



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0042485

(51)⁷ G02B 7/28; G02B 26/00; G02B 3/14

(13) B

(21) 1-2019-04903

(22) 07/02/2018

(86) PCT/US2018/017228 07/02/2018

(87) WO2018/148283 16/08/2018

(30) 62/457,076 09/02/2017 US

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/03/2020 384ASC

(73) CORNING INCORPORATED (US)

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

(72) KARAM, Raymond Miller (US); YING, Ming (CN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THẤU KÍNH LÔNG

(21) 1-2019-04903

(57) Sáng chế đề cập đến thấu kính lỏng có thể bao gồm ngăn và chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai được chứa trong ngăn. Chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai có thể là dạng không thể trộn lẫn, tạo ra mặt phân cách chất lưu giữa hai chất lưu. Thấu kính lỏng cũng có thể bao gồm điện cực thứ nhất được cách ly với hai chất lưu. Thấu kính lỏng có thể bao gồm điện cực thứ hai có nối thông điện với chất lưu thứ nhất. Thấu kính lỏng có thể được tạo kết cấu sao cho vị trí của mặt phân cách chất lưu được dựa trên ít nhất một phần các điện áp tác động vào các điện cực. Thấu kính có thể còn bao gồm cửa sổ được tạo kết cấu để truyền ánh sáng qua đó dọc theo đường trục quang. Ngoài ra, bộ phận cong có thể được tạo kết cấu để khiến cho cửa sổ dịch chuyển dọc trục theo đường trục quang để thay đổi thể tích của ngăn.

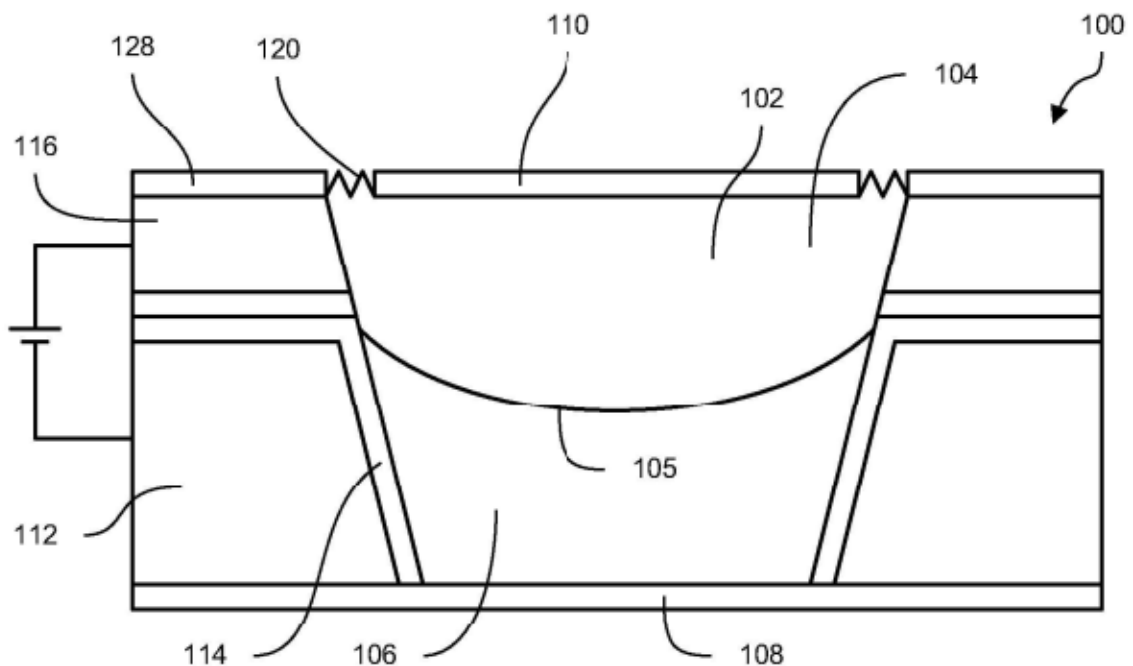


FIG. 1A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Một số phương án thực hiện được bộc lộ liên quan đến các thấu kính lỏng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Mặc dù các thấu kính lỏng khác nhau là đã biết, vẫn còn nhu cầu cho các thấu kính lỏng cải tiến.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án thực hiện làm ví dụ cụ thể được tóm tắt dưới đây nhằm các mục đích minh họa. Các phương án thực hiện không bị giới hạn ở các phương án cụ thể được đề cập đến ở đây. Các phương án thực hiện có thể bao gồm nhiều dấu hiệu mới, không một dấu hiệu riêng lẻ nào trong số chúng là đảm nhiệm đặc biệt hoặc chỉ đảm nhiệm cho các thuộc tính mong muốn đã được mô tả ở đây.

Một số phương án thực hiện được bộc lộ ở đây có thể liên quan đến thấu kính lỏng, mà có thể bao gồm ngăn có thể tích, chất lưu thứ nhất được chứa trong ngăn, và chất lưu thứ hai được chứa trong ngăn. Chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai có thể hầu như không trộn lẫn được để tạo ra mặt phân cách chất lưu giữa chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai. Thấu kính lỏng có thể bao gồm một hoặc nhiều điện cực thứ nhất được cách ly với các chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai và một hoặc nhiều điện cực thứ hai có nối thông điện với chất lưu thứ nhất. Thấu kính lỏng có thể được tạo kết cấu sao cho vị trí của mặt phân cách chất lưu được dựa trên ít nhất một phần điện áp được đặt vào giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai. Thấu kính lỏng có thể bao gồm cửa sổ được tạo kết cấu để truyền ánh sáng qua đó (ví dụ, dọc theo đường trục quang). Thấu kính lỏng có thể bao gồm phần cong được tạo kết cấu để khiến cho cửa sổ dịch chuyển (ví dụ, dọc trục theo đường trục quang) để thay đổi thể tích của ngăn.

Theo một số phương án, phần cong được làm bằng cùng vật liệu với cửa sổ. Phần cong có thể được tạo liền khối với cửa sổ. Cửa sổ và phần cong có thể được làm bằng thủy tinh. Tấm thủy tinh có thể bao gồm cửa sổ và phần cong, và phần cong có thể bao gồm các phần lõm đồng tâm bao quanh cửa sổ. Các phần lõm đồng tâm có thể được tạo ra trên các mặt xen kẽ của tấm thủy tinh.

Khi thấu kính lõng ở trạng thái uốn cong, cửa sổ có thể được dịch chuyển (ví dụ, dọc trục) theo khoảng cách dịch chuyển uốn cong từ phần uốn của phần cong và cửa sổ có thể được dịch chuyển (ví dụ, dọc trục) theo khoảng cách uốn cửa sổ từ phần uốn của cửa sổ. Khoảng cách dịch chuyển phần cong có thể lớn hơn khoảng cách uốn cong cửa sổ. Tỷ lệ của khoảng cách dịch chuyển phần cong với khoảng cách uốn cong cửa sổ có thể ít nhất là 2:1, ít nhất 4:1, và/hoặc nhỏ hơn hoặc bằng 12:1, mặc dù các giá trị khác nhau có thể được sử dụng, như được mô tả trong bản mô tả này. Cửa sổ có thể uốn cong. Trong một số trường hợp phần cong có thể uốn cong hơn cửa sổ. Cửa sổ có thể uốn cong để có độ cong gần như hình cầu hoặc độ cong gần như dạng parabolit. Chiều dày của cửa sổ có thể lớn hơn chiều dày của phần cong. Phần cong có thể được định vị theo phương chu vi xung quanh cửa sổ. Phần cong có thể cản trở không cho ánh sáng mà chạm vào phần cong truyền qua thấu kính lõng.

Thấu kính lõng có thể có tốc độ thay đổi công suất quang cảm nhiệt không lớn hơn 0,1 điốp trên độ C. Thấu kính lõng có thể có tốc độ thay đổi công suất quang cảm nhiệt bằng ít nhất 0,02 điốp trên độ C. Các giá trị khác nhau có thể được sử dụng, như được mô tả trong bản mô tả này.

Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến hệ thống máy ghi hình mà bao gồm thấu kính lõng và môđun máy ghi hình, mà có thể có bộ cảm biến hình ảnh, và một hoặc nhiều thấu kính cong được tạo kết cấu để truyền ánh sáng lên trên bộ cảm biến hình ảnh. Sự hoạt động của môđun máy ghi hình có thể sinh ra nhiệt mà gây ra sự thay đổi về chiều dài tiêu cự của một hoặc nhiều thấu kính cong. Thấu kính lõng có thể được ghép nối dạng nhiệt với môđun máy ghi hình sao cho nhiệt từ môđun máy ghi hình có thể được truyền đến thấu kính lõng. Nhiệt được truyền đến thấu kính lõng có thể làm cong cửa sổ để tạo ra sự thay đổi về chiều dài tiêu cự của thấu kính lõng, mà có thể ít nhất một phần tạo ra sự thay đổi về chiều dài tiêu cự của một hoặc nhiều thấu kính cong trong môđun máy ghi hình.

Một số phương án thực hiện được bộc lộ ở đây có thể liên quan đến thấu kính lõng mà bao gồm ngăn có thể tích, chất lưu thứ nhất được chứa trong ngăn, và chất lưu thứ hai được chứa trong ngăn. Chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai có thể hầu

như không trộn lẫn được để tạo ra mặt phân cách chất lưu giữa chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai. Thấu kính lỏng có thể có một hoặc nhiều điện cực thứ nhất được cách ly với các chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai và một hoặc nhiều điện cực thứ hai có nối thông điện với chất lưu thứ nhất. Thấu kính lỏng có thể được tạo kết cấu sao cho vị trí của mặt phân cách chất lưu có thể được dựa trên ít nhất một phần điện áp được đặt vào giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai. Thấu kính lỏng có thể có cửa sổ được tạo kết cấu để truyền ánh sáng qua đó (ví dụ, dọc theo đường trục quang). Thấu kính lỏng có thể có phần cong, mà có thể được tạo kết cấu để khiến cho cửa sổ dịch chuyển (ví dụ, dọc trục theo đường trục quang) để thay đổi thể tích của ngăn.

Theo một số phương án, khi thấu kính lỏng ở trạng thái uốn cong, phần cong có thể uốn cong sao cho phần chu vi của cửa sổ được dịch chuyển (ví dụ, dọc trục) theo khoảng cách dịch chuyển uốn cong. Khi thấu kính lỏng ở trạng thái uốn cong, cửa sổ có thể uốn cong sao cho phần giữa của cửa sổ có thể được dịch chuyển (ví dụ, dọc trục) theo khoảng cách dịch chuyển cửa sổ toàn bộ, mà có thể lớn hơn khoảng cách dịch chuyển phần cong. Khoảng cách dịch chuyển phần cong có thể nằm trong khoảng 60% và 95% của khoảng cách dịch chuyển cửa sổ toàn bộ. Khoảng cách dịch chuyển phần cong có thể nằm trong khoảng 70% và 90% của khoảng cách dịch chuyển cửa sổ toàn bộ. Khoảng cách dịch chuyển phần cong có thể nằm trong khoảng 80% và 85% của khoảng cách dịch chuyển cửa sổ toàn bộ.

Phương án thực hiện khác nhau được bộc lộ ở đây có thể liên quan đến thấu kính lỏng, mà có thể bao gồm hốc có đầu thứ nhất và đầu thứ hai. Đường trục quang có thể kéo dài qua hốc từ đầu thứ nhất đến đầu thứ hai. Thấu kính lỏng có thể có các chất lưu trong hốc, trong đó các chất lưu tạo ra ít nhất một mặt phân cách chất lưu. Đường trục quang có thể kéo dài qua ít nhất một mặt phân cách chất lưu. Thấu kính lỏng có thể có kết cấu đỡ, mà có thể được định vị theo hướng kính ra phía ngoài của đầu thứ nhất của hốc. Tấm vật liệu có thể bao gồm phần cửa sổ, mà có thể được định vị trên đầu thứ nhất của hốc. Đường trục quang có thể kéo dài qua phần cửa sổ. Tấm có thể bao gồm phần gắn, mà có thể được định vị theo hướng kính ra phía ngoài của

phần cửa sổ. Phần gắn có thể được gắn với kết cấu đỡ. Tấm có thể bao gồm phần cong, mà có thể nằm trong khoảng phần cửa sổ và phần gắn.

Phần cong có thể mỏng hơn phần cửa sổ. Tấm vật liệu mà có phần cửa sổ, phần gắn, và phần cong có thể là tấm thủy tinh. Phần cong có thể bao gồm các phần lõm đồng tâm. Tấm vật liệu có thể có mặt thứ nhất và mặt thứ hai đối diện với mặt thứ nhất. Phần cong có thể bao gồm phần lõm thứ nhất trên mặt thứ nhất của tấm và phần lõm thứ hai liền kề với phần lõm thứ nhất. Phần lõm thứ hai có thể nằm trên mặt thứ hai của tấm. Phần cong có thể bao gồm phần lõm thứ ba liền kề với phần lõm thứ hai, và phần lõm thứ ba có thể nằm trên mặt thứ nhất của tấm. Phần cong có thể bao gồm phần lõm thứ tư liền kề với phần lõm thứ ba, và phần lõm thứ tư có thể nằm trên mặt thứ hai của tấm.

Phần cong có thể được làm bằng thủy tinh và ít nhất một phần của phần cong có thể có chiều dày nằm trong khoảng 0,1 micron và 0,5 micron, nằm trong khoảng 0,15 micron và 0,4 micron, nằm trong khoảng 0,2 micron và 0,3 micron, mặc dù các giá trị khác nhau có thể được sử dụng, như được mô tả trong bản mô tả này. Phần cong có thể có độ dày nằm trong khoảng 5% và 40% của chiều dày của phần cửa sổ, hoặc nằm trong khoảng 10% và 30% của chiều dày của phần cửa sổ, mặc dù các giá trị khác nhau có thể được sử dụng, như được mô tả trong bản mô tả này. Tấm vật liệu có thể bao gồm phần vồng xuống quay về phía hốc. Phần vồng xuống có thể mở rộng cắt ngang ít nhất một phần của phần cong và/hoặc ít nhất một phần của phần cửa sổ.

Theo một số phương án phần cong có thể bao gồm một hoặc nhiều gợn sóng, như ít nhất hai gợn sóng. Phần cong có thể có dạng mặt cắt mà bao gồm mẫu hình không phẳng lặp lại. Phần cong có thể là phần cong vòng. Phần cong có thể bao quanh cửa sổ. Phần cong có thể được tạo kết cấu để nối thông chất lưu với ít nhất một trong số các chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai. Thấu kính lỏng có thể bao gồm cửa sổ bổ sung, mà có thể được tạo kết cấu để truyền ánh sáng qua đó (ví dụ, dọc theo đường trục quang). Cửa sổ có thể song song với cửa sổ bổ sung. Chất lưu thứ nhất có thể là chất lưu phân cực. Chất lưu thứ nhất có thể là dung dịch nước.

Chất lưu thứ nhất có thể là chất lưu dẫn nhiệt. Chất lưu thứ hai có thể là chất lưu cách nhiệt. Chất lưu thứ hai có thể là dầu.

Thấu kính lỏng có thể hầu như duy trì một hoặc nhiều đặc tính quang học của thấu kính lỏng khi cửa sổ thứ nhất được dịch chuyển do áp suất thay đổi trong thấu kính lỏng. Một hoặc nhiều đặc tính quang học có thể bao gồm chiều dài tiêu cự của thấu kính lỏng. Một hoặc nhiều đặc tính quang học hầu như được duy trì có thể bao gồm một lượng quang sai hình cầu. Theo một số phương án, thấu kính lỏng có thể có chiều dài tiêu cự ngắn hơn ở trạng thái uốn cong so với ở trạng thái không uốn cong.

Theo một số phương án, hệ thống máy ghi hình có thể bao gồm thấu kính lỏng và môđun máy ghi hình nối thông quang học với thấu kính lỏng. Môđun máy ghi hình có thể nối thông nhiệt dẫn với thấu kính lỏng sao cho nhiệt (ví dụ, được sinh ra bởi môđun máy ghi hình) được truyền đến thấu kính lỏng. Môđun máy ghi hình có thể bao gồm bộ cảm biến hình ảnh. Môđun máy ghi hình có thể bao gồm một hoặc nhiều phần tử quang hội tụ được tạo kết cấu để truyền ánh sáng lên trên bộ cảm biến hình ảnh. Một hoặc nhiều phần tử quang hội tụ có thể bao gồm một hoặc nhiều thấu kính cong. Môđun máy ghi hình có thể bao gồm phần mạch điện.

Thấu kính lỏng có thể dịch chuyển cửa sổ thứ nhất để ít nhất một phần chống lại sự thay đổi về đặc tính quang học của môđun máy ghi hình gây ra bởi sự giãn nở nhiệt bên trong môđun máy ghi hình. Thấu kính lỏng có thể chống lại sự thay đổi về đặc tính quang học đến mức trong sự biến thiên bằng 50% so với sự thay đổi về đặc tính quang học của môđun máy ghi hình. Thấu kính lỏng có thể chống lại sự thay đổi về đặc tính quang học đến mức trong sự biến thiên bằng 25% so với sự thay đổi về đặc tính quang học của môđun máy ghi hình. Đặc tính quang học có thể là chiều dài tiêu cự hoặc công suất quang. Theo một số phương án, nhiệt (ví dụ, được sinh ra bởi sự hoạt động của môđun máy ghi hình) có thể khiến cho chiều dài tiêu cự của môđun máy ghi hình dài ra, và trong đó nhiệt (ví dụ, được truyền từ môđun máy ghi hình đến thấu kính lỏng) có thể khiến cho chiều dài tiêu cự của thấu kính lỏng ngắn lại. Chiều dài tiêu cự của môđun máy ghi hình có thể dài ra theo lượng thứ nhất và chiều dài tiêu cự của thấu kính lỏng có thể ngắn lại theo lượng thứ hai. Lượng thứ hai có thể

nằm trong khoảng biến thiên bằng 50% so với lượng thứ nhất. Lượng thứ hai có thể nằm trong khoảng biến thiên bằng 25% của lượng thứ nhất.

Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến tổ hợp cửa sổ cho thấu kính lõng. Tổ hợp cửa sổ có thể bao gồm phần tử cửa sổ trong suốt và bộ phận cong, mà có thể được tạo kết cấu để dịch chuyển cửa sổ trong suốt. Bộ phận cong có thể được làm bằng cùng vật liệu với cửa sổ trong suốt. Cửa sổ trong suốt và bộ phận cong có thể được làm bằng thủy tinh, mặc dù các vật liệu khác cũng có thể được sử dụng, như được mô tả trong bản mô tả này.

Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến tổ hợp cửa sổ cho thấu kính lõng. Tổ hợp cửa sổ có thể bao gồm phần tử cửa sổ trong suốt cong và bộ phận cong, mà có thể được tạo kết cấu để dịch chuyển cửa sổ trong suốt. Bộ phận cong có thể có thể uốn cong hơn cửa sổ trong suốt cong. Tổ hợp cửa sổ có thể được tạo kết cấu sao cho phần tử cửa sổ uốn cong để có độ cong hầu như hình cầu hoặc parabolit.

Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến hệ thống máy ghi hình, mà có thể bao gồm môđun máy ghi hình có bộ cảm biến hình ảnh. Sự hoạt động của môđun máy ghi hình có thể sinh ra nhiệt, mà có thể tạo ra sự thay đổi về đặc tính quang học của môđun máy ghi hình. Trong một số trường hợp, thấu kính lõng có thể có thể được ghép nối dạng nhiệt với môđun máy ghi hình, ví dụ sao cho nhiệt từ môđun máy ghi hình có thể được truyền đến thấu kính lõng. Thấu kính lõng có thể được tạo kết cấu sao cho nhiệt (ví dụ, được truyền đến thấu kính lõng và/hoặc từ nhiệt độ môi trường) tạo ra sự thay đổi về đặc tính quang học của thấu kính lõng mà ít nhất một phần chống lại sự thay đổi về đặc tính quang học của môđun máy ghi hình. Đặc tính quang học của môđun máy ghi hình có thể là chiều dài tiêu cự của một hoặc nhiều phần tử quang hội tụ của môđun máy ghi hình. Đặc tính quang học của thấu kính lõng có thể là chiều dài tiêu cự của thấu kính lõng.

Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến các phương pháp chế tạo bất kỳ trong số các thấu kính lõng khác nhau, các hệ thống máy ghi hình, các phần tử cửa sổ, hoặc các thiết bị khác được bộc lộ trong bản mô tả này. Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến các phương pháp sử dụng bất kỳ trong số các thấu kính

lồng khác nhau, các hệ thống máy ghi hình, các phần tử cửa sổ, hoặc các thiết bị khác được bộc lộ trong bản mô tả này.

Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến phương pháp để thiết kế cụm kết cấu thấu kính lồng để sử dụng với môđun máy ghi hình. Phương pháp có thể bao gồm bước gia nhiệt môđun máy ghi hình, kiểm soát đặc tính quang học của môđun máy ghi hình trong quá trình gia nhiệt của môđun máy ghi hình, xác định tương quan giữa đặc tính quang học và nhiệt độ của môđun máy ghi hình, thiết lập thông số vật lý của kết cấu thấu kính lồng dựa trên ít nhất một phần tương quan giữa đặc tính quang học của môđun máy ghi hình và nhiệt độ của môđun máy ghi hình.

Phương pháp có thể bao gồm bước kiểm tra thấu kính lồng có thông số vật lý của kết cấu thấu kính lồng khi hoạt động với môđun máy ghi hình. Phương pháp có thể bao gồm điều chỉnh thông số vật lý của kết cấu thấu kính lồng dựa trên ít nhất một phần bước kiểm tra. Bước kiểm tra thấu kính lồng khi hoạt động với môđun máy ghi hình có thể bao gồm bước đặt thấu kính lồng nối thông nhiệt dẫn với môđun máy ghi hình. Bước kiểm tra thấu kính lồng khi hoạt động với môđun máy ghi hình có thể bao gồm sử dụng máy tính để mô hình hóa tác động của sự thay đổi nhiệt độ lên đặc tính quang học của thấu kính lồng. Bước gia nhiệt môđun máy ghi hình có thể bao gồm sự hoạt động của môđun máy ghi hình để sinh ra nhiệt. Bước gia nhiệt môđun máy ghi hình có thể bao gồm tác động nhiệt vào môđun máy ghi hình từ nguồn bên ngoài.

Bước xác định tương quan giữa đặc tính quang học và nhiệt độ của môđun máy ghi hình có thể bao gồm bước ghi lại các điểm, mỗi điểm trong số các điểm tương ứng với phép đo thông số quang học ở nhiệt độ tương ứng. Bước xác định tương quan có thể bao gồm bước làm khớp độ cong với các điểm. Bước thiết lập thông số vật lý của thấu kính lồng có thể bao gồm bước thiết lập chiều dày của phần tử cửa sổ của thấu kính lồng. Bước thiết lập thông số vật lý của thấu kính lồng có thể bao gồm bước thiết lập hình dạng của phần tử cửa sổ của thấu kính lồng. Bước thiết lập thông số vật lý của thấu kính lồng có thể bao gồm bước thiết lập độ đàn hồi của bộ phận cong của thấu kính lồng. Bước thiết lập thông số vật lý của thấu kính lồng có thể bao gồm bước thiết lập chiều dày của lớp cách nhiệt của thấu kính lồng. Bước

thiết lập thông số vật lý của thấu kính lõng có thể bao gồm bước thiết lập chiều cao của hốc của thấu kính lõng. Đặc tính quang học có thể bao gồm chiều dài tiêu cự. Đặc tính quang học có thể bao gồm công suất quang.

Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến phương pháp để thiết kế cụm kết cấu thấu kính lõng. Phương pháp có thể bao gồm bước gia nhiệt cụm kết cấu thấu kính lõng, kiểm soát đặc tính quang học của tổ hợp thấu kính lõng trong quá trình gia nhiệt của tổ hợp thấu kính lõng, xác định tương quan giữa đặc tính quang học và nhiệt độ của cụm kết cấu thấu kính lõng, và thiết lập cụm kết cấu thấu kính lõng thông số vật lý dựa trên ít nhất một phần tương quan giữa đặc tính quang học và nhiệt độ của cụm kết cấu thấu kính lõng.

Phương pháp có thể bao gồm bước kiểm tra đặc tính quang học của tổ hợp thấu kính lõng có thông số vật lý và, trong một số trường hợp, có thể bao gồm bước điều chỉnh cụm kết cấu thấu kính lõng thông số vật lý dựa trên ít nhất một phần bước kiểm tra. Đặc tính quang học có thể bao gồm chiều dài tiêu cự hoặc công suất quang của tổ hợp thấu kính lõng. Cụm kết cấu thấu kính lõng thông số vật lý có thể bao gồm cấu hình của tổ hợp cửa sổ mà bao gồm phần tử cửa sổ và bộ phận cong mà được tạo kết cấu để dịch chuyển phần tử cửa sổ đáp ứng với các thay đổi về nhiệt độ của thấu kính lõng.

Một số phương án thực hiện có thể liên quan đến phương pháp để thiết kế cụm kết cấu thấu kính lõng. Phương pháp có thể bao gồm bước tiếp nhận tương quan giữa đặc tính quang học và nhiệt độ của tổ hợp thấu kính lõng và thiết lập cụm kết cấu thấu kính lõng thông số vật lý dựa trên ít nhất một phần tương quan giữa đặc tính quang học và nhiệt độ của cụm kết cấu thấu kính lõng.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các phương án thực hiện cụ thể sẽ được mô tả chi tiết có tham chiếu đến các hình vẽ sau đây, trong đó các số chỉ dẫn giống nhau biểu thị các đặc điểm giống nhau trên toàn bộ hình vẽ. Các hình vẽ này được đưa ra nhằm các mục đích minh họa và các phương án thực hiện không bị giới hạn ở các phương án thực hiện được thể hiện trên các hình vẽ.

FIG.1A là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong.

FIG.1B là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong ở trạng thái uốn cong.

FIG.2A là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong.

FIG.2B là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong ở trạng thái uốn cong.

FIG.3 là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong ở trạng thái uốn cong.

FIG.4 là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong.

FIG.5 là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong.

FIG.6 là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong.

FIG.7 là hình vẽ thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của hệ thống máy ghi hình.

FIG.8 là lưu đồ thể hiện phương pháp làm ví dụ để thiết kế thấu kính lõng.

FIG.9 là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong.

FIG.10 là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng mà bao gồm phần cong.

FIG.11 là hình vẽ thể hiện một phần tư của phương án thực hiện làm ví dụ của phần tử cửa sổ dùng cho thấu kính lõng.

FIG.12 là hình vẽ mặt cắt thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của một phần tư của phần tử cửa sổ dùng cho thấu kính lõng.

FIG.13 thể hiện một phần tư của phương án thực hiện làm ví dụ của phần tử cửa sổ dùng cho thấu kính lõng ở trạng thái uốn cong.

FIG.14 là hình vẽ thể hiện một phần tử của ví dụ của phần tử cửa sổ cong dùng cho thấu kính lõng.

FIG.15 là hình vẽ phối cảnh từ trên xuống thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của phần tử cửa sổ dùng cho thấu kính lõng.

FIG.16 là hình vẽ phối cảnh từ dưới lên thể hiện thấu kính lõng phần tử cửa sổ.

FIG.17 là hình chiếu từ trên xuống của thấu kính lõng phần tử cửa sổ.

FIG.18 là hình chiếu từ dưới lên của thấu kính lõng phần tử cửa sổ.

FIG.19 là hình vẽ mặt cắt của thấu kính lõng phần tử cửa sổ.

FIG.20 là hình vẽ mặt cắt một phần mà bao gồm phần cong của thấu kính lõng phần tử cửa sổ.

FIG.21 thể hiện một phần tử của phần cong và cửa sổ trong kết cấu uốn cong.

FIG.22 cũng thể hiện một phần tử của phần cong và cửa sổ trong kết cấu uốn cong.

FIG.23 thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng.

FIG.24 thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của phần cong.

FIG.25 là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của phần tử cửa sổ.

FIG.26 là hình vẽ mặt cắt thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ khác của phần tử cửa sổ.

FIG.27 là hình vẽ mặt cắt thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ khác của phần tử cửa sổ.

FIG.28 là hình vẽ mặt cắt thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ khác của phần tử cửa sổ.

FIG.29 là hình vẽ mặt cắt thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ khác của phần tử cửa sổ.

FIG.30 là hình vẽ mặt cắt thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ khác của phần tử cửa sổ.

FIG.31 là hình vẽ mặt cắt thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ khác của phần tử cửa sổ.

FIG.32 là hình vẽ thể hiện dữ liệu thử nghiệm đối với các thấu kính lỏng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thấu kính lỏng có thể có hốc hoặc ngăn mà được tạo kết cấu để mở rộng và/hoặc thu gọn, như để phù hợp với sự giãn nở và/hoặc co ngót do nhiệt (ví dụ, của các chất lưu được bao kín trong thấu kính lỏng). Nhiệt tác động vào thấu kính lỏng, như do sự hoạt động của môđun máy ghi hình kết hợp với thấu kính lỏng, hoặc do các thay đổi nhiệt độ môi trường, v.v., có thể gây ra sự giãn nở nhiệt trong thấu kính lỏng, như sự giãn nở của một hoặc nhiều trong số các chất lưu được chứa trong hốc của thấu kính lỏng. Thấu kính lỏng có thể có cửa sổ (ví dụ, cửa sổ trên và/hoặc cửa sổ dưới) mà được tạo kết cấu để uốn cong hoặc nhô, như giảm bớt áp suất thay đổi trong thấu kính lỏng. Trong một số trường hợp, độ cong của cửa sổ uốn cong có thể thay đổi công suất quang của thấu kính lỏng, mà có thể làm lệch tiêu hình ảnh được tạo ra nhờ sử dụng thấu kính lỏng. Theo cách làm ví dụ, trong một số phương án, các phần của cửa sổ có thể lệch (ví dụ, theo dạng phi cầu) khoảng 30 micron, và độ uốn cong của cửa sổ có thể thay đổi công suất quang khoảng vài điốp. Ngoài ra, độ uốn cong của cửa sổ có thể gây ra quang sai (như quang sai hình cầu và phi cầu) cho hình ảnh được tạo ra nhờ sử dụng thấu kính lỏng. Trong một số trường hợp, cửa sổ uốn cong có thể có độ cong phi cầu, độ cong Gaussian gần đúng, độ cong theo thứ tự thứ ba hoặc thứ tư, hoặc độ cong bất thường. Độ uốn cong của cửa sổ có thể gây ra bóng đổ trên hình ảnh, như khi sử dụng thấu kính lỏng chức năng ổn định quang hình ảnh (OIS: optical-image-stabilization). Ngoài ra, trong một số trường hợp, việc uốn cong cửa sổ có thể ảnh hưởng đến tính toàn vẹn cấu trúc của thấu kính lỏng, chẳng hạn như nếu đủ nhiệt vào ống kính, chất lỏng có thể giãn ra đến mức cửa sổ lệch đủ để bị vỡ.

Theo một số phương án, thấu kính lỏng có thể được tạo kết cấu sao cho cửa sổ được dịch chuyển (ví dụ, dọc trục theo đường trục quang của thấu kính lỏng) thay vì tạo vòm để phù hợp với sự giãn nở hoặc sự co ngót, để giảm hoặc tránh các quang sai và/hoặc lệch tiêu trong thấu kính lỏng. Thấu kính lỏng có thể bao gồm phần cong vòng thủy tinh gấp nếp, mà có thể được tạo liền khối với thủy tinh cửa sổ, trong một số trường hợp. Các kết cấu phần cong khác có thể được sử dụng. Ví dụ, phần cong

làm bằng kim loại hoặc vật liệu khác có thể được liên kết với thủy tinh cửa sổ, như sử dụng các kỹ thuật liên kết ở nhiệt độ phòng được bộc lộ trong Patent '990, mà được kết hợp vào đây bằng cách viện dẫn. Bộ phận cong có thể được bố trí theo hướng kính ra ngoài hoặc theo phương chu vi xung quanh bên ngoài của cửa sổ, và bộ phận cong có thể biến dạng sao cho cửa sổ dịch chuyển (ví dụ, dọc trục theo đường trục quang) mà không uốn cong, hoặc với độ uốn được kiểm soát, để bù cho sự giãn nở của thể tích bên trong hốc thấu kính lõng. Theo một số phương án, cửa sổ có thể uốn cong hoặc nhô (ví dụ, theo dạng cầu), như theo lượng nhỏ hơn bộ phận cong. Cửa sổ có thể có các vùng (ví dụ, các vùng đồng tâm) có các chiều dày khác nhau và/hoặc các vật liệu khác nhau để điều khiển hình dạng của độ cong trên cửa sổ uốn cong. Cửa sổ có thể được thiết kế sao cho hình dạng của cửa sổ uốn cong sinh ra từ một lượng nhiệt trong thấu kính lõng tạo ra sự thay đổi về công suất quang mà ít nhất một phần bù cho sự thay đổi về công suất quang được tạo ra trong môđun máy ghi hình theo lượng tương ứng của nhiệt.

FIG.1A là hình vẽ mặt cắt của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng 100. Thấu kính lõng 100 trên FIG.1, cũng như các thấu kính lõng khác được bộc lộ trong bản mô tả này, có thể có các đặc điểm và giống với hoặc tương tự với các thấu kính lõng được bộc lộ trong Patent '174 và công bố đơn sáng chế số '264, và có thể được chế tạo nhờ sử dụng các kỹ thuật tương tự với các kỹ thuật được bộc lộ trong Patent '174, công bố đơn sáng chế số '264, và Patent '990. Thấu kính lõng có thể có hốc hoặc ngăn 102 để chứa ít nhất hai chất lưu hầu như không trộn lẫn được, như chất lưu phân cực 104 và chất lưu không phân cực 106, tạo ra mặt phân cách chất lưu 105. Hai chất lưu 104 và 106 có thể không trộn lẫn được một cách thích hợp sao cho mặt phân cách chất lưu 105, khi được uốn cong, có thể khúc xạ ánh sáng với công suất quang làm thấu kính. Hốc 102 có thể bao gồm phần có dạng hình nón cụt. Hốc 102 có thể có các thành bên có góc. Hốc có thể có phần hẹp nơi mà các thành bên ở gần hơn với nhau và phần rộng nơi mà các thành bên cách xa nhau hơn. Phần hẹp có thể nằm ở phần đáy của hốc và phần rộng có thể nằm ở phần đỉnh của hốc theo hướng được thể hiện, mặc dù các thấu kính lõng 100 được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được định vị ở các hướng khác nhau khác. Cửa sổ dưới 108, mà có thể

bao gồm tấm trong suốt, có thể ở dưới hốc 102, và cửa sổ trên 110, mà có thể bao gồm tấm trong suốt, có thể ở trên hốc 102. Cửa sổ dưới 108 có thể được bố trí ở hoặc gần Phần hẹp của hốc 102, và/hoặc cửa sổ trên 110 có thể được bố trí ở hoặc gần phần rộng của hốc 102. Một hoặc nhiều điện cực thứ nhất 112 có thể được cách ly với các chất lưu trong hốc nhờ vật liệu cách nhiệt 114. Một hoặc nhiều điện cực thứ hai 116 có thể nối thông điện với chất lưu phân cực 104. Một hoặc nhiều điện cực thứ hai 116 có thể tiếp xúc với chất lưu phân cực 104. Theo một số phương án, một hoặc nhiều điện cực thứ hai 116 có thể được ghép nối điện dung với chất lưu phân cực 104. Các điện áp có thể được đặt vào giữa các điện cực 112 và 116 để điều khiển hình dạng của mặt phân cách chất lưu 105 giữa các chất lưu 104 và 106, như thay đổi chiều dài tiêu cự của thấu kính lỏng. Ví dụ, FIG.1A thể hiện thấu kính lỏng 100 với mặt phân cách chất lưu 105 ở vị trí thứ nhất (ví dụ, mà có thể là vị trí nghỉ tương ứng với không có điện áp dẫn), và FIG.1B thể hiện thấu kính lỏng 100 với mặt phân cách chất lưu 105 ở vị trí thứ hai (ví dụ, mà có thể tương ứng với giá trị điện áp dẫn thứ nhất). Thấu kính lỏng 100 có thể tạo ra các lượng khác nhau của công suất quang bằng cách thay đổi điện áp dẫn.

Thấu kính lỏng 100 có thể bao gồm phần cong hoặc bộ phận cong 120 mà có thể được tạo kết cấu để biến dạng để cho phép cửa sổ 110 dịch chuyển (ví dụ, dọc trục theo đường trục đối xứng và/hoặc đường trục quang 103 của thấu kính lỏng 100), như có thể được thấy trên FIG.1B. Theo phương án thực hiện trên FIG.1B, cửa sổ 110 được đẩy dọc trục hướng ra ngoài theo khoảng cách 124. Ví dụ, nếu nhiệt được tác động vào thấu kính lỏng 100, các thành phần của thấu kính lỏng 100 (ví dụ, một hoặc cả hai chất lưu 104 và 106) có thể giãn nở (ví dụ, do sự giãn nở nhiệt), mà có thể đẩy cửa sổ trên 110 để được dịch chuyển dọc trục hướng ra ngoài theo khoảng cách 124. Nếu ít nhiệt hơn được tác động, cửa sổ 110 sẽ lệch theo khoảng cách nhỏ hơn, và nếu nhiều nhiệt hơn được tác động, cửa sổ 110 sẽ lệch theo khoảng cách lớn hơn.

Phần cong hoặc bộ phận cong 120 có thể được định vị ở các mép của hốc 102, ở chu vi của cửa sổ trên 110, và/hoặc theo hướng kính hướng ra ngoài từ cửa sổ trên 110. Bộ phận cong 120 có thể đối xứng quay quanh đường trục quang của thấu kính

lông. Bộ phận cong 120 có thể giãn nở hoàn toàn 360 độ và có thể bao quanh cửa sổ trên 110. Theo một số phương án, bộ phận cong 120 có thể được làm bằng cùng vật liệu với cửa sổ trên 110 (ví dụ, vật liệu thủy tinh). Bộ phận cong 120 có thể có chiều dày nhỏ hơn chiều dày của cửa sổ 110 để cho phép bộ phận cong 120 biến dạng như được mô tả trong bản mô tả này. Ví dụ, bộ phận cong 120 có thể có chiều dày bằng 70%, 60%, 50%, 40%, 30%, 20%, hoặc 10% của chiều dày của cửa sổ 110, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc khoảng bất kỳ được giới hạn bởi hai giá trị bất kỳ trong số các giá trị này, mặc dù các giá trị khác nằm ngoài các khoảng này có thể được sử dụng theo một số phương án.

Bộ phận cong 120 có thể có một hoặc nhiều gợn sóng, như có thể được thấy trên FIG.1A và FIG.1B, mà có thể tạo điều kiện thuận lợi cho việc biến dạng của phần cong 120 để dịch chuyển cửa sổ trên 110. Một số phương án thể hiện của bộ phận cong có thể có một, hai, ba, bốn, năm, hoặc nhiều gợn sóng. Theo một số phương án, bộ phận cong 120 không có các gợn sóng, như có thể được thấy trên FIG.2A và FIG.2B. Theo một số phương án, bộ phận cong 120 là vùng uốn cong được bố trí liền kề trực tiếp mép ngoài theo hướng kính của cửa sổ 110. Theo một số phương án, phần cong hoặc bộ phận cong 120 có thể là phần ngoài của cửa sổ 110 mà mỏng hơn phần trong của cửa sổ 110.

Bộ phận cong 120 có thể có vai trò làm vách ngăn để giảm lượng ánh sáng tap nhiều mà đi vào thấu kính lông 100 và/hoặc đến bộ cảm biến của môđun máy ghi hình tương ứng. Bộ phận cong 120 có thể phản xạ ánh sáng tap nhiều, hấp thu ánh sáng tap nhiều, khuếch tán ánh sáng tap nhiều, dẫn ánh sáng tap nhiều dọc theo đường dẫn mà không đến được bộ cảm biến, v.v.

Theo một số phương án, cửa sổ trên 110 vẫn hầu như phẳng khi nó được dịch chuyển, ví dụ sao cho công suất quang của thấu kính lông 100 hầu như không bị thay đổi bởi hình dạng của cửa sổ trên dịch chuyển 110. Theo một số phương án, thấu kính lông 110 có thể được tạo kết cấu sao cho nhiệt độ thay đổi từ 20 độ C đến 60 độ C tạo ra sự thay đổi của công suất quang bằng 5 điốp, 4 điốp, 3 điốp, 2 điốp, 1 điốp, 0,5 điốp, 0,25 điốp, nhỏ hơn, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các giá

trị khác có thể được sử dụng trong một số trường hợp. Cửa sổ trên 110 có thể có đường kính bằng 20 mm, 15 mm, 12 mm, 10 mm, 8 mm, 6 mm, 5 mm, 4 mm, 3 mm, 2 mm, nhỏ hơn, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kích cỡ khác có thể được sử dụng theo một số phương án.

Tham chiếu đến FIG.3, theo một số phương án, cửa sổ 110 có thể được tạo kết cấu để uốn cũng như phần cong hoặc bộ phận cong 120. Cửa sổ 110 có thể uốn cong kém hơn bộ phận cong 120. Khi được uốn cong, khoảng cách dịch chuyển dọc trục 124 từ bộ phận cong 120 có thể lớn hơn khoảng cách dịch chuyển dọc trục 126 của cửa sổ uốn cong 110. Tỷ lệ của khoảng cách dịch chuyển dọc trục 124 từ phần cong 120 đến khoảng cách dịch chuyển dọc trục 126 từ cửa sổ 110 có thể bằng 1:1, 1,5:1, 2:1, 2,5:1, 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 8:1, 10:1, 12:1, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các tỷ lệ này, mặc dù một số phương án thực hiện cũng có thể tạo ra các tỷ lệ khác. Tỷ lệ của tổng khoảng cách dịch chuyển dọc trục (ví dụ, tổng khoảng cách 124 và 126) với khoảng cách dịch chuyển dọc trục 126 làm uốn cong cửa sổ 110 có thể bằng 2:1, 2,5:1, 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 8:1, 10:1, 12:1, 15:1, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các tỷ lệ này, mặc dù một số phương án thực hiện cũng có thể tạo ra các tỷ lệ khác. Độ uốn cong của phần cong 120 (ví dụ, khoảng cách 124) có thể tạo ra 50%, 60%, 70%, 80%, 85%, 90%, 93%, 95%, 96%, 97%, 98%, hoặc 99% của tổng độ dịch chuyển cửa sổ (ví dụ, khoảng cách 124 cộng khoảng cách 126), như theo hướng trục, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các phương án khác cũng có thể được thực hiện.

Theo một số phương án, bộ phận cong 120 và/hoặc cửa sổ 110 có thể được tạo kết cấu sao cho độ cong của cửa sổ 110 gần như là hình cầu, hoặc gần như là hình parabolit, hoặc có hình dạng cong theo thứ tự thứ ba hoặc thứ hai. Các hình dạng cong khác có thể dùng cho cửa sổ uốn cong 110. Bộ phận cong 120 và/hoặc cửa sổ 110 có thể được tạo kết cấu sao cho cửa sổ 110 có thể được dịch chuyển (ví dụ, uốn cong theo một số phương án) mà không tạo ra quang sai hầu như hình cầu, và trong

một số trường hợp không tạo ra quang sai đáng kể, cho các hình ảnh được tạo ra bởi thấu kính lõng. Thấu kính lõng 100, khi được hoạt động giữa 20 độ C và 60 độ C, có thể tạo ra lỗi sóng bằng 1 micron, 0,7 micron, 0,5 micron, 0,4 micron, 0,3 micron, 0,2 micron, 0,1 micron, nhỏ hơn, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các giá trị khác cũng có thể có theo một số phương án.

Tham chiếu đến FIG.4, thấu kính lõng 100 có thể có cửa sổ được tạo hình 110. Cửa sổ 110 có thể có các vùng (ví dụ, các vùng đồng tâm) có các chiều dày khác nhau và/hoặc bằng các vật liệu khác nhau được chọn sao cho cửa sổ 110 có hình dạng cụ thể khi được uốn cong (ví dụ, gần như hình cầu, gần như paraboloid, v.v.). Cửa sổ 110 có thể có các vùng chiều dày thay đổi liên tục. Một hoặc cả hai bề mặt của cửa sổ 110 có thể được uốn cong khi không hoạt động. Theo phương án thực hiện trên FIG.4, cửa sổ có dạng phẳng-lõm, có phần trên hầu như phẳng hoặc bề mặt ngoài và đáy lõm hoặc bề mặt trong. Kết cấu này có thể khiến cho cửa sổ 110 uốn cong nhiều hơn ở vùng giữa mỏng hơn và uốn cong ít hơn ở vùng ngoài dày hơn. Có thể có nhiều biến thể. Cửa sổ 110 có thể là dạng phẳng-lồi, ví dụ có phần trên hầu như phẳng hoặc bề mặt ngoài và đáy lồi hoặc bề mặt trong, như được thể hiện trên FIG.5. cửa sổ phẳng lồi 110 có thể khiến cho phần giữa dày hơn uốn cong ít hơn so với các phần ngoài mỏng hơn của cửa sổ 110. Trong một số trường hợp, phần trên hoặc bề mặt ngoài vốn là phẳng có thể làm giảm công suất quang gây ra bởi cửa sổ 110 khi không uốn cong, đặc biệt nếu vật liệu của cửa sổ 110 có hệ số khúc xạ mà gần với chỉ số khúc xạ cho chất lưu phân cực 104 (ví dụ, sao cho mặt phân cách giữa chất lưu phân cực và đáy bề mặt trong uốn cong của cửa sổ không khúc xạ đáng kể ánh sáng). Trong một số trường hợp, cả phần trên hoặc bề mặt ngoài và đáy hoặc bề mặt trong có thể được uốn cong (ví dụ, có dạng hai mặt lõm, hai mặt lồi, hoặc mặt khum). Các hình dạng cửa sổ khác nhau có thể được sử dụng tùy thuộc vào phần cong mong muốn của cửa sổ 110. Theo một số phương án, phần cong riêng biệt hoặc bộ phận cong 120 có thể được bỏ qua, như theo phương án thực hiện trên FIG.6. Cửa sổ 110 tự nó có thể có các chiều dày và/hoặc các vật liệu được tạo kết cấu sao cho

cửa sổ 110 đạt được hình dạng mong muốn khi được uốn cong mà không cần bộ phận cong riêng biệt 120.

Theo một số phương án, cửa sổ 110 có thể uốn cong và có thể đưa vào công suất quang để bù cho các thay đổi về công suất quang mà xuất hiện ở môđun máy ghi hình tương ứng khi nhiệt được sinh ra. FIG.7 thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của hệ thống máy ghi hình 200. Hệ thống máy ghi hình 200 có thể bao gồm thấu kính lỏng 100, mà có thể có các đặc điểm được mô tả liên quan đến thấu kính bất kỳ trong số các thấu kính lỏng được bộc lộ trong bản mô tả này, và môđun máy ghi hình 202. Môđun máy ghi hình 202 có thể bao gồm bộ cảm biến hình ảnh (ví dụ, bộ cảm biến thiết bị ghép nối được nạp điện tích (CCD) hoặc bộ cảm biến bù kim loại-oxit –bán dẫn (CMOS)), và mạch điện tử. Theo một số phương án, môđun máy ghi hình 202 có thể bao gồm một hoặc nhiều thấu kính cố định (ví dụ, lớp xếp thấu kính) và/hoặc một hoặc nhiều thấu kính có thể dịch chuyển, hoặc phần tử quang hội tụ khác. Theo một số phương án, thấu kính lỏng 100 có thể hoạt động với môđun máy ghi hình để tạo ra độ ổn định hình ảnh quang học và/hoặc hội tụ khác nhau. Theo một số phương án, sự hoạt động của môđun máy ghi hình 202 có thể sinh nhiệt, như từ mạch điện tử và/hoặc sự dịch chuyển các thành phần như các thấu kính có thể dịch chuyển. Nhiệt sinh ra từ môđun máy ghi hình 202 có thể được truyền đến thấu kính lỏng 100, và có thể gây ra sự giãn nở nhiệt. Thấu kính lỏng 100 có thể phù hợp với sự giãn nở nhiệt (ví dụ, bằng cách dịch chuyển và/hoặc uốn cong cửa sổ 110), như được mô tả trong bản mô tả này.

Trong một số trường hợp, nhiệt từ môđun máy ghi hình 202 có thể tác động đến một hoặc nhiều đặc tính quang học của môđun máy ghi hình 202. Ví dụ, nhiệt có thể gây ra sự giãn nở nhiệt trong môđun máy ghi hình các thành phần, như một hoặc nhiều thấu kính có thể dịch chuyển hoặc cố định. Khi môđun máy ghi hình 202 hoạt động và sinh nhiệt, công suất quang của môđun máy ghi hình 202 có thể thay đổi. Ví dụ, nhiệt có thể gây ra sự giãn nở nhiệt mà khiến cho một hoặc nhiều thấu kính giãn nở và/hoặc gây ra việc lắp các thành phần với các vị trí lệch của một hoặc nhiều thấu kính. Trong một số trường hợp, nhiệt từ môđun máy ghi hình 202 có thể khiến cho chiều dài tiêu cự của môđun máy ghi hình dài ra. Điều này có thể dẫn đến một số

lệch tiêu của hình ảnh được sinh ra bởi môđun máy ghi hình 202. Nhiều hiệu ứng quang có thể sinh ra từ nhiệt của môđun máy ghi hình 202. Trong một số trường hợp, nhiệt có thể khiến cho chiều dài tiêu cự của môđun máy ghi hình ngắn lại.

Như được mô tả trên đây, nhiệt từ môđun máy ghi hình 202 có thể được truyền đến tương ứng thấu kính lỏng 100, và có thể khiến cho cửa sổ 110 dịch chuyển (ví dụ, uốn cong), mà có thể ảnh hưởng đến một hoặc nhiều đặc tính quang học của thấu kính lỏng 100. Hiệu ứng quang của nhiệt từ môđun máy ghi hình 202 được truyền đến thấu kính lỏng 100 có thể ít nhất một phần chống lại các hiệu ứng quang mà được tạo ra trong môđun máy ghi hình 202 do nhiệt của môđun máy ghi hình 202. Ví dụ, nếu một lượng nhiệt trong môđun máy ghi hình 202 khiến cho chiều dài tiêu cự của một hoặc nhiều thấu kính của môđun máy ghi hình dài ra, nhiệt tương ứng được truyền đến thấu kính lỏng 100 có thể khiến cho chiều dài tiêu cự của thấu kính lỏng ngắn lại. Nếu một lượng nhiệt trong môđun máy ghi hình 202 khiến cho chiều dài tiêu cự của một hoặc nhiều thấu kính của môđun máy ghi hình ngắn lại, nhiệt tương ứng được truyền đến thấu kính lỏng 100 có thể khiến cho chiều dài tiêu cự của thấu kính lỏng dài ra. Thấu kính lỏng 100 có thể được tạo kết cấu sao cho nếu một lượng nhiệt trong môđun máy ghi hình 202 khiến cho công suất quang của môđun máy ghi hình thay đổi theo một lượng (ví dụ, 1 điốp), nhiệt tương ứng được truyền đến thấu kính lỏng 100 khiến cho công suất quang của thấu kính lỏng thay đổi ngược lại theo lượng tương ứng (ví dụ, -1 điốp). Theo một số phương án, hiệu ứng quang của nhiệt trong thấu kính lỏng 100 có thể chống lại hiệu ứng quang của nhiệt tương ứng trong môđun máy ghi hình 202 đến mức trong sự biến thiên bằng 2%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 40%, hoặc 50%, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi các giá trị bất kỳ trong số các giá trị này, mặc dù các giá trị nằm ngoài các khoảng này có thể được sử dụng theo một số phương án. Ví dụ, nhiệt trong môđun máy ghi hình mà tạo ra sự thay đổi về công suất quang bằng 1 điốp có thể sinh ra nhiệt trong thấu kính lỏng mà khiến cho cửa sổ dịch chuyển để tạo ra thay đổi về công suất quang bằng -0,5 điốp, -0,75 điốp, -1 điốp, -1,25 điốp, -1,5 điốp, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này.

FIG.8 là lưu đồ thể hiện phương pháp làm ví dụ 300 để thiết kế thấu kính lõng 100, như có cửa sổ 110 mà được tạo kết cấu để chống lại các hiệu ứng quang được tạo ra bởi nhiệt trong môđun máy ghi hình 202. Ở khối 302, môđun máy ghi hình 202 có thể được vận hành để sinh nhiệt trong môđun máy ghi hình 202. Theo một số phương án, nhiệt có thể có thể được tác động từ nguồn nhiệt bên ngoài, như tăng nhiệt độ môi trường ở môđun máy ghi hình 202. Ở khối 304, chiều dài tiêu cự và/hoặc công suất quang của môđun máy ghi hình 202 có thể được kiểm soát khi nhiệt độ thay đổi do nhiệt sinh ra. Ví dụ trên FIG.8 được đưa ra đối với các thay đổi về công suất quang hoặc chiều dài tiêu cự, mặc dù phương pháp tương tự có thể được áp dụng để bù cho các thay đổi về các đặc tính quang học khác thu được từ nhiệt được sinh ra. Ở khối 306, hàm của chiều dài tiêu cự hoặc công suất quang thay đổi có thể được vẽ đồ thị đối với các thay đổi về nhiệt độ. Điều này có thể tạo ra sự chỉ báo về đáp ứng tương ứng mong muốn trong thấu kính lõng 100.

Ở khối 308, thấu kính lõng 100 có thể được thiết kế. Theo một số phương án, các khía cạnh khác nhau của thấu kính lõng 100 có thể bị hạn chế bởi các thông số ứng dụng, hoặc có thể được thiết kế trước khối 308. Ở khối 308, một hoặc nhiều khía cạnh của thấu kính lõng 100 (ví dụ, cửa sổ 110 và/hoặc bộ phận cong 120) có thể được thiết kế để khiến cho thấu kính lõng 100 ít nhất một phần chống lại các thay đổi về công suất quang hoặc chiều dài tiêu cự được vẽ đồ thị ở khối 306 khi nhiệt được truyền đến thấu kính lõng 100. Theo một số phương án, máy tính tạo mô hình có thể được sử dụng để thiết kế một hoặc nhiều khía cạnh của thấu kính lõng 100, như để dự đoán cách mà các hình dạng cửa sổ cụ thể sẽ phản ứng với các thay đổi về nhiệt độ trong thấu kính lõng 100. Theo một số phương án, nhiệt độ trong thấu kính lõng 100 có thể khác nhau so với nhiệt độ trong môđun máy ghi hình 202. Ví dụ, một lượng nhiệt có thể bị thất thoát ra không khí môi trường, và cách trong đó thấu kính lõng 100 được ghép nối với môđun máy ghi hình 202 có thể ảnh hưởng đến lượng nhiệt được truyền từ môđun máy ghi hình 202 đến thấu kính lõng 100. Theo một số phương án, nhiệt được dự đoán truyền từ môđun máy ghi hình 202 đến thấu kính lõng 100 có thể được sử dụng để tác động đến thiết kế của thấu kính lõng 100. Ví dụ, nếu lượng tương đối nhỏ của nhiệt được truyền từ môđun máy ghi hình 202 đến thấu

kính lỏng 100, thì cửa sổ 110 có thể được thiết kế mỏng hơn để cho phép cửa sổ 110 uốn cong thích hợp để tạo ra khả năng chống lại thích hợp công suất quang khi chỉ lượng tương đối nhỏ của nhiệt được truyền đến thấu kính lỏng 100. Máy tính tạo mô hình có thể được sử dụng để dự đoán hoặc ước lượng nhiệt truyền từ môđun máy ghi hình 202 đến thấu kính lỏng 100. Ví dụ các thông số của thấu kính lỏng 100 mà có thể được điều chỉnh để điều khiển công suất quang thay đổi do chiều dày cảm nhiệt của cửa sổ 110, chiều dày của phần cong 120, số lượng các gợn sóng trong phần cong 120, kích cỡ (ví dụ, đường kính) của cửa sổ 110, kích cỡ của hốc 102, vật liệu được sử dụng cho cửa sổ 110 và/hoặc phần cong 120, và các đặc điểm khác của thấu kính lỏng 100 đã được mô tả ở đây.

Ở khối 310, thấu kính lỏng 100 có thể được thử nghiệm. Trong một số trường hợp, thấu kính lỏng 100 có thể được sản xuất và thử nghiệm về mặt vật lý. Ví dụ, thấu kính lỏng 100 và môđun máy ghi hình 202 có thể được liên kết, và môđun máy ghi hình 202 có thể được vận hành để sinh ra nhiệt. Chiều dài tiêu cự hoặc công suất quang của hệ thống máy ghi hình 200 bao gồm cả môđun máy ghi hình 202 và thấu kính lỏng 100 có thể được kiểm soát khi nhiệt được sinh ra và nhiệt độ tăng. Ở khối 312, thiết kế của thấu kính lỏng 100 có thể được điều chỉnh tùy ý, như khi đánh giá các kết quả của thử nghiệm ở khối 310. Nếu chiều dài tiêu cự hoặc công suất quang của hệ thống máy ghi hình 200 thay đổi nhiều hơn mong muốn khi nhiệt được sinh ra bởi môđun máy ghi hình, thiết kế của thấu kính lỏng 100 có thể được điều chỉnh để chống lại thích hợp hơn các hiệu ứng quang của nhiệt trong môđun máy ghi hình. Theo một số phương án, thấu kính lỏng 100 có thể được thử nghiệm ở khối 310 mà không có môđun máy ghi hình 202. Nhiệt có thể được tác động vào thấu kính lỏng và các thay đổi về công suất quang hoặc chiều dài tiêu cự có thể được kiểm soát và so sánh với các thay đổi về công suất quang của chiều dài tiêu cự trong môđun máy ghi hình 202. Theo một số phương án, thấu kính lỏng 310 có thể được thử nghiệm có sử dụng máy tính tạo mô hình, mà không phải bằng thử nghiệm theo kinh nghiệm mẫu sản xuất. Các khối khác nhau của phương pháp 300 có thể được lặp lại. Ví dụ, nhiều vòng của thấu kính lỏng thử nghiệm (khối 310) và các điều chỉnh kết cấu thấu kính lỏng (khối 312) có thể được thực hiện. Theo một số phương án, các điều chỉnh có thể

được thực hiện cho môđun máy ghi hình 202 theo cách tương tự hoặc thay thế, và/hoặc các điều chỉnh có thể được thực hiện cho cơ chế lắp để ghép nối thấu kính lỏng 101 với môđun máy ghi hình 202 (ví dụ, để tăng hoặc giảm lượng nhiệt được truyền đến thấu kính lỏng 100). Theo một số phương án, nhiều môđun máy ghi hình 202 và các thấu kính lỏng 100 có thể được thử nghiệm, như cải thiện độ chính xác của thử nghiệm. Ví dụ, các khối 302 và 304 có thể được thực hiện nhiều lần (ví dụ, 20, 50, 100 lần, hoặc nhiều hơn) và biểu đồ của khối 306 có thể kết hợp (ví dụ, tính trung bình) các kết quả khác nhau. Theo cách tương tự nhiều thấu kính lỏng có thể được sản xuất và được thử nghiệm, như cải thiện độ chính xác của thử nghiệm.

Có thể có nhiều biến thể. Ví dụ, phương pháp có thể bỏ qua bước vẽ đồ thị hàm số thay đổi về chiều dài tiêu cự hoặc công suất quang ở khối 306. Máy tính tạo mô hình chương trình có thể sử dụng dữ liệu từ thử nghiệm môđun máy ghi hình 202 để thiết kế thấu kính lỏng được khuyến nghị hoặc để tạo ra thiết kế các thông số mà không tạo ra đồ thị ở khối 306. Theo một số phương án, khối 312 có thể được bỏ qua, như nếu không cần có sự điều chỉnh. Theo một số phương án, tất cả thử nghiệm và thiết kế có thể được thực hiện có sử dụng máy tính tạo mô hình.

Mặc dù phương án thực hiện khác nhau được mô tả ở đây là liên quan đến cửa sổ trên 110, các đặc điểm này có thể cũng được tác động vào cửa sổ dưới 108. Theo một số phương án, một trong hai hoặc cả hai của cửa sổ trên 110 và cửa sổ dưới 108 có thể có phần cong hoặc bộ phận cong 120 và/hoặc có thể được tạo kết cấu để uốn cong, như được bộc lộ trong bản mô tả này. FIG.9 thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lỏng 100 có cửa sổ dưới 108 (ví dụ, ở hoặc gần đầu hẹp của hốc 102) được ghép nối với phần cong 120 sao cho cửa sổ dưới 108 có thể được dịch chuyển (ví dụ, dọc trục hướng xuống) để phù hợp với sự giãn nở nhiệt do nhiệt. FIG.10 thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lỏng 100 có các phần cong 120 cho cả hai cửa sổ trên 110 và cửa sổ dưới 108, sao cho cả hai cửa sổ 108 và 110 có thể được dịch chuyển (ví dụ, dọc trục) để phù hợp với sự giãn nở nhiệt (ví dụ, của các chất lưu 104 và 106). Cửa sổ dưới 108 và cửa sổ trên 110 có thể được tạo kết cấu dịch chuyển theo các hướng đối diện đáp ứng với các thay đổi về nhiệt độ. Cửa sổ dưới 108 và cửa sổ trên 110 có thể được tạo kết cấu dịch chuyển theo lượng tương

đương hoặc theo các lượng khác nhau đáp ứng với các thay đổi về nhiệt độ. Cửa sổ dưới 108 có thể dịch chuyển (ví dụ, dọc trục) khoảng cách bằng 50%, 60%, 70%, 80%, 90%, 100%, 110%, 120%, 130%, 140%, hoặc 150% của khoảng cách mà cửa sổ trên 110 dịch chuyển (ví dụ, dọc trục) đáp ứng với thay đổi về nhiệt độ. Khoảng cách mà các cửa sổ 108 và/hoặc 110 dịch chuyển có thể được đo ở phần được dịch chuyển nhiều nhất của các cửa sổ 108 và/hoặc 110 (ví dụ, ở đỉnh có dạng cửa sổ vòm). Các đặc điểm, các thông số, các phương pháp, khác nhau v.v. đã được mô tả ở đây có thể được thực hiện với phần cong 120 chỉ cho cửa sổ trên 110, với phần cong chỉ cho cửa sổ dưới 108, hoặc với các phần cong 120 cho cả hai cửa sổ trên 110 và cửa sổ dưới 108. Ngoài ra, mặc dù phương án thực hiện khác nhau được mô tả liên quan đến việc tăng thể tích của hốc hoặc ngăn 102 để phù hợp với sự giãn nở nhiệt, các thấu kính lõng 100 đã được mô tả ở đây có thể được tạo kết cấu để giảm thể tích của hốc hoặc ngăn 102 để phù hợp với sự co ngót (ví dụ, do các nhiệt độ làm mát). Ví dụ, cửa sổ 110 có thể được dịch chuyển (ví dụ, dọc trục) về phía mặt phân cách chất lưu 105 hoặc vào trong hốc 102, mà có thể làm giảm thể tích của hốc 102. Cửa sổ 110 có thể cũng nhô vào trong về phía mặt phân cách chất lưu 105 để làm giảm thể tích của ngăn hoặc hốc 102.

FIG.11 là hình vẽ phối cảnh một phần thể hiện thấu kính lõng phần tử cửa sổ. FIG.12 là hình vẽ mặt cắt của thấu kính lõng phần tử cửa sổ. FIG.13 là hình vẽ phối cảnh một phần thể hiện thấu kính lõng phần tử cửa sổ trong kết cấu uốn cong. Trên các hình vẽ từ FIG.11 đến FIG.13, một phần tử của phần tử cửa sổ được thể hiện. Phần tử cửa sổ các phương án thực hiện được bộc lộ trong bản mô tả này có thể được sử dụng cho cửa sổ trên 110 và/hoặc cửa sổ dưới 108, nhưng thường mô tả liên quan đến cửa sổ trên 110 để đơn giản hóa việc mô tả. Phần tử cửa sổ có thể bao gồm cửa sổ trong suốt 110, phần cong 120, và phần gắn 128. Cửa sổ trong suốt 110 có thể được bố trí ở vùng giữa, với phần cong 120 được định vị theo hướng kính hướng ra ngoài từ cửa sổ trong suốt 110, và/hoặc với phần gắn 128 được định vị theo hướng kính hướng ra ngoài từ phần cong 120. Phần gắn 128 có thể được bố trí ở chu vi của phần tử cửa sổ. Phần gắn 128 có thể được gắn với chất nền hoặc kết cấu đỡ hoặc vật liệu bên dưới khác (ví dụ, sử dụng kỹ thuật liên kết ở nhiệt độ phòng như được bộc lộ

trong Patent '990, hoặc chất kết dính, hoặc phương tiện giữ chặt, hoặc phương tiện thích hợp khác bất kỳ) đến vị trí phần tử cửa sổ trên thấu kính lõng 100, như có thể được thấy trên các hình vẽ từ FIG.1A đến FIG.6, ví dụ. Phần cong 120 có thể ghép nối phần gắn 128 với cửa sổ trong suốt 110. Phần cong 120 có thể có thể uốn cong hơn cửa sổ trong suốt 110 và/hoặc uốn cong hơn so với phần gắn 128. Phần cong 120 có thể mỏng hơn cửa sổ trong suốt 110 và/hoặc mỏng hơn phần gắn 128. Ví dụ, vật liệu của phần cong 120 có thể có chiều dày 130 bằng 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, hoặc 75% của chiều dày 132 của một trong hai hoặc cả hai của cửa sổ trong suốt 110 và phần gắn 128, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các giá trị khác cũng có thể được sử dụng theo một số phương án. Trong một số trường hợp, cửa sổ trong suốt 110 và phần gắn 128 có thể có cùng chiều dày, hoặc một trong số chúng có thể có chiều dày mà dày hơn hoặc mỏng hơn cái còn lại khoảng 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này.

Phần cong 120 có thể được tạo liền khối bằng cùng vật liệu (ví dụ, vật liệu thủy tinh) với cửa sổ trong suốt 110 và/hoặc phần gắn 128, ví dụ thành một tấm liền. Các loại vật liệu trong suốt khác nhau có thể được sử dụng, như thủy tinh, gốm, thủy tinh-gốm, hoặc các vật liệu polyme. Ví dụ, vật liệu trong suốt có thể bao gồm thủy tinh silicat (ví dụ, thủy tinh aluminosilicat, thủy tinh bosilicat), thạch anh, acrylic (ví dụ, Poly(metyl metacrylat) (PMMA), polycarbonat, v.v. Phần tử cửa sổ có thể được tạo ra từ mảnh (ví dụ, tấm) bằng vật liệu trong suốt (ví dụ, thủy tinh) có chiều dày 132. Vật liệu có thể được thay thế để tạo ra vùng mỏng hơn (ví dụ, có chiều dày của 130) của phần cong 120. Kỹ thuật khắc mòn, quang khắc, cắt laze, khoan, khoan CNC (CNC: computer numerical control - điều khiển số bằng máy tính), hoặc kỹ thuật thích hợp khác bất kỳ có thể được sử dụng. Ngạc nhiên là, đã phát hiện ra rằng phần cong thủy tinh mỏng 120 có thể uốn cong mà không bị vỡ, như được thể hiện ví dụ trên FIG.13, ngay cả cho dù thủy tinh về cơ bản là vật liệu giòn.

Phần cong 120 có thể là phần cong vòng để bao quanh cửa sổ 110. Một hoặc nhiều phần lõm hình khuyên 134a đến 134d có thể được tạo ra trên vật liệu. Các phần lõm 134a đến 134d có thể giãn nở hoàn toàn 360 độ để tạo ra dạng đóng kín, như hình tròn, mặc dù các hình dạng khác như elip, hình vuông, hình chữ nhật hoặc hình đa giác khác có thể được sử dụng. Các phần lõm 124a đến 124d có thể là đồng tâm, như có cùng tâm điểm, nhưng có các bán kính khác nhau hoặc chiều rộng khác nhau. phần lõm thứ nhất 134a có thể được định vị liền kề với cửa sổ trong suốt 110. Mép trong theo hướng kính của phần lõm 134a có thể tạo thành chu vi ngoài của cửa sổ trong suốt 110. Các phần lõm 134a đến 134d có thể được cách nhau về cơ bản là tương đương với mỗi phần lõm liền kề theo hướng kính. Khi dịch chuyển theo hướng kính ra ngoài, các phần lõm 134a đến 134d có thể được bố trí trên các mặt xen kẽ. Nhờ ví dụ, phần lõm thứ nhất 134a có thể được định vị ở mặt trên, phần lõm thứ hai 134b có thể được định vị ở mặt đáy, phần lõm thứ ba 134c có thể được định vị ở mặt trên, và phần lõm thứ tư 134d có thể được định vị ở mặt đáy. Các phần lõm 134a đến 134d có thể tạo ra một hoặc nhiều gợn sóng, như có thể được thấy ví dụ trên FIG.12. Phần cong 120 có thể có dạng mặt cắt mà bao gồm mẫu hình không phẳng lặp lại. Thành tách biệt một phần lõm 134a với phần lõm liền kề 134b (ví dụ, được tạo ra ở mặt đối diện) có thể có chiều dày 130. Các phần lõm 134a đến 134d có thể có chiều sâu sao cho vật liệu ở đế của phần lõm có chiều dày, mà có thể hầu như bằng với chiều dày 130 của thành giữa các phần lõm liền kề 134a đến 134d. Chiều dày của đế và thành có thể khác nhau khoảng 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, hoặc 30% theo một số phương án, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kết cấu khác có thể có. Các phần lõm 134a đến 134d có thể có dạng mặt cắt, kích cỡ mặt cắt, và/hoặc chiều sâu hầu như giống nhau. Các phần lõm 134a đến 134d có thể có dạng mặt cắt hình thang, mặc dù các hình dạng khác có thể được sử dụng, như hình nửa tròn, elip một phần, hình tam giác, hình vuông, hình chữ nhật, hoặc hình đa giác khác. Các phần lõm 134a đến 134d có thể có cùng kích cỡ và hình dạng ngoại trừ bán kính hoặc chiều rộng của các vị trí của các phần lõm 134a đến 134d có thể thay đổi.

FIG.13 thể hiện phần cong 120 và cửa sổ trong suốt 110 ở trạng thái uốn cong, như có thể được gây ra bởi sự giãn nở nhiệt trong thấu kính lỏng 100. Do phần cong 120 là mỏng hơn và có thể uốn cong hơn so với cửa sổ trong suốt 110, phần cong 120 được biến dạng nhiều hơn so với cửa sổ trong suốt 110. Khoảng cách dịch chuyển 124 cho phần cong 120 có thể lớn hơn khoảng cách dịch chuyển 126 cho cửa sổ trong suốt 110, như được mô tả trong bản mô tả này. FIG.14 thể hiện ví dụ của thấu kính lỏng cửa sổ 110 mà không có phần cong 120. FIG.14 thể hiện cửa sổ 110 ở vị trí uốn cong, như có thể được gây ra bởi sự giãn nở nhiệt trong thấu kính lỏng. Cửa sổ có thể uốn cong 110 có thể có chiều dày hầu như không đổi trên toàn bộ cửa sổ. Sự dịch chuyển dọc trục 126 của cửa sổ 110 trên FIG.13 có thể nhỏ hơn đáng kể sự dịch chuyển dọc trục 126 của cửa sổ 110 trên FIG.14, do biến dạng của phần cong 120 trên FIG.13 có thể phù hợp với lượng giãn nở đáng kể. Ngoài ra, cửa sổ 110 trên FIG.13 có thể dày hơn so với cửa sổ 110 trên FIG.14 (ví dụ, do trên FIG.14 toàn bộ cửa sổ 110 được tạo mỏng hơn và có thể uốn cong hơn sao cho nó có thể phù hợp với sự giãn nở nhiệt mà không cần phần cong chuyên dụng 120), mà có thể khiến cho cửa sổ 110 trên FIG.13 biến dạng ít hơn. Nếu chỉ sự dịch chuyển dọc trục của theo hướng kính phần trong của cửa sổ 110 trên FIG.14 được khảo sát (ví dụ, phần có cùng bán kính với cửa sổ 110 trên FIG.13), các phương án thực hiện trên FIG.13 vẫn sẽ có sự dịch chuyển cửa sổ ít hơn 126. Phần của cửa sổ 110 để truyền ánh sáng mà đến được bộ cảm biến quang để tạo ra hình ảnh có thể được biến dạng ít hơn theo phương án thực hiện trên FIG.13, khi so sánh với phương án trên FIG.14. Do vậy phương án thực hiện trên FIG.13 có thể tạo ra ít thay đổi hơn về công suất quang do nhiệt độ thay đổi. Cửa sổ trên FIG.14 có thể có gần như dạng Gaussian khi được uốn cong. Cửa sổ trên FIG.13 có thể có dạng gần như hình cầu hoặc parabol, mà có thể tạo ra ít quang sai hơn so với hình dạng Gaussian trên FIG.14.

FIG.15 là hình vẽ phối cảnh từ trên xuống của phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lỏng phần tử cửa sổ. FIG.16 là hình vẽ phối cảnh từ của thấu kính lỏng phần tử cửa sổ. FIG.17 là hình chiếu từ trên xuống của thấu kính lỏng phần tử cửa sổ. FIG.18 là hình chiếu từ phía dưới của thấu kính lỏng phần tử cửa sổ. FIG.19 là hình vẽ mặt cắt của thấu kính lỏng phần tử cửa sổ. FIG.20 là hình vẽ mặt cắt một phần mà

bao gồm phần cong 120 của thấu kính lõng phần tử cửa sổ. FIG.21 và FIG.22 thể hiện một phần tử của phần cong 120 và cửa sổ 110 trong kết cấu uốn cong. Thấu kính lõng phần tử cửa sổ được mô tả liên quan đến cửa sổ trên 110 của thấu kính lõng 100, nhưng phần tử cửa sổ tương tự có thể được sử dụng làm phần tử cửa sổ dưới 108 trong thấu kính lõng 100. Phần tử cửa sổ trên các hình vẽ từ FIG.15 đến FIG.22 có thể là tương tự với phần tử cửa sổ trên các hình vẽ từ FIG.11 đến FIG.13, và các đặc điểm đã được mô tả liên quan đến các hình vẽ từ FIG.11 đến FIG.13 có thể áp dụng cho phương án thực hiện trên các hình vẽ từ FIG.15 đến FIG.22, mặc dù chúng không được mô tả lặp lại.

Phần lõm trong theo hướng kính 134a (ví dụ, phần lõm thứ nhất 134a) có thể được tạo ra ở phía đáy (ví dụ, phía quay về phía hốc 102 trong thấu kính lõng 100). Phần lõm thứ hai 134b có thể được tạo ra ở phía trên (ví dụ, phía quay ra ra với hốc 102 của thấu kính lõng 100). Phần lõm thứ ba 134c có thể được tạo ra ở phía đáy. Phần lõm thứ tư 134d (ví dụ, theo hướng kính hướng ra ngoài phần lõm 134d) có thể được tạo ra ở phía trên. Các phần lõm 134a đến 134d có thể có dạng mặt cắt nửa hình tròn. Các phần lõm 134a đến 134d có thể được tạo ra bằng cách khắc mòn, mặc dù các kỹ thuật khác nhau khác có thể được sử dụng để tạo ra các phần lõm 134a đến 134d, bao gồm các kỹ thuật được mô tả ở đây. Do hình dạng uốn cong của các mặt của các phần lõm 134a đến 134d, các thành giữa các phần lõm liền kề 134a đến 134d có thể có chiều dày thay đổi. Ví dụ, ở góc mép 136 của phần lõm thành giữa các phần lõm liền kề có thể là tương đối dày. Ở khoảng nửa chiều sâu của phần lõm 134a đến 134d (ví dụ, ở vị trí 138 trên FIG.20), thành giữa các phần lõm liền kề có thể là tương đối mỏng. Thành giữa các phần lõm liền kề (ví dụ, giữa phần lõm 134c và 134d) có thể có chiều dày 130a ở phần mỏng, như được thể hiện trên FIG.20. Các phần lõm 134a đến 134d có thể có chiều sâu sao cho vật liệu ở đế của phần lõm 134a đến 134d có thể có chiều dày 130b. Chiều dày 130a của thành và chiều dày 130b của đế có thể hầu như bằng nhau. Chiều dày 130a của thành và chiều dày 130b của đế có thể khác nhau khoảng 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, hoặc 30% theo một số phương án, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kết cấu khác có thể có.

FIG.21 và FIG.22 thể hiện phần cong 120 và cửa sổ 110 trong kết cấu uốn cong. Phần cong 120 có thể được dịch chuyển dọc trục nhiều hơn so với cửa sổ 110 (ví dụ, được đo ở đỉnh hoặc phần được dịch chuyển nhiều nhất của cửa sổ). Tỷ lệ của khoảng cách dịch chuyển dọc trục 124 từ phần cong 120 đến khoảng cách dịch chuyển dọc trục 126 từ cửa sổ 110 có thể là 1:1, 1,5:1, 2:1, 2,5:1, 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 8:1, 10:1, 12:1, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các tỷ lệ này, mặc dù một số phương án thực hiện cũng có thể tạo ra các tỷ lệ khác. Tỷ lệ của tổng khoảng cách dịch chuyển dọc trục (ví dụ, tổng khoảng cách 124 và 126) đến khoảng cách dịch chuyển dọc trục 126 của cửa sổ 110 có thể là 2:1, 2,5:1, 3:1, 4:1, 5:1, 6:1, 8:1, 10:1, 12:1, 15:1, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các tỷ lệ này, mặc dù một số phương án thực hiện cũng có thể tạo ra các tỷ lệ khác.

Theo một số phương án, mặt của phần tử cửa sổ quay về phía hốc 102 (ví dụ, phía đáy của cửa sổ trên 110) có thể có phần lõm 140. Phần võng xuống 140 có thể mở rộng cắt ngang một phần hoặc tất cả phần cong 120. Phần võng xuống 140 có thể mở rộng cắt ngang một phần hoặc tất cả của cửa sổ trong suốt 110. Phần gấn 128 có thể dày hơn so với cửa sổ 110. Phần gấn 128 có thể dày hơn so với chiều cao của phần cong 120 (ví dụ, chiều cao của các gợn sóng mà được tạo ra bởi các phần lõm 134a đến 134d). Ví dụ, phần gấn 128 có thể có chiều dày 142 và cửa sổ 110 có thể có chiều dày 144, như được thể hiện trên FIG.20. Phần cong 120 có thể có chiều cao 144 mà có thể bằng với chiều dày của cửa sổ 110. Phần lõm 140 có thể có chiều sâu 146, như được thể hiện trên FIG.20. Trong một số trường hợp, cửa sổ trong suốt 110 và/hoặc chiều cao của phần cong 120 có thể nhỏ hơn chiều dày của phần gấn 128 khoảng 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này. Phần võng xuống 140 có thể được tạo ra trước hoặc sau các phần lõm 134a đến 134d. Ví dụ, phần võng xuống 140 có thể được tạo ra trên một mặt của tấm thủy tinh (ví dụ, nhờ sử dụng kỹ thuật khắc mòn hoặc kỹ thuật thích hợp khác bất kỳ). Các phần lõm 134a và 134c có thể được tạo ra ở đế của phần võng xuống 140 (ví dụ, nhờ sử dụng

kỹ thuật khắc mòn hoặc kỹ thuật thích hợp khác bất kỳ). Các phần lõm 134b và 134d có thể được tạo ra trên mặt còn lại của tấm thủy tinh (ví dụ, nhờ sử dụng kỹ thuật khắc mòn hoặc kỹ thuật thích hợp khác bất kỳ) trước hoặc sau phần vồng xuống 140 và/hoặc các phần lõm 134a và 134c. Trong một số trường hợp, phần vồng xuống 140 có thể được tạo ra sau các phần lõm 134a và 134c. Ví dụ, việc tạo ra phần vồng xuống 140 sẽ làm giảm chiều sâu của các phần lõm 134a và 134c, theo một số phương án.

Phần vồng xuống 140 có thể tạo ra khe hở giữa phần cong 120 và/hoặc cửa sổ 110 và cấu trúc bên dưới của thấu kính lõng 100. Khe hở có thể cản trở không cho phần cong 120 và/hoặc cửa sổ 110 tiếp xúc với cấu trúc bên dưới. Khe hở có thể tạo ra sự nối điện giữa điện cực và chất lưu trong thấu kính lõng. FIG.23 thể hiện và phương án thực hiện làm ví dụ của thấu kính lõng 100 mà có phần lõm 140 ở bên dưới của phần tử cửa sổ dùng cho cửa sổ trên 110. Kết cấu nón cụt có thể kéo dài lên đến mức của phần gắn 128 dùng cho phần tử cửa sổ. Phần vồng xuống 140 có thể cản trở không cho phần cong 120 và/hoặc cửa sổ 110 chạm với bề mặt trên hoặc đầu của kết cấu nón cụt. Trong một số trường hợp, điện cực thứ hai 116 có thể tiếp xúc với chất lưu phân cực 104 ở vị trí bên trên kết cấu nón cụt, hoặc nằm ở bề mặt trên của kết cấu nón cụt. Điện cực thứ hai 116 có thể tiếp xúc chất lưu phân cực 104 ở vị trí ngay bên dưới phần cong 120. Phần vồng xuống 140 có thể tạo ra khe hở sao cho chất lưu phân cực 104 có thể điền đầy vùng bên dưới phần cong 120 và tiếp xúc điện cực thứ hai 116. Theo một số phương án, một số hoặc tất cả phần cong 120 có thể được định vị theo hướng kính bên ngoài phần nón cụt của hốc 102, như có thể được thấy trên FIG.23.

***Phần tử cửa sổ (ví dụ, được tạo ra từ tấm thủy tinh) có thể có chiều dày (ví dụ, chiều dày 132 trên FIG.12 hoặc chiều dày 142 trên FIG.20) bằng 0,5 micron, 0,7 micron, 1,0 micron, 1,2 micron, 1,4 micron, 1,5 micron, 1,7 micron, 2,0 micron, 2,5 micron, 3 micron, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kích cỡ khác có thể được sử dụng theo một số phương án (ví dụ, cho các thấu kính lõng có quy mô lớn hơn). Trong một số trường hợp, phần gắn 128 và/hoặc cửa sổ 110 có thể có chiều

dày của 0,5 micron, 0,7 micron, 1,0 micron, 1,2 micron, 1,4 micron, 1,5 micron, 1,7 micron, 2,0 micron, 2,5 micron, 3 micron, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kích cỡ khác có thể được sử dụng theo một số phương án (ví dụ, cho các thấu kính lỏng có quy mô lớn hơn). Cửa sổ 110 có thể có chiều dày toàn bộ của tấm (ví dụ, bằng với chiều dày 142 của phần gắn 128), hoặc cửa sổ 110 có thể có chiều dày 144 mà được giảm theo chiều dày 146 của phần vồng xuống 140. Theo một số phương án, phần vồng xuống 140 có thể có chiều dày 146 của 0,1 micron, 0,15 micron, 0,2 micron, 0,25 micron, 0,3 micron, 0,35 micron, 0,4 micron, 0,45 micron, 0,5 micron, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kích cỡ khác cũng có thể được sử dụng. Thành giữa các phần lõm liên kề (ví dụ, giữa phần lõm 134c và 134d) có thể có chiều dày 130a của 0,1 micron, 0,15 micron, 0,2 micron, 0,25 micron, 0,3 micron, 0,35 micron, 0,4 micron, 0,45 micron, 0,5 micron, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kích cỡ khác cũng có thể được sử dụng. Đế của phần lõm 134a đến 134d có thể có chiều dày 130b bằng 0,1 micron, 0,15 micron, 0,2 micron, 0,25 micron, 0,3 micron, 0,35 micron, 0,4 micron, 0,45 micron, 0,5 micron, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kích cỡ khác cũng có thể được sử dụng. Phần mô tả này được dự tính bao gồm các tỷ lệ và các so sánh giữa các kích thước khác nhau của các đặc điểm khác nhau đã được mô tả ở đây và/hoặc thể hiện trên các hình vẽ.

Có thể có nhiều biến thể. Ví dụ, theo một số phương án, phần vồng xuống 140 có thể được bỏ qua. Ví dụ, FIG.24 thể hiện phần cong 120 và cửa sổ 110 tương tự với FIG.20, nhưng không có phần lõm 140. Phương án thực hiện trên FIG.24 có thể được sử dụng với thấu kính lỏng 100 mà có vấu hoặc kết cấu nhô khác để gắn phần gắn 128. Phương án thực hiện trên FIG.24 có thể được sử dụng với thấu kính lỏng 100 mà có phần cong 120 được treo trên phần nón cụt của hốc 102 (ví dụ, xem FIG.1A và FIG.1B).

Tham chiếu đến FIG.25, theo một số phương án, một số hoặc tất cả của cửa sổ 110 không bao gồm phần võng xuống 140. Phần võng xuống 140 có thể mở rộng cắt ngang một số hoặc tất cả phần cong 120, nhưng không mở rộng cắt ngang cửa sổ 110. Phần võng xuống 140 có thể là phần lõm hình khuyên, mà có thể bao quanh cửa sổ 110. Trong một số trường hợp, phần võng xuống 140 có thể chồng lấp lên trên một phần của cửa sổ 110, nhưng không mở rộng đến phần giữa của cửa sổ 110 (ví dụ, không mở rộng đến phần của cửa sổ 110 để truyền ánh sáng mà đến được bộ cảm biến để tạo ra hình ảnh). Phần cong 120 có thể có chiều cao (ví dụ, chiều cao của các gợn sóng) mà nhỏ hơn chiều dày của cửa sổ 110, như khoảng 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này.

Các phần cong 120 được bộc lộ trong bản mô tả này có thể có số lượng thích hợp bất kỳ của các phần lõm và/hoặc các gợn sóng. Một số phương án thực hiện được thể hiện với bốn phần lõm 134a đến 134d, mặc dù các số lượng khác của các phần lõm có thể được sử dụng. FIG.26 thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của phần cong 120 mà có sáu phần lõm 134a-f. FIG.27 thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ của phần cong 120 mà có ba các phần lõm 134a-c. Phần cong 120 có thể có một, hai, ba, bốn, năm, sáu, tám, mười, mười hai, hoặc số lượng lớn hơn các phần lõm 134, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kết cấu khác có thể có. Phần cong 120 có thể có một, hai, ba, bốn, năm, sáu, hoặc số lượng lớn hơn các gợn sóng, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kết cấu khác có thể có.

Theo một số phương án, phần cong 120 không bao gồm các gợn sóng. Phần cong 120 có thể bao gồm vùng tương đối mỏng. phần lõm 134 có thể được tạo ra trong vật liệu (ví dụ, thủy tinh) để tạo ra vùng mỏng của phần cong 120. FIG.28 thể hiện phương án thực hiện làm ví dụ mà tương tự với FIG.20 nhưng một phần lõm 134 tạo ra phần mỏng cong 120. Phần võng xuống 140a ở một mặt và phần lõm 134 ở mặt còn lại có thể tạo ra phần mỏng cong 120. Phần cong 120 có thể có chiều dày mà bằng 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%,

hoặc 75% của chiều dày của một trong hai hoặc cả hai của cửa sổ trong suốt 110 và phần gắn 128, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các giá trị khác cũng có thể được sử dụng theo một số phương án. Chiều sâu của phần vồng xuống 140 có thể bằng 10%, 15%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%, 45%, 50%, 55%, 60%, 65%, 70%, hoặc 75% của chiều sâu của phần lõm 134, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các giá trị khác cũng có thể được sử dụng theo một số phương án.

Tham chiếu đến FIG.29, theo một số phương án, phần vồng xuống 140 có thể được bỏ qua. Phần cong 120 có thể được tạo ra bởi phần lõm 134, như được tạo ra trên mặt của phần tử cửa sổ quay ra xa hốc của thấu kính lõng, như được thể hiện trên FIG.29 đối với cửa sổ trên 110. Trong một số trường hợp, phần cong 120 có thể được tạo ra bởi phần lõm 134, như được tạo ra trên mặt của phần tử cửa sổ quay về phía hốc của thấu kính lõng, như được thể hiện trên FIG.30 đối với cửa sổ trên 110. Tham chiếu đến FIG.31, phần lõm thứ nhất 134a và phần lõm thứ hai 134b có thể được định vị ở các mặt đối diện của vật liệu để tạo ra phần cong 120 ở vật liệu giữa hai các phần lõm 134a-b. Các phần lõm 134a và 134b có thể ít nhất đối xứng một phần, ví dụ có hình dạng giống nhau, chiều sâu, kích cỡ, và/hoặc vị trí.

Thử nghiệm được thực hiện trên các thấu kính lõng có sử dụng cửa sổ trên 110 và phần cong 120 theo các hình vẽ từ FIG.15 đến FIG.22. FIG.32 thể hiện thay đổi của công suất quang được đo theo điốp khi nhiệt độ được thay đổi từ 22 độ C đến 60 độ C. Đối với thử nghiệm này, các thấu kính lõng được cấp điện áp 50 vôn. Đường A thể hiện dữ liệu từ thử nghiệm mà được thực hiện trên các thấu kính lõng có phần cong 120 theo các hình vẽ từ FIG.15 đến FIG.22. Đường B thể hiện dữ liệu từ thử nghiệm mà được thực hiện trên các thấu kính lõng mà không có phần cong 120 (ví dụ, tương tự với FIG.14). Đối với các thấu kính lõng có phần cong 120 (đường A), công suất quang thay đổi từ khoảng 18,7 điốp đến khoảng 22,1 điốp, cho sự thay đổi bằng khoảng 3,4 điốp. Đối với các thấu kính lõng không có phần cong 120 (đường B), công suất quang thay đổi từ khoảng 15,5 điốp đến khoảng 21,8 điốp, cho sự thay đổi bằng khoảng 6,3 điốp. Do đó, phần cong 120 có thể làm giảm các

thay đổi về công suất quang sinh ra từ sự giãn nở nhiệt khi nhiệt độ thay đổi. Các thấu kính lõng có phần cong 120, như được bộc lộ trong bản mô tả này, có thể có tốc độ thay đổi công suất quang cảm nhiệt bằng 0,15 điốp trên độ C, 0,14 điốp trên độ C, 0,13 điốp trên độ C, 0,12 điốp trên độ C, 0,11 điốp trên độ C, 0,1 điốp trên độ C, 0,09 điốp trên độ C, 0,08 điốp trên độ C, 0,07 điốp trên độ C, 0,06 điốp trên độ C, 0,05 điốp trên độ C, 0,04 điốp trên độ C, 0,03 điốp trên độ C, 0,02 điốp trên độ C, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này. Các thấu kính lõng có thể có cửa sổ 110 có đường kính bằng 20 mm, 15 mm, 12 mm, 10 mm, 8 mm, 6 mm, 5 mm, 4 mm, 3 mm, 2 mm, nhỏ hơn, hoặc các giá trị bất kỳ giữa các giá trị này, hoặc các khoảng bất kỳ được giới hạn bởi sự kết hợp bất kỳ của các giá trị này, mặc dù các kích cỡ khác có thể được sử dụng theo một số phương án.

Mặc dù bản mô tả này có chứa các phương án và ví dụ nhất định, nhưng người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ hiểu rằng phạm vi này vượt ra ngoài các phương án được mô tả cụ thể đối với các phương án và/hoặc cách sử dụng khác và các sửa đổi và tương đương của chúng. Ngoài ra, trong khi một số biến thể của các phương án đã được trình bày và mô tả chi tiết, các sửa đổi khác sẽ dễ dàng được thấy rõ hơn đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật dựa trên bản mô tả này. Nó cũng được dự tính rằng các kết hợp hoặc kết hợp phụ khác nhau của các tính năng và khía cạnh cụ thể của các phương án có thể được thực hiện và vẫn nằm trong phạm vi bộc lộ này. Cần hiểu rằng các tính năng và khía cạnh khác nhau của các phương án có thể được kết hợp với hoặc thay thế cho nhau để tạo thành các chế độ khác nhau của phương án. Phương pháp bất kỳ được mô tả ở đây không cần phải được thực hiện theo thứ tự đã nêu. Vì vậy, dự định rằng phạm vi không nên bị giới hạn bởi các phương án cụ thể được mô tả ở trên.

Từ ngữ có điều kiện, như, trong số những từ ngữ khác, "có thể" mà được dịch từ tiếng Anh từ "can", "could", "might", or "may", trừ khi có quy định cụ thể khác, hoặc được hiểu khác trong ngữ cảnh được sử dụng, thường nhằm truyền đạt phương án nhất định bao gồm, trong khi các phương án khác không bao gồm, một số tính năng, yếu tố và/hoặc các bước nhất định. Do đó, từ ngữ có điều kiện như vậy thường

không nhằm ngụ ý rằng các tính năng, thành phần và/hoặc các bước theo cách bất kỳ được yêu cầu cho một hoặc nhiều phương án hoặc một hoặc nhiều phương án nhất thiết phải bao gồm logic để quyết định, có hoặc không có người dùng nhập hoặc nhắc nhở, cho dù các tính năng, yếu tố và/hoặc các bước này được bao gồm hoặc sẽ được thực hiện trong phương án cụ thể bất kỳ. Các tiêu đề được sử dụng ở đây chỉ nhằm mục đích thuận tiện cho người đọc và không nhằm giới hạn phạm vi.

Hơn nữa, trong khi các thiết bị, hệ thống và phương pháp được mô tả trong tài liệu này có thể dễ bị thay đổi và các hình thức thay thế khác nhau, các ví dụ cụ thể đã được trình bày trong bản vẽ và được mô tả chi tiết trong tài liệu này. Tuy nhiên, cần hiểu rằng việc bộc lộ không chỉ giới hạn ở các hình thức hoặc phương pháp cụ thể được bộc lộ, mà ngược lại, nhằm mục đích bao gồm tất cả các sửa đổi, tương đương và các phương án thay thế theo tinh thần và phạm vi của các thực hiện khác nhau đã được mô tả. Hơn nữa, việc bộc lộ ở đây về tính năng, khía cạnh, phương pháp, tính chất, đặc tính, chất lượng, thuộc tính, yếu tố bất kỳ hoặc phản tương tự nào liên quan đến việc thực hiện hoặc phương án có thể được sử dụng trong tất cả các thực hiện hoặc phương án khác được nêu trong tài liệu này. Phương pháp bất kỳ được bộc lộ ở đây không cần phải được thực hiện theo thứ tự đã nêu. Các phương pháp được bộc lộ ở đây có thể bao gồm một số hành động được thực hiện bởi một bộ phận thực hiện; tuy nhiên, các phương thức cũng có thể bao gồm hướng dẫn bất kỳ của bên thứ ba về những hành động đó, rõ ràng hoặc ngụ ý.

Các khoảng được bộc lộ ở đây cũng bao gồm bất kỳ và tất cả các khoảng chồng lấp, các khoảng con và kết hợp của chúng. Các từ ngữ như "lên đến", "ít nhất", "lớn hơn", "nhỏ hơn", "giữa" và tương tự bao gồm số lượng được nêu. Các số lượng đứng trước bởi thuật ngữ như "khoảng" hoặc "xấp xỉ" bao gồm các số đã nêu và cần được giải thích dựa trên các trường hợp (ví dụ, chính xác nhất có thể trong các trường hợp, ví dụ: 5%, $\pm 10\%$, $\pm 15\%$, v.v.). Ví dụ, bằng khoảng 3,5 mm, bao gồm cả 3,5 mm. Các cụm từ đứng trước một thuật ngữ như là về cơ bản, bao gồm cụm từ được nêu và nên được giải thích dựa trên các trường hợp (ví dụ, càng nhiều càng tốt trong các trường hợp). Ví dụ, "hầu như không đổi", bao gồm cả hằng số. Trừ khi

được quy định khác, tất cả các phép đo được thực hiện ở các điều kiện chuẩn bao gồm nhiệt độ và áp suất môi trường.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thấu kính lõng bao gồm:

ngăn có thể tích;

chất lưu thứ nhất được chứa trong ngăn;

chất lưu thứ hai được chứa trong ngăn, trong đó chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai hầu như không thể trộn lẫn để tạo ra mặt phân cách chất lưu giữa chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai;

một hoặc nhiều điện cực thứ nhất được cách ly với các chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai;

một hoặc nhiều điện cực thứ hai có nối thông điện với chất lưu thứ nhất, trong đó vị trí của mặt phân cách chất lưu được dựa trên ít nhất một phần điện áp được đặt vào giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai;

cửa sổ được tạo kết cấu để truyền ánh sáng qua đó dọc theo đường trục quang; và phần cong được tạo kết cấu để khiến cho cửa sổ dịch chuyển dọc trục theo đường trục quang để thay đổi thể tích của ngăn, trong đó phần cong được làm bằng cùng vật liệu với cửa sổ, và trong đó phần cong còn được tạo liền khối với cửa sổ.

2. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó cửa sổ, khi được uốn, có độ cong không phải hình cầu.

3. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó cửa sổ và phần cong được làm bằng thủy tinh.

4. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó:

tấm thủy tinh bao gồm cửa sổ và phần cong;

phần cong bao gồm nhiều phần lõm đồng tâm bao quanh cửa sổ; và các phần lõm đồng tâm được tạo ra trên các mặt xen kẽ của tấm thủy tinh.

5. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó:

khi thấu kính lõng ở trạng thái uốn cong, cửa sổ được dịch chuyển dọc trục theo khoảng cách dịch chuyển uốn cong từ phần uốn của phần cong và cửa sổ được dịch chuyển dọc trục theo khoảng cách uốn cửa sổ từ phần uốn của cửa sổ, và khoảng cách dịch chuyển phần cong lớn hơn khoảng cách uốn cong cửa sổ.

6. Thấu kính lõng theo điểm 5, trong đó khi thấu kính lõng ở trạng thái uốn cong, tỷ lệ của khoảng cách dịch chuyển phần cong với khoảng cách uốn cong cửa sổ ít nhất bằng 2:1.

7. Thấu kính lõng theo điểm 5, trong đó khi thấu kính lõng ở trạng thái uốn cong, tỷ lệ của khoảng cách dịch chuyển phần cong và khoảng cách uốn cong cửa sổ ít nhất bằng 4:1.

8. Thấu kính lõng theo điểm 6, trong đó tỷ lệ này nhỏ hơn hoặc bằng 12:1.

9. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó cửa sổ có thể uốn cong và phần cong có thể uốn cong hơn so với cửa sổ.

10. Thấu kính lõng theo điểm 9, trong đó cửa sổ uốn cong để có độ cong gần như hình cầu hoặc độ cong gần như dạng parabolit.

11. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó chiều dày của cửa sổ lớn hơn chiều dày của phần cong.

12. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó phần cong được định vị theo phương chu vi xung quanh cửa sổ.

13. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó phần cong cản trở không cho ánh sáng mà chạm vào phần cong truyền qua thấu kính lõng.

14. Thấu kính lõng theo điểm 1, trong đó thấu kính lõng có tốc độ thay đổi công suất quang cảm nhiệt không lớn hơn 0,1 điốp trên độ C.

15. Thấu kính lõng theo điểm 14, trong đó tốc độ thay đổi công suất quang cảm nhiệt ít nhất bằng 0,02 điốp trên độ C.

16. Hệ thống máy ghi hình bao gồm:

thấu kính lõng theo điểm 1; và

môđun máy ghi hình bao gồm:

bộ cảm biến hình ảnh; và

một hoặc nhiều thấu kính cố định được tạo kết cấu để truyền ánh sáng lên trên bộ cảm biến hình ảnh, trong đó sự hoạt động của môđun máy ghi hình tạo ra nhiệt mà gây ra sự thay đổi về chiều dài tiêu cự của một hoặc nhiều thấu kính cố định;

trong đó thấu kính lõng được ghép nhiệt với môđun máy ghi hình sao cho nhiệt từ môđun máy ghi hình được truyền đến thấu kính lõng, và nhiệt được truyền đến các thấu kính lõng uốn cong cửa sổ để tạo ra sự thay đổi về chiều dài tiêu cự của thấu kính lõng mà ít nhất một phần chống lại sự thay đổi về chiều dài tiêu cự của một hoặc nhiều thấu kính cố định trong môđun máy ghi hình.

17. Thấu kính lõng bao gồm:

ngăn có thể tích;

chất lưu thứ nhất được chứa trong ngăn;

chất lưu thứ hai được chứa trong ngăn, trong đó chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai hầu như không thể trộn lẫn để tạo ra mặt phân cách chất lưu giữa chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai;

một hoặc nhiều điện cực thứ nhất được cách ly với các chất lưu thứ nhất và chất lưu thứ hai;

một hoặc nhiều điện cực thứ hai có nối thông điện với chất lưu thứ nhất, trong đó vị trí của mặt phân cách chất lưu được dựa trên ít nhất một phần điện áp được đặt vào giữa các điện cực thứ nhất và điện cực thứ hai;

cửa sổ được tạo kết cấu để truyền ánh sáng qua đó dọc theo đường trục quang; và phần cong được tạo kết cấu để khiến cho cửa sổ dịch chuyển dọc trục theo đường trục quang để thay đổi thể tích của ngăn, trong đó phần cong được tạo liền khối với cửa sổ;

trong đó khi thấu kính lõng ở trạng thái uốn cong, phần cong uốn cong sao cho phần chu vi của cửa sổ được dịch chuyển dọc trục theo khoảng cách dịch chuyển uốn cong;

trong đó khi thấu kính lõng ở trạng thái uốn cong, cửa sổ uốn cong sao cho phần giữa của cửa sổ được dịch chuyển dọc trục theo khoảng cách dịch chuyển cửa sổ toàn bộ lớn hơn khoảng cách dịch chuyển phần cong; và

trong đó khoảng cách dịch chuyển phần cong nằm trong khoảng 60% và 95% của khoảng cách dịch chuyển cửa sổ toàn bộ.

18. Thấu kính lõng bao gồm:

hốc có đầu thứ nhất và đầu thứ hai, trong đó đường trục quang kéo dài qua hốc từ đầu thứ nhất đến đầu thứ hai;

các chất lưu trong hốc, trong đó các chất lưu tạo ra ít nhất một mặt phân cách chất lưu, và trong đó đường trục quang kéo dài qua ít nhất một mặt phân cách chất lưu;

kết cấu đỡ được định vị theo hướng kính ra phía ngoài của đầu thứ nhất của hốc; và tấm thủy tinh bao gồm:

phần cửa sổ được định vị trên đầu thứ nhất của hốc, trong đó đường trục quang kéo dài qua phần cửa sổ;

phần gắn được định vị theo hướng kính ra phía ngoài của phần cửa sổ, phần gắn được gắn với kết cấu đỡ; và

phần cong giữa phần cửa sổ và phần gắn, trong đó phần cong là mỏng hơn phần cửa sổ, và trong đó phần cong còn được tạo liền khối với cửa sổ.

19. Thấu kính lõng theo điểm 18, trong đó phần cong bao gồm các phần lõm đồng tâm.

20. Thấu kính lõng theo điểm 18, trong đó phần cong là phần cong dạng vòng bao quanh phần cửa sổ.

1/18

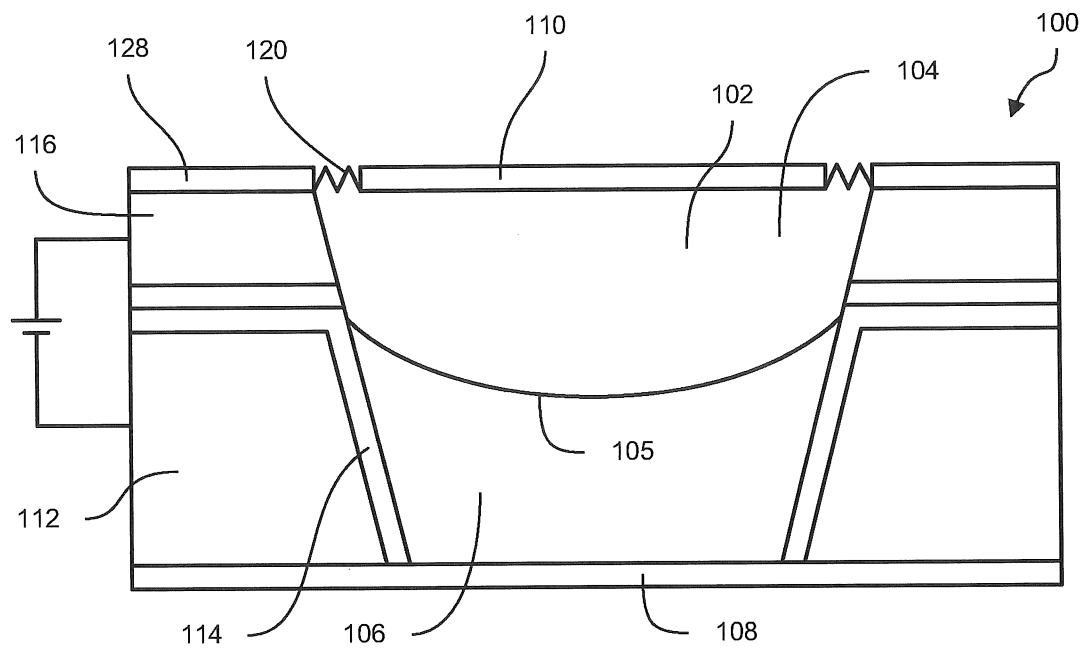


FIG. 1A

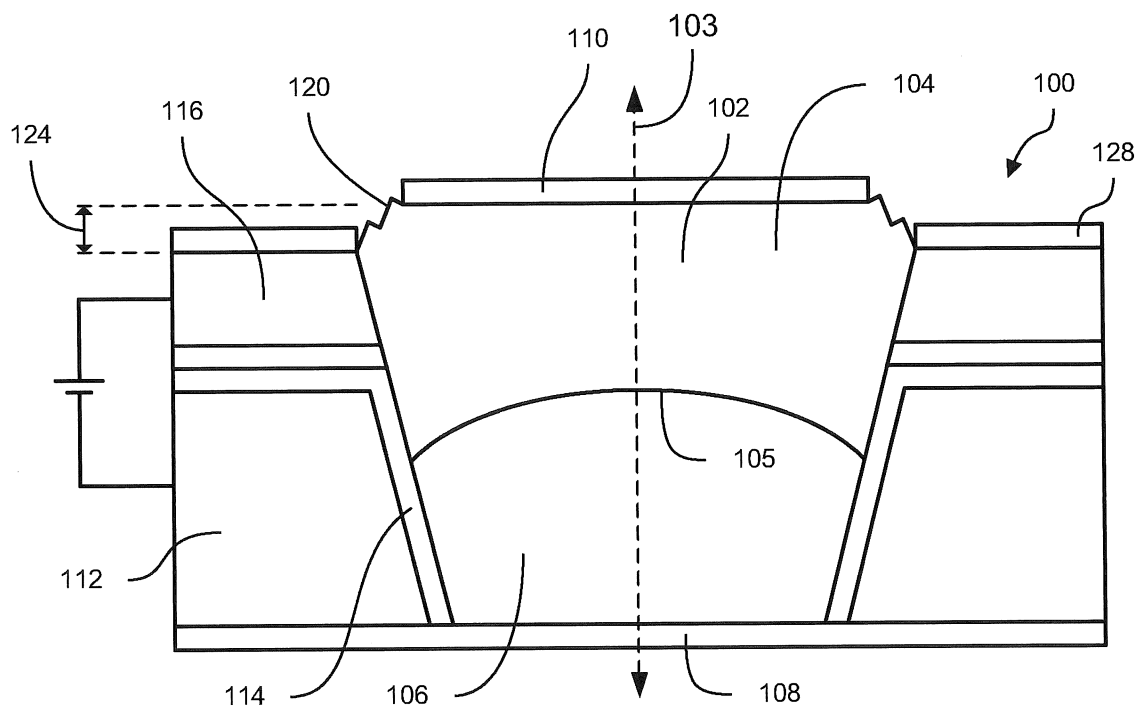
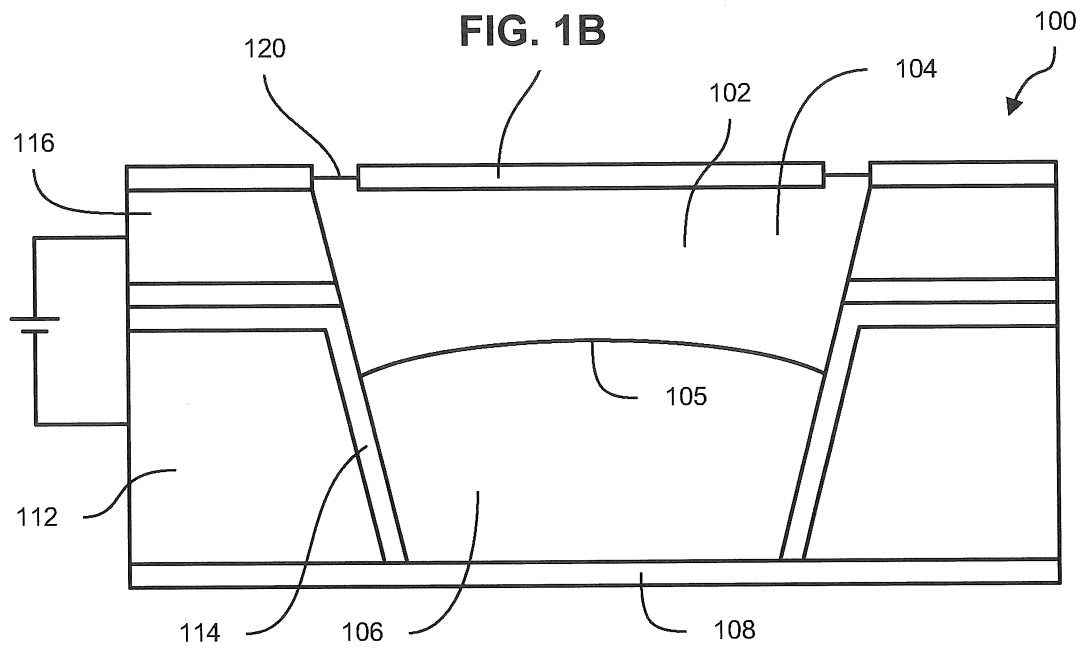
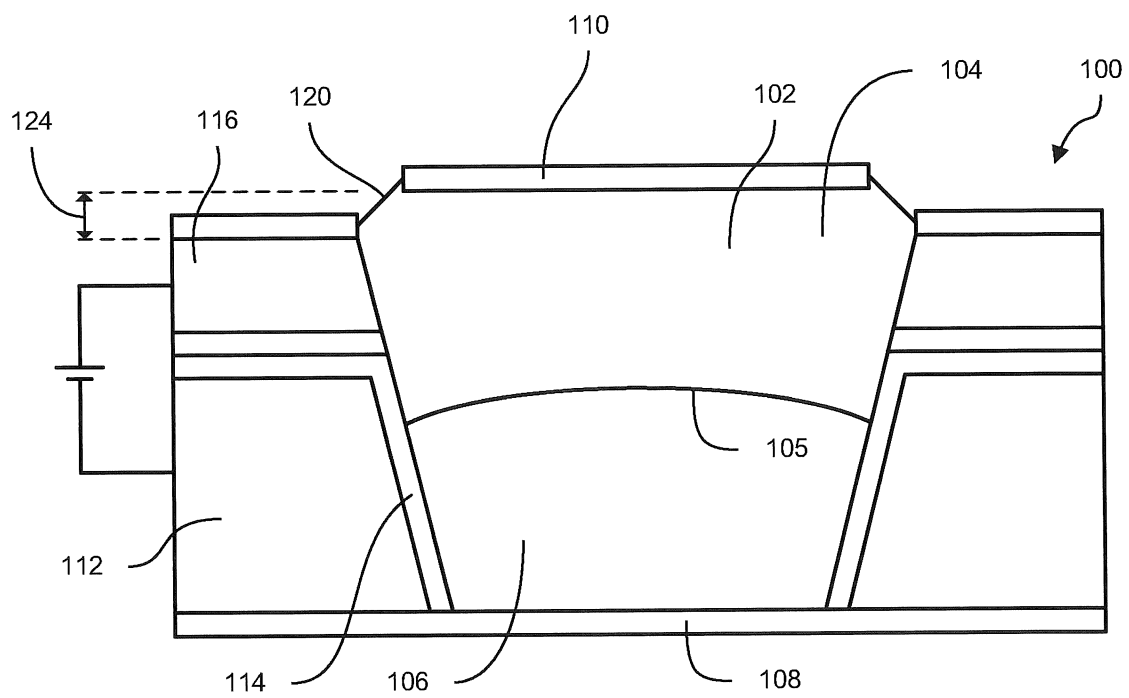


FIG. 1B

2/18

FIG. 1B**FIG. 2A****FIG. 2B**

3/18

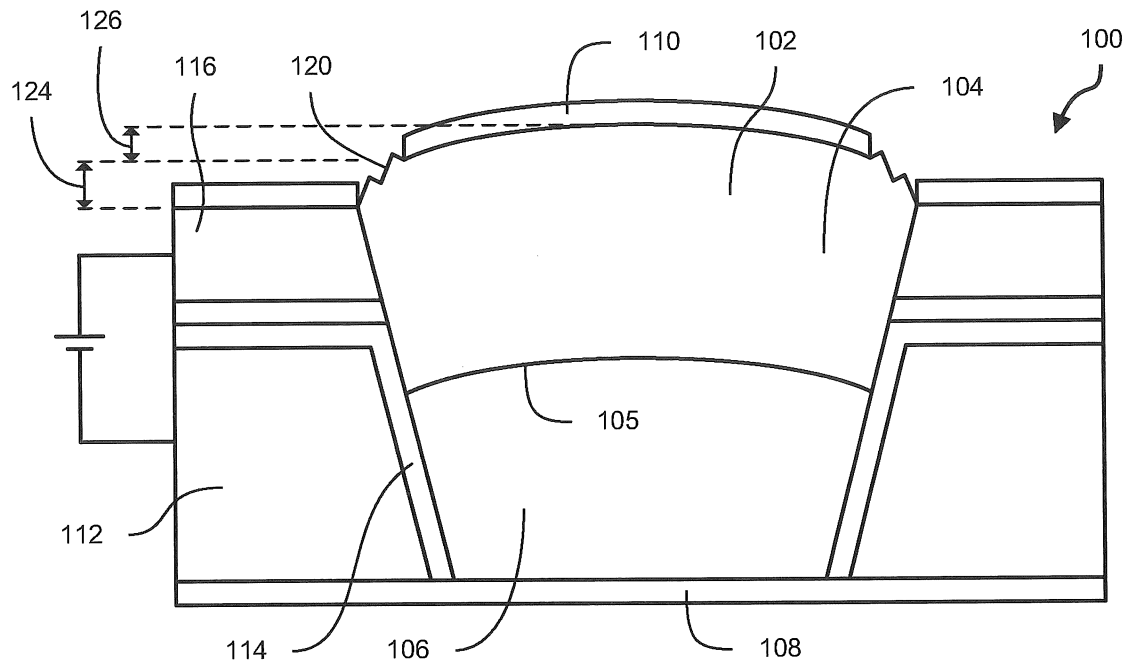


FIG. 3

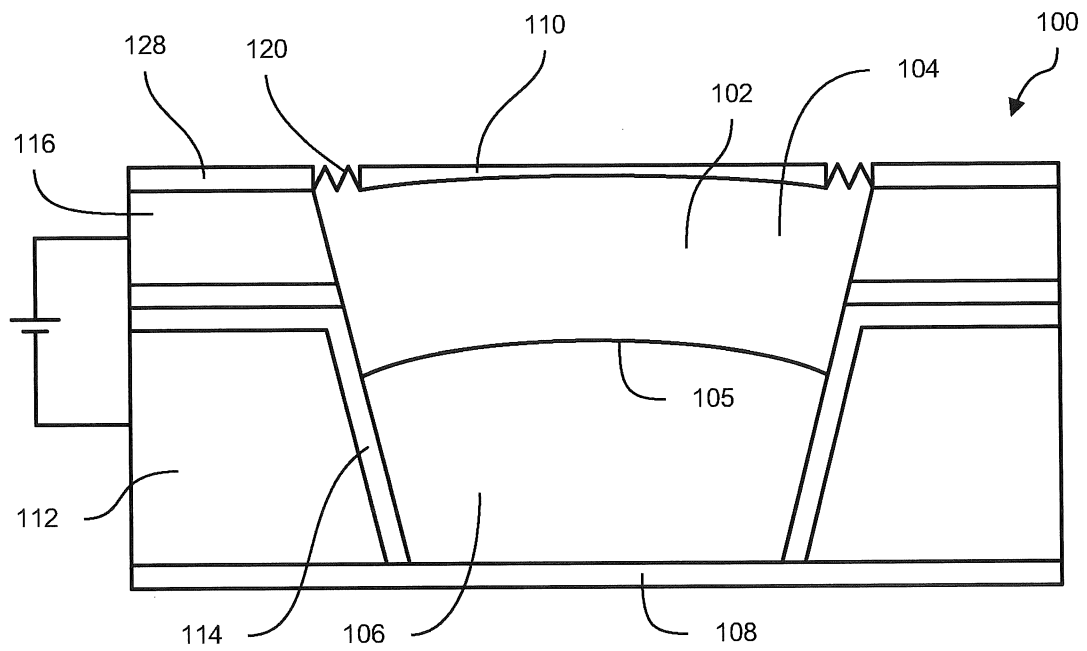


FIG. 4

4/18

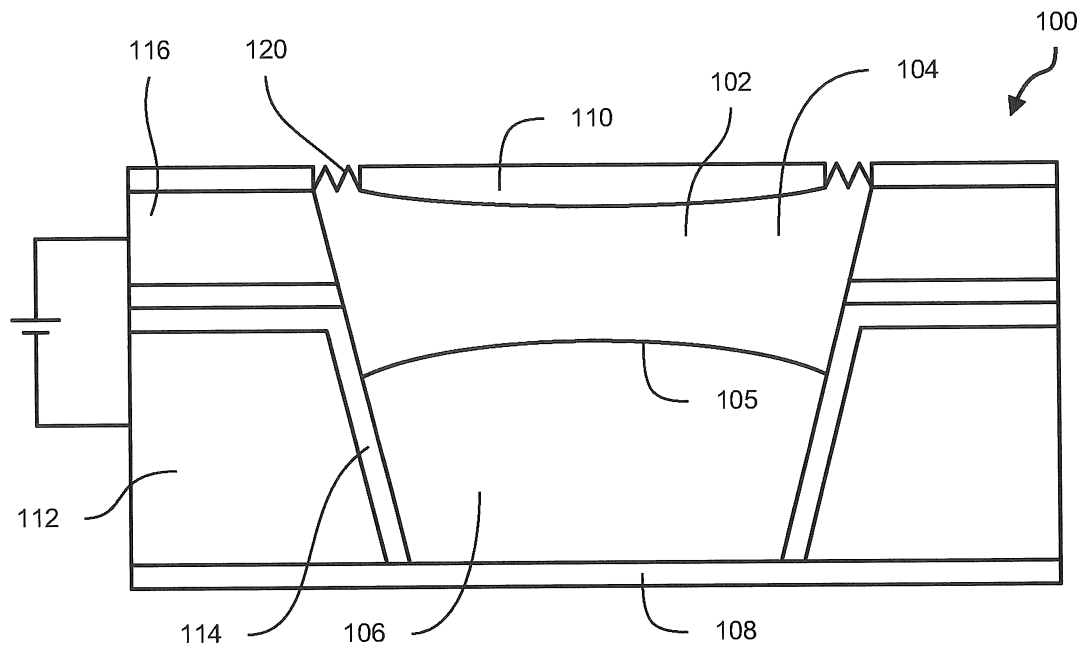


FIG. 5

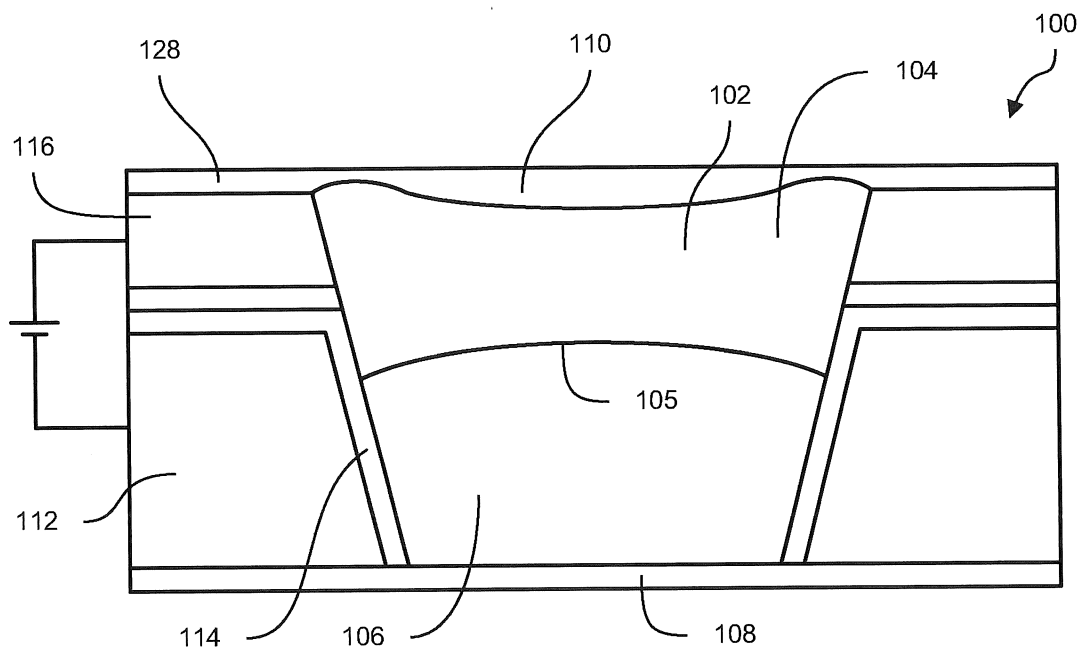
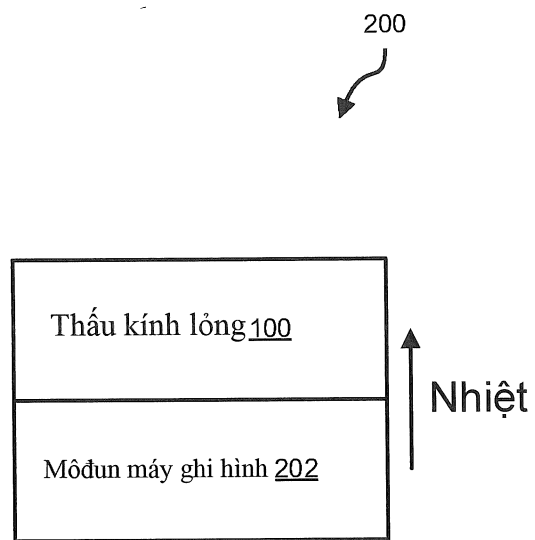


FIG. 6

5/18

**FIG. 7**

6/18

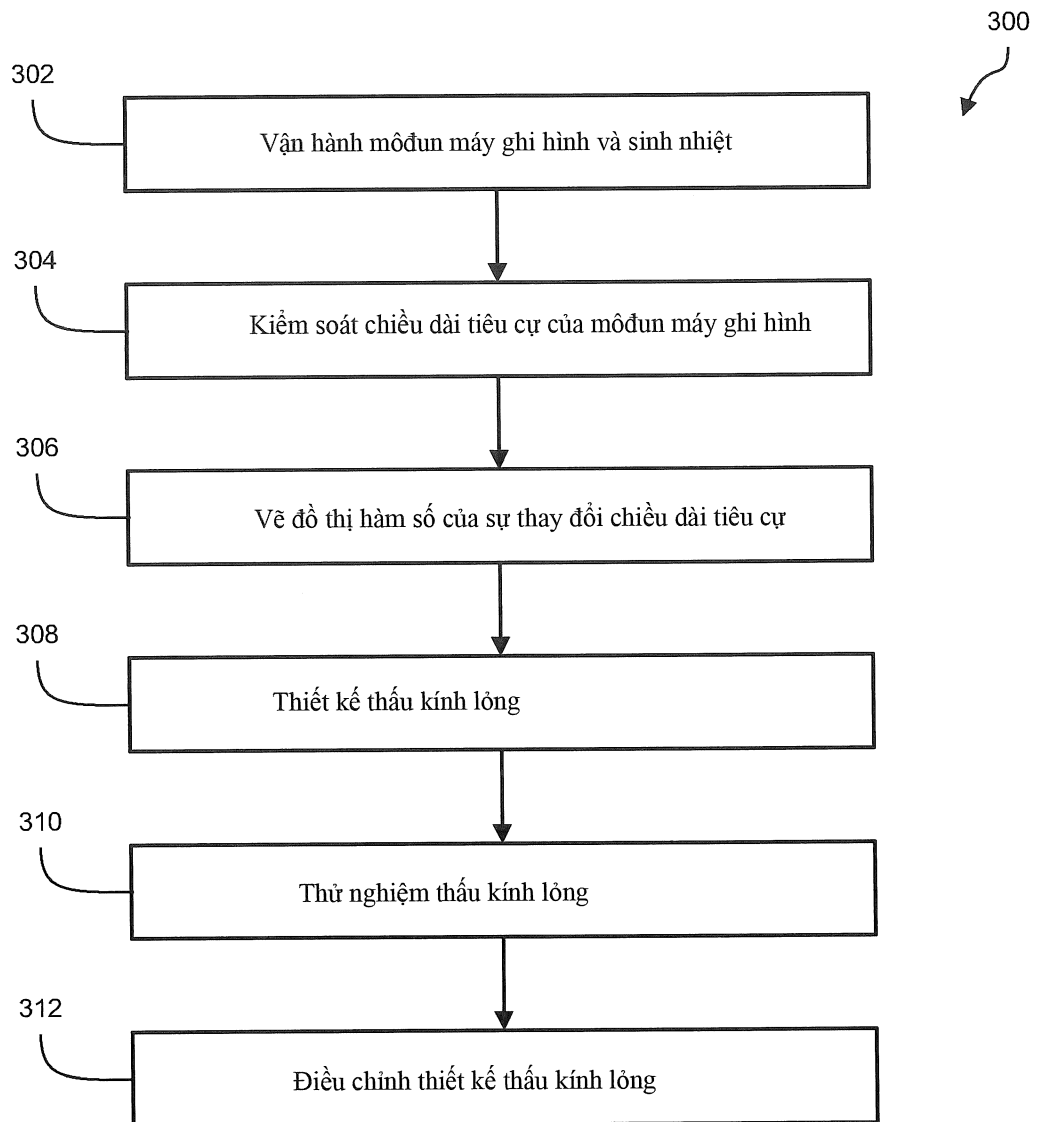
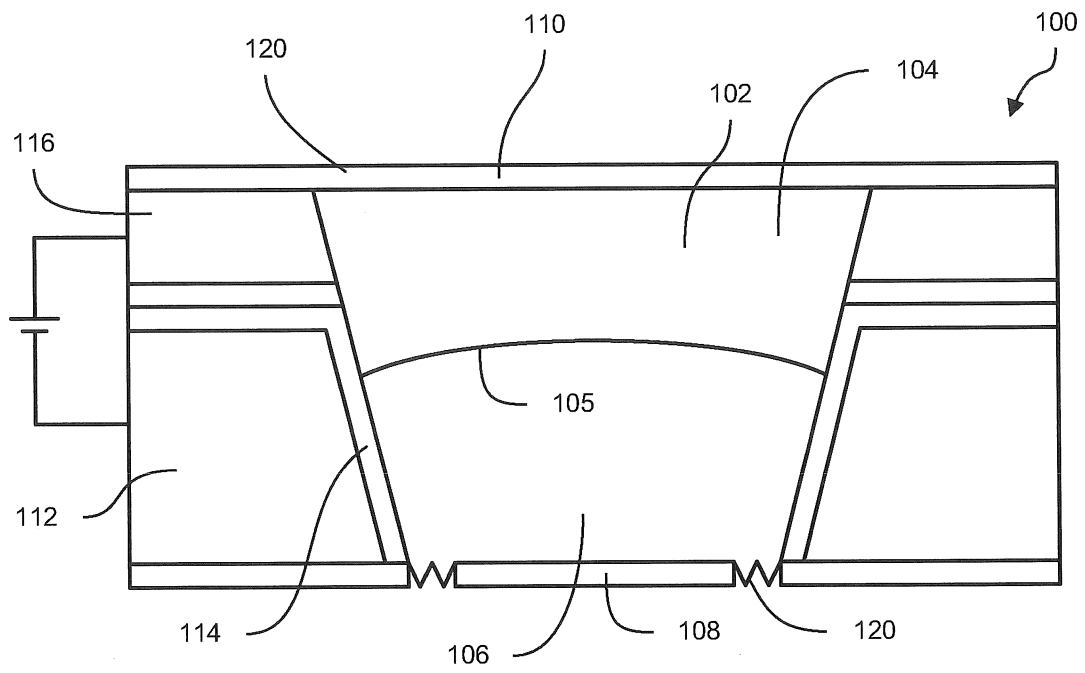
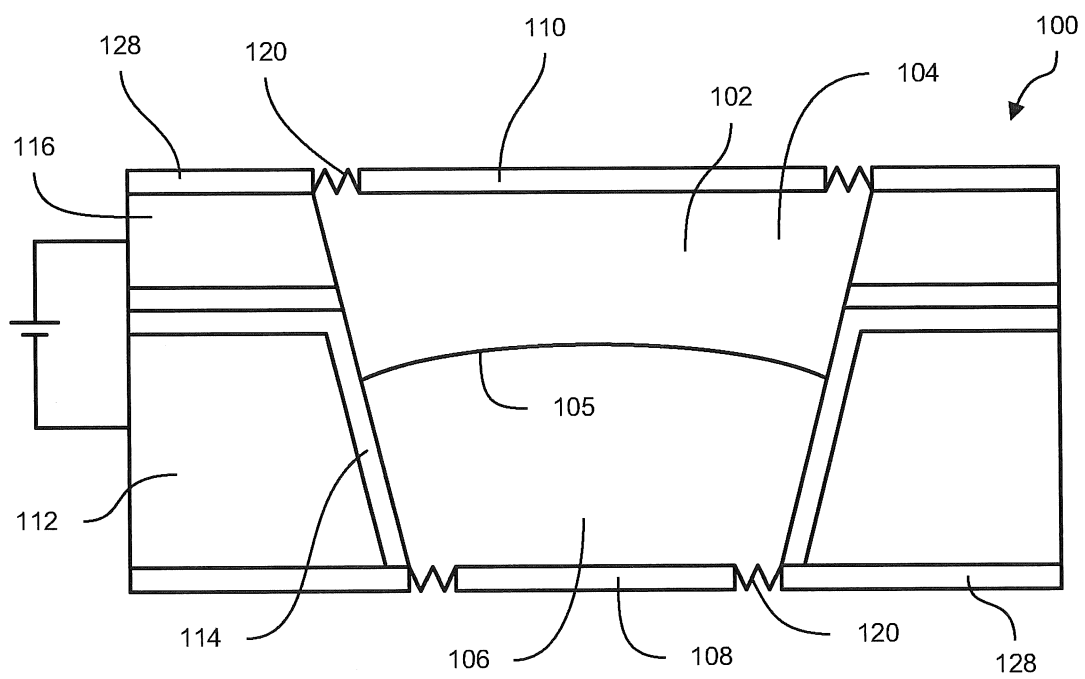
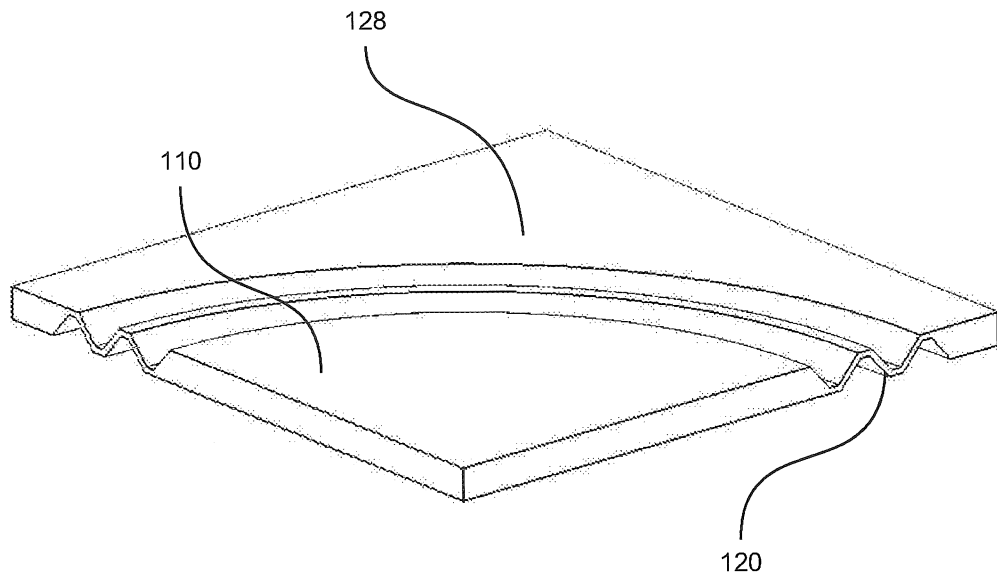
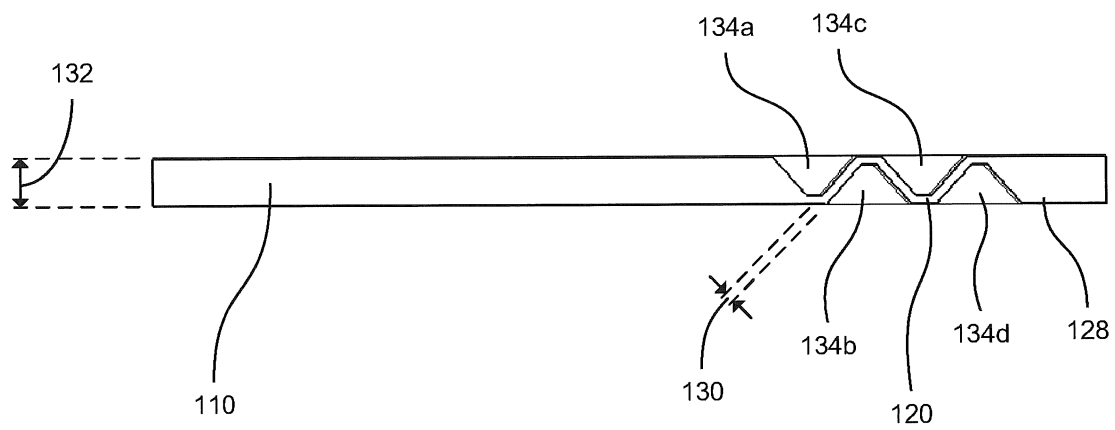


FIG. 8

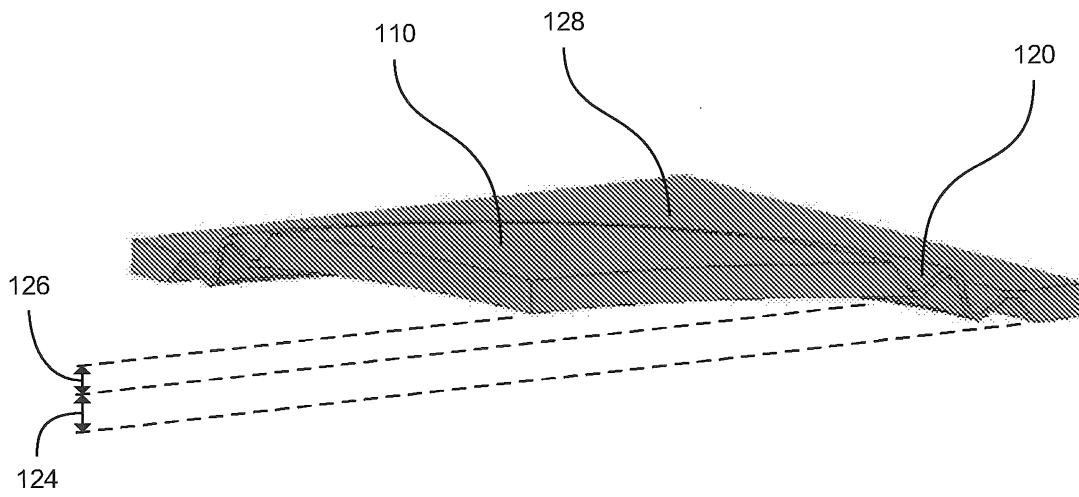
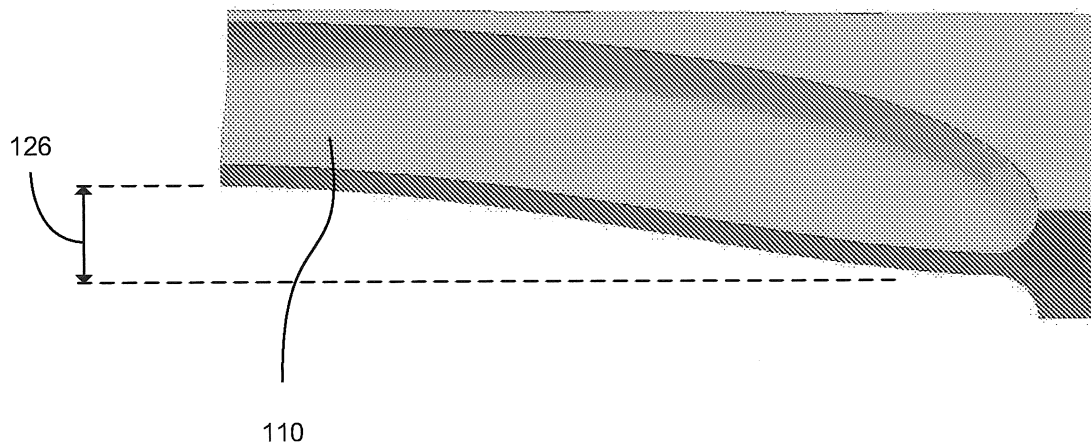
7/18

**FIG. 9****FIG. 10**

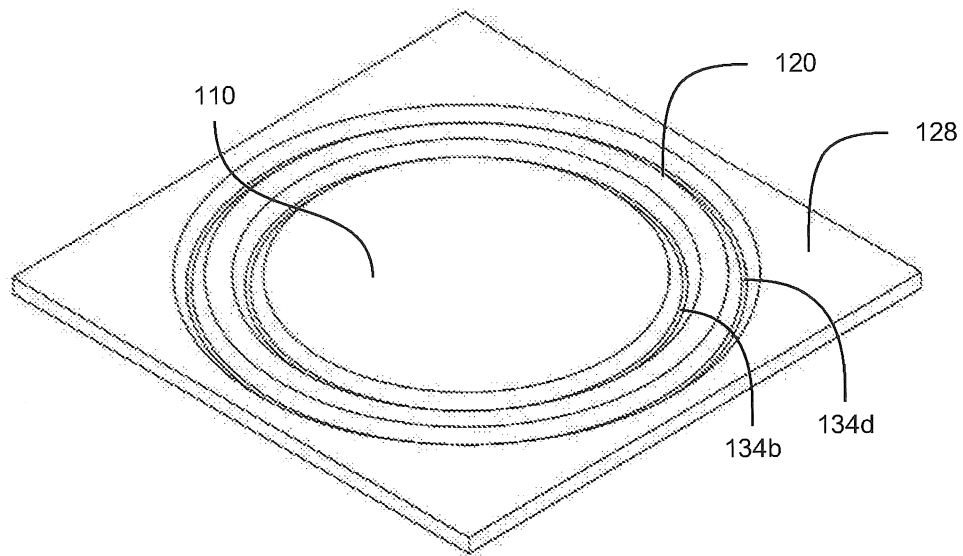
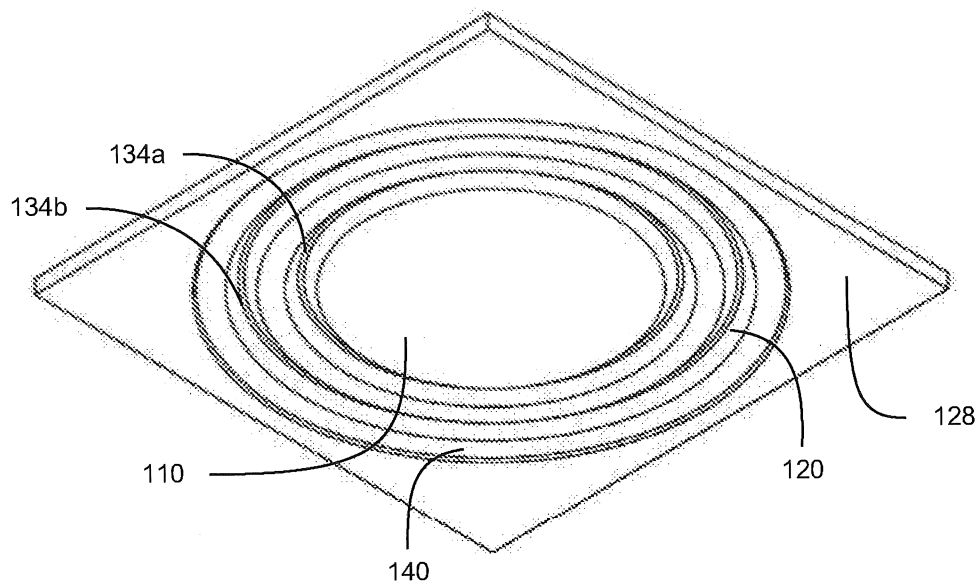
8/18

**FIG. 11****FIG. 12**

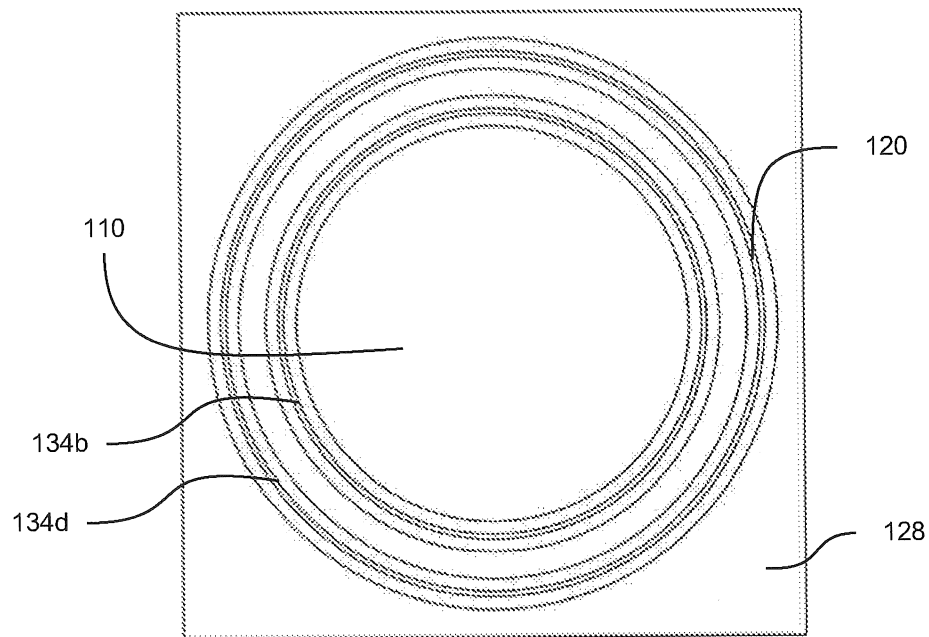
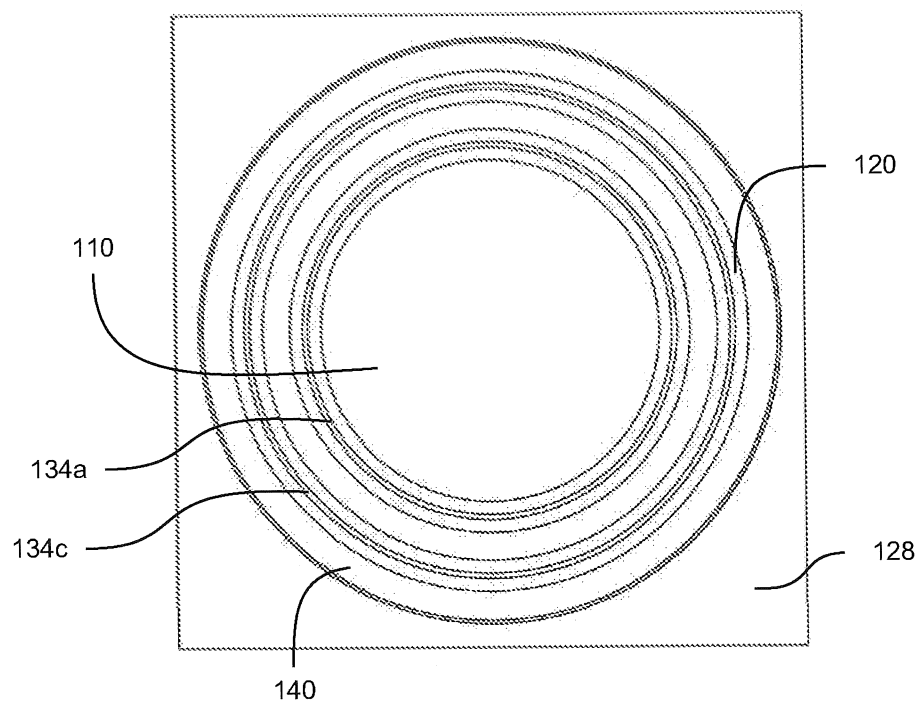
9/18

**FIG. 13****FIG. 14**

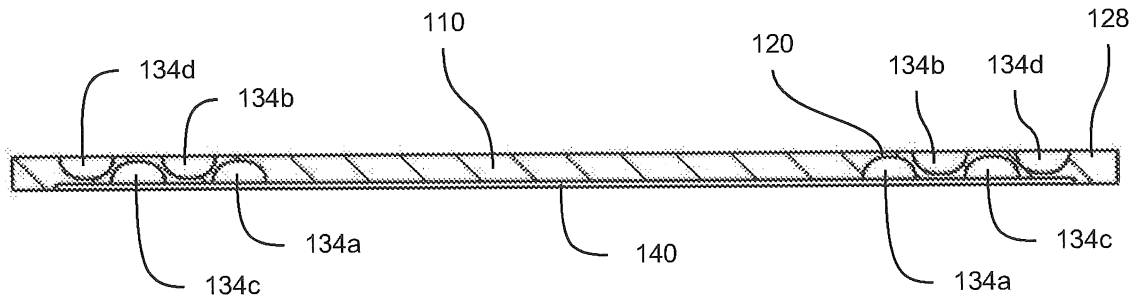
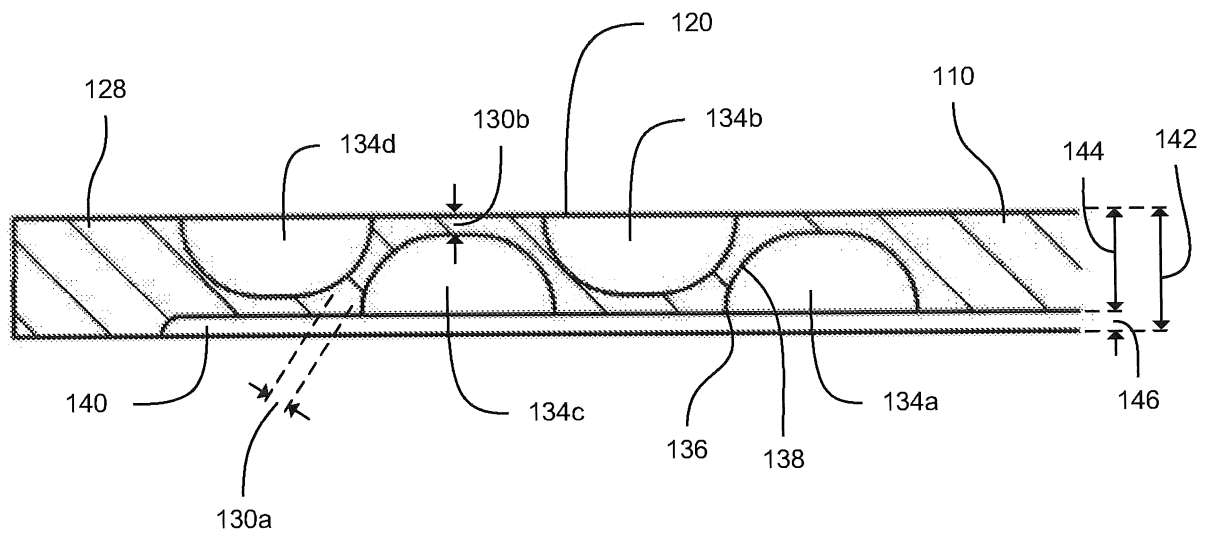
10/18

**FIG. 15****FIG. 16**

11/18

**FIG. 17****FIG. 18**

12/18

**FIG. 19****FIG. 20**

13/18

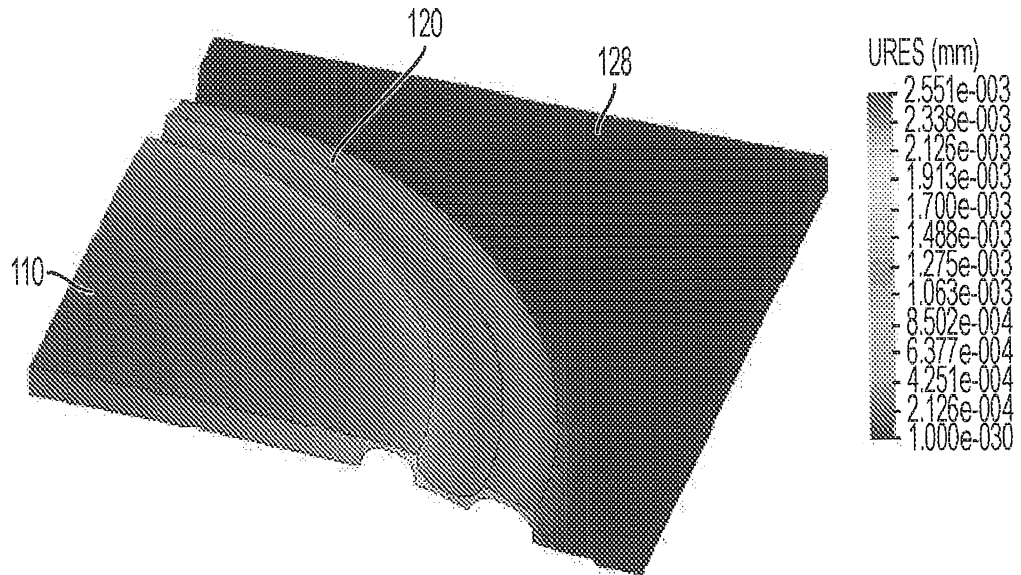


FIG. 21

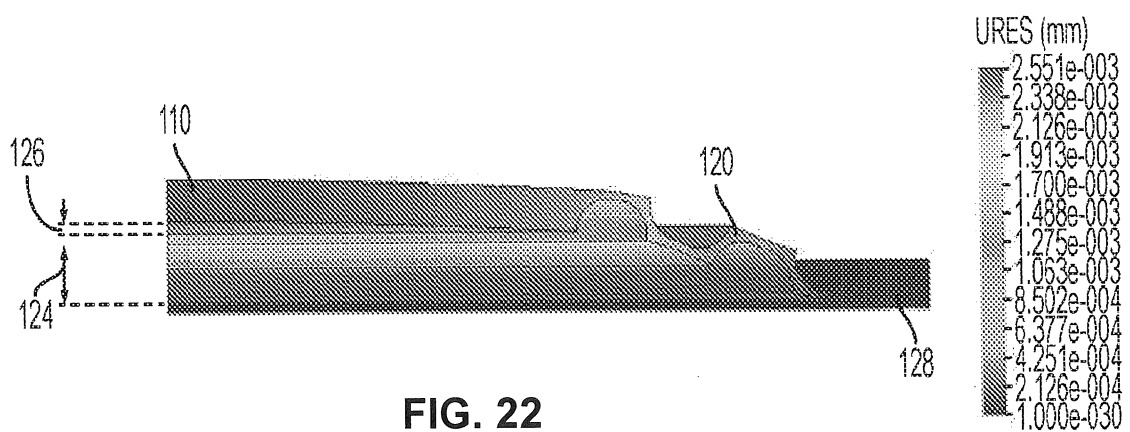
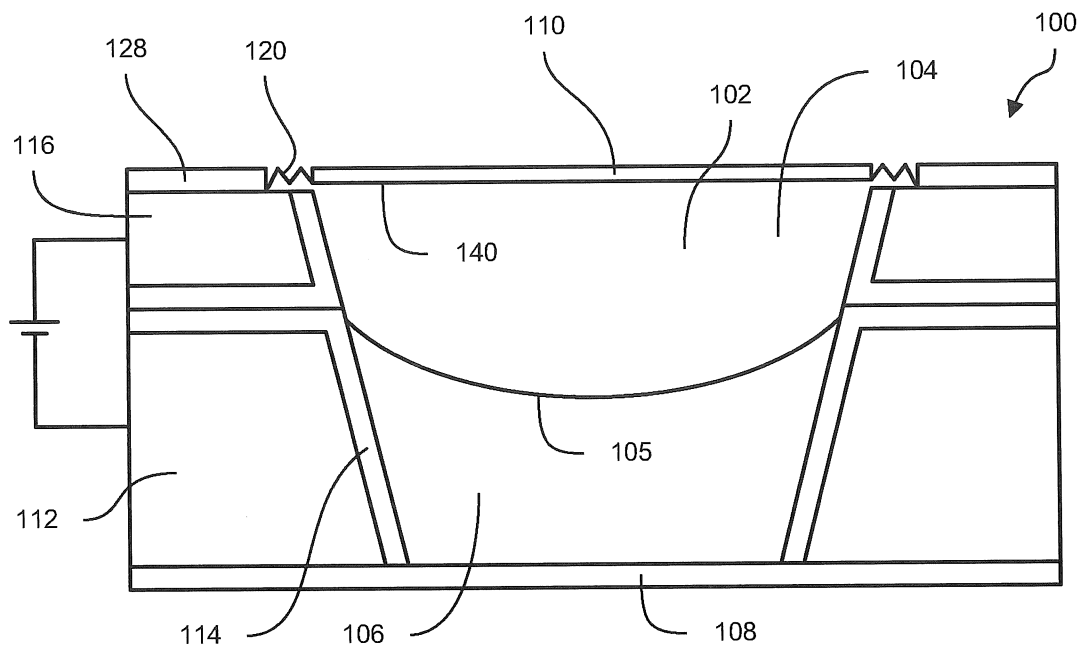
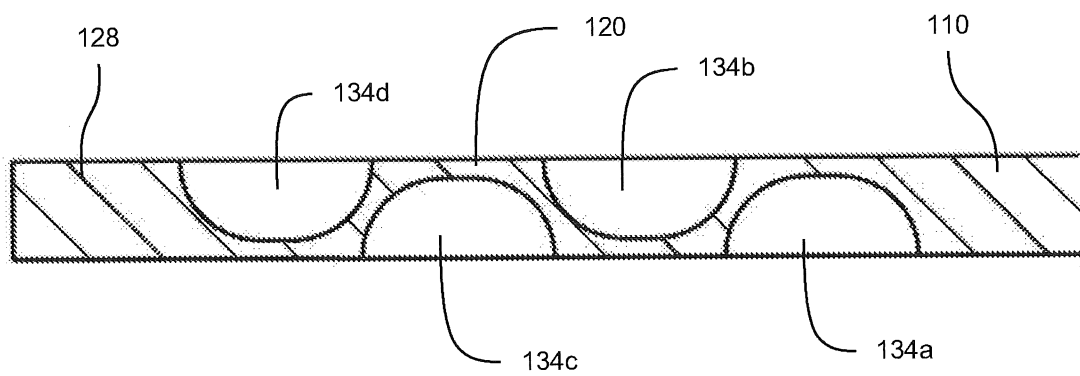
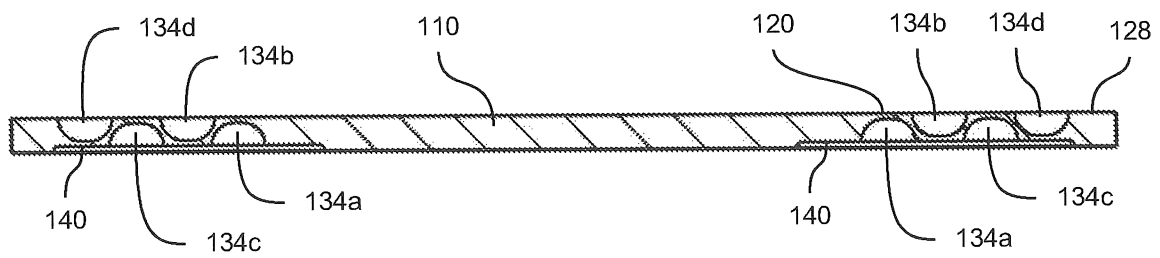
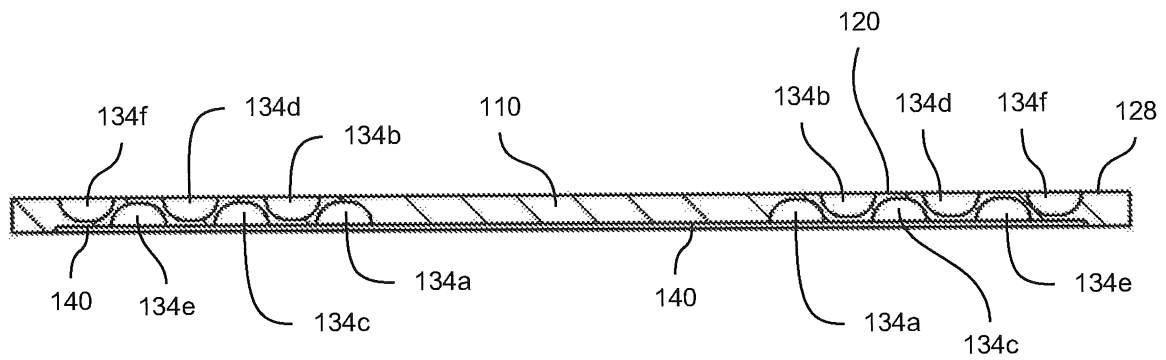
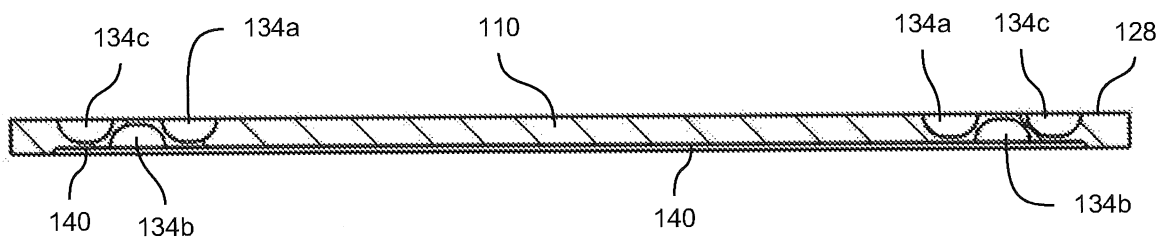


FIG. 22

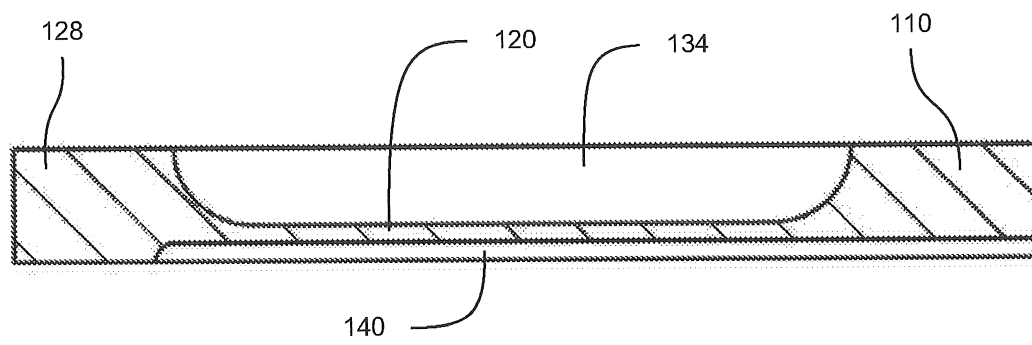
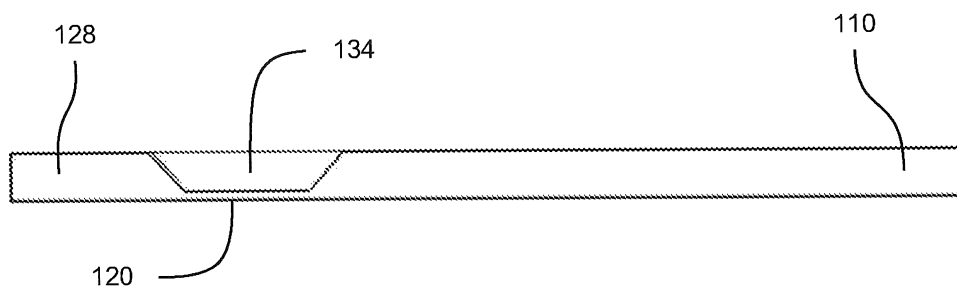
14/18

**FIG. 23****FIG. 24**

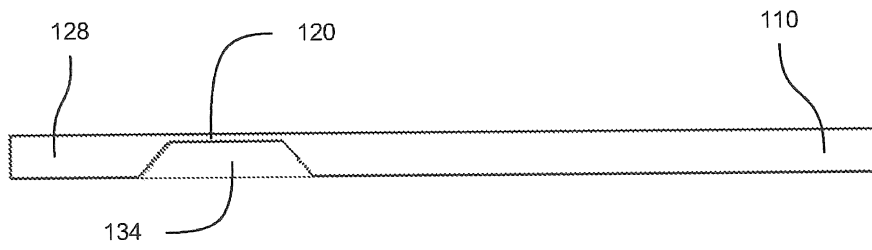
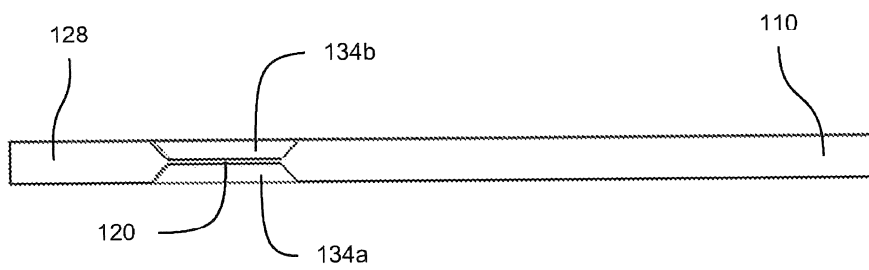
15/18

**FIG. 25****FIG. 26****FIG. 27**

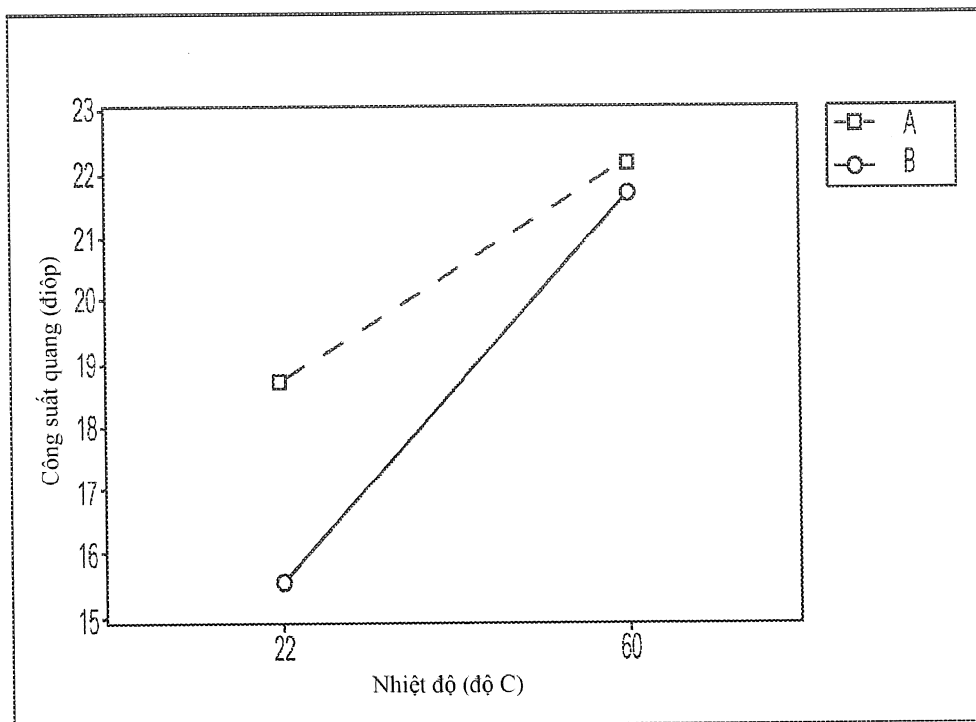
16/18

**FIG. 28****FIG. 29**

17/18

**FIG. 30****FIG. 31**

18/18

**FIG. 32**