



(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



1-0045129

(51)^{2020.01} **G01B 11/16; G01N 33/38; G01N 21/23; (13) B**
G01N 21/43; G01J 3/447; G01L 1/24

(21) 1-2020-06325

(22) 01/04/2019

(86) PCT/US2019/025113 01/04/2019

(87) WO 2019/195131 10/10/2019

(30) 62/651,442 02/04/2018 US; 62/692,233 29/06/2018 US

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/03/2021 396A

(71) CORNING INCORPORATED (US)

1 Riverfront Plaza, Corning, New York 14831, United States of America

(72) ANDREWS, Ryan Claude (US); KUANG, Chai Hsin (TW); ROUSSEV, Rostislav Vatchev (BG).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP ƯỚC LƯỢNG ỨNG SUẤT ĐIỂM UỖN GẬP VÀ HỆ THỐNG
GHÉP NỐI LẮNG KÍNH

(21) 1-2020-06325

(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống và phương pháp ghép nối lăng kính để ước lượng ứng suất điểm uốn gập và thực hiện việc đo ứng suất điểm uốn gập bao gồm việc sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính để thu thập các phổ chế độ TM và TE ban đầu của vật phẩm được gia cường hóa học có biên dạng chiết suất với vùng gai gần bề mặt và vùng ở sâu. Các phổ chế độ TM và TE ban đầu được kiểm tra để xem liệu chúng có rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên mà có thể tạo ra ước lượng chính xác của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) để nằm trong dung sai được chọn hay không. Nếu không, sau đó cấu hình đo của hệ thống ghép nối lăng kính được thay đổi và các phổ chế độ TM và TE mới được thu thập. Quy trình này được lặp lại cho tới khi các phổ chế độ TM và TE mới rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên. Các phổ chế độ TM và TE mới sau đó được sử dụng để xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress). Bước thay đổi cấu hình đo có thể chứa việc thay đổi ít nhất một thành phần trong số bước sóng đo, độ dày chất lưu giao diện và chiết suất chất lưu giao diện.

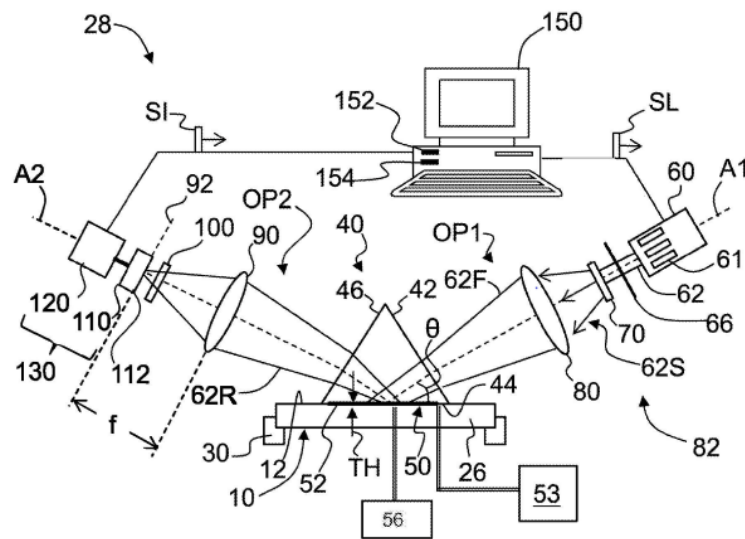


FIG. 3A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế này đề cập tới các vật phẩm được trao đổi ion (ion-exchanged - IOX) gốc thủy tinh, và cụ thể hơn là đề cập tới các hệ thống và phương pháp ghép nối lăng kính để xác định ứng suất trong các vật phẩm được gia cường hóa học gốc thủy tinh với cửa sổ xử lý đo được mở rộng (tức là, tương đối lớn), trong đó các vật phẩm được gia cường hóa học có biên dạng chiết suất chứa vùng gai gần bề mặt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các vật phẩm gốc thủy tinh được gia cường hóa học được tạo thành bằng cách đưa các đế gốc thủy tinh vào biến đổi hóa học để cải thiện ít nhất một đặc tính trong số các đặc tính liên quan tới độ bền, như độ cứng, khả năng chống nứt vỡ, v.v.. Các vật phẩm gốc thủy tinh được gia cường hóa học đã tìm được mục đích sử dụng cụ thể là làm kính che phủ cho các thiết bị điện tử dựa trên màn hình hiển thị, đặc biệt là các thiết bị cầm tay như các điện thoại thông minh và máy tính bảng.

Theo một phương pháp, việc gia cường hóa học đạt được nhờ quy trình trao đổi ion (ion-exchange - IOX) mà nhờ đó các ion trong ma trận của đế gốc thủy tinh (“các ion bản địa” hoặc “các ion đế”) được thay thế bởi các ion được đưa vào từ bên ngoài (tức là, thay thế hoặc được khuếch tán vào), ví dụ, từ bể nóng chảy. Việc gia cường nói chung là xuất hiện khi các ion thay thế là lớn hơn các ion bản địa (ví dụ, các ion Na^+ hoặc Li^+ bị thay thế bởi các ion K^+). Quy trình IOX tạo ra vùng IOX trong thủy tinh mở rộng từ bề mặt vật phẩm tới ma trận. Vùng IOX xác định trong ma trận biên dạng chiết suất có độ sâu lớp (depth of layer - DOL) thể hiện kích cỡ, độ dày hoặc “độ sâu” của vùng IOX khi được đo so với bề mặt của vật phẩm. Biên dạng chiết suất cũng xác định nên các đặc tính liên quan tới ứng suất, chứa biên dạng ứng suất, ứng suất bề mặt, độ sâu nén, độ căng trung tâm, vết nứt, v.v. Biên dạng chiết suất có thể cũng xác định trong vật phẩm gốc thủy tinh, phần dẫn sóng quang học trợ giúp *m*

chế độ truyền dẫn cho ánh sáng của bước sóng đã cho, khi biên dạng chiết suất đáp ứng tiêu chí nhất định trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế.

Các hệ thống và phương pháp ghép nối lăng kính có thể được sử dụng để đo phổ của các chế độ truyền dẫn của phân dẫn sóng quang học phẳng được tạo thành trong vật phẩm IOX gốc thủy tinh để đặc trưng bởi một hoặc nhiều tính chất của vùng IOX, như biên dạng chiết suất và các đặc tính liên quan tới ứng suất nêu ở trên. Kỹ thuật này đã được sử dụng để đo các đặc tính của các vật phẩm IOX gốc thủy tinh được sử dụng cho nhiều ứng dụng, như cho phần che phủ được gia cường về mặt hóa học cho bộ phận hiển thị (ví dụ, cho điện thoại thông minh). Các việc đo này được sử dụng cho các mục đích kiểm tra chất lượng để đảm bảo rằng vùng IOX có các đặc tính dự định và rơi vào trong các dung sai thiết kế được chọn cho từng đặc tính trong số các đặc tính được chọn cho ứng dụng đã cho.

Mặc dù các hệ thống và các phương pháp ghép nối lăng kính có thể được sử dụng cho nhiều loại vật phẩm IOX gốc thủy tinh truyền thống khác nhau, nhưng các phương pháp này không làm việc tốt và đôi khi không làm việc với các vật phẩm IOX gốc thủy tinh cụ thể. Ví dụ, các loại cụ thể của các vật phẩm gốc thủy tinh IOX là các vật phẩm gốc thủy tinh IOX kép (dual IOX - DIOX) thực sự, được tạo thành bởi các việc khuếch tán ion thứ nhất và thứ hai tạo nên biên dạng hai phần. Phần thứ nhất (vùng thứ nhất) là ngay liền kề với bề mặt đế và có độ nghiêng tương đối dốc, trong khi đoạn thứ hai (vùng thứ hai) mở rộng sâu hơn vào trong đế nhưng có độ nghiêng tương đối nông. Vùng thứ nhất được đề cập tới như là vùng gai hoặc chỉ như là “gai,” trong khi vùng thứ hai được đề cập tới như là vùng ở sâu. Phân dẫn sóng quang học được xác định bởi cả vùng gai và vùng ở sâu.

Các biên dạng hai vùng này tạo thành việc dẫn cách tương đối lớn giữa các chế độ bậc thấp, vốn có chiết suất hiệu dụng tương đối cao, và việc dẫn cách rất nhỏ giữa các chế độ bậc cao hơn, vốn có chiết suất hiệu dụng tương đối thấp, gần với góc tới hạn, vốn xác định nên biên hoặc sự chuyển tiếp giữa việc phản xạ trong, toàn phần (total-internal reflection - TIR) cho các chế độ truyền dẫn và phi TIR cho các chế độ được gọi là chế độ rò. Trong phổ chế độ, góc tới hạn cũng có thể được gọi là “việc chuyển tiếp góc tới hạn” để tạo thuận tiện. Nó có thể xảy ra việc chế độ truyền dẫn

có thể chỉ di chuyển trong vùng gai của phần dẫn sóng quang học. Chế độ truyền dẫn hoặc rò chỉ di chuyển trong vùng gai làm cho nó khó, nếu không nói là không thể phân biệt giữa ánh sáng được dẫn chỉ trong vùng gai và ánh sáng được dẫn trong vùng ở sâu.

Việc xác định vị trí chính xác của góc tới hạn từ phổ chế độ cho vật phẩm IOX gốc thủy tinh có biên dạng hai vùng là vấn đề do các chế độ truyền dẫn nằm gần với góc tới hạn làm nhiễu loạn biên dạng cường độ tại việc chuyển tiếp góc tới hạn. Đến lượt nó lại làm nhiễu loạn việc tính toán của số phân số của các vận chế độ, và theo đó và việc tính toán của độ sâu của vùng gai và các thông số liên quan tới ứng suất, chứa việc tính toán của ứng suất nén tại đáy của vùng gai, vốn được đề cập tới như là “ứng suất điểm uốn gập (knee stress)” và được ghi là CS_k .

Do nó tạo ra, ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k là tính chất quan trọng của vật phẩm IOX gốc thủy tinh và việc đo của nó có thể được sử dụng cho việc kiểm tra chất lượng trong việc sản xuất quy mô lớn của các vật phẩm gốc thủy tinh được gia cường hóa học. Không may là, các vấn đề đo được mô tả ở trên tạo ra nhiều hạn chế khi sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính để thực hiện các phép đo của các vật phẩm IOX cho việc kiểm tra chất lượng do việc ước lượng chính xác của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k yêu cầu việc chuyển tiếp góc tới hạn được thiết lập một cách chính xác cho cả hai chế độ truyền dẫn điện ngang (transverse electric - TE) và từ ngang (transverse magnetic - TM).

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương pháp được mô tả ở đây hướng tới việc tối ưu hóa hiệu quả hoạt động của hệ thống ghép nối lăng kính khi đo các vật phẩm IOX chứa vùng gai gần bề mặt. Việc tối ưu hóa là của cửa sổ đo, và đặc biệt làm tăng cửa sổ đo sao cho có thể thu được ước lượng chính xác của ít nhất một thông số ứng suất khi đo vật phẩm IOX. Các thông số liên quan tới ứng suất làm ví dụ chứa ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k và độ sâu gai $D1$, độ căng trung tâm (center tension - CT), năng lượng căng-biến dạng (tension-strain energy - TSE), và ước lượng của tính dễ gãy vỡ, vốn liên quan tới độ căng trung tâm (center tension - CT) và/hoặc năng lượng căng-biến dạng (tension-strain energy - TSE).

Các hệ thống và phương pháp ghép nối lăng kính chứa việc sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính để thu thập các phổ chế độ TM và TE ban đầu của vật phẩm được gia cường hóa học có biên dạng chiết suất với vùng gai gần bề mặt và vùng ở sâu. Các phổ chế độ TM và TE ban đầu được kiểm tra để xem chúng có rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên tạo ra ước lượng chính xác của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) để nằm trong dung sai được chọn hay không. Nếu không, sau đó cấu hình đo của hệ thống ghép nối lăng kính được thay đổi và các phổ chế độ TM và TE mới được thu thập. Quy trình này được lặp lại cho tới khi các phổ chế độ TM và TE mới rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên. Các phổ chế độ TM và TE mới sau đó được sử dụng để xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress). Bước thay đổi cấu hình đo có thể chứa việc thay đổi ít nhất một thành phần trong số bước sóng đo, độ dày chất lưu giao diện và chiết suất chất lưu giao diện.

Các hệ thống và phương pháp được bộc lộ ở đây để cho phép thực hiện cửa sổ lắp ráp rộng hơn cho các vật phẩm IOX, đặc biệt là các vật phẩm được tạo thành từ các đế gốc Li có độ sâu nén lớn. Trong nhiều trường hợp, cửa sổ lắp ráp trong việc sản xuất cho các vật phẩm IOX gốc thủy tinh nhôm silicat chứa lithi với vùng gai gần bề mặt R1 bị hạn chế bởi kích cỡ của cửa sổ đo điều khiển chất lượng sẵn có, hơn là khoảng giới hạn của các điều kiện lắp ráp và các thông số biên dạng ứng suất cho phép có hiệu quả cơ học vượt trội nằm trong khoảng giới hạn được ưu tiên.

Các hệ thống và các phương pháp được bộc lộ ở đây cũng ngăn các việc đo dương, lỗi của các đặc tính liên quan tới ứng suất. Các hệ thống và các phương pháp đo thông thường cho phép các vật phẩm IOX được đo qua được việc kiểm tra chất lượng mà không có các trị số của các dấu hiệu xác định của biên dạng ứng suất (đặc biệt là CS_k) trong khoảng giới hạn được ưu tiên. Điều này có thể xuất hiện do sự không tương thích (các lỗ thông khí) trong các phương pháp đo và cấu hình hệ thống ghép nối lăng kính khi đo các vật phẩm IOX có vùng gai. Các lỗ thông khí này là liên quan trong một số trường hợp tới nhiều loạn xuất hiện cho các phổ chế độ ngay liền kề với cửa sổ đo được ưu tiên, trong khi trong trường hợp của một số phương pháp gián tiếp, chúng bao gồm việc dịch chuyển đích xử lý để đạt được vết nứt tương tự của chế độ truyền dẫn bậc cao nhất qua việc kết hợp khác của các thông số

biên dạng, thường xuyên nhất bởi tổ hợp của CS_k nhỏ nhất nhưng DOL kali-gai cao hơn hoặc CS bề mặt cao hơn.

Các phương pháp và các hệ thống được mô tả ở đây tạo ra việc đo trong cửa sổ đo được ưu tiên mà trong đó các nhiễu loạn được tối thiểu hóa, và tiếp theo ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k trực tiếp, được đo trong cửa sổ đo được ưu tiên là được sử dụng để xác nhận rằng việc hiệu chỉnh của thành phần gián tiếp của phương pháp lại là chính xác.

Phương án thực hiện của phần bộc lộ này là phương pháp làm giảm các lỗi hệ thống trong các việc đo của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) trong vật phẩm gốc thủy tinh được gia cường hóa học. Phương pháp bao gồm các bước: thu thập phổ ghép nối góc thứ nhất cho từng thành phần trong số các trạng thái phân cực quang học từ ngang (transverse magnetic - TM) và điện ngang (transverse electric - TE); đánh giá cho từng việc phân cực trong số các việc phân cực quang học TM và TE xem liệu phổ góc thu được bởi việc ghép nối lăng kính là ở trong cửa sổ đo được ưu tiên hay không; thực hiện hoạt động hiệu chỉnh nếu ít nhất một phổ trong số các phổ TM và TE là ở bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên; và chấp nhận và hoàn thành việc đo nếu cả hai phổ TM và TE là ở trong cửa sổ đo được ưu tiên tương ứng của chúng.

Phương án thực hiện khác của phần bộc lộ này là thiết bị được đặt cấu hình để thực hiện phương pháp nêu trên. Thiết bị bao gồm thiết bị đo ứng suất ghép nối lăng kính được trang bị để thực hiện các việc đo sử dụng ít nhất hai bước sóng, nối tiếp hoặc đồng thời. Thiết bị đo ứng suất bao gồm: lăng kính ghép nối ánh sáng từ ít nhất một nguồn sáng tới mẫu, thiết bị phân cực chọn các phổ ghép nối lăng kính TM và TE tại bước sóng đo; và thiết bị cảm biến chụp các phổ TM và TE.

Một phương án thực hiện của sáng chế này đề xuất phương pháp ước lượng ứng suất điểm uốn gập (knee stress) trong vật phẩm được gia cường hóa học có biên dạng chiết suất với vùng gai gần bề mặt và vùng ở sâu xác định nên phân dẫn sóng quang học trong đế gốc thủy tinh, phương pháp bao gồm các bước: a) sử dụng bộ hệ thống ghép nối lăng kính trong cấu hình đo ban đầu, thu thập các phổ chế độ TM và TE cho vật phẩm được gia cường hóa học; b) kiểm tra các phổ chế độ TM và TE và tìm thấy rằng chúng không rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên mà có thể tạo ra ước

lượng chính xác của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) để nằm trong dung sai được chọn; c) thay đổi cấu hình đo của hệ thống ghép nối lăng kính một hoặc nhiều lần và đo các phổ chế độ TM và TE mới cho tới khi các phổ chế độ TM và TE mới rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên; và d) sử dụng các phổ chế độ TM và TE mới để xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress).

Phương án thực hiện khác của sáng chế đề xuất phương pháp thực hiện việc đo ứng suất điểm uốn gập (knee stress) trong vật phẩm được trao đổi ion (ion-exchanged - IOX) được gia cường hóa học có vùng gai gần bề mặt và vùng ở sâu xác định nên phần dẫn sóng quang học trong đế gốc thủy tinh, phương pháp bao gồm các bước: a) thu thập phổ chế độ thứ nhất bao gồm phổ chế độ từ ngang (transverse magnetic - TM) thứ nhất và phổ chế độ điện ngang (transverse electric - TE) thứ nhất của phần dẫn sóng quang học sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính có lăng kính ghép nối và được đặt trong cấu hình thứ nhất được xác định bởi bước sóng đo thứ nhất và độ dày và chiết suất của chất lưu giao diện nằm tại giao diện giữa lăng kính ghép nối và vật phẩm IOX; b) đánh giá phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất và tìm thấy rằng ít nhất một phổ trong số phổ chế độ TM và phổ chế độ TE nằm bên ngoài của cửa sổ đo được ưu tiên cho phép ước lượng ứng suất điểm uốn gập (knee stress) để nằm trong dung sai được chọn; c) đặt hệ thống ghép nối lăng kính trong cấu hình thứ hai bằng cách điều chỉnh ít nhất một thành phần trong số bước sóng đo, độ dày của chất lưu giao diện và chiết suất của chất lưu giao diện; d) thu thập với hệ thống ghép nối lăng kính trong cấu hình thứ hai phổ chế độ thứ hai bao gồm phổ chế độ TM thứ hai và phổ chế độ TE thứ hai của phần dẫn sóng quang học, trong đó cấu hình thứ hai đặt phổ chế độ TM thứ hai và phổ chế độ TE thứ hai nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên; và e) xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress) để nằm trong dung sai được chọn sử dụng phổ chế độ TM thứ hai và phổ chế độ TE thứ hai.

Phương án thực hiện khác của sáng chế là hệ thống ghép nối lăng kính để đo đặc tính ứng suất của vật phẩm được trao đổi ion (ion-exchanged - IOX) được gia cường hóa học có vùng gai gần bề mặt và vùng ở sâu được tạo thành trong đế gốc thủy tinh và xác định nên phần dẫn sóng quang học, bao gồm:

lăng kính ghép nối có bề mặt đi vào, bề mặt đưa ra và bề mặt ghép nối, và trong đó bề mặt ghép nối giao tiếp với phần dẫn sóng tại bề mặt trên của đế, nhờ đó xác định giao diện có chất lưu giao diện với chiết suất chất lưu giao diện và độ dày;

hệ thống chân không được kết nối bằng khí nén tới giao diện và được đặt cấu hình để thay đổi lượng chân không tại giao diện;

phần cấp chất lưu giao diện được kết nối chất lưu tới giao diện và được đặt cấu hình để cấp một hoặc nhiều chất lưu giao diện tới giao diện;

hệ thống nguồn sáng phát ánh sáng đo có bước sóng đo có thể chọn được từ nhiều bước sóng đo khác nhau, trong đó ánh sáng đo chiếu sáng giao diện qua bề mặt đi vào của lăng kính, nhờ đó tạo thành ánh sáng bị phản xạ đi ra bề mặt đưa ra của lăng kính ghép nối, trong đó ánh sáng bị phản xạ xác định nên phổ chế độ từ ngang (transverse magnetic - TM) và phổ chế độ điện ngang (transverse electric - TE);

bộ tách sóng quang được sắp xếp để nhận ánh sáng bị phản xạ từ lăng kính ghép nối và phát hiện phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất;

bộ điều khiển được đặt cấu hình để thực hiện các hành động:

xử lý phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất để tìm thấy rằng ít nhất một chế độ trong số phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất nằm bên ngoài của cửa sổ đo được ưu tiên mà cho phép ước lượng ứng suất điểm uốn gập (knee stress) từ phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất để nằm trong dung sai được chọn;

đặt hệ thống ghép nối lăng kính trong cấu hình thứ hai bằng cách điều chỉnh ít nhất một thông số trong số: i) bước sóng đo, ii) độ dày của chất lưu giao diện và iii) chiết suất của chất lưu giao diện;

với hệ thống ghép nối lăng kính trong cấu hình thứ hai, thu thập phổ chế độ TM thứ hai và phổ chế độ TE thứ hai, trong đó cấu hình thứ hai đặt phổ chế độ TM thứ hai và phổ chế độ TE thứ hai nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên; và

xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress) để nằm trong dung sai được chọn sử dụng phổ chế độ TM thứ hai và phổ chế độ TE thứ hai.

Phương án thực hiện khác của sáng chế là hệ thống ghép nối lăng kính để đo đặc tính ứng suất của vật phẩm được trao đổi ion (ion-exchanged - IOX) được gia cường hóa học có vùng gai gần bề mặt và vùng ở sâu được tạo thành trong đế gốc thủy tinh và xác định nên phần dẫn sóng quang học, bao gồm: lăng kính ghép nối có bề mặt đi vào, bề mặt đưa ra và bề mặt ghép nối, và trong đó bề mặt ghép nối giao tiếp với phần dẫn sóng tại bề mặt trên của đế, nhờ đó xác định giao diện có chất lưu giao diện với chiết suất chất lưu giao diện và độ dày; hệ thống nguồn sáng được đặt cấu hình để phát ánh sáng đo có bước sóng đo có thể chọn được, trong đó ánh sáng đo chiếu sáng giao diện qua bề mặt đi vào của lăng kính, nhờ đó tạo thành ánh sáng bị phản xạ đi ra bề mặt đưa ra của lăng kính ghép nối, trong đó ánh sáng bị phản xạ xác định nên phổ chế độ từ ngang (transverse magnetic - TM) và phổ chế độ điện ngang (transverse electric - TE); bộ tách sóng quang được sắp xếp để nhận ánh sáng bị phản xạ từ lăng kính ghép nối và phát hiện phổ chế độ TM ban đầu và phổ chế độ TE ban đầu tại bước sóng đo ban đầu; bộ điều khiển được đặt cấu hình để thực hiện các hành động:

xử lý phổ chế độ TM ban đầu và phổ chế độ TE ban đầu và tìm thấy rằng ít nhất một phổ trong số phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất nằm bên ngoài của cửa sổ đo được ưu tiên mà cho phép ước lượng ứng suất điểm uốn gập (knee stress) từ phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất để nằm trong dung sai được chọn;

thay đổi bước sóng đo của nguồn sáng một hoặc nhiều lần tới các bước sóng đo có thể chọn được và thu thập một hoặc nhiều phổ chế độ TM mới và một hoặc nhiều phổ chế độ TE mới tương ứng cho tới khi phổ chế độ TM mới và phổ chế độ TE mới nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên; và

xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress) để nằm trong dung sai được chọn sử dụng phổ chế độ TM và phổ chế độ TE mới nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên.

Các đặc điểm và các ưu điểm bổ sung được thể hiện trong phần mô tả chi tiết sau đây, và một phần sẽ trở nên rõ ràng với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này từ phần mô tả đó hoặc được thừa nhận bằng cách thực hành các phương án như được mô tả, trong phần mô tả bằng lời và các yêu cầu bảo hộ của

chúng, cũng như các hình vẽ kèm theo. Cần phải hiểu rằng, cả phần mô tả chung trên đây và mô tả chi tiết dưới đây chỉ nhằm minh họa, và nhằm cung cấp một cái nhìn tổng thể hoặc khung để hiểu bản chất và đặc điểm của các yêu cầu bảo hộ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các hình vẽ kèm theo được đưa vào để giúp hiểu rõ hơn về sáng chế và được kết hợp và tạo thành một phần của bản mô tả này. Các hình vẽ này minh họa một hoặc nhiều phương án thực hiện và cùng với phần mô tả dùng để giải thích các nguyên tắc và cách thực hiện các phương án khác nhau. Như vậy, phần bộc lộ này sẽ được hiểu đầy đủ từ phần mô tả chi tiết sau, khi xem xét cùng với các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1A là hình chiếu đứng của đế thủy tinh DIOX làm ví dụ ở dạng của đế phẳng.

Fig.1B là hình mặt cắt ở gần của đế DIOX trên Fig.1A được lấy dọc theo mặt phẳng x-y và minh họa quy trình DIOX làm ví dụ diễn ra qua bề mặt đế và vào trong thân của đế.

Fig.1C minh họa một cách sơ lược kết quả của quy trình DIOX tạo thành đế DIOX.

Fig.2 là biểu diễn của biên dạng chiết suất $n(x)$ làm ví dụ cho đế DIOX được minh họa trên Fig.1C, thể hiện vùng gai, vùng ở sâu, và điểm uốn gập tại phần chuyển tiếp giữa hai vùng.

Fig.3A là giản đồ sơ lược của hệ thống ghép nối lăng kính làm ví dụ theo phần bộc lộ này và được sử dụng để đo các vật phẩm IOX sử dụng các phương pháp được bộc lộ ở đây.

Fig.3B là hình cận cảnh của bộ tách sóng quang của hệ thống ghép nối lăng kính trên Fig.3A.

Fig.3C là biểu diễn sơ lược của phổ chế độ chứa các phổ chế độ TM và TE như được chụp bởi bộ tách sóng quang trên Fig.3B.

Fig.3D là giản đồ sơ lược của hệ thống quang học làm ví dụ được sử dụng để hướng ánh sáng từ các thành phần phát sáng lệch trục khác nhau của nguồn sáng làm ví dụ.

Fig.3E là giản đồ sơ lược của phần của phổ chế độ làm ví dụ tương tự như trên Fig.3C và minh họa phương pháp làm ví dụ xác định số chế độ phân số từ phổ chế độ được đo cho các phổ chế độ TE và TM.

Fig.4 là đồ thị của độ sâu gai DOL_{sp} (μm) được đo so với thời gian khuếch tán “bước 1” t_1 (s) của các vật phẩm IOX làm ví dụ được tạo thành từ đế thủy tinh nhôm silicat chứa lithi sử dụng quy trình DIOX, với các việc đo được thực hiện bởi hệ thống ghép nối lăng kính bước sóng đơn (các hình vuông mở) và hệ thống ghép nối lăng kính ba bước sóng (các hình tròn đậm), và trong đó thời gian khuếch tán “bước 1” t_1 là cho bước thứ nhất trong quy trình DIOX hai bước;

Fig.5 là đồ thị của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k được đo (MPa) so với số đếm (chế độ) vân TM N_{TM} dựa trên các phép đo được thực hiện trên các vật phẩm IOX làm ví dụ được tạo thành từ các đế thủy tinh nhôm silicat chứa lithi và sử dụng cùng một quy trình DIOX mà trong đó thời gian khuếch tán bước 1 t_1 là giống như nhưng thời gian khuếch tán bước 2 được thay đổi cho các vật phẩm IOX khác nhau, với các phép đo bước sóng đơn được thể hiện bởi các hình vuông mở và các phép đo ba bước sóng được thể hiện bởi các hình tròn đậm;

Fig.6 là đồ thị của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k được đo (MPa) sau việc trao đổi ion hai bước (DIOX) so với thời gian trao đổi ion bước thứ nhất (“thời gian bước 1”) t_1 (giờ) cho cùng một loại các vật phẩm IOX như được xem xét trên Fig.4.

Fig.7 là đồ thị tương tự như đồ thị trên Fig.4 cho các việc đo làm ví dụ bổ sung.

Fig.8A là giản đồ sơ lược của cặp các phổ chế độ TM và TE làm ví dụ cho việc đo bước sóng đơn và phần theo cách tương ứng chứa bốn chế độ TM và TE hoặc vân, và thể hiện kích cỡ cửa sổ đo là 0,5 vân;

Fig.8B là tương tự như Fig.8A trừ việc nó thể hiện ba cặp phổ chế độ TM và TE, một cặp cho từng bước sóng trong số ba bước sóng đo, và thể hiện cửa sổ đo

hiệu dụng lớn hơn khoảng 0,9 vôn, vốn gần như là gấp đôi của số cho trường hợp bước sóng đơn trên Fig.8A.

Fig.9A mô tả kết quả thử nghiệm không nứt vỡ trên vật phẩm gốc thủy tinh thử nghiệm ở dạng của vật phẩm IOX làm ví dụ.

Fig.9B mô tả kết quả thử nghiệm gãy vỡ trên vật phẩm thủy tinh ở dạng của vật phẩm IOX làm ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các hình vẽ kèm theo được đưa vào để giúp hiểu rõ hơn về sáng chế và được kết hợp và tạo thành một phần của bản mô tả này. Bất kỳ khi nào có thể, các số tham chiếu và ký hiệu giống nhau hoặc tương tự được sử dụng trong toàn bộ các hình vẽ sẽ đề cập đến các bộ phận giống hoặc tương tự nhau. Các hình vẽ không nhất thiết phải cùng một tỉ lệ, và người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ nhận biết ở chỗ nào mà rằng các hình vẽ được đơn giản hóa để minh họa các khía cạnh chủ chốt của phân bộ lộ này.

Chữ viết tắt IOX có thể có nghĩa là “trao đổi ion” hoặc “được trao đổi ion,” tùy thuộc vào ngữ cảnh đang bàn luận. “Vật phẩm IOX” nghĩa là vật phẩm được tạo thành sử dụng ít nhất một quy trình IOX. Do đó, vật phẩm được tạo thành bởi quy trình DIOX được đề cập tới ở đây như là vật phẩm IOX, mặc dù có cũng có thể được đề cập tới như là vật phẩm DIOX.

Thuật ngữ “gốc thủy tinh” được sử dụng ở đây để mô tả vật liệu, vật phẩm, ma trận, đế, v.v., bao gồm hoặc chứa hoặc là thủy tinh hoặc là gốm thủy tinh.

Biên dạng ứng suất nén cho vật phẩm IOX được ghi là CS(x) và cũng được đề cập tới ở đây chỉ như là biên dạng ứng suất. Ứng suất nén bề mặt hoặc chỉ là “ứng suất bề mặt” cho biên dạng ứng suất được ghi là CS và là trị số của biên dạng ứng suất nén CS(x) cho $x = 0$, tức là, $CS = CS(0)$, trong đó $x = 0$ tương ứng với bề mặt của vật phẩm IOX.

Độ sâu nén (depth of compression - DOC) là khoảng cách x vào trong vật phẩm IOX được đo từ bề mặt của vật phẩm IOX đến vị trí ở đó ứng suất nén CS(x) hoặc CS'(x) vượt qua 0.

Ứng suất điểm uốn gập (knee stress) được ghi là CS_k và là lượng của ứng suất nén tại điểm chuyển tiếp uốn gập (độ sâu D1) giữa vùng gai (R1) và vùng ở sâu (R2), tức là, $CS(D1) = CS_k$.

Vùng gai R1 có độ sâu gai từ bề mặt để được ghi là D1 và DOL_{SP} , với phần sau cũng còn được đề cập tới như là độ sâu gai của lớp. Vùng gai cũng được đề cập tới như là “vùng gai gần bề mặt” để làm rõ sự phân biệt với vùng ở sâu.

Vùng ở sâu R2 có độ sâu D2 vốn được ghi là độ sâu tổng cộng của lớp (total depth of layer - DOL_T) cho vùng IOX tổng cộng.

Cụm từ viết tắt FWHM nghĩa là “độ rộng toàn phần tại nửa cực đại - full-width half maximum.”

Các thuật ngữ “cửa sổ đo được ưu tiên” và “cửa sổ đo được mở rộng” là đồng nghĩa.

Yêu cầu bảo hộ như được nêu dưới đây được kết hợp vào trong và cấu thành một phần của phần mô tả chi tiết này.

Các hệ thống ghép nối lăng kính làm ví dụ và các phương pháp đo được mô tả để làm ví dụ trong: Công bố đơn sáng chế Mỹ số No. 2016/0356760, công bố ngày 8 tháng 12 năm 2016, có tên là “METHODS OF CHARACTERIZING ION-EXCHANGED CHEMICALLY STRENGTHENED GLASSES CONTAINING LITHIUM (cũng được công bố như WO 2016/196748 A1); bằng sáng chế Mỹ số No. 9,897,574, cấp ngày 20 tháng 2 năm 2018, có tên là “METHODS OF CHARACTERIZING ION-EXCHANGED CHEMICALLY STRENGTHENED GLASSES CONTAINING LITHIUM”; và công bố đơn sáng chế Mỹ số 62/538335, nộp ngày 28 tháng 7 năm 2017, “METHODS OF IMPROVING THE MEASUREMENT OF KNEE STRESS IN ION-EXCHANGED CHEMICALLY STRENGTHENED GLASSES CONTAINING LITHIUM,” và bằng sáng chế Mỹ số No. 9,534,981, cấp ngày 3 tháng 1 năm 2017, “PRISM-COUPLING SYSTEMS AND METHODS FOR CHARACTERIZING ION-EXCHANGE WAVEGUIDES WITH LARGE DEPTH-OF-LAYER,” mỗi tài liệu trong số này được tích hợp ở đây bằng cách viện dẫn toàn bộ.

Vật phẩm IOX

Fig.1A là hình chiếu đứng của vật phẩm IOX 10 làm ví dụ. Vật phẩm IOX 10 bao gồm đế gốc thủy tinh 20 có ma trận 21 xác định nên bề mặt (trên) 22, trong đó ma trận có chiết suất góc (khối) n_s và chiết suất bề mặt n_0 . Fig.1B là hình cắt cận cảnh của vật phẩm IOX 10 được lấy trong mặt phẳng x-y và minh họa quy trình DIOX làm ví dụ diễn ra qua bề mặt 22 và vào trong ma trận 21 theo hướng x để tạo thành vật phẩm IOX làm ví dụ.

Đế 20 chứa các ion đế IS trong ma trận 21, trao đổi với các ion thứ nhất I1 và các ion thứ hai I2. Các ion thứ nhất và thứ hai I1 và I2 có thể được đưa vào trong ma trận 21 hoặc là liên tiếp hoặc là đồng thời sử dụng các kỹ thuật đã biết. Ví dụ, các ion thứ hai I2 có thể là các ion K^+ được đưa vào qua bể KNO_3 để gia cường, trước khi đưa các ion thứ nhất I1 có thể là các ion Ag^+ được đưa vào qua bể chứa $AgNO_3$ để thêm bề mặt liên kết có tính chất chống vi khuẩn 22. Các hình tròn trên Fig.1B biểu diễn các ion I1 và I2 được sử dụng chỉ để minh họa sơ lược, và các kích cỡ tương đối của chúng không nhất thiết biểu diễn quan hệ thực sự bất kỳ nào giữa các kích cỡ của các ion thực tế tham gia vào việc trao đổi ion. Fig.1C minh họa một cách sơ lược kết quả của quy trình DIOX tạo thành vật phẩm IOX 10, trong đó các ion đế được bỏ qua trên Fig.1C để thuận tiện cho việc mô tả và hiểu khi tạo nên ma trận 21. Quy trình DIOX tạo thành vùng IOX 24 chứa vùng gai gần bề mặt R1 và vùng ở sâu R2, như được giải thích ở bên dưới. Vùng IOX 24 xác định nên phần dẫn sóng quang học 26.

Thêm vào đó, các ion I1 có thể có mặt với số đáng kể trong các vùng R1 và R2 (xem Fig.2, được giới thiệu và được thảo luận ở dưới) như có thể là các ion loại I2. Thậm chí với quy trình trao đổi ion một bước, có thể quan sát thấy việc tạo thành của hai vùng IOX R1 và R2, với các khác biệt đáng kể trong các nồng độ tương đối của các ion I1 và I2. Theo một ví dụ, bằng cách sử dụng việc trao đổi ion của thủy tinh chứa Na hoặc chứa Li trong bể chứa hỗn hợp KNO_3 và $AgNO_3$, có thể thu được vùng gai R1 với các nồng độ đáng kể của cả Ag^+ và K^+ , và vùng ở sâu R2 cũng với các nồng độ đáng kể của Ag^+ và K^+ , nhưng nồng độ tương đối của Ag^+ so với K^+ có thể lớn hơn một cách đáng kể trong vùng gai R1 hơn là ở trong vùng ở sâu R2.

Fig.2 là biểu diễn của biên dạng chiết suất làm ví dụ $n(x)$ cho vật phẩm IOX 10 làm ví dụ, như được minh họa trên Fig.1C, và thể hiện vùng gai R1 được kết hợp với việc trao đổi ion nông hơn (các ion I1) và có độ sâu D1 (hoặc DOL_{sp}) vào trong ma trận 21. Vùng ở sâu R2 được kết hợp với việc trao đổi ion sâu hơn (các ion I2) và có độ sâu D2 xác định nên độ sâu lớp tổng cộng (total depth-of-layer - DOL_T). Theo một ví dụ, DOL_T tổng cộng ít nhất là $50\ \mu m$ và theo ví dụ khác có thể lớn ở mức $150\ \mu m$ hoặc $200\ \mu m$. Việc chuyển tiếp giữa vùng gai R1 và vùng ở sâu R2 xác định nên điểm uốn gập (knee - KN) trong biên dạng chiết suất $n(x)$ và cũng trong biên dạng ứng suất $Cs(x)$ tương ứng, như sẽ được mô tả bên dưới.

Vùng ở sâu R2 có thể được tạo ra trong thực tế, trước vùng gai R1. Vùng gai R1 là ngay liền kề với bề mặt đế 22 và là tương đối dốc và nông (ví dụ, D1 có thể ở cấp micron), trong khi vùng ở sâu R2 là ít dốc hơn và mở rộng tương đối sâu vào trong để tới độ sâu được đề cập tới từ trước D2. Theo một ví dụ, vùng gai R1 có chiết suất tối đa n_0 tại bề mặt đế 22 và vượt thon, dốc tới chiết suất trung gian n_i (vốn có thể còn được gọi là “chiết suất điểm uốn gập (knee index)”), trong khi vùng ở sâu R2 vượt thon đều hơn từ chiết suất trung gian tới chiết suất đế (khối) n_s . Ở đây, được nhấn mạnh là các quy trình IOX có thể tạo thành thay đổi chiết suất gần bề mặt dốc và nông và quy trình DIOX được thảo luận ở đây theo cách làm minh họa.

Theo một số ví dụ, vật phẩm IOX 10 là dễ vỡ trong khi theo các ví dụ khác, nó là không dễ vỡ, theo tiêu chí về tính dễ gãy vỡ được nêu ở dưới.

Hệ thống ghép nối lăng kính

Fig.3A là giản đồ sơ lược của hệ thống ghép nối lăng kính làm ví dụ 28 có thể được sử dụng để thực hiện các khía cạnh của các phương pháp được bộc lộ ở đây. Các phương pháp ghép nối lăng kính sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính 28 là không phá hủy. Dấu hiệu này là đặc biệt hữu ích để đo các vật phẩm IOX dễ vỡ cho các mục đích nghiên cứu và phát triển và để kiểm soát chất lượng trong việc sản xuất.

Hệ thống ghép nối lăng kính 28 chứa sàn đỡ 30 được đặt cấu hình để đỡ vật phẩm IOX 10 theo cách vận hành được. Hệ thống ghép nối lăng kính 28 cũng chứa

lăng kính ghép nối 40 có bề mặt đi vào 42, bề mặt ghép nối 44 và bề mặt đưa ra 46. Lăng kính ghép nối 40 có chiết suất $n_p > n_0$. Lăng kính ghép nối 40 có giao diện với vật phẩm IOX 10 đang được đo bằng cách đưa bề mặt ghép nối lăng kính ghép nối 44 và bề mặt 22 vào trong tiếp xúc quang học với nhau, nhờ đó xác định giao diện 50 ở trong ví dụ có thể chứa chất lưu giao diện (hoặc làm khớp chiết suất) 52 có độ dày TH. Theo một ví dụ, hệ thống ghép nối lăng kính 28 chứa phần cấp chất lưu giao diện 53 được kết nối chất lưu tới giao diện 50 để cấp chất lưu giao diện 52 tới giao diện. Cấu hình này cũng cho phép các chất lưu giao diện 52 khác nhau với các chiết suất khác nhau được triển khai. Do đó, theo một ví dụ, chiết suất của chất lưu giao diện 52 có thể được thay đổi bởi việc vận hành của phần cấp chất lưu giao diện 53 để thêm vào chất lưu giao diện có chiết suất cao hơn hoặc thấp hơn. Theo một ví dụ, phần cấp chất lưu giao diện 53 được kết nối theo cách vận hành được và được điều khiển bởi bộ điều khiển 150.

Theo việc đo làm ví dụ, hệ thống chân không 56 được kết nối bằng khí nén tới giao diện 50 có thể được sử dụng để điều khiển độ dày TH bằng cách thay đổi lượng chân không tại giao diện. Theo một ví dụ, hệ thống chân không được kết nối theo cách vận hành được tới, và được điều khiển bởi bộ điều khiển 150.

Hệ thống ghép nối lăng kính 28 chứa các trục quang học đầu vào và đầu ra A1 và A2 theo cách tương ứng đi qua các bề mặt đưa vào và đưa ra 42 và 46 của lăng kính ghép nối 40 để nói chung là hội tụ tại giao diện 50 sau khi chịu việc khúc xạ tại các giao diện lăng kính/không khí. Hệ thống ghép nối lăng kính 28 chứa, để dọc theo trục quang học vào A1, là nguồn sáng 60 phát ánh sáng đo 62 có bước sóng λ , bộ lọc quang học tùy chọn 66 có thể được chứa theo cách khác trong đường dẫn bộ phát hiện trên trục A2, thành phần tán xạ ánh sáng tùy chọn 70 tạo thành ánh sáng bị tán xạ 62S, và hệ thống quang học hội tụ tùy chọn 80 tạo thành ánh sáng được hội tụ (đo) 62F, như được giải thích bên dưới. Do đó, trong ví dụ của hệ thống ghép nối lăng kính 28, không có các thành phần quang học giữa nguồn sáng 60 và bề mặt đi vào lăng kính 42. Các thành phần từ nguồn sáng 60 tới hệ thống quang học hội tụ 80 tạo nên hệ thống chiếu sáng 82.

Hệ thống ghép nối lăng kính 28 cũng chứa, để dọc theo trục quang học đưa ra A2 từ lăng kính ghép nối 40, hệ thống quang học thu thập 90 có mặt phẳng tiêu 92 và tiêu cự f và nhận ánh sáng bị phản xạ 62R như được giải thích bên dưới, bộ phận phân cực TM/TE 100, và bộ tách sóng quang 130.

Trục quang học vào A1 xác định nên tâm của quang lộ đầu vào OP1 giữa nguồn sáng 60 và bề mặt ghép nối 44. Trục quang học vào A1 cũng xác định nên góc ghép nối θ so với bề mặt 12 của vật phẩm IOX 10 đang được đo.

Trục quang học đưa ra A2 xác định nên tâm của quang lộ đưa ra OP2 giữa bề mặt ghép nối 44 và bộ tách sóng quang 130. Chú ý rằng các trục quang học đưa ra A1 và A2 có thể được uốn tại các bề mặt đưa vào và bề mặt đưa ra 42 và 46, theo cách tương ứng, do độ khúc xạ. Chúng cũng có thể bị vỡ thành nhiều đường phụ bằng cách chèn các gương (không được thể hiện) vào trong các quang lộ đầu vào và đầu ra OP1 và/hoặc OP2.

Theo một ví dụ, bộ tách sóng quang 130 chứa bộ phát hiện (camera) 110 và bộ phận nắm giữ khung 120. Theo các phương án thực hiện khác được thảo luận bên dưới, bộ tách sóng quang 130 chứa camera CMOS hoặc CCD. Fig.3B là hình chiếu đứng, cận cảnh của bộ phận cực TM/TE 100 và bộ phát hiện 110 của bộ tách sóng quang 130. Theo một ví dụ, bộ phận cực TM/TE chứa phần TM 100TM và phần TE 100TE. Bộ tách sóng quang 130 chứa bề mặt nhạy quang 112.

Bề mặt nhạy quang 112 nằm trong mặt phẳng tiêu 92 của thu thập hệ thống quang học 90, với bề mặt nhạy quang đang, nói chung là vuông góc với trục quang học đưa ra A2. Nó có tác dụng biến đổi phân bố góc của ánh sáng bị phản xạ 62R đang đi ra khỏi lăng kính ghép nối bề mặt đưa ra 46 thành phân bố không gian ngang của ánh sáng ở mặt phẳng cảm biến của camera 110. Theo một phương án thực hiện làm ví dụ, bề mặt nhạy quang 112 bao gồm các điểm ảnh, tức là, bộ phát hiện 110 là bộ phát hiện dạng số, ví dụ máy ảnh dạng số.

Việc chia bề mặt nhạy quang 112 thành các phần TE và TM 112TE và 112TM như được thể hiện trên Fig.3B cho phép ghi một cách đồng thời các ảnh số của phổ phản xạ theo góc (phổ chế độ) 113, chứa các phổ chế độ TE và TM riêng rẽ 113TE và 113TM cho các việc phân cực TE và TM của ánh sáng bị phản xạ 62R. Việc phát

hiện một cách đồng thời này loại bỏ nguồn nhiễu của phép đo, vốn có thể xuất hiện từ việc thực hiện các phép đo TE và TM tại các thời điểm khác nhau, do các thông số hệ thống có thể trôi theo thời gian. Fig.3C là biểu diễn sơ lược của phổ chế độ 113 khi được chụp bởi bộ tách sóng quang 130. Phổ chế độ 113 có phần phản xạ nội, toàn phần (total-internal-reflection - TIR) 115 được kết hợp với các chế độ truyền dẫn và phần không TIR 117 được kết hợp với các chế độ bức xạ và các chế độ rò. Việc chuyển tiếp 116 giữa phần TIR 115 và phần không TIR 117 xác định nên góc tới hạn và được đề cập tới như là việc chuyển tiếp góc tới hạn 116.

Phổ chế độ TM 113TM chứa các đường chế độ hoặc các vân 115TM trong khi phổ chế độ TE 113TE chứa các đường chế độ hoặc các vân 115TE. Các đường chế độ hoặc các vân 115TM và 115TE có thể hoặc là các đường sáng hoặc các đường tối, phụ thuộc vào cấu hình của hệ thống ghép nối lăng kính 28. Trên Fig.3C, các đường chế độ hoặc các vân 115TM và 115TE được thể hiện như là các đường tối để dễ minh họa. Trong phần thảo luận bên dưới, thuật ngữ “các vân” được sử dụng ngắn gọn cho thuật ngữ chính xác hơn là “các đường chế độ.”

Các đặc tính ứng suất được tính toán trên khác biệt trong các vị trí của các vân TM và TE 115TM và 115TE trong phổ chế độ 113. Ít nhất hai vân 115TM cho phổ chế độ TM 113TM và ít nhất hai vân 115TE cho phổ chế độ TE 113TE là cần thiết để tính toán ứng suất bề mặt CS. Các vân bổ sung là cần thiết để tính toán biên dạng ứng suất CS(x).

Với tham khảo lại tới Fig.3A, hệ thống ghép nối lăng kính 28 chứa bộ điều khiển 150, vốn được đặt cấu hình để điều khiển việc vận hành của hệ thống ghép nối lăng kính. Bộ điều khiển 150 cũng được đặt cấu hình để nhận và xử lý từ bộ tách sóng quang 130 các tín hiệu hình ảnh SI là biểu diễn của các hình ảnh phổ chế độ TE và TM được chụp (được phát hiện). Bộ điều khiển 150 chứa bộ xử lý 152 và đơn vị nhớ (“bộ nhớ”) 154. Bộ điều khiển 150 có thể điều khiển việc kích hoạt và việc vận hành của nguồn sáng 60 thông qua tín hiệu điều khiển nguồn sáng SL, và nhận và xử lý các tín hiệu hình ảnh SI từ bộ tách sóng quang 130 (ví dụ, từ bộ phận nắm giữ khung 120, như được thể hiện). Bộ điều khiển 150 là có thể lập trình được để thực hiện các chức năng được mô tả ở đây, chứa việc vận hành của hệ thống ghép nối

lăng kính 28 và việc xử lý tín hiệu nêu trên của các tín hiệu hình ảnh SI đi tới tại việc đo của một hoặc nhiều của đặc tính trong số các đặc tính ứng suất nêu trên của vật phẩm IOX 10.

Việc đo phù hợp của đặc tính ứng suất của vật phẩm IOX 10 thông thường yêu cầu rằng hệ thống ghép nối lăng kính 28 ghép nối ánh sáng được hội tụ 62F thành số đủ các chế độ truyền dẫn được trợ giúp bởi phần dẫn sóng IOX 26 sao cho hầu hết nếu không phải là tất cả biên dạng chiết suất trong vùng gai R1 cũng như vùng ở sâu R2 được lấy mẫu sao cho phổ chế độ được đo 113 là hoàn chỉnh và chính xác, tức là, chứa thông tin về toàn bộ vùng IOX 24 và không chỉ là một phần của vùng IOX.

Khi chế độ truyền dẫn hoặc rò được kết hợp với vùng gai R1 có chiết suất hiệu dụng gần với góc tới hạn, thì việc xác định vị trí chính xác của việc chuyển tiếp góc tới hạn 116 trong phổ chế độ 113 có thể gặp vấn đề. Đó là do vị trí không phổ biến của độ nghiêng tối đa trong biên dạng cường độ có thể tương ứng với chiết suất hiệu dụng khác một chút so với chiết suất hiệu dụng thực tế tại độ sâu gai D1, tức là, điểm uốn gập (knee - KN) được tạo thành bởi việc chuyển tiếp giữa vùng gai và vùng ở sâu R2 (xem Fig.2). Như được chỉ ra ở trên, việc cộng hưởng gây ra bởi chế độ truyền dẫn hoặc rò gần đó, trong phổ chiết suất hiệu dụng có thể gây ra thay đổi đáng kể trong hình dạng của phân bố cường độ trong lân cận của chiết suất hiệu dụng tương ứng với chiết suất tại điểm uốn gập (knee - KN). Như ghi chú ở trên, điều này có thể về cơ bản làm nhiễu loạn việc tính toán của số phân số của các vân TE và TM 115TE và 115TM, và theo đó là của độ sâu gai D1, và theo đó là việc tính toán của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k . Nó đặc biệt là đúng cho các đế thủy tinh gốc Li 20 chịu việc xử lý DIOX sử dụng các ion Na^+ và K^+ để tạo thành vật phẩm IOX 10.

Các nhiễu loạn tính toán được mô tả ở trên áp đặt nhiều hạn chế khi sử dụng các việc đo ghép nối lăng kính cho việc kiểm soát chất lượng của các vật phẩm IOX 10 do việc ước lượng chính xác của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k là chỉ khả thi trong khoảng giới hạn hẹp của các điều kiện (tức là, của số xử lý việc đo hẹp) trong đó việc chuyển tiếp cường độ góc tới hạn không bị xáo trộn cho cả hai việc phân cực TM và TE.

Các phương pháp làm ví dụ của việc vận hành hệ thống ghép nối lăng kính 28 để tạo ra cửa sổ xử lý việc đo tương đối lớn yêu cầu việc đặt cấu hình hệ thống ghép nối lăng kính để thay đổi bước sóng đo λ của ánh sáng 62 từ nguồn sáng 60. Theo một ví dụ được thể hiện trên Fig.3A, nguồn sáng 60 có thể được đặt cấu hình với các thành phần phát sáng 61 riêng rẽ mà mỗi thành phần được đặt cấu hình để phát ra bước sóng đo λ khác nhau. Ba bước sóng đo λ làm ví dụ, vốn có thể theo cách tương ứng được ghi là λ_1 , λ_2 và λ_3 có thể chứa 540 nm, 595 nm và 650 nm. Theo một ví dụ, các thành phần phát sáng 61 bao gồm ít nhất một thành phần trong số các diot phát sáng và các diot laze. Theo một số phương án thực hiện, nhiều thành phần phát sáng 61 được sắp xếp quanh vị trí trung tâm sao cho từng thành phần phát sáng 61 là tương đối gần với vị trí trung tâm, vốn có thể nằm trên trục quang học vào A1. Theo một ví dụ, các bước sóng đo λ rơi vào trong khoảng giới hạn bước sóng từ 540 nm tới 650 nm.

Trong hệ thống chiếu sáng một bước sóng đang tồn tại từ trước 82, thành phần phát sáng đơn 61 có thể được định vị trong phần trung tâm trên trục quang học vào A1. Các dịch chuyển đáng kể từ vị trí trung tâm này có thể là vấn đề khi chuyển đổi giữa các bước sóng cho các việc đo. Theo một ví dụ, các thành phần phát sáng 61 có thể được gắn trên phần cố định quay được, định vị một thành phần trong số nhiều thành phần phát sáng 61 lên trên trục quang học vào A1.

Nếu các thành phần phát sáng 61 không thể được đưa vào trong khoảng 2 mm tới 3 mm của trục quang học A1 sử dụng các phương tiện cơ học, thì sau đó các phương tiện quang học có thể được sử dụng. Fig.3D là giản đồ sơ lược của hệ thống quang học làm ví dụ 200 ở dạng của kính viễn vọng ngược. Hệ thống quang học 200 chứa thấu kính dương 210 có tiêu cự f_1 và thấu kính âm 220 có tiêu cự f_2 được sắp xếp dọc theo trục quang học vào A1. Đường gạch gạch thẳng đứng thể hiện vị trí tiêu cự f_1 và tiêu cự f_2 nằm tại điểm chung trên trục quang học vào.

Ba thành phần phát sáng lệch trục 61 được thể hiện là phát ánh sáng 62 có các bước sóng tương ứng λ_1 , λ_2 và λ_3 . Độ phóng đại M của hệ thống quang học 200 được cho bởi f_2/f_1 . Trong ví dụ $f_2 = 15$ mm và $f_1 = 75$ mm, cho độ lớn là 0,2X. Việc tạo phân số hoặc việc làm giảm này tác động để tăng một cách hiệu quả khoảng cách

tới nguồn sáng 60 bởi thông số gần 5X, làm cho các thành phần phát sáng 61 xuất hiện gần với nhau hơn từ góc độ của vị trí lăng kính ghép nối, cho phép việc chiếu sáng gần trung tâm cho từng lựa chọn của các bước sóng đo. Nó được thể hiện trên Fig.3D bởi sự gần gũi của ba tia sáng 62 đi ra khỏi thấu kính âm 220 khi so sánh với ba tia sáng đang đi ra khỏi các thành phần phát sáng 61.

Các cấu hình khác cho hệ thống quang học 200 có thể được sử dụng để xác định nên lượng thích hợp của độ khuếch đại giảm. Theo một ví dụ, bộ phân tán ánh sáng (ví dụ, tấm thủy tinh với bề mặt tán xạ được mài) có thể được định vị gần với đường vạch vạch thẳng đứng ghi là “f1, f2,” trong đó điểm sáng tương đối nhỏ có thể được tạo thành khi một thành phần bất kỳ trong số ba thành phần phát sáng 61 được kích hoạt.

Trong bố trí liên quan, hai thành phần phát sáng được sử dụng tại từng bước sóng trong số ba bước sóng, với từng cặp được định vị hoàn toàn quanh vị trí tâm của nguồn sáng trên trục quang học. Cấu hình này cho phép thực hiện việc chiếu sáng đồng đều hơn trong phần giữa của phổ góc hai chiều được tạo hình ảnh trên bộ phát hiện (camera) 110 chụp phổ chế độ 113.

Theo một số phương án thực hiện, các thành phần phát sáng 61 có thể được bố trí dọc theo đường đơn. Ví dụ, các thành phần phát sáng 61 có thể chiếu sáng cách tử nhiễu xạ (không được thể hiện), và chùm sáng 62 có thể được điều khiển với các thấu kính trước và sau khi tương tác với cách tử nhiễu xạ, sao cho phần đáng kể của ánh sáng được thu thập và được gửi tới lăng kính ghép nối 40. Cách tử nhiễu xạ có tác dụng kết hợp các chùm tỏa ra từ các vị trí lân cận khác nhau một chút và gửi các chùm này theo hướng sơ cấp đơn về phía mặt đi vào của lăng kính để chiếu sáng giao diện lăng kính-mẫu qua mặt đi vào. Theo một ví dụ, cách tử nhiễu xạ có thể được sử dụng trong việc phản xạ, và có thể về cơ bản được chiếu sáng cho bước sóng trung bình của khoảng giới hạn của các bước sóng được sử dụng cho việc đo, như phần trăm rất cao của ánh sáng được chọn lọc theo phổ bởi cách tử nhiễu xạ được làm nhiễu xạ theo hướng của lăng kính đo.

Theo một số phương án thực hiện, các thành phần phát sáng 61 có thể được bố trí dọc theo đường đơn, và được sắp xếp theo chuỗi từ bước sóng nhỏ nhất tới lớn

nhất. Ánh sáng 62 từ các thành phần phát sáng 62 có thể đi qua thấu kính tùy chọn, và sau đó được chuyển qua lăng kính tán xạ cao kết hợp ánh sáng từ nhiều thành phần phát sáng tỏa ra từ các vị trí khác nhau một chút và gửi ánh sáng dọc theo, về cơ bản là cùng một quang lộ kết nối lăng kính tán xạ kết hợp với lăng kính ghép nối việc đo để chiếu sáng giao diện 50 để thực hiện các việc đo ghép nối lăng kính của ứng suất.

Theo một số phương án thực hiện, nguồn sáng 60 được đặt cấu hình để có bước sóng điều chỉnh được liên tục. Theo một ví dụ, nguồn sáng 60 bao gồm LED băng rộng và bộ lọc điều chỉnh được. Theo ví dụ khác, nguồn sáng 60 bao gồm laze điều chỉnh được và bộ phân tán quang học để làm giảm đốm laze. Với bộ lọc điều chỉnh được, bước sóng có thể được chỉnh cho tới khi cả hai các phổ chế độ TM và TE 113TM và 113TE đều được tìm thấy trong cửa sổ đo được ưu tiên, như được mô tả bên dưới. Thậm chí với khoảng giới hạn chỉnh tương đối nhỏ là 5% của bước sóng trung tâm của khoảng giới hạn điều chỉnh, thì vẫn thu được việc tăng đáng kể trong cửa sổ đo được ưu tiên. Theo một ví dụ, khoảng giới hạn điều chỉnh được ưu tiên là 10% của bước sóng đo trung tâm λ .

Theo một số phương án thực hiện, hệ thống ghép nối lăng kính 28 có thể chứa nhiều lăng kính ghép nối 40 được ghép nối tới các diện tích khác nhau của vật phẩm IOX. Mỗi lăng kính ghép nối 40 được đặt cấu hình để được chiếu sáng với bước sóng đo λ khác nhau từ nguồn sáng 60. Giống như vậy, ánh sáng bị phản xạ 62R từ mỗi lăng kính ghép nối có thể được phát hiện bởi bộ tách sóng quang 130 hoặc trên phần khác của bề mặt nhạy sáng 112 hoặc bởi các bộ tách sóng quang tách biệt.

Các việc đo sau đó được thực hiện sử dụng nhiều lăng kính ghép nối 40 và sử dụng nhiều bước sóng đo λ cho tới khi tại một bước sóng trong số các bước sóng, các yêu cầu cho việc đo trong cửa sổ đo được ưu tiên được thỏa mãn cho cả hai trạng thái phân cực TM và TE. Theo phương án thực hiện tương tự, lăng kính ghép nối rộng đơn 40 có thể được tiếp xúc với diện tích lớn của vật phẩm IOX 10. Các vị trí khác nhau của giao diện 50 có thể được chiếu sáng tại các bước sóng đo khác nhau λ , một cách đồng thời hoặc nối tiếp, với phổ chế độ tương ứng 113 được thu thập sử

dụng bộ tách sóng quang 130 tách biệt, hoặc trên các phần khác nhau của bề mặt nhạy sáng 112, vốn được tạo ra đủ lớn để cho phép thực hiện các việc đo riêng rẽ.

Các phương pháp đo sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính

Các phương pháp được bộc lộ chứa các cách khác nhau để nhận biết xem liệu phổ chế độ TM hoặc TE 113TM hoặc 113TE có nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên (tức là, đủ lớn) để tạo ra việc đo chính xác của ít nhất một tính chất liên quan tới ứng suất của vật phẩm IOX 10 đang được đo hay không. Nếu một trong hai phổ chế độ TM hoặc TE 113TM hoặc 113TE không nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên, thì sau đó các phương pháp chứa bước thiết lập hệ thống ghép nối lăng kính 28 tới cụ hình đo khác cho phép cả hai phổ chế độ TM và TE 113TM và 113TE được nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên để thu được việc đo chính xác hơn của ít nhất một thông số ứng suất của vật phẩm IOX 10. Nói cách khác, phương pháp hướng tới việc tối ưu hóa cấu hình đo của hệ thống ghép nối lăng kính để đo vật phẩm IOX có vùng gai R1.

Phương pháp thứ nhất thiết lập hệ thống ghép nối lăng kính 28 tới cấu hình đo khác nhau chứa bước thay đổi bước sóng đo λ bởi lượng được chọn. Phương pháp thứ hai chứa bước thay đổi ít nhất một thông số trong số độ dày TH và chiết suất n_f của chất lưu giao diện 52 tại giao diện 50. Phương pháp thứ ba kết hợp các phương pháp thứ nhất và thứ hai.

Phương pháp làm ví dụ

Trong bước thứ nhất của phương pháp, vật phẩm IOX 10 được nạp vào trong hệ thống ghép nối lăng kính 28 và phổ chế độ thứ nhất 113 được thu thập như được mô tả ở trên.

Trong bước thứ hai của phương pháp, phổ TM và TE thứ nhất 113TM và 113TE được xử lý để thu tín hiệu TM và TE của cường độ so với vị trí của các vân 115TM và 115TE tương ứng được chụp bởi bề mặt nhạy quang 112 của bộ tách sóng quang 130. Nó là tương đương với cường độ so với góc ghép nối θ , vốn cũng tương đương với cường độ so với chiết suất hiệu dụng n_{eff} , do có quan hệ một-một giữa vị trí trên bề mặt nhạy quang 112, góc ghép nối θ , và chiết suất hiệu dụng n_{eff} của các

chế độ quang học được dẫn trong phần dẫn sóng 26 được xác định bởi vùng IOX 24 trong vật phẩm IOX 10.

Trong bước thứ ba, cường độ so với dữ liệu vị trí từ bước thứ hai được sử dụng để thiết lập xem liệu các phổ chế độ TM và TE thứ nhất 113TM và 113TE có được thu (hoặc nằm trong) cửa sổ đo được ưu tiên của hệ thống ghép nối lăng kính 28 hay không. Theo một ví dụ, nó chứa bước xác định phân phân số của số đếm chế độ hoặc số đếm vân đầy đủ (số thực) cho phổ chế độ TM 113TM và phổ chế độ TE 113TE. Số đếm chế độ đầy đủ chứa phần nguyên bằng với số các chế độ truyền dẫn cho việc phân cực cụ thể (TM hoặc TE), vốn là giống như số các vân 115TM hoặc 115TE xuất hiện trong phần TIR 117 của các phổ chế độ tương ứng 113TM hoặc 113TE tại bước sóng đo. Số các vân TM 115TM là N_{TM} trong khi số các vân TE 115TE là N_{TE} .

Một khía cạnh của các phương pháp này được bộc lộ ở đây bao gồm việc xác định phân phân số (fractional portion - FP) của số các chế độ (số chế độ) của cả phổ chế độ TE 113TE và phổ chế độ TM 113TM. Fig.3E là giản đồ sơ lược của một phần của phổ chế độ làm ví dụ 113 tương tự như Fig.3C và minh họa cách mà phân phân số (fractional portion - FP) của số chế độ cho phổ chế độ TE 113TE và phổ chế độ TM 113TM có thể được xác định.

Theo một ví dụ, phân phân số (fractional portion - FP) của số chế độ được xác định bằng cách so sánh khoảng cách giữa chế độ truyền dẫn cuối cùng có chiết suất hiệu dụng n_{eff} thấp nhất, và chiết suất hiệu dụng n_{eff} tương ứng với việc chuyển tiếp góc tới hạn 116. Với các góc ghép nối θ vượt quá góc tới hạn, chỉ một phần của ánh sáng tới 62F được phản xạ để tạo thành ánh sáng bị phản xạ 62R, với phần không bị phản xạ của ánh sáng tới xâm nhập vào vật phẩm IOX 10 về cơ bản là sâu hơn độ sâu gai D1 làm chế độ rò hoặc chế độ bức xạ.

Chiết suất hiệu dụng n_{eff} tương ứng với góc tới hạn được đề cập tới như là “chiết suất tới hạn” và được ghi là n_{crit} . Trong một số trường hợp, chiết suất tới hạn n_{crit} có thể bằng với chiết suất để n_s . Ví dụ, tình huống này có thể xuất hiện khi vật phẩm IOX 10 được tạo thành từ đế thủy tinh chứa Li 20 được gia cường hóa học trong bể chứa Na^+ (ví dụ, $NaNO_3$).

Khoảng cách giữa chế độ truyền dẫn cuối cùng và góc tới hạn n_{crit} tương ứng với khác biệt Δn_f trong chiết suất hiệu dụng giữa chiết suất của chế độ truyền dẫn cuối cùng và chiết suất tới hạn được cho bởi:

$$\Delta n_f = \min(n_{eff}) - n_{crit}$$

trong đó $\min(n_{eff})$ là chiết suất nhỏ nhất của các chiết suất hiệu dụng của tất cả các chế độ truyền dẫn cho việc phân cực cụ thể (TM hoặc TE), và n_{crit} là chiết suất tới hạn cho cùng một việc phân cực.

Phần phân số (fraction part - FP) của số đếm chế độ (tức là, số các vân) N_{TM} hoặc N_{TE} được tìm thấy bằng cách kiểm tra không gian giữa chế độ truyền dẫn cuối cùng 115TE hoặc 115TM và chiết suất tới hạn n_{crit} . Theo một số phương án thực hiện, phần phân số của số đếm chế độ TM hoặc TE được xác định bằng cách so sánh Δn_f với khoảng giãn cách được mong đợi tới chế độ tiếp theo bằng việc ngoại suy sự phụ thuộc của chiết suất hiệu dụng trên số đếm chế độ. Theo một số phương án thực hiện, việc vừa khít của sự phụ thuộc của chiết suất hiệu dụng n_{eff} trên số đếm chế độ có thể được thu từ các chế độ truyền dẫn được tạo số nguyên. Sự vừa khít sau đó sẽ được ngoại suy, và số chế độ được gán cho góc tới hạn n_{crit} từ trị số của số đếm chế độ N_{TM} hoặc N_{TE} mà tại đó hàm được ngoại suy làm cân bằng tới n_{crit} được đo. Cùng một thủ tục này có thể được thực hiện một cách trực tiếp bằng cách sử dụng vị trí của các vân 115TM hoặc 115TE trong phổ chế độ 113TM hoặc 113TE đã cho so với số vân, hoặc góc trong phổ góc so với số vân.

Một phương pháp để xác định phần phân số (fractional portion - FP) của số đếm vân là để xem xét vân ảo 118 vốn có thể là vân tiếp theo trong phổ chế độ đã cho nhưng với thực tế là việc chuyển tiếp góc tới hạn 116 sẽ cắt vân ảo. Điều này có thể được hoàn thiện bởi việc ngoại suy dựa trên các việc dẫn cách vân hiện đang tồn tại. Khoảng cách từ vân cuối cùng 115TE hoặc 115TM tới vân ảo tương ứng 118 là DVF, sao cho phần phân số (fractional portion - FP) của số đếm chế độ (vân) là $FP = \Delta n_f / DVF$, chú ý rằng Δn_f và DVF có thể khác nhau cho phổ chế độ TM 113TM và phổ chế độ TE 113TE.

Một phương pháp khác để xác định phần phân số (fractional portion - FP) của số đếm vân là khi chỉ có hai hoặc ba chế độ. Trong trường hợp này, có thể xấp xỉ

khoảng cách DVF bằng khoảng dẫn cách MS giữa hai chế độ gần nhất với việc chuyển tiếp TIR-PIR, như cũng được thể hiện trên Fig.3E.

Theo một ví dụ, để nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên, thì phần phân số (fractional portion - FP) của số đếm vân N_{TM} hoặc N_{TE} phải nằm trong khoảng giới hạn được chọn. Theo một ví dụ, khoảng giới hạn trên phần phân số (fraction portion - FP) của số đếm vân là 0,1 tới 0,85. Theo ví dụ khác, phần phân số (fractional portion - FP) của số đếm vân có thể lớn hơn 0,15. Theo ví dụ khác, phần phân số (fractional portion - FP) của số đếm vân có thể ở bên dưới 0,8, ví dụ, nhỏ hơn 0,75, hoặc nhỏ hơn 0,70. Do đó, các khoảng giới hạn làm ví dụ trên FP chứa 0,15 và 0,75 hoặc 0,15 và 0,70. Nếu phần phân số (fractional portion - FP) của ít nhất một chế độ trong số phổ chế độ TM 113M và phổ chế độ TE 113TE là ở bên ngoài khoảng giới hạn được chọn, thì sau đó hệ thống ghép nối lăng kính 28 được đặt tới điều kiện đo khác đưa phần phân số (fraction portion - FP) của số đếm vân vào nằm trong khoảng giới hạn chọn, mà đến lượt nó lại cho phép xác định ít nhất một thông số ứng suất của vật phẩm IOX 10 với độ chính xác tốt hơn.

Theo ví dụ khác, để được nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên, có thể không có chế độ truyền dẫn hoặc chế độ rò đủ gần với chiết suất tới hạn n_{crit} để về cơ bản là thay đổi hình dạng (biên dạng cường độ) của việc chuyển tiếp góc tới hạn 116. Đó là do vị trí của độ nghiêng cường độ tối đa của việc chuyển tiếp góc tới hạn 116 được sử dụng để xác định các thông số liên quan tới ứng suất của vật phẩm IOX 10. Việc cộng hưởng chế độ truyền dẫn hoặc rò có tác dụng xấu tới việc chuyển tiếp cường độ góc tới hạn trong phổ ghép nối lăng kính được đề cập tới ở đây như là cộng hưởng xâm phạm hoặc chế độ xâm phạm.

Như được tận dụng ở đây, chế độ lan truyền quang học được đề cập tới như là “được dẫn” hoặc “bị bó” nếu chiết suất hiệu dụng của nó là cao hơn chiết suất tới hạn. Như được tận dụng ở đây, chế độ lan truyền quang học được đề cập tới như là “rò” nếu chiết suất hiệu dụng của nó là thấp hơn chiết suất tới hạn. Chế độ rò tạo ra cộng hưởng truyền khi chiết suất hiệu dụng của nó là tương đối gần với chiết suất tới hạn, cụ thể nếu nó về cơ bản là gần hơn với việc dẫn cách chế độ của hai chế độ

truyền dẫn cuối cùng, tức là, hai chế độ truyền dẫn với chiết suất hiệu dụng thấp nhất cho việc phân cực cụ thể.

Như được sử dụng ở đây, “cộng hưởng truyền” đề cập tới việc nhúng trong cường độ trong phổ chế độ 113TM hoặc 113TE đã cho mà trong đó cường độ thường giảm đơn điệu thông thường, với việc giảm chiết suất hiệu dụng cho $n_{eff} < n_{crit}$. Khi việc nhúng trong chế độ tới rất gần với chuyển tiếp góc tới hạn 116, thì vị trí của độ nghiêng tối đa dịch chuyển về phía chiết suất hiệu dụng hiệu dụng lớn hơn một chút, vốn tương ứng với chiết suất vật liệu thấp nhất gần đáy của vùng gai R1.

Theo cách tương tự, chế độ truyền dẫn với chiết suất hiệu dụng chỉ ở trên một chút so với chiết suất tới hạn có thể làm cho cường độ trong lân cận của việc chuyển tiếp góc tới hạn 116 thay đổi do bề ngang khác không của cộng hưởng ghép nối của chế độ. Bề ngang khác không có thể là kết quả của nhiều thông số, bao gồm độ mạnh ghép nối, độ phân giải của hệ thống quang học trong hệ thống ghép nối lăng kính 28, và các quang sai gây ra bởi việc bọc của vật phẩm IOX 10 trong diện tích đo.

Trong từng trường hợp trong các trường hợp ở trên, vị trí rõ ràng của góc tới hạn trong phổ chế độ 113TM hoặc 113TE được đo được dịch chuyển một cách đáng kể khi vị trí của việc cộng hưởng tương ứng (cộng hưởng chế độ bị bó hoặc cộng hưởng chế độ rò) là nằm trong khoảng cách từ góc tới hạn là khoảng giống như bề ngang của việc cộng hưởng theo nghĩa của chiết suất hiệu dụng, hoặc nhỏ hơn.

Do đó, phổ chế độ 113TM hoặc 113TE được đo có thể được xem xét là ở bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên khi chế độ truyền dẫn là nằm trong 0,5 FWHM, như nằm trong 0,6 FWHM hoặc 0,7 FWHM của bề ngang của việc cộng hưởng chế độ truyền dẫn. Theo cách tương tự, phổ chế độ 113TM hoặc 113TE được đo được xem xét là nằm bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên khi điểm cường độ thấp nhất của chế độ rò là nằm trong 0,5 FWHM, như nằm trong 0,6 FWHM hoặc 0,7 FWHM bề ngang của việc cộng hưởng chế độ rò.

Khi việc cộng hưởng chế độ rò phần nào đó xa khỏi chiết suất tới hạn n_{crit} , thì việc cộng hưởng là rộng và phi đối xứng, và FWHM của nó có thể là thách thức cho việc đo và xác định trong các điều kiện đo công nghiệp. Do đó, theo một số phương

án thực hiện, tiêu chí khác biệt có thể được sử dụng để nhận diện xem liệu chế độ rò đã cho có tác động xấu lên việc chuyển tiếp góc tới hạn 116 hay không. Theo một phương pháp này, khoảng cách giữa điểm cường độ thấp nhất (vị trí nhúng) của chế độ rò và vị trí biểu kiến của việc chuyển tiếp góc tới hạn 116 sẽ được xem xét.

Phổ chế độ 113TM hoặc 113TE được đo có thể được xem xét nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên khi khoảng cách giữa vị trí nhúng chế độ rò và vị trí biểu kiến của việc chuyển tiếp là nhỏ hơn 0,2 lần khoảng cách từ việc chuyển tiếp góc tới hạn biểu kiến tới vị trí chế độ truyền dẫn gần nhất, hoặc nhỏ hơn 0,3, 0,4, hoặc 0,5 lần khoảng cách từ chuyển tiếp góc tới hạn biểu kiến tới vị trí chế độ truyền dẫn gần nhất. Lựa chọn khoảng cách này phụ thuộc ít nhất trên hình dạng của vùng gai R1, và có thể được chọn dựa trên bằng chứng kinh nghiệm từ dữ liệu được thu thập trên nhiều vật phẩm IOX 10.

Theo ví dụ khác, việc xác định xem liệu cả hai phổ chế độ TM và TE 113TM và 113TE có nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên hay không là dựa trên quan hệ giữa độ lệch thứ hai của biên dạng cường độ của chế độ 9 vôn) gần nhất với chiết suất tới hạn và khoảng cách giữa chế độ gần nhất này và vị trí biểu kiến của việc chuyển tiếp góc tới hạn 116. Theo cách định tính, cùng một phương pháp áp dụng cho việc phân tích quan hệ này cho chế độ bị bó và cho chế độ rò, ngoại trừ ngưỡng quyết định cho chế độ bị bó không cần thiết phải giống như cho chế độ rò.

Theo một số phương án thực hiện, khoảng cách giữa chế độ xâm phạm và chuyển tiếp góc tới hạn biểu kiến 116 được so sánh với thông số số học được chia bởi căn bậc hai của độ lệch thứ hai của cường độ quang học tại vị trí chế độ. Nó là dựa trên quan sát rằng độ rộng toàn phần tại nửa cực đại (full width at half-maximum - FWHM) cho nhiều phân bố cường độ hình chuông của các đỉnh cộng hưởng theo trị số đỉnh đơn vị là tỉ lệ với nghịch đảo của căn bậc hai của độ lệch thứ hai của cường độ tại vị trí của việc cộng hưởng (tại tối thiểu cho việc nhúng cường độ hoặc tại tối đa cho đỉnh cường độ).

Ví dụ, với phân bố Lorentz của trị số đỉnh đơn vị, FWHM là khoảng $\frac{5.66}{\sqrt{F''}}$, với phân bố Gaussian của trị số đỉnh đơn vị, nó là khoảng $\frac{2.35}{\sqrt{F''}}$, và với phân bố cát tuyến

hyperbol nó là khoảng $\frac{2.63}{\sqrt{F''}}$, trong đó F'' là cho độ lệch thứ hai của cường độ liên quan tới biên nằm ngang của phổ (ví dụ, vị trí, góc, chiết suất hiệu dụng, hoặc số điểm). Trong nhiều trường hợp, vị trí biểu kiến của chuyển tiếp góc tới hạn 116 về cơ bản không bị ảnh hưởng bởi chế độ gần đó (gần nhất) nếu khoảng cách giữa việc chuyển tiếp và chế độ gần đó là lớn hơn khoảng 1,8 lần bề ngang FWHM của việc cộng hưởng của chế độ gần đó.

Theo một số phương án thực hiện, phổ chế độ 113TM hoặc 113TE được đo được xem xét là ở bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên khi khoảng cách giữa vị trí của chế độ gần đó và chuyển tiếp góc tới hạn (biểu kiến) 116 cho cùng một trạng thái phân cực là nhỏ hơn 1,8 lần bề ngang FWHM của việc cộng hưởng ghép nối của chế độ gần đó.

Theo một số phương án thực hiện, phổ chế độ 113TM hoặc 113TE được đo được xem xét là ở bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên nếu nó nằm trong phần nhỏ hơn 1,5 lần bề ngang FWHM của việc cộng hưởng ghép nối của chế độ gần đó nêu trên, như nhỏ hơn 1,2, nhỏ hơn 1, nhỏ hơn 0,8, nhỏ hơn 0,6, hoặc nhỏ hơn 0,5 lần bề ngang FWHM của việc cộng hưởng ghép nối của chế độ gần đó nêu trên.

Tỉ lệ ngưỡng được ưu tiên cho việc xác định xem liệu phổ chế độ 113TM hoặc 113TE được đo là nằm trong hay nằm ngoài cửa sổ đo được ưu tiên có thể dựa trên việc dàn xếp giữa độ quan trọng của độ chính xác cao cho việc đo của thông số ứng suất đã cho (ví dụ, ứng suất điểm uốn gấp (knee stress) CS_k) và độ quan trọng của việc có cửa sổ đo rộng. Phần quan trọng lớn hơn trên độ chính xác đo sẽ ưu tiên tỉ lệ lớn hơn của việc dẫn cách chấp nhận được tối thiểu cho FWHM, và ngược lại.

Thêm vào đó, trong các trường hợp mà trong đó hình dạng của phân bố cường độ tương ứng với chế độ đã cho đã được mô tả kỹ bởi biên dạng Lorentz, thì trị số ngưỡng được ưu tiên của tỉ lệ có thể cao hơn, ví dụ trong khoảng giới hạn từ 0,8 tới 1,8. Trong các trường hợp mà trong đó chế độ đã cho được mô tả kỹ bởi biên dạng Gaussian, thì trị số ngưỡng được ưu tiên của tỉ lệ có thể thấp hơn, như trong khoảng giới hạn từ 0,5 tới 1,2.

Dựa trên các cân nhắc nêu trên, phổ chế độ được đo 133TM hoặc 113TE được coi là ở bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên khi khoảng cách giữa vị trí biểu kiến của chuyển tiếp góc tới hạn 116 và chế độ xâm phạm gần đó là nhỏ hơn hoặc bằng với khoảng $\frac{10.2}{\sqrt{F^m}}$. Đó là tiêu chí tương đối khắt khe được sử dụng để đảm bảo cuối cùng là dịch chuyển là có thể bỏ qua được trong vị trí biểu kiến của chuyển tiếp góc tới hạn 116. Trong các trường hợp khác nhau, của các hình đường khác nhau và sự thỏa hiệp được ưu tiên giữa độ chính xác đích của thông số ứng suất được xem xét (ví dụ, ứng suất điểm uốn gấp (knee stress) CS_k) và bề ngang của cửa sổ đo được ưu tiên, ngưỡng ít khắt khe hơn cho việc giãn cách có thể được chọn. Ví dụ, việc giãn cách có thể là nhỏ hơn hoặc bằng với thông số là 8,5, như nhỏ hơn hoặc bằng với thông số là 6,8, 5,7, 4,5, 3,4, hoặc 2,8 lần $\frac{1}{\sqrt{F^m}}$.

Hơn nữa, trong một số trường hợp mà trong đó hình dạng của cộng hưởng chế độ gần đó là xa khỏi dạng Lorentz, và gần với dạng Gaussian, và bề ngang được tối đa hóa của cửa sổ đo là có độ ưu tiên cao hơn, thì trị số ngưỡng được ưu tiên của việc giãn cách giữa chế độ và vị trí chuyển tiếp biểu kiến 116 có thể nhỏ hơn hoặc bằng với 2,4, như nhỏ hơn hoặc bằng với 1,9, 1,4, hoặc 1,2 lần $\frac{1}{\sqrt{F^m}}$.

Độ lệch thứ hai tại vị trí của chế độ gần đó có thể được tìm thấy bằng cách làm trơn tín hiệu bởi việc lọc thông thấp, tìm độ lệch thứ nhất theo cách số hóa và làm trơn nó bằng cách lọc thông thấp, sau đó tìm độ lệch thứ hai theo cách số hóa, làm trơn nó, và lấy trị số tại vị trí của cộng hưởng chế độ. Theo một số phương án thực hiện, độ lệch thứ hai có thể được tìm thấy bằng cách làm khít parabol (đa thức bậc hai) với tín hiệu trong lân cận gần nhất của vị trí chế độ, và lấy độ lệch thứ hai của parabol làm khít để làm độ lệch thứ hai thể hiện việc cộng hưởng ghép nối của chế độ. Các phương pháp để tìm độ lệch thứ hai này là đã biết trong tình trạng kỹ thuật.

Hơn nữa, theo một số phương án thực hiện, phân bố cường độ trong lân cận của việc cộng hưởng chế độ (chế độ được dẫn hoặc rò) được chuẩn hóa sao cho cường độ tối thiểu tương ứng với 0 và cường độ tối đa tương ứng với 1, hoặc ngược lại. Theo một ví dụ của phổ chế độ phản xạ mà trong đó việc ghép nối tối đa trên việc cộng hưởng với chế độ truyền dẫn hoặc rò tương ứng với tối thiểu cục bộ trong

cường độ được phản xạ, thì cường độ tối thiểu tại đáy của việc nhúng cường độ được phản xạ có thể được trừ từ phân bố cường độ toàn bộ, sao cho phân bố cường độ thứ hai có tối thiểu tại 0. Sao đó phân bố cường độ thứ hai được nhân bởi thông số định cỡ sao cho trị số tối đa trong lân cận của tối thiểu cục bộ trở nên bằng với 1. Nó tạo ra phân bố cường độ được chuẩn hóa, được định cỡ có khoảng giới hạn từ 0 tới 1. Độ lệch thứ hai sau đó có thể được tính toán sau thủ tục chuẩn hóa.

Đã tìm thấy rằng cả hai phổ chế độ TM và TE được đo 113TM và 113TE là trong cửa sổ đo được ưu tiên, sau đó ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k và các thông số liên quan (ví dụ, độ sâu của gai D1, độ sâu của lớp (depth of layer - DOL, v.v.) có thể được xác định. Hơn nữa, nếu phổ chế độ TM 113TM được tìm thấy là nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên, thì nó có thể được chọn để tính toán độ sâu của lớp DOL dựa trên số đếm vân TM chỉ trước khi quyết định xem liệu có xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k sử dụng cùng một phổ chế độ TM và phổ TE được kết hợp 113TE được đo tại cùng một thời điểm hay không.

Đã tìm thấy rằng một trong số các phổ chế độ TM và TE được đo 113TM hoặc 113TE nằm bên ngoài của cửa sổ đo được ưu tiên, sau đó cặp khác (thứ hai) của các phổ chế độ TM và TE 113TM hoặc 113TE sẽ được xem xét. Cặp thứ hai của các phổ chế độ 113TM và 113TE có thể được thu thập sau khi quyết định được tạo ra rằng ít nhất một trong số phổ TM và TE thứ nhất không nằm bên trong cửa sổ đo được ưu tiên. Theo cách khác, cặp thứ hai của các phổ chế độ 113TM và 113TE có thể được thu thập từ trước sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính 28 đặt tới các điều kiện đo khác nhau hơn là được sử dụng để thu cặp thứ nhất của các phổ chế độ.

Theo một ví dụ, nguồn sáng 60 của hệ thống ghép nối lăng kính 28 được điều chỉnh sao cho ánh sáng 62 có bước sóng khác cho phép đo thứ hai hơn là cho phép đo thứ nhất. Bước sóng thứ hai có thể được chọn để tạo ra sự liên tục của cửa sổ đo được ưu tiên sao cho khi vật phẩm IOX 10 rơi ra bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên cho bước sóng thứ nhất rơi vào bên trong cửa sổ đo được ưu tiên cho phổ thứ hai có bước sóng khác.

Ví dụ, xem xét vật phẩm IOX được tạo thành từ đế gốc thủy tinh nhôm silicat chứa Li 20 và với vùng gai R1 được tạo thành sử dụng quy trình IOX K+. Phổ chế

độ được đo 113TM hoặc 113TE có số đếm chế độ đầy đủ giữa khoảng 2,1 và khoảng 3 vân tại bước sóng đo thứ nhất là 590 nm. Ứng suất nén bề mặt được tính toán là trong khoảng giới hạn từ 500 tới 900 MPa.

Vật phẩm IOX 10 làm ví dụ cụ thể có thể có lợi từ phép đo thứ hai của các phổ chế độ 113TM và 113TE sử dụng bước sóng thứ hai là dài hơn bước sóng thứ nhất bởi lượng giữa khoảng 1% và 15% để dịch khoảng giới hạn số đếm vân vào bên trong cửa sổ xử lý (đo) được ưu tiên có khoảng giới hạn trên số đếm chế độ đầy đủ từ 2,3 tới 2,7.

Theo cách tương tự, khi các phổ chế độ 113TM hoặc 113TE được đo tạo ra số đếm chế độ nga bên dưới đầu cuối dưới của cửa sổ đo được ưu tiên (với trường hợp này, khi số đếm vân nằm trong khoảng giới hạn 1,75-2,1 vân), thì bước sóng thứ hai có thể được làm ra ngắn bởi bởi lượng giữa khoảng 1% và 25%, phụ thuộc vào việc số đếm vân nằm bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên xa thế nào.

Dịch chuyển đáng kể hơn của cửa sổ đo được ưu tiên có thể là việc làm được sử dụng bởi dịch chuyển bước sóng lớn hơn, như bởi 18%, 25%, hoặc 30%. Dịch chuyển lớn hơn trong bước sóng đo có thể được sử dụng để thiết lập cửa sổ đo lớn hơn bằng cách kết hợp các cửa sổ đo của hai bước sóng đo khác nhau.

Trong một ví dụ, điều kiện mà gai yêu cầu bước sóng là ở giữa hai bước sóng đo lân cận để nằm bên trong cửa sổ đo được ưu tiên, được bỏ qua. Theo một ví dụ, cho gai có hình dạng thẳng có việc tăng chiết suất bề mặt Δn bên trên chiết suất gốc n , thì quan hệ giữa số đếm vân N , thì bước sóng đo λ , và độ sâu gai $D1$ hoặc DOL_{sp} là:

$$N \approx 3.77 \sqrt{n \Delta n} \frac{DOL_{sp}}{\lambda} + 0.25$$

Khác biệt trong số đếm vân giữa phổ chế độ TM và TE 113TM và 113TE phụ thuộc vào khác biệt trong Δn giữa hai phổ chế độ, do các thông số khác xác định số đếm vân là giống nhau cho hai trạng thái phân cực trong phép đo. Nếu ứng suất nén bề mặt được gắn nhãn là CS, và ứng suất điểm uốn gập (knee stress) là CS_k , thì khác biệt trong Δn giữa hai việc phân cực là xấp xỉ bằng với $(CS - CS_k)/SOC$, trong đó SOC là hệ số ứng suất-quang học. SOC thường nằm trong 15% của 3×10^{-6} RIU/MPa cho hầu hết thủy tinh được gia cường, trong đó RIU là các đơn vị phản xạ-chiết suất.

Với gai được tạo ra bởi quy trình IOX sử dụng K trong đế thủy tinh gốc Na hoặc gốc Li 20, thì khác biệt trong Δn giữa TM và TE thường là khoảng 1/5,6 của trung bình của hai Δn trị số. Nếu vết nứt được gây ra bởi ứng suất của Δn được gọi là δn^{TM-TE} , thì khác biệt trong số đếm vân giữa hai việc phân cực là:

$$\delta N^{TM-TE} \approx 3.77 \frac{DOL_{SP}}{\lambda} \sqrt{n} (\sqrt{\Delta n^{TM}} - \sqrt{\Delta n^{TE}})$$

$$\frac{\delta N^{TM-TE}}{N^{TM} - 0.25} \approx \frac{(\sqrt{\Delta n^{TM}} - \sqrt{\Delta n^{TE}})}{\sqrt{\Delta n^{TM}}} = \frac{1}{\sqrt{\Delta n^{TM}}} \frac{\Delta n^{TM} - \Delta n^{TE}}{\sqrt{\Delta n^{TM}} + \sqrt{\Delta n^{TE}}} \approx \frac{\Delta n^{TM} - \Delta n^{TE}}{2\Delta n^{TM}} \approx \frac{1}{11.2} \approx 0.09$$

Nó có nghĩa là số đếm vân cho trạng thái phân cực TE thường là khoảng 10/11 số đếm vân của trạng thái phân cực TM. Do đó, số đếm vân cho TE là khác biệt bởi:

$$\delta N^{TM-TE} \approx \frac{N^{TM} - 0.25}{11.2} \approx 0.09N^{TM} - 0.022$$

Thông số 0,09 liên quan tới khác biệt số đếm chế độ cho số đếm chế độ TM sẽ thay đổi một chút với các thay đổi trong SOC, và là xấp xỉ tỉ lệ với căn bậc hai của tỉ lệ của SOC so với 3×10^{-6} . Với SOC trải dài từ khoảng 2×10^{-6} tới khoảng 4.5×10^{-6} , thông số tương ứng sẽ thay đổi từ khoảng 0,073 tới khoảng 0,11.

Đã thiết lập được cửa sổ đo được ưu tiên cho từng việc phân cực có phần phân số (fractional part - FP) của số đếm vân giữa khoảng 0,1 và 0,8, như giữa khoảng 0,15 và 0,75, cửa sổ đo được ưu tiên cho từng việc phân cực có thể trải dài khoảng 0,6 vân. Có dịch vị giữa số đếm vân TM và TE, cửa sổ đo hiệu dụng được ưu tiên cho việc đồng thời có việc đo chính xác của chiết suất tới hạn trong việc phân cực TM và TE được làm giảm so sánh với cửa sổ đo phân cực đơn được ưu tiên bởi khác biệt trong số đếm chế độ giữa TM và TE.

Trong ví dụ cho thủy tinh thông thường với $0.073N^{TM} \leq \delta N^{TM-TE} \approx 0.11N^{TM}$, cho phổ chế độ TM 113TM có khoảng 2,6 vân TM 115TM, cửa sổ đo được ưu tiên được làm giảm từ khoảng 0,6 vân cho việc phân cực TM riêng rẽ tới $0,6 - (0,19 \text{ tới } 0,29) = (0,31 \text{ tới } 0,41)$ vân. Theo cách tương tự, với phổ chế độ TM đích 113TM có 3,6 vân TM 115TM, cửa sổ đo được ưu tiên được làm giảm từ khoảng 0,6 tới khoảng $0,6 - (0,26 \text{ tới } 0,40) = (0,2 \text{ tới } 0,34)$ vân. Trong trường hợp trước, việc giảm là giữa khoảng 1/3 và 1/2, phụ thuộc vào trị số của SOC, trong khi trường hợp sau việc giảm là xấp xỉ từ khoảng 1/2 tới khoảng 2/3 của cửa sổ được ưu tiên phân cực đơn. Do đó, dịch vị trong

số đếm vân giữa các phổ chế độ TM và TE 113TM và 113TE về cơ bản làm giảm bề ngang hiệu dụng của cửa sổ xử lý liên tục sẵn có nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên đơn.

Theo một số phương án thực hiện mà trong đó phổ TM hoặc TE thứ nhất 113TM hoặc 113 TE được đo tại bước sóng đo thứ nhất thất bại trong việc rơi vào bên trong cửa sổ đo được ưu tiên, thì sau đó phổ chế độ được đo tại bước sóng đo khác (thứ hai) được sử dụng để định vị phổ TM và TE bên trong cửa sổ đo được ưu tiên. Nếu phổ chế độ có số đếm vân lớn hơn (thường là phổ TM 113TM) có giữa khoảng 2,75 và 3,15 vân, thì bước sóng đo có thể được tăng để làm cho số đếm vân cho phổ TM trong khoảng giới hạn là 2,15-2,75.

Để dịch chuyển toàn bộ khoảng giới hạn chưa được che phủ 2,75-3,15 vân tới cửa sổ đo được ưu tiên 2,15-2,75 vân sử dụng bước sóng dài hơn đơn, có thể được ưu tiên là bước sóng thứ hai dài hơn, đơn ít nhất là 12% dài hơn bước sóng đo thứ nhất, tốt hơn là dài hơn 14% hoặc hơn nữa.

Mặt khác, có thể mong muốn để đảm bảo sự liên tục của phép đo sao cho không có vật phẩm IOX nào tại bước sóng đo thứ nhất có giữa 2,75 và 3,15 vân trong trạng thái phân cực với số đếm vân cao hơn cũng nằm ở bên ngoài cửa sổ đo được ưu tiên tại bước sóng thứ hai (dài hơn). Do đó, với bước sóng đo thứ hai dài hơn, có thể ưu tiên để số đếm vân trong trạng thái phân cực khác không nằm ra ngoài cửa sổ đo được ưu tiên. Theo ví dụ này, thay đổi trong bước sóng được sử dụng để dịch chuyển số đếm chế độ từ khoảng giới hạn 2,15 – 2,75 vân tới bên dưới khoảng 2,1 vân.

Theo một ví dụ, việc phân cực số đếm vân cao hơn có thể có 2,6-2,75 vân tại bước sóng thứ nhất, và việc phân cực số đếm vân thấp hơn có thể có 2,35-2,55 vân cho thủy tinh thông thường với SOC khoảng $3 \times 10^{-6} \frac{RIU}{MPa}$. Sau đó, với ví dụ với số đếm vân thấp hơn là 2,35, bước sóng tăng vượt quá 12% sẽ làm cho số đếm vân thấp hơn nêu trên rơi xuống dưới 2,1, rơi ra khỏi cửa sổ đo được ưu tiên.

Mặt khác, với chế độ số đếm vân là 2,55, bước sóng tăng lên tới 19,6% sẽ giữ phổ chế độ tương ứng nằm trong cửa sổ đo được mở rộng được ưu tiên là 2,1 - 2,8

vân. Do đó, với đề thủy tinh thông thường, tốt hơn nếu thay đổi bước sóng cho bước sóng thứ hai không vượt quá 20% của bước sóng thứ nhất, như không vượt quá 12% của bước sóng thứ nhất.

Theo một số phương án thực hiện, tốt hơn nếu khả năng đo vật phẩm IOX 10 liên tục bên trong cửa sổ đo được ưu tiên là có sẵn trong số hai hoặc hơn hai bước sóng thay cho việc tăng của việc mở rộng khả thi tối đa của cửa sổ đo được ưu tiên bằng cách che phủ toàn bộ khoảng giới hạn có vấn đề là 2,75-3,15 vân bằng cách chuyển đổi tới bước sóng dài hơn. Do đó, việc bước sóng tăng vượt quá 12% hoặc 14% của bước sóng thứ nhất có thể được mong muốn nhưng có thể không được yêu cầu hoặc không được ưu tiên một cách mạnh mẽ. Mặt khác, việc bước sóng tăng dưới 20% cho một số thủy tinh hoặc bên dưới 12% cho hầu hết thủy tinh có thể được ưu tiên một cách mạnh mẽ để cho phép tạo ra sự có sẵn liên tục của cửa sổ đo được ưu tiên trong số một số lượng lớn các vật phẩm IOX 10 được định tâm quanh phổ đo đích với 2,1 - 2,8 vân. Có các thủy tinh ít phổ thông hơn với SOC mà về cơ bản là thấp hơn, như trong khoảng giới hạn 0.5×10^{-6} tới $2 \times 10^{-6} \frac{RIU}{MPa}$, mà với nó bước sóng lớn hơn một cách đáng kể tăng và có khả năng rơi ra ngoài của cửa sổ đo được ưu tiên cho việc phân cực có số đếm vân thấp hơn.

Các ví dụ của các thay đổi bước sóng được ưu tiên cho 4 trị số khác nhau của hệ số ứng suất-quang được đo trong phương pháp Brewsters, hoặc B ($1B = 10^{-6} \frac{RIU}{MPa}$) được cho trong các bảng từ 1 tới 4, bên dưới. Các ví dụ này được cho cho trường hợp mà trong đó thay đổi được ưu tiên là để làm tăng bước sóng do số đếm lớn hơn trong hai số đếm vân là đang vượt quá đầu trên của cửa sổ đo. Khi số đếm vân nhỏ hơn nằm bên dưới đáy của cửa sổ đo được ưu tiên, thì thay đổi được ưu tiên là tới bước sóng ngắn hơn, và các thay đổi phần trăm bước sóng tương tự cũng sẽ được ưu tiên trong các ví dụ của các bảng từ 1 đến 4.

Bảng 1 cung cấp thay đổi bước sóng được ưu tiên cho các cửa sổ đo với các số đếm vân khác nhau, cho vật liệu với SOC khoảng 1 B.

Bảng 1

Các vân cửa sổ được ưu tiên	Số đếm vân lớn hơn	SOC (B)	Khác biệt số đếm vân	Số đếm vân nhỏ hơn	Số đếm vân nhỏ nhất	Tăng bước sóng tối đa %	Số đếm vân nhỏ hơn, nhỏ nhất được ưu tiên	Tăng bước sóng tối đa được ưu tiên %	Tăng bước sóng mong muốn cho cửa sổ đo tối đa	Số đếm thấp hạn chế dịch chuyển tối đa?
2-3	2,75	1	0,07	2,68	2,1	31,1	2,15	27,7	16,0	Không
3-4	3,75	1	0,10	3,65	3,1	19,2	3,15	17,1	11,4	Không
4-5	4,75	1	0,13	4,62	4,1	13,4	4,15	12,0	8,9	Không
5-6	5,75	1	0,16	5,59	5,1	10,0	5,15	8,9	7,3	Không
6-7	6,75	1	0,19	6,56	6,1	7,8	6,15	6,9	6,2	Không
7-8	7,75	1	0,22	7,53	7,1	6,2	7,15	5,5	5,3	Không
8-9	8,75	1	0,25	8,50	8,1	5,1	8,15	4,4	4,7	Có
9-10	9,75	1	0,28	9,47	9,1	4,1	9,15	3,6	4,2	Có
10-11	10,75	1	0,31	10,44	10,1	3,4	10,15	2,9	3,8	Có
11-12	11,75	1	0,34	11,41	11,1	2,8	11,15	2,4	3,5	Có
12-13	12,75	1	0,37	12,38	12,1	2,3	12,15	1,9	3,2	Có
13-14	13,75	1	0,40	13,35	13,1	1,9	13,15	1,5	3,0	Có

Bảng 2 tạo ra thay đổi bước sóng được ưu tiên cho các cửa sổ đo với các số đếm vân khác nhau, cho vật liệu với SOC khoảng 2 B.

Bảng 2

Các vân cửa sổ được ưu tiên	Số đếm vân lớn hơn	SOC (B)	Khác biệt số đếm vân	Số đếm vân nhỏ hơn	Số đếm vân nhỏ nhất	Tăng bước sóng tối đa %	Số đếm vân nhỏ hơn, nhỏ nhất được ưu tiên	Tăng bước sóng tối đa được ưu tiên %	Tăng bước sóng mong muốn cho cửa sổ đo tối đa	Số đếm thấp hạn chế dịch chuyển tối đa?
2-3	2,75	2	0,15	2,60	2,1	27,1	2,15	23,7	16,0	Không
3-4	3,75	2	0,21	3,54	3,1	15,5	3,15	13,5	11,4	Không
4-5	4,75	2	0,27	4,48	4,1	9,9	4,15	8,5	8,9	Có
5-6	5,75	2	0,33	5,42	5,1	6,7	5,15	5,6	7,3	Có
6-7	6,75	2	0,39	6,36	6,1	4,5	6,15	3,6	6,2	Có
7-8	7,75	2	0,45	7,30	7,1	3,0	7,15	2,2	5,3	Có
8-9	8,75	2	0,51	8,24	8,1	1,8	8,15	1,2	4,7	Có
9-10	9,75	2	0,57	9,18	9,1	1,0	9,15	0,4	4,2	Có

Bảng 3 tạo ra thay đổi bước sóng được ưu tiên cho các cửa sổ đo với các số đếm vân khác nhau, cho vật liệu với SOC khoảng 3 B.

Bảng 3

Các vân cửa sổ được ưu tiên	Số đếm vân lớn hơn	SOC (B)	Khác biệt số đếm vân	Số đếm vân nhỏ hơn	Số đếm vân nhỏ nhất	Tăng bước sóng tối đa %	Số đếm vân nhỏ nhất được ưu tiên	Tăng bước sóng tối đa được ưu tiên %	Tăng bước sóng mong muốn cho cửa sổ đo tối đa	Số đếm thấp hạn chế dịch chuyển tối đa?
2-3	2,75	3	0,22	2,53	2,1	23,1	2,15	19,8	16,0	Không
3-4	3,75	3	0,31	3,44	3,1	11,8	3,15	9,9	11,4	Có
4-5	4,75	3	0,40	4,35	4,1	6,4	4,15	5,1	8,9	Có
5-6	5,75	3	0,49	5,26	5,1	3,3	5,15	2,2	7,3	Có
6-7	6,75	3	0,58	6,17	6,1	1,2	6,15	0,3	6,2	Có

Bảng 4 tạo ra thay đổi bước sóng được ưu tiên cho các cửa sổ đo với các số đếm vân khác nhau, cho vật liệu với SOC khoảng 4 B.

Bảng 4

Các vân cửa sổ được ưu tiên	Số đếm vân lớn hơn	SOC (B)	Khác biệt số đếm vân	Số đếm vân nhỏ hơn	Số đếm vân nhỏ nhất	Tăng bước sóng tối đa %	Số đếm vân nhỏ nhất được ưu tiên	Tăng bước sóng tối đa được ưu tiên %	Tăng bước sóng mong muốn cho cửa sổ đo tối đa	Số đếm thấp hạn chế dịch chuyển tối đa?
2-3	2,75	4	0,30	2,45	2,1	19,0	2,15	15,9	16,0	Không
3-4	3,75	4	0,42	3,33	3,1	8,2	3,15	6,3	11,4	Có
4-5	4,75	4	0,54	4,21	4,1	3,0	4,15	1,6	8,9	Có

Các ví dụ trong các bảng từ 1 đến 4 minh họa rằng trong một số trường hợp nó có thể có lợi nếu thay đổi bước sóng lên tới khoảng 28% của bước sóng đo thứ nhất. Trong nhiều trường hợp, các lợi ích chính có thể thu được với các thay đổi bước sóng nhỏ hơn một cách đáng kể, ví dụ, trong khoảng giới hạn 8-24%. Các phổ chế độ chứa nhiều vân hơn cho mỗi trạng thái phân cực yêu cầu các dịch chuyển bước sóng nhỏ hơn để đạt được điều kiện cửa sổ được ưu tiên đồng thời cho cả hai bước sóng. Với các trường hợp này, nhiều bước sóng rời rạc (3 hoặc hơn nữa) có thể được yêu

cầu để tạo ra cửa sổ lắp ráp đủ rộng với việc che phủ đo điều khiển chất lượng chính xác liên tục.

Vật phẩm IOX làm ví dụ

Theo một ví dụ, vật phẩm IOX 10 được tạo thành từ đế thủy tinh 20 có thành phần 63,16 % mol SiO_2 , 2,37 % mol B_2O_3 , 15,05 % mol Al_2O_3 , 9,24 % mol Na_2O , 5,88 % mol Li_2O , 1,18 % mol ZnO , 0,05 % mol SnO_2 , và 2,47 % mol P_2O_5 , và SOC là khoảng 3B. Quy trình DIOX cho việc gia cường hóa học được áp dụng. Sau bước IOX $\text{K}^+ - \text{Li}^+$ thứ nhất (tức là với K^+ làm ion khuếch tán vào I1), các phổ chế độ TM và TE 115TM và 115TE mỗi phổ có giữa 2 và 3 các vân tại bước sóng đo thứ nhất $\lambda = 590$ nm. Sau bước IOX thứ hai, các phổ chế độ TM và TE 115TM và 115TE mỗi phổ có giữa 3 và 4 vân tại 590 nm. Ứng suất bề mặt CS được kết hợp với việc tạo thành của vùng gai góc $\text{K}^+ \text{R1}$ là thường ở trong khoảng giới hạn từ 500 đến 640 MPa. Ứng suất bề mặt CS sau bước IOX thứ hai sử dụng Na^+ làm ion khuếch tán vào I2 là thường trong khoảng giới hạn 750-950 MPa.

Sử dụng các phương pháp được mô tả ở trên, các yêu cầu đo cho cả hai bước 1 và bước 2 có thể được đáp ứng đầy đủ với cửa sổ đo được ưu tiên hiệu dụng liên tục khi sử dụng các cửa sổ ba bước sóng đo được định tâm quanh các bước sóng đo λ là 545 nm, 590 nm, và 640 nm, theo cách tương ứng. Hơn nữa, trong ví dụ mà được ưu tiên là băng thông phổ của ánh sáng đo 62 không vượt quá khoảng 8 nm, 9 nm, và 10 nm, theo cách tương ứng, tại các bước sóng đo này. Với độ tương phản vân cao hơn nữa, các băng thông phổ có thể bị hạn chế vào 4 nm, 5 nm, và 6 nm, theo cách tương ứng. Do đó, trong một ví dụ, mỗi bước sóng đo có băng phổ là 10 nm hoặc nhỏ hơn, hoặc trong ví dụ khác, là 6 nm hoặc nhỏ hơn.

Khi số đếm vân là gần với một trong hai gờ của cửa sổ đo 590 nm sau bước 2, thì phổ chế độ được đưa lại vào bên trong cửa sổ đo được ưu tiên bằng cách hoặc là tăng hoặc giảm bước sóng đo, phụ thuộc vào việc xem liệu đầu cuối trên hoặc dưới của cửa sổ đo có tiếp cận tới 590 nm hay không. Theo ví dụ khác sử dụng áp dụng ba bước sóng đo, bước sóng đo ngắn nhất là khoảng 540 nm, bước sóng đo ở giữa là khoảng 595 nm, và bước sóng đo dài nhất là khoảng 650 nm.

Mặc dù hai hoặc ba bước sóng đo đã được thảo luận ở trên theo cách làm ví dụ, nhưng số bước sóng đo thích hợp bất kỳ nào cũng có thể được sử dụng. Ví dụ, sử dụng hai bước sóng đo có thể tăng cửa sổ đo lên bởi hệ số là 2, và có thể là tương đối phù hợp để đáp ứng các nhu cầu về cửa sổ xử lý lắp ráp hợp lý. Mặt khác, trong một số trường hợp mà trong đó độ sâu gai D1 là tương đối lớn và tạo ra nhiều (ví dụ, 3, 4, hoặc hơn nữa) vân cho mỗi trạng thái phân cực, hoặc khi SOC là rất cao như 4 B, thì nhiều hơn ba bước sóng có thể được ưu tiên. Nhiều bước sóng đo có thể được định vị gần với nhau hơn trong các ví dụ ba bước sóng nêu trên, ví dụ, được đặt cách nhau bởi 7,6% và 9,2%, theo cách tương ứng, của bước sóng trung bình mà trong các ví dụ này là ở giữa của ba bước sóng đo.

Phương pháp làm ví dụ làm giảm các lỗi hệ thống trong phép đo của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k và trong phép đo độ sâu của gai $D_{\square L_{sp}}$. Việc làm giảm các lỗi hệ thống về cơ bản có thể hoàn thành khi nhiều bước sóng đo được chọn một cách cẩn thận để đủ gần để cho phép việc chuyển tiếp trơn tru giữa các cửa sổ đo được ưu tiên tại các bước sóng khác nhau. Nó có nghĩa là các cửa sổ đo được ưu tiên tại các bước sóng lân cận có thể chồng lấn ít nhất một chút.

Các ví dụ được liệt kê trong các bảng từ 1 đến 4 cho phép chọn các dịch chuyển bước sóng được ưu tiên đảm bảo sao cho việc chồng lấn này và các phép đo về cơ bản là không có các lỗi hệ thống cho khoảng giới hạn của các mẫu che phủ khoảng giới hạn liên tục của các điều kiện lắp ráp. Mặt khác, khi các bước sóng được đặt cách nhau nhiều hơn một chút so với việc giãn cách được ưu tiên đảm bảo cửa sổ chồng lấn, thì sẽ thu được việc mở rộng tối đa của khả năng đo, nhưng tại chi phí ở mức chỉ làm giảm một phần các lỗi hệ thống. Vẫn tồn tại khả năng các vật phẩm IOX 10 cụ thể có thể thể hiện các độ lệch khỏi phép đo chính xác, thậm chí với khả năng về các mẫu này giảm do việc che phủ được tăng nhiều của khoảng tạo ra với nhiều cửa sổ đo được ưu tiên.

Theo một số phương án thực hiện, hoạt động hiệu chỉnh diễn ra khi ít nhất một phổ trong số các phổ TM và TE 113TM và 113TE không ở trong cửa sổ đo được ưu tiên chứa thay đổi độ dày của chất lưu giao diện 52 (ví dụ, dầu chỉ số) để giúp đưa phổ có vấn đề vào bên trong cửa sổ đo được ưu tiên. Điều này là khả thi do chất lưu

giao diện có thể được coi như là một phần của phần dẫn sóng 26. Vấn đề chính được giải quyết với hoạt động hiệu chỉnh này là để xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k một cách chính xác, tức là, để nằm trong dung sai được chọn. Chiết suất được ưu tiên của chất lưu giao diện 52 tại bước sóng đo là cao hơn chiết suất tới hạn cho trạng thái phân cực mà phổ có vấn đề xuất hiện trong đó. Hơn nữa, chiết suất được ưu tiên của chất lưu giao diện 52 là cao hơn chiết suất tới hạn bởi lượng không nhiều hơn 0,1, như bởi lượng không nhiều hơn khoảng 0,06, hoặc bởi lượng không nhiều hơn 0,04. Theo một số phương án thực hiện, chất lưu giao diện 52 có thể được chọn để có chiết suất gần nhất có thể với chiết suất được mong đợi trên bề mặt của thủy tinh (ví dụ, chiết suất bề mặt của gai kali).

Cụ thể là, chiết suất chất lưu giao diện n_f có thể nằm trong khoảng 0,004 hoặc 0,003 của chiết suất bề mặt n_0 . Chiết suất bề mặt n_0 thường khác nhau cho các việc phân cực TM và TE do ứng suất bề mặt đáng kể trong gai, nhưng khác biệt thường 0,004, và hầu hết thường nhỏ hơn 0,003. Như ghi chú ở trên, chất lưu giao diện 52 nằm giữa bề mặt ghép nối lăng kính 44 của lăng kính ghép nối 40 và bề mặt 12 của vật phẩm IOX 10, và độ dày TH của chất lưu giao diện có thể được điều khiển sử dụng hệ thống chân không 56. Ban đầu, lượng chân không có thể là tương đối cao, làm cho độ dày TH của chất lưu giao diện 52 là tương đối nhỏ, ví dụ, 200 nm hoặc nhỏ hơn, hoặc thậm chí là 100 nm hoặc nhỏ hơn. Với độ dày TH này của chất lưu giao diện 52, ứng suất nén (compressive stress - CS) bề mặt và độ sâu gai D1 có thể được đo với độ chính xác tương xứng. Độ sâu gai D1 có thể được ước lượng quá mức bởi lượng nhiều như là 0,1 micron, hoặc thậm chí là 0,2 micron, vốn có thể là chấp nhận được trong nhiều trường hợp. Ứng suất nén (compressive stress - CS) bề mặt có thể được ước lượng thấp hơn một chút bởi giả sử rằng độ dày chất lưu giao diện là 0 khi thực tế nó có thể cao như là 0,1 hoặc thậm chí là 0,2 micron.

Theo một ví dụ, độ dày TH của chất lưu giao diện 52 được điều chỉnh theo cách mà nó làm tăng chiết suất hiệu dụng của chế độ rò để chuyển nó thành chế độ đường như là được dẫn của phần dẫn sóng 26, trong đó chế độ đường như là được dẫn có chiết suất hiệu dụng cao hơn chỉ số tương ứng với chuyển tiếp góc tới hạn.

Theo ví dụ khác, độ dày TH của chất lưu giao diện 52 được điều chỉnh theo cách làm tăng chiết suất hiệu dụng của chế độ rò để chuyển nó tới chế độ đường như là được dẫn phần dẫn sóng 26 sao cho phần phân số (fractional part - FP) của số đếm chế độ mới hiện sẽ rơi vào trong cửa sổ đo MWE được ưu tiên (được mở rộng), trong đó chiết suất của chất lưu giao diện có thể cao hơn chiết suất tương ứng với góc tới hạn.

Theo ví dụ khác, độ dày TH của chất lưu giao diện 52 được điều chỉnh để làm giảm chiết suất hiệu dụng của chế độ rò để chuyển nó thành chế độ đường như là được dẫn của phần dẫn sóng 26 sao cho phần phân số (fractional part - FP) của số đếm (vân) chế độ mới hiện sẽ rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên MWE. Trong trường hợp này, chiết suất của chất lưu giao diện 52 có thể là thấp hơn chiết suất tương ứng với góc tới hạn nêu trên.

Ví dụ khác chứa việc thay đổi khả năng phản xạ của chất lưu giao diện 52 để thay đổi chiết suất hiệu dụng của chế độ rò để chuyển nó tới chế độ đường như là được dẫn có chiết suất hiệu dụng cao hơn chiết suất hiệu dụng góc tới hạn. Ví dụ cũng có thể chứa việc thay đổi phần phân số (fractional part - FP) của số đếm vân sao cho phần phân số (fractional part - FP) rơi vào trong khoảng giới hạn phần phân số được kết hợp với cửa sổ đo được ưu tiên. Trong phần mô tả ở đây, thay đổi chiết suất của chất lưu giao diện 52 chứa việc thay thế ít nhất một phần của chất lưu giao diện thứ nhất có chiết suất thứ nhất với chất lưu giao diện thứ hai có chiết suất thứ hai. Quy trình này có thể được sử dụng để xác định về cơ bản là chiết suất bất kỳ giữa chiết suất thứ nhất và chiết suất thứ hai.

Một khi hệ thống ghép nối lăng kính 28 được đặt trong cấu hình mong muốn và phổ chế độ 114 được thu thập, thì các trị số CS và DOL sau đó sẽ được ghi lại. Nếu cả hai phổ chế độ TM và TE 113TM và 113TE đều rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên như được mô tả ở trên, thì sau đó chiết suất tới hạn TM và TE n_{crit} được đo bởi vị trí của độ nghiêng cao nhất trong các biên dạng cường độ của các chuyển tiếp góc tới hạn tương ứng 116. Nó tạo ra việc đo của vết nứt, vốn được sử dụng để tính toán ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k .

Mặt khác, nếu ít nhất một phổ trong số các phổ chế độ TM hoặc TE 115TM và 115TE là không ở trong cửa sổ đo được ưu tiên, thì chế độ rò hoặc được dẫn trong phổ chế độ TM hoặc TE có vấn đề có thể sẽ xâm phạm, tức là, có chiết suất hiệu dụng quá gần với chiết suất tới hạn và ảnh hưởng xấu tới vị trí biểu kiến của chuyển tiếp góc tới hạn 116. Tại điểm này, độ dày TH của chất lưu giao diện 52 có thể được tăng, ví dụ, bằng cách làm giảm chân không (ví dụ, tăng áp suất) cho tới khi chiết suất hiệu dụng của chế độ rò hoặc được dẫn, có vấn đề tăng đủ để là không xâm phạm, tức là, trở nên đủ xa bên trên chiết suất tới hạn để chuyển tiếp góc tới hạn 116 về cơ bản là không bị can thiệp và góc tới hạn (và tương ứng là chiết suất tới hạn) cho việc phân cực đã cho có thể được đo một cách chính xác.

Cũng được ưu tiên là các góc tới hạn cho cả hai việc phân cực TM và TE có thể được đo tại cùng một thời điểm, nhưng nó không nhất thiết phải vậy. Nếu phổ chế độ được đo thứ nhất cho trạng thái phân cực khác là ở trong cửa sổ đo được ưu tiên trước khi tiến hành hoạt động hiệu chỉnh, thì có khả năng đo CS_k bằng cách sử dụng vị trí góc tới hạn được đo cho trạng thái phân cực khác sử dụng độ dày gốc của chất lưu làm khớp chiết suất 52. Việc chọn để thực hiện cả hai phép đo của các phổ chế độ TM và TE 113TM và 113TE tại cùng một thời điểm giúp tránh các sai số khỏi bị thay đổi một chút trong hệ thống ghép nối lăng kính 28 có thể xuất hiện qua thời gian.

Các kết quả thí nghiệm

Fig.4 là đồ thị của độ sâu gai D1 (μm) so với thời gian t_1 (giờ) cho việc xử lý IOX thứ nhất cho vật phẩm IOX 10 được tạo ra sử dụng để thủy tinh nhôm silicat gốc lithi 20. Các hình vuông mở là các phép đo được tạo ra sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính 28 với nguồn sáng 60 đang vận hành tại bước sóng đo đơn λ là 595 nm. Các đường tròn đậm là các phép đo với hệ thống ghép nối lăng kính 28 với nguồn sáng 60 được đặt cấu hình để vận hành tại ba bước sóng đo khác nhau λ được định tâm tại 540 nm, 595 nm, và 650 nm.

Cửa sổ đo MWO ban đầu (“gốc”) cho phương pháp đo bước sóng đơn được mô tả với các đường đứt dài, trong khi cửa sổ đo MWE mở rộng (được ưu tiên) cho các phương pháp đo ba bước sóng và các hệ thống ghép nối lăng kính như được mô tả ở

đây được thể hiện với các đường đứt ngắn. Cửa sổ đo MWE được mở rộng sử dụng ba bước sóng đo λ được mở rộng một cách đáng kể khi so sánh với cửa sổ đo bước sóng đơn MWO. Do thời gian xử lý IOX xác định nên biên dạng chiết suất của vật phẩm IOX 10, nên cửa sổ đo được mở rộng MWE có khoảng giới hạn của các thời gian xử lý IOX rộng hơn, nghĩa là các vật phẩm IOX có khoảng giới hạn các biên dạng chiết suất gốc gai lớn hơn, có thể được đặc trưng cho ít nhất một đặc tính ứng suất như ứng suất điểm uốn gấp (knee stress) CS_k .

Fig.5 là đồ thị của ứng suất điểm uốn gấp (knee stress) CS_k (MPa) so với số đếm (vân) chế độ TM N_{TM} , ví dụ cho các vật phẩm IOX 10 được tạo thành từ các đế thủy tinh nhôm silicat chứa lithi 20. Các phép đo bước sóng đơn được tạo ra tại bước sóng đo λ bằng 595 nm và được biểu diễn bởi x's. Các phép đo ba bước sóng được tạo ra tại các bước sóng đo là 540 nm, 595 nm, 650 nm và được biểu diễn bởi các hình vuông đậm. Các phép đo bước sóng đơn không tuân theo việc giảm liên tục đơn điệu của CS_k với số đếm chế độ được tăng, trong khi các việc đo ba bước sóng tuân theo mẫu hình này nằm trong độ chính xác bị hạn chế bởi nhiễu đo tương đối nhỏ không vượt quá 20 MPa. Việc tăng trong số đếm chế độ, được thu với quy trình IOX hai bước, trong đó bước 1 là giống nhau cho tất cả các mẫu, và trong bước 2 thời gian khuếch tán được thay đổi giữa các mẫu, tất cả sử dụng cùng một bước bể IOX 2. Số đếm (vân) chế độ TM thay đổi giữa khoảng 3 và khoảng 4,5 chế độ trong bộ dữ liệu này. Số đếm chế độ TE là thấp hơn số đếm chế độ TM bởi khoảng 9% (0,3-0,4 vân) cho cùng một bộ dữ liệu và là ở bên ngoài cửa sổ đo được mở rộng cho các điểm dữ liệu được khoan.

Fig.6 vẽ ứng suất điểm uốn gấp (knee stress) CS_k được đo sau việc trao đổi ion hao bước (two-step ion exchange - DIOX) so với thời gian trao đổi ion một bước ("thời gian bước 1) t_1 (giờ) cho cùng các vật phẩm IOX 10 được đo trên Fig.5. Xu hướng được mong đợi của CS_k là giảm đơn điệu chậm với thời gian tăng t_1 . Các phép đo bước sóng đơn ($\lambda = 595$ nm) được thể hiện với các ký hiệu x, trong khi các kết quả đo ba bước sóng ($\lambda = 540$ nm, 595 nm và 650 nm) được thể hiện với các hình vuông đậm. Thậm chí vậy, ba bước sóng phần nào đó xa hơn phần tối ưu cho việc che phủ liên tục, các điểm dữ liệu cho các phép đo ba bước sóng là tốt hơn xu hướng

đơn điệu được mong đợi (đường đứt) hơn các phép đo bước sóng đơn. Do đó, hệ thống ghép nối lăng kính 28 có nguồn sáng 60 phát ra hai hoặc hơn hai bước sóng đo được tách khỏi nhau, gần hơn (ví dụ, $\lambda = 545 \text{ nm}$, 590 nm , và 640 nm) làm giảm một cách đáng kể các độ lệch từ xu hướng đơn điệu được mong đợi, vốn chuyển thành các phép đo chính xác hơn của các đặc tính liên quan tới ứng suất.

Fig.7 là tương tự với Fig.4 và vẽ độ sâu gai D1 (micron) so với thời gian bước 1 t1 (giờ) cho các vật phẩm IOX 10 trên Fig.6 cho các phép đo được tạo ra sử dụng hệ thống ghép nối lăng kính bước sóng đơn 28 có bước sóng đo đơn là 595 nm (các hình vuông mở), và hệ thống ghép nối lăng kính 28 có ba bước sóng đo 540 nm , 595 nm , và 650 nm (các hình tròn đậm). Cửa sổ đo bước sóng đơn MWO được thể hiện với các đường đứt dài, trong khi cửa sổ đo được mở rộng MWE được thể hiện với các đường đứt ngắn. Trên gờ trên bên phải của cửa sổ đo được ưu tiên, độ sâu gai được báo cáo D1 nằm bên dưới trị số chính xác do sự lân cận của chế độ rò TM xâm phạm so với phần chuyển tiếp góc tới hạn TM 116. Tương tự như vậy, trên gờ dưới bên trái của cửa sổ đo được ưu tiên, chế độ truyền dẫn TE xâm phạm xuất hiện gần với phần chuyển tiếp góc tới hạn 116. Ứng suất điểm uốn gập (knee stress) CS_k có thể bị đánh giá thấp dù độ sâu gai D1 không bị ảnh hưởng bởi độ sâu gai D1 trong các đồ thị được đo dựa trên phổ chế độ TM 113, chỉ TM. Ước lượng chính xác hơn của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) có thể thu được bằng cách chứa dữ liệu từ cả hai phổ chế độ TE và TM 113TE và 113TM.

Các hình vẽ Fig.8A và Fig.8B là các giản đồ sơ lược của các phổ chế độ TM và TE 113TM và 113TE mà theo cách tương ứng chứa bốn chế độ TM và TE hoặc các vân 115TM và 115TE. Fig.8A thể hiện phổ chế độ 113TM và 113TE cho bước sóng đo đơn trong khi Fig.8B thể hiện ba cặp phổ chế độ 113TM và 113TE, một cặp cho từng bước sóng trong số ba bước sóng đo 545 nm , 590 nm và 640 nm . Cửa sổ đo hiệu dụng MWO cho hệ thống bước sóng đơn trên Fig.8A có kích cỡ khoảng 0,5 vân trong khi cửa sổ đo mở rộng MWE cho hệ thống ba bước sóng trên Fig.8B được đo là khoảng 0,9 vân, hoặc khoảng gấp đôi của cửa sổ đo bước sóng đơn MWO.

Tính dễ gãy vỡ

Hành vi gãy vỡ hoặc “tính dễ gãy vỡ” đề cập tới hành vi gãy vỡ cụ thể khi vật phẩm gốc thủy tinh được đưa vào tác động hoặc va chạm. Như được sử dụng ở đây, vật phẩm gốc thủy tinh (và cụ thể là, vật phẩm IOX gốc thủy tinh 10 như được xem xét ở đây) được xem xét là không dễ gãy vỡ khi thể hiện ít nhất một tính chất trong số các tính chất sau trong diện tích kiểm tra như là kết quả của việc kiểm tra tính dễ gãy vỡ: (1) bốn hoặc nhỏ hơn bốn mảnh với đường kính lớn nhất là ít nhất là 1 mm, và/hoặc (2) số các vết nứt là nhỏ hơn hoặc bằng với số nhánh nứt. Các mảnh vỡ, vết nứt và nhánh nứt được tính dựa trên hình vuông 2 inch x 2 inch (5,08 cm x 5,08 cm) bất kỳ nào có tâm ở điểm va chạm. Do đó, vật phẩm gốc thủy tinh được coi là không vỡ nếu nó đáp ứng một hoặc cả hai thử nghiệm (1) và (2) đối với hình vuông 2 inch x 2 inch (5,08 cm x 5,08 cm) bất kỳ nào có tâm ở điểm va chạm nơi vết vỡ được tạo ra theo quy trình được mô tả dưới đây. Trong các ví dụ khác nhau, vật phẩm IOX được gia cường hóa học 10 có thể là dễ gãy vỡ hoặc không dễ gãy vỡ.

Trong thử nghiệm tính dễ gãy vỡ, đầu dò tác động được đưa tới tiếp xúc với vật phẩm gốc thủy tinh, với độ sâu mà tới đó, đầu dò tác động mở rộng vào trong vật phẩm gốc thủy tinh tăng dần trong các lần tiếp xúc liên tiếp. Việc tăng độ sâu theo từng bậc của đầu dò tác động cho phép vết nứt được tạo ra bởi đầu dò tác động đạt tới vùng căng trong khi vẫn ngăn việc tác dụng lực bên ngoài quá mức vốn có thể ngăn cản việc xác định chính xác hành vi gãy vỡ của thủy tinh. Theo một phương án thực hiện, độ sâu của đầu dò tác động trong thủy tinh có thể tăng khoảng 5 μ m trong mỗi lần lặp, với đầu dò tác động không tiếp xúc với thủy tinh giữa mỗi lần lặp. Diện tích kiểm tra là hình vuông 2 inch x 2 inch (5,08 cm x 5,08 cm) bất kỳ có tâm tại điểm tác động.

Fig.9A mô tả kết quả thử nghiệm không nứt vỡ trên vật phẩm gốc thủy tinh thử nghiệm ở dạng của vật phẩm IOX làm ví dụ 10. Như được thể hiện trên Fig.9A, diện tích thử nghiệm là hình vuông có tâm tại điểm tác động 230, trong khi chiều dài của cạnh hình vuông a 2 inch (5,08 cm). Mẫu không nứt vỡ được thể hiện trên Fig.9A chứa ba mảnh 242, và hai nhánh nứt 240 và một vết nứt đơn 250. Do đó, vật phẩm IOX 10 không nứt vỡ được thể hiện trên Fig.9A chứa nhỏ hơn 4 mảnh có đường kính lớn nhất là ít nhất là 1 mm và số vết nứt là nhỏ hơn hoặc bằng số nhánh nứt. Như

được sử dụng ở đây, nhánh nứt bắt nguồn tại điểm tác động, và một mảnh vỡ được coi là nằm trong diện tích thử nghiệm nếu bất kỳ phần nào của mảnh vỡ đó kéo dài vào trong diện tích thử nghiệm.

Mặc dù các lớp phủ, các lớp kết dính, và dạng tương tự có thể được sử dụng kết hợp với các vật phẩm thủy tinh gia cường được mô tả ở đây, nhưng các yếu tố kim chế bên ngoài này không được sử dụng khi xác định tính dễ gãy vỡ hoặc hành vi gãy vỡ của các vật phẩm gốc thủy tinh. Theo một số phương án thực hiện, màng không tác động vào hành vi gãy vỡ của vật phẩm gốc thủy tinh có thể được áp dụng vào vật phẩm gốc thủy tinh trước thử nghiệm tính dễ gãy vỡ để ngăn chặn việc phóng ra các mảnh vỡ từ vật phẩm thủy tinh, tăng độ an toàn cho người thực hiện thử nghiệm.

Fig.9B mô tả kết quả thử nghiệm gãy vỡ trên vật phẩm thủy tinh ở dạng của vật phẩm IOX 10 làm ví dụ. Vật phẩm IOX DỄ VỠ 10 chứa 5 mảnh vỡ 242 có đường kính lớn nhất ít nhất là 1 mm. Vật phẩm IOX 10 được mô tả trên Fig.9B chứa 2 nhánh nứt 240 và 3 vết nứt 250, tạo ra nhiều vết nứt hơn các nhánh nứt. Do đó, mẫu được mô tả trên Fig.9B không thể hiện hoặc là bốn hoặc nhỏ hơn bốn mảnh vỡ hoặc số vết nứt đang nhỏ hơn hoặc bằng số các nhánh nứt.

Trong thử nghiệm tính dễ gãy vỡ được mô tả ở đây, tác động được gây ra cho bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh với lực đủ để giải phóng năng lượng được lưu trữ ở bên trong có mặt trong vật phẩm gốc thủy tinh được gia cường. Nghĩa là, lực tác động điểm là đủ để tạo ra một vết nứt mới tại bề mặt của vật phẩm gốc thủy tinh được gia cường và mở rộng vết nứt qua vùng ứng suất nén (compressive stress - CS) (tức là, độ sâu của lớp) vào trong vùng chịu việc căng trung tâm (central tension - CT).

Người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rõ rằng các điều chỉnh khác nhau cho các phương án thực hiện được ưu tiên của sáng chế như được mô tả ở đây có thể được tạo ra mà không tách khỏi tinh thần hoặc phạm vi của phần bộc lộ như được xác định trong các yêu cầu bảo hộ kèm theo. Do đó, phần bộc lộ này bao hàm cả các điều chỉnh và các biến thể miễn là chúng nằm trong phạm vi của các yêu cầu bảo hộ kèm theo và các phương án tương đương của chúng.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp ước lượng ứng suất điểm uốn gập (knee stress) trong vật phẩm được gia cường hóa học có biên dạng chiết suất với vùng gai gần bề mặt và vùng ở sâu xác định nên phần dẫn sóng quang học trong đế góc thủy tinh, phương pháp bao gồm các bước:

- a) sử dụng bộ hệ thống ghép nối lăng kính trong cấu hình đo ban đầu, thu thập phổ chế độ từ ngang (transverse magnetic: TM) và phổ chế độ điện ngang (transverse electric: TE) cho vật phẩm được gia cường hóa học;
- b) kiểm tra các phổ chế độ TM và TE và tìm thấy rằng chúng không rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên có thể tạo ra ước lượng chính xác của ứng suất điểm uốn gập (knee stress) nằm trong dung sai được chọn;
- c) thay đổi cấu hình đo của hệ thống ghép nối lăng kính một hoặc nhiều lần và đo các phổ chế độ từ ngang (TM) và phổ chế độ điện ngang (TE) mới cho tới khi các phổ chế độ TM và TE mới rơi vào trong cửa sổ đo được ưu tiên; và
- d) sử dụng các phổ chế độ TM và TE mới để xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress).

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bước thay đổi cấu hình đo có thể chứa việc thay đổi ít nhất là một thành phần trong số: i) bước sóng của ánh sáng đo của hệ thống bộ ghép nối lăng kính; ii) độ dày của chất lưu giao diện được sử dụng để tạo ra việc ghép nối quang học giữa lăng kính ghép nối của hệ thống bộ ghép nối lăng kính và phần dẫn sóng quang học; và iii) chiết suất của chất lưu giao diện.

3. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước sóng đo có thể được thay đổi giữa ba bước sóng đo khác nhau rơi vào trong khoảng giới hạn bước sóng từ 540 nm tới 650 nm.

4. Phương pháp theo điểm 2, trong đó bước thay đổi bước sóng đo chứa các thay đổi bước sóng đo bởi lượng ít nhất là 1%.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó bước thay đổi bước sóng đo thay đổi bước sóng đo bởi lượng giữa 1% và 25%.

6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó bước thay đổi bước sóng đo thay đổi bước sóng đo bởi lượng giữa 2% và 15%.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó từng phổ trong số các phổ chế độ TM và TE có số đếm vân có phần nguyên và phần phân số (fractional part - FP), và trong đó với cửa sổ đo được ưu tiên, phần phân số (fractional part - FP) cho từng phổ của các phổ chế độ TM và TE là giữa 0,1 và 0,85.

8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó cho cửa sổ đo được ưu tiên, phần phân số (fractional part - FP) cho từng phổ của các phổ chế độ TM và TE là giữa 0,15 và 0,75.

9. Phương pháp theo điểm 7, trong đó từng phổ trong các phổ chế độ TM và TE bao gồm chuyển tiếp góc tới hạn giữa phần phản xạ nội, toàn phần (total-internal-reflection - TIR) và phần không TIR, trong đó phần TIR bao gồm các vân với các vị trí và chứa vân gần nhất nằm gần nhất với chuyển tiếp góc tới hạn tại khoảng cách Δn_f ngoài ra, và còn bao gồm việc ngoại suy các vị trí vân thành phần không TIR để xác định nên vị trí của vân ảo có khoảng cách DVF từ vân gần nhất, và xác định phần phân số (fractional part - FP) thông qua quan hệ $FP = \Delta n_f / DVF$.

10. Phương pháp theo điểm 1, trong đó hệ thống ghép nối lăng kính bao gồm nguồn sáng bao gồm nhiều thành phần phát sáng theo cách tương ứng phát ánh sáng tại các bước sóng đo khác nhau, và trong đó việc thay đổi cấu hình đo chứa việc điều chỉnh bước sóng đo bao gồm việc tắt một trong các thành phần phát sáng và việc bật thành phần khác của các thành phần phát sáng.

11. Hệ thống ghép nối lăng kính để đo đặc tính ứng suất của vật phẩm được trao đổi ion (ion-exchanged - IOX) được gia cường hóa học có vùng gai gần bề mặt và vùng ở sâu được tạo thành trong đế gốc thủy tinh và xác định nên phân dẫn sóng quang học, bao gồm:

lăng kính ghép nối có bề mặt đi vào, bề mặt đưa ra và bề mặt ghép nối, và trong đó bề mặt ghép nối giao tiếp với phần dẫn sóng tại bề mặt trên của đế, nhờ đó xác định giao diện có chất lưu giao diện với chiết suất chất lưu giao diện và độ dày;

hệ thống nguồn sáng được đặt cấu hình để phát ánh sáng đo có bước sóng đo có thể chọn được, trong đó ánh sáng đo chiếu sáng giao diện qua bề mặt đi vào của lăng kính, nhờ đó tạo thành ánh sáng bị phản xạ đi ra khỏi bề mặt đưa ra của lăng kính ghép nối, trong đó ánh sáng bị phản xạ xác định nên phổ chế độ từ ngang (transverse magnetic - TM) và phổ chế độ điện ngang (transverse electric - TE);

bộ tách sóng quang được sắp xếp để nhận ánh sáng bị phản xạ từ lăng kính ghép nối và phát hiện phổ chế độ TM ban đầu và phổ chế độ TE ban đầu tại bước sóng đo ban đầu;

bộ điều khiển được đặt cấu hình để thực hiện các hành động:

i) xử lý phổ chế độ TM ban đầu và phổ chế độ TE ban đầu và tìm thấy rằng ít nhất một phổ trong số phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất nằm bên ngoài của cửa sổ đo được ưu tiên mà cho phép ước lượng ứng suất điểm uốn gập (knee stress) từ phổ chế độ TM thứ nhất và phổ chế độ TE thứ nhất để nằm trong dung sai được chọn;

ii) thay đổi bước sóng đo của nguồn sáng một hoặc nhiều lần tới các bước sóng đo có thể chọn được và thu thập một hoặc nhiều phổ chế độ TM mới và một hoặc nhiều phổ chế độ TE mới tương ứng cho tới khi phổ chế độ TM mới và phổ chế độ TE mới nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên; và

iii) xác định ứng suất điểm uốn gập (knee stress) để nằm trong dung sai được chọn sử dụng phổ chế độ TM và phổ chế độ TE mới nằm trong cửa sổ đo được ưu tiên.

12. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 11, trong đó hệ thống nguồn sáng bao gồm laze điều chỉnh được.

13. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 11, trong đó hệ thống nguồn sáng bao gồm nhiều thành phần phát sáng mà mỗi thành phần phát một bước sóng trong số các bước sóng đo có thể chọn được.

14. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 13, trong đó nhiều thành phần phát sáng bao gồm ít nhất một trong số các diot laze hoặc các diot phát sáng.

15. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 11, trong đó các bước sóng đo có thể chọn được là giữa 540 nm và 650 nm.

16. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 11, trong đó các bước sóng đo có thể chọn được bao gồm ba bước sóng đo khác nhau mà mỗi bước sóng có dải bước sóng nhỏ hơn 10 nm.

17. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 11, trong đó các bước sóng đo có thể chọn được bao gồm ba bước sóng đo khác nhau mà mỗi bước sóng có dải bước sóng nhỏ hơn 6 nm.

18. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 11, trong đó các bước sóng đo có thể chọn được khác nhau bởi lượng ít nhất là 1%.

19. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 18, trong đó các bước sóng đo có thể chọn được khác nhau bởi lượng giữa 1% và 25%.

20. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 19, trong đó các bước sóng đo khác nhau khác nhau bởi lượng giữa 2% và 15%.

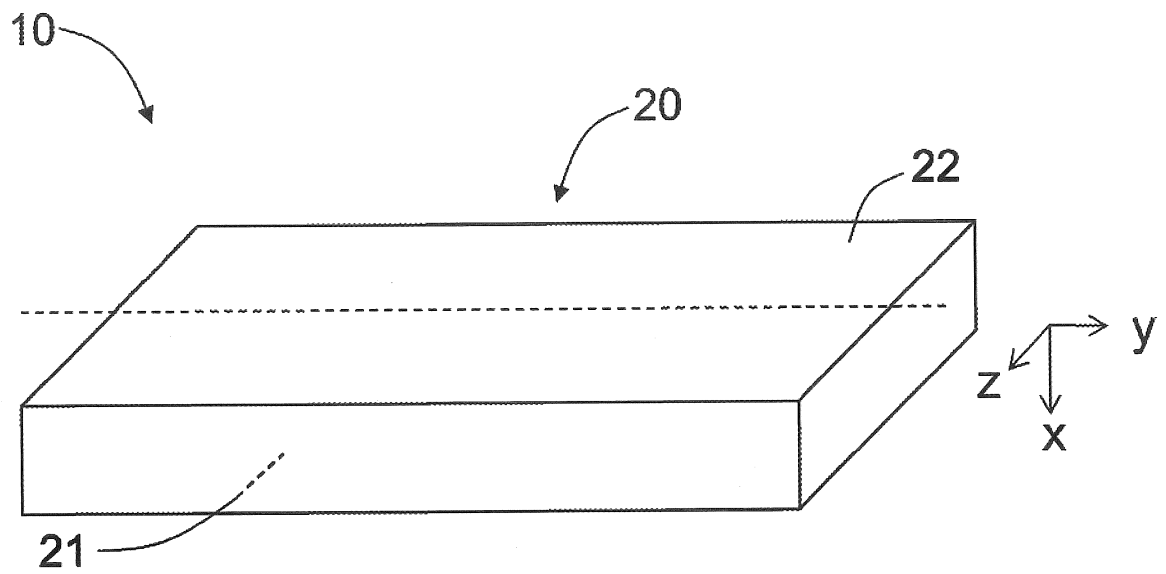
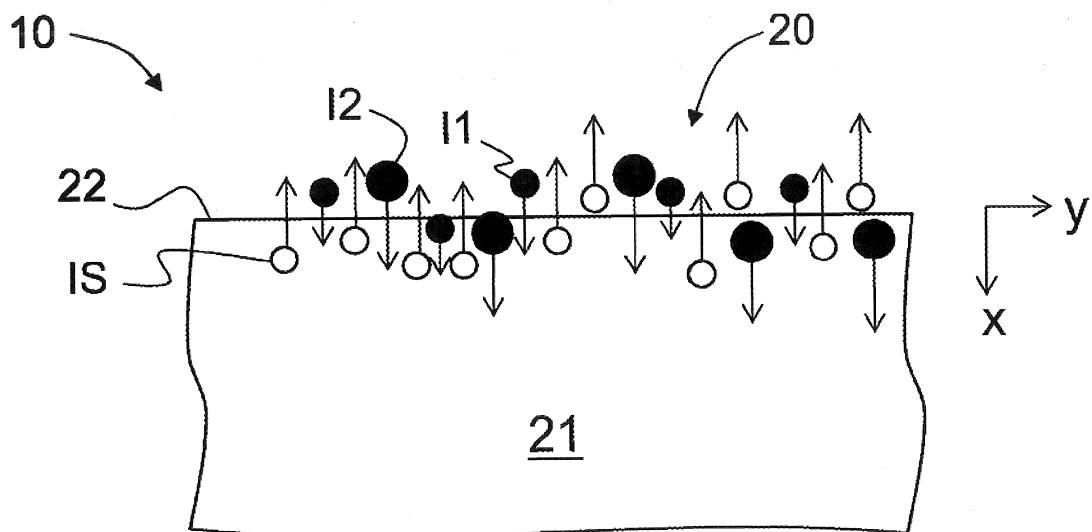
21. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 20, trong đó các bước sóng đo có thể chọn được khác nhau bởi lượng giữa 3% và 11%.

22. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 11, trong đó từng phổ trong số phổ chế độ TM và phổ chế độ TE có số đếm vân có phần nguyên và phần phân số (fractional part - FP), và trong đó với cửa sổ đo được ưu tiên, phần phân số (fractional part - FP) cho từng phổ trong số phổ chế độ TM và phổ chế độ TE là giữa 0,1 và 0,85.

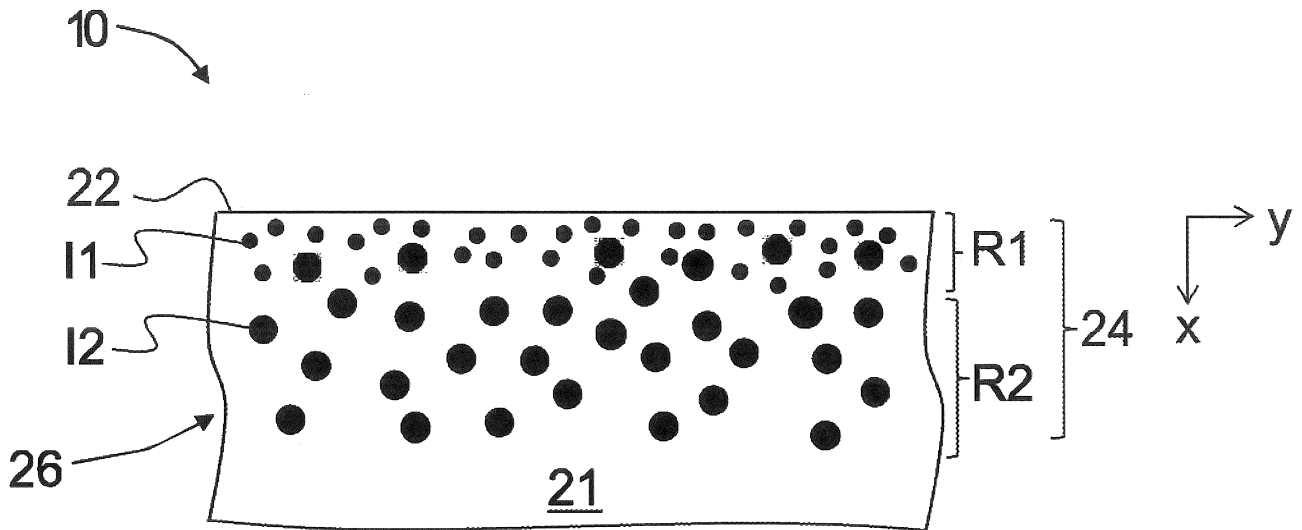
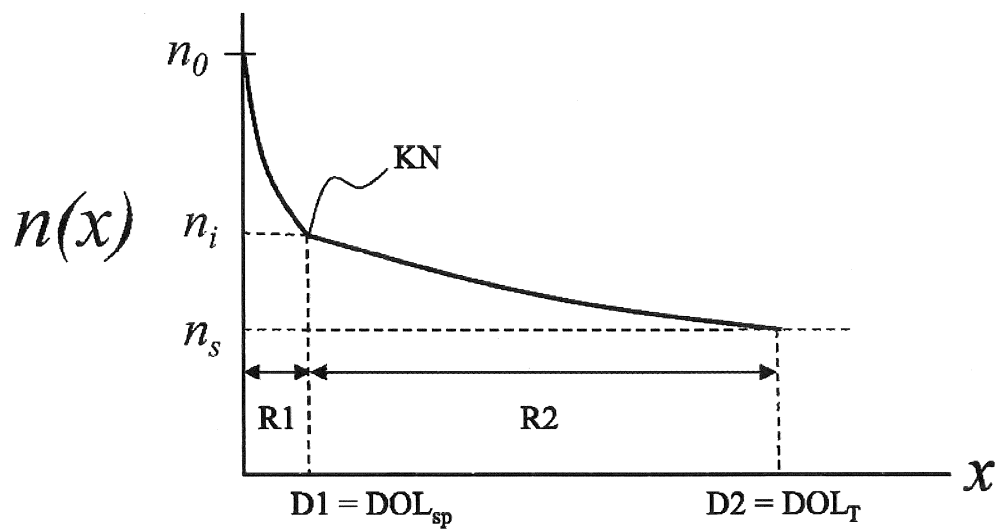
23. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 22, trong đó cho cửa sổ đo được ưu tiên, phần phân số (fractional part - FP) cho từng phổ trong số các phổ chế độ TM và TE là giữa 0,15 và 0,75.

24. Hệ thống ghép nối lăng kính theo điểm 22, trong đó từng phổ trong số phổ chế độ TM và phổ chế độ TE bao gồm chuyển tiếp góc tới hạn giữa phần phản xạ nội, toàn phần (total-internal-reflection - TIR) và phần không TIR, trong đó phần TIR bao gồm các vân với các vị trí và chứa vân gần nhất nằm gần nhất với chuyển tiếp góc tới hạn tại khoảng cách Δn_f ngoài ra, và còn bao gồm bộ điều khiển ngoại suy các vị trí vân thành phần không TIR để xác định nên vị trí của vân ảo có khoảng cách DVF từ vân gần nhất, và xác định phần phân số (fractional part - FP) thông qua quan hệ $FP = \Delta n_f / DVF$.

1/11

**FIG. 1A****FIG. 1B**

2/11

**FIG. 1C****FIG. 2**

3/11

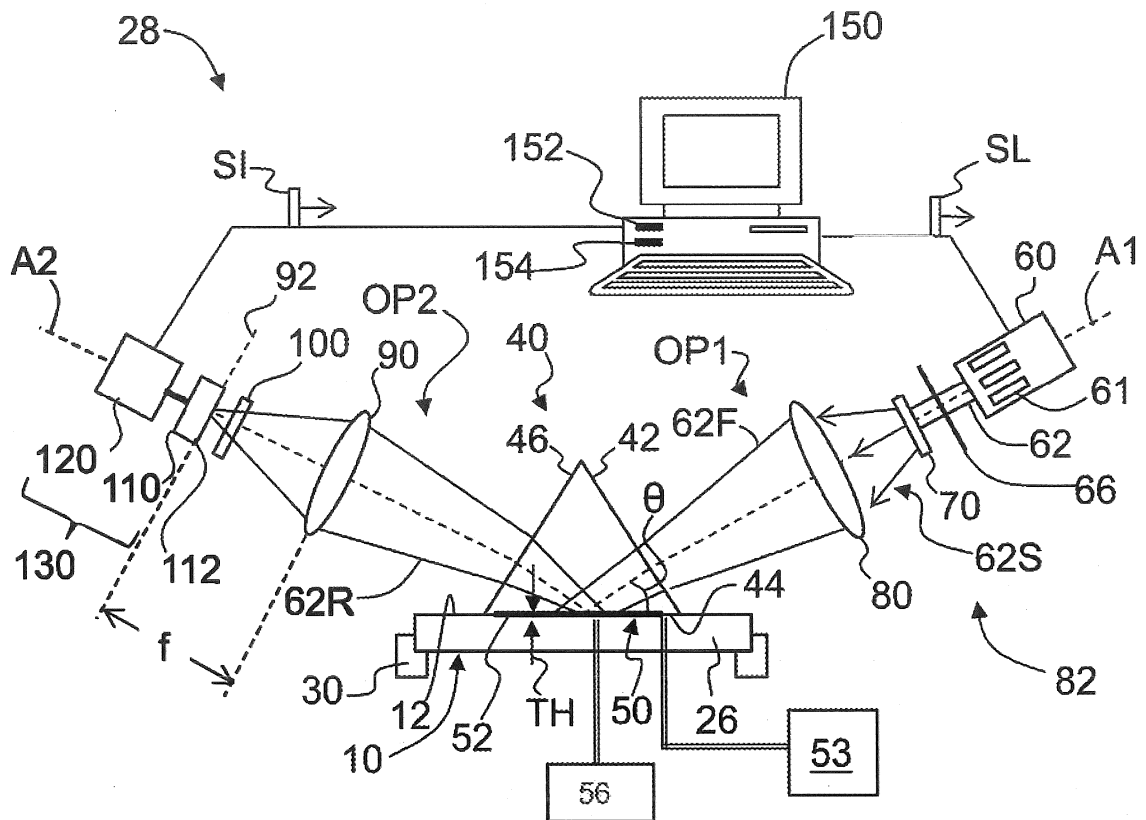


FIG. 3A

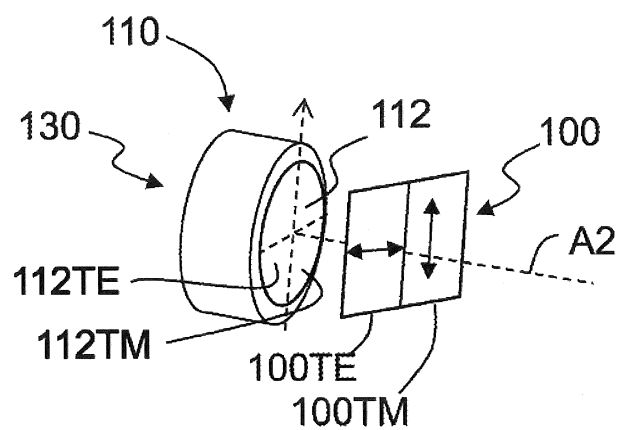
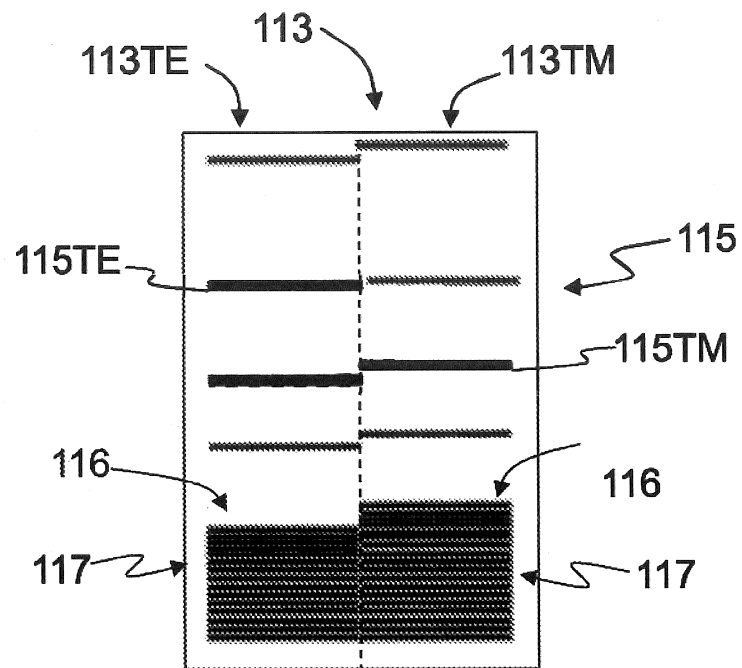


FIG. 3B

4/11

**FIG. 3C**

5/11

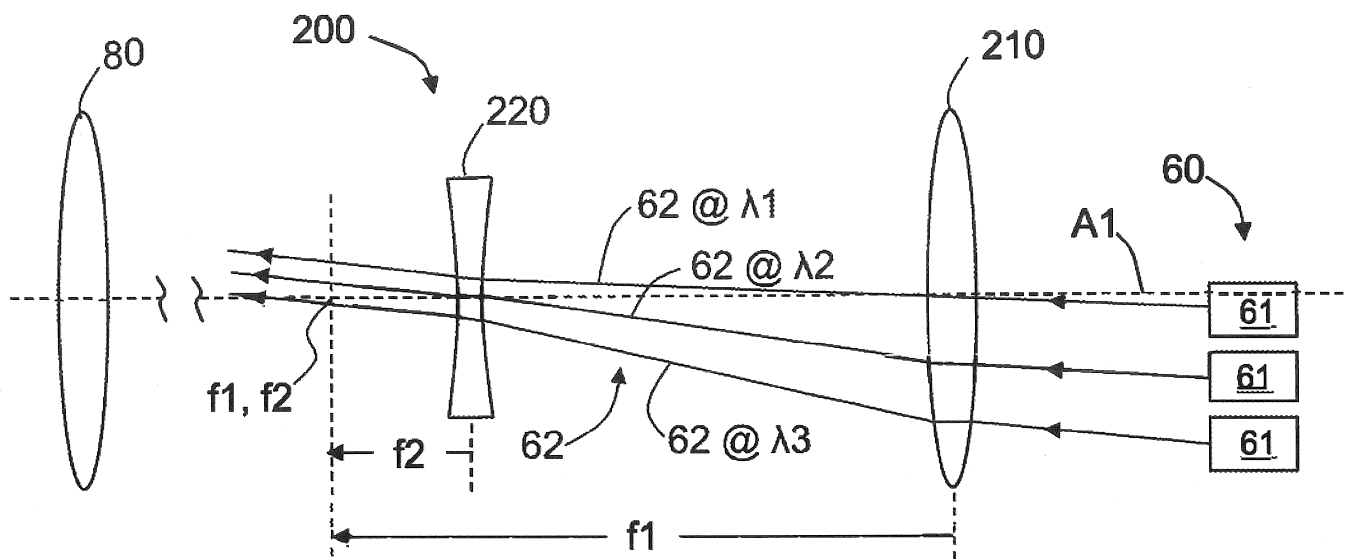


FIG. 3D

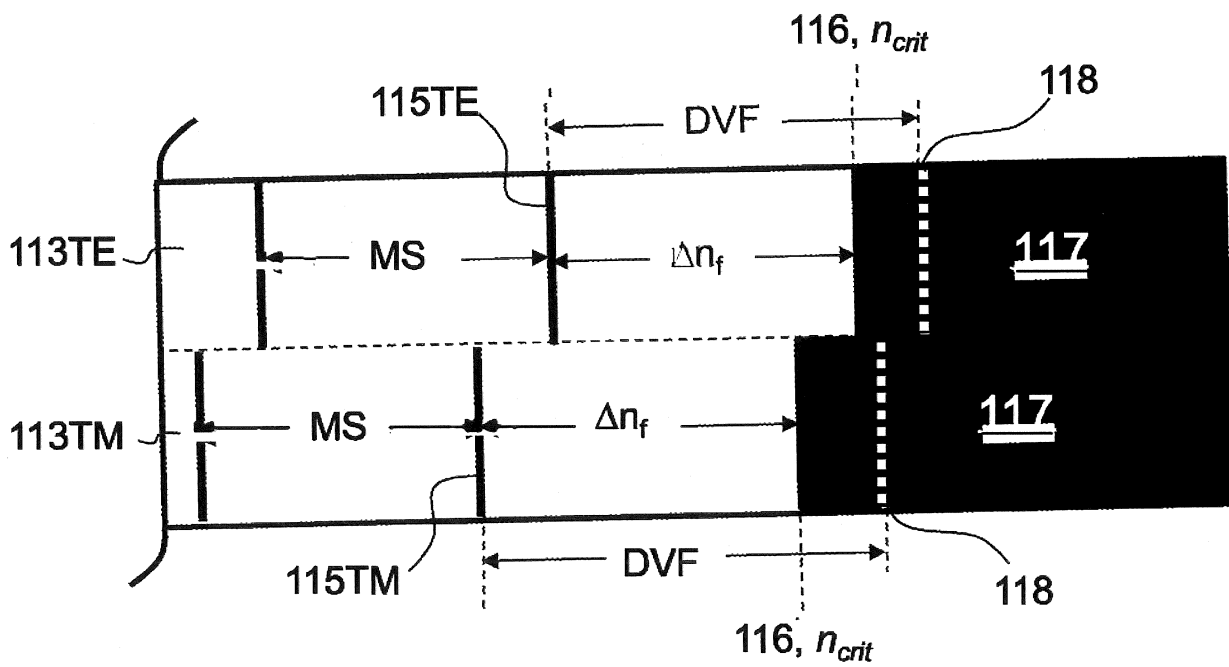


FIG. 3E

6/11

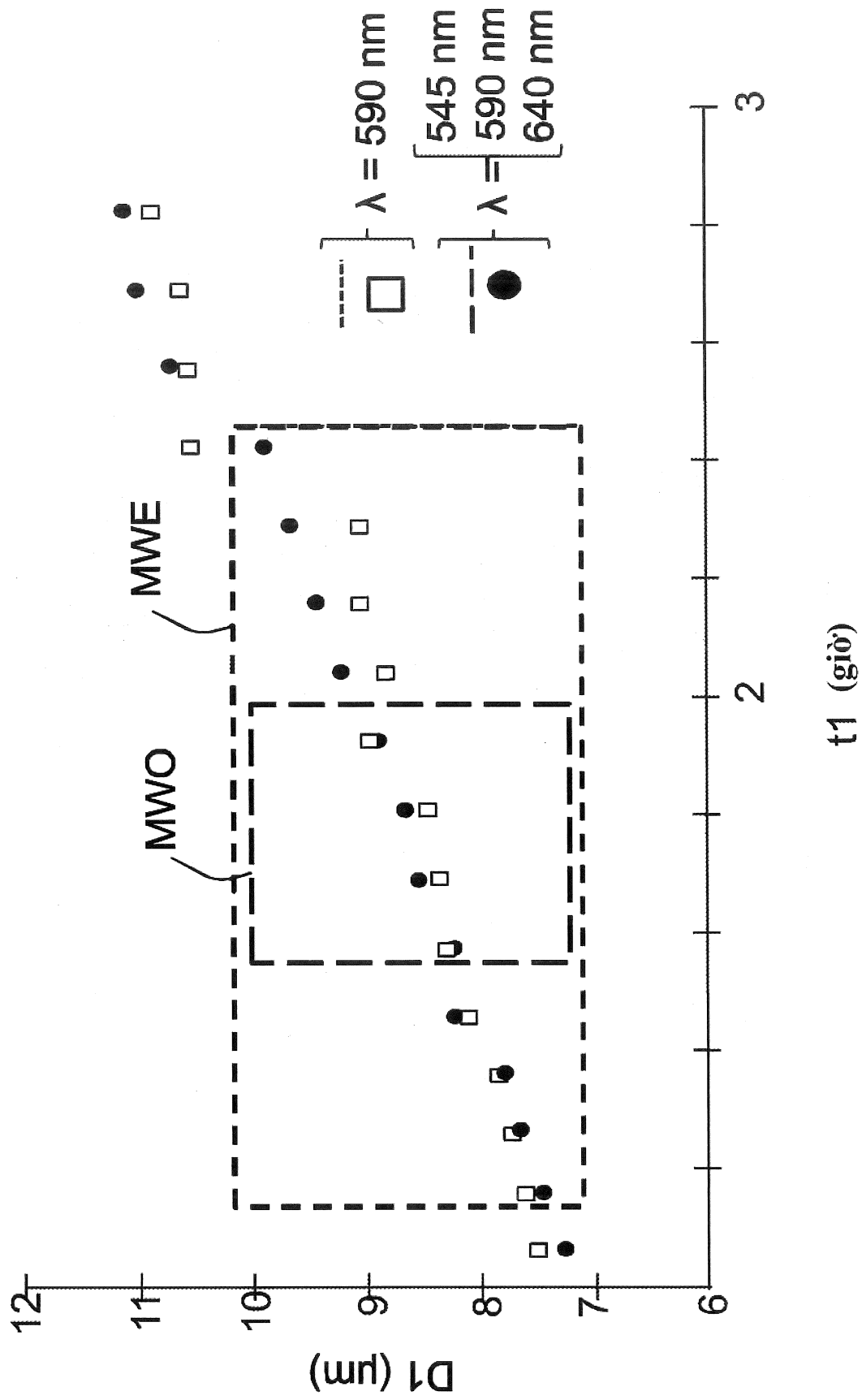
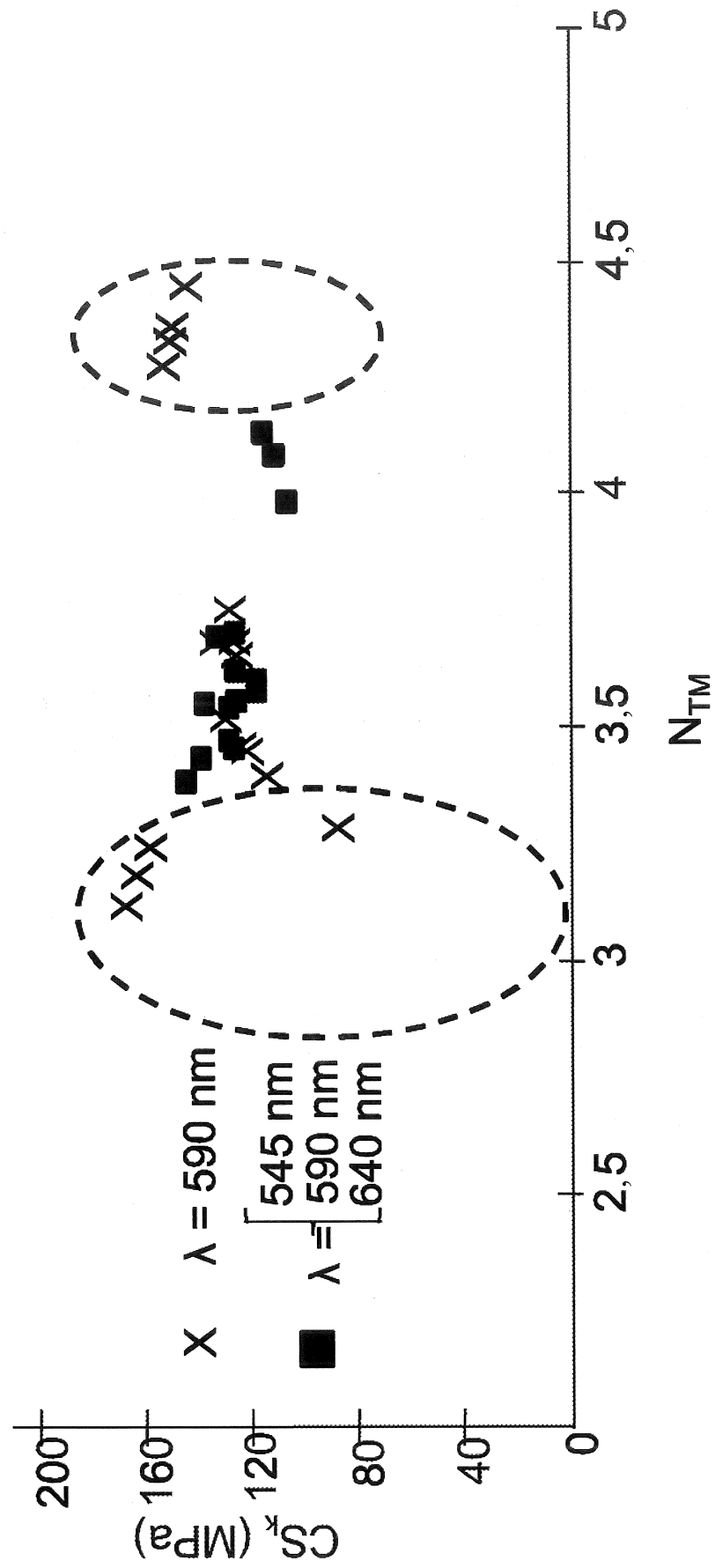
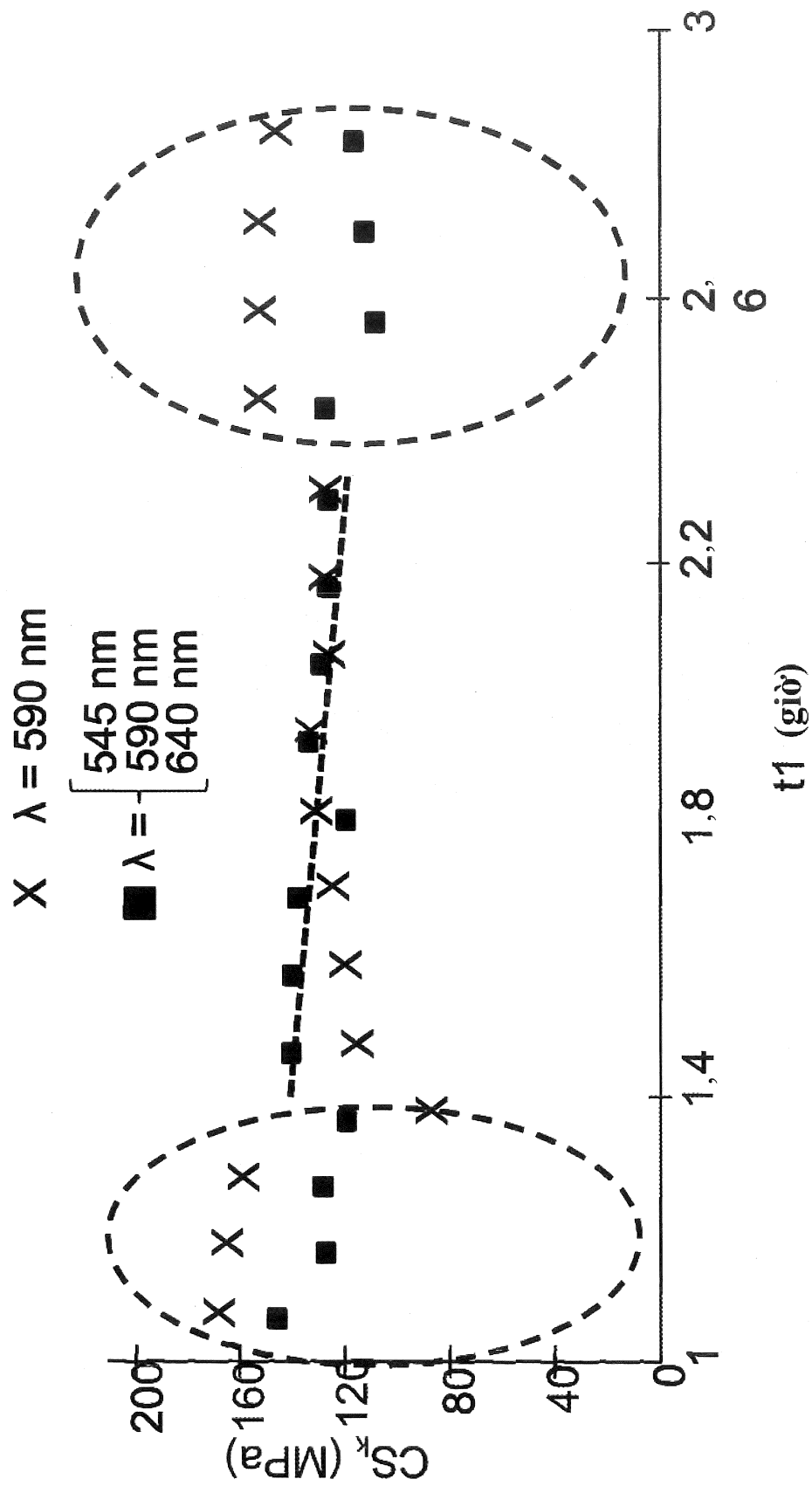


FIG. 4

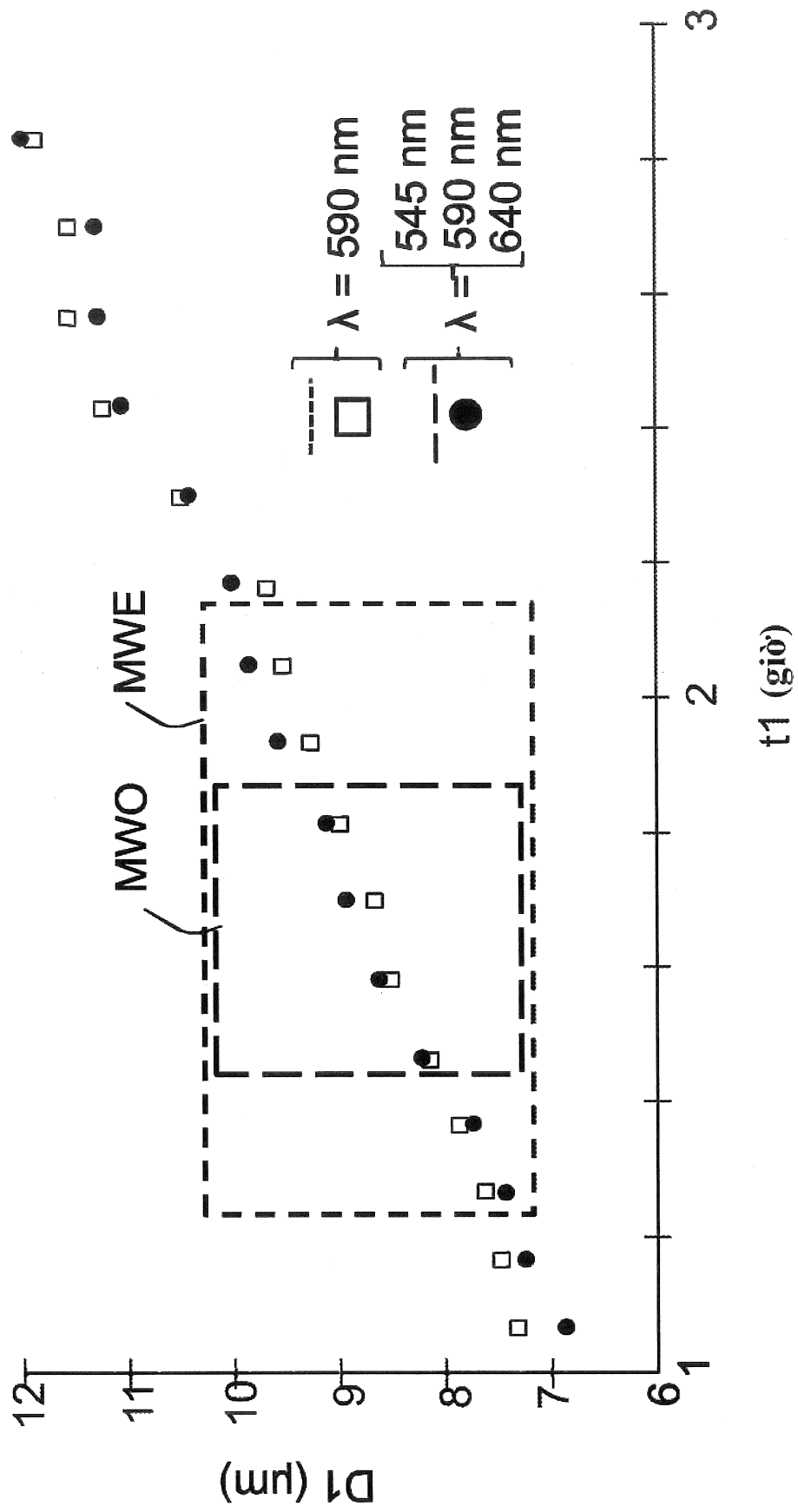
7/11

**FIG. 5**

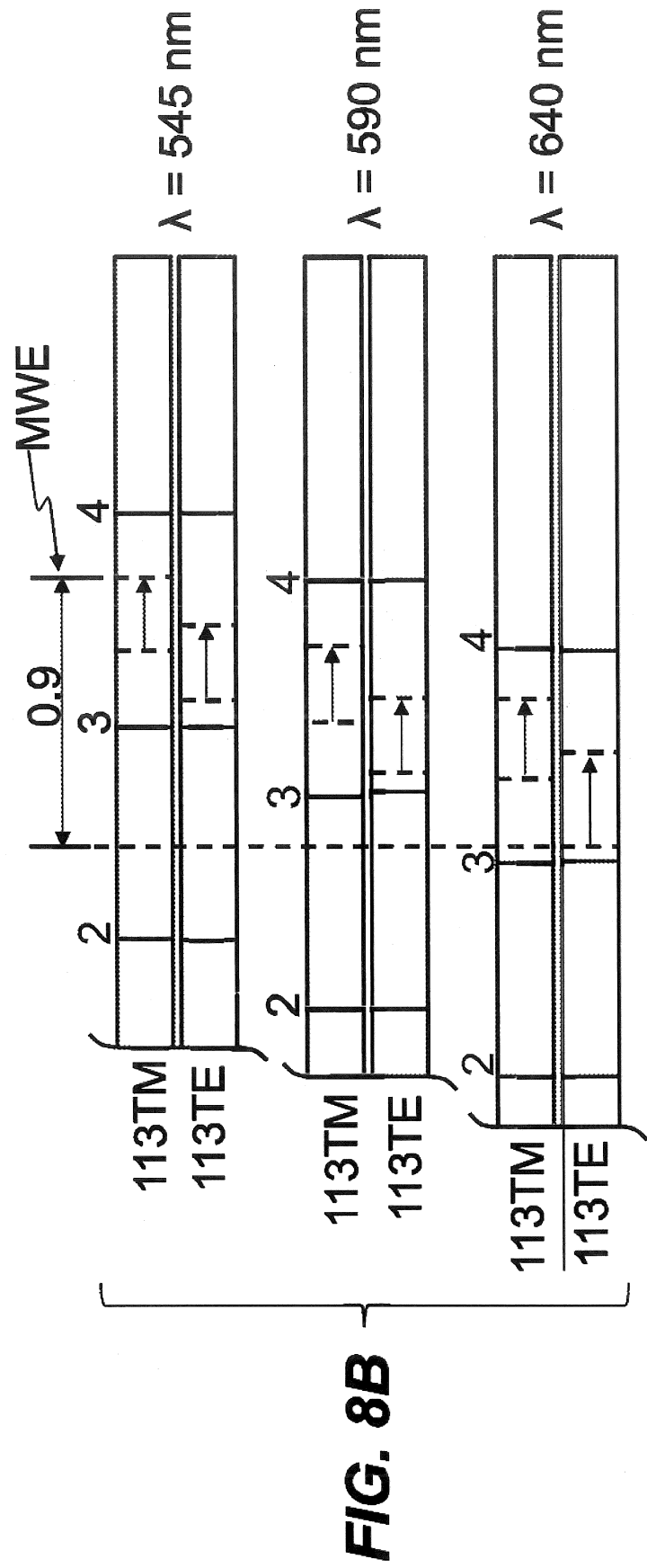
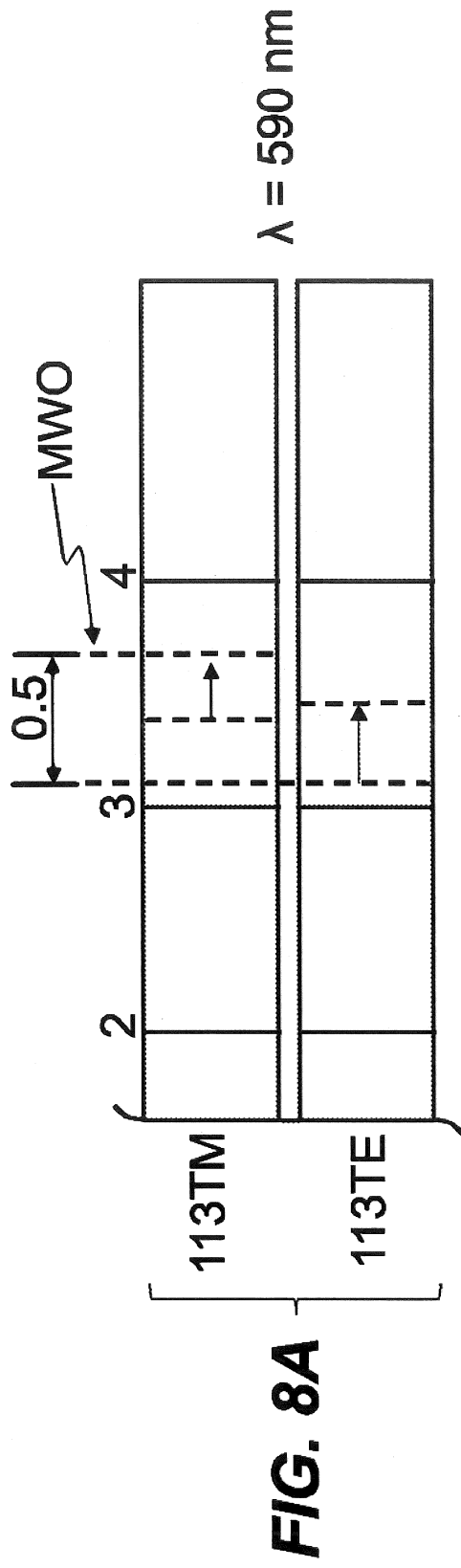
8/11

**FIG. 6**

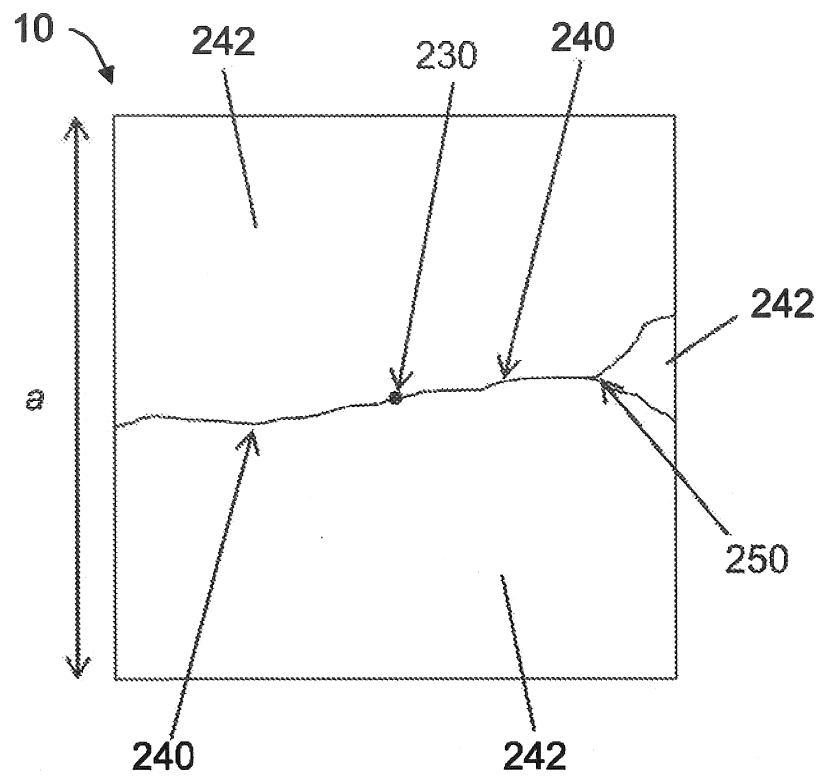
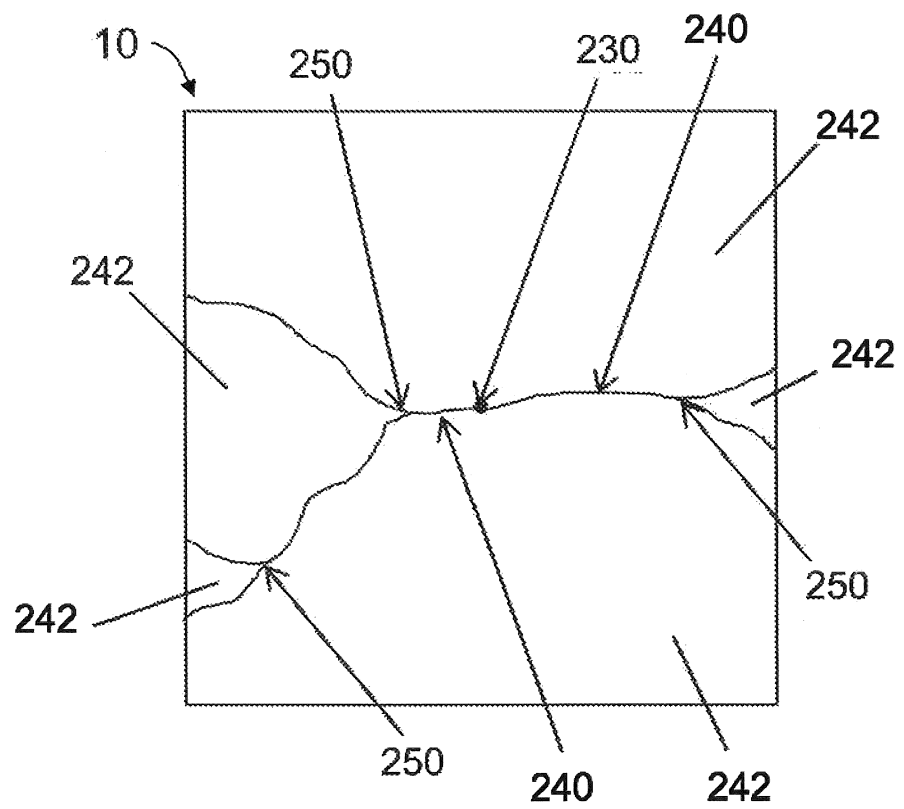
9/11

**FIG. 7**

10/11



11/11

**FIG. 9A****FIG. 9B**