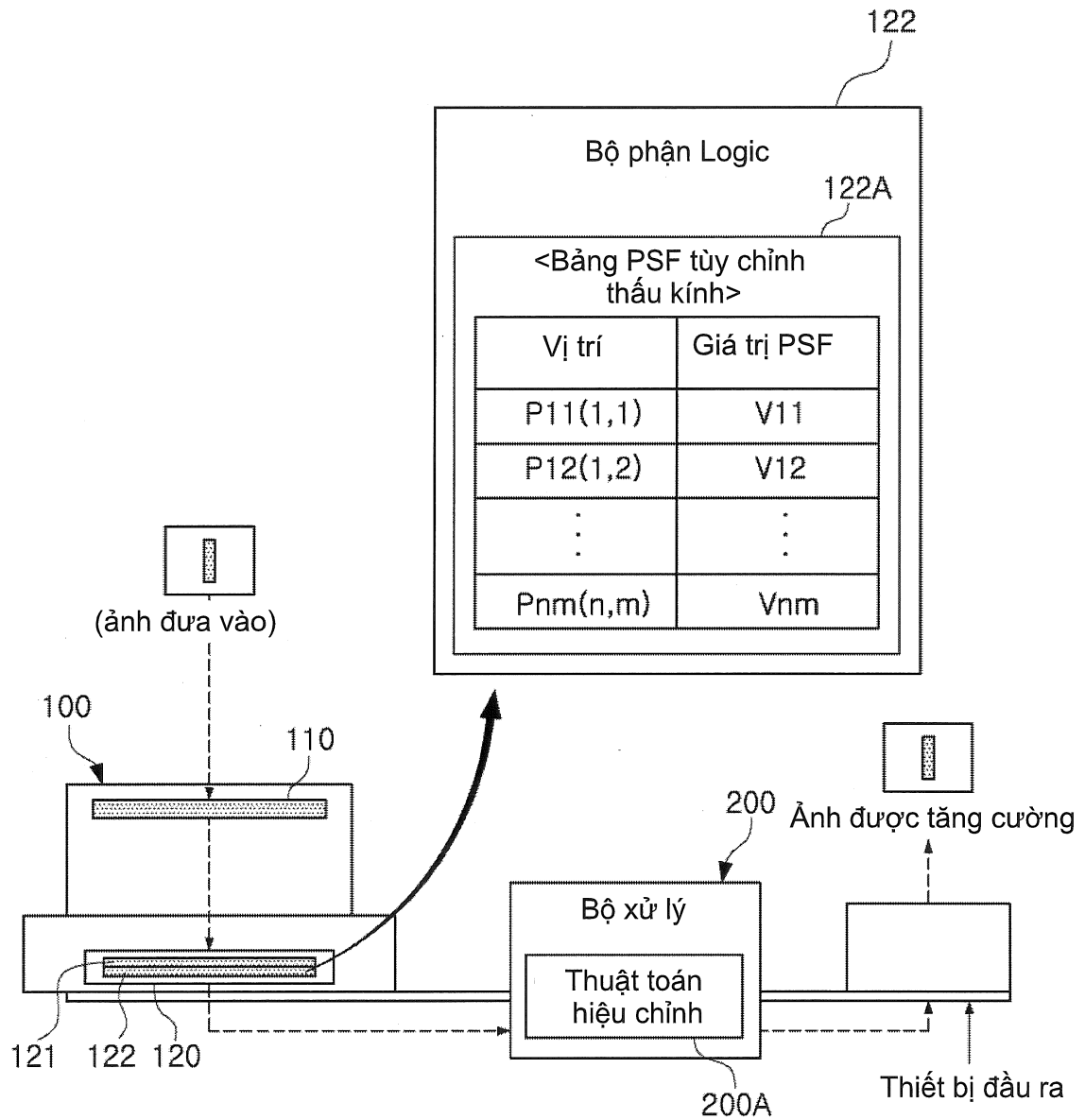


FIG. 12

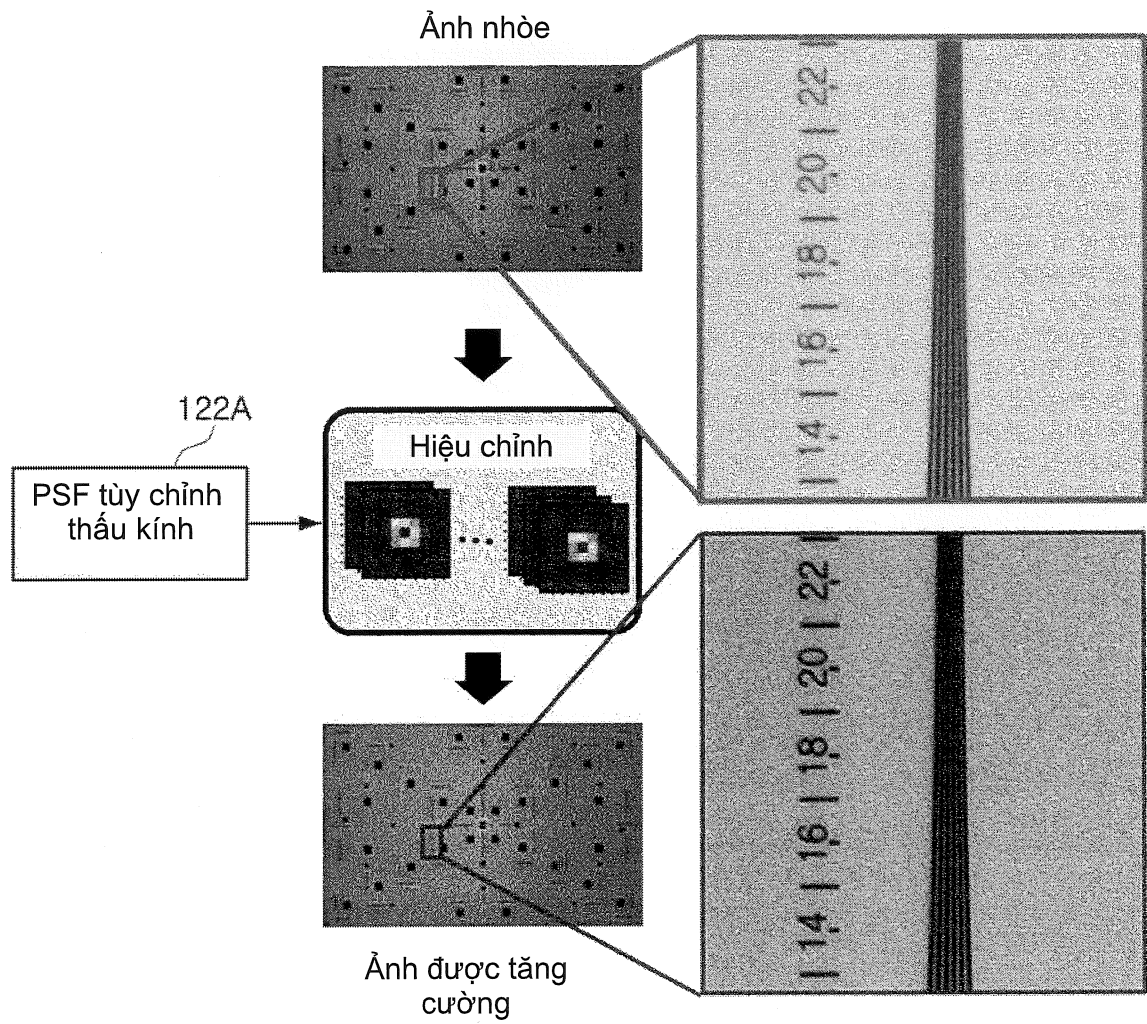


FIG. 13