



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ
(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) 
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ
1-0043005
(51)⁷ G06T 11/00; H04N 5/235; H04N (13) B
13/204; G06T 1/00

(21) 1-2019-05822 (22) 26/03/2018
(86) PCT/US2018/024268 26/03/2018 (87) WO/2018/183155 A1 04/10/2018
(30) 62/476,850 26/03/2017 US; 15/934,766 23/03/2018 US
(45) 25/02/2025 443 (43) 25/03/2020 384ASC
(73) Cognex Corporation (US)
One Vision Drive, Natick, MA 01760-2059, United States of America
(72) LI, David Y. (US); SUN, Li (CN); JACOBSON, Lowell D. (US); WANG, Lei (US).
(74) CÔNG TY LUẬT TNHH IP MAX (IPMAX LAW FIRM)

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH BIÊN DẠNG TRÊN BỀ MẶT CỦA VẬT THỂ

(21) 1-2019-05822

(57) Sáng chế cung cấp hệ thống và phương pháp để chọn biên dạng chính xác từ một loạt các đỉnh được tạo ra bằng cách phân tích bề mặt có nhiều mức phơi sáng được áp dụng tại các khoảng thời gian riêng biệt. Đám mây thông tin đỉnh được giải quyết bằng cách đem so sánh biên dạng mô hình với ứng viên tốt nhất để thể hiện đại diện chính xác của biên dạng vật thể. Một cách minh họa, cảm biến dịch chuyển chiếu đường chiếu sáng trên bề mặt và nhận ánh sáng phản xạ ở cụm cảm biến ở mức phơi sáng đã đặt. Bộ xử lý thay đổi cài đặt mức phơi sáng theo số lượng lớn các mức tăng rời rạc, và lưu trữ hình ảnh của ánh sáng phản xạ cho từng mức tăng. Quy trình xác định kết hợp các hình ảnh được lưu trữ và căn chỉnh các hình ảnh được kết hợp với hình ảnh mô hình. Các điểm từ các hình ảnh kết hợp được chọn dựa trên sự gần sát với hình ảnh mô hình để cung cấp biên dạng ứng viên của bề mặt.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

[0001] Sáng chế đề cập đến các hệ thống quan sát sử dụng một hoặc nhiều camera hệ thống quan sát ba chiều (three-dimensional (3D)) (còn được gọi là (các) “cảm biến dịch chuyển” hoặc “các bộ tạo biên dạng”), và cụ thể hơn đến sự xác định biên dạng 3D (chiều cao) trên bề mặt vật thể.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

[0002] Trong các quy trình sản xuất và lắp ráp, người ta thường mong muốn phân tích bề mặt vật thể để xác định bản chất của các tính năng và/hoặc sự bất thường. Sự dịch chuyển (hoặc “biên dạng”) của bề mặt vật thể có thể được xác định bằng cách sử dụng hệ thống quan sát máy (còn được gọi trong tài liệu này là “hệ thống quan sát”) ở dạng cảm biến dịch chuyển laze (còn được gọi là “bộ tạo biên dạng” chùm tia laze). Cảm biến dịch chuyển laze sẽ chụp và xác định biên dạng (ba chiều) của bề mặt vật thể được quét bằng cách sử dụng tấm màn phẳng hoặc “quạt” của chùm tia laze. Theo cách sắp xếp thông thường, cụm camera hệ thống quan sát được định hướng để nhìn vào mặt phẳng của chùm tia từ bên ngoài mặt phẳng. Sự sắp xếp này ghi lại biên dạng của đường được chiếu (ví dụ, kéo dài dọc theo trục-x vật lý) trên bề mặt vật thể, do đường cơ sở (tức là khoảng cách tương đối dọc theo trục-y) giữa mặt phẳng chùm tia và camera khiến cho đường được tạo ảnh xuất hiện dưới dạng sự thay đổi theo hướng trục y hình ảnh như là một hàm của chiều cao trục z-vật lý của điểm được tạo ảnh (dọc theo trục x hình ảnh). Độ lệch này biểu thị biên dạng của bề mặt trong mặt phẳng x-z, xuất phát từ ví dụ x-y của các điểm ảnh riêng lẻ sử dụng các tham số hiệu chuẩn thích hợp trong cảm biến dịch chuyển. Các cảm biến dịch chuyển laze rất hữu ích trong một loạt các hoạt động kiểm tra và sản xuất trong đó người dùng mong muốn đo và mô tả các chi tiết bề mặt của vật thể được quét thông qua phép đặc tam giác. Cảm biến dịch chuyển laze thông thường sử dụng camera hệ thống quan sát có cụm ống kính và cảm biến hình ảnh (hoặc “bộ tạo ảnh”) có thể dựa trên thiết kế CCD hoặc CMOS. Bộ tạo ảnh xác định trường được xác định trước của các pixel độ xám

hoặc cảm biến màu trên mặt phẳng hình ảnh nhận ánh sáng tập trung từ cảnh được tạo ảnh qua ống kính/quang học

[0003] Trong một số triển khai hệ thống quan sát nhất định, một số lượng lớn các cảm biến dịch chuyển (ví dụ, các bộ tạo biên dạng laze) được gắn với nhau để mở rộng trường nhìn tổng thể (field of view (FOV)) (trong đó thuật ngữ “trường nhìn” đề cập đến phạm vi phép đo) của hệ thống quan sát để tạo ảnh đầy đủ khu vực mong muốn của vật thể (ví dụ, chiều rộng đầy đủ của nó) với độ phân giải đủ lớn.

[0004] Có thể khó để đọc được đường được chiếu trên bề mặt của vật thể quan tâm được làm bằng các vật liệu có các tính chất quang học khác nhau và/hoặc có bề mặt có cấu trúc có thể gây ra phản xạ bên trong. Ví dụ, các bề mặt có thể bao gồm các vùng mờ đục, vùng đặc trưng, vùng mờ/trong suốt hoặc kết hợp của chúng, phản xạ khác nhau, và tùy thuộc vào các góc tương đối của chúng, cũng có thể tạo ra các sự phản xạ bên trong. Trường hợp trước là một thử thách vì việc chọn cài đặt phơi sáng duy nhất để chứa tất cả các vật liệu là vấn đề, trong khi trường hợp sau là thách thức vì sự phản xạ bên trong có thể gây nhầm lẫn cho cảm biến dịch chuyển so với biên dạng thực tế.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

[0005] Sáng chế này khắc phục nhược điểm của tình trạng kỹ thuật bằng cách cung cấp hệ thống và phương pháp để chọn biên dạng chính xác từ một loạt các đỉnh được tạo bằng cách phân tích bề mặt có nhiều mức phơi sáng được áp dụng trong các khoảng thời gian riêng biệt. Đám mây thông tin đỉnh được giải quyết bằng cách so sánh với biên dạng mô hình thành ứng viên tốt nhất để thể hiện đại diện chính xác của biên dạng vật thể.

[0006] Trong một phương án minh họa, hệ thống và hệ thống phương pháp để xác định biên dạng trên bề mặt của vật thể được cung cấp, và bao gồm cảm biến dịch chuyển chiếu đường chiếu sáng trên bề mặt và nhận ánh sáng phản xạ ở cụm cảm biến ở mức phơi sáng đã cài đặt. Bộ xử lý thay đổi cài đặt mức phơi sáng theo số lượng lớn

các mức tăng rời rạc, và lưu trữ hình ảnh của ánh sáng phản xạ cho từng mức tăng. Quy trình xác định kết hợp các hình ảnh được lưu trữ và căn chỉnh các hình ảnh kết hợp với hình ảnh mô hình. Các điểm từ các hình ảnh kết hợp được chọn dựa trên mức độ gần/sát với hình ảnh mô hình để cung cấp biên dạng ứng viên của bề mặt. Một cách minh họa, mức độ phơi sáng bao gồm mức cường độ laze, mức tăng, thời gian phơi sáng và/hoặc độ mờ. Bề mặt có thể xác định, ít nhất là một phần, ít nhất là một trong số độ phản chiếu và độ mờ. Các điểm trong các hình ảnh kết hợp được sắp xếp minh họa thành các cột dọc theo chiều x và được tính trọng số theo cường độ dọc theo chiều z. Các điểm có thể được tính trọng số dựa trên bộ kernel 2D được sắp xếp theo kỹ thuật thống kê được xác định trước. Ví dụ, bộ kernel 2D có thể chứa ít nhất một trong số bộ kernel Gaussian, bộ kernel bước hoặc bộ kernel đồng nhất, bộ kernel tam giác, bộ kernel trọng số nhị phân và bộ kernel Epanechnikov, trong số những bộ kernel khác. Điểm trong mỗi cột được chọn cho biên dạng ứng viên dựa trên mức độ gần với điểm tương ứng trong hình ảnh mô hình. Hình ảnh mô hình có thể dựa trên hình ảnh thực tế của bề mặt vật thể hoặc biên dạng được tạo một cách tổng hợp (ví dụ, CAD). Để minh họa, các tham số phát hiện (lựa chọn) điểm đỉnh có thể bao gồm ít nhất một trong số ngưỡng tương phản, ngưỡng cường độ và chiều rộng của đường chiếu sáng được quan sát trên bề mặt bởi cụm cảm biến.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

[0007] Mô tả sáng chế dưới đây tham chiếu đến các bản vẽ kèm theo, trong đó:

[0008] Fig. 1 là sơ đồ bố trí hệ thống quan sát tổng thể có được hình ảnh của vật thể và xử lý dữ liệu hình ảnh từ nhiều mức độ phơi sáng theo phương án minh họa;

[0009] Fig. 2 là hình ảnh mẫu của bề mặt vật thể cho thấy đường chiếu sáng của cảm biến dịch chuyển ở trạng thái phơi sáng quá mức một phần ở mức phơi sáng thứ nhất;

[0010] Fig. 3 là hình ảnh mẫu của bề mặt vật thể của Fig. 2, cho thấy đường chiếu sáng của cảm biến dịch chuyển ở mức phơi sáng thứ hai trong đó có thể nhìn thấy các sự phản xạ bên trong không mong muốn;

[0011] Fig. 4 là sơ đồ quy trình thu nhận hình ảnh và quy trình xác định biên dạng theo phương án minh họa;

[0012] Fig. 5 là sơ đồ quy trình chi tiết hơn của quá trình thu nhận và xác định theo Fig. 4;

[0013] Fig. 6 là hình ảnh mẫu của bề mặt vật thể của Fig. 2 cho thấy việc tạo ra hình ảnh tổng hợp với trục ngang được mô tả là trục x và trục dọc được mô tả là trục z, trong đó các điểm được đặt trọng số theo bộ kernel Gaussian; và

[0014] Fig. 7 là hình ảnh mẫu của bề mặt vật thể của Fig. 2 cho thấy đường biên dạng được xác định dựa trên hình ảnh tổng hợp và dữ liệu mô hình được căn chỉnh.

Mô tả chi tiết sáng chế

[0015] Tham chiếu được thực hiện trong Fig. 1, cho thấy tổng thể sự sắp xếp hệ thống quan sát 100 được sử dụng để xác định biên dạng của vật thể mẫu được quan tâm 110 theo một phương án minh họa. Sự sắp xếp 100 là ví dụ mẫu của một loạt các triển khai có thể. Bằng cách ví dụ không giới hạn, cảm biến dịch chuyển 120 đo bề mặt 112 của vật thể tại vị trí thích hợp trên đó. Cảm biến dịch chuyển 120 trong ví dụ này bao gồm nguồn chiếu sáng 122, chiếu chùm tia laze nhìn thấy được hoặc gần nhìn thấy được dưới dạng quạt (ví dụ, sử dụng cụm quang học thích hợp) 124 xác định đường thẳng trên bề mặt 112. Bộ tọa độ 3D tùy ý (ví dụ, tọa độ Cartesian, các trục x, y và z) 116 được biểu thị với đường thẳng kéo dài dọc theo trục-x. Cụm camera 128, bao gồm cảm biến hình ảnh 127 và quang học 129 được định hướng để xác định trục quang OA ở góc nhọn Θ đối với mặt phẳng của quạt 124 (được biểu thị bằng đường giữa nét đứt 125). Góc Θ này làm cho đường thẳng xuất hiện trong cảm biến 2D dưới

dạng sự dịch chuyển dọc theo trục-y của nó như là hàm của chiều cao-z. Cảm biến dịch chuyển 120 được hiệu chỉnh sao cho sự thay đổi dọc theo hướng-y biểu thị sự thay đổi chiều cao-z cụ thể trong dữ liệu hình ảnh truyền đi 130 của nó.

[0016] Dữ liệu hình ảnh 130 được cung cấp cho quy trình (bộ xử lý) hệ thống quan sát 140 có thể được tích hợp với vỏ của cảm biến dịch chuyển, hoặc có thể được khởi tạo hoàn toàn, hoặc một phần trên thiết bị máy tính 150, như PC được mô tả với giao diện người dùng (bàn phím 152, chuột 154 và màn hình hiển thị/cảm ứng 156). PC này là ví dụ mẫu của một loạt các thiết bị xử lý bao gồm bộ xử lý tùy chỉnh (ví dụ, các FPGA) và các thiết bị máy tính đa năng, máy tính xách tay, máy tính bảng, điện thoại thông minh, v.v.. Bộ xử lý bao gồm nhiều mô-đun chức năng hoặc các quy trình/bộ xử lý được xử lý bởi một hệ thống hoạt động thích hợp. Ví dụ, sự điều khiển 132 của laser 122 (ví dụ, bật/tắt/cường độ) và cụm cảm biến 128 được cung cấp, tương ứng bởi các mô-đun xử lý 142 và 144. Bộ xử lý 140 cũng bao gồm các công cụ hệ thống quan sát khác nhau 146, như máy dò cạnh, máy phân tích blob, công cụ tương phản, v.v. có thể được sử dụng để xác định các tính năng trong hình ảnh và hỗ trợ căn chỉnh dữ liệu hình ảnh thời gian chạy thực với mẫu lưu trữ hoặc dữ liệu mô hình 147. Điều này được thực hiện bởi mô-đun xử lý căn chỉnh 148. Quy trình (bộ xử lý) 140 bao gồm mô-đun xác định biên dạng tổng quát 149 xác định (các) ứng viên biên dạng gần nhất phù hợp với dữ liệu hình ảnh.

[0017] Tùy chọn, (các) biên dạng ứng viên được cung cấp cho các quy trình sử dụng và/hoặc các thiết bị đầu ra theo khối 160. Ví dụ, thông tin biên dạng có thể được sử dụng để xác định lỗi, chất lượng hoặc loại vật thể.

[0018] Bây giờ với tham chiếu đến Fig. 2, hình ảnh mẫu 200 của vật thể 210 được hiển thị trong đó có đường chiếu sáng (ví dụ, tia laser nhìn thấy được) được chiếu 220 được thể hiện. Lưu ý rằng mức phơi sáng hiện tại làm cho đường 220 ở vùng bên trái (mũi tên 230) của vật thể 210 xuất hiện phơi sáng nhiều hơn vùng bên phải (mũi tên 240) của vật thể 210. Do đó, vùng bên trái (230) yêu cầu mức phơi sáng thấp hơn vùng bên phải (240) để tạo ra hình ảnh biên dạng 3D tổng thể chấp nhận được (tức là

với đường nét nhất quán, sắc nét). Các phần khác của hình ảnh có thể được hưởng lợi từ sự khác biệt hơn về mức độ phơi sáng. Việc đặt một mức phơi sáng duy nhất cung cấp sự phản xạ đường mong muốn tổng thể là không thực tế. Do đó, khi áp dụng mức phơi sáng thấp hơn cho cùng một vật thể 210 (như trong Fig. 2) hình ảnh 300 của Fig. 3 cho thấy đường biên dạng kết quả tương đối đồng đều. Tuy nhiên, hình ảnh phơi sáng thấp hơn 300 lúc này cũng cho thấy các đốm mờ, được biểu thị bằng mũi tên 310. Các đốm mờ 310 này hiện tương đối nổi bật trong ảnh 300, và được gây ra bởi các sự phản xạ bên trong. Khi phân tích biên dạng, các đốm mờ 310 này sẽ có xu hướng gây nhầm lẫn bộ xử lý cảm biến dịch chuyển và xuất hiện dưới dạng biên dạng thứ hai (sai).

[0019] Bây giờ tham chiếu Fig. 4, quy trình tổng thể, tổng quát hóa 400 để xác định biên dạng chất lượng cao cho bề mặt vật thể được chỉ ra. Quy trình đặt mức phơi sáng ban đầu và thu được hình ảnh ở bước 410. Thuật ngữ “mức độ phơi sáng” như được định nghĩa ở đây đề cập đến một hoặc nhiều đặc điểm/thông số biến đổi (có thể điều khiển được) về cơ bản xác định lượng ánh sáng (các photon) chiếu vào cảm biến hình ảnh (127 trong Fig. 1). Bằng cách ví dụ không giới hạn, các đặc điểm/thông số này có thể bao gồm thời gian phơi sáng (màn trập) (trong ví dụ hàng micro giây), mức tăng, độ mở ống kính, cường độ đường laze, và bước sóng đường. Như được mô tả dưới đây, quy trình hiệu chuẩn bên trong của cảm biến dịch chuyển chuyển đổi sự dịch chuyển trục-y của đường thẳng thành giá trị chiều cao trục-z. Đối với mức phơi sáng nhất định, trong bước 420, quy trình 400 phát hiện các đỉnh trục-Z và siêu dữ liệu liên quan và lưu trữ thông tin này dưới dạng dữ liệu hình ảnh. Trong bước quyết định 430, quy trình 400 xác định xem có cung cấp mức độ phơi sáng tiếp theo, cường độ, và/hoặc kết hợp tham số phát hiện khác hay không, nếu vậy, mức tiếp theo này được tăng lên trong phần cứng/phần mềm của cảm biến dịch chuyển (hoặc đèn chiếu sáng bên ngoài, v.v.) và lặp lại các bước 410 và 420. Khi các hình ảnh đỉnh được tạo ra cho đến khi tất cả các mức phơi sáng, cường độ và/hoặc các kết hợp tham số phát hiện đã được sử dụng để thu được các hình ảnh của bề mặt vật thể. Bước quyết định 430 sau đó phân nhánh đến bước 440 trong đó hình ảnh x-z tổng thể được tạo với các điểm dữ liệu được lưu trữ. Hình ảnh này được so sánh với biên dạng mô hình được

lưu trữ trong bước 450 và các đỉnh xác định (các) ứng viên biên dạng tốt nhất được chọn trong bước 460. Quy trình 400 sau đó đưa ra (các) ứng viên trong bước 470. (Các) ứng viên có thể được sử dụng bởi các quy trình đầu ra cho các nhiệm vụ sản xuất, kiểm tra và các nhiệm vụ khác bằng cách truyền chúng qua một kết nối đến hệ thống xử lý.

[0020] Với tham chiếu đến quy trình 500 chi tiết hơn của Fig. 5, có được hình ảnh của bề mặt vật thể tĩnh (ví dụ) ở các mức phơi sáng khác nhau (các bước 410-430 trong Fig. 4), quy trình này tạo ra hình ảnh 2D “tổng hợp”. Trong bước 510, tất cả các vị trí đỉnh cường độ được thu thập cho tất cả các cột trong tất cả các ảnh biên dạng thành một tập hợp đỉnh P có kích thước N, và các đỉnh N được chuyển đổi trong P thành tập hợp các điểm 2D P' có kích thước N trong không gian x-z thực tế bằng cách sử dụng các thông số hiệu chuẩn của cảm biến dịch chuyển (bước 520). Tham chiếu được thực hiện cho hình ảnh tổng hợp 600 trong Fig. 6, cho thấy đồ thị 2D của tất cả các điểm trong P' cho bề mặt vật thể mẫu 210 được mô tả ở trên. Lưu ý rằng hình ảnh xuất hiện dưới dạng “đám mây” của các điểm bao gồm dãy vị trí (đọc) z cho mọi vị trí (ngang) x. Trong hình ảnh tổng hợp 600, với trục ngang là trục x và trục dọc là trục z, quy trình 500 (trong bước 530) tích lũy bộ kernel 2D (ví dụ, bộ kernel Gaussian) có trọng số (được tính bằng hàm trên giá trị cường độ của đỉnh tương ứng trong tập P) cho mỗi điểm p trong tập P'. Lưu ý rằng một loạt các phương pháp thống kê có thể được sử dụng để tạo ra bộ kernel 2D có trọng số cùng với sự phân phối Gaussian—ví dụ, tương quan chéo, v.v.. Cũng lưu ý rằng việc sử dụng bộ kernel Gaussian là ví dụ của nhiều loại bộ kernel, bao gồm bộ kernel bước hoặc đồng bộ, bộ kernel tam giác, bộ kernel trọng số nhị phân, bộ kernel Epanechnikov và/hoặc các loại sắp xếp thống kê phù hợp khác.

[0021] Hình ảnh tổng hợp có trọng số này sau đó được căn chỉnh trong bước quy trình 540 để mô hình hóa dữ liệu biên dạng sử dụng các công cụ căn chỉnh hệ thống quan sát phù hợp. Cụ thể hơn, quy trình tái tạo biên dạng 3D của bề mặt vật thể bằng cách căn chỉnh hình ảnh tổng hợp 2D so với mô hình có thể dựa trên hình ảnh được đào tạo (thu được) của bề mặt vật thể mô hình và/hoặc có thể được xác định tổng

hợp bằng cách sử dụng (ví dụ) hệ thống CAD. Trong bước 550, đối với mỗi cột (vị trí x), quy trình chọn điểm p trong tập P' có cùng tọa độ x gần nhất với mô hình được căn chỉnh tại x . Sau đó, trong bước 560, quy trình thu thập tất cả các p được chọn trong bước 550, và tập hợp là biên dạng 3D được xây dựng lại.

[0022] Sử dụng các quy trình 400 và 500, hình ảnh mẫu 700 với tập hợp các đỉnh 710 được xác định rõ ràng có thể được phác họa. Những đỉnh thực sự được lưu trữ như ứng viên biên dạng cho bề mặt. Trong các phương án khác nhau, nhiều hơn một ứng viên có thể được lưu trữ trong đó quy trình tạo ra một số lượng lớn các biên dạng có thể được xây dựng lại. Tuy nhiên, việc căn chỉnh dữ liệu mô hình với dữ liệu hình ảnh thời gian chạy thực thu được sẽ có xu hướng tránh sự đa dạng của các biên dạng có thể. Khiếm khuyết của sự thay đổi trong bề mặt (thời gian chạy) được kiểm tra từ bề mặt của mô hình có khả năng cho phép nhiều biên dạng vì khiếm khuyết tạo ra vùng có thể không khớp với bất kỳ dữ liệu mô hình nào.

[0023] Người ta dự tính rằng, giao diện người dùng có thể bao gồm các chức năng khác nhau chỉ định các loại tham số (hoặc kết hợp các tham số) sẽ được kiểm soát tùy thuộc vào bản chất của bề mặt vật thể—ví dụ, một số bề mặt có thể được chụp ảnh hiệu quả hơn bằng cách thay đổi mức tăng cảm biến, trong khi các bề mặt khác có thể được chụp ảnh hiệu quả hơn bằng cách thay đổi thời gian phơi sáng của cảm biến.

[0024] Rõ ràng là hệ thống và phương pháp được mô tả ở trên cung cấp một cách hiệu quả cho cảm biến dịch chuyển để giải thích cho các bề mặt vật thể không phù hợp với một mức phơi sáng duy nhất (ví dụ, các bề mặt có nhiều mặt, bề mặt đặc biệt và/hoặc bề mặt trong suốt/mờ) khi tạo biên dạng. Hệ thống và phương pháp này cho phép kiểm soát nhiều thông số khác nhau trong cảm biến và môi trường xung quanh, và có thể thích ứng với nhiều loại bề mặt.

[0025] Những điều đã nói ở trên là mô tả chi tiết về các phương án minh họa của sáng chế. Nhiều sửa đổi và bổ sung có thể được thực hiện mà không nằm ngoài tinh thần và phạm vi của sáng chế này. Các tính năng của từng phương án khác nhau

được mô tả ở trên có thể được kết hợp với các tính năng của các phương án được mô tả khác khi thích hợp để cung cấp nhiều kết hợp tính năng trong các phương án mới liên quan. Hơn nữa, trong khi những điều nêu trên mô tả một số phương án riêng biệt của thiết bị và phương pháp của sáng chế, những gì đã được mô tả ở đây chỉ đơn thuần là minh họa cho việc áp dụng các nguyên lý của sáng chế. Ví dụ, như được sử dụng trong tài liệu này, các thuật ngữ chỉ hướng và định hướng khác nhau (và các biến thể ngữ pháp của chúng) như “dọc”, “ngang”, “lên”, “xuống”, “đáy”, “đỉnh”, “chiều cạnh”, “chiều bằng”, “chiều đứng”, “trái”, “phải”, “về phía trước”, “về phía sau”, và tương tự, chỉ được sử dụng như quy ước tương đối và không phải là định hướng tuyệt đối đối với hệ thống tọa độ cố định, chẳng hạn như hướng tác động của trọng lực. Ngoài ra, trong đó thuật ngữ “về cơ bản” hoặc “xấp xỉ” được sử dụng liên quan đến phép đo, giá trị hoặc đặc tính nhất định, nó dùng để chỉ đại lượng trong phạm vi hoạt động bình thường để đạt được kết quả mong muốn, nhưng bao gồm một số thay đổi do độ sai số và lỗi vốn có trong dung sai cho phép (ví dụ, 1-2%) của hệ thống. Cũng cần lưu ý, như được sử dụng ở đây trong các thuật ngữ “quy trình” và/hoặc “bộ xử lý” có thể được sử dụng rộng rãi để bao gồm nhiều phần cứng và/hoặc phần mềm điện tử dựa trên các chức năng và thành phần. Ngoài ra, quy trình hoặc bộ xử lý được mô tả có thể được kết hợp với các quy trình và/hoặc bộ xử lý khác hoặc được chia thành các quy trình con hoặc bộ xử lý phụ khác nhau. Các quy trình con và/hoặc bộ xử lý phụ như vậy có thể được kết hợp khác nhau theo các phương án trong tài liệu này. Tương tự như vậy, người ta dự tính chính xác rõ ràng rằng mọi chức năng, quy trình và/hoặc bộ xử lý ở đây đều có thể được thực hiện bằng phần cứng, phần mềm điện tử bao gồm phương tiện không khả biến đọc được bằng máy tính của chương trình hướng dẫn, hoặc kết hợp phần cứng và phần mềm. Theo đó, mô tả này chỉ được thực hiện bằng cách lấy ví dụ, và mặt khác không giới hạn phạm vi của sáng chế này.

[0026] Yêu cầu bảo hộ là:

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Hệ thống xác định biên dạng trên bề mặt của vật thể bao gồm:
cảm biến dịch chuyển chiếu đường chiếu sáng trên bề mặt và nhận ánh sáng phản xạ ở cụm cảm biến ở mức phơi sáng đã đặt;
bộ xử lý thay đổi cài đặt mức phơi sáng theo nhiều mức tăng riêng biệt, và lưu trữ hình ảnh của ánh sáng phản xạ cho từng mức tăng; và
quy trình xác định kết hợp các hình ảnh được lưu trữ và căn chỉnh các hình ảnh kết hợp với hình ảnh mô hình, trong đó các điểm từ các hình ảnh kết hợp được chọn dựa trên sự gần sát với hình ảnh mô hình để cung cấp biên dạng ứng viên của bề mặt.
2. Hệ thống theo điểm 1, trong đó mức phơi sáng bao gồm mức cường độ laze.
3. Hệ thống theo điểm 1, trong đó mức phơi sáng bao gồm ít nhất một trong số mức tăng, thời gian phơi sáng và độ mở tại cụm cảm biến.
4. Hệ thống theo điểm 1, trong đó bề mặt xác định ít nhất một phần, ít nhất là một trong số độ phản chiếu và độ mờ.
5. Hệ thống theo điểm 1, trong đó các điểm trong các hình ảnh kết hợp được sắp xếp thành các cột dọc theo chiều x và được tính trọng số theo cường độ dọc theo chiều z.
6. Hệ thống theo điểm 5, trong đó các điểm được tính trọng số dựa trên bộ kernel 2D được sắp xếp theo kỹ thuật thống kê được xác định trước.
7. Hệ thống theo điểm 6, trong đó bộ kernel 2D bao gồm ít nhất một trong số bộ kernel Gaussian, bộ kernel bước hoặc đồng bộ, bộ kernel tam giác, bộ kernel trọng số nhị phân và bộ kernel Epanechnikov.

8. Hệ thống theo điểm 7, trong đó điểm trong mỗi cột được chọn cho biên dạng ứng viên dựa trên sự gần sát với điểm tương ứng trong hình ảnh mô hình.
9. Hệ thống theo điểm 6, trong đó các đỉnh trong các điểm được chọn sử dụng các tham số phát hiện đỉnh, các tham số bao gồm ít nhất một trong số ngưỡng tương phản, ngưỡng cường độ và độ rộng của đường chiếu sáng được quan sát trên bề mặt bởi cụm cảm biến.
10. Hệ thống theo điểm 5, trong đó điểm trong mỗi cột được chọn cho biên dạng ứng viên dựa trên sự gần sát với điểm tương ứng trong hình ảnh mô hình.
11. Hệ thống theo điểm 1, trong đó hình ảnh mô hình dựa trên hình ảnh thực tế của bề mặt vật thể hoặc biên dạng được tạo tổng hợp.
12. Phương pháp xác định biên dạng trên bề mặt của vật thể bao gồm các bước:
chiếu đường chiếu sáng lên bề mặt và nhận ánh sáng phản xạ tại cụm cảm biến ở mức phơi sáng đã đặt;
thay đổi cài đặt mức phơi sáng theo số lượng lớn các mức tăng rời rạc và lưu trữ tương ứng hình ảnh của ánh sáng phản xạ cho từng mức tăng;
kết hợp các hình ảnh được lưu trữ và căn chỉnh các hình ảnh được kết hợp phù hợp với hình ảnh mô hình; và
chọn các điểm từ các hình ảnh kết hợp dựa trên sự gần sát với hình ảnh mô hình để cung cấp biên dạng ứng viên của bề mặt.
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó bước thay đổi mức phơi sáng bao gồm ít nhất một trong số mức cường độ laze, mức tăng cảm biến, thời gian phơi sáng và độ mở tại cụm cảm biến.
14. Phương pháp theo điểm 12, trong đó các điểm trong các hình ảnh kết hợp được sắp xếp thành các cột dọc theo chiều x và được tính trọng số theo cường độ dọc theo chiều z.

15. Phương pháp theo điểm 14, trong đó các điểm được tính trọng số dựa trên bộ kernel 2D được sắp xếp theo kỹ thuật thống kê được xác định trước.
16. Phương pháp theo điểm 15, trong đó bộ kernel 2D bao gồm ít nhất một trong số bộ kernel Gaussian, bộ kernel bước hoặc đồng bộ, bộ kernel tam giác, bộ kernel trọng số nhị phân và bộ kernel Epanechnikov.
17. Phương pháp theo điểm 16, còn bao gồm việc chọn điểm trong mỗi cột cho biên dạng ứng viên dựa trên sự gần sát với điểm tương ứng trong hình ảnh mô hình.
18. Phương pháp theo điểm 14, còn bao gồm việc chọn các đỉnh trong các điểm sử dụng các tham số phát hiện đỉnh bao gồm ít nhất một trong số ngưỡng tương phản, ngưỡng cường độ và độ rộng của đường chiếu sáng được quan sát trên bề mặt bởi cụm cảm biến.
19. Phương pháp theo điểm 12, trong đó hình ảnh mô hình dựa trên hình ảnh thực tế của bề mặt vật thể hoặc biên dạng được tạo tổng hợp.
20. Hệ thống xác định biên dạng trên bề mặt của vật thể bao gồm:
 - cảm biến dịch chuyển chiếu đường chiếu sáng trên bề mặt và nhận ánh sáng phản xạ ở cụm cảm biến ở mức phơi sáng đã đặt;
 - bộ xử lý thay đổi cài đặt mức phơi sáng theo nhiều mức tăng riêng biệt, và lưu trữ hình ảnh của ánh sáng phản xạ cho từng mức tăng; và
 - quy trình xác định kết hợp các hình ảnh được lưu trữ để tạo ra hình ảnh 2D từ đó và căn chỉnh 2D phù hợp với hình ảnh mô hình.

1/5

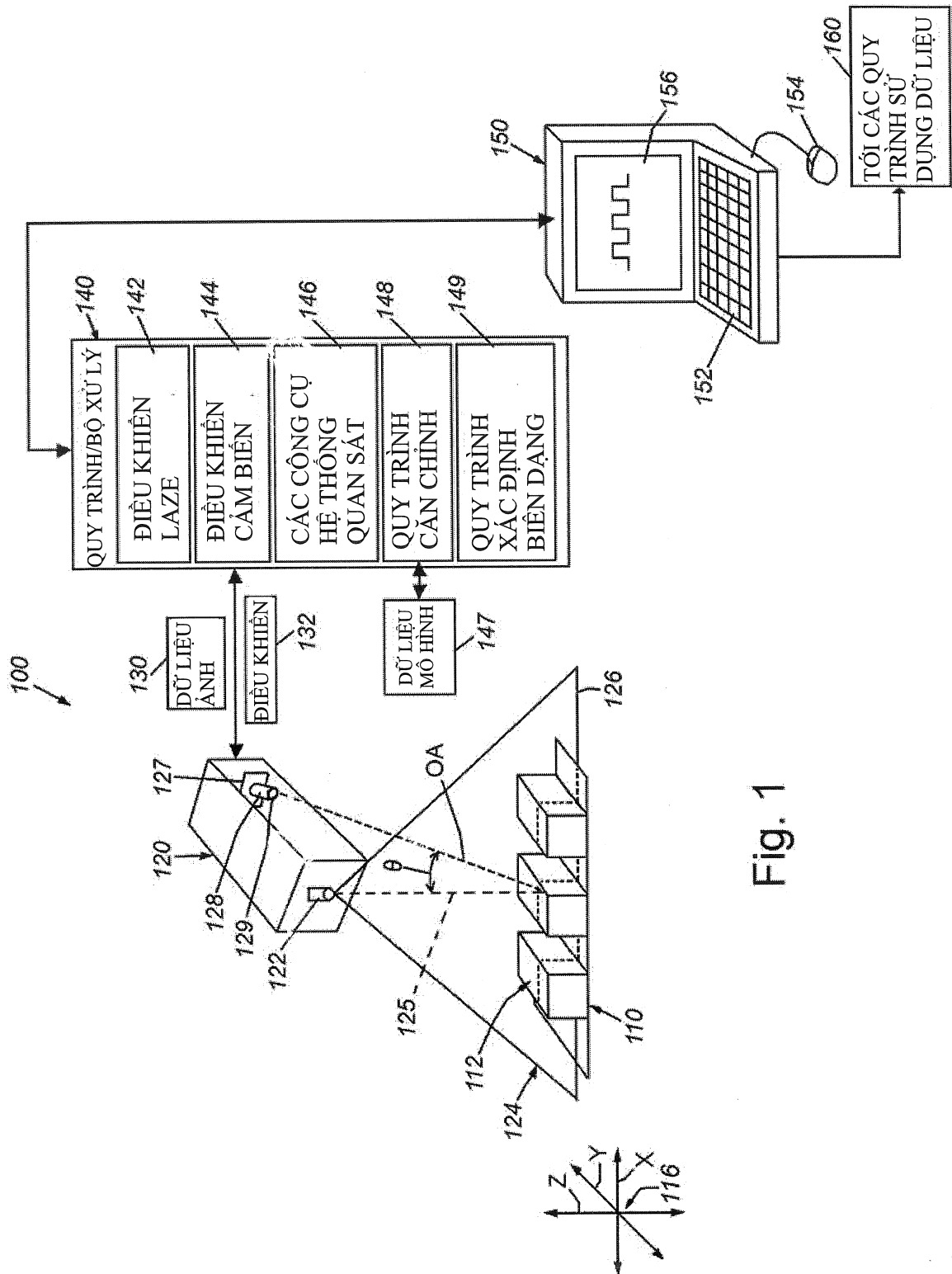


Fig. 1

2/5

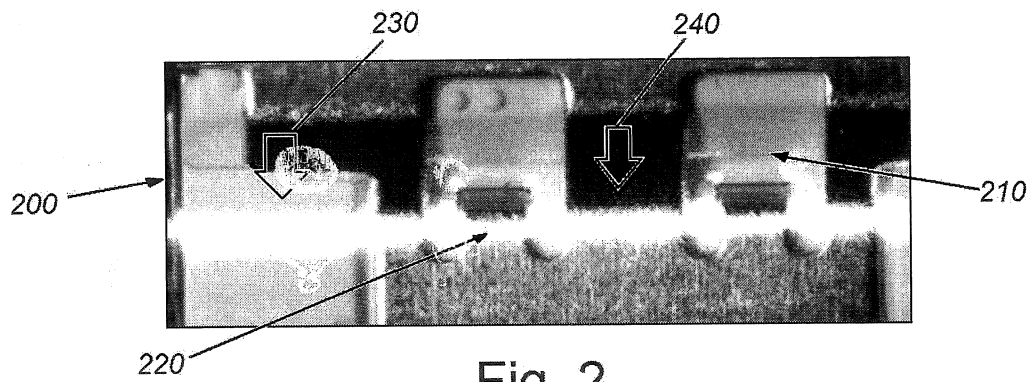


Fig. 2

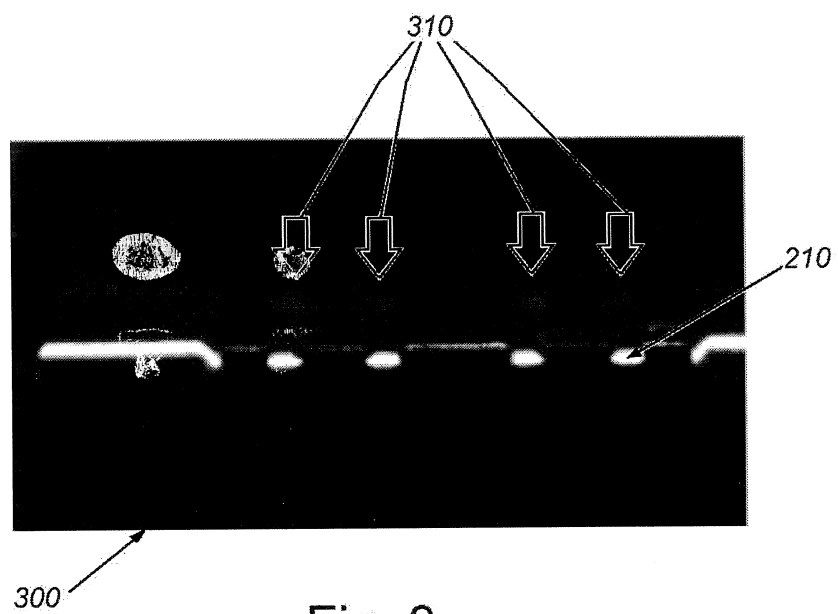
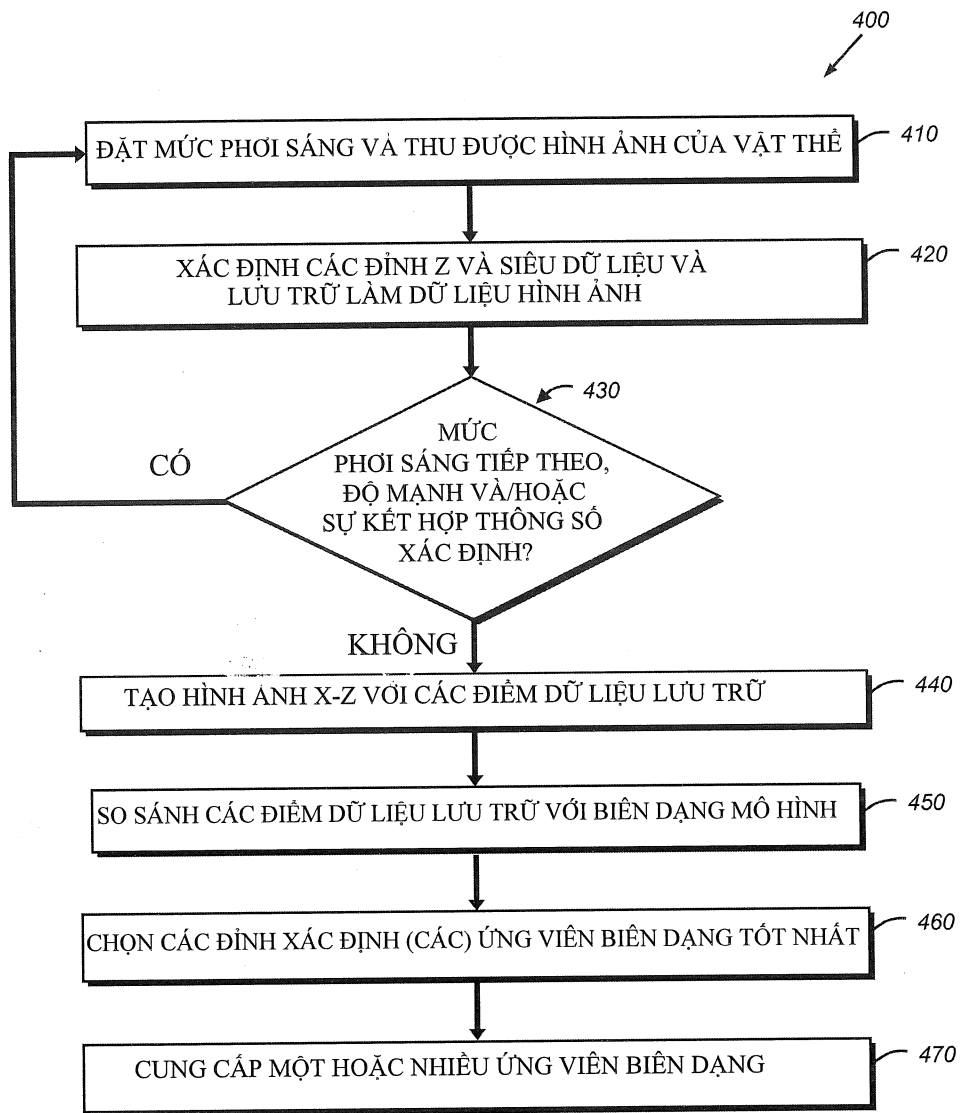
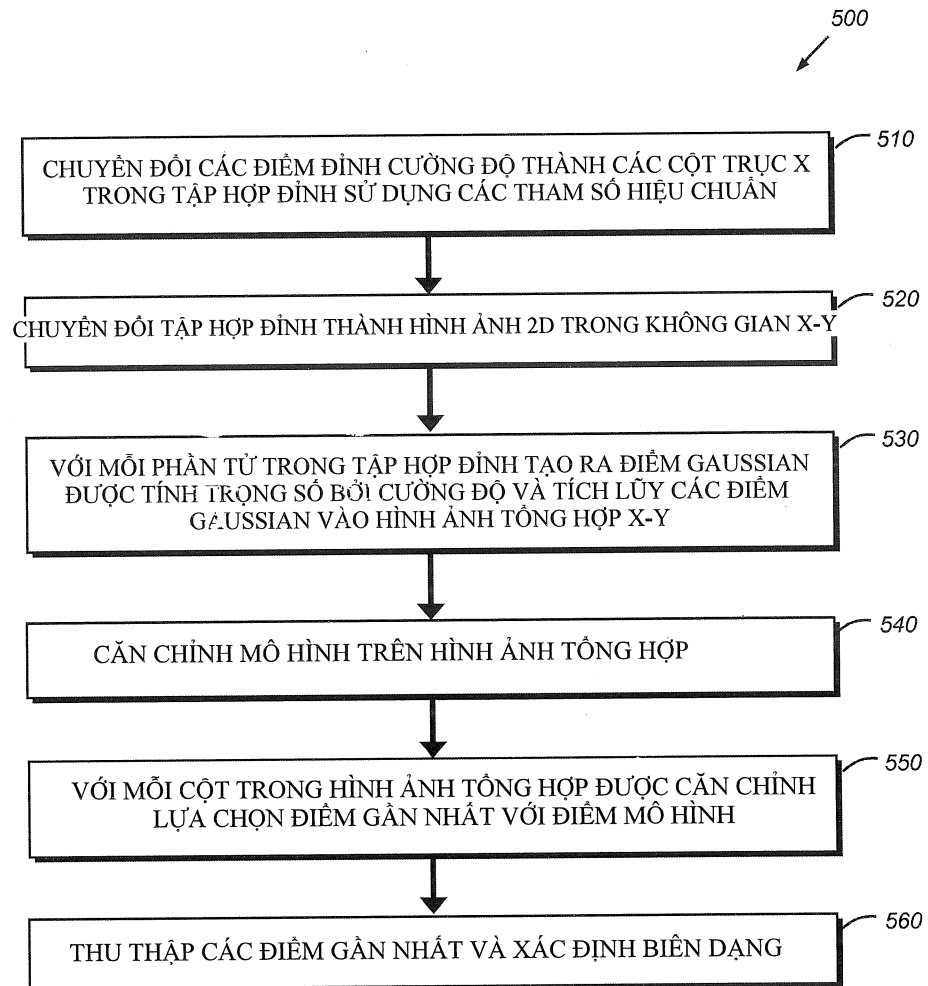


Fig. 3

3/5

**Fig. 4**

4/5

**Fig. 5**

5/5

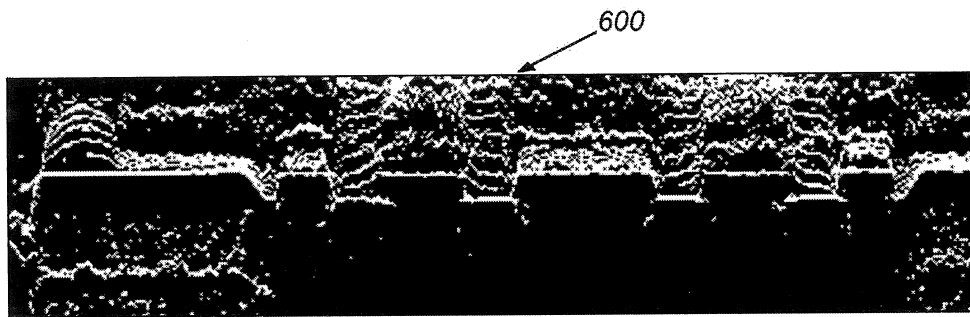


Fig. 6

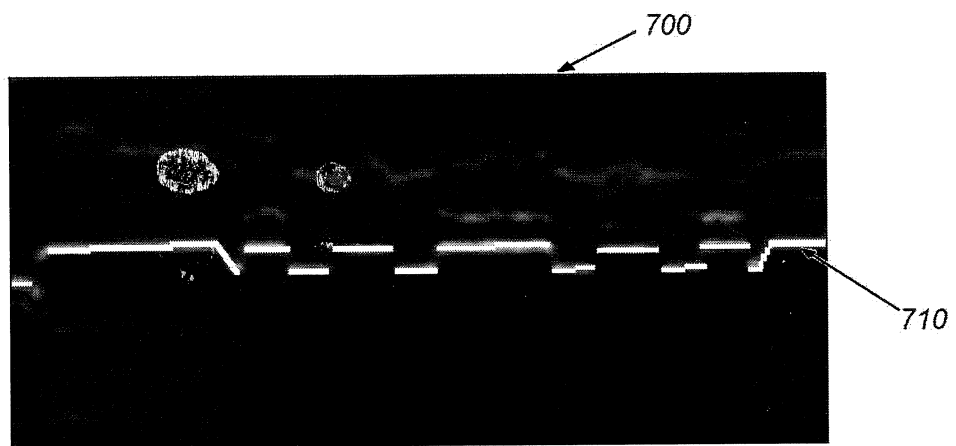


Fig. 7