



(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)



1-0031488

(51)⁷ H04N 5/225; G06T 7/00; H04N 17/00

(13) B

(21) 1-2016-05142

(22) 24/06/2015

(86) PCT/EP2015/064284 24/06/2015

(87) WO 2015/197710 A1 30/12/2015

(30) 10 2014 212 104.3 24/06/2014 DE

(45) 25/04/2022 409

(43) 27/03/2017 348A

(73) FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWANDTEN FORSCHUNG E.V. (DE)

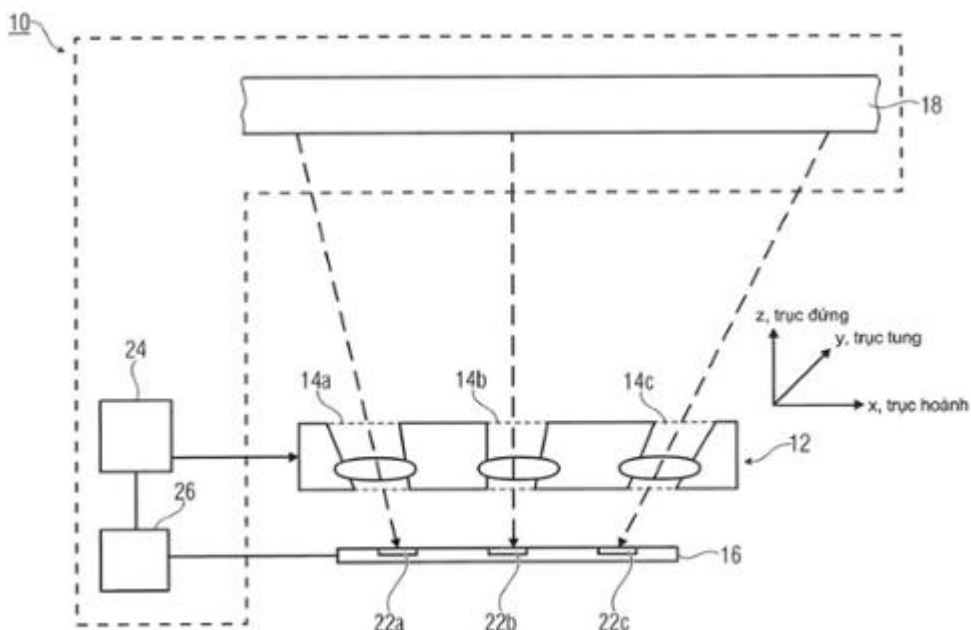
Hansastraße 27c, 80686 Muenchen, Germany

(72) BRUECKNER, Andreas (DE); WIPPERMANN, Frank (DE); BRAEUER, Andreas (DE).

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

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐỊNH VỊ TƯƠNG ĐỐI BỘ PHẬN QUANG HỌC NHIỀU KHẨU ĐỘ BAO GỒM CÁC KÊNH QUANG HỌC TRONG MỐI TƯƠNG QUAN VỚI CẢM BIẾN HÌNH ẢNH

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp định vị tương đối bộ phận quang học nhiều khẩu độ bao gồm các kênh quang học trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh. Trong đó thiết bị bao gồm đối tượng quy chiếu, thiết bị định vị, và thiết bị tính toán. Đối tượng quy chiếu được sắp xếp sao cho đối tượng quy chiếu được tạo ảnh lên một vùng ảnh trên mỗi kênh trong các kênh quang học bởi bộ phận quang học nhiều khẩu độ. Thiết bị định vị có thể điều khiển để thay đổi vị trí tương đối giữa quang học nhiều khẩu độ và cảm biến hình ảnh. Thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định các vị trí thực của đối tượng quy chiếu trong ít nhất ba vùng ảnh trong các hình ảnh của đối tượng quy chiếu và để điều khiển thiết bị định vị trên cơ sở sự so sánh của các vị trí thực với các vị trí.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp định vị tương đối bộ phận quang học nhiều khẩu độ bao gồm các kênh quang học. Sáng chế còn đề cập đến phương pháp cân chỉnh chủ động bộ phận quang học nhiều khẩu độ với cảm biến hình ảnh số.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Khi sản xuất các môđun máy ảnh cỡ nhỏ có độ phân giải cao, bước tích hợp vật kính bao gồm thực hiện quy trình cân chỉnh chủ động, tức là cân chỉnh một cách chủ động vật kính (các thấu kính của vật kính) trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh trong khi theo dõi và đánh giá hình ảnh xuất hiện. Bước này bao gồm di chuyển vật kính trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh và đánh giá hình ảnh xuất hiện theo tiêu chuẩn chất lượng được xác định trước về độ nét hình ảnh (đo một cách đặc thù độ tương phản hình ảnh và/hoặc hàm truyền môđun (module transfer function - MTF) tại các vị trí khác nhau trên hình ảnh). Việc định vị được tối ưu hóa, ví dụ, bằng cách tối đa hóa tiêu chuẩn chất lượng đo được, và vật kính được cố định (ví dụ bằng cách dán) một cách phù hợp ở vị trí này trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh. Một điều kiện trước hết được yêu cầu cho bước này là các đặc tính của vật kính (ví dụ độ tương phản hình ảnh, MTF) mà được rút ra đối với tiêu chuẩn chất lượng sẽ thay đổi đến mức độ đo được một cách đầy đủ qua sự dịch chuyển theo vị trí được sử dụng trong quy trình, như được biết đến, ví dụ, từ tài liệu sáng chế US 2013/0047396 A1 hoặc JP 20070269879.

Cho đến khi việc cân chỉnh chủ động được quan tâm, các thuật toán tối ưu hóa thông thường sẽ sai nếu các tham số của các vật kính chỉ biến thiên không đáng kể trong mối tương quan với các bước định vị. Tài liệu sáng chế JP 20070269879 áp dụng, ví dụ, cho các vật kính có độ sâu tiêu điểm lớn (và, cụ thể, các vật kính nhiều khẩu độ bao gồm các dãy thấu kính cực nhỏ) trong đó sự thay đổi khoảng cách z giữa vật kính và cảm biến hình ảnh chỉ dẫn đến các thay đổi không đáng kể về độ nét hình ảnh mà trong các trường hợp thực tế là khó để đo.

Do sự bố trí đối xứng xoay của các vật kính thông thường của các máy ảnh cỡ nhỏ quanh trục quang (z), các máy lắp ráp tự động trong công nghiệp trong hầu hết các trường hợp thể hiện năm mức độ tự do (và theo đó là năm trục) để định vị tương đối bộ phận quang học trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh ($3x$ tịnh tiến dọc theo các trục $x, y, z + 2x$ nghiêng $[tx, ty]$ quanh các trục x và y , ví dụ, như được mô tả trên Fig.18). Do đó, các quy trình và các máy lắp ráp chủ động được thiết lập không phù hợp cho việc căn chỉnh các vật kính mà không bao gồm tính đối xứng xoay quanh trục z . Các quy trình và máy này bao gồm, ví dụ, các vật kính tiệm cận, các vật kính bao gồm các thành phần lọc chọn lọc định hướng, mà còn có các vật kính nhiều khẩu độ bao gồm các dây thấu kính cực nhỏ.

Fig.18 thể hiện hình ảnh sơ đồ của sự bố trí lắp ráp của bộ phận quang học tạo ảnh nhiều khẩu độ để tạo thành vi mạch cảm biến hình ảnh với ký hiệu mức độ tự do yêu cầu x, y, z (tịnh tiến), tx, ty , và tz (xoay).

Cả hai giới hạn được mô tả áp dụng trong tổ hợp đối với các vật kính nhiều khẩu độ, trong bộ phận quang học nhiều khẩu độ vắn tắt, được gọi là các mắt chùm điện tử như được biết đến từ công bố sáng chế quốc tế số WO 2011/045324 A2. Sự sắp xếp nhiều khẩu độ bao gồm dãy các kênh quang học mà được kéo dài một chiều hoặc hai chiều trong mặt phẳng $x-y$, từng kênh quang học chụp phần được xác định của toàn bộ trường đối tượng.

Sự bố trí vị trí trung tâm của khẩu độ của từng kênh quang học riêng rẽ trong mối tương quan với tâm của ảnh phụ (như được nhìn theo mặt phẳng $x-y$ trong từng trường hợp) ở đây chạy phần chính về mặt độ chính xác của sự khôi phục và/hoặc khả năng phân giải của toàn bộ hình ảnh. Sự chênh lệch giữa vị trí trung tâm của khẩu độ và vị trí trung tâm của hình ảnh phụ kết hợp (chênh lệch theo khoảng cách) phải được điều chỉnh dọc theo mức độ tịnh tiến tự do theo x, y với độ chính xác nằm trong khoảng nửa và một mật độ điểm ảnh của cảm biến hình ảnh được sử dụng.

Sự sắp xếp này của bộ phận quang học nhiều khẩu độ đã được phát triển một cách rõ ràng để thu được các môđun máy ảnh cỡ nhỏ, cụ thể chúng có các dạng cấu trúc siêu mỏng (với mục đích được sử dụng trong các thiết bị mỏng ví dụ như các điện thoại thông minh, các máy tính bảng, các máy tính xách tay, v.v.).

Theo đó, các thấu kính cực nhỏ được sử dụng trong đó mà có các tiêu cự rất nhỏ (ví dụ $f = 1,2\text{mm}$) và, do đó, các độ sâu tiêu điểm lớn. Theo công thức $dz = 4 * l * (Fl\#)^2$ cho độ sâu tiêu điểm trong không gian ảnh (dz) với việc tạo ảnh nhiễu xạ bị giới hạn của chiều dài bước sóng W , ví dụ, trị số $dz = 12,7\mu\text{m}$ cho ánh sáng có chiều dài bước sóng là 550nm và số lượng f là $F/\# = 2,4$ đạt được.

Fig.19 minh họa dưới dạng sơ đồ các yêu cầu về mặt cân chỉnh của bộ phận quang học nhiều khẩu độ với mặt phẳng ảnh BE của cảm biến hình ảnh. Bộ phận quang học nhiều khẩu độ bao gồm các kênh quang học riêng được sắp xếp trong dãy một chiều hoặc hai chiều và bao gồm tâm. Các kênh quang học được bố trí bên ngoài tâm được tạo cấu hình để nhận tia gốc tới xiên PR. Người ta nhận ra rằng với tia tới xiên tại góc alpha “ α ”, của ánh sáng của tia gốc của điểm tới hạn trung tâm trong kênh quang học bên ngoài, điểm giao cắt với vị trí tiêu điểm (= ví dụ sự định vị tạm thời của cảm biến hình ảnh trong suốt quá trình lắp ráp) chịu sự dịch chuyển ngang (“ Δd ”) bên trong độ sâu tiêu điểm do chênh lệch của vị trí z (“ Δz ”). Với mật độ điểm ảnh $p_{px} = 2\mu\text{m}$ của cảm biến hình ảnh và cho độ dịch chuyển ngang cực đại lớn tương ứng thì trị số “ Δz ” được cho phép để $\Delta z = 4,3\mu\text{m}$ phù hợp nhất trong mối tương quan hình học $\tan(\alpha) = \Delta d / \Delta z$ tại góc tới là $\alpha = 25^\circ$. Trị số này nằm trong khoảng độ sâu tiêu điểm, sao cho bất kỳ kỹ thuật lắp ráp chủ động hiện thời nào dựa trên việc đánh giá độ tương phản hình ảnh không cho phép có đủ độ chính xác trong việc cân chỉnh vật kính trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh khi được áp dụng cho bộ phận quang học tạo ảnh nhiều khẩu độ. Do đó, Fig.19 thể hiện phần sơ đồ qua vật kính tạo ảnh nhiều khẩu độ theo công bố sáng chế số WO 2011/045324 A2. Những gì được thể hiện là các tia gốc cho các đường trung bình của tầm nhìn của các kênh quang học. Sự phóng to thể hiện độ dịch chuyển ngang Δd của tâm hình ảnh phụ của kênh quang học bên ngoài do các vị trí tiêu điểm khác nhau Δz nằm trong khoảng phía ảnh của độ sâu tiêu điểm và của góc tới α của tia gốc PR.

Để minh họa điều này, ví dụ bằng số sẽ được cho dưới đây.

Các tham số máy ảnh bao gồm, ví dụ, tiêu cự (f) bằng $1,2\text{mm}$, mật độ điểm ảnh (p_{px}) bằng $2\mu\text{m}$, khoảng tầm nhìn có góc mở là 59° theo chiều ngang, 46° theo chiều dọc (0° theo đường chéo). Góc tới cực đại (α) trên mặt phẳng hình ảnh lên đến 25° . Kích thước của dãy các thấu kính cực nhỏ lên đến ($H \times W$): $7,75\text{mm} \times 4,65\text{mm}$.

Điều này dẫn đến các độ dung sai cân chỉnh kết hợp như sau: độ dịch chuyển chấp nhận được trong mặt phẳng x-y lên đến tối đa là 2 điểm ảnh, tức là $\Delta x \leq 4\mu m$ và $\Delta y \leq 4\mu m$. Độ xoắn chấp nhận được quanh trục x,y (sai số hình nêm) lên đến cực đại là nửa điểm ảnh, tức là $\Delta t_x = \arctan\left(\frac{p_{px}}{2f}\right) \leq 0,05^\circ$ và $\Delta t_y = \arctan\left(\frac{p_{py}}{2f}\right) \leq 0,05^\circ$. Độ xoắn chấp nhận được bởi trục z lên đến cực đại là một điểm ảnh trong các kênh bên ngoài, tức là $\Delta t_z = \arctan\left(\frac{p_{pz}}{H/2}\right) \leq 0,03^\circ$. Độ dịch chuyển theo trục z (sai số khoảng cách) lên đến cực đại là một mật độ điểm ảnh (Δd) trong các kênh quang học bên ngoài ->

$$\Delta z = \frac{\Delta d}{\tan(\alpha)} \leq 4,3\mu m.$$

Các phương pháp được biết đến để cân chỉnh bộ phận quang học với cảm biến hình ảnh được biết đến, ví dụ, như việc cân chỉnh chủ động và sự cố gắng để điều chỉnh các thấu kính riêng rẽ hoặc toàn bộ hệ thống trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh như hàm số về chất lượng (trong hầu hết các trường hợp, của độ tương phản) của hình ảnh tương ứng được chụp.

Các thiết bị được biết đến cho sự cân chỉnh vật kính của máy ảnh chủ động chủ yếu liên quan đến việc lắp ráp quang học đối xứng xoay, được gọi là sự cân chỉnh chủ động 5D, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh trong môi trường sản xuất và cho số lượng lớn các mục. Các thiết bị như vậy và các kỹ thuật lắp ráp được sử dụng không thể biến đổi để phù hợp với các nhu cầu lắp ráp chủ động của các vật kính nhiều khẩu độ. Ví dụ, độ chính xác của các trục được lắp ráp là quá nhỏ. Ví dụ, tài liệu [1] mô tả rằng sự tịnh tiến x,y,z có thể được điều chỉnh với độ chính xác là $\pm 5\mu m$, và sự xoắn tx,ty, và/hoặc tz có thể được điều chỉnh với độ chính xác là $\pm 0,1^\circ$, mà là không đủ đối với quang học nhiều khẩu độ theo ví dụ bằng số ở trên. Độ chính xác không đủ của các quy trình lắp ráp được dựa trên sự đánh giá độ tương phản hình ảnh, trên môi trường hệ thống đóng và, theo đó, trên sự thiếu tiếp cận đến việc dẫn động hệ thống định vị và tới sự hiển thị của các bảng mạch máy ảnh được sử dụng. Ví dụ, nhà sản xuất thiết bị sẽ luôn định rõ cùng mẫu kiểm tra, không kể khách hàng nào (nhà sản xuất quang học) sử dụng thiết bị.

Hệ thống lắp ráp mà sử dụng tổ hợp sự cân chỉnh bị động và chủ động được biết đến từ US 2013/0047396. Hệ thống đã nêu thể hiện các giới hạn giống nhau như đã được mô tả ở trên.

Phương pháp của việc lắp đặt bộ phận quang học máy ảnh chủ động của các môđun máy ảnh trong khi sử dụng sự đánh giá độ tương phản hình ảnh được biết đến từ tài liệu sáng chế số JP 20070269879. Phương pháp này, cũng, là khó hoặc thậm chí không thể để làm thích ứng với các yêu cầu của bộ phận quang học nhiều khẩu độ.

Các khái niệm khác mô tả giá đỡ vật kính chủ động. Như phương án thay cho sự cân chỉnh và cố định chủ động, các vật kính tạo ảnh có thể được gắn trong các giá đỡ mà cho phép định vị sau giữa vật kính và cảm biến hình ảnh để được thực hiện tại điểm sau đúng lúc, ví dụ, như được mô tả trong tài liệu sáng chế US 2011/0298968 A1. Phản hồi bổ sung đến cảm biến hình ảnh, bộ phận đánh giá hoặc cảm biến được cho phép bởi hàm chủ động như tự lấy nét hoặc ổn định ảnh quang. Các thiết kế yêu cầu cho việc này bao gồm rất nhiều nỗ lực, do đó tốn kém và giới hạn sự thu nhỏ của các môđun máy ảnh. Trong lĩnh vực bộ phận quang học nhiều khẩu độ cỡ nhỏ hoặc các máy ảnh nhiều khẩu độ cỡ cực nhỏ, việc sử dụng các thành phần máy móc cực nhỏ cho đến nay chưa được biết đến vì lý do chi phí và về mặt làm giảm kích thước kiểu dáng.

Do đó, những gì được mô tả là khái niệm cho phép sản xuất các thiết bị máy ảnh nhiều khẩu độ mà có chất lượng hình ảnh tăng và độ dung sai sản xuất nhỏ hơn.

Tài liệu tham khảo

[1] www.aeiboston.com/platform_cmat.htm, May 2014

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là cung cấp thiết bị định vị bộ phận quang học nhiều khẩu độ mà có chất lượng hình ảnh cao của môđun máy ảnh được sản xuất cũng như độ dung sai sản xuất nhỏ.

Mục đích này đạt được bởi đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ độc lập.

Ý tưởng cốt lõi của sáng chế là đã được công nhận rằng đối tượng nêu trên có thể đạt được ở chỗ việc định vị bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong môi trường quan với cảm biến hình ảnh có thể được thực hiện trên cơ sở đối tượng quy chiếu chụp được bởi cảm biến hình ảnh; sự cân chỉnh bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong môi trường quan với cảm biến hình ảnh trên cơ sở các vị trí mà đối tượng quy chiếu hoặc mẫu tham chiếu trên đối tượng quy chiếu được tạo ảnh trong các vùng ảnh của cảm biến hình ảnh có thể được thực hiện với độ chính xác cao. Sự so sánh các vị trí thực

với các vị trí, ví dụ, các tâm toàn bộ hoặc cục bộ của cảm biến hình ảnh, cho phép sự điều chỉnh trên cơ sở so sánh các vị trí.

Theo một phương án, thiết bị định vị tương đối bộ phận quang học nhiều khẩu độ bao gồm đối tượng quy chiếu, thiết bị định vị, và thiết bị tính toán. Đối tượng quy chiếu được sắp xếp sao cho đối tượng quy chiếu được tạo ảnh tới một vùng ảnh trên mỗi kênh bằng bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong các kênh quang học. Thiết bị định vị có thể điều chỉnh được để thay đổi vị trí tương đối giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ và cảm biến hình ảnh. Thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định các vị trí thực của đối tượng quy chiếu trong ít nhất ba vùng ảnh trong các hình ảnh của đối tượng quy chiếu và để điều khiển thiết bị định vị trên cơ sở sự so sánh các vị trí thực với các vị trí. Các vị trí có thể là các vị trí trung tâm hoặc các vị trí tham chiếu khác, ví dụ, trong một vùng ảnh tương ứng và/hoặc trong các vùng ảnh khác. Theo cách khác hoặc ngoài ra, các vị trí có thể là, ví dụ, các vị trí đích được đặt để so sánh. Trên cơ sở so sánh về ba vùng ảnh, chất lượng hình ảnh cao, độ lệch vị trí nhỏ và, do đó, mức dung sai sản xuất cao của toàn bộ thiết bị đối với một vài hoặc thậm chí tất cả các vùng ảnh có thể đạt được.

Phương án nữa cung cấp thiết bị trong đó thiết bị tính toán được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị cố định được tạo kết cấu để làm cứng vật liệu dán được đặt giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ và cảm biến hình ảnh. Thiết bị này cho phép sự cố định của vị trí tương đối được điều chỉnh giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ và cảm biến hình ảnh.

Phương án nữa cung cấp thiết bị trong đó cảm biến hình ảnh bao gồm ít nhất một vùng ảnh bên trong và bốn vùng ảnh bên ngoài được sắp xếp theo cách được phân bố tỏa tròn quanh vùng ảnh bên trong. Bốn vùng ảnh bên ngoài được sắp xếp dọc theo trục hoành, ví dụ trục x, và trục tung, ví dụ trục y. Các vùng ảnh bên ngoài được sắp xếp theo các cặp đối nhau song song với trục lẫn và song song với trục tung, ví dụ, theo hình chữ nhật. Thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định độ lệch mẫu của mẫu trong vùng ảnh bên trong và ít nhất bốn vùng ảnh bên ngoài trên cơ sở sự so sánh của các vị trí thực với các vị trí. Thiết bị này cho phép định tâm hình ảnh kiểm tra trong vùng ảnh bên trong và sự điều chỉnh sau của các hình ảnh tương ứng trong các vùng ảnh bên ngoài, sao cho độ lệch vị trí đối với trục hoành, trục tung, và trục đứng

có thể giảm một cách có lợi trong khi khai thác được sự đối xứng của các độ lệch vị trí.

Phương án nữa cung cấp thiết bị trong đó thiết bị tính toán được tạo cấu hình để hội tụ hình ảnh được chụp trong vùng ảnh bên trong từ đối tượng quy chiếu, mà có nghĩa là khoảng cách phóng to đạt được trị số mục tiêu khoảng cách phóng to để xác định độ chênh lệch ngang của vị trí thực cho vùng ảnh bên trong trên cơ sở độ lệch mẫu dọc theo trục hoành và dọc theo trục tung, và để điều khiển thiết bị định vị sao cho độ chênh lệch ngang đối với trục hoành và trục tung đạt được trị số mục tiêu tương ứng, để thu được hình ảnh sao cho nó được hội tụ và định tâm trong vùng ảnh bên trong. Thiết bị tính toán còn được tạo cấu hình để xác định số đo của các chênh lệch sai số hình nêm của các khoảng cách mẫu cho bốn vùng ảnh bên ngoài và để điều khiển thiết bị định vị sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ được nghiêng trong mỗi tương quan với trục hoành và trục tung, sao cho sự chênh lệch sai số hình nêm đạt được trị số cuộn mục tiêu và/hoặc trị số dốc mục tiêu. Thiết bị tính toán còn được tạo cấu hình để xác định sự chênh lệch xoay của độ lệch mẫu cho bốn vùng ảnh bên ngoài dọc theo hướng bên cực bộ thứ nhất và thứ hai của các vùng ảnh bên ngoài tương ứng, và để điều khiển thiết bị định vị, sao cho cùng xoay bộ phận quang học nhiều khẩu độ quanh trục đứng, sao cho các chênh lệch xoay đạt được trị số xoay mục tiêu. Thiết bị tính toán còn được tạo cấu hình để xác định số đo của độ chênh lệch trong sự phóng to độ lệch mẫu cho từng vùng ảnh trong số các vùng ảnh bên ngoài dọc theo hướng song song với trục hoành và dọc theo hướng song song với trục tung, và để điều khiển thiết bị định vị sao cho cùng dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ dọc theo trục đứng, sao cho các chênh lệch trong sự phóng to đạt được trị số phóng to mục tiêu.

Lợi ích của phương án này là ở chỗ sự cân chỉnh của bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong mỗi tương quan với cảm biến hình ảnh được cho phép theo sáu mức độ tự do quanh vùng ảnh bên trong trên cơ sở của việc hội tụ và định tâm hình ảnh đã nêu trong mỗi tương quan với vùng ảnh bên trong, sao cho việc định vị đạt được mức độ chính xác cao.

Theo phương án nữa, thiết bị tính toán được tạo cấu hình để thực hiện việc hội tụ và định tâm hình ảnh đã nêu trong mỗi tương quan với vùng ảnh bên trong trước một hoặc bất kỳ sự cân chỉnh nào trong mỗi tương quan với vùng ảnh bên ngoài, sao

cho từng sai số hình nê, sai số xoay và/hoặc sai số phóng to của các vùng ảnh bên ngoài trong mối tương quan với vùng ảnh bên trong có thể được giảm.

Lợi ích của phương án này là ở chỗ mức độ chính xác của việc định vị được tăng thêm nữa.

Phương án nữa cung cấp phương pháp định vị tương đối bộ phận quang học nhiều khẩu độ bao gồm các kênh quang học trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh.

Các phương án có lợi nữa là đối tượng của các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án được ưu tiên của sáng chế sẽ được giải thích dưới đây với sự tham chiếu đến các hình vẽ đi kèm, trong đó:

Fig.1 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị định vị tương đối bộ phận quang học nhiều khẩu độ bao gồm các kênh quang học trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh theo phương án;

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị được nâng cấp như được so sánh với thiết bị của Fig.1 ở chỗ thiết bị tính toán được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị cố định theo phương án;

Fig.3a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ mà xuất hiện sai số vị trí, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, dọc theo hướng cuốn ngược theo phương án;

Fig.3b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái của Fig.3 theo một phương án.

Fig.4a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ mà thể hiện sai số hình nê, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, đối với trục tung theo phương án;

Fig.4b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái của Fig.4a theo phương án;

Fig.5 thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ bị xoắn, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, bởi góc quanh trục đứng, hoặc trục z theo phương án;

Fig.6a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ mà thể hiện khoảng cách cực nhỏ, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, dọc theo trục đứng theo phương án;

Fig.6b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái của Fig.6a theo phương án;

Fig.7a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của trạng thái trong đó bộ phận quang học nhiều khẩu độ thể hiện khoảng cách cực lớn, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh theo phương án;

Fig.7b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái của Fig.7a theo phương án;

Fig.8 thể hiện lưu đồ của phương pháp hiệu chỉnh độ lệch của bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh bởi sự tịnh tiến x và/hoặc sự tịnh tiến y, như được mô tả cho các hình vẽ Fig.3a và 3b, theo phương án;

Fig.9 thể hiện lưu đồ của phương pháp mà có thể được thực hiện bởi thiết bị tính toán để bù cho sai số hình nôm như được mô tả cho các hình vẽ Fig.4a và Fig.4b, theo phương án;

Fig.10 thể hiện lưu đồ của phương pháp bù cho sự xoắn quanh trục đứng, hoặc trục z, của vùng ảnh bên trong như được mô tả cho Fig.5 theo phương án;

Fig.11 thể hiện lưu đồ của phương pháp cân chỉnh bộ phận quang học nhiều khẩu độ bằng sự tịnh tiến dọc theo trục z, hoặc trục đứng, như được mô tả cho các hình vẽ Fig.6a, 6b, 7a và 7b, theo phương án;

Fig.12 thể hiện lưu đồ của phương pháp như có thể được thực hiện, ví dụ, trước một trong số các phương pháp theo hình vẽ bất kỳ trong số các hình vẽ Fig.8, Fig.9, Fig.10, hoặc Fig.11, để cho phép dòng quy trình thô của các phương pháp đã nêu, theo phương án;

Fig.13 thể hiện lưu đồ của phương pháp trong đó các độ chính xác định vị cao có thể đạt được một cách có lợi theo sáu mức độ tự do, theo phương án;

Fig.14 thể hiện giản đồ để minh họa các mối quan hệ giữa hệ tọa độ toàn bộ và các hệ tọa độ cục bộ bằng cách ví dụ cho vùng ảnh theo phương án;

Fig.15 thể hiện sự biểu diễn dạng sơ đồ của việc quét trong mặt phẳng của đối tượng bởi vật kính nhiều khẩu độ bao gồm bộ phận quang học nhiều khẩu độ và cảm biến hình ảnh có sự sắp xếp 2D của các kênh quang học, theo phương án;

Fig.16 thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ bao gồm bộ phận quang học nhiều khẩu độ và cảm biến hình ảnh để minh họa các mối quan hệ của Fig.15 theo phương án;

Fig.17a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ mà được điều chỉnh trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, theo phương án;

Fig.17b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái của Fig.17a theo phương án;

Fig.18 thể hiện hình ảnh dạng sơ đồ của sự bố trí lắp ráp của bộ phận quang học nhiều khẩu độ để tạo ra vi mạch cảm biến hình ảnh; và

Fig.19 thể hiện sơ đồ mặt cắt ngang để minh họa các yêu cầu đối với sự cân chỉnh của bộ phận quang học nhiều khẩu độ với mặt phẳng ảnh của bộ cảm biến hình ảnh, theo tình trạng kỹ thuật.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trước khi các giải thích chi tiết được đưa ra dưới đây cho các phương án của sáng chế bằng các hình vẽ, lưu ý rằng các phần tử, các đối tượng và hoặc kết cấu mà giống nhau hoặc có các chức năng giống nhau hoặc các hoạt động giống nhau được cung cấp với các số tham chiếu giống nhau trong các hình vẽ khác nhau, sao cho sự mô tả của các phần tử đã nêu được biểu diễn trong các phương án khác nhau có thể trao đổi được cho nhau và/hoặc có thể áp dụng được cho nhau.

Sau đây, sự tham chiếu sẽ được thực hiện đến sự cân chỉnh của bộ phận quang học nhiều khẩu độ và cảm biến hình ảnh với các vùng ảnh, trong mối tương quan với nhau. Sự cân chỉnh tương đối có thể được thực hiện một cách cơ bản theo sáu mức độ tự do, mà mô tả sự tịnh tiến dọc theo ba hướng không gian x, y và z cũng như sự xoay quanh các trục x, y và z. Ngoài ra, các giải thích sau đây có liên quan đến trục hoành, trục tung, và trục đứng mà được sắp xếp, cho sự hiểu biết đơn giản, song song, hoặc một cách tương đương lần lượt với các trục x, y và z của vùng ảnh bên trong theo không gian ba chiều trong trường hợp sự cân chỉnh lý tưởng của bộ phận quang học nhiều

khẩu độ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh. Trong phạm vi này, các tọa độ x , y và/hoặc z có liên quan đến hệ tọa độ cục bộ tương ứng trong vùng ảnh của cảm biến hình ảnh. Các tọa độ hoặc các hướng ngang, dọc và/hoặc cao có liên quan đến hệ tọa độ toàn bộ trong đó cảm biến hình ảnh và/hoặc các bộ phận quang học nhiều khẩu độ được sắp xếp.

Hệ tọa độ của vùng ảnh bên trong của cảm biến hình ảnh và hệ tọa độ (toàn bộ) được xác định bởi trục hoành, trục tung và trục đứng có thể có điểm gốc giống nhau và, do đó, điểm chốt xoay giống nhau khi, ví dụ, các bộ phận quang học nhiều khẩu độ được xoắn hoặc được di chuyển quanh điểm gốc toàn bộ. Các hệ tọa độ được mô tả như các hệ tọa độ Đề-các, cũng có khả năng sử dụng các hệ tọa độ khác như nền tảng cơ bản. Chúng có thể biến đổi được lẫn nhau bằng sự biến đổi phối hợp. Các phương án được mô tả dưới đây có thể được thực hiện hoặc thực thi mà không có bất kỳ giới hạn nào về mặt lợi ích thậm chí khi các hệ tọa độ khác được sử dụng như nền tảng cơ bản.

Fig.1 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị 10 để định vị tương đối bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 bao gồm các kênh quang học 14a-c trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16. Thiết bị 10 bao gồm đối tượng quy chiếu 18 được sắp xếp sao cho đối tượng quy chiếu 18 được tạo ảnh trong vùng ảnh 22a-c trên mỗi kênh bởi bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 trong các kênh quang học 14a-c.

Thiết bị 10 bao gồm thiết bị định vị 24 có thể điều chỉnh để thay đổi vị trí tương đối giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16. Một cách có lợi, thiết bị định vị được tạo cấu hình để di chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 theo sáu mức độ tự do trong không gian ba chiều trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16. Tuy nhiên, cũng là khả thi cho thiết bị định vị 24 để được tạo cấu hình để di chuyển cảm biến hình ảnh 16 trong không gian ba chiều. Hơn nữa, có thể hiểu được đối với thiết bị định vị để di chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 hoặc cảm biến hình ảnh 16 dọc theo ít hơn sáu mức độ tự do trong không gian ba chiều.

Thiết bị 10 còn bao gồm thiết bị tính toán 26 được tạo cấu hình để xác định, trong các hình ảnh của đối tượng quy chiếu 18, các vị trí thực của đối tượng quy chiếu trong ít nhất ba vùng ảnh 22a-c và để điều khiển thiết bị định vị 24 trên cơ sở sự so

sánh các vị trí thực với các vị trí. Các vị trí có thể là các vị trí tham chiếu mà đối tượng quy chiếu 18 được tạo ảnh trong trạng thái được điều chỉnh, ví dụ các vị trí trung tâm của các vùng ảnh 22a-c (cục bộ) hoặc của cảm biến hình ảnh 16 (toàn bộ).

Ví dụ, thiết bị tính toán 26 được tạo cấu hình để nhận và đánh giá hình ảnh tương ứng trong các vùng ảnh 22a-c. Cảm biến hình ảnh có thể là thiết bị tích điện kép (charge-coupled device - CCD), chất bán dẫn oxit kim loại bù (complementary metal-oxide semiconductor - CMOS), hoặc cảm biến hình ảnh số khác.

Các vùng ảnh 22a-c có thể được sắp xếp tại hoặc trong cảm biến hình ảnh 16 sao cho chúng được đặt cách khỏi nhau. Theo cách khác, các vùng ảnh 22a-c cũng có thể là phần của ma trận điểm ảnh liên tiếp, mà có thể có thể phân biệt được với nhau, ví dụ bằng các cách khác nhau của việc địa chỉ hóa các điểm ảnh tương ứng. Ví dụ, từng vùng ảnh trong số các vùng ảnh 22a-c được tạo cấu hình để chụp một đoạn đối tượng quy chiếu 18. Trong đoạn tương ứng, ví dụ mẫu kiểm tra hoặc phần của nó có thể được sắp xếp sao cho mẫu kiểm tra tương ứng của đoạn tương ứng được tạo ảnh trong vùng ảnh tương ứng 22a-c, một khi được sắp xếp, mẫu kiểm tra có thể được bố trí sao cho có thể được chụp cho một, một vài hoặc tất cả các vùng ảnh 22a-c.

Sự cân chỉnh xác định của hai trong số các thành phần của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, cảm biến hình ảnh 16, và đối tượng quy chiếu 18, ví dụ sự cân chỉnh xác định và/hoặc định vị của đối tượng quy chiếu 18 trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16 hoặc trong mối tương quan với bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, cho phép đánh giá hình ảnh mục tiêu mà để được chụp từ đối tượng quy chiếu 18, trong các vùng ảnh 22a-c khi bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 có vị trí hoặc sự cân chỉnh không lỗi trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16 hoặc được sắp xếp nằm trong độ dung sai chấp nhận được. Sự cân chỉnh tương đối giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16 do đó có thể được thực hiện trên cơ sở sự so sánh các vị trí thực và các vị trí (mục tiêu). Điều này có nghĩa là thiết bị tính toán được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị trên cơ sở sự so sánh vị trí thực của vùng ảnh trong mối tương quan với các vị trí thực trong các vùng ảnh khác.

Như được so sánh với sự cân chỉnh dựa trên sự tương phản của hình ảnh chụp được, điều này cho phép độ chính xác cao vì sự tương phản mà được dựa trên khoảng độ sâu tiêu điểm của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 dẫn đến các kết quả không

chính xác hoặc thậm chí sai. Khoảng cách giữa đối tượng quy chiếu 18 và cảm biến hình ảnh 16 có thể, ví dụ, nhỏ hơn 2m, nhỏ hơn 1m, hoặc nhỏ hơn 50cm. Theo nguyên tắc, khoảng cách giữa đối tượng quy chiếu 18 và cảm biến hình ảnh 16 có thể là sự phụ thuộc vào ứng dụng, theo sự thực hiện của cảm biến hình ảnh 16, với bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, và/hoặc với độ phóng to hoặc độ phân giải dự kiến.

Fig.2 thể hiện sơ đồ khối của thiết bị 20 mà như được so sánh với thiết bị 10 được nâng cấp ở chỗ thiết bị tính toán 26 được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị cố định 28. Thiết bị cố định 28 được tạo kết cấu để làm cứng vật liệu dán 32 được đặt giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16. Ví dụ, khi bộ phận quang học nhiều khẩu độ 13 được định vị trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16, bộ phận quang học nhiều khẩu độ đã nêu có thể tiếp xúc với cảm biến hình ảnh 16 bằng vật liệu dán 32. Vật liệu dán 32 có thể, ví dụ, là chất dính bất kỳ mà có thể hóa cứng trong ánh sáng cực tím (UV). Thiết bị cố định 28 có thể là nguồn ánh sáng UV, ví dụ, mà phát ra ánh sáng UV trên cơ sở được dẫn động bởi thiết bị tính toán 26, để làm cứng vật liệu dán 32. Theo cách khác, vật liệu dán 32 có thể là chất dính nhiệt, là có thể cho thiết bị cố định 28 để được tạo kết cấu như nguồn nhiệt. Theo nguyên tắc, thiết bị cố định 28 cũng có thể được tạo kết cấu để thiết lập liên kết cơ khí khác nhau giữa cảm biến hình ảnh 16 và bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, ví dụ liên kết ngàm, đỉnh ốc, đỉnh tán và/hoặc hàn.

Lợi ích ở trên là ở chỗ vị trí tương đối được thiết lập giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16 có thể được cố định một cách hợp lý mà không có bất kỳ bước trung gian nào khác và, do đó, có thể ngăn ngừa sự thêm các sai số vị trí. Theo các khác, thiết bị cố định 28 cũng có thể là một phần của thiết bị 20.

Đối tượng quy chiếu 18 có mẫu ở dạng các mẫu con và/hoặc các mốc 35a-c được sắp xếp tại đó trong các vùng tham chiếu 33a-c, sao cho trong từng trường hợp một mẫu con 35a-c được chụp bởi một trong số các kênh quang học 14a-c và được tạo ảnh cho vùng ảnh tương ứng 22a-c như mốc. Điều này cho phép sự cân chỉnh của cảm biến hình ảnh 16 với mẫu tham chiếu trên đối tượng quy chiếu 18 cho sự điều chỉnh sau của bộ phận quang học nhiều khẩu độ, có khả năng là sự cân chỉnh được thực hiện, ví dụ, bằng cách sử dụng các quy luật quang học và bộ phận quang học nhiều khẩu độ có độ lệch bằng không.

Việc sử dụng mẫu kiểm tra trên đối tượng quy chiếu cho phép, ví dụ, đánh giá các vùng ảnh 22a-c bằng thiết bị tính toán 26 trên cơ sở sự phát hiện sườn trong vùng ảnh 22a-c. Các thuật toán cho việc này có thể được sử dụng theo cách chính xác và nhanh chóng. Các mốc phù hợp trên đối tượng quy chiếu có thể là các cấu trúc ví dụ như hình chữ thập, hình tròn hoặc hình chữ H mà theo sự sắp xếp hình học. Theo nguyên tắc, các cấu trúc khác cũng có thể được sắp xếp - tuy nhiên tốt hơn là các cấu trúc như vậy mà xuất có độ dài sườn lớn trong mối tương quan với các cấu trúc điểm. Dù trong các giải thích ở trên, sự sắp xếp của các mốc luôn được mô tả như kết cấu x, nó cũng là khả thi để các mốc xuất hiện trong chòm hình sao, trong chòm hình tròn hoặc tương tự, do đó các mốc được chiếu một cách hợp lý vào trong các vùng ảnh nhiều hơn, ít hơn, và/hoặc vùng ảnh khác trên cảm biến hình ảnh. Các phương án được mô tả ở trên cho phép sự thích ứng đơn giản của sự xác định các vị trí và của sự đánh giá độ lệch vị trí, sao cho các mẫu kiểm tra khác nhau có thể áp dụng một cách dễ dàng.

Các giải thích sau liên quan đến các bước dẫn động được truyền đạt từ thiết bị tính toán 26 đến thiết bị định vị 24 để dẫn động thiết bị định vị sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ được di chuyển trong không gian ba chiều trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh. Bước bù sai số được mô tả dưới đây sẽ được mô tả theo chuỗi mà cho phép một cách thuận lợi sự cân chỉnh chính xác của bộ phận quang học nhiều khẩu độ theo sáu mức độ tự do trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh. Thiết bị định vị 26 theo các khác có thể được tạo cấu hình để thực hiện chỉ một hoặc nhiều bước bù sai số trong số các bước bù sai số được mô tả và/hoặc để thực hiện như nhau theo chuỗi được cải biến.

Fig.3 thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 mà thể hiện, có liên quan đến cảm biến hình ảnh 16, sai số vị trí dọc theo hướng cuốn ngược. Fig.3b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái này. Trên Fig.3a, cảm biến hình ảnh 16 được sắp xếp trong bảng mạch in 36 và được tiếp xúc với bảng mạch in này, sao cho các hình ảnh được chụp của các vùng ảnh 22a-f từ cảm biến hình ảnh 16 có thể thu được bởi thiết bị tính toán tại bảng mạch in 36.

Sai số vị trí bên dọc theo hướng cuốn ngược dẫn đến sự chênh lệch tương đối về các vị trí ΔR giữa cảm biến hình ảnh 16 và bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12.

Các tâm vi ảnh của thiết bị quang học, tức là các tâm 37 của các kênh quang học 14a-f đã chịu, bằng cách ví dụ, sự dịch chuyển tuyến tính bởi sự chênh lệch bề các vị trí ΔR dọc theo hướng cuốn ngược.

Đối tượng quy chiếu bao gồm cấu trúc đối tượng kiểm tra. Với mục đích này, ví dụ các mốc dưới dạng một hoặc nhiều hình chữ thập “+” được sắp xếp như các mốc, ví dụ các mốc 35, trên đối tượng quy chiếu, mà được chụp như các mốc 38a-e bởi các kênh quang học 14a-f trong các vùng ảnh tương ứng 22a-e.

Gốc tọa độ của hệ tọa độ được mở rộng bởi trục hoành, trục tung, và trục đứng có thể được sắp xếp trong gốc của hệ tọa độ x/y/z cục bộ của vùng ảnh bên trong 22e. Thiết bị tính toán, ví dụ thiết bị tính toán 26, được tạo cấu hình để hội tụ mốc 38e có liên quan đến vùng ảnh 22e. Với mục đích này, thiết bị tính toán có thể được tạo cấu hình để dẫn động thiết bị định vị, ví dụ thiết bị định vị 24, sao cho cùng thay đổi khoảng cách của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 liên quan đến cảm biến hình ảnh 16 dọc theo trục z đối với vùng ảnh 22e, sao cho mốc 38e được hội tụ trong vùng ảnh 22e. Điều này có nghĩa là thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định số đo khoảng cách phóng to của khoảng cách mẫu của vị trí thực (vị trí mà mốc 38 được tạo ảnh) cho vùng ảnh bên trong 22e và để điều khiển thiết bị định vị sao cho cùng dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 dọc theo trục z, hoặc trục đứng, sao cho khoảng cách phóng to đạt tới trị số đích khoảng cách phóng to. Ví dụ, thiết bị tính toán 26 có thể được tạo cấu hình để xác định sự mở rộng của mẫu 38e dọc theo một hoặc cả hai trục x và/hoặc y của vùng ảnh bên trong 22e và để so sánh như với trị số so sánh. Nếu mẫu chụp được của mốc 38e lớn hơn hoặc nhỏ hơn, khoảng cách giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16 lần lượt có thể tăng hoặc giảm.

Phương tiện tính toán được tạo cấu hình để xác định, ví dụ sau đó, số đo của chênh lệch ngang của vị trí thực của mốc 38e cho vùng ảnh bên trong 22e trên cơ sở độ lệch mẫu, ví dụ đối với gốc tọa độ của các trục x và y. Điều này có nghĩa là thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định số đo chênh lệch ngang dọc theo trục x và số đo chênh lệch ngang của độ lệch mẫu dọc theo trục y. Phương tiện tính toán được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị sao cho các chênh lệch ngang đạt đến trị số mục tiêu tương ứng.

Để đơn giản hóa, điều này có nghĩa là thiết bị định vị dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và/hoặc cảm biến hình ảnh 16 dọc theo trục x và/hoặc trục y (trong hệ tọa độ toàn bộ dọc theo trục hoành và/hoặc trục tung) đến khi đạt được các trị số mục tiêu chênh lệch ngang. Ví dụ, một hoặc cả hai trị số mục tiêu chênh lệch ngang có thể đạt được bằng cách lắp mốc 38 vào trong gốc tọa độ của hệ tọa độ cục bộ của vùng ảnh 22e. Khoảng dung sai có thể được xác định, ví dụ, bằng độ lệch dung sai, ví dụ, sự dịch chuyển bởi một hoặc hai điểm ảnh hoặc bằng độ chính xác đo đạc có thể đạt được. Độ chính xác đo đạc có thể đạt được có thể dựa trên, ví dụ, khoảng cách của hai điểm ảnh, sao cho độ lệch của sự chiếu mốc 38e về gốc tọa độ của vùng ảnh 22e, mà độ lệch nhỏ hơn khoảng cách điểm ảnh và không được phát hiện một cách hợp lý, có thể được xem xét như có đủ độ chính xác, sao cho đạt được trị số mục tiêu chênh lệch ngang tương ứng.

Vật liệu dán 32 được đặt giữa bảng mạch in 36 và bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, sao cho vị trí được thiết lập của các bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16 có thể được cố định.

Nói cách khác, các hình vẽ Fig.3a và Fig.3b thể hiện độ lệch của vật kính bởi sự tịnh tiến x. Sai số vị trí do sự tịnh tiến có thể tạo ra hình ảnh thu được tương đương trong hình mặt cắt tương ứng.

Tất cả các tâm vi ảnh (tâm của các vùng tròn nét gạch) được dịch chuyển tuyến tính theo (các) kích thước x và/hoặc y, trong mối tương quan với các tâm của các vùng ảnh tương ứng bởi khoảng cách ΔR dọc theo trục hoành. Sự cân chỉnh được thực hiện hợp lý chỉ bằng các tọa độ hình ảnh được xác định của cấu trúc đối tượng kiểm tra (tức là của mốc 38e) trong kênh quang học trung tâm 14e, mà bao gồm các tọa độ $x_{0,0}$, $y_{0,0}$, $x_{i,j}$ và/hoặc $y_{i,j}$ biểu thị vị trí tương đối của vùng ảnh tương ứng như được mô tả, ví dụ, cho các vị trí trên đối tượng quy chiếu cho Fig.15.

Ban đầu, hình ảnh của cấu trúc đối tượng kiểm tra được hội tụ trong kênh quang học trung tâm (sự tịnh tiến dọc theo trục z). Sau đó, vật kính được dịch chuyển dọc theo trục z và/hoặc dọc theo trục y đến khi tâm hình học của hình ảnh của đối tượng kiểm tra trung tâm được định vị ở tâm, tức là gốc của hệ tọa độ toàn bộ O, của ma trận hình ảnh. Các điều kiện tương đương sau đây có thể được đáp ứng cho tọa độ hình ảnh đo được của cấu trúc đối tượng:

$$(x_{0,0}, y_{0,0}) \xrightarrow{\text{bằng với}} 0 = (0,0)$$

$$r_{0,0} - O = 0$$

$$\text{với } r_{i,j} = \sqrt{x_{i,j}^2 + y_{i,j}^2}$$

trong đó $r_{i,j}$ mô tả, ví dụ, tọa độ xuyên tâm của trường bit mà có các chỉ số (i,j) trong hệ tọa độ hình ảnh toàn bộ.

$r_{i\max}$, $r_{j\max}$, $r_{-i\max}$, và $r_{-j\max}$ liên quan đến tọa độ xuyên tâm của vùng ảnh bên ngoài đó mà lần lượt trong $+i$, $-i$, $+j$, và $-j$, bao gồm vị trí cực đại trong mỗi tương quan với các vùng ảnh đó mà các mốc được tạo ảnh.

Vì kết quả bằng “không” có thể không có khả năng đạt được, trong thực tế, bởi sự chênh lệch về các tọa độ hình ảnh đo được, hoặc là làm tròn kết quả đến số lượng tương ứng với độ chính xác mong muốn của tập hợp (trị số mục tiêu khoảng cách phóng to và/hoặc trị số mục tiêu chênh lệch ngang), hoặc trị số điều khiển tương ứng mà cao hơn chênh lệch thu được từ quy tắc, được xác định, sao cho các độ lệch nằm trong khoảng dung sai. Điều này cũng áp dụng cho các điều kiện của các bước cân chỉnh tinh được mô tả dưới đây.

Các hình vẽ Fig.3a và Fig.3b cũng như sự cân chỉnh của bộ phận quang học nhiều khẩu độ liên quan đến cảm biến hình ảnh, mà sự cân chỉnh được mô tả trong phạm vi này, có thể được thực hiện như sự cân chỉnh thô trước một, một vài, hoặc bất kỳ bước điều chỉnh nào được mô tả dưới đây.

Fig.4a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, mà thể hiện sai số hình nêm ΔtN đối với trục tung có liên quan đến cảm biến hình ảnh 16. Tức là, đối với trục tung, bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 được nghiêng bởi góc ΔtN trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16. Fig.4b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái của Fig.4a. Mẫu kiểm tra của đối tượng quy chiếu được định tâm và tập trung đối với vùng ảnh trung tâm 22a, mà có nghĩa là mốc 38e được chiếu lên trên vùng ảnh 22e sao cho trị số mục tiêu khoảng cách và các trị số mục tiêu chênh lệch ngang đối với trục x và trục y đạt được. Sai số hình nêm dẫn đến các mốc 38a-d xuất hiện các độ lệch theo (các) hướng x và/hoặc y.

Thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định sự dịch chuyển của các mốc 38a-d so với các tâm, như các tâm hình học, của các vùng ảnh 22a-d. Ví dụ, nếu vị trí tiêu điểm của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 thể hiện các lỗi có liên quan đến

cảm biến hình ảnh 16, sai số hình nêm có thể được xác định bởi thiết bị tính toán bởi thực tế là các khoảng cách của các mốc 38a-e có liên quan đến các tâm của các vùng ảnh 22a-d là giống nhau đối với từng cặp. Một cặp có thể được bù, ví dụ trên sự xoay của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 quanh trục hoành (quanh trục $x - tx$), ở chỗ thiết bị tính toán dẫn động thiết bị định vị sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 được xoay quanh trục hoành đến khi các khoảng cách của các mốc 38a và 38c, và 38b và 38d, lần lượt, giống nhau trong mối tương quan với các tâm tương ứng của các vùng ảnh 22a-d.

Ngoài ra, sai số hình nêm gây ra bởi sự xoay quanh trục tung (quanh trục $y - ty$) có thể được bù ở chỗ thiết bị tính toán dẫn động thiết bị định vị sao cho cùng xoay bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 quanh trục tung đến khi các khoảng cách của các mốc 38a và 38b, và 38c và 38d, lần lượt, giống nhau trong mối tương quan với các tâm tương ứng của các vùng ảnh 22a-d. Điều này có nghĩa là các khoảng cách tương ứng của các mốc 38a-d trong mối tương quan với các tâm của các vùng ảnh 22a-d có thể bao gồm số đo của chênh lệch sai số hình nêm của các khoảng cách mẫu của vị trí thực đối với vùng ảnh bên ngoài tương ứng 22a-d, và thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định chênh lệch sai số hình nêm đã nêu. Bằng cách nghiêng bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 trong mối tương quan với trục hoành hoặc trục tung, các chênh lệch sai số hình nêm có thể được thay đổi sao cho chúng đạt đến trị số cuốn mục tiêu hoặc trị số dốc mục tiêu mà, như được mô tả ở trên, có thể nằm quanh trị số bằng không trong khoảng dung sai. Trước khi bù sai số hình nêm, sự cân chỉnh thô như được mô tả cho các hình vẽ Fig.3a và Fig.3b có thể được thực hiện.

Nói các khác, để cân chỉnh các bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 trong sự xoắn tx quanh trục x và/hoặc trong sự xoắn ty quanh trục y , điều này có nghĩa trong suốt quá trình bù sai số hình nêm, ban đầu hình ảnh của cấu trúc đối tượng kiểm tra được hội tụ trong kênh quang học trung tâm, tức là, tịnh tiến dọc theo trục z được thực hiện. Sau đó, hình ảnh được định tâm trong góc hình ảnh $O = (0,0)$ bằng cách được dịch chuyển dọc theo trục x và/hoặc trục y . Sai số hình nêm thu được trong các khoảng cách xuyên tâm khác nhau của các vị trí đo được của các hình ảnh của cấu trúc đối tượng kiểm tra trong các kênh góc, tức là của các vùng ảnh bên ngoài 22a-d, từ các góc hình ảnh tương ứng. Nó được hiệu chỉnh ít nhất là một phần bằng cách xoay vật

kính nhiều khẩu độ bởi trục X và/hoặc trục y (trục hoành và/hoặc trục tung) đến khi các điều kiện sau đây cho các vùng ảnh bên ngoài 22a-d được thỏa mãn:

trên sự xoay quanh trục x (tx): $r_{i \max, j \max} \xrightarrow{\text{bằng với}} r_{i \max, -j \max}$ tương đương với

$r_{i \max, j \max} - r_{i \max, -j \max} = 0$ cũng như $r_{-i \max, j \max} \xrightarrow{\text{bằng với}} r_{-i \max, -j \max}$ tương đương với

$$r_{-i \max, j \max} - r_{-i \max, -j \max} = 0$$

trên sự xoay quanh trục y (ty): $r_{i \max, j \max} \xrightarrow{\text{bằng với}} r_{-i \max, j \max}$ tương đương với

$r_{i \max, j \max} - r_{-i \max, j \max} = 0$ cũng như $r_{i \max, -j \max} \xrightarrow{\text{bằng với}} r_{-i \max, -j \max}$ tương đương với

$$r_{i \max, -j \max} - r_{-i \max, -j \max} = 0$$

Các sai số hình nê có thể đối xứng trục đối với trục hoành (xoắn quanh trục hoành) và/hoặc đối với trục tung (xoắn quanh trục tung) cho bốn vùng ảnh bên ngoài.

Do đó, Fig.4a và Fig.4b thể hiện độ lệch của vật kính bởi sự xoắn quanh trục y (sai số hình nê y) - sự xoắn quanh trục x có thể tạo ra hình ảnh kết quả tương đương trong hình chiếu cạnh tương đương tương ứng. Các kết quả của sự xoắn quanh góc dương và góc âm của sự xoay cũng có thể được xác định và/hoặc bù bởi sự tương tự với các giải thích ở trên.

Fig.5 thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, mà được xoắn, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16, bởi góc δ quanh trục đứng, hoặc trục z, của vùng ảnh trung tâm 22e. Thiết bị tính toán được tạo cấu hình, ví dụ, để xác định khoảng cách của các mốc 38a-d từ các tâm của các vùng ảnh bên ngoài tương ứng 22a-d. Trên cơ sở sự xoay bởi góc δ , từng mốc trong số các mốc 38a-d có khoảng cách từ tâm tương ứng. Khoảng cách đã nêu giống nhau nhiều hơn hoặc ít hơn dọc theo hướng x tương ứng cho các vùng ảnh 22a và 22b. Cũng như vậy, khoảng cách đối với các vùng ảnh 22c và 22d là giống nhau theo hướng x. Theo hướng y của vùng ảnh tương ứng, khoảng cách gần giống nhau lần lượt đối với các vùng ảnh 22a và 22c, và 22b và 22d. Số đo của các khoảng cách x lần lượt đối với các vùng ảnh 22a và 22b, và 22c và 22d, cũng như số đo của các khoảng cách dọc theo hướng y lần lượt đối với các vùng ảnh 22a và 22c, và 22b và 22d, có thể được xác định bởi thiết bị tính toán như số đo của chênh lệch xoay của độ lệch mẫu đối với từng vùng ảnh bên ngoài 22a-d.

Thiết bị tính toán được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị sao cho cùng xoay bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và/hoặc cảm biến hình ảnh 16 quanh trục đứng. Độ chênh lệch xoay δ có thể giảm bởi sự xoay quanh trục đứng đến khi nó đạt đến trị số xoay mục tiêu mà bằng không, ví dụ, trong khoảng dung sai. Sai số xoay có thể là đối xứng xoay, đối với bốn vùng ảnh bên ngoài 22a-d, về gốc của hệ tọa độ toàn bộ.

Nói các khác, trên sự xoắn t_z quanh trục t của vùng ảnh trung tâm, điều này có nghĩa là để hiệu chỉnh sự xoắn z , sự cân chỉnh ban đầu bao gồm tập trung hình ảnh của cấu trúc đối tượng kiểm tra trong kênh quang học trung tâm (tính tiền dọc theo trục z) và sau đó định tâm cùng trong gốc hình ảnh $\mathbf{O} = (0,0)$ bằng cách dịch chuyển cùng dọc theo trục x và/hoặc trục y . Sự xoắn quanh trục z dẫn đến sự dịch chuyển, mà bằng nhau về lượng đối với các kênh quang học 14a-d được định vị đối xứng quanh vùng ảnh bên trong trung tâm 22e, của các hình ảnh của cấu trúc kiểm tra 38a-d trong hệ tọa độ cục bộ tương ứng, tức là:

$r'_{-i\max,j\max} = r'_{-i\max,-j\max} = r'_{i\max,-j\max} = r'_{i\max,j\max}$ với các tọa độ cục bộ xuyên tâm $r'_{i,j} = \sqrt{x_{i,j}^2 + y_{i,j}^2}$ trong kênh quang học bên ngoài tương ứng 14a-e với chỉ số (i,j) và/hoặc vùng ảnh được kết hợp 22a-e.

Fig.6a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 mà bao gồm, trong mỗi tương quan với cảm biến hình ảnh 16, khoảng cách G quá nhỏ như được so sánh với trị số mục tiêu G_{target} dọc theo trục đứng. Khoảng cách G có thể, trong bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, liên quan đến khoảng cách giữa bề mặt, đối diện cảm biến hình ảnh 16, của kết cấu chắn ánh sáng giả 39 của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và bề mặt cảm biến hình ảnh 16 mà đối diện với kết cấu chắn ánh sáng giả 39. Theo cách khác, khoảng cách G cũng có thể có liên quan đến khoảng cách giữa bề mặt cảm biến hình ảnh 16 mà đối diện với bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và mặt phẳng tham chiếu khác của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12, ví dụ mặt phẳng thấu kính đối diện với vùng đối tượng hoặc cảm biến hình ảnh, hoặc mặt phẳng tham chiếu khác. Hơn nữa, khoảng cách G cũng có thể có liên quan đến mặt phẳng tham chiếu khác đối với cảm biến hình ảnh 16, ví dụ bề mặt mà trên đó cảm biến hình ảnh được sắp xếp tại bảng mạch in 32. Trị số mục tiêu G_{target} có thể liên quan đến tiêu cự sau của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và/hoặc

khoảng cách G giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16 mà tại đó độ nét mong muốn hoặc tối ưu của hình ảnh được chiếu vào trong mặt phẳng hình ảnh có thể thu được. Trị số mục tiêu G_{target} có thể được viện dẫn đến như trị số mục tiêu khoảng cách. Một cách thay thế hoặc ngoài ra, trị số mục tiêu G_{target} có thể liên quan đến trị số mục tiêu khác của khoảng cách giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16. Độ lệch, ví dụ chênh lệch, giữa trị số mục tiêu khoảng cách G_{target} và khoảng cách G có thể được đề cập đến đến như chênh lệch theo khoảng cách ΔG , ví dụ được biểu diễn bởi $\Delta G = G - G_{\text{target}}$ hoặc $\Delta G = G_{\text{target}} - G$. Nếu chênh lệch theo khoảng cách có trị số khác 0, điều này có thể dẫn đến sai số phóng to có thể xác định, mà có nghĩa là vùng đối tượng được tạo ảnh một cách hợp lý thành hình ảnh quá lớn hoặc quá nhỏ.

Fig.6b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16 cho trạng thái này. Được so sánh với khoảng cách G mà được thiết lập một cách chính xác, sao cho, ví dụ, chênh lệch về các khoảng cách ΔG có trị số gần bằng 0, đối tượng quy chiếu bao gồm các mốc 38a-e có thể được biểu diễn hoặc được tạo ảnh theo cách được phóng to trên cơ sở khoảng cách G quá nhỏ và, do đó, chênh lệch về các khoảng cách ΔG có trị số khác 0 (ví dụ nhỏ hơn 0). Điều này dẫn đến các mốc được tạo ảnh trong các vùng ảnh bên ngoài 22a-d bao gồm khoảng cách xuyên tâm tăng, dọc theo trục hoành toàn bộ và trục tung, trong mối tương quan với tâm của vùng ảnh bên trong trung tâm 22e. Đối với các hệ tọa độ x/y cục bộ tương ứng, điều này có nghĩa là mốc 38a được dịch chuyển, trong vùng ảnh 22a, về phía các trị số x âm và y dương, mốc 38b được dịch chuyển về phía các trị số x dương và y dương, mốc 38c được dịch chuyển về phía x âm và y âm, và mốc 38d được dịch chuyển về phía x dương và y âm. Sự dịch chuyển tương ứng là bằng nhiều hơn hoặc ít hơn dọc theo hướng x tương ứng lần lượt cho các vùng ảnh 22b và 22d, và 22a và 22c, cũng như dọc theo hướng y tương ứng lần lượt cho các vùng ảnh 22a và 22b, và 22c và 22d, sao cho ở đây, cũng, cũng đối xứng đối với các gốc tọa độ cục bộ và toàn bộ hiện có.

Với sự tham chiếu tới Fig.6a, thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định số đo chênh lệch về khoảng cách ΔG bằng cách xác định, ví dụ, cho ít nhất một, một vài hoặc từng vùng ảnh bên ngoài 22a-d, các tọa độ cục bộ xuyên tâm mà mốc tương ứng

38a-d được tạo ảnh vào. Độ lệch từ trị số bằng không, mà có nghĩa là mốc tương ứng 38a-d được định vị bên ngoài tâm tương ứng ($x = 0, y = 0$) của vùng ảnh tương ứng 22a-d, có thể được xác định như số đo chênh lệch theo khoảng cách ΔG của độ lệch mẫu bởi thiết bị tính toán. Thiết bị tính toán được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị sao cho cùng dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 dọc theo trục đứng, sao cho các chênh lệch về khoảng cách ΔG của các vùng ảnh 22a-d đạt được trị số khoảng cách mục tiêu G_{target} , ví dụ ở chỗ khoảng cách được biến thiên hoặc được thay đổi trong thời gian này đến khi các mốc 38a-d được tạo ảnh trong các tâm của các vùng ảnh 22a-d. Các trị số mục tiêu chênh lệch về khoảng cách có thể nằm, ví dụ, gần trị số bằng không trong khoảng dung sai đối với chênh lệch về khoảng cách ΔG hoặc gần trị số mục tiêu ΔG_{target} trong khoảng dung sai. Một khi các sai số nghiêng bất kỳ đã được bù, như đã được mô tả, ví dụ, cho các hình vẽ Fig.4a và Fig.4b, chênh lệch theo khoảng cách ΔG có thể giống với các vùng ảnh bên ngoài 22a-d.

Fig.7a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của trạng thái trong đó bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 trong mỗi tương quan với cảm biến hình ảnh 16 có khoảng cách G quá lớn như được so sánh với trị số mục tiêu G_{target} , tức là các mốc 38a-d được dịch chuyển theo hướng của vùng ảnh bên trong 22d theo từng trường hợp. Fig.7b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái của Fig.7a. Thiết bị tính toán được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị để di chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và/hoặc cảm biến hình ảnh 16 theo cách mà khoảng cách G và, do đó, số đo của chênh lệch theo khoảng cách ΔG , được giảm sao cho các chênh lệch theo khoảng cách ΔG đạt tới trị số mục tiêu (chênh lệch theo khoảng cách).

Nói cách khác, chênh lệch giữa tiêu cự mục tiêu và tiêu cự thực là để được giảm càng xa càng tốt. Với mục đích này, việc xác định sự phóng to trong vùng ảnh 22a có thể được sử dụng. Nếu do dung sai sản xuất, tiêu cự mục tiêu và, do đó, trị số mục tiêu cho tiêu cự sau của bộ phận quang học không đạt được một cách chính xác, sự phóng to vùng ảnh 22e có thể được đo, theo sau sự cân chỉnh thô, và mẫu kiểm tra đối với sự cân chỉnh tinh có thể được làm thích ứng theo bằng cách sử dụng hiểu biết về sự phóng to thực tế (hoặc của tiêu cự được suy ra từ đó). Trị số bằng số chính xác của tiêu cự sau có thể có khả năng bị bỏ qua.

Để đạt được mục đích này, ví dụ trong suốt sự cân chỉnh trong suốt sự tịnh tiến dọc theo trục z (sự hiệu chỉnh của sai số khoảng cách), ảnh của cấu trúc đối tượng kiểm tra được hội tụ thô ban đầu trong kênh quang học trung tâm (tịnh tiến dọc theo trục z) và được định tâm sau đó trong gốc hình ảnh $O = (0,0)$ bằng cách được dịch chuyển dọc theo trục z và/hoặc trục y. Trong trường hợp khoảng cách z của vật kính nhiều khẩu độ quá nhỏ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, các hình ảnh của cấu trúc kiểm tra trong các góc của các mảng được dịch chuyển về phía các tọa độ hình ảnh toàn bộ lớn hơn (về mặt độ lớn). Trong trường hợp khoảng cách quá lớn, sự dịch chuyển đã nêu được đảo ngược, sao cho các hình ảnh của cấu trúc kiểm tra đã nêu được dịch chuyển về phía các tọa độ hình ảnh toàn bộ nhỏ hơn (về mặt độ lớn). Theo đó, khoảng cách z được biến thiên trong thời gian này đến khi các hình ảnh của cấu trúc kiểm tra nằm trong các tâm của các kênh tương ứng và/hoặc đến khi các điều kiện sau, trong khi tính đến khoảng dung sai, được thỏa mãn:

$$r'_{-i \max, j \max} = r'_{-i \max, -j \max} = r'_{i \max, -j \max} = r'_{i \max, j \max} = 0$$

Fig.8 thể hiện lưu đồ của phương pháp 800 để hiệu chỉnh độ lệch của bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh bằng sự tịnh tiến x và/hoặc sự tịnh tiến y, như được mô tả cho các hình vẽ Fig.3a và Fig.3b. Phương pháp 800 bao gồm hai giai đoạn xử lý 810 và 850. Bằng giai đoạn xử lý 810, sai số vị trí dọc theo trục x, hoặc trục hoành, có thể được bù. Bằng giai đoạn xử lý 850, sai số vị trí có thể được bù bằng cách tịnh tiến dọc theo hướng y, hoặc hướng dọc, điều này là có khả năng, một khi giai đoạn xử lý 810 hoặc 850 đã được thực hiện, để chuyển đổi thành giai đoạn xử lý khác tương ứng, hoặc để kết thúc quy trình 800. Quy trình 800 theo cách khác có thể được bắt đầu với giai đoạn xử lý 810 hoặc giai đoạn xử lý 850, các minh họa sau mô tả, bằng cách ví dụ, sự bắt đầu của phương pháp 800 bằng giai đoạn xử lý 810. Điều này có nghĩa là các giai đoạn xử lý 810 và 850 và, do đó, sự hiệu chỉnh của vị trí dọc theo hướng x và hướng y có thể được thực hiện sau và do đó, trị số cuộn mục tiêu và trị số dốc mục tiêu sau đó đạt được lần lượt.

Bước 812 của giai đoạn xử lý 810 bao gồm hội tụ kênh quang học trung tâm hoặc vùng phụ của đối tượng quy chiếu trong mối tương quan với kênh quang học trung tâm. Bước 814, mà theo sau bước 812, bao gồm xác định, ví dụ bằng thiết bị tính toán, vị trí của cấu trúc kiểm tra tương ứng, tức là của mốc mà được tạo ảnh trong

vùng ảnh bên trong, từ $P_{0,0}$ trong hình ảnh tương ứng. Do đó, sự xác định dựa trên các tọa độ toàn bộ của kênh quang học trung tâm $P_{0,0}$, như được mô tả cho Fig.15.

Bước 816, mà theo sau bước 814, bao gồm lưu trữ vị trí được xác định dọc theo trục hoành, hoặc trục x cục bộ, như trị số bắt đầu $x_{0,0}$, ví dụ trong sự lưu trữ trị số tham chiếu của thiết bị tính toán.

Bước 818 bao gồm dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ, liên quan đến cảm biến hình ảnh, dọc theo trục x trong bước tịnh tiến. Tiêu cự của bước tịnh tiến có thể là, ví dụ, tiêu cự của động cơ hoặc cơ cấu truyền động của thiết bị định vị hoặc của lượng điều khiển để điều khiển thiết bị định vị. Bước 822, mà theo sau bước 818, bao gồm xác định vị trí của cấu trúc kiểm tra từ $P_{0,0}$ trong vùng ảnh bên trong, như được mô tả cho bước 814.

Trong bước so sánh 824, mà theo sau bước 822, thiết bị tính toán được tạo cấu hình để so sánh vị trí được xác định với gốc của hệ tọa độ toàn bộ O, ví dụ bằng cách tạo ra chênh lệch. Nếu chênh lệch có trị số khác không nằm trong khoảng dung sai (quyết định “không”), thiết bị tính toán được tạo cấu hình để tính toán, trong bước 826, tiêu cự còn lại trên cơ sở trị số bắt đầu được lưu trong bước 816, và để chuyển đổi đến trạng thái 818 để thực hiện bước tịnh tiến nữa dọc theo trục x. Nếu trong bước quyết định 824, sự chênh lệch có trị số bằng không trong khoảng dung sai (quyết định “có”), bộ phận quang học nhiều khẩu độ có thể được tham chiếu đến như được cân chỉnh, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, dọc theo trục x, hoặc trục hoành, sao cho đạt được bước kết thúc 828 mà từ đó có thể chuyển sang giai đoạn xử lý 850. Điều này có nghĩa là bước 818 được lặp lại một cách phù hợp trong thời gian này đến khi đạt được trị số cuốn mục tiêu.

Bước 852 của giai đoạn xử lý 850 bao gồm hội tụ hình ảnh nhận được, ví dụ, mốc 38e, trong mối tương quan với kênh quang học trung tâm, ví dụ kênh quang học 14e. Bước 854, mà theo sau bước 852, bao gồm xác định vị trí của cấu trúc kiểm tra trong hình ảnh. Vị trí được xác định dọc theo trục tung, hoặc trục y cục bộ, được lưu trữ như trị số bắt đầu $y_{0,0}$ trong bước 856.

Bước 858, mà cũng theo sau bước 854, bao gồm thực hiện bước tịnh tiến dọc theo trục y, hoặc trục tung, tức là thay đổi vị trí tương đối giữa cảm biến hình ảnh và bộ phận quang học nhiều khẩu độ dọc theo trục y. Bước 862, mà theo sau bước 858,

bao gồm xác định lại vị trí của cấu trúc kiểm tra trong vùng ảnh bên trong. Như được mô tả cho bước quyết định 824, bước quyết định 864, mà theo sau bước 862, bao gồm thực hiện sự so sánh là có hay không vị trí $y_{0,0}$ trùng với tâm của hệ tọa độ toàn bộ **O**. Nếu đây không phải là trường hợp, tức là nếu sự quyết định mang lại câu trả lời là "không", bước 866 bao gồm tính toán tiêu cự còn lại trên cơ sở vị trí và trị số bắt đầu được lưu trữ trong bước 856. Từ bước 866, quy trình chuyển đổi lại bước 858 và thực hiện bước tịnh tiến khác dọc theo trục y. Điều này được tiếp tục trong thời gian như vậy đến khi bước quyết định 864 cung cấp kết quả là "có", sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ có thể được đề cập đến như được cân chỉnh, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, dọc theo trục y, và sao cho trong bước 868, quy trình có thể chuyển đổi đến giai đoạn xử lý 810 hoặc đến bước 812. Theo cách khác, phương pháp 800 có thể được hoàn thành theo bước quyết định 824 và 864 nếu cùng được trả lời là "có". Điều này có nghĩa là thiết bị tính toán được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị trên cơ sở sự so sánh vị trí thực của vùng ảnh với vị trí mục tiêu, ví dụ, gốc tọa độ, trong mối tương quan với vùng ảnh.

Nói cách khác, Fig.8 thể hiện cái nhìn tổng quát của sự cân chỉnh tinh cho mục đích định tâm. Quy trình có thể được bắt đầu, một cách tương đương, hoặc theo hướng x hoặc theo hướng y.

Fig.9 thể hiện lưu đồ của phương pháp 900 mà có thể được thực hiện bởi thiết bị tính toán để bù cho sai số hình nêm như được mô tả với sự tham chiếu đến Fig.4a và Fig.4b. Phương pháp 900 bao gồm giai đoạn xử lý 910 và giai đoạn xử lý 950. Bằng giai đoạn xử lý 910, sai số hình nêm trong mối tương quan với trục x, tức là trục hoành, có thể được giảm hoặc được bù. Bằng giai đoạn xử lý 950, sai số hình nêm trong mối tương quan với trục y, tức là trục tung, có thể được giảm hoặc được bù. Giai đoạn xử lý 910 và 950 có thể được thực hiện một cách độc lập với nhau, có khả năng để chuyển đổi từ giai đoạn xử lý 910 sang giai đoạn xử lý 950 hoặc để chuyển đổi từ giai đoạn xử lý 950, một khi đã cùng được thực hiện, đến giai đoạn xử lý 910. Điều này có nghĩa là phương pháp 900 có thể bắt đầu với giai đoạn xử lý 910 hoặc với giai đoạn xử lý 950.

Bằng cách ví dụ, phương pháp 900 sẽ được mô tả dưới đây theo cách mà bắt đầu với giai đoạn xử lý 910. Bước 912 bao gồm hội tụ kênh quang học trung tâm, ví

dự kênh quang học 14e, trong mối tương quan với vùng ảnh 22e. Bước này có thể được thực hiện theo cách giống như bước 812. Bước 914 mà theo sau bước 912 bao gồm định tâm kênh quang học trung tâm bằng sự tịnh tiến trong mặt phẳng x-y. Bước 914 có thể được thực hiện theo cách giống như bước 814.

Bước 916, mà theo sau bước 914 bao gồm xác định các vị trí của việc kiểm tra từ các điểm góc trong hình ảnh, mà có nghĩa là, ví dụ, các mốc tham chiếu bên ngoài, ví dụ các mốc 38a-d, được xác định về mặt các vùng ảnh bên ngoài tương ứng của chúng và các vị trí của chúng trong đó. Các vị trí được xác định được lưu trữ, trong bước 918, như các trị số bắt đầu cho việc định vị sau. Trị số bắt đầu $r_{imax,jmax}$, $r_{imax,-jmax}$, $r_{-imax,jmax}$, và $r_{-imax,-jmax}$ có thể mô tả vị trí của cấu trúc kiểm tra trong các vùng ảnh bên ngoài bởi hướng cực đại (hoặc cực tiểu âm) lần lượt dọc theo trục hoành (i) và trục tung (j).

Bắt đầu từ bước 916, bước 922 bao gồm điều khiển thiết bị định vị sao cho bộ phận quang học nhiều khâu độ được xoay, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, quanh trục hoành, trong sự tăng góc. Như được thực hiện trong bước 916, bước 924, mà theo sau bước 922, bao gồm xác định các vị trí của các cấu trúc kiểm tra từ các điểm góc trong hình ảnh. Trong bước quyết định 926, mà theo sau bước xác định các vị trí trong bước 924, sự so sánh được thực hiện là để có hay không các khoảng cách xuyên tâm hay sự chênh lệch $r_{imax,jmax} - r_{imax,-jmax}$ bao gồm trị số bằng 0 trong khoảng dung sai, hoặc có hay không chênh lệch $r_{-imax,jmax} - r_{-imax,-jmax}$ bao gồm trị số bằng 0 trong khoảng dung sai, mà có nghĩa là sự xác định được thực hiện là để có hay không số đo chênh lệch sai số hình nêm đạt đến trị số cuốn mục tiêu hoặc trị số dốc mục tiêu.

Nếu bước quyết định 926 được trả lời là "không", tức là ít nhất một trong số các trị số cuốn mục tiêu và trị số dốc mục tiêu không đạt được, bước 928 bao gồm tính toán tiêu cự còn lại trong khi tính đến các trị số bắt đầu được lưu trữ trong bước 918. Bắt đầu từ bước 928, quy trình quay lại bước 922 để thực hiện sự xoay khác quanh trục hoành bởi sự tăng góc. Tuy nhiên, nếu bước quyết định 926 được trả lời là "có", tức là nếu cả hai trị số mục tiêu đạt được, sai số hình nêm về sự xoay quanh trục hoành có thể được xem như đã được bù, và bắt đầu từ trạng thái cuối 932, quy trình có thể chuyển đổi thành giai đoạn xử lý 950, hoặc phương pháp có thể được hoàn thành.

Bước 952 của giai đoạn xử lý 950 bao gồm hội tụ kênh quang học trung tâm, như được mô tả cho bước 912. Bước 954, mà theo sau bước 952, bao gồm định tâm kênh quang học trung tâm, như được mô tả cho bước 914. Bước 956, mà theo sau bước 954, bao gồm xác định các vị trí của cấu trúc kiểm tra bên ngoài từ các điểm góc trong hình ảnh, như được mô tả cho bước 916. Trên cơ sở bước 946, các trị số bắt đầu được lưu trữ trong bước 958, như được mô tả cho bước 918. Bước 962, mà theo sau bước 956, bao gồm điều khiển thiết bị định vị sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ được xoay (được nghiêng) trong mối tương quan với trục tung. Điều này có nghĩa là bước này, cũng, được thực hiện bởi sự tương tự với giai đoạn xử lý 910, tức là bước 922, sự chênh lệch ở chỗ sự xoay được thực hiện quanh trục tung. Bước 946, mà theo sau bước 962, bao gồm xác định vị trí, như được thực hiện, ví dụ, trong bước 956, để xác định sự thay đổi về vị trí mà đã đạt được bởi bước 962.

Bước quyết định 966 bao gồm thẩm tra liệu các chênh lệch sai số hình nêm có đạt được trị số dốc mục tiêu không. Việc này có thể được thực hiện, ví dụ, bởi thông tin chênh lệch $r_{imax,jmax} - r_{-imax,jmax}$ cũng như $r_{imax,-jmax} - r_{-imax,-jmax}$. Các chênh lệch có thể được thẩm tra về mặt liệu chúng có chấp nhận trị số 0 trong khoảng dung sai không, mà có nghĩa là các độ lệch tương ứng của thông tin chênh lệch $r_{imax,jmax}$, $r_{-imax,jmax}$, $r_{imax,-jmax}$, và $r_{-imax,-jmax}$ là bằng nhau về độ lớn. Nếu bước quyết định được trả lời là "không", bước 968 bao gồm tính toán tiêu cự còn lại trong khi tính đến các trị số bắt đầu từ bước 958, và chuyển đổi trở lại bước 962 để thực hiện sự xoay khác của bộ phận quang học nhiều khẩu độ quanh trục tung. Nếu trong bước quyết định 966 (quyết định "có") chênh lệch sai số hình nêm đã đạt được trị số dốc mục tiêu, sai số hình nêm của độ dốc có thể được xem như đã được bù, và phương pháp có thể được hoàn thành, hoặc quy trình có thể được chuyển đến quy trình xử lý 910.

Fig.10 thể hiện lưu đồ của phương pháp 1000 để bù cho sự xoắn quanh trục đứng, hoặc trục z, của vùng ảnh bên trong 22e. Phương pháp 1000 có thể được sử dụng để bù cho trạng thái lỗi như được mô tả cho Fig.5. Bước 1002 bao gồm hội tụ kênh quang học trung tâm, như được mô tả cho các bước 812, 852, 912, và 952. Bước 1004 bao gồm định tâm vùng ảnh bên trong, như được mô tả cho các bước 814, 854, 914, hoặc 954. Bước 1006, mà theo sau bước 1004, cũng bao gồm xác định các vị trí của cấu trúc kiểm tra, tức là của các mốc 38a-d, từ các điểm góc trong hình ảnh. Các vị

trí được xác định như được định vị trong vùng ảnh tương ứng, ví dụ trong một trong số các vùng ảnh bên ngoài 22a-d, và được lưu trữ như các trị số bắt đầu $(X,Y)_{imax,jmax}$, $(X,Y)_{imax,-jmax}$, $(X,Y)_{-imax,jmax}$, và $(X,Y)_{-imax,-jmax}$ (bước 1008).

Bước 1012 bao gồm điều khiển thiết bị định vị sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ thực hiện sự xoay quanh ít nhất một sự tăng góc trong mối tương quan với trục đứng, hoặc trục z, của vùng ảnh bên trong. Sự tăng góc có thể là, ví dụ, tiêu cự của động cơ hoặc cơ cấu truyền động mà di chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ, hoặc có thể là tham số điều khiển của thiết bị định vị.

Bước 1014, mà theo sau bước 1012, bao gồm bước xác định vị trí khác, như được mô tả cho bước 1006. Bước quyết định 1016, mà theo sau bước xác định vị trí 1014, bao gồm thẩm tra liệu sự chênh lệch xoay có đạt được trị số xoay mục tiêu không, ví dụ bởi sự tạo thành chênh lệch $X_{-imax,jmax} - X_{imax,jmax} = 0$, $X_{-imax,-jmax} - X_{imax,-jmax} = 0$, $Y_{-imax,jmax} - Y_{imax,jmax} = 0$, và/hoặc $Y_{imax,jmax} - Y_{imax,-jmax} = 0$, trị số 0 cũng theo các dung sai ở đây. Nếu ít nhất một trong số các phương trình không được thỏa mãn, tức là nếu bước quyết định 1016 mang lại câu trả lời là "không", một phương trình sẽ chuyển đến bước 1018 mà bao gồm tính toán tiêu cự còn lại trong khi tính đến các trị số bắt đầu được lưu trữ trong bước 1008. Bắt đầu từ bước 1018, một phương trình chuyển ngược lại đến bước 1012 và thực hiện sự xoay khác của bộ phận quang học nhiều khẩu độ. Tuy nhiên, nếu trong bước quyết định 1016 tất cả các phương trình được thỏa mãn, tức là nếu quyết định mang lại kết quả là "có", sai số xoay có thể được xem như đã được bù, và phương pháp 1000 có thể được hoàn thành trong bước 1022. Bắt đầu từ bước 1022, có thể chuyển, ví dụ, để bù các sai số phóng to bằng cách tịnh tiến bộ phận quang học nhiều khẩu độ dọc theo trục z hoặc trục đứng.

Fig.11 thể hiện lưu đồ của phương pháp 1100 để cân chỉnh bộ phận quang học nhiều khẩu độ bằng cách tịnh tiến nó dọc theo trục z, hoặc trục đứng, như được mô tả cho các hình vẽ Fig.6a, Fig.6b, Fig.7a, và Fig.7b.

Bước 1102 bao gồm hội tụ kênh quang học trung tâm. Bước 1104, mà theo sau bước 1102, bao gồm định tâm bằng sự tịnh tiến theo x/y, như được mô tả, ví dụ, cho bước 914.

Bước 1106, mà theo sau bước 1104, bao gồm xác định các vị trí của các cấu trúc kiểm tra từ các điểm góc trong hình ảnh, nó có khả năng để xác định các vị trí để

được thực hiện trong khi sử dụng các hệ tọa độ cục bộ tương ứng của các vùng ảnh bên ngoài 22a-d. Các vị trí được xác định được lưu trữ như các trị số bắt đầu $r'_{-imax,-jmax}$, $r'_{imax,-jmax}$, $r'_{-imax,jmax}$, và $r'_{imax,jmax}$ trong bước 1108. Bước 1112 bao gồm thực hiện, bắt đầu từ bước 1106, sự tịnh tiến dọc theo trục z, hoặc trục đứng, tức là dẫn động thiết bị định vị sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ được dịch chuyển dọc theo trục đứng.

Bước 1114, mà theo sau bước 1112, bao gồm thực hiện việc xác định vị trí khác, như được mô tả cho bước 1106. Bước quyết định 1116 bao gồm thăm tra liệu các vị trí được xác định trong bước 1114 có tương ứng với các gốc tọa độ cục bộ tương ứng không, ví dụ trong dạng phương trình $r'_{-imax,jmax} = r'_{-imax,-jmax} = r'_{imax,-jmax} = r'_{imax,jmax} = 0$. Điều này có nghĩa là việc thăm tra được thực hiện để liệu chênh lệch về khoảng cách có đạt được trong trị số mục tiêu khoảng cách chênh lệch hay không. Số đo của chênh lệch về khoảng cách ở đây có thể thu được, ví dụ, bằng chênh lệch (khoảng cách) giữa vị trí được phát hiện mà mẫu kiểm tra tương ứng được chiếu, và gốc tọa độ cục bộ. Nếu bước quyết định 1116 mang lại kết quả là "không", bước 1118 sẽ bao gồm tính toán tiêu cự còn lại trong khi tính đến các trị số bắt đầu được lưu trữ trong bước 1108. Bắt đầu từ bước 1118, ví dụ, một phương trình chuyển ngược trở lại bước 1112 để thực hiện thay đổi khác về vị trí của bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh. Nếu bước quyết định 1116 mang lại kết quả là "có", sai số phóng to, tức là độ lệch ΔG dọc theo trục đứng có thể được xem như đã được bù, và phương pháp 1100 có thể được hoàn thành. Ví dụ, bước cuối cùng 1122 của phương pháp 1100 có thể bao gồm khởi tạo sự cố định vật kính.

Fig.11 có thể được mô tả như sự tóm tắt về tổng quan của sự cân chỉnh tinh của sự tịnh tiến dọc theo trục z.

Fig.12 thể hiện lưu đồ của phương pháp 1200 như có thể được thực hiện, ví dụ, trước bất kỳ phương pháp nào trong số các phương pháp 800, 900, 1000 hoặc 1100 để cho phép dòng thô của các phương pháp đã nêu. Bước 1202 bao gồm sự cân chỉnh thô của vật kính nhiều khẩu độ, tức là của bộ phận quang học nhiều khẩu độ, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh. Bước này có thể bao gồm, ví dụ, cân chỉnh cảm biến hình ảnh trong mối tương quan với mẫu kiểm tra, để các mốc kiểm tra 38 được chiếu lên trên các vùng ảnh tương ứng 22 của cảm biến hình ảnh. Ngoài ra, bộ phận

quang học nhiều khẩu độ có thể được sắp xếp sao cho các mốc tiếp tục được chiếu lên trên các vùng ảnh. Việc này có thể được thực hiện, ví dụ, bằng bước 1204, mà theo sau bước 1202, ở chỗ bộ phận quang học nhiều khẩu độ được cân chỉnh trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh bằng cách thực hiện sự cân chỉnh trong mặt phẳng x/y, hoặc mặt phẳng cuộn/dốc, đến khi các mốc văn bản được tạo ảnh trong các vùng ảnh. Bước 1206 bao gồm hội tụ kênh quang học trung tâm.

Bước 1208, mà theo sau bước 1206, bao gồm xác định sự phóng to trong kênh quang học trung tâm hoặc cho vùng ảnh bên trong. Bước này có thể được thực hiện, ví dụ, bằng cách đo kích thước ảnh (kích thước thực) của đối tượng kiểm tra, tức là của đối tượng quy chiếu. Vì các đặc tính quang học của bộ phận quang học nhiều khẩu độ cũng như các khoảng cách giữa đối tượng quy chiếu và các vùng ảnh được biết đến, nên bước này có thể được thực hiện trên cơ sở các quy luật quang học. Bước quyết định 1212, mà theo sau bước 1208, bao gồm thẩm tra liệu sự phóng to được xác định có phù hợp với thiết kế mẫu kiểm tra được lựa chọn hay không. Nếu bước quyết định 1212 được trả lời là "có", phương pháp chuyển đến bước 1214 bằng cách thực hiện sự cân chỉnh tinh của bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh, ví dụ bằng một hoặc nhiều phương pháp 800, 900, 1000, và/hoặc 1100.

Nếu bước quyết định 1212 mang lại kết quả là "không", bước 1216 bao gồm làm thích ứng mẫu kiểm tra, và sau đó, phương pháp chuyển đến bước 1214. Do đó, có khả năng xác định liệu mẫu kiểm tra có phù hợp với cảm biến hình ảnh tương ứng và/hoặc bộ phận quang học nhiều khẩu độ hay không. Việc làm thích ứng mẫu kiểm tra có thể bao gồm, ví dụ, thay đổi một hoặc nhiều vị trí và/hoặc hình dạng của mẫu, sao cho mẫu kiểm tra có thể được chiếu lên các vùng ảnh.

Nói cách khác, quy trình cân chỉnh chủ động bộ phận quang học nhiều khẩu độ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh được thực hiện bởi sự đánh giá các vị trí tương đối và tuyệt đối của các hình ảnh trong ma trận hình ảnh mà được thực hiện bởi các cấu trúc đối tượng bởi các kênh quang học riêng rẽ.

Đối với việc thực hiện thực tế, mô đun bộ phận quang học được cân chỉnh thô ban đầu với cảm biến hình ảnh, và hình ảnh hội tụ được thiết lập trong kênh quang học trung tâm. Trong bước tiếp theo, sự phóng to m trong kênh quang học trung tâm được xác định bằng cách đo kích thước ảnh của đối tượng kiểm tra B (kích thước đối tượng

trong hình ảnh: $B = \text{số điểm ảnh dọc theo sườn đối tượng đo được} * \text{mật độ điểm ảnh}$ theo công thức đã biết $m = \frac{B}{G}$. Số lượng G trong đó là kích thước của đối tượng, tức là sự mở rộng đã biết của đối tượng kiểm tra trong mặt phẳng đối tượng. Số lượng G đã nêu được xác định trước, theo khoảng cách đối tượng (s), với các tham số của vật kính nhiều khẩu độ mà được biết từ cấu trúc của bộ phận quang học (ví dụ kích thước của khoảng tầm nhìn của kênh quang học). Sự phóng to được tính toán thu được trong tiêu cự (f), mà được tạo ra thực tế bởi quy trình sản xuất, của kênh quang học trung tâm theo:

$$f = \frac{s}{\left(\frac{1}{m} - 1\right)}$$

Trong dạng phương trình này, khoảng cách đối tượng đến máy ảnh (s) là để được chèn với dấu âm.

Tiêu cự thực (f) của kênh trung tâm cũng có thể được xác định trước đó, tuy nhiên, bằng các phương pháp khác (ví dụ phương pháp tự chuẩn trực, quét quang học, hoặc đo biên dạng không tiếp xúc, trong số các phương pháp khác), hoặc có thể đã được biết đến. Trong trường hợp tiêu cự thực lệch khỏi tiêu cự nhằm mục đích ở trong kết cấu bộ phận quang học, việc định tỷ lệ của phân phối hình học của các đường trung bình của tầm nhìn trong mặt phẳng đối tượng diễn ra trong suốt quá trình hội tụ của vật kính nhiều khẩu độ. Do đó, trong trường hợp này, sự sắp xếp của các cấu trúc đối tượng, mà là điều kiện trước hết cho sự cân chỉnh chủ động, phải được làm thích ứng (xem Fig.7). Các điểm giao cắt mới của các đường trung bình của tầm nhìn của các kênh quang học với mặt phẳng đối tượng có thể được xác định bằng cách thay đổi tiêu cự đến trị số thực từ thiết kế bộ phận quang học (ví dụ phần mềm mô phỏng sự vạch tia (Raytracing)).

Nói cách khác, Fig.12 thể hiện tổng quan về dòng của quá trình chuẩn bị của quy trình cân chỉnh tinh. Bằng phương pháp 1200, đối tượng quy chiếu được sắp xếp sao cho đối tượng quy chiếu được tạo ảnh tới một vùng ảnh trên mỗi kênh trong các kênh quang học bởi bộ phận quang học nhiều khẩu độ.

Fig.13 thể hiện lưu đồ của phương pháp 1300, trong đó tính không chính xác vị trí dọc theo sáu mức độ tự do được giảm hoặc được bù theo cách có lợi. Bước thứ nhất bao gồm thực hiện phương pháp 1200 cho sự cân chỉnh thô của bộ phận quang học

nhiều khẩu độ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh. Sau phương pháp 1200, phương pháp 800 được thực hiện, sao cho việc định tâm bởi sự tịnh tiến trong mặt phẳng x-y được thực hiện. Sau phương pháp 800, sự bù sai số hình nêm được thực hiện dọc theo trục hoành bằng cách thực hiện giai đoạn xử lý 910. Sau giai đoạn xử lý 910, giai đoạn xử lý 950 để bù cho sai số hình nêm trong mối tương quan với trục tung được thực hiện. Các giai đoạn xử lý 910 và 950 cũng có thể được thực hiện theo chuỗi khác nhau và cùng thiết lập phương pháp 900. Sau phương pháp 900, phương pháp 1000 để bù cho sự xoắn z (hoặc xoắn trệch) được thực hiện. Sau phương pháp 1000, phương pháp 1100 để hiệu chỉnh sai số khoảng cách được thực hiện. Sau phương pháp 1100, vật kính có thể được cố định 1302. Nói cách khác, vật kính nhiều khẩu độ có thể được cố định, sau toàn bộ quy trình của sự cân chỉnh tinh, theo vị trí được cân chỉnh, ví dụ bằng mối gắn bằng keo giữa vỏ và bảng mạch in.

Theo cách khác, phương pháp 1300 có thể được thực hiện với chuỗi được biến đổi của các phương pháp từng phần riêng rẽ. Theo cách khác hoặc ngoài ra, có khả năng thực hiện chỉ một hoặc nhiều phương pháp 800, 900, 1000, 1100, và/hoặc 1200.

Nói cách khác, vào lúc bắt đầu quy trình lắp ráp, vật kính nhiều khẩu độ được lắp trước có thể có mặt theo cách mà nó được tích hợp trong vỏ kín khí, và được phân tách khỏi nó, cảm biến hình ảnh mà đã tiếp xúc trên bảng mạch in và có thể được hiển thị có mặt (xem phép biểu diễn ví dụ của Fig.3). Đối với quy trình cân chỉnh chủ động, cảm biến hình ảnh được định vị sao cho đường nối giữa tâm của trường ảnh (= tâm hình học của ma trận điểm ảnh) và tâm mặt phẳng đối tượng (= mặt phẳng mẫu kiểm tra) vuông góc với mặt phẳng hình ảnh và do đó tương ứng với pháp tuyến trên cảm biến hình ảnh. Việc này đạt được một cách có lợi bằng cách giữ cảm biến hình ảnh, hoặc bảng mạch in mà cùng được tích hợp lên, ít nhất với sự làm gần đúng khá tốt. Để thực hiện quy trình cân chỉnh chủ động, các yêu cầu sau đây được đặt ra trên thiết bị lắp ráp có thể tồn tại. Thiết bị lắp ráp bao gồm bao gồm một cách có lợi thiết bị để giữ, theo cách được cân chỉnh trong mối tương quan với mẫu kiểm tra, cảm biến hình ảnh trên bảng mạch in bao gồm giao diện hiển thị; thiết bị để giữ vật kính nhiều khẩu độ (ví dụ bộ kẹp, máy móc, khí nén, bằng chân không, v.v.); thiết bị thay đổi vị trí tương đối của vật kính trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh theo sáu mức độ tự do (tịnh tiến theo các hướng x, y, và z cũng như xoắn bởi các trục x, y, và z), nó có khả

năng để điểm chốt xoay dùng chung được thiết lập, cho ba mức độ xoay tự do, gần tâm của vật kính nhiều khẩu độ; mẫu kiểm tra hoặc màn hình của hình chiếu mẫu tại khoảng cách phù hợp (= khoảng cách đối tượng) từ vật kính nhiều khẩu độ, mà được chiếu sáng theo cách đồng nhất một cách đầy đủ; thiết bị hiển thị hình ảnh và đánh giá hình ảnh bao gồm giao diện để dẫn động các cơ cấu truyền động/động cơ để thay đổi vị trí tương đối của vật kính trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh (ví dụ PC bao gồm phần mềm đánh giá và điều khiển); và thuật toán để phân đoạn hình ảnh, nhận biết đối tượng, và xác định vị trí của các cấu trúc được tạo ảnh của mẫu kiểm tra lên trên tâm hình ảnh bởi bộ phận quang học nhiều khẩu độ.

Fig.14 thể hiện giản đồ để minh họa các mối quan hệ giữa hệ tọa độ toàn bộ Σ và các hệ tọa độ cục bộ Σ' bằng cách ví dụ cho vùng ảnh 22a. Như được mô tả, ví dụ, cho các hình vẽ Fig.3a và 3b, hệ tọa độ Σ bao gồm điểm tăng của trục hoành, trục tung, và trục đứng, có khả năng cho điểm giao cắt dùng chung để cũng là điểm chốt xoay dùng chung của sự di chuyển theo sáu mức độ tự do được khởi tạo bởi thiết bị định vị trong mối tương quan với bộ phận quang học nhiều khẩu độ. Kênh quang học 14e của bộ phận quang học nhiều khẩu độ được sắp xếp trong mối tương quan với vùng ảnh 22e, kênh quang học 14e bao gồm tâm quang học 37e.

Từng vùng ảnh 22a-c bao gồm hệ tọa độ cục bộ Σ' bao gồm trục x, trục y, và trục z, điểm giao cắt dùng chung của tất cả được sắp xếp tại tâm hình học của vùng ảnh 22a-c. Các hệ tọa độ cục bộ Σ' có thể là, ví dụ, hệ tọa độ Đề-các, trong đó các trục x, y, và z giao cắt tại tâm tại các góc vuông trong mối tương quan với nhau. Vị trí của mốc 38, mà được chiếu vào trong vùng ảnh 22a, có thể cùng được biểu thị bởi các tọa độ cục bộ y'_{ij} và/hoặc x'_{ij} và bởi các tọa độ toàn bộ y_{ij} hoặc x_{ij} . Các chỉ số i, j có thể là các chỉ số, ví dụ, biểu thị cách đánh số của các vùng ảnh 22a-d dọc theo trục hoành và/hoặc trục tung.

Nói cách khác, Fig.14 thể hiện sự phác thảo để mô tả các tọa độ trong mặt phẳng ảnh của môđun máy ảnh nhiều khẩu độ theo hình chiếu bằng. Hệ tọa độ toàn bộ trong mặt phẳng ảnh Σ có gốc của nó ở tâm hình học của trường ảnh, trong khi hệ tọa độ cục bộ Σ' có gốc của nó trong tâm hình học của trường ảnh của kênh quang học tương ứng. Những gì được thể hiện trong trường hợp trong đó các vòng hình ảnh của bốn kênh quang học liền kề (các vòng tròn nét gạch bao gồm các mốc tâm) được cân

chính theo cách không tối ưu với các trường ảnh (các hình vuông) trên cảm biến hình ảnh mà được kết hợp với từng kênh. Hình chữ thập được thể hiện trong kênh quang học bên trái phía trên biểu diễn hình ảnh của cấu trúc đối tượng được định vị tại vị trí được xác định tương ứng trong mặt phẳng ảnh như được tạo ra bởi kênh quang học được kết hợp.

Fig.15 thể hiện sự biểu diễn dạng sơ đồ của việc quét trong mặt phẳng đối tượng 44 bởi vật kính nhiều khẩu độ bao gồm bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16 bao gồm sự sắp xếp 2 chiều của các kênh quang học. Các điểm $P_{i,j}$ đánh dấu điểm giao cắt của đường trung bình tương ứng của tầm nhìn của kênh quang học tương ứng (i,j) , trong trường hợp không lỗi, với mặt phẳng đối tượng.

Mặt phẳng đối tượng được mô tả, ví dụ, sao cho nó được quét với bảy kênh quang học theo hướng i và với năm kênh quang học theo hướng j , mà có nghĩa là $i_{\max} = 3$, $-i_{\max} = -3$, $j_{\max} = 2$, $-j_{\max} = -2$. Các mốc 38 có thể được sắp xếp tại các vị trí $P_{-3,2}$, $P_{3,2}$, $P_{-3,-2}$, và $P_{3,-2}$. Các mốc 38 cũng có thể được sắp xếp tại vị trí $P_{0,0}$. Theo cách khác, các mốc cũng có thể được sắp xếp ở vị trí khác trong vùng đối tượng 44 và/hoặc trên đối tượng quy chiếu, khoảng cách cực đại được mô tả giữa các mốc là có lợi.

Nói cách khác, sự sắp xếp hai chiều của vật kính nhiều khẩu độ bao gồm dãy kênh quang học với $(2*i_{\max} + 1)$ kênh theo chiều x , và $(2*j_{\max} + 1)$ kênh theo chiều y . Như có thể được thấy trên Fig.15 và theo sau là Fig.16, từng kênh quang học của vật kính nhiều khẩu độ thể hiện góc nhìn khác trong không gian đối tượng (như cũng được biết đến từ tài liệu sáng chế số WO 2011/045324 A2), và/hoặc các kênh quang học khác nhau các vùng ảnh khác nhau của mặt phẳng đối tượng. Điều này có nghĩa là các điểm giao cắt của các trục của đường trung bình của tầm nhìn của từng kênh quang học (= trục quang tương ứng) với mặt phẳng đối tượng mang lại sự phân bố được định trước (được biết từ thiết kế) (theo sau là Fig.16). Ví dụ, lưới có khoảng cách cách đều được sử dụng trong trường hợp mà việc tạo ảnh không biến dạng được mong muốn.

Các cấu trúc đối tượng cụ thể (ví dụ các hình chữ thập, hình tròn, hình vuông, v.v.) được đặt trong một vài (ví dụ ba hoặc năm) vị trí được lựa chọn của các điểm giao cắt với mặt phẳng đối tượng đã nêu (ví dụ các điểm $P_{0,0}$, $P_{-i_{\max},j_{\max}}$, $P_{i_{\max},-j_{\max}}$, $P_{i_{\max},j_{\max}}$, $P_{-i_{\max},-j_{\max}}$) trong mặt phẳng mẫu kiểm tra. Sự lựa chọn các tâm của cấu trúc đối tượng ở đây bao gồm tâm của mặt phẳng đối tượng (ví dụ $P_{0,0}$), ít nhất một cặp

điểm hoặc vùng được định vị đối xứng qua gương một cách thuận lợi trong mỗi tương quan với trục hoành (ví dụ $P_{-imax,jmax}$ với $P_{-imax,-jmax}$ hoặc $P_{imax,-jmax}$ với $P_{imax,jmax}$) hoặc ít nhất một cặp điểm hoặc vùng được định vị đối xứng qua gương một cách thuận lợi trong mỗi tương quan với trục tung (ví dụ $P_{-imax,jmax}$ với $P_{imax,jmax}$ hoặc $P_{-imax,-jmax}$ với $P_{imax,-jmax}$).

Mức chính xác của các bước riêng rẽ được mô tả sau của sự cân chỉnh chủ động có thể tăng tỷ lệ thuận với khoảng cách tương ứng của hai điểm được chọn trong mặt phẳng đối tượng.

Trong phạm vi này, mức chính xác có khả năng cao nhất trong sự cân chỉnh đạt được bởi khoảng cách rộng nhất có thể của các điểm kết hợp. Độ lệch góc giữa các vị trí $P_{i,j}$ có thể được biểu thị bởi góc $\vartheta_{i,j}$, ví dụ bởi góc $\vartheta_{0,1}$ cho độ lệch giữa các vị trí $P_{0,0}$ và $P_{0,1}$. Theo cách khác, ví dụ, góc $\vartheta_{0,-2}$ bao gồm độ lệch và/hoặc chênh lệch theo góc nhìn của các kênh quang học tương ứng giữa các vị trí $P_{0,0}$ và $P_{0,-2}$.

Fig.16 thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ bao gồm bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 và cảm biến hình ảnh 16 để minh họa các mối quan hệ của Fig.15. Góc $\vartheta_{i,y}$ với $y = -2, \dots, 2$ bao gồm góc về mặt tiêu chuẩn mà vuông góc với mặt phẳng 46, trong mỗi tương quan với mặt phẳng mà được sắp xếp song song với không gian đối tượng chụp được.

Các góc $\alpha_{i,j}$ mô tả các góc giữa bề mặt tiêu chuẩn tương ứng của cảm biến hình ảnh 16 tại các vùng ảnh 22a-e.

Nói cách khác, Fig.16 thể hiện hình mặt cắt được đơn giản hóa của hệ thống tạo ảnh nhiều khẩu độ. Theo phương án này, vật kính nhiều khẩu độ (sự tạo thành dạng chong chóng với các thấu kính cực nhỏ ở phía trước và phía sau) được tích hợp - sao cho nó được nối, trên phía hình ảnh, với tấm để ngăn ngừa sự xuyên âm quang học (vì mạch đen) - trong vỏ (màu xám, nằm ngang) mà được cố định, trong quy trình cân chỉnh chủ động trên bảng mạch in (màu xanh, phía dưới) mà trên đó cảm biến hình ảnh số tiếp xúc (màu nâu) được định vị. Trung tuyến tầm nhìn của kênh quang học tương ứng (i,j) trong không gian đối tượng được ký hiệu bởi góc $\vartheta_{i,j}$. Trung tuyến tầm nhìn của kênh quang học tương ứng $\vartheta_{i,j}$ được định rõ bởi cấu trúc của bộ phận quang học và do các đặc tính quang học của hệ thống thấu kính kết hợp tương ứng (tiêu cự, chỉ số khúc xạ của các vật liệu, v.v.), góc tới ở tâm của vi ảnh tương ứng $\alpha_{i,j}$.

Sự mô tả dòng quy trình ở trên của sự cân chỉnh chủ động được biểu diễn, mà không có bất kỳ sự suy giảm nào về tính tổng quát, bởi Fig.15 cho ví dụ về vật kính nhiều khẩu độ bao gồm 7x5 kênh quang học và hình chữ thập như các cấu trúc đối tượng tại các điểm giao cắt của trung tuyến tầm nhìn của các kênh quang học trong bốn góc của dãy ($P_{-3,d}$, $P_{-3,-2}$, $P_{3,-2}$, $P_{3,2}$) cũng như của kênh quang học trung tâm ($P_{0,0}$). Các hình vẽ Fig.17a và Fig.17b thể hiện vị trí mục tiêu theo sự cân chỉnh chủ động liên tiếp của vật kính nhiều khẩu độ trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh.

Fig.17a thể hiện hình mặt cắt ngang dạng sơ đồ của bộ phận quang học nhiều khẩu độ 12 mà được cân chỉnh, tức là được điều chỉnh, trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh 16. Fig.17b thể hiện hình chiếu bằng dạng sơ đồ của trạng thái này của Fig.17a. Các mốc 38a-e được cân chỉnh trong mối tương quan với các vùng ảnh tương ứng 22a-e đối với sáu mức độ tự do. Độ lệch của các vị trí mà các mốc 38a-d được chiếu lên các vùng ảnh 22a-e là cực tiểu trong mối tương quan với các tâm tọa độ cục bộ tương ứng. Nói cách khác, các hình vẽ Fig.17a và Fig.17b thể hiện vị trí mục tiêu sau sự cân chỉnh thành công. Bộ quét các vi ảnh (các vòng tròn nét gạch) thích hợp với bộ quét của các trường điểm ảnh của cảm biến hình ảnh. (Các hình vuông) tức là trong từng kênh quang học, tâm của các vòng tròn ảnh kết hợp được đặt trực tiếp tại tâm hình học của trường vi ảnh tương ứng. Các hình ảnh của cấu trúc đối tượng được lựa chọn được đặt đối xứng tại các tâm hình học của các trường vi ảnh tương ứng. Ở phía bên trái: hình chiếu cạnh; ở phía bên phải: hình chiếu bằng.

Các phương án được mô tả ở trên cho phép độ chính xác tăng như được so sánh với sự ứng dụng của các phương pháp và các máy móc được thiết lập cho bộ phận quang học tạo ảnh cân chỉnh, cụ thể là bộ phận quang học nhiều khẩu độ cho các thiết bị có thiết kế nhỏ. Các phương án cho phép khả năng tự động hóa quy trình tương ứng của sự cân chỉnh tinh để đạt được thời gian chu trình nhanh trong quy trình sản xuất. Ngoài ra, hiệu suất tăng cho các môđun máy ảnh được lắp, và do đó, các chi phí loại bỏ và kiểm tra thấp hơn có thể thu được vì sự cân chỉnh nhanh có thể đạt được với chất lượng cao.

Điều này có nghĩa là các phương án cho sự cân chỉnh chủ động có thể được tạo cấu hình một cách cụ thể cho cấu trúc của các vật kính nhiều khẩu độ có khoảng tầm nhìn được phân đoạn và do đó cho phép các ưu điểm trên. Do thiết kế siêu phẳng và sự

sản xuất và công nghệ lắp ráp chi phí thấp tiềm năng, các hệ thống tạo ảnh nhiều khẩu độ được ngắt để được sử dụng trong các sản phẩm điện tử học dân dụng (ví dụ các máy tính xách tay, bàn giao tiếp trò chơi hoặc đồ chơi), và cụ thể là để được sử dụng trong các thiết bị di động ví dụ như như các điện thoại di động, các máy tính bảng, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (personal digital assistant - PDA). Các lĩnh vực ứng dụng nữa là công nghệ cảm biến, ví dụ trong các cảm biến loại máy ảnh, ví dụ, các cảm biến tạo ảnh trong công nghệ sản xuất. Hơn nữa, việc sử dụng công nghệ tự động, ví dụ, trong các cảm biến an toàn quang học trong các phần bên trong của các xe ô tô, trong các hệ thống hỗ trợ lái xe, ví dụ như các máy ảnh đảo chiều hoặc cho sự phát hiện làn đường là có khả năng. Các phương án cũng có thể được sử dụng trong các lĩnh vực bảo vệ và giám sát, ví dụ cho các camera cho vùng xung quanh kín với các khoảng tầm nhìn rộng và/hoặc bên trong các tòa nhà, bảo tàng, hoặc các đối tượng. Ngoài ra, các phương án có thể được sử dụng trong các lĩnh vực người máy, ví dụ như các cảm biến quang học cho hàng hải, để điều khiển bằng quang học các bộ kẹp và/hoặc các thiết bị cảm biến thành phần. Lĩnh vực khác của ứng dụng của các phương án được mô tả ở trên có thể được thấy trong lĩnh vực công nghệ y học, ví dụ trong việc sử dụng các quy trình chẩn đoán hình như trong nội soi. Tuy nhiên, ứng dụng của các phương án được mô tả ở trên không được giới hạn để các lĩnh vực ứng dụng đã nêu.

Mặc dù các phương án được mô tả ở trên mô tả bộ phận quang học nhiều khẩu độ và/hoặc các cảm biến hình ảnh bao gồm số lượng nhỏ các kênh quang học, ví dụ 5x7, các phương án đã nêu cũng có thể được áp dụng cho các bộ phận quang học nhiều khẩu độ và các cảm biến hình ảnh khác bao gồm, ví dụ, nhiều hơn 5, nhiều hơn 50, hoặc nhiều hơn 500 kênh quang học.

Mặc dù các phương án được mô tả ở trên được mô tả sao cho nó nằm trong mối tương quan với tâm cục bộ hoặc toàn bộ của vùng ảnh mà thiết bị tính toán thực hiện sự so sánh của các vị trí mà tại đó các mẫu được tạo ảnh vào trong các vùng ảnh, điểm tham chiếu trong mối tương quan mà sự dịch chuyển hoặc xoắn được xác định cũng có thể được thực hiện trong mối tương quan với bất kỳ điểm khác nào.

Mặc dù sự sắp xếp hai chiều của các vùng ảnh 22a-e được mô tả trong mối tương quan với các phương án được mô tả ở trên, nó cũng là khả thi cho các vùng ảnh

22a-e để được sắp xếp dọc theo cấu trúc đường một chiều. Điều này có nghĩa là một trong số hai chỉ số i hoặc j được ký hiệu là một chiều và sự xác định vị trí có thể được thực hiện trên cơ sở ba vùng tham chiếu, hoặc vùng ảnh.

Dù một số khía cạnh đã được mô tả trong phạm vi của thiết bị, nó được hiểu là các khía cạnh đã nêu cũng biểu diễn sự mô tả của phương pháp tương ứng, sao cho khối hoặc thành phần cấu trúc của thiết bị là cũng được nhiều là bước phương pháp tương ứng hoặc như dấu hiệu của bước phương pháp. Tương tự, các khía cạnh đã được mô tả trong phạm vi của hoặc như bước phương pháp cũng biểu diễn sự mô tả của khối hoặc chi tiết hoặc dấu hiệu tương ứng của thiết bị tương ứng.

Nói chung, các phương án của sáng chế có thể được thực hiện như sản phẩm chương trình máy tính có mã chương trình, mã chương trình có hiệu lực để thực hiện phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp khi sản phẩm chương trình máy tính chạy trên máy tính. Mã chương trình cũng có thể được lưu trữ, ví dụ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Các phương án khác bao gồm chương trình máy tính để thực hiện phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp được mô tả ở đây, chương trình máy tính đã nêu được lưu trữ trên vật mang có thể đọc được bằng máy.

Do đó, nói cách khác, phương án của phương pháp theo sáng chế là, chương trình máy tính mà có mã chương trình để thực hiện bất kỳ phương pháp nào trong số các phương pháp được mô tả ở đây, khi chương trình máy tính chạy trên máy tính. Do đó, phương án khác của các phương pháp theo sáng chế là vật mang dữ liệu (hoặc vật ghi lưu trữ số, hoặc vật ghi có thể đọc được bằng máy tính) mà chương trình máy tính để thực hiện phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp được mô tả ở đây được ghi lại trên đó.

Phương án nữa gồm có phương tiện xử lý, ví dụ máy tính, hoặc thiết bị logic lập trình được, được tạo cấu hình hoặc được làm thích ứng để thực hiện phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Phương án nữa bao gồm máy tính có chương trình máy tính được cài đặt trên đó để thực hiện một trong số các phương pháp được mô tả ở đây.

Theo một số phương án, thiết bị logic lập trình được (ví dụ, mảng cổng lập trình được dạng trường (field-programmable gate array - FPGA) có thể được sử dụng để

thực hiện một số hoặc tất cả các chức năng của các phương pháp được mô tả ở đây. Trong một số phương án, mảng công lập trình được dạng trường có thể kết hợp với bộ vi xử lý để thực hiện phương pháp bất kỳ trong số các phương pháp được mô tả ở đây. Nói chung, các phương pháp được thực hiện, trong một số phương án, bởi thiết bị phần cứng. Thiết bị phần cứng đã nêu có thể là phần cứng có thể ứng dụng phổ biến như bộ xử lý máy tính (CPU), hoặc có thể là phần cứng riêng cho phương pháp, như ASIC.

Các phương án được mô tả ở trên chỉ biểu diễn sự minh họa của các nguyên tắc của sáng chế. Cần được hiểu rằng những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu các biến thể và các cải biến về sự sắp xếp và các chi tiết được mô tả ở đây. Đó là tại sao sáng chế chỉ được giới hạn bởi phạm vi của các yêu cầu bảo hộ sau đây mà không bị giới hạn bởi các chi tiết cụ thể mà đã được biểu diễn trong bản mô tả bằng cách mô tả và sự thảo luận về các phương án.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị (10) định vị tương đối bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) bao gồm các kênh quang học (14a-f) trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh (16), thiết bị bao gồm:

đôi tượng quy chiếu (18) được sắp xếp sao cho đôi tượng quy chiếu (18) được tạo ảnh tới vùng ảnh (22a-e) trên mỗi kênh (14a-f) bởi bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) trong các kênh quang học (14a-f);

thiết bị định vị (24) có thể điều khiển được để thay đổi vị trí tương đối giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) và cảm biến hình ảnh (16);

thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để xác định các vị trí thực của đôi tượng quy chiếu (18) trong ít nhất ba vùng ảnh (22a-e) trong các hình ảnh của đôi tượng quy chiếu và để điều khiển thiết bị định vị (24) trên cơ sở sự so sánh của các vị trí thực với các vị trí mà là các vị trí tham chiếu trong một vùng ảnh tương ứng và/hoặc trong các vùng ảnh khác.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị (24) trên cơ sở của sự so sánh vị trí thực của vùng ảnh (22a-e) trong mối tương quan với các vị trí thực trong các vùng ảnh (22a-e) khác.

3. Thiết bị theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị (24) trên cơ sở của sự so sánh vị trí thực của vùng ảnh (22a-e) với vị trí mục tiêu trong mối tương quan với vùng ảnh (22a-e).

4. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị cố định (28), thiết bị cố định được tạo kết cấu để làm cứng vật liệu dán (32) được đặt giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) và cảm biến hình ảnh (16) hoặc giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) và bảng mạch in (36) mà cảm biến hình ảnh (12) được đặt lên.

5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó đôi tượng quy chiếu (18) bao gồm ít nhất ba vùng tham chiếu (33a-c) bao gồm mốc tham chiếu (35a-c), sao cho một mốc tham chiếu (35a-c) được tạo ảnh lần lượt lên trên một trong số ít

nhất ba vùng ảnh (22a-c), thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để xác định vị trí thực trên cơ sở vị trí của các mốc tham chiếu (38a-e) trong vùng ảnh.

6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất bốn vùng ảnh bên ngoài (22a-d) và một vùng ảnh bên trong (22e) được sắp xếp dọc theo trục hoành và trục tung, các vùng ảnh bên ngoài (22a-c) được sắp xếp theo hai cặp đối nhau song song với trục hoành và theo hai cặp đối nhau song song với trục tung, trục hoành và trục tung được sắp xếp để vuông góc với nhau và để vuông góc với trục đứng được sắp xếp song song với bề mặt tiêu chuẩn của cảm biến hình ảnh, và vùng ảnh bên trong (22a) bao gồm điểm giao cắt (O) của trục hoành, trục tung, và trục đứng, và trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để xác định, trên cơ sở sự so sánh các vị trí thực với vị trí, độ lệch mẫu của mẫu (38) trong vùng ảnh bên trong (22e) và trong ít nhất bốn vùng ảnh bên ngoài (22a-d).

7. Thiết bị theo điểm 6, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để xác định số đo khoảng cách (G) của khoảng cách mẫu của vị trí thực cho vùng ảnh bên trong (22e) trên cơ sở độ lệch mẫu, thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho cùng dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) dọc theo trục đứng, để khoảng cách (G) đạt được trị số khoảng cách mục tiêu (G_{target}).

8. Thiết bị theo điểm 6 hoặc 7, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để xác định số đo của chênh lệch ngang thứ nhất (ΔR) của vị trí thực cho vùng ảnh bên trong (22e) trên cơ sở độ lệch mẫu dọc theo trục hoành để xác định số đo của chênh lệch ngang thứ hai (ΔR) cho vùng ảnh bên trong (22e) trên cơ sở độ lệch mẫu dọc theo trục tung và để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho chênh lệch ngang thứ nhất (ΔR) đạt đến trị số mục tiêu chênh lệch ngang thứ nhất (0) và chênh lệch ngang thứ hai đạt đến trị số mục tiêu chênh lệch ngang thứ hai (0).

9. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 8, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để xác định số đo của các chênh lệch sai số hình nêm (ΔtN) của các khoảng cách mẫu của vị trí thực cho từng vùng ảnh trong số bốn vùng ảnh bên ngoài (22a-d) và để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ được nghiêng trong mối tương quan với trục hoành hoặc trục tung, để

các chênh lệch sai số hình nêm (Δt_N) đạt được trị số cuốn mục tiêu (0) hoặc trị số dốc mục tiêu (0).

10. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 9, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho trị số cuốn mục tiêu (0) và trị số dốc mục tiêu (0) sau đó đạt được lần lượt (910, 950).

11. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 10, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để xác định số đo của chênh lệch xoay (δ) của độ lệch mẫu cho từng vùng ảnh bên ngoài (22a-d) lần lượt dọc theo hướng ngang cục bộ thứ nhất (x) và hướng ngang cục bộ thứ hai (y), và để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho cùng xoay bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) quanh trục đứng, để chênh lệch xoay đạt được trị số xoay mục tiêu (0).

12. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 6 đến 11, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để xác định số đo của chênh lệch theo khoảng cách (ΔG) của độ lệch mẫu cho từng vùng ảnh bên ngoài (22a-d) dọc theo hướng cục bộ (x) song song với trục hoành và dọc theo hướng cục bộ (y) song song với trục tung, và để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho cùng dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) dọc theo trục đứng, để các chênh lệch theo khoảng cách (ΔG) đạt được trị số mục tiêu (0).

13. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thiết bị tính toán được tạo cấu hình để:

xác định số đo khoảng cách (G) của các khoảng cách mẫu của vị trí thực cho vùng ảnh bên trong (22e) trên cơ sở độ lệch mẫu, thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho cùng dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) dọc theo trục đứng, để khoảng cách (G) đạt được trị số khoảng cách mục tiêu (G_{target}),

xác định số đo của chênh lệch ngang thứ nhất (ΔR) của vị trí thực cho vùng ảnh bên trong (22e) trên cơ sở độ lệch mẫu dọc theo trục hoành để xác định số đo của chênh lệch ngang thứ hai cho vùng ảnh bên trong trên cơ sở độ lệch mẫu dọc theo trục tung và để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho chênh lệch ngang thứ nhất (ΔR) đạt

được trị số mục tiêu chênh lệch ngang thứ nhất (0) và chênh lệch ngang thứ hai đạt được trị số mục tiêu chênh lệch ngang thứ hai (0),

xác định số đo các chênh lệch sai số hình nêm (ΔtN) của các khoảng cách mẫu của vị trí thực cho bốn vùng ảnh bên ngoài (22a-d) được sắp xếp theo hai cặp đối nhau song song với trục hoành và theo hai cặp đối nhau song song với trục tung, và để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho bộ phận quang học nhiều khẩu độ được nghiêng trong mỗi tương quan với trục hoành hoặc trục tung, sao cho các chênh lệch sai số hình nêm đạt được trị số cuộn mục tiêu hoặc trị số dốc mục tiêu (0);

xác định số đo của chênh lệch xoay (δ) của độ lệch mẫu cho bốn vùng ảnh bên ngoài (22a-d) lần lượt dọc theo hướng ngang cục bộ thứ nhất (x) và hướng ngang cục bộ thứ hai (y), và để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho cùng xoay bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) quanh trục đứng, để các chênh lệch xoay (δ) đạt được trị số xoay mục tiêu (0); và

xác định số đo của chênh lệch theo khoảng cách (ΔG) của độ lệch mẫu cho từng vùng ảnh bên ngoài (22a-d) dọc theo hướng cục bộ (x) song song với trục hoành và dọc theo hướng cục bộ (y) song song với trục tung, và để điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho cùng dịch chuyển bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) dọc theo trục đứng, để các chênh lệch theo khoảng cách (ΔG) đạt được trị số mục tiêu (0).

14. Thiết bị theo điểm 13, trong đó thiết bị tính toán (26) được tạo cấu hình để điều khiển thiết bị định vị (24) trong từng trường hợp sao cho khoảng cách (G) đạt được trị số khoảng cách mục tiêu (ΔG_{target}), mà chênh lệch ngang thứ nhất đạt được trị số mục tiêu chênh lệch ngang thứ nhất (0), và chênh lệch ngang thứ hai đạt được trị số mục tiêu chênh lệch ngang thứ hai (0), trước khi thiết bị tính toán (26) điều khiển thiết bị định vị (24) sao cho các chênh lệch sai số hình nêm (ΔtN) đạt đến trị số cuộn mục tiêu (0) hoặc trị số dốc mục tiêu (0), trước khi các chênh lệch xoay đạt được trị số xoay mục tiêu (0), hoặc trước khi các chênh lệch theo khoảng cách (ΔG) đạt được trị số mục tiêu (0).

15. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó ít nhất bốn vùng ảnh bên ngoài (22a-d) và một vùng ảnh bên trong (22e) được sắp xếp dọc theo trục hoành và trục tung, trong đó thiết bị tính toán được tạo cấu hình để xác định khoảng

cách của các mốc tham chiếu (38a-e) đến tâm của các vùng ảnh bên ngoài (22a-d) tương ứng.

16. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó thiết bị tính toán được tạo cấu hình để hội tụ hình ảnh được chụp trong vùng ảnh bên trong bởi đối tượng quy chiếu, và để điều khiển thiết bị định vị sao cho các chênh lệch ngang đối với trục hoành và trục tung đạt được trị số mục tiêu tương ứng để hình ảnh được hội tụ và định tâm trong vùng ảnh bên trong.

17. Phương pháp định vị tương đối bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) bao gồm các kênh quang học (14a-f) trong mối tương quan với cảm biến hình ảnh (16), phương pháp bao gồm:

sắp xếp (12a) đối tượng quy chiếu (18) sao cho đối tượng quy chiếu (18) được tạo ảnh tới vùng ảnh (22a-c) trên mỗi kênh bởi bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) trong các kênh quang học (14a-f);

cung cấp thiết bị định vị (24) có thể điều khiển được để thay đổi vị trí tương đối giữa bộ phận quang học nhiều khẩu độ (12) và cảm biến hình ảnh (16);

xác định các vị trí thực (814, 854; 914, 954; 1006, 1106) của đối tượng quy chiếu (18) trong ít nhất ba vùng ảnh (22a-d) trong các hình ảnh của đối tượng quy chiếu;

so sánh các vị trí thực (824, 864; 926, 966; 1016, 1116) với các vị trí là các vị trí tham chiếu trong một vùng ảnh tương ứng và/hoặc trong các vùng ảnh khác; và

điều khiển thiết bị định vị (822, 862; 922, 962; 1014; 1114) trên cơ sở sự so sánh đã nêu.

1/21

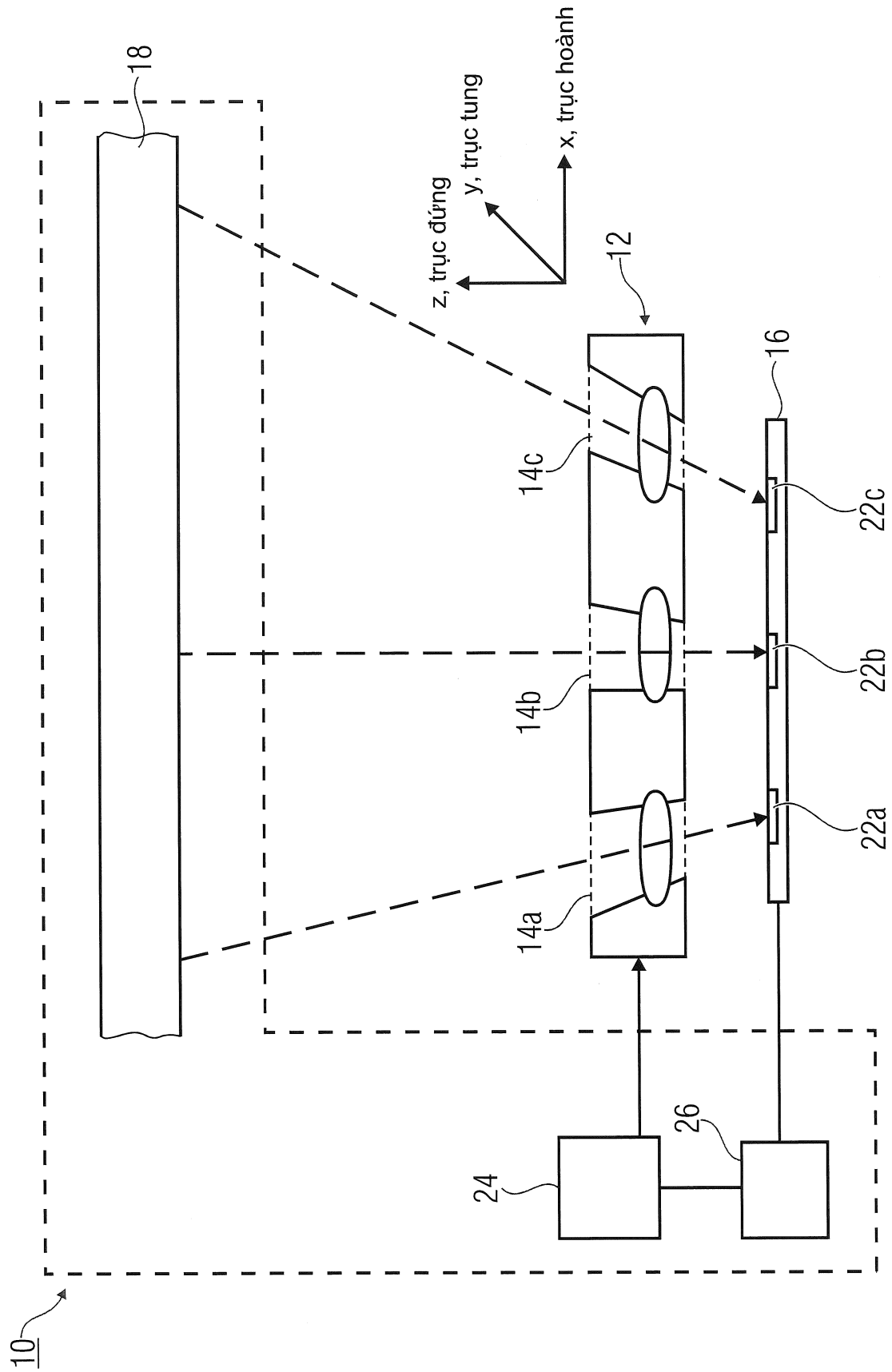


Fig. 1

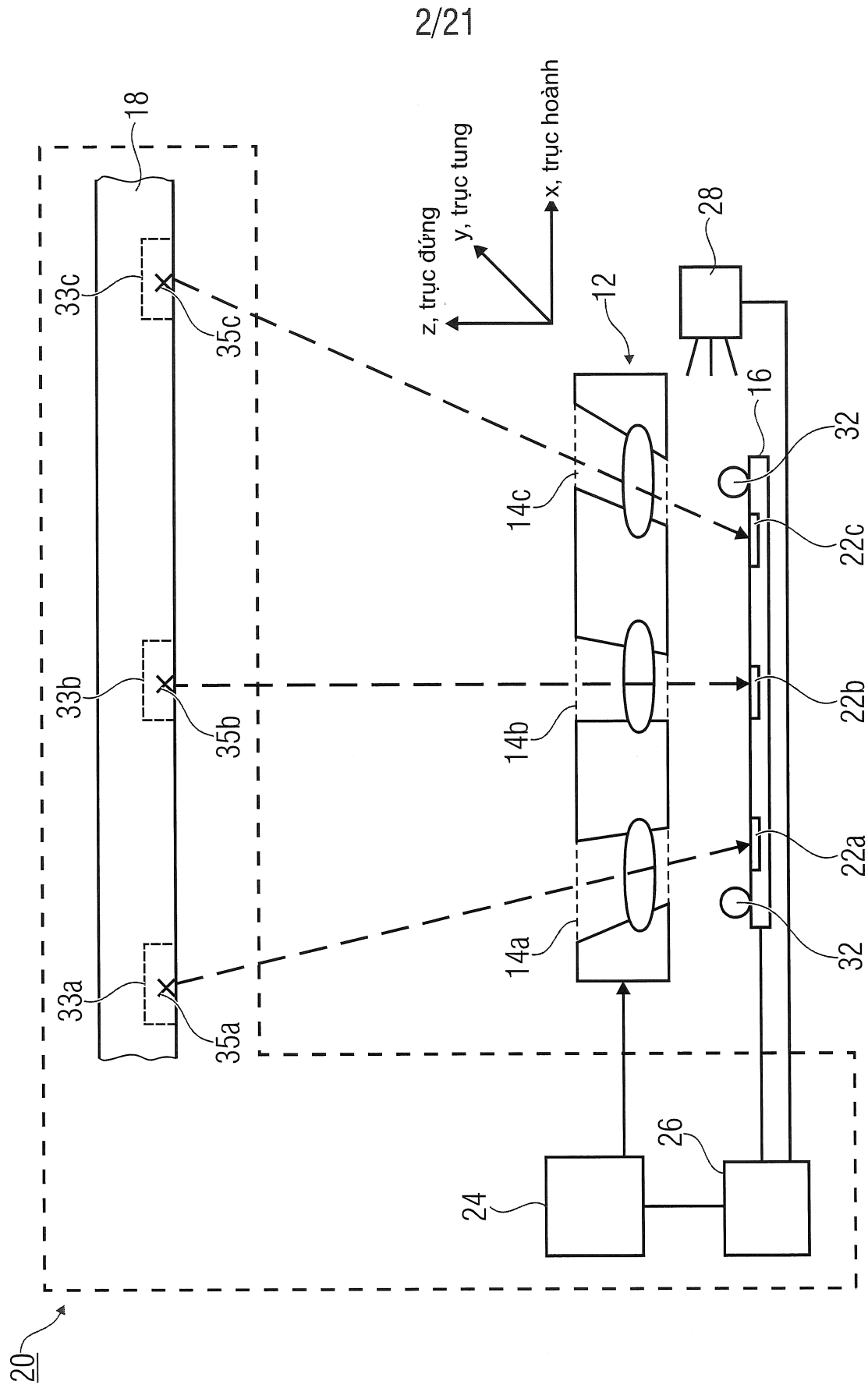


Fig. 2

3/21

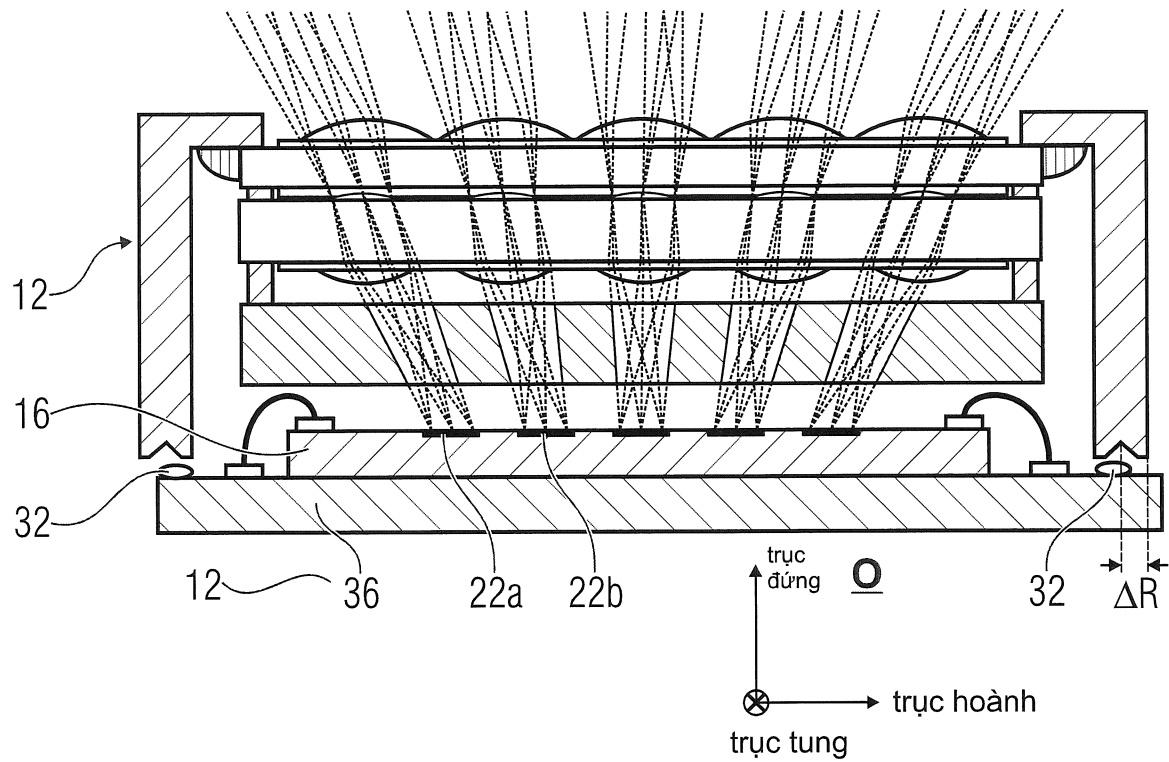


Fig. 3a

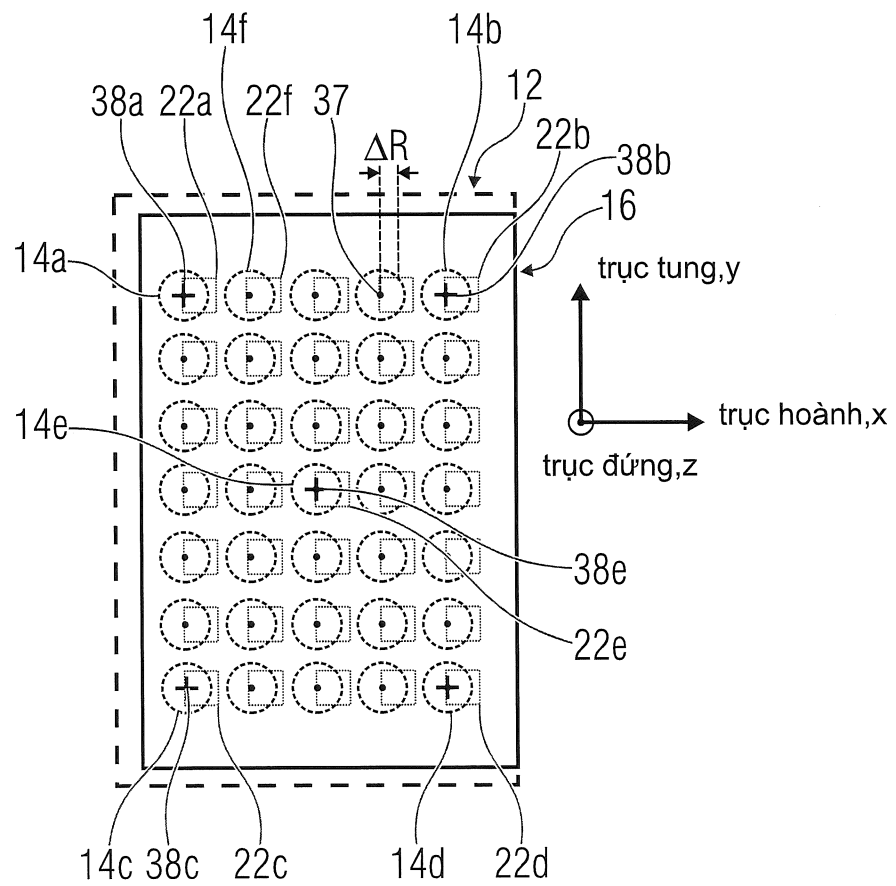
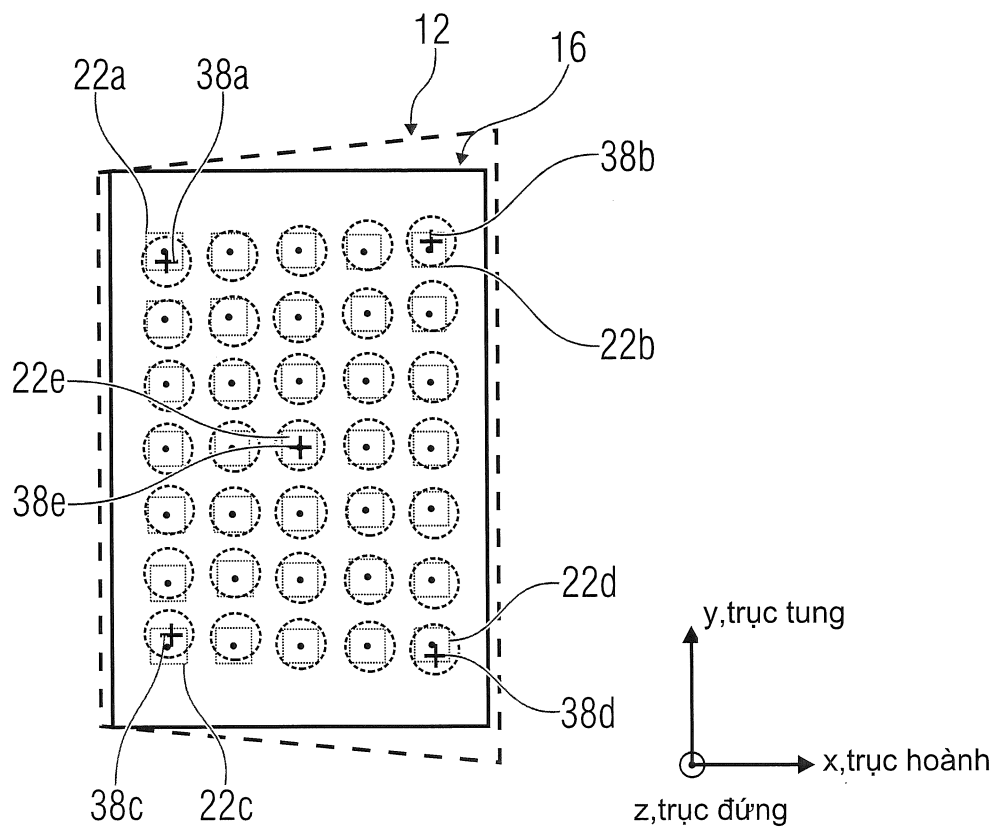
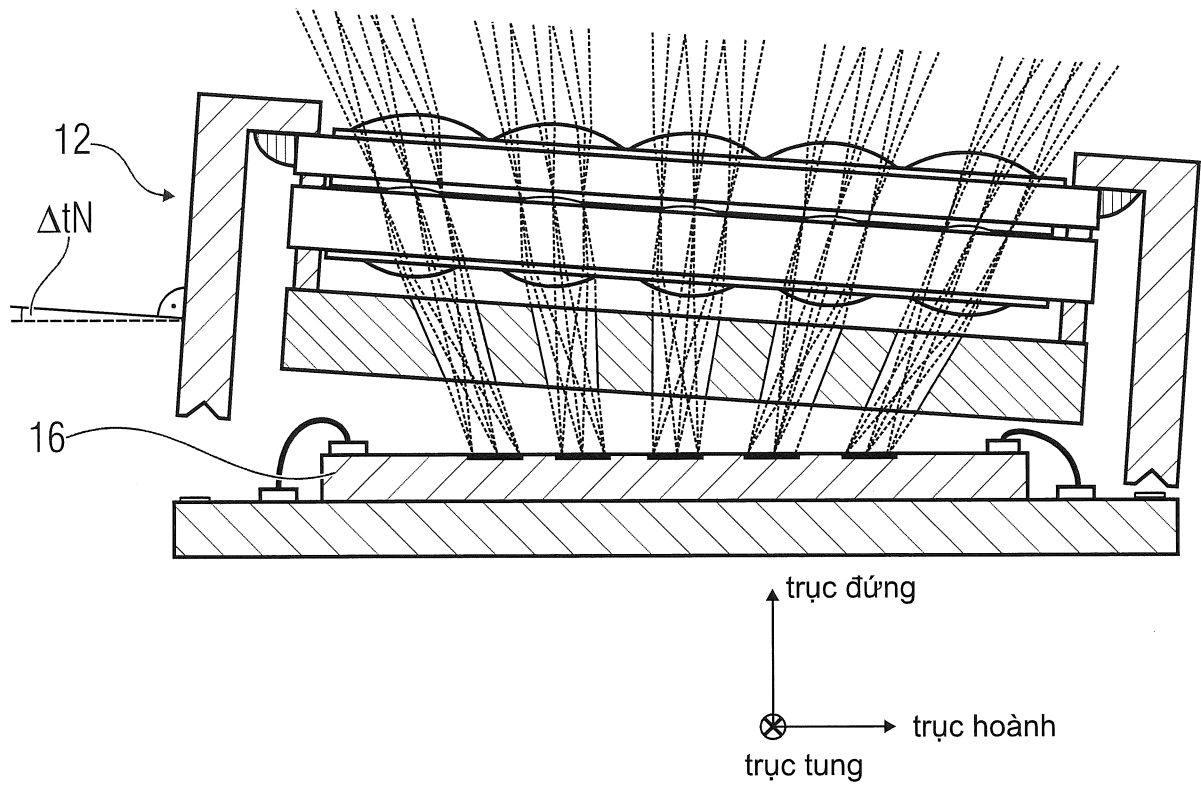


Fig. 3b

4/21



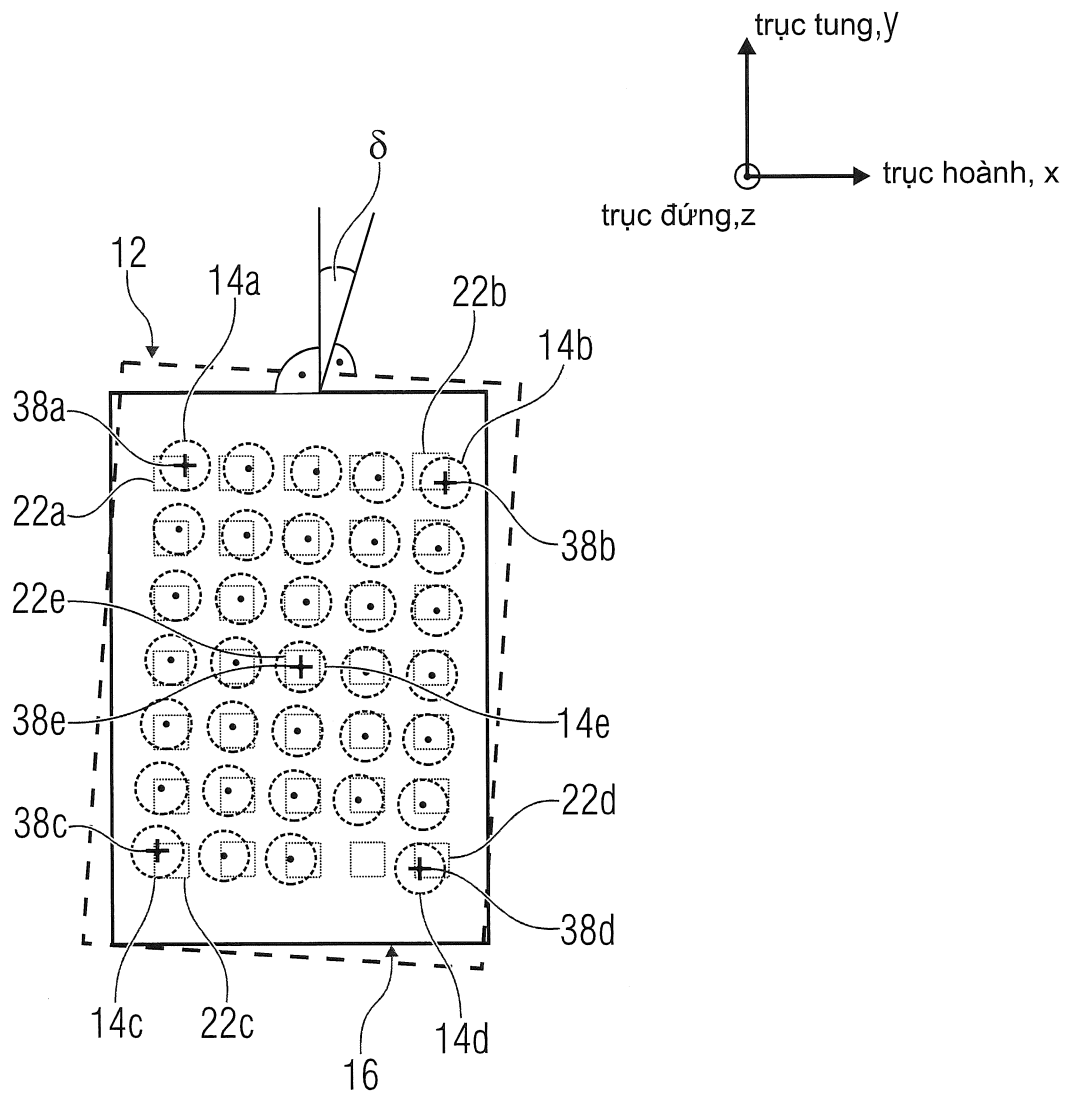


Fig. 5

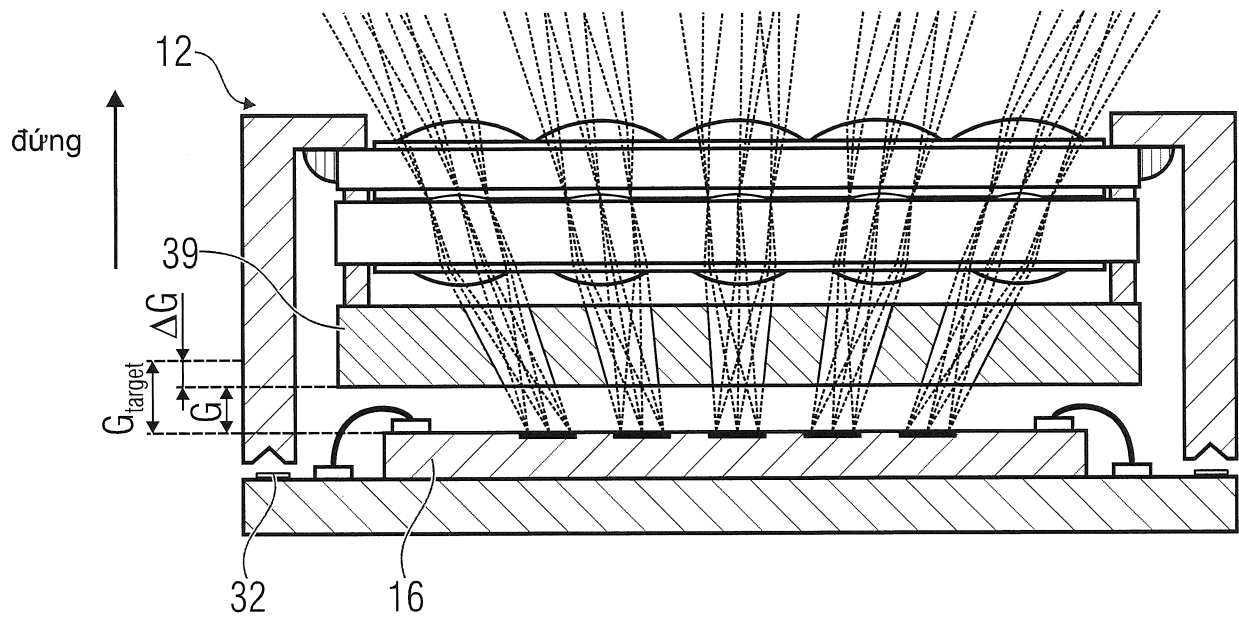


Fig. 6a

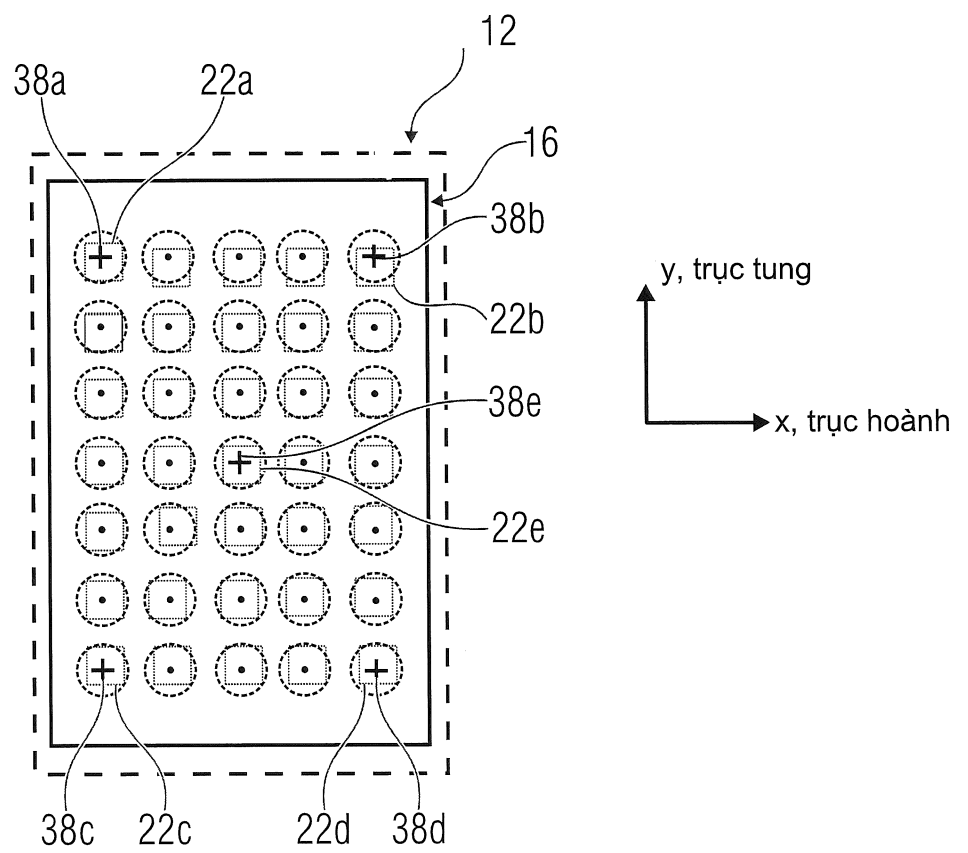


Fig. 6b

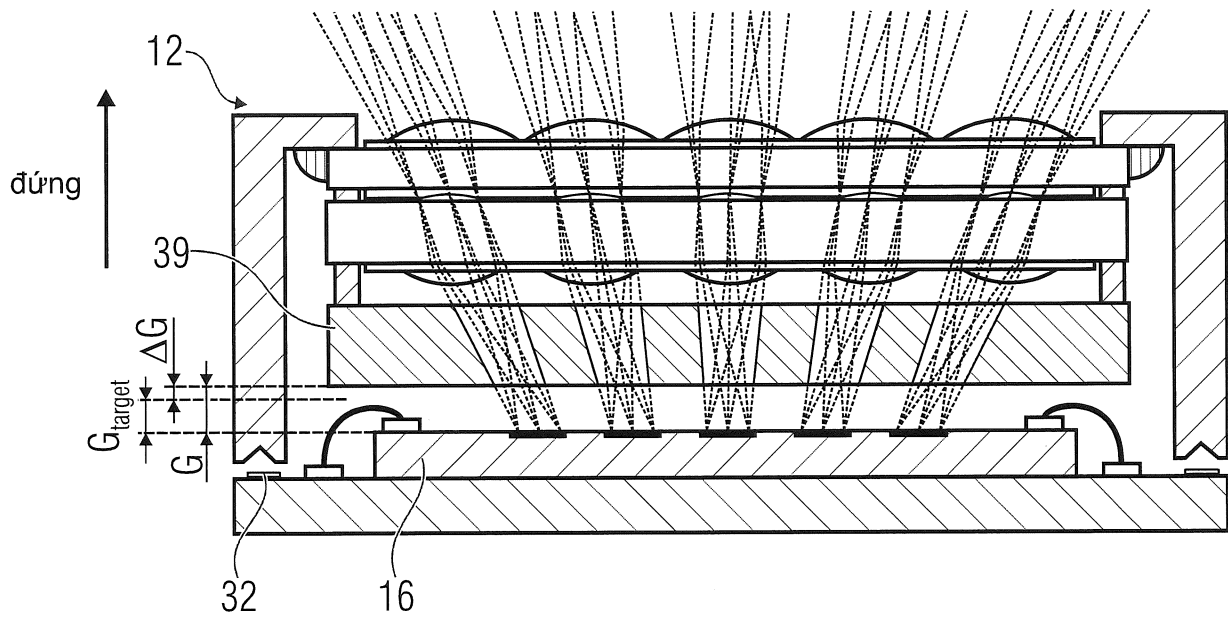


Fig. 7a

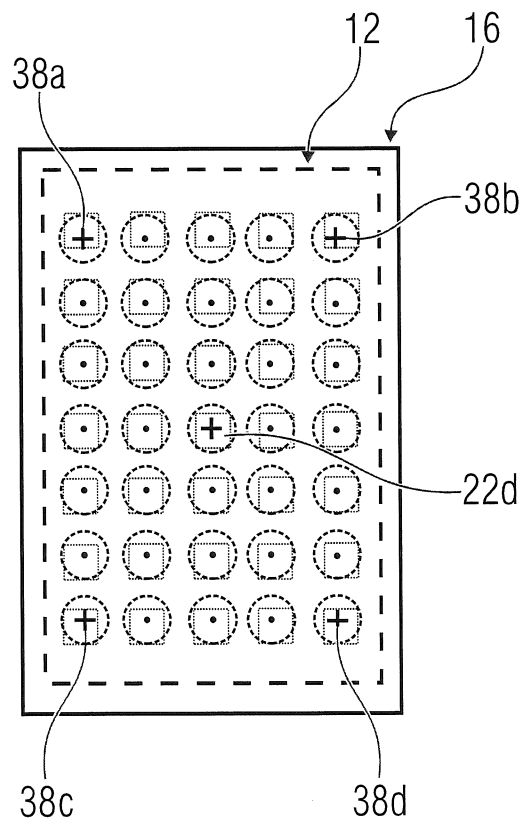


Fig. 7b

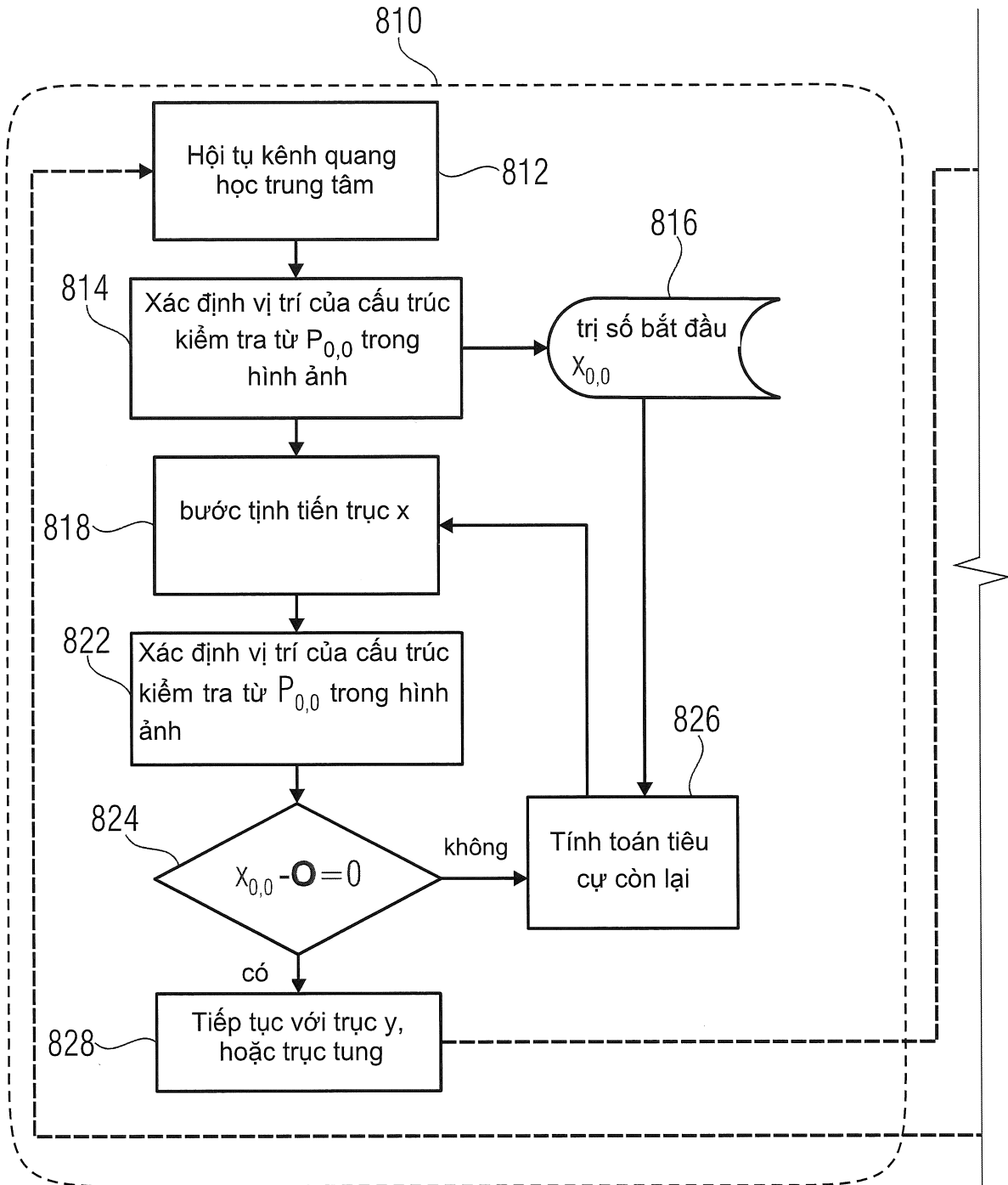


Fig. 8a

Fig. 8	
Fig. 8a	Fig. 8b

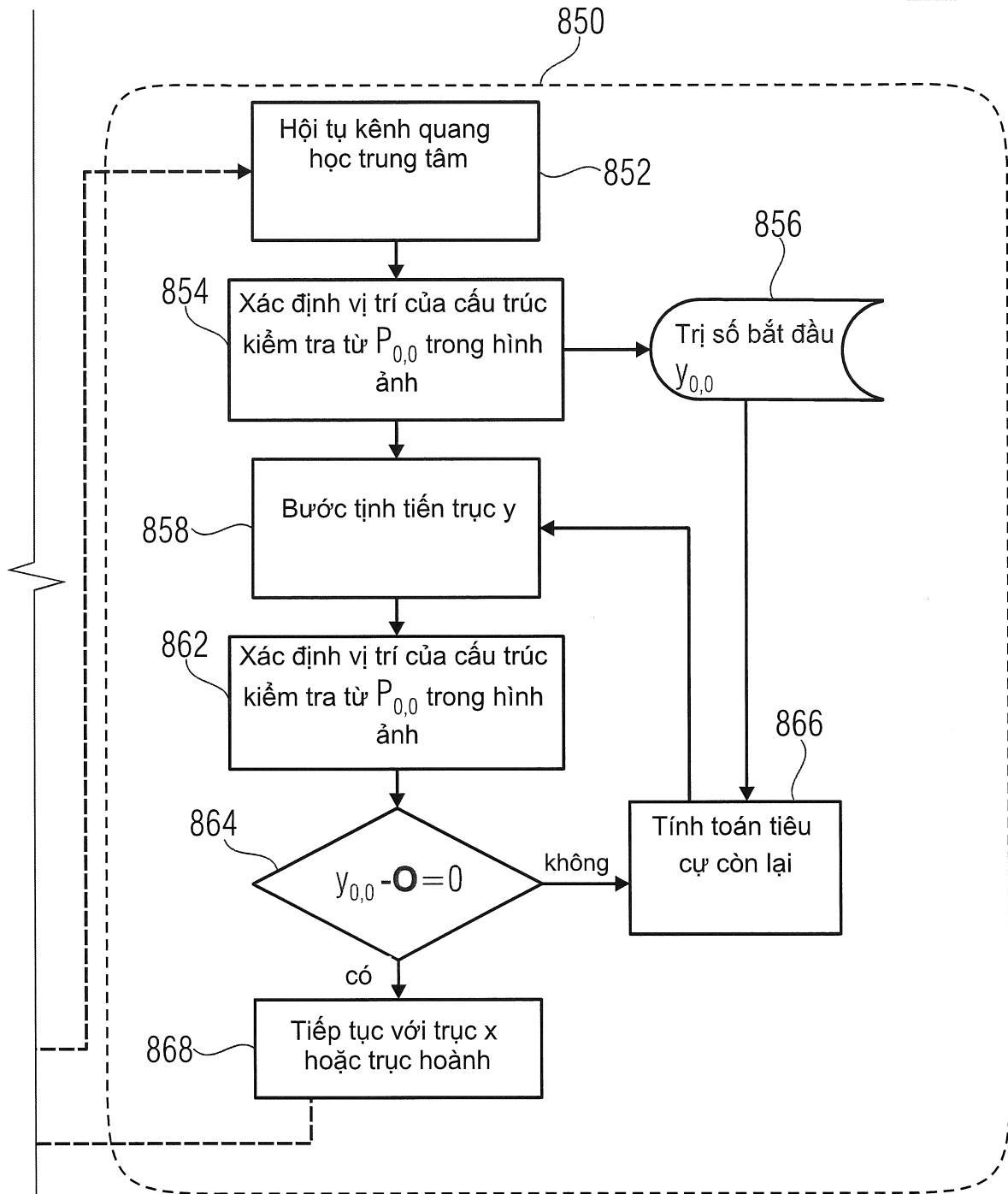
800

Fig. 8b

Fig. 8	
Fig. 8a	Fig. 8b

10/21

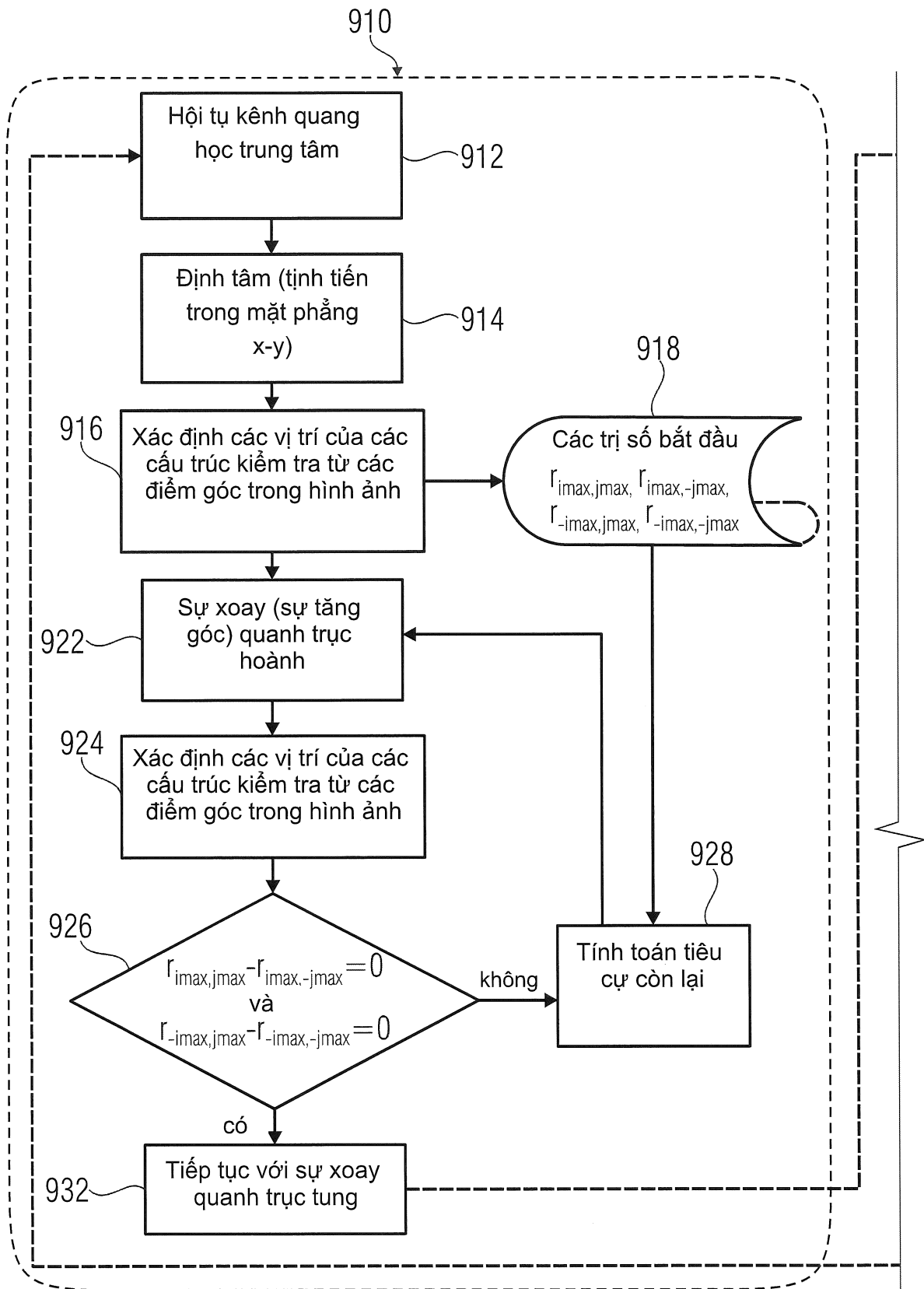


Fig. 9	
Fig. 9a	Fig. 9b

Fig. 9a

11/21

950

900

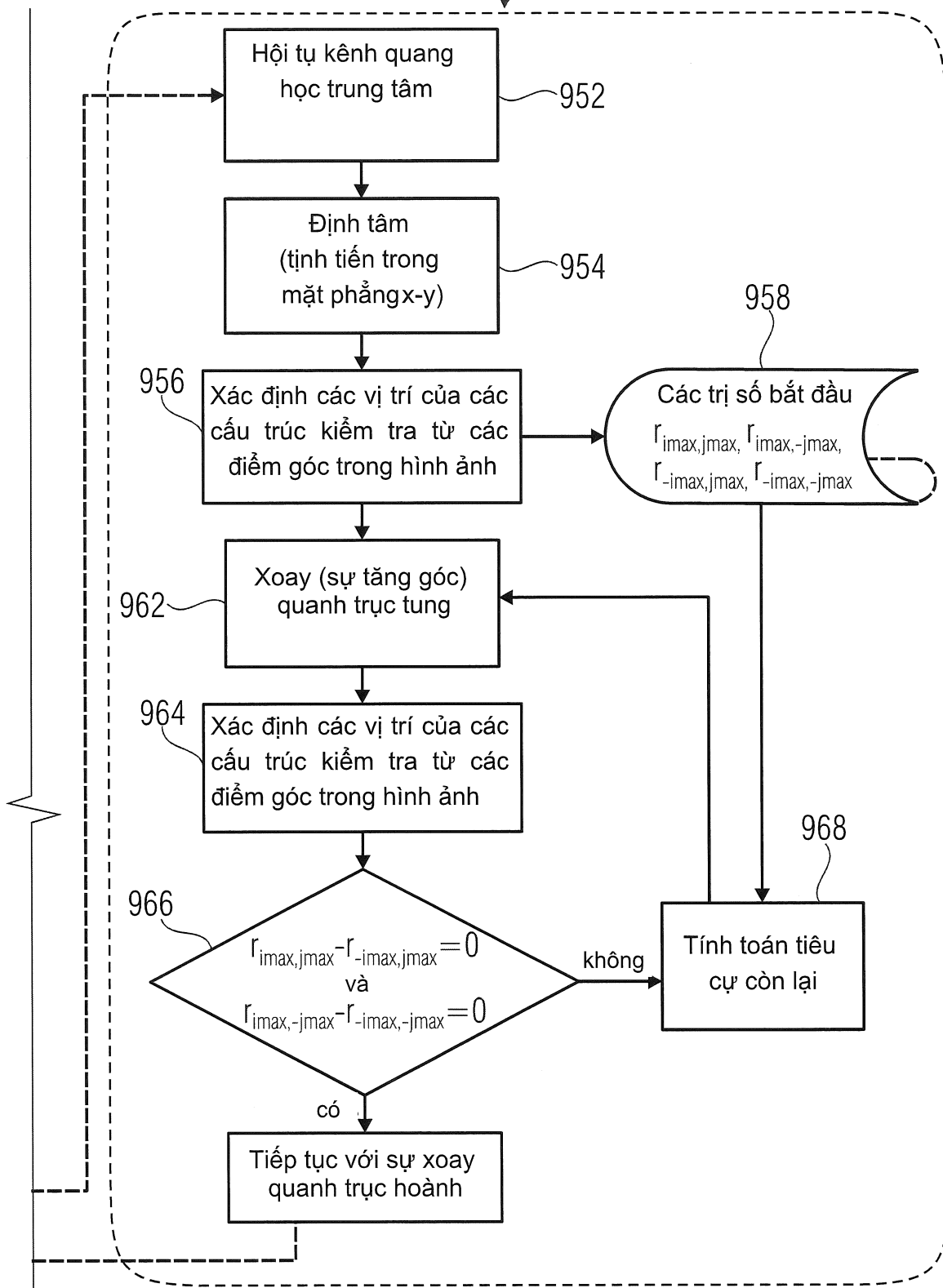


Fig. 9b

Fig. 9	
Fig. 9a	Fig. 9b

12/21

1000

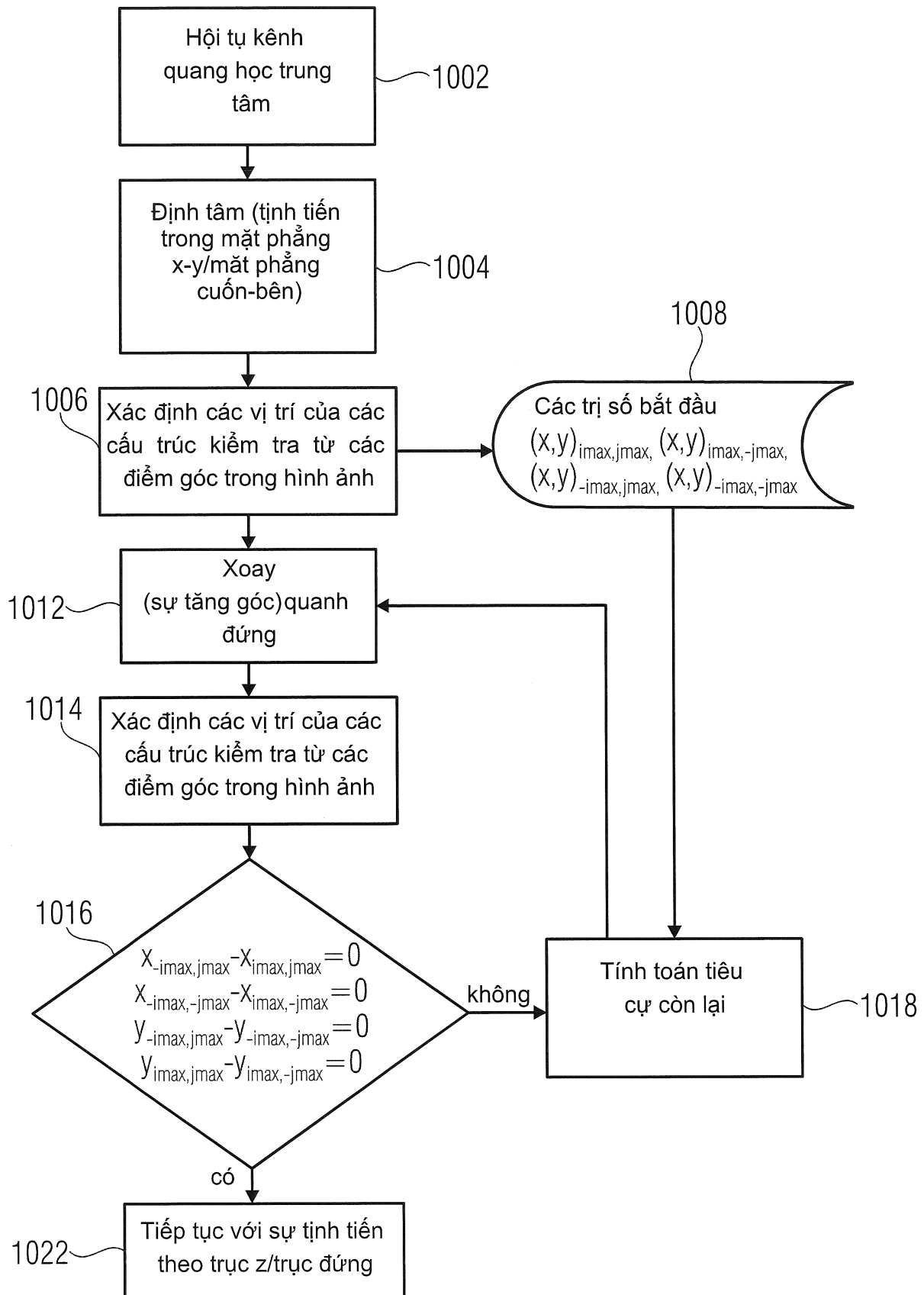


Fig. 10

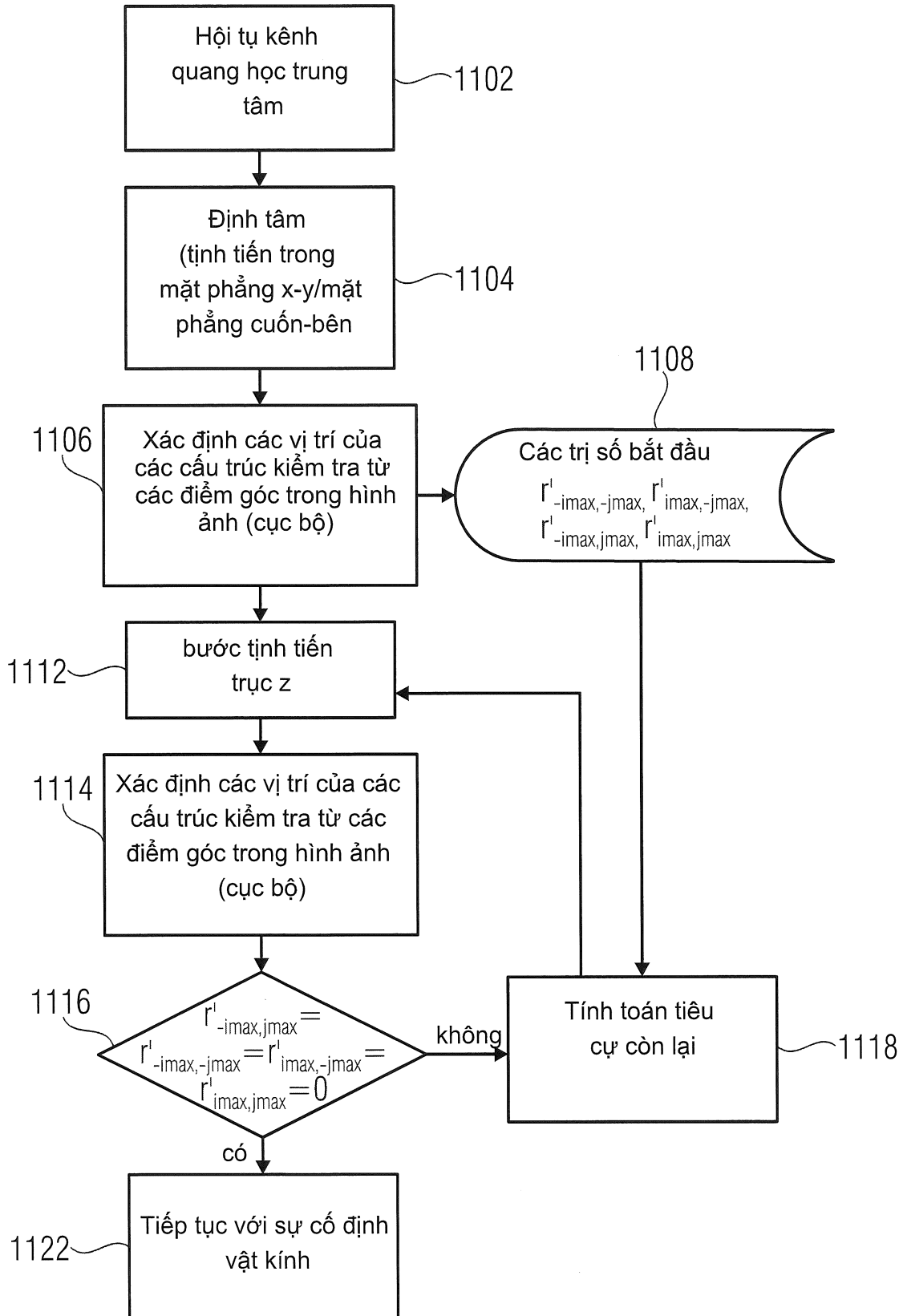


Fig. 11

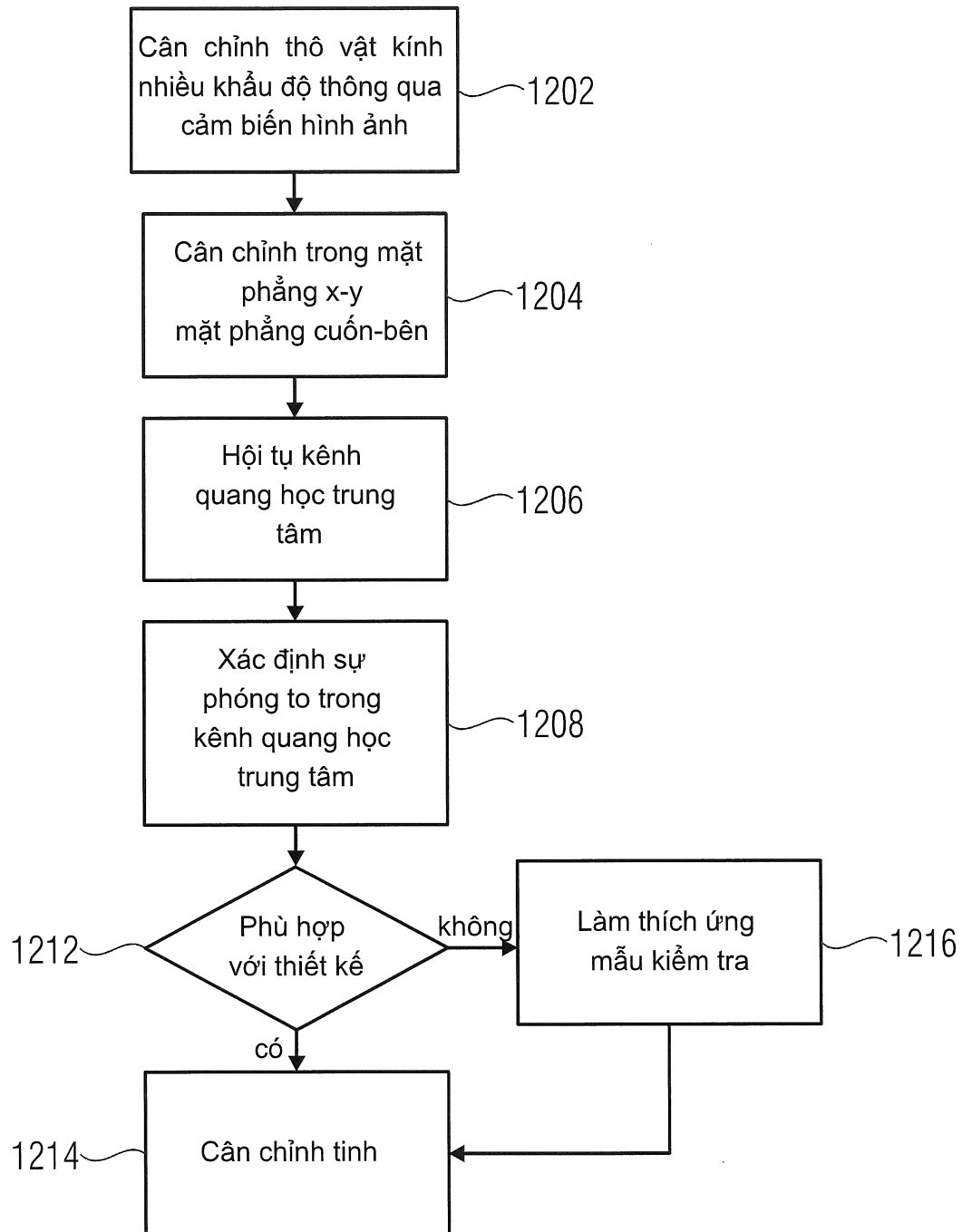
1200

Fig. 12

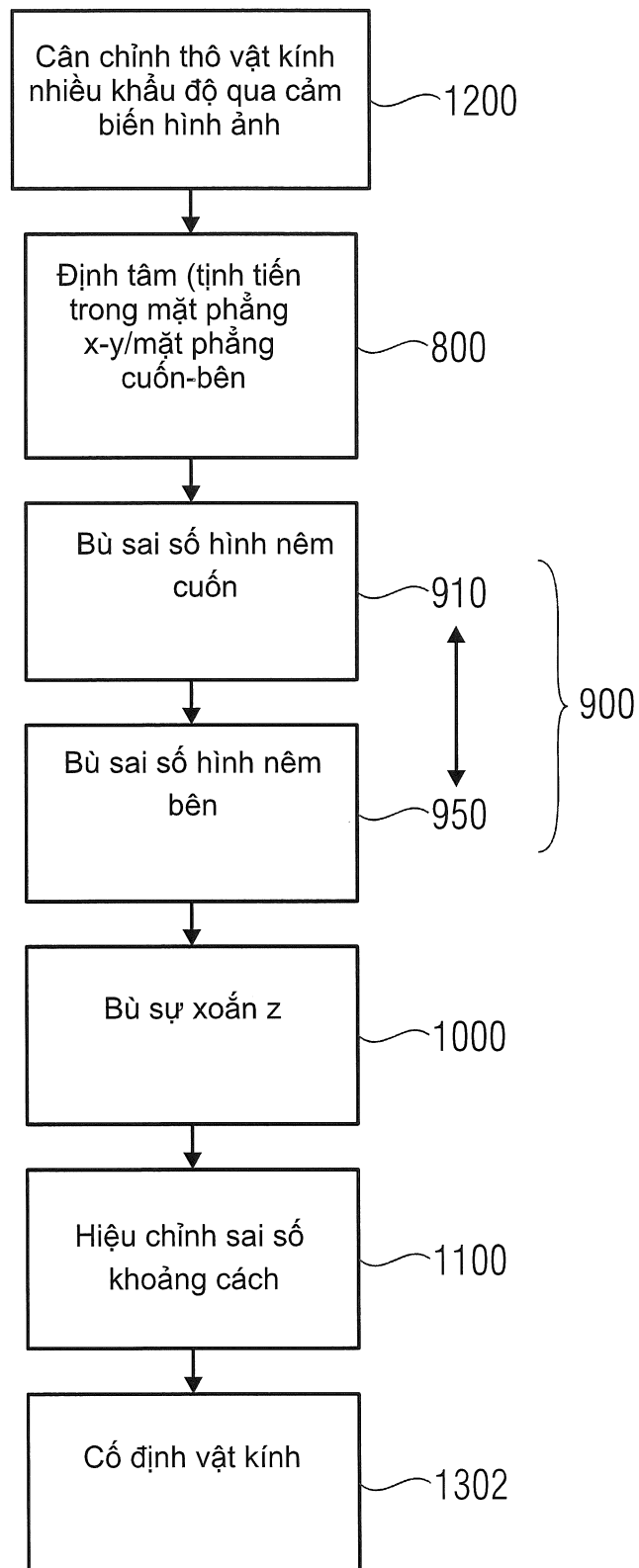


Fig. 13

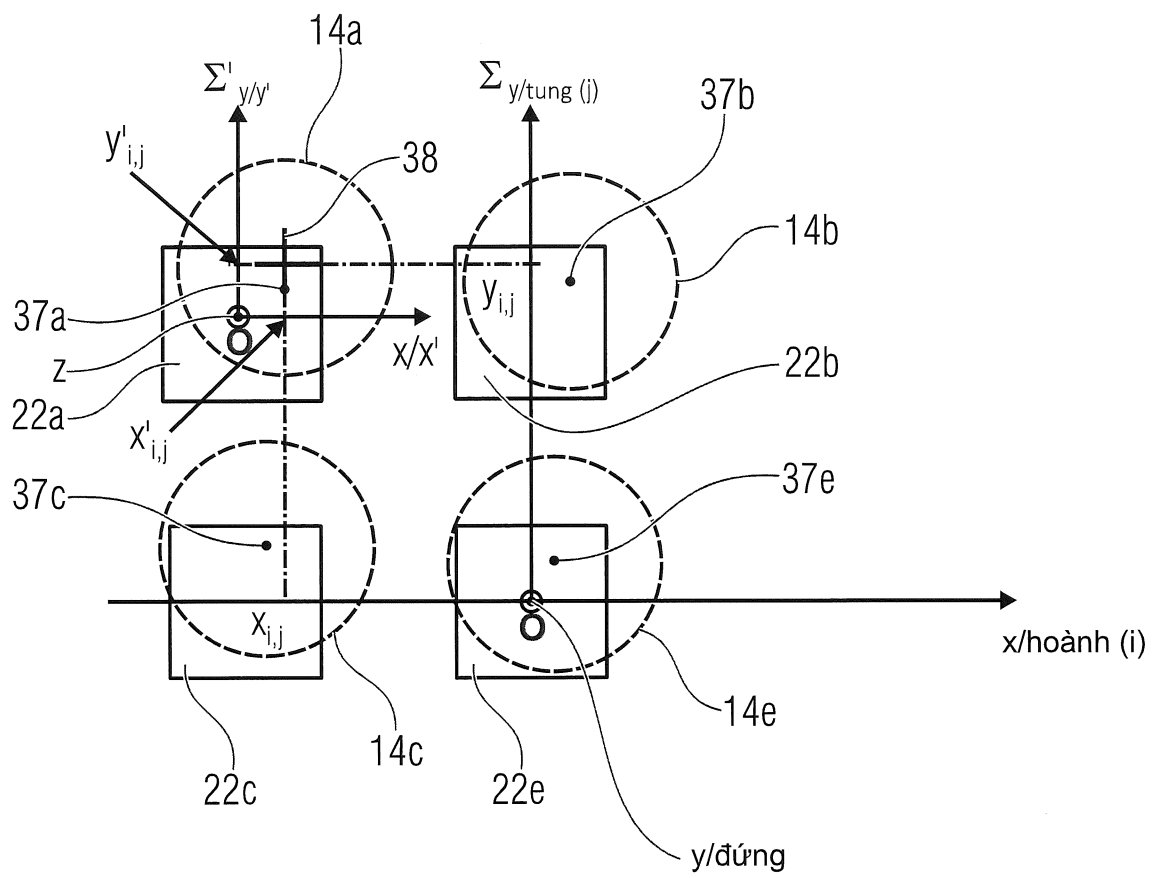


Fig. 14

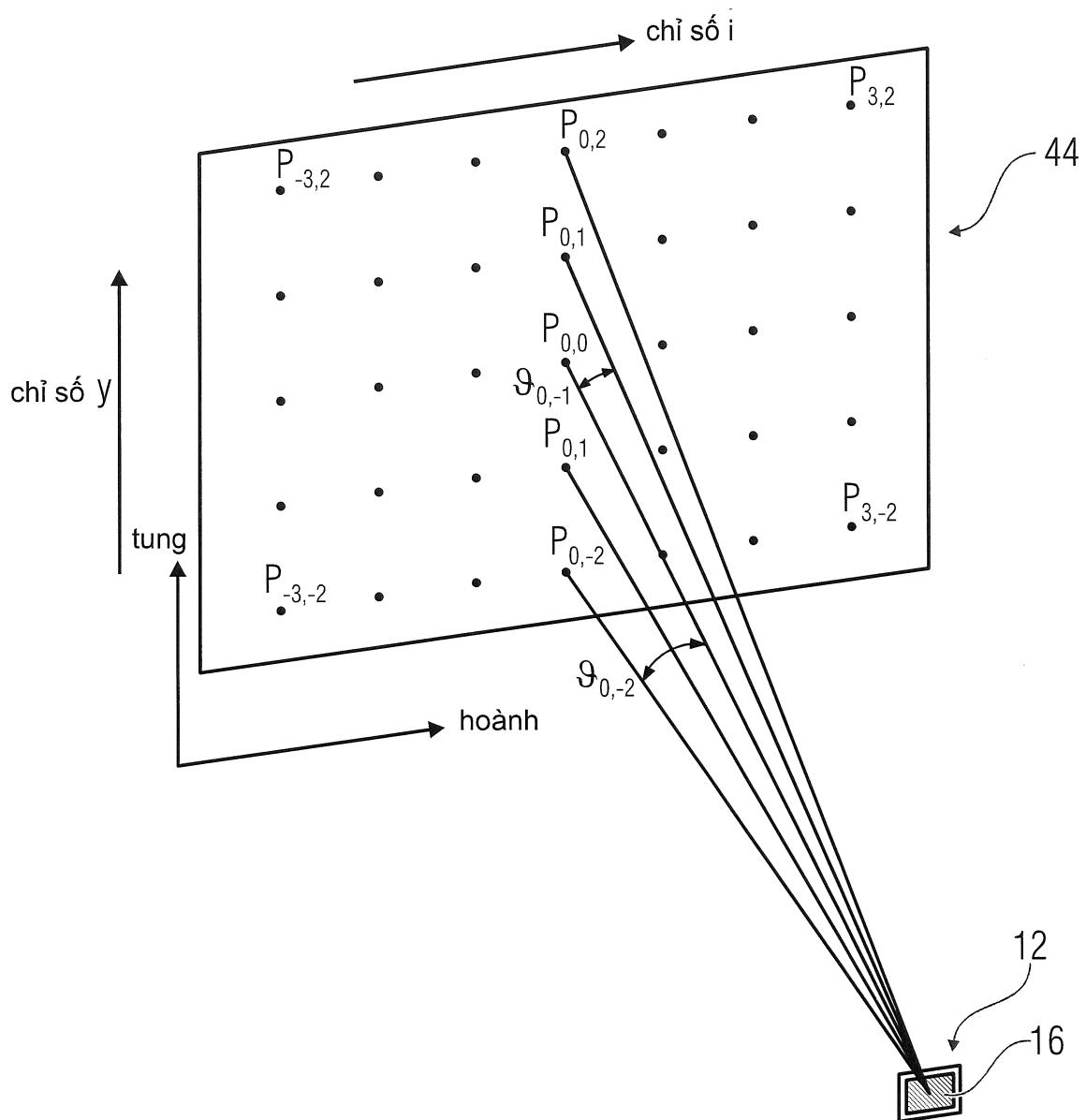


Fig. 15

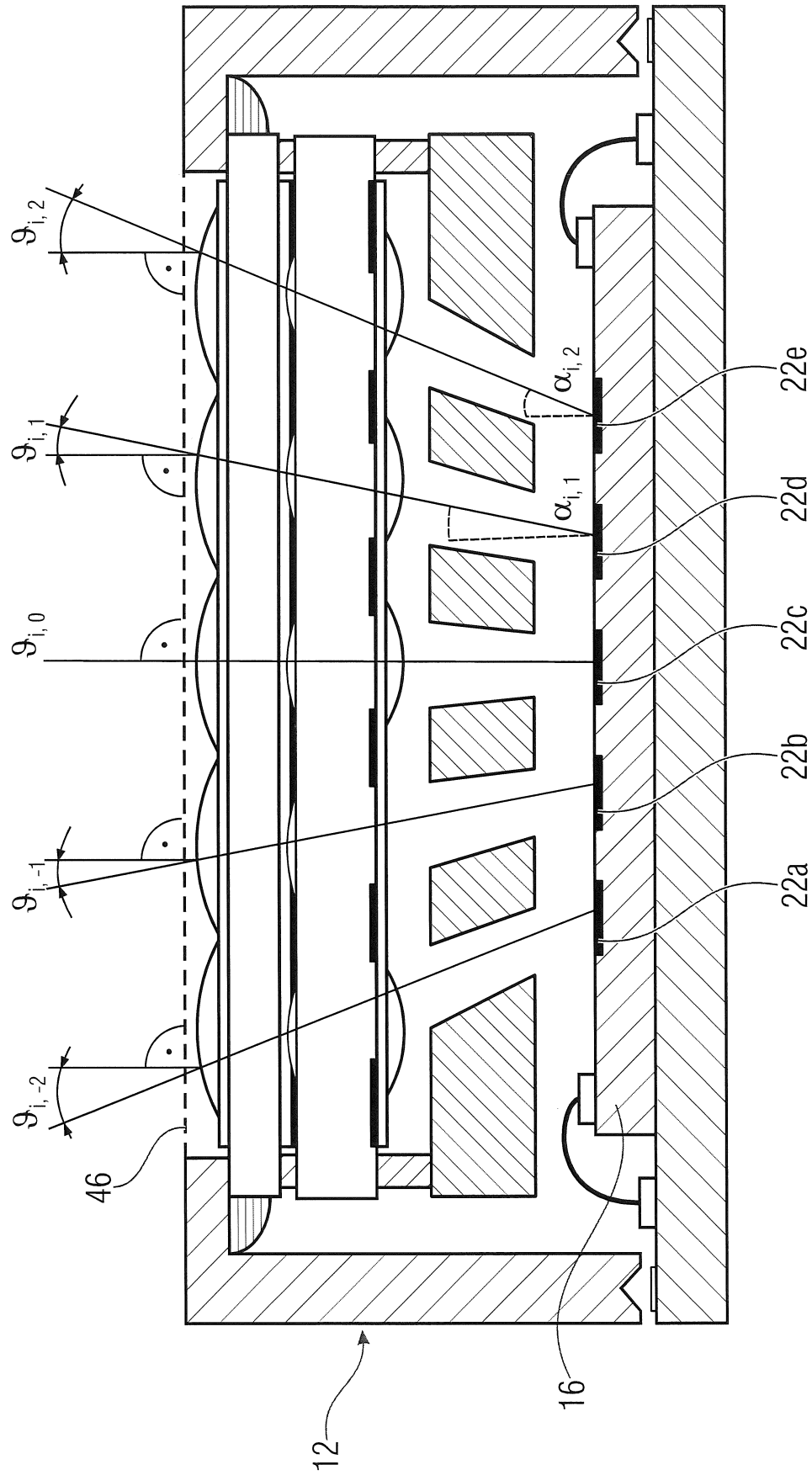


Fig. 16

19/21

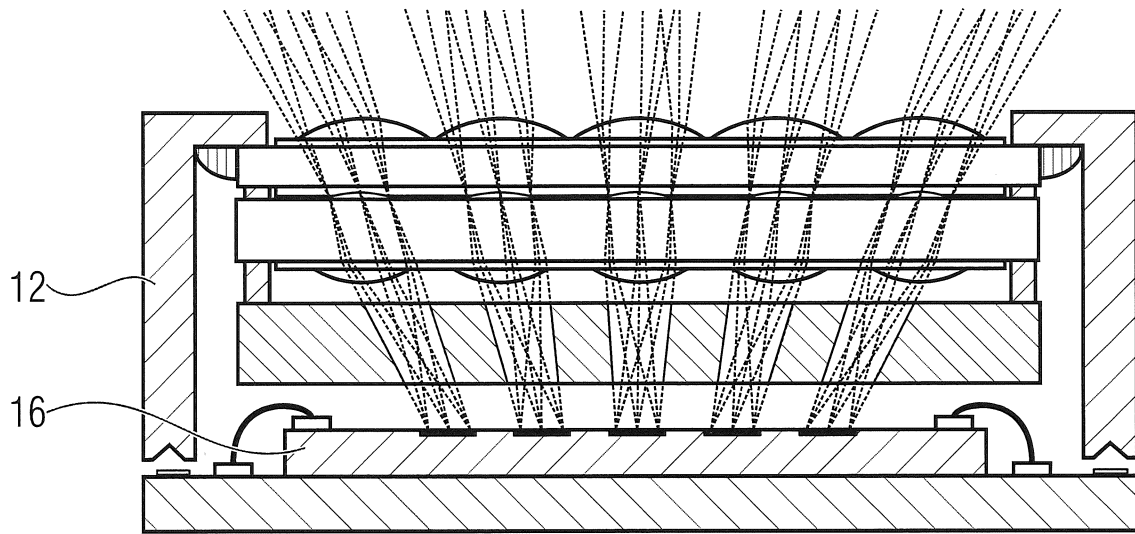


Fig. 17a

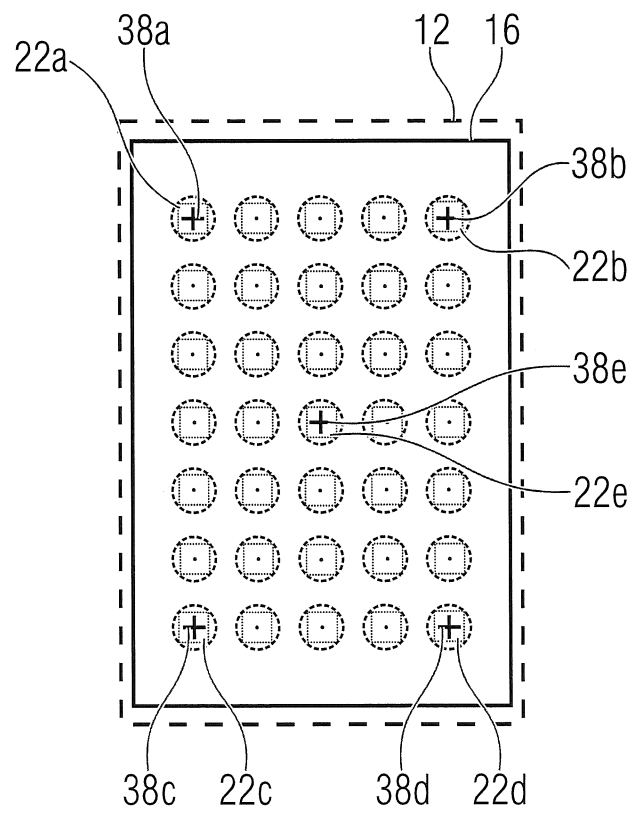


Fig. 17b

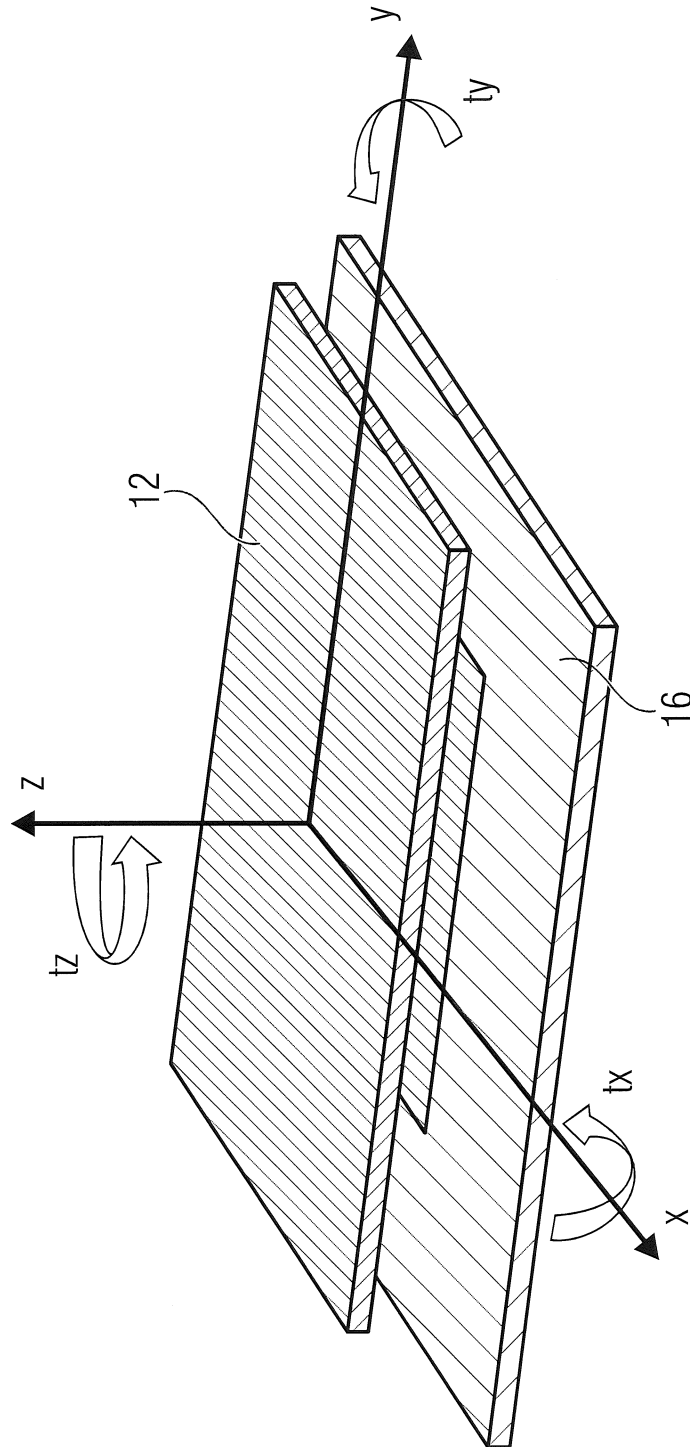


Fig. 18

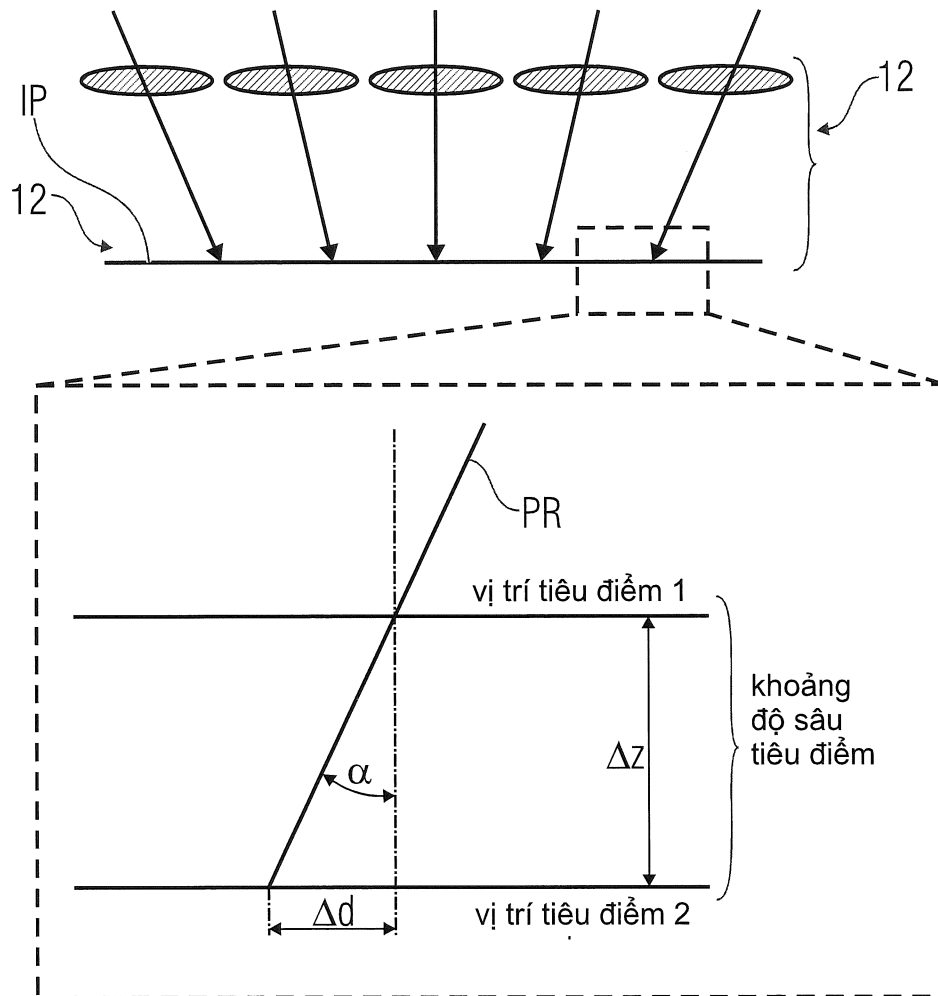


Fig. 19