



(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)



1-0026910

(51)⁷ G01M 11/02

(13) B

(21) 1-2016-04874

(22) 26/06/2015

(86) PCT/CN2015/082496 26/06/2015

(87) WO 2015/197019 A1 30/12/2015

(30) 201410302056.2 27/06/2014 CN

(45) 25/01/2021 394

(43) 27/03/2017 348A

(73) QINGDAO GOERTEK TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

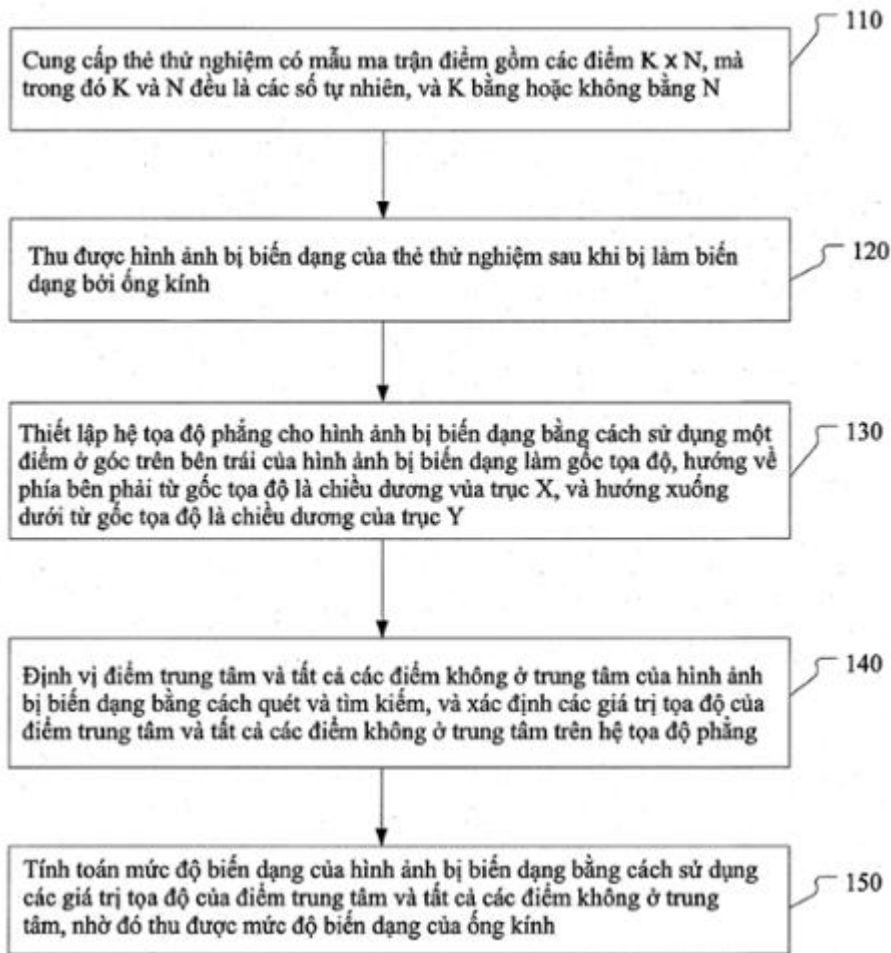
5F, No. 3 Building Fortune Center, No.18 Qinling Road, Laoshan District, Qingdao City, Shandong 266061, China

(72) CHEN, Xingyi (CN); XU, Jianjun (CN); NIU, Xiliang (CN).

(74) Công ty TNHH Dịch vụ Sở hữu trí tuệ KENFOX (KENFOX IP SERVICE CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG ĐO ĐỘ BIẾN DẠNG CỦA ỐNG KÍNH

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp đo độ biến dạng của ống kính bao gồm các bước: cung cấp thẻ thử nghiệm có mẫu ma trận điểm gồm các điểm $K \times N$, trong đó K và N đều là các số tự nhiên (110); thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính (120); thiết lập hệ tọa độ phẳng cho hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng một điểm ở góc trên, bên trái của hình ảnh bị biến dạng làm gốc tọa độ, hướng về phía bên phải từ gốc tọa độ là chiều dương của trục X , và hướng xuống dưới từ gốc tọa độ là chiều dương của trục Y (130); định vị điểm trung tâm của hình ảnh bị biến dạng và tất cả các điểm không ở trung tâm bằng cách quét và tìm kiếm, và xác định các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm trên hệ tọa độ phẳng (140); và tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm theo phương trình tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng, nhờ đó thu được độ biến dạng của ống kính (150). Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống đo độ biến dạng của ống kính. Phương pháp đo và hệ thống đo theo sáng chế giúp thúc đẩy tốc độ xử lý hình ảnh và cải thiện độ chính xác trong việc đo mức độ biến dạng của ống kính.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến kỹ thuật xử lý hình ảnh, và cụ thể là, đề cập đến phương pháp và hệ thống đo độ biến dạng của ống kính.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với sự cải tiến của trình độ khoa học và kỹ thuật, ngành điện tử dân dụng đi vào vào cuộc sống của con người với tốc độ nhanh chóng, và các sản phẩm màn hình hiển thị đội trên đầu thu hút sự chú ý của mọi người nhờ hình thức tuyệt đẹp và các chức năng tiên tiến. Các sản phẩm màn hình hiển thị đội trên đầu áp dụng kỹ thuật trực quan một cách hoàn hảo để hiển thị hình ảnh trên màn hình LCD có độ phân giải cao, và khuếch đại hình ảnh bằng ống kính để người sử dụng có thể xem được hình ảnh rõ nét. Ngoài ra, hình ảnh được xử lý bằng kỹ thuật 3D để người sử dụng cảm nhận được tác động trực quan từ kỹ thuật 3D. Tuy nhiên, các hình ảnh bị biến dạng trong khi được khuếch đại bằng ống kính. Sự biến dạng này là sự biến dạng hình học khi tạo ảnh, và là hiện tượng biến dạng kiểu xoắn màn hình bị gây ra bởi khả năng phóng đại khác nhau đối với hình ảnh ở các vùng khác nhau của mặt phẳng tiêu. Độ biến dạng tăng dần từ tâm màn hình đến các mép màn hình, và chủ yếu là rõ ràng ở các mép màn hình. Do đó, nên đo mức biến dạng này để phục hồi hình ảnh bị biến dạng trở lại hình ảnh bình thường thông qua kỹ thuật xử lý hình ảnh. Các phương pháp đo độ biến dạng của ống kính ở các giải pháp kỹ thuật đã biết có tốc độ tính toán chậm và độ chính xác trong đo lường thấp, và sẽ gây ra lỗi lớn sau khi phục hồi trở lại hình ảnh bình thường, điều này không thể đáp ứng yêu cầu về việc xử lý hình ảnh.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế này đề cập đến phương pháp và hệ thống đo độ biến dạng của ống

kính để giải quyết vấn đề là phương pháp đo độ biến dạng của ống kính đã biết có tốc độ tính toán chậm và độ chính xác trong đo lường thấp.

Để đạt được mục đích trên đây, giải pháp kỹ thuật theo sáng chế này được thực hiện như sau:

Sáng chế này đề cập đến phương pháp đo độ biến dạng của ống kính bao gồm các bước sau đây:

cung cấp thẻ thử nghiệm có mẫu ma trận điểm gồm các điểm $K \times N$, trong đó cả K và N đều là các số tự nhiên, và K bằng hoặc không bằng N ;

thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính;

thiết lập hệ tọa độ phẳng cho hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng một điểm ở góc trên, bên trái của hình ảnh bị biến dạng làm gốc tọa độ, chiều hướng về bên phải từ gốc tọa độ là chiều dương của trục X , và chiều hướng xuống dưới từ gốc tọa độ là chiều dương của trục Y ;

định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm, và xác định các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm trong hệ tọa độ phẳng; và

tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm, nhờ đó thu được độ biến dạng của ống kính.

Tốt hơn là, trên thẻ thử nghiệm, điểm trung tâm có bán kính lớn hơn bán kính của bất kỳ điểm không ở trung tâm nào.

Tốt hơn là, bước định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm bao gồm:

thiết lập vùng tìm kiếm hình vuông ở giữa tọa độ tâm của hình ảnh bị biến dạng, một nửa chiều dài cạnh bên của vùng tìm kiếm hình vuông lớn hơn hoặc bằng hai lần bán kính của điểm trung tâm;

thiết lập vùng quét hình vuông ở giữa điểm nằm ở góc trên, bên trái của vùng tìm kiếm hình vuông, một nửa chiều dài cạnh bên của vùng này bằng bán kính của điểm trung tâm; bắt đầu quét vùng quét từ tâm vùng quét, và tính toán giá trị trung bình của tất cả các điểm ảnh trong vùng quét; và

trong vùng tìm kiếm, dịch chuyển liên tục tâm của vùng quét cho đến khi quét xong vùng tìm kiếm; so sánh các giá trị trung bình của các điểm ảnh thu được mỗi lần trong vùng quét với nhau, và xác định tâm của vùng quét mà ở đó giá trị trung bình cực tiểu hoặc giá trị trung bình cực đại trong số tất cả các giá trị trung bình của các điểm ảnh được bố trí là tâm của điểm trung tâm; và lần lượt xác định giá trị tọa độ của tâm điểm trung tâm, và xác định giá trị tọa độ của tâm điểm trung tâm làm giá trị tọa độ của điểm trung tâm; và

bằng phương pháp tương tự, xác định các giá trị tọa độ của tất cả các điểm không ở trung tâm.

Tốt hơn là, bước dịch chuyển liên tục tâm của vùng quét bao gồm:

trong vùng tìm kiếm, dịch chuyển tâm của vùng quét từ trên xuống dưới và từ trái sang phải cho đến khi quét xong vùng tìm kiếm; và

bằng phương pháp tương tự, bước xác định các giá trị tọa độ của tất cả các điểm không ở trung tâm bao gồm:

dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông sang bên trái một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm không ở trung tâm ở bên trái và trong cùng một hàng với điểm trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm không ở trung tâm;

dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông sang bên phải một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm không ở trung tâm ở bên phải và trong cùng một hàng với điểm trung tâm, và xác định giá trị tọa độ của các điểm không ở trung tâm;

dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông xuống dưới một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm không ở trung tâm trong hàng tiếp sau hàng có bố trí điểm trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm không ở trung tâm; và

dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông lên trên một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm không ở trung tâm trong hàng trước hàng có bố trí điểm trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm không ở trung tâm.

Tốt hơn là, phương pháp bao gồm thêm các bước: xác định mảng hai chiều

trong bộ nhớ các có độ dài ít nhất là chứa tất cả các điểm, và lưu thông tin tọa độ của điểm trung tâm vào trong mảng trung tâm của mảng hai chiều;

liên tục lưu tất cả các điểm định vị vào trong mảng hai chiều theo các vị trí vật lý tương đối trên hình ảnh bị biến dạng, để thiết lập quan hệ chỉ số của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm với mảng hai chiều.

Tốt hơn là, bước tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm bao gồm:

tìm bốn điểm A1, A2, A3 và A4 được bố trí lần lượt ở mép của hình ảnh bị biến dạng theo các quan hệ chỉ số của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm với mảng hai chiều, bốn điểm A1, A2, A3 và A4 đồng thời đáp ứng điều kiện là hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4 được đặt trên cùng một đường tham chiếu;

tìm các điểm giữa trên cùng đường tham chiếu có bố trí hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4, theo các quan hệ chỉ số của điểm trung tâm với bốn điểm A1, A2, A3 và A4 và tất cả các điểm không ở trung tâm trên cùng đường tham chiếu, có bố trí hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4, trong đó điểm giữa của đường tham chiếu có bố trí A1 và A2 được ký hiệu là B1, điểm giữa của đường tham chiếu có bố trí A2 và A3 được ký hiệu là B2, điểm giữa của đường tham chiếu có bố trí A3 và A4 được ký hiệu là B3, và điểm giữa của đường tham chiếu có bố trí A1 và A4 được ký hiệu là B4, các điểm giữa B1, B2, B3 và B4 đồng thời đáp ứng điều kiện là

điểm B1, điểm trung tâm và điểm B3 được đặt trên cùng một đường tham chiếu;

điểm B2, điểm trung tâm và điểm B4 được đặt trên cùng một đường tham chiếu;

các hiệu số chỉ số giữa các điểm A1 và A2 so với điểm B1 là bằng nhau và được ký hiệu là m, các hiệu số chỉ số giữa các điểm A3 và A4 so với điểm B3 là bằng nhau và được ký hiệu là n, và $m=n$; và

các hiệu số chỉ số giữa các điểm A1 và A4 so với điểm B4 là bằng nhau và được ký hiệu là u, các hiệu số chỉ số giữa các điểm A2 và A3 so với điểm B2 là bằng nhau và được ký hiệu là v, và $v=u$.

Tốt hơn là, bước tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm bao gồm thêm:

tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng thẳng đứng dựa trên công thức sau:

$$\text{Hướng thẳng đứng} = 100\% * (\text{DisA1A4} + \text{DisA2A3}) / (2 * \text{DisB1B3})$$

trong đó, DisA1A4 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A1 và A4, DisA2A3 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A2 và A3, DisB1B3 biểu thị khoảng cách giữa các điểm B1 và B3, và Hướng thẳng đứng biểu thị mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng thẳng đứng; và

tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng ngang dựa trên công thức sau:

$$\text{Hướng nằm ngang} = 100\% * (\text{DisA1A2} + \text{DisA3A4}) / (2 * \text{DisB2B4})$$

trong đó, DisA1A2 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A1 và A2, DisA3A4 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A3 và A4, DisB2B4 biểu thị khoảng cách giữa các điểm B2 và B4, và Hướng nằm ngang biểu thị mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng nằm ngang.

Tốt hơn là, bước thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính bao gồm:

cung cấp ảnh công nghiệp có độ phân giải cao, và chụp bằng máy ảnh công nghiệp thẻ thử nghiệm qua ống kính khi tâm của máy ảnh công nghiệp, tâm của ống kính và tâm của thẻ thử nghiệm trùng khớp với nhau để thu được hình ảnh bị biến dạng.

Tốt hơn là, khi điểm trung tâm và các điểm không ở trung tâm là các điểm đen thì xác định tâm của vùng quét là nơi mà giá trị trung bình cực tiểu trong số tất cả các giá trị trung bình của các điểm ảnh được bố trí là tâm của điểm đen trung tâm, và xác định giá trị tọa độ của tâm điểm đen trung tâm.

Sáng chế này còn đề xuất hệ thống đo độ biến dạng của ống kính, trong đó phương pháp nêu trên được ứng dụng để đo độ biến dạng của ống kính. Hệ thống này bao gồm:

thẻ thử nghiệm có mẫu ma trận điểm gồm các điểm $K \times N$;

thiết bị tạo hình ảnh được tạo cấu hình để thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính; và

thiết bị xử lý hình ảnh được tạo cấu hình để thiết lập hệ tọa độ phẳng cho hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng một điểm ở góc trên, bên trái của hình ảnh bị biến dạng làm gốc tọa độ, hướng sang phải từ gốc tọa độ là chiều dương của trục X, và hướng xuống dưới từ gốc tọa độ là chiều dương của trục Y; định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm, và xác định các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm trên hệ tọa độ phẳng; và tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm, nhờ đó thu được độ biến dạng của ống kính.

Phương pháp và hệ thống đo độ biến dạng của ống kính theo sáng chế này có thể định vị tất cả các điểm trên thẻ thử nghiệm một cách nhanh chóng và chính xác, và phạm vi lỗi thực tế đạt đến mức độ điểm ảnh phụ, nhờ đó đạt được mục đích là tính toán nhanh chóng mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng và phản ánh chân thực độ biến dạng của ống kính.

Các đặc điểm và ưu điểm khác của sáng chế này sẽ được mô tả chi tiết trong phần mô tả dưới đây, và các đặc điểm và ưu điểm này sẽ phần nào trở nên rõ ràng thông qua phần mô tả hoặc được hiểu rõ thông qua việc thực hiện sáng chế này. Có thể thực hiện các mục đích và thu được các ưu điểm khác của sáng chế này nhờ các kết cấu được thể hiện cụ thể trong phần mô tả, yêu cầu bảo hộ và các hình vẽ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ được cung cấp để giúp hiểu rõ hơn sáng chế này và là một phần của bản mô tả sáng chế này. Các hình vẽ được sử dụng cùng với các phương án theo sáng chế này để giải thích sáng chế này, chứ không giới hạn sáng chế. Trong các hình vẽ,

Fig.1 là lưu đồ thể hiện phương pháp đo độ biến dạng của ống kính theo một phương án của sáng chế này;

Fig.2 là hình vẽ sơ lược của thẻ thử nghiệm theo một phương án của sáng chế này;

Fig.3 là hình vẽ sơ lược thể hiện việc thu nhận hình ảnh bị biến dạng theo một phương án của sáng chế này;

Fig.4 là hình vẽ sơ lược thể hiện hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi làm bị biến dạng bởi ống kính theo một phương án của sáng chế này;

Fig.5 là hình vẽ mô hình thể hiện việc định vị các điểm đen trong hình ảnh bị biến dạng theo một phương án của sáng chế này;

Fig.6 là sơ đồ vật lý của tất cả các điểm đen được định vị theo một phương án theo sáng chế này;

Fig.7 là hình vẽ sơ lược của bộ nhớ cạc chứa tọa độ điểm đen theo một phương án của sáng chế này; và

Fig.8 là sơ đồ tham chiếu thể hiện việc tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo một phương án của sáng chế này.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

Để cho các mục đích, giải pháp kỹ thuật và ưu điểm của sáng chế này trở nên rõ ràng hơn, các phương án theo sáng chế này sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây kết hợp với các hình vẽ.

Ý tưởng cốt lõi của sáng chế này là sử dụng thẻ thử nghiệm hình ảnh bị biến dạng mới có các điểm đen tạo thành mẫu ma trận điểm, tiến hành việc định vị tọa độ dựa trên thẻ thử nghiệm để nhanh chóng nhận ra các tọa độ của tất cả các điểm đen trên hình ảnh bị biến dạng, và tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo tọa độ của tất cả các điểm đen. Phương pháp đo theo sáng chế này có thể nhanh chóng tìm thấy các điểm đen trên thẻ thử nghiệm, tăng tốc độ xử lý kết quả đo mức độ biến dạng, và cải thiện độ chính xác trong đo lường.

Fig.1 là lưu đồ thể hiện phương pháp đo độ biến dạng của ống kính theo một phương án của sáng chế này. Như được thể hiện trên Fig.1, phương pháp này bao gồm:

bước S110: cung cấp thẻ thử nghiệm có mẫu ma trận điểm gồm các điểm $K \times N$, trong đó K và N đều là các số tự nhiên, và K bằng hoặc không bằng N ;

bước S120: thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính;

bước S130: thiết lập hệ tọa độ phẳng cho hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng một điểm ở góc trên bên trái của hình ảnh bị biến dạng làm gốc tọa độ, chiều về phía bên phải từ gốc tọa độ là chiều dương của trục X, và chiều xuống phía dưới từ gốc tọa độ là chiều dương của trục Y;

bước S140: định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm, và xác định các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm trên hệ tọa độ phẳng;

bước S150: tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm, nhờ đó thu được mức độ biến dạng của ống kính.

Bằng cách dựng hệ tọa độ phẳng của hình ảnh bị biến dạng, có thể nhanh chóng nhận ra tất cả các điểm trên hình ảnh bị biến dạng và tính toán được các giá trị tọa độ của tất cả các điểm trên hình ảnh bị biến dạng. Phương pháp đo đòi hỏi mức tính toán nhỏ, do đó làm tăng tốc độ đo hình ảnh bị biến dạng. Trong khi đó, thử nghiệm sử dụng mẫu ma trận điểm gồm các điểm $K \times N$ đảm bảo cải thiện độ chính xác trong đo lường.

Fig.2 là hình vẽ sơ lược của thử nghiệm theo một phương án của sáng chế này. Fig.2 thể hiện một cách cục bộ thử nghiệm được sử dụng trong phương án này: ma trận hình vuông gồm 21 hàng và 21 cột điểm đen, trong đó 1 biểu thị điểm đen trung tâm của ma trận hình vuông, và điểm đen trung tâm có bán kính lớn hơn bán kính của bất kỳ điểm đen không nằm ở trung tâm nào, sao cho nằm thẳng hàng với tâm của máy ảnh khi chụp hình ảnh bị biến dạng. Ngoài ra, bán kính lớn hơn của điểm đen trung tâm tạo thuận lợi cho việc nhận ra điểm trung tâm khi tiến hành xử lý kết quả tính toán bằng cách sử dụng kỹ thuật xử lý hình ảnh. Có thể hiểu rằng Fig.2 chỉ minh họa phần giữa của hình ảnh bị biến dạng trên thử nghiệm được chụp qua ống kính theo phương án này. Do ống kính làm biến dạng thử nghiệm nên phần mép của hình ảnh bị biến dạng có dạng gần như hình tròn, trong khi phần giữa gần như là sơ đồ ma trận.

Khi màn hình hiển thị đội đầu và sản phẩm hiển thị thông minh tương tự khác hiển thị hình ảnh bằng màn hình LCD có độ phân giải cao, việc phóng đại được thực hiện bằng ống kính sao cho người sử dụng có thể được xem hình ảnh rõ nét. Tuy

nhiên, khi được phóng đại bằng ống kính, hình ảnh sẽ bị biến dạng. Phương pháp theo sáng chế này dùng để đo mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng, và nên có được hình ảnh bị biến dạng trước khi đo. Fig.3 là hình vẽ sơ lược thể hiện việc thu nhận hình ảnh bị biến dạng theo một phương án của sáng chế này. Như được thể hiện trên Fig.3, máy ảnh công nghiệp điểm ảnh cao (ví dụ như, 10 megapixel) 31 chụp lại thể thử nghiệm được đặt trên màn hình LCD 33 của sản phẩm hiển thị đầu thông qua ống kính 32, và làm cho tâm của ảnh chụp thể thử nghiệm trùng với tâm của máy ảnh 31 và tâm của ống kính 32. Trong trường hợp đó, hình ảnh bị biến dạng chụp được có thể cho biết một cách chính xác mức độ biến dạng của ống kính.

Fig.4 là hình vẽ sơ lược của thể thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính theo một phương án của sáng chế này. Fig.4 có thể phản ánh rõ nhất vùng thích hợp để tính toán mức độ biến dạng do ống kính gây ra, trong đó các điểm trên bốn góc ở mép nằm gần với mép ảnh nhất trong phạm vi có thể, và cứ hai điểm lại được bố trí trên cùng một đường tham chiếu ở ngoài cùng và hoàn chỉnh nhất ở mép; thông thường các điểm này tạo ra vùng ma trận điểm $F \times F$, và F là một số lẻ. Như được thể hiện trên Fig.4, thể thử nghiệm bị biến dạng thành hình chiếc gối trong khi được phóng đại lên bởi ống kính, do đó vị trí của các điểm đen trên thể thử nghiệm bị dịch chuyển do sự biến dạng, và vị trí bị dịch chuyển của mỗi điểm đen là khác nhau, trong đó các điểm đen ở vị trí mép trên vành ngoài của hình ảnh bị biến dạng có mức độ biến dạng lớn nhất. Sáng chế này xác định các giá trị tọa độ của tất cả các điểm đen trên hình ảnh bị biến dạng bằng cách định vị tọa độ. Trên hình ảnh bị biến dạng của thể thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính, các vị trí vật lý tương đối của điểm trung tâm và các điểm không ở trung tâm không bị thay đổi, và các giá trị tọa độ riêng có thể bị thay đổi. Các tọa độ của tất cả các điểm đen được định vị bằng cách sử dụng kỹ thuật định vị tọa độ. Do vị trí vật lý tương đối của các điểm đen không bị thay đổi và các giá trị tọa độ thực tế bị thay đổi nên thu được mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ thay đổi của tất cả các điểm đen và công thức tính toán mức độ biến dạng, nhờ đó thu được mức độ biến dạng của ống kính để điều chỉnh hình ảnh bị biến dạng nhằm giảm thiểu lỗi khi khôi phục thành hình ảnh bình thường.

Tiếp theo, việc định vị tất cả các điểm đen trên hình ảnh bị biến dạng sẽ được

mô tả kết hợp với các hình vẽ Fig.5 và Fig.6. Fig.5 là hình vẽ mô hình thể hiện việc định vị các điểm đen trong hình ảnh bị biến dạng theo một phương án của sáng chế này. Fig.6 là sơ đồ vật lý của tất cả các điểm đen được định vị theo một phương án của sáng chế này.

Phương pháp định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm cụ thể là để thiết lập vùng tìm kiếm hình vuông được bố trí ở chính giữa tọa độ của tâm hình ảnh bị biến dạng, trong đó một nửa chiều dài cạnh bên của vùng tìm kiếm hình vuông lớn hơn hoặc bằng hai lần bán kính của điểm trung tâm; thiết lập vùng quét hình vuông được bố trí ở chính giữa các điểm ở góc trên bên trái của vùng tìm kiếm hình vuông, trong đó một nửa chiều dài cạnh bên của vùng này bằng bán kính của điểm trung tâm; bắt đầu từ tâm của vùng quét để quét hình ảnh trong vùng quét và tính toán giá trị trung bình của tất cả các điểm ảnh trên hình ảnh trong vùng quét; trong vùng tìm kiếm, dịch chuyển liên tục tâm của vùng quét cho đến khi quét xong vùng quét; so sánh các giá trị trung bình của các điểm ảnh thu được mỗi lần trong vùng quét với nhau; và xác định tâm của vùng quét, là nơi giá trị trung bình cực tiểu hoặc giá trị trung bình cực đại trong số tất cả các giá trị trung bình của điểm ảnh được định vị là tâm của điểm trung tâm; xác định giá trị tọa độ của tâm của điểm trung tâm, và xác định giá trị tọa độ của tâm của điểm tâm là giá trị tọa độ của điểm trung tâm; và bằng phương pháp tương tự, xác định các giá trị tọa độ của tất cả các điểm không ở trung tâm.

Như được thể hiện trên Fig.5, trong phương án này, điểm trung tâm và các điểm không ở trung tâm trên thẻ thử nghiệm là các điểm đen. Trong vùng đen, là nơi bố trí điểm đen trung tâm được thể hiện trên Fig.5, vùng tìm kiếm hình vuông được xác định có bán kính 51 bằng hoặc lớn hơn gấp hai lần bán kính 52 của điểm đen, và vùng quét hình vuông nằm giữa các điểm ở góc trên bên trái của vùng tìm kiếm được xác định có bán kính 53 bằng với bán kính của điểm đen. Trong vùng tìm kiếm có bán kính lớn hơn, tâm của vùng quét được dịch chuyển liên tục để quét từ trên xuống dưới và từ trái sang phải; giá trị trung bình của tất cả điểm ảnh trong vùng quét được ghi lại mỗi lần tiến hành quét, cho đến khi quét xong vùng tìm kiếm; và giá trị trung bình của điểm ảnh thu được mỗi lần trong vùng quét được so sánh với nhau, tâm của vùng quét, là nơi được bố trí giá trị trung bình cực tiểu, được xác định là tâm giữa của điểm đen

trung tâm để hoàn thành việc định vị điểm đen trung tâm, và giá trị tọa độ của điểm đen trung tâm được tính toán và lưu. Có thể hiểu rằng khi áp dụng phương pháp theo sáng chế này, màu sắc của các điểm trên thẻ thử nghiệm không bị giới hạn ở màu đen. Do đó, khi các điểm trên thẻ thử nghiệm được định vị, tâm của vùng quét, là nơi mà giá trị trung bình là cực tiểu hoặc cực đại, sẽ được chọn là tâm của điểm trung tâm, theo các giá trị điểm ảnh của màu sắc riêng của các điểm. Theo phương án này, các điểm trên thẻ thử nghiệm có màu đen, và do đó giá trị điểm ảnh sẽ giảm khi vùng quét có nhiều phần đen hơn, và giá trị điểm ảnh của màu đen tuyệt đối sẽ là 0. Theo các phương án khác của sáng chế này, màu nền của thẻ thử nghiệm có thể là các màu khác. Trong trường hợp điểm trung tâm và các điểm không ở trung tâm, ví dụ như, có màu trắng, khi tiến hành định vị các vùng quét, tâm của vùng quét, là nơi bố trí giá trị trung bình cực đại (giá trị điểm ảnh của màu trắng là 255) trong số các giá trị trung bình của các điểm ảnh trong các vùng quét, sẽ được định vị là tâm của điểm trung tâm.

Tất cả các điểm đen không ở trung tâm được định vị bằng phương pháp tương tự với phương pháp định vị điểm đen trung tâm, bao gồm các bước: dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông sang bên trái một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm đen trung tâm để định vị tất cả các điểm đen không nằm ở trung tâm ở bên trái và trong cùng một hàng với điểm đen trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm đen không nằm ở trung tâm; dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông sang bên phải một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm đen không nằm ở trung tâm ở bên phải và trong cùng một hàng với điểm đen trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm đen không nằm ở trung tâm; dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông xuống dưới một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm đen không nằm ở trung tâm trong hàng kế tiếp với hàng có bố trí điểm đen trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm đen không nằm ở trung tâm; và dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông lên trên một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm đen không nằm ở trung tâm trong hàng ở phía trước hàng có bố trí điểm đen trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ các điểm đen không nằm ở trung tâm.

Khi điểm đen không nằm ở trung tâm được định vị, bán kính của vùng tìm kiếm hình vuông được chọn gấp đôi bán kính của điểm đen không nằm ở trung tâm hoặc hơn. Khi vùng tìm kiếm được dịch chuyển, chiều dài bước chân xác định là khoảng cách giữa hai tâm điểm đen trên hình ảnh bị biến dạng, và khoảng cách này là giá trị thực nghiệm định trước, trong đó mỗi lần dịch chuyển với chiều dài bước chân xác định có thể tránh được thao tác quét không cần thiết, do đó cải thiện được tốc độ quét và hiệu suất của vùng quét.

Fig.6 là sơ đồ vật lý của tất cả các điểm đen được định vị theo một phương án của sáng chế này. Như được thể hiện trên Fig.6, sau khi được định vị, điểm đen trung tâm và tất cả các điểm đen không nằm ở trung tâm được đánh dấu bằng các hình tròn. Thông qua các bước nêu trên, các giá trị tọa độ của điểm đen trung tâm và các điểm đen không nằm ở trung tâm được xác định và lưu lại.

Đối với việc lưu các giá trị tọa độ, phương án theo sáng chế này lưu trữ các giá trị tọa độ theo kiểu mảng hai chiều. Fig.7 là hình vẽ sơ lược thể hiện bộ nhớ cục bộ chứa tọa độ điểm đen theo một phương án của sáng chế này. Như được thể hiện trên Fig.7, một số điểm trên hình ảnh bị biến dạng được lựa chọn làm mẫu, và các giá trị tọa độ của các điểm được chọn được lưu tại các vị trí vật lý tương đối trên hình ảnh bị biến dạng. Trước hết, chế độ xác định trong bộ nhớ cục bộ một mảng hai chiều có độ dài ít nhất là chứa tất cả các điểm. Các mảng hai chiều có độ dài khác nhau được cung cấp theo các tình huống ứng dụng khác nhau và số lượng điểm đen khác nhau trên hình ảnh bị biến dạng. Ví dụ như theo phương án này, mảng hai chiều "mảng [41][41]" có độ dài 41 được xác định. Tiếp đó, giá trị tọa độ của điểm đen trung tâm được lưu trữ, và trong quá trình lưu trữ, vị trí chính giữa nhất là "mảng [21][21]" được tìm thấy; giá trị tọa độ của điểm đen trung tâm được đặt vào trong mảng là "mảng [21][21]", giá trị tọa độ của điểm đen ở bên trái và trong cùng một hàng với điểm đen trung tâm của hình ảnh bị biến dạng được đặt vào trong "mảng [20][21]", và bằng cách thức tương tự, các giá trị tọa độ của các điểm đen khác trên hình ảnh bị biến dạng được đặt vào trong mảng hai chiều để thiết lập các quan hệ về chỉ số giữa các điểm đen trên hình ảnh bị biến dạng và mảng hai chiều.

Fig.8 là sơ đồ tham chiếu thể hiện việc tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo một phương án của sáng chế này. Như được thể hiện trên Fig.8,

sau khi thu được các giá trị tọa độ của tất cả các điểm đen, hình ảnh bị biến dạng được quan sát để chọn ra một số điểm chính có thể phản ánh rõ nhất các mức độ biến dạng của hình ảnh. Như được thể hiện trên Fig.8, mảng hai chiều trong bộ nhớ các được tìm kiếm một cách nhanh chóng để tìm ra bốn điểm A1, A2, A3 và A4 có thể phản ánh rõ nhất việc tính toán độ biến dạng của ống kính, và bốn điểm này nên nằm gần mép của hình ảnh bị biến dạng trong phạm vi có thể, tức là vùng được xác định bởi bốn điểm A1, A2, A3 và A4 có thể phản ánh rõ nhất vùng thích hợp cho việc tính toán mức độ biến dạng của ống kính. Cứ hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4 được bố trí trong cùng một đường tham chiếu ngoài cùng và hoàn chỉnh nhất ở mép để xác định đoạn cuối được chọn của đường tham chiếu, trong khi vẫn đáp ứng các điều kiện sau:

Cứ hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4 được bố trí trong cùng một đường tham chiếu. Điểm cắt ngang của đường tham chiếu này nối các điểm A1 và A2 và đường tham chiếu thẳng đứng có bố trí điểm trung tâm được biểu thị là B1, và điểm cắt ngang của đường tham chiếu nối các điểm A2 và A3 và đường tham chiếu nằm ngang có bố trí điểm trung tâm được biểu thị là B2. Tương tự, các điểm B3 và B4 được xác định. Các hiệu số chỉ số của điểm A1 và A2 so với điểm B1 là bằng nhau và được ký hiệu là m , các hiệu số chỉ số của điểm A3 và A4 so với điểm B3 là bằng nhau và được ký hiệu là n , $m=n=9$, và ba điểm B1, O (điểm đen trung tâm) và B3 được bố trí trên cùng một đường tham chiếu. Tương tự, các hiệu số chỉ số của điểm A1 và A4 so với điểm B4 là bằng nhau và được ký hiệu là u , các hiệu số chỉ số của điểm A2 và A3 so với điểm B2 là bằng nhau và được ký hiệu là v , $v=u=9$, và ba điểm B2, O (điểm đen trung tâm) và B4 được bố trí trên cùng một đường tham chiếu. Hiệu số chỉ số là 9 cho thấy rằng điểm đen trung tâm O nằm cách điểm B1 một khoảng là 9 điểm đen. Trên thực tế, B1, B2, B3 và B4 có thể được xem như là các điểm giữa (hoặc các điểm ở giữa) của cùng đường tham chiếu mà ở đó cứ hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4 được bố trí một cách tương ứng. Tức là, điểm trung tâm của đường tham chiếu có bố trí điểm A1 và A2 là B1, điểm trung tâm của đường tham chiếu có bố trí điểm A2 và A3 là B2, điểm trung tâm của đường tham chiếu có bố trí điểm A3 và A4 là B3, điểm trung tâm của đường tham chiếu có bố trí điểm A1 và A3 là B4.

Sau khi thu được các giá trị tọa độ của các điểm chính A1-A4 và B1-B4, việc tính toán sẽ được thực hiện theo các công thức tính toán mức độ biến dạng:

Mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng ngang được tính toán theo công thức sau:

$$\text{Hướng ngang} = 100\% * (\text{DisA1A2} + \text{DisA3A4}) / (2 * \text{DisB2B4})$$

trong đó, DisA1A2 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A1 và A2, DisA3A4 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A3 và A4, DisB2B4 biểu thị khoảng cách giữa các điểm B2 và B4, và Hướng ngang biểu thị mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng ngang.

Tương tự, độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng thẳng đứng được tính toán theo công thức sau:

$$\text{Hướng thẳng đứng} = 100\% * (\text{DisA1A4} + \text{DisA2A3}) / (2 * \text{DisB1B3})$$

trong đó, DisA1A4 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A1 và A4, DisA2A3 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A2 và A3, DisB1B3 biểu thị khoảng cách giữa các điểm B1 và B3, và Hướng thẳng đứng biểu thị mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng thẳng đứng.

Có thể thu được mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng sau khi tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng ngang và hướng thẳng đứng, nhờ đó thu được mức độ biến dạng của ống kính, và sau đó hình ảnh bị biến dạng được điều chỉnh để khôi phục hình ảnh tốt hơn và hạn chế lỗi.

Phương án theo sáng chế này còn đề xuất hệ thống đo độ biến dạng của ống kính, trong đó áp dụng phương pháp như được minh họa trên Fig.1 để đo độ biến dạng của ống kính, và hệ thống này bao gồm

thẻ thử nghiệm có mẫu ma trận điểm gồm các điểm $K \times N$;

thiết bị tạo hình ảnh được tạo cấu hình để thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi bị biến dạng bởi ống kính; và

thiết bị xử lý hình ảnh được tạo cấu hình để thiết lập hệ tọa độ phẳng cho hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng một điểm ở góc trên bên trái của hình ảnh bị biến dạng làm gốc tọa độ, hướng về phía bên phải từ gốc tọa độ là chiều dương của trục X, và hướng xuống dưới từ gốc tọa độ là chiều dương của trục Y; định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm, và xác định các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm trên hệ tọa độ phẳng; và tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến

dạng bằng cách sử dụng hệ số tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm, nhờ đó thu được độ biến dạng của ống kính.

Tóm lại, phương pháp và hệ thống đo độ biến dạng của ống kính theo sáng chế này xác định hệ tọa độ phẳng mới dựa vào hình ảnh bị biến dạng, tìm ra các điểm trên bề mặt thử nghiệm một cách nhanh chóng và chính xác bằng cách định vị tọa độ, và cải thiện tốc độ và hiệu quả xử lý hình ảnh. Phạm vi lỗi đạt đến mức độ điểm ảnh phụ, và cải thiện độ chính xác trong đo lường. Ngoài ra, thông tin tọa độ của các điểm trên hình ảnh được lưu trong mảng bộ nhớ cục bộ, điều này tạo điều kiện để tìm kiếm một cách nhanh chóng tọa độ của các điểm trên hình ảnh, và tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng, nhờ đó phản ánh chân thực hơn mức độ biến dạng của ống kính.

Các nội dung mô tả trên đây chỉ là các phương án ưu tiên theo sáng chế này, chứ không giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế này. Bất kể sự thay đổi, thay thế tương đương, cải tiến, v.v. nào được thực hiện trong phạm vi và nguyên lý của sáng chế này cũng đều nằm trong phạm vi bảo hộ của sáng chế này.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp đo độ biến dạng của ống kính, bao gồm các bước:

cung cấp thẻ thử nghiệm có mẫu ma trận điểm gồm các điểm $K \times N$, trong đó K và N đều là các số tự nhiên, và K bằng hoặc không bằng N ;

thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính;

thiết lập hệ tọa độ phẳng cho hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng một điểm ở góc trên bên trái của hình ảnh bị biến dạng làm gốc tọa độ, hướng về phía bên phải từ gốc tọa độ là chiều dương của trục X , và hướng xuống dưới từ gốc tọa độ là chiều dương của trục Y ;

định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm, và xác định các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm trên hệ tọa độ phẳng; và

tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm, nhờ đó thu được mức độ biến dạng của ống kính;

trong đó, việc định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm bao gồm:

thiết lập vùng tìm kiếm hình vuông được định tâm tại tọa độ của tâm hình ảnh bị biến dạng, một nửa chiều dài cạnh bên của vùng tìm kiếm hình vuông lớn hơn hoặc bằng hai lần bán kính của điểm trung tâm;

thiết lập vùng quét hình vuông được định tâm tại điểm nằm ở góc trên, bên trái của vùng tìm kiếm hình vuông, một nửa chiều dài cạnh bên của vùng này bằng bán kính của điểm trung tâm; bắt đầu quét vùng quét từ tâm của vùng quét, và tính toán giá trị trung bình của tất cả các điểm ảnh trong vùng quét;

trong vùng tìm kiếm, dịch chuyển liên tục tâm của vùng quét cho đến khi quét xong vùng tìm kiếm; so sánh các giá trị trung bình của các điểm ảnh thu được mỗi lần trong vùng quét với nhau, và xác định tâm của vùng quét mà ở đó giá trị trung bình cực tiểu hoặc giá trị trung bình cực đại trong số tất cả các giá trị trung bình của các điểm ảnh được bố trí là tâm của điểm trung tâm; và lần lượt xác định giá trị tọa độ của tâm điểm trung tâm, và xác định giá trị tọa độ của tâm điểm trung tâm là giá trị tọa độ

điểm trung tâm.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó,

trên thẻ thử nghiệm, điểm trung tâm có bán kính lớn hơn bán kính của bất kỳ điểm không ở trung tâm nào.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước dịch chuyển liên tục tâm của vùng quét bao gồm:

trong vùng tìm kiếm, dịch chuyển tâm của vùng quét từ trên xuống dưới và từ trái sang phải cho đến khi quét xong vùng tìm kiếm; và

việc định vị tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm, và xác định các giá trị tọa độ của tất cả các điểm không ở trung tâm trên hệ tọa độ phẳng bao gồm:

dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông sang bên trái một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm không ở trung tâm ở bên trái và trong cùng một hàng với điểm trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm không ở trung tâm;

dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông sang bên phải một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm không ở trung tâm ở bên phải và trong cùng một hàng với điểm trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm không ở trung tâm;

dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông xuống dưới một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm không ở trung tâm trong hàng tiếp sau hàng có bố trí điểm trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm không ở trung tâm; và

dịch chuyển vùng tìm kiếm hình vuông lên trên một khoảng bằng chiều dài bước chân xác định so với tâm của điểm trung tâm để định vị tất cả các điểm không ở trung tâm trong hàng trước hàng có bố trí điểm trung tâm, và xác định các giá trị tọa độ của các điểm không ở trung tâm.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phương pháp này bao gồm thêm các bước:

xác định trong bộ nhớ các mảng hai chiều có độ dài ít nhất là chứa tất cả các điểm, và lưu trữ thông tin tọa độ của điểm trung tâm vào trong mảng trung tâm của mảng hai chiều;

liên tục lưu tất cả các điểm được định vị vào trong mảng hai chiều theo các vị trí vật lý tương đối trên hình ảnh bị biến dạng để thiết lập các quan hệ chỉ số của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm với mảng hai chiều.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm bao gồm:

tìm bốn điểm A1, A2, A3 và A4 được bố trí lần lượt ở mép của hình ảnh bị biến dạng theo các quan hệ chỉ số của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm với mảng hai chiều, bốn điểm A1, A2, A3 và A4 đồng thời đáp ứng điều kiện là cứ hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4 được bố trí trên cùng một đường tham chiếu ở mép của hình ảnh bị biến dạng;

tìm các điểm giữa của cùng đường tham chiếu có bố trí hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4 theo các quan hệ chỉ số của điểm trung tâm với bốn điểm A1, A2, A3 và A4 và tất cả các điểm không ở trung tâm trên cùng đường tham chiếu có bố trí hai trong số bốn điểm A1, A2, A3 và A4, trong đó điểm giữa của đường tham chiếu có bố trí các điểm A1 và A2 được ký hiệu là B1, điểm giữa của đường tham chiếu có bố trí các điểm A2 và A3 được ký hiệu là B2, điểm giữa của đường tham chiếu có bố trí các điểm A3 và A4 được ký hiệu là B3, và điểm giữa của đường tham chiếu có bố trí các điểm A1 và A4 được ký hiệu là B4, các điểm giữa B1, B2, B3 và B4 đồng thời đáp ứng điều kiện là:

điểm B1, điểm trung tâm và điểm B3 được đặt trên cùng một đường tham chiếu;

điểm B2, điểm trung tâm và điểm B4 được đặt trên cùng một đường tham chiếu;

các hiệu số chỉ số giữa các điểm A1 và A2 so với điểm B1 là bằng nhau và được ký hiệu là m, các hiệu số chỉ số giữa các điểm A3 và A4 so với điểm B3 là bằng nhau và được ký hiệu là n, và $m=n$; và

các hiệu số chỉ số giữa các điểm A1 và A4 so với điểm B4 là bằng nhau và được ký hiệu là u, hiệu số chỉ số giữa các điểm A2 và A3 so với điểm B2 là bằng nhau và được ký hiệu là v, và $v=u$.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bước tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh

bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm bao gồm thêm:

tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng thẳng đứng dựa trên công thức sau:

$$\text{Hướng thẳng đứng} = 100\% * (\text{DisA1A4} + \text{DisA2A3}) / (2 * \text{DisB1B3})$$

trong đó, DisA1A4 biểu thị khoảng cách giữa điểm A1 và điểm A4, DisA2A3 biểu thị khoảng cách giữa điểm A2 và điểm A3, DisB1B3 biểu thị khoảng cách giữa điểm B1 và điểm B3, và Hướng thẳng đứng biểu thị mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng thẳng đứng; và

tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng ngang dựa trên công thức sau:

$$\text{Hướng ngang} = 100\% * (\text{DisA1A2} + \text{DisA3A4}) / (2 * \text{DisB2B4})$$

trong đó, DisA1A2 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A1 và A2, DisA3A4 biểu thị khoảng cách giữa các điểm A3 và A4, DisB2B4 biểu thị khoảng cách giữa các điểm B2 và B4, và Hướng ngang biểu thị mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng theo hướng ngang.

7. Hệ thống đo độ biến dạng của ống kính, trong đó phương pháp theo điểm 6 được ứng dụng để đo độ biến dạng của ống kính, hệ thống này bao gồm:

thẻ thử nghiệm có mẫu ma trận điểm gồm các điểm $K \times N$;

thiết bị tạo hình ảnh được tạo cấu hình để thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính; và thiết bị xử lý hình ảnh được tạo cấu hình để thiết lập hệ tọa độ phẳng cho hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng một điểm ở góc trên, bên trái của hình ảnh bị biến dạng làm gốc tọa độ, hướng về phía bên phải từ gốc tọa độ là chiều dương của trục X, và hướng xuống dưới từ gốc tọa độ là chiều dương của trục Y; định vị điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm của hình ảnh bị biến dạng bằng cách quét và tìm kiếm, và xác định các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm trên hệ tọa độ phẳng; và tính toán mức độ biến dạng của hình ảnh bị biến dạng bằng cách sử dụng các giá trị tọa độ của điểm trung tâm và tất cả các điểm không ở trung tâm, nhờ đó thu được mức độ biến dạng của ống kính.

8. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thu được hình ảnh bị biến dạng của thẻ

thử nghiệm sau khi bị làm biến dạng bởi ống kính bao gồm:

cung cấp máy ảnh công nghiệp, và chụp bằng máy ảnh công nghiệp thử nghiệm qua ống kính khi tâm của máy ảnh công nghiệp, tâm của ống kính và tâm của thử nghiệm trùng khớp với nhau để thu được hình ảnh bị biến dạng.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó,

khi điểm trung tâm và các điểm không ở trung tâm là các chấm đen thì xác định tâm của vùng quét, là nơi mà giá trị trung bình cực tiểu trong số tất cả các giá trị trung bình của các điểm ảnh được bố trí là tâm của điểm đen trung tâm, và xác định giá trị tọa độ của tâm điểm đen trung tâm.

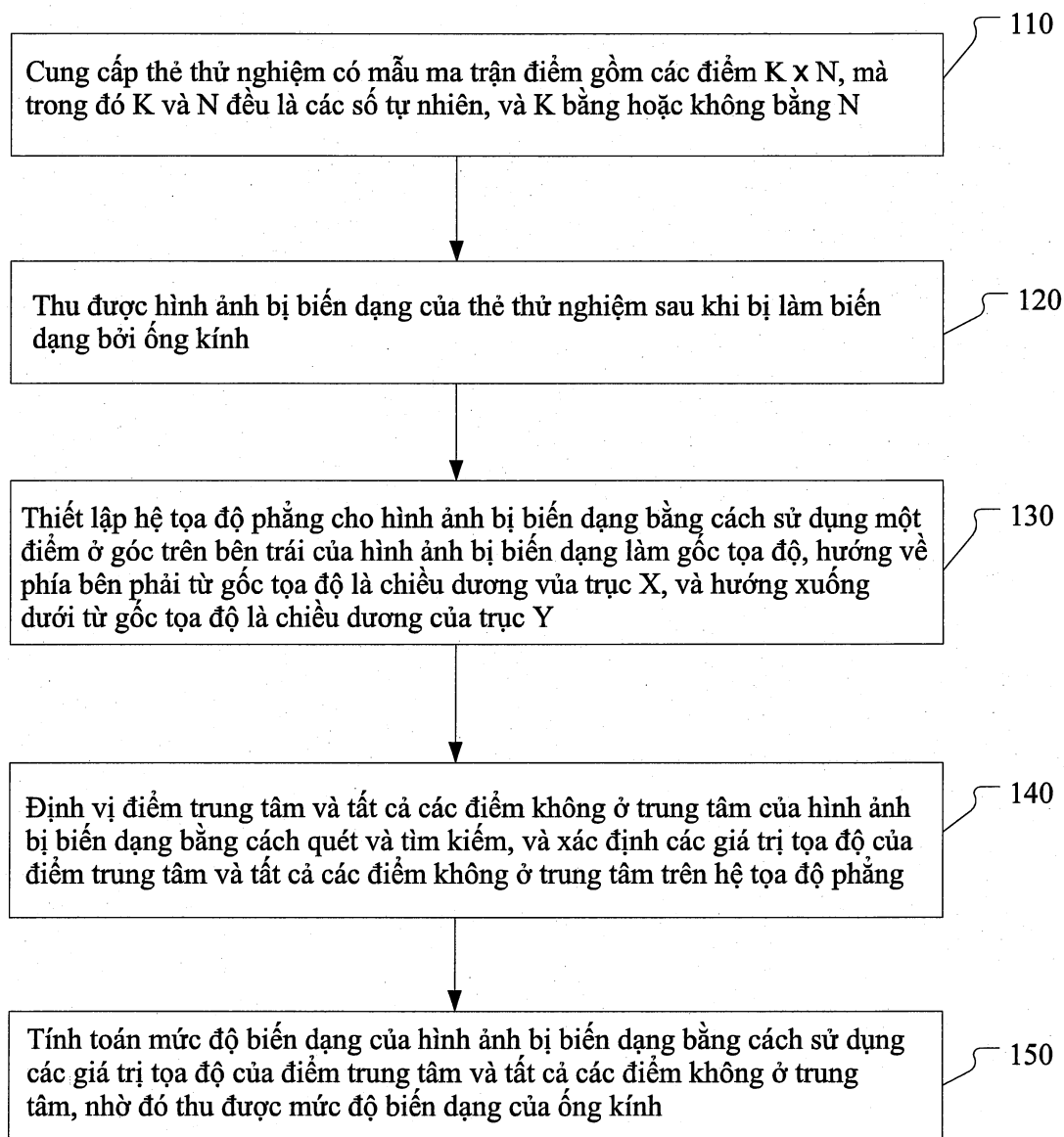
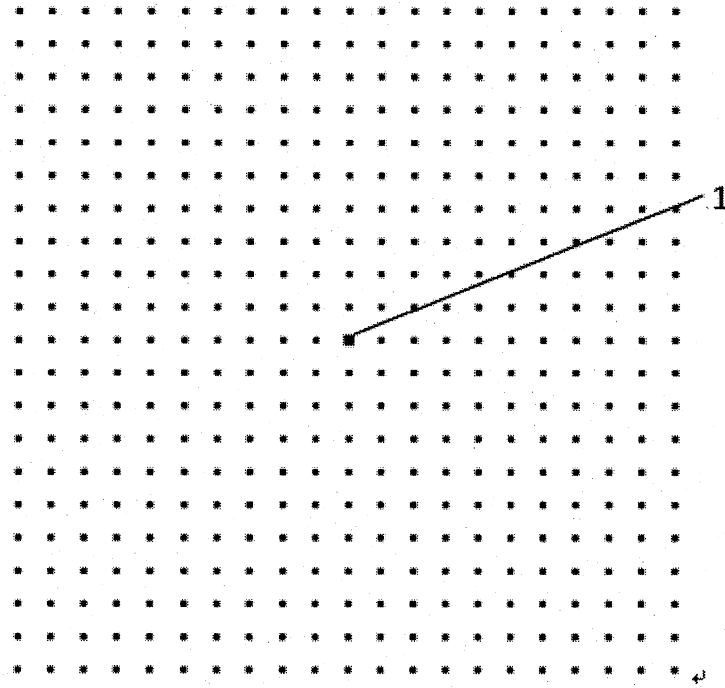
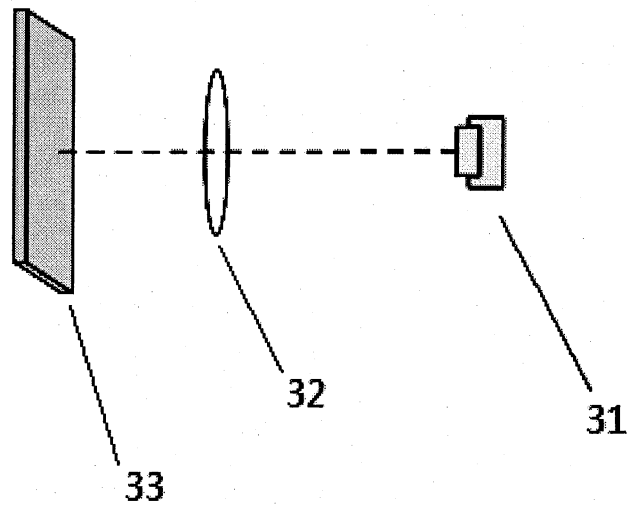
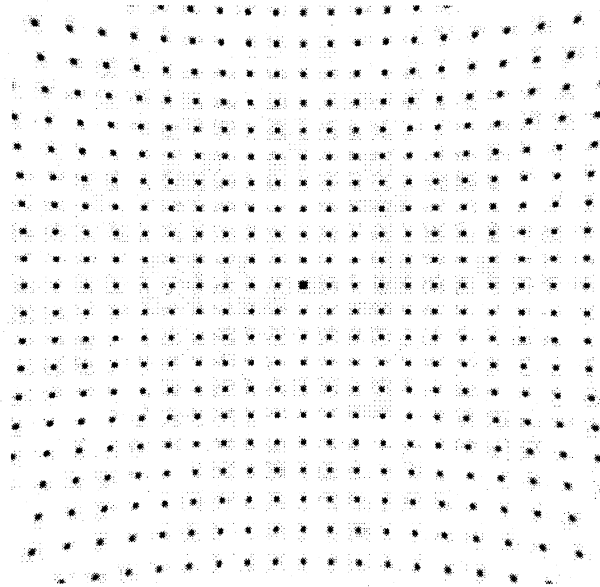
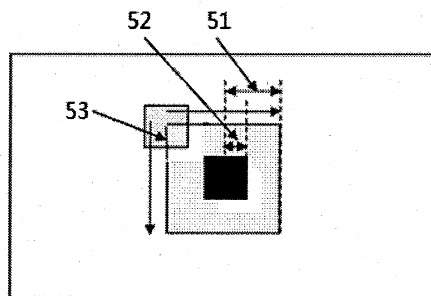
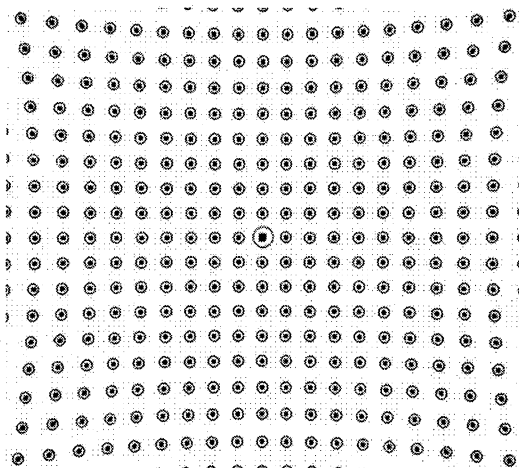


Fig. 1

**Fig. 2****Fig. 3**

**Fig. 4****Fig. 5****Fig. 6**

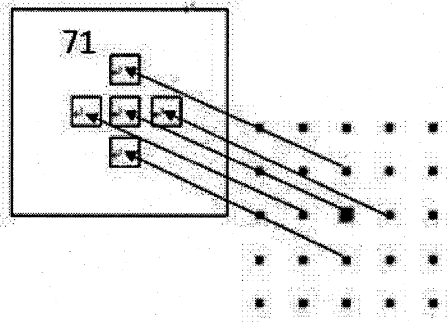


Fig. 7

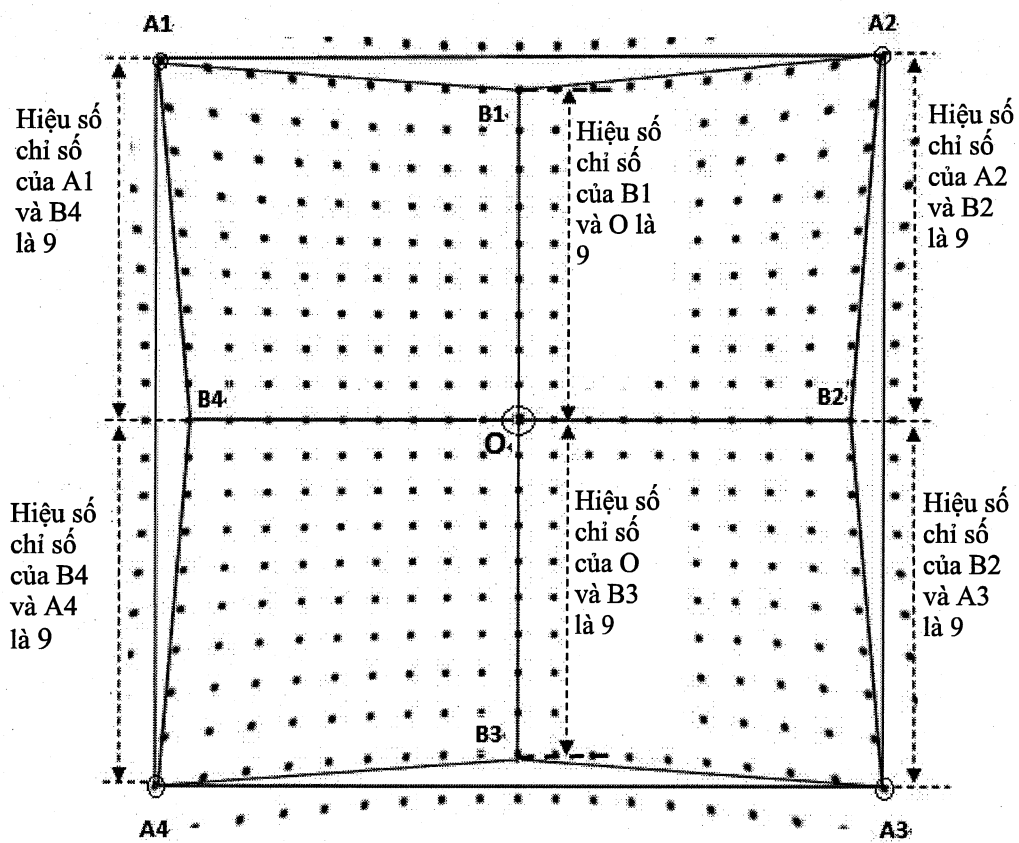


Fig. 8