



(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)



1-0025465

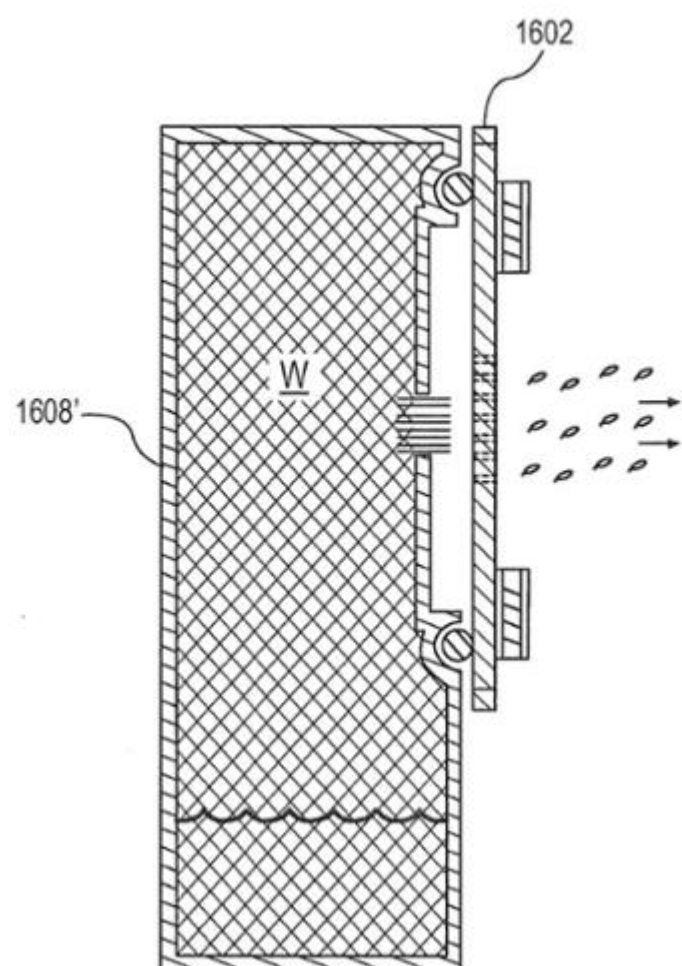
(51)⁷ A61M 35/00

(13) B

-
- (21) 1-2013-00461 (22) 15/07/2011
(86) PCT/US2011/044291 15/07/2011 (87) WO2012/009706 19/01/2012
(30) 61/400,864 15/07/2010 US; 61/401,848 20/08/2010 US; 61/401,849 20/08/2010 US;
61/401,850 20/08/2010 US; 61/401,918 20/08/2010 US; 61/401,920 20/08/2010 US;
61/462,576 04/02/2011 US; 61/462,791 05/02/2011 US; 61/463,280 15/02/2011 US;
61/516,462 04/04/2011 US; 61/516,495 04/04/2011 US; 61/516,496 04/04/2011 US;
61/516,694 06/04/2011 US
(45) 25/09/2020 390 (43) 26/08/2013 305A
(73) Eyenovia, Inc. (US)
c/o Point Guard Partners LLC, 400 N. Ashley St, Suite 2150, Tampa, FL 33602,
United States of America
(72) HUNTER, Charles, Eric (US); BALLOU, Bernard, L., Jr. (US); VOLLRATH,
Jurgen, Klaus (DE); TEW, Arthur, H. (US); BROWN, Joshua, Richard (US);
LEATH, James, Thornhill (US); FAULKS, Nathan, R. (US); JOHNSON, Bradley, G.
(US); CLEMENTS, J., Sid (US); RUSSELL, Phillip, E. (US); HEBRANK, John, H.
(US); IANCHULEV, Tsontcho (US); PACKER, Mark, N. (US); ELLIOTT, Troy
(US); FIERSON, Walter, M. (US); LINDNER, Thomas, J. (DE).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)
-

(54) THIẾT BỊ TẠO GIỌT NHỎ ĐỂ PHÂN PHỐI DỊCH LỎNG ĐẾN ĐÍCH VÀ THIẾT BỊ TẠO GIỌT NHỎ ĐỂ PHÂN PHỐI THỂ TÍCH DỊCH LỎNG DÙNG CHO MẮT ĐẾN MẮT CỦA ĐỐI TƯỢNG

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị tạo giọt nhỏ để phân phối dịch lỏng đến đích và thiết bị tạo giọt nhỏ để phân phối thể tích dịch lỏng dùng cho mắt, chẳng hạn thuốc mắt đến mắt của đối tượng. Cụ thể là, thiết bị bơm phụt các giọt nhỏ bao gồm hệ thống phân phối dịch lỏng có khả năng phân phối một thể tích dịch lỏng cụ thể ở dạng các giọt nhỏ có đặc điểm có khả năng lắng đọng ở tỷ lệ cao có thể lặp lại và phù hợp khi sử dụng. Thiết bị này bao gồm vỏ, ngăn chứa được bố trí ở trong vỏ để nhận một thể tích dịch lỏng, cơ cấu bơm phụt được tạo cấu hình để bơm phụt một dòng các giọt nhỏ có đường kính giọt nhỏ được bơm phụt ra trung bình lớn hơn 15 micromet, dòng các giọt nhỏ này có dòng khí cuốn theo thấp để dòng các giọt nhỏ lắng đọng trên mắt của chủ thể khi sử dụng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Việc sử dụng bộ phân phối bụi nước để phân phối sản phẩm ở dạng sương mù hoặc bụi nước là một lĩnh vực có tiềm năng lớn đối với các sản phẩm an toàn, dễ sử dụng. Trở ngại chính trong việc đề xuất thiết bị chuyên dùng này là ở chỗ phải tạo ra sự phân phối các liều lượng phù hợp một cách nhất quán và chính xác.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Một lĩnh vực quan trọng mà cần đến thiết bị bơm phụt bụi nước là lĩnh vực phân phối thuốc mắt. Việc sử dụng dịch lỏng, như trong trường hợp thuốc nhỏ mắt luôn đặt ra vấn đề, cụ thể cho trẻ em và động vật mà có khuynh hướng chớp mắt hoặc giạt mình ở thời điểm quyết định, làm cho giọt nhỏ thuốc lan ra mí mắt, mũi hoặc các phần khác của mặt. Tác động của giọt nhỏ dịch lỏng lớn lên trên nhãn cầu, cụ thể khi dịch lỏng có nhiệt độ khác với nhiệt độ nhãn cầu cũng có khuynh hướng gây ra phản ứng chớp mắt. Người cao tuổi cũng thường mất sự kiểm soát phối hợp cần thiết để đưa giọt nhỏ thuốc nhỏ mắt vào trong mắt. Những bệnh nhân của chứng đột quỵ cũng gặp các khó khăn tương tự. Việc phân phối kiểu ống nhỏ giọt nhỏ thường đòi hỏi một vị trí vật lý cụ thể, như nghiêng đầu hoặc vị trí nằm ngang. Cả hai vị trí này đều không thiết thực.

Thông thường, điều quyết định là đối tượng sử dụng liều lượng chính xác với số lần đòi hỏi trong một ngày. Tuy nhiên, trong thực tế, đối tượng mà được kê thuốc mắt để sử dụng ở nhà có khuynh hướng quên mất liều lượng, hoặc vượt quá liều lượng hoặc liều lượng bị lẫn với các thuốc khác. Một trong các vấn đề chính ở đây là, thậm chí khi đối tượng thực hiện theo đúng chế độ điều trị, họ vẫn thường quên mất liều lượng.

Ngày nay, nhiều loại thuốc được sử dụng với ống nhỏ mắt. Các thiết bị nhỏ mắt ngày nay thường đòi hỏi đầu phải nghiêng lại, đối tượng phải nằm xuống hoặc cung cấp lực kéo xuống trên mí mắt dưới, hoặc kết hợp kéo và nghiêng, do cơ cấu phân phối điển hình dựa vào trọng lực tác dụng vào thuốc. Điều này không chỉ gây bất tiện, mà còn liên quan đến lượng phối hợp, linh động và hợp tác chính xác trên bộ phận của đối tượng để đảm bảo rằng thuốc đi vào mắt trong khi tránh được việc cho đầu ống nhỏ giọt

nhỏ vào trong mắt. Các lọ thuốc nhỏ mắt ngày nay gây ra nguy cơ chọc vào mắt người sử dụng, có khả năng gây ra nguy hiểm cho mắt, và hơn nữa, phơi nhiễm đầu lọ thuốc nhỏ mắt với vi khuẩn do tiếp xúc với mắt. Như vậy, đối tượng gặp nguy cơ nhiễm tạp vào thuốc trong chai thuốc nhỏ mắt và sau đó nhiễm tạp vào mắt. Hơn nữa, một lượng lớn thuốc chảy ra ngoài mắt hoặc bị rửa đi do chảy nước mắt phản xạ. Kết quả, phương pháp sử dụng này cũng không phù hợp và lãng phí. Hơn nữa, kỹ thuật này không đưa ra cách kiểm soát lượng thuốc phân phối một cách thỏa đáng, cũng không đưa ra cách để đảm bảo thuốc được phân phối thực sự vào trong mắt và ở lại trên mắt.

Các lọ thuốc nhỏ mắt cũng không đưa ra cách để xác nhận sự tuân thủ của đối tượng. Thậm chí nếu sau một tuần sử dụng, lọ thuốc nhỏ mắt có thể được kiểm tra tổng thể tích thuốc đã phân phối, ví dụ bằng cách cân lọ thuốc nhỏ mắt, điều này vẫn không cho ra được dữ liệu về sự tuân thủ hàng ngày. Đối tượng có thể quên một hoặc nhiều liều lượng và bị quá liều trong giai đoạn tiếp theo. Hơn nữa, sự kém chính xác khi phân phối các giọt nhỏ thuốc vào mắt của lọ thuốc nhỏ mắt đặt ra vấn đề rằng liệu thuốc có thật sự đi vào mắt không, thậm chí thuốc có thể đã được phân phối hay chưa.

Do đó, có nhu cầu về thiết bị phân phối mà phân phối các liều lượng an toàn, phù hợp và có thể lặp lại vào đối tượng để sử dụng cho mắt, tại chỗ, qua đường miệng, cho mũi hoặc phổi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề xuất thiết bị và phương pháp phân phối các liều lượng an toàn, phù hợp và có thể lặp lại vào đối tượng để sử dụng cho mắt, cục bộ, qua đường miệng, cho mũi hoặc phổi. Sáng chế cũng bao gồm hệ phân phối dịch lỏng có khả năng phân phối một thể tích dịch lỏng xác định ở dạng giọt nhỏ có đặc tính là có khả năng lắng đọng ở tỷ lệ cao phù hợp và có thể lặp lại khi sử dụng.

Sáng chế cũng đề xuất thiết bị phân phối dịch lỏng vào mắt đối tượng, thiết bị này bao gồm vỏ, ngăn chứa ở trong vỏ để nhận một thể tích dịch lỏng, cơ cấu bơm phụt có cấu hình để bơm phụt một dòng các giọt nhỏ có đường kính giọt nhỏ bơm phụt ra trung bình lớn hơn 15 micromet, dòng các giọt nhỏ này có dòng khí cuốn theo thấp để dòng các giọt nhỏ lắng đọng trên mắt của đối tượng khi sử dụng.

Sáng chế còn đề xuất thiết bị, trong đó cơ cấu bơm phụt bao gồm tấm đẩy có bề mặt thứ nhất để nối với vùng phân phối dịch lỏng của ngăn chứa, tấm đẩy này bao gồm

nhiều lỗ hở tạo ra qua bề dày của nó, cơ cấu dẫn động nối với bề mặt thứ hai của tấm đẩy, cơ cấu dẫn động có thể hoạt động để làm dao động tấm đẩy ở một tần số và sinh ra dòng các giọt nhỏ có hướng.

Theo một phương án khác nữa, sáng chế đề xuất thiết bị phân phối một thể tích thuốc mắt vào mắt bao gồm vỏ, ngăn chứa ở trong vỏ để nhận một thể tích thuốc mắt, tấm đẩy nối thông dịch lỏng với ngăn chứa, tấm đẩy bao gồm nhiều lỗ hở tạo thành qua bề dày của nó, cơ cấu dẫn động tạo thành trên bề mặt của tấm đẩy đối diện với ngăn chứa, cơ cấu dẫn động có thể hoạt động để làm dao động tấm đẩy ở một tần số và sinh ra một dòng các giọt nhỏ có hướng, trong đó các giọt nhỏ trong dòng có hướng có đường kính khi bơm phụt ra trung bình nằm trong khoảng từ 5 đến 2500 micromet, bao gồm nhưng không giới hạn từ 20 đến 100 micromet, và tốc độ trung bình ban đầu nằm trong khoảng từ 1-100 m/giây, bao gồm nhưng không giới hạn từ 2-20 m/giây.

Theo một phương án khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp phân phối một thể tích thuốc mắt vào mắt đối tượng, phương pháp này bao gồm việc bơm phụt một dòng có hướng các giọt nhỏ thuốc mắt trong ngăn chứa từ các lỗ hở của tấm đẩy, các giọt nhỏ trong dòng có hướng này có đường kính trung bình khi bơm phụt ra nằm trong khoảng từ 5-2500 micromet, bao gồm nhưng không giới hạn từ 20-100 micromet, và tốc độ trung bình ban đầu nằm trong khoảng từ 1-100 m/giây, bao gồm nhưng không giới hạn từ 2-20 m/giây.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 thể hiện hình chiếu ba chiều của cấu trúc nền trong thiết bị bơm phụt.

FIG. 2 là mặt cắt ngang theo một phương án của nền.

FIG. 3A là mặt cắt ngang theo một phương án của thiết bị bơm phụt bao gồm ngăn chứa.

FIG. 3B là phương án khác về thiết bị bơm phụt có sự bố trí ngăn chứa khác.

FIG. 4 là sơ đồ mạch của một phương án về mạch điện tạo thành một phần của thiết bị bơm phụt dịch lỏng theo sáng chế.

FIG. 5 thể hiện hình chiếu ba chiều của vỏ của thiết bị này.

FIG. 6 là sơ đồ mạch của mạch điện sử dụng theo một phương án của thiết bị.

FIG. 7 thể hiện hình chiếu ba chiều của phương án khác về vỏ của thiết bị.

FIG. 8 thể hiện hình chiếu cạnh của một phương án theo sáng chế để phân phối thuốc vào mắt người.

FIG. 9 thể hiện hình chiếu nhìn từ phía trước của phương án trong Fig. 8.

FIG. 10 thể hiện hình chiếu cạnh về phương án khác của thiết bị.

FIG. 11 thể hiện hình chiếu nhìn từ phía trước của phương án khác về thiết bị.

FIG. 12 thể hiện hình chiếu nhìn từ phía trước của phương án khác về thiết bị.

Các FIG. 13A-B thể hiện phương án khác về thiết bị có miếng đệm.

Các FIG. 14A-B thể hiện phương án khác về thiết bị có miếng đệm.

FIG. 15A thể hiện phương án khác về thiết bị có miếng đệm.

Các FIG. 15B-H thể hiện các ví dụ khác nhau về phần nắp.

FIG. 16A thể hiện mặt cắt ngang dưới dạng giản đồ của phương án khác về thiết bị sử dụng cơ cấu bơm phụt áp điện.

FIG. 16B thể hiện hình chiếu phóng to nhìn từ trên xuống của khối lắp ráp.

FIG. 16C thể hiện mặt cắt ngang phóng to một phần của khối lắp ráp.

FIG. 16D thể hiện hình chiếu nhìn từ phía sau dưới dạng giản đồ của khối lắp ráp.

FIG. 16E thể hiện mặt cắt ngang dưới dạng giản đồ một phần của khối lắp ráp.

FIG. 16F thể hiện hình chiếu nhìn từ trên xuống dưới dạng giản đồ vùng bơm phụt của khối lắp ráp.

FIG. 16G thể hiện mặt cắt ngang một phần của tấm đẩy của khối lắp ráp.

FIG. 16H thể hiện hình chiếu phối cảnh một phần của khối lắp ráp, bao gồm một phương án khác của ngăn chứa.

FIG. 16I thể hiện hình cắt một phần của khối lắp ráp được thể hiện trong FIG. 16H.

Các FIG. 16L-R thể hiện mặt cắt ngang một phần mà thể hiện các ví dụ về hình dạng của các lỗ hở trong tấm đẩy.

Các FIG. 17A và 17B thể hiện mặt cắt ngang về tấm đẩy đã được kích hoạt.

Các FIG. 18A-C thể hiện các biểu đồ về khoảng dừng giọt nhỏ so với đường kính trung bình của giọt nhỏ.

FIG. 18D thể hiện biểu đồ về thời gian bay hơi so với đường kính trung bình của giọt nhỏ.

Các FIG. 19A-F thể hiện dòng có hướng của các giọt nhỏ có kích cỡ trung bình khác nhau.

FIG. 20 thể hiện hình chiếu phối cảnh một phần của khối lắp ráp, bao gồm một phương án khác của ngăn chứa.

FIG. 21A thể hiện phương án khác của thiết bị có nắp trượt ở vị trí đóng.

FIG. 21B thể hiện phương án khác của thiết bị có nắp trượt ở vị trí mở.

FIG. 21C thể hiện hình chiếu phối cảnh trong Fig. 21A.

FIG. 21D thể hiện hình chiếu phối cảnh phía sau thiết bị được thể hiện trong Fig. 21A.

FIG. 21E thể hiện hình chiếu phối cảnh được nổ tung các phần của vỏ thiết bị theo FIG. 21A Theo một phương án.

FIG. 21F thể hiện biểu đồ về thiết bị được đặt thẳng hàng với mắt người sử dụng.

FIG. 22A thể hiện hệ thống truyền thông bao gồm thiết bị này.

FIG. 22B thể hiện sơ đồ khối thể hiện thiết bị và trạm nối trong truyền thông.

FIG. 22C thể hiện sơ đồ khối về mạch điều khiển và mạch xử lý.

FIG. 23A thể hiện hình chiếu nhìn từ trên xuống về cấu hình ví dụ bao gồm môđun điện tử.

FIG. 23B thể hiện hình chiếu nhìn từ dưới lên về cấu hình ví dụ bao gồm môđun điện tử.

FIG. 24 thể hiện quy trình hoạt động ví dụ của thiết bị.

FIG. 25 thể hiện quy trình hoạt động ví dụ khác của thiết bị.

FIG. 26 thể hiện phương pháp chiếu sáng bề mặt bơm phụt.

FIG. 27A thể hiện biểu đồ về tỷ lệ giữa tốc độ ở đầu bơm phụt với tốc độ kết thúc dưới dạng hàm của đường kính giọt nhỏ.

FIG. 27B thể hiện biểu đồ về thời gian bay hơi dưới dạng hàm của đường kính giọt nhỏ đối với nước ở NTP.

FIG. 27C thể hiện biểu đồ về tỷ lệ % khối lượng lắng đọng dưới dạng hàm của đường kính giọt nhỏ và khoảng cách từ tấm đáy.

FIG. 27D thể hiện biểu đồ về tỷ lệ % khối lượng lắng đọng dưới dạng hàm của khoảng cách từ tấm đáy và đường kính giọt nhỏ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập chung đến thiết bị bơm phụt có thể sử dụng, ví dụ trong phân phối dịch lỏng như thuốc mắt vào mắt. Trong khía cạnh cụ thể, thiết bị bơm phụt bao gồm khối bơm phụt sinh ra một dòng các giọt nhỏ dịch lỏng có thể điều khiển. Dịch lỏng bao gồm nhưng không giới hạn, huyền phù hoặc nhũ tương có độ nhớt nằm trong phạm vi có khả năng tạo giọt nhỏ bằng cách sử dụng cơ cấu bơm phụt.

Như được giải thích chi tiết hơn trong bản mô tả, theo khía cạnh cụ thể của sáng chế, cơ cấu bơm phụt vừa bộc lộ có thể tạo thành dòng các giọt nhỏ có hướng mà có thể được hướng vào mục tiêu. Các giọt nhỏ này sẽ được tạo thành khi phân bố kích cỡ, mỗi sự phân bố có kích cỡ giọt nhỏ trung bình. Kích cỡ giọt nhỏ trung bình có thể nằm trong khoảng từ khoảng 15 micromet đến trên 100 micromet, từ lớn hơn 20 micromet đến khoảng 100 micromet, từ khoảng 20 micromet đến khoảng 80 micromet, từ khoảng 25 micromet đến khoảng 75 micromet, từ khoảng 30 micromet đến khoảng 60 micromet, từ khoảng 35 micromet đến khoảng 55 micromet, v.v.. Tuy nhiên, kích cỡ các giọt nhỏ trung bình có thể lớn đến 2500 micromet, phụ thuộc vào ứng dụng hướng đến. Hơn nữa, các giọt nhỏ có thể có tốc độ trung bình ban đầu từ khoảng 0,5 m/giây đến khoảng 100 m/giây, ví dụ, từ khoảng 0,5 m/giây đến khoảng 20, ví dụ, từ 0,5 đến 10 m/giây, từ khoảng 1 m/giây đến khoảng 5 m/giây, từ khoảng 1 m/giây đến khoảng 4 m/giây, khoảng 2 m/giây, v.v.. Như sử dụng trong bản mô tả, kích cỡ bơm phụt ra và tốc độ ban đầu là kích cỡ và tốc độ ban đầu của các giọt nhỏ khi các giọt nhỏ này

rời khỏi tấm đẩy. Dòng các giọt nhỏ hướng vào mục tiêu sẽ lắng đọng phần trăm khối lượng của các giọt nhỏ chứa thành phần của chúng vào vị trí mong muốn.

Dịch lỏng phù hợp để sử dụng bằng thiết bị bơm phụt có thể có độ nhớt rất thấp, ví dụ, như nước ở 1 cP, hoặc nhỏ hơn, ví dụ 0,3 cP. Dịch lỏng có thể có thêm độ nhớt nằm trong khoảng lên đến 600 cP. Cụ thể hơn, dịch lỏng có thể có độ nhớt nằm trong khoảng từ khoảng 0,3 đến 100 cP, từ 0,3 đến 50 cP, từ 0,3 đến 30 cP, từ 1 cP đến 53 cP, v.v.. Trong một số phương án, dung dịch hoặc thuốc có độ nhớt và sức căng bề mặt phù hợp có thể được sử dụng trực tiếp trong ngăn chứa mà không thay đổi. Trong phương án khác, có thể bổ sung các vật liệu khác vào để điều chỉnh thông số của dịch lỏng.

Kỹ thuật đã bộc lộ bao gồm các giọt nhỏ được bơm phụt mà không bay hơi đáng kể, cuốn theo không khí, hoặc lệch so với bề mặt mát, mà dễ dàng định lượng cho phù hợp. Kích cỡ giọt nhỏ bơm phụt ra trung bình và tốc độ trung bình ban đầu phụ thuộc và các yếu tố bao gồm độ nhớt dịch lỏng, sức căng bề mặt, đặc điểm của tấm đẩy, dạng hình học, và đường kính, cũng như các thông số hoạt động của cơ cấu bơm phụt bao gồm tần số dẫn động của nó. Trong một số phương án, từ khoảng 60% đến khoảng 100%, từ khoảng 65% đến khoảng 100%, từ khoảng 75% đến khoảng 100%, từ khoảng 80% đến khoảng 100%, từ khoảng 85 đến khoảng 100%, từ khoảng 90% đến khoảng 100%, từ khoảng 95% đến khoảng 100%, v.v.. khối lượng các giọt nhỏ được bơm phụt lắng đọng trên bề mặt của mát, sự lắng đọng này có thể lặp lại. Chiều của các dịch lỏng có thể là đường nằm ngang, hoặc bất kỳ chiều nào mà người sử dụng lựa chọn cho cơ cấu dẫn động khi sử dụng.

Không nhằm rằng buộc với lý thuyết này, cho rằng khi đường kính giọt nhỏ giảm, tỷ lệ của tổng diện tích bề mặt so với tổng thể tích tăng. Nghĩa là, nhiều diện tích bề mặt hơn được lộ ra để nhận toàn bộ thể tích dịch lỏng. Do đó, các giọt nhỏ hơn có thể tạo ra được diện tích bề mặt lớn hơn mà tạo ra được nhiều lực kéo hơn. Trong chế độ số Reynolds thấp ($Re < 1$), lực kéo được đưa ra bằng định luật Stoke, một giải pháp cho phương trình Navier-Stokes. Do đó, lực kéo được cho là tương ứng với căn bậc hai của diện tích bề mặt của một giọt nhỏ. Cho rằng các giọt nhỏ có hình cầu, lực kéo được cho là tương ứng với đường kính của giọt nhỏ.

Mỗi phần tử đều mang không khí theo nó (không khí kéo theo), tạo ra một dòng khí. Tác động của dòng khí kéo theo này được cho là tương đối tương ứng với đường

kính. Khi dòng khí đi đến được mục tiêu, nó có thể lệch khỏi hoặc quay lại một cách đột ngột, 90 độ sát với bề mặt của mục tiêu để duy trì lưu lượng. Nếu lưu lượng của dòng khí quá lớn, nó có thể mang theo một số giọt nhỏ, làm cho chúng bị lệch và không lắng đọng trên bề mặt của mục tiêu. Các phần tử có động lượng lớn phù hợp sẽ khắc phục được tác động này và lắng đọng thành công trên bề mặt. Khoảng dừng là xấp xỉ khoảng cách của phần tử sẽ di chuyển trước khi động lượng ban đầu bị giảm đến không do ma sát không khí. Không khí cuốn theo được tạo ra nhờ các phần tử xung quanh sẽ làm tăng khoảng dừng, cho mỗi giọt nhỏ một khoảng lệch phù hợp lớn hơn và dễ lệch hướng hơn. Các giọt nhỏ cũng rơi thẳng đứng trong suốt hướng bay của chúng do trọng lực. Sau thời gian gia tốc ngắn, các giọt nhỏ đạt đến được tốc độ cuối cùng của chúng trong đó lực kéo bằng và đối lập với lực hấp dẫn. Các phần tử lớn hơn rơi nhanh hơn do tốc độ cuối cùng tương ứng với diện tích bề mặt của chúng. Thời gian tồn tại của các giọt nhỏ cũng phụ thuộc vào vị trí và áp lực của môi trường xung quanh, vị trí và nhiệt độ môi trường xung quanh, và đường kính của phần tử, tất cả chúng đều ảnh hưởng đến tốc độ bay hơi của giọt nhỏ. Thông thường, các phần tử lớn hơn sẽ bay hơi chậm hơn.

Lại không bị giới hạn bởi lý thuyết cụ thể, các giọt nhỏ được tạo thành từ cơ cấu phát động mà tạo thành dòng các giọt nhỏ từ dịch lỏng trong ngăn chứa kết hợp với cơ cấu bơm phụt. Cơ cấu bơm phụt và ngăn chứa có thể dùng một lần hoặc có thể dùng lại được. Chúng có thể được bọc trong vỏ. Vỏ có thể dùng một lần hoặc có thể dùng lại được. Vỏ có thể dễ cầm tay, được tiểu hóa, được tạo thành để nối với nền, và có thể phù hợp cho sự truyền thông với các thiết bị khác. Vỏ có thể được mã hóa màu hoặc được tạo cấu hình để dễ dàng nhận ra. Thiết bị bơm phụt giọt nhỏ, trong một số phương án, có thể bao gồm các phương tiện chiếu sáng, phương tiện liên kết, phương tiện điều khiển nhiệt độ, phương tiện chuẩn đoán, hoặc các đặc điểm khác. Phương án khác có thể là một phần của mạng lưới các thiết bị liên kết và tương tác lớn hơn được sử dụng để chăm sóc và điều trị cho đối tượng. Bộ bơm phụt Theo một phương án có thể là bộ bơm phụt nhiệt. Mặt khác, nó có thể là bộ bơm phụt siêu âm. Trong phương án khác, bộ bơm phụt có thể là bộ bơm phụt áp điện.

Các FIG. 18A-C thể hiện khoảng dừng trong không khí tĩnh của giọt nhỏ nhỏ có các đường kính giọt nhỏ khác nhau và ở tốc độ bơm phụt lần lượt là 0,5 m/giây, 1 m/giây, và 2 m/giây. Cụ thể, đề cập đến FIG. 18A, trong phương án này, khoảng dừng dài nhất của một giọt nhỏ có đường kính bơm phụt là 100 micromet hoặc nhỏ hơn và

tốc độ ban đầu là 0,5 m/giây là khoảng 1,25 cm. Do đó, trong phương án này, không nhờ vào dòng khí, các giọt nhỏ này không thể có hiệu quả lắng đọng vào mắt ở vị trí cách tấm đáy 102 lớn hơn 1,25 cm. Đề cập đến FIG. 18B, khoảng dừng dài nhất của một giọt nhỏ có đường kính bơm phụt là 100 micromet hoặc nhỏ hơn và tốc độ ban đầu là 1 m/giây là khoảng 2,2 cm. Do đó, trong khía cạnh này, không nhờ vào dòng khí, các giọt nhỏ này không thể có hiệu quả lắng đọng vào mắt ở vị trí cách tấm đáy 1902 (Fig. 19A) lớn hơn 2,2 cm. Đề cập đến FIG. 18C, khoảng dừng dài nhất của một giọt nhỏ có đường kính bơm phụt là 100 micromet hoặc nhỏ hơn và tốc độ ban đầu là 2 m/giây là khoảng 4 cm. Do đó, không nhờ vào dòng khí, các giọt nhỏ này không thể có hiệu quả lắng đọng vào mắt ở vị trí cách cơ cấu bơm phụt lớn hơn 4 cm. Khoảng dừng của các dịch lỏng chứa các thành phần khác nước có thể khác với khoảng dừng thể hiện trong các FIG. 18A-C.

Trước khi đến được mục tiêu, các giọt nhỏ đã bơm phụt có thể bay hơi trong không khí. Sự phân phối các giọt nhỏ có tốc độ bơm phụt từ khoảng 1 m/giây đến khoảng 5 m/giây đến mục tiêu ở cách cơ cấu bơm phụt 3 cm có thể mất 0,03 giây hoặc ít hơn để đến được bề mặt của mục tiêu. Không bị ràng buộc bởi lý thuyết này, cho rằng tốc độ bay hơi có liên quan đến đường kính của các giọt nhỏ và các thông số của môi trường bao gồm nhiệt độ và độ ẩm. Cũng cho rằng mong muốn thời gian bay hơi kéo dài, ví dụ dài hơn thời gian phân phối khoảng 0,03 giây, để có hiệu quả lắng đọng các giọt nhỏ. Cho rằng nhiệt độ là 20°C và dịch lỏng là nước, FIG.18D thể hiện rằng giọt nhỏ có đường kính khoảng 40 micromet bay hơi hoàn toàn trong thời gian khoảng 1 giây, và giọt này có đường kính khoảng 100 micromet bay hơi hoàn toàn trong thời gian khoảng 10 giây. Trong một số phương án, nước muối và các chất phụ gia khác có thể được bổ sung vào dịch lỏng để làm giảm tốc độ bay hơi.

Các FIG. 19A-F thể hiện độ lệch của các giọt nhỏ và dòng khí cuốn theo so với mục tiêu. Các giọt nhỏ không có đủ động lượng để làm đổi trọng cho các lực từ dòng này được dòng này mang theo và cũng bị lệch. Tuy nhiên, các giọt nhỏ có đủ động lượng, cả nhờ tốc độ cao hoặc khối lượng cao hoặc cả hai, tiếp tục ở trên quỹ đạo của chính chúng và không bị dòng khí mang đi. Các giọt nhỏ này có thể được phân phối có hiệu quả đến mục tiêu. Có thể thu được đủ động lượng từ tốc độ bơm phụt ban đầu lớn và tỷ lệ của động lượng với sức kéo. Tuy nhiên tốc độ không gây ra sự bất tiện khi các giọt nhỏ chạm vào mục tiêu, mục tiêu nên là người hoặc động vật sử dụng, và

không tác động bất lợi đến các thông số khác như lực kéo. Hơn nữa, có thể thu được động lượng đủ bằng cách tăng khối lượng giọt nhỏ.

Đề cập đến các FIG. 19A-F, trong phương án này, các giọt nước nhỏ 1912 có các đường kính bơm phụt trung bình khác nhau được bơm phụt ở tốc độ bơm phụt 4 m/giây từ tấm đẩy 1902 theo chiều nằm ngang đến bề mặt 1916 cách tấm đẩy 1902 là 3 cm. Bề mặt 1916 có thể là bề mặt thủy tinh có các đặc điểm, ví dụ, nhẵn tương tự với bề mặt của mắt. Ngoài đường kính của các lỗ hở (ví dụ, như các lỗ hở 1626 trong FIG. 16A) trong tấm đẩy 1902, tất cả các thông số khác, đều được giữ giống nhau trong tất cả các FIG. 19A-F.

Đề cập đến FIG. 19A, trong phương án đó, các giọt nhỏ được bơm phụt 1912 có đường kính bơm phụt trung bình khoảng 11 micromet. Dòng 1014a của các giọt nhỏ 1912 có diện tích mặt cắt ngang thay đổi, thể hiện rằng một số giọt nhỏ 1912 có thể bị dừng trước khi đến được bề mặt 1916. Hơn nữa, lượng đáng kể 1918a các giọt nhỏ 1912 đến được bề mặt 1916 bị không khí mang đi dọc theo bề mặt 1916 mà không lắng đọng trên bề mặt.

Đề cập đến FIG. 19B, trong phương án này, các giọt nhỏ được bơm phụt có đường kính bơm phụt trung bình khoảng 17 micromet. Dòng 1914b của các giọt nhỏ 1912 cũng có diện tích mặt cắt ngang thay đổi (như dòng 1914a), thể hiện rằng một số giọt nhỏ có thể bị dừng trước khi đến được bề mặt 1916. Tuy nhiên, sự thay đổi diện tích mặt cắt ngang của dòng 1914b nhỏ hơn sự thay đổi diện tích mặt cắt ngang của dòng 1914a. Kết quả, nhiều giọt nhỏ 1912 trong dòng 1914b đến được bề mặt 1916 hơn so với dòng 1914a. Tuy nhiên, lượng đáng kể 1918b các giọt nhỏ 1912 đến được bề mặt 1916 bị không khí mang đi dọc theo bề mặt 1916 mà không lắng đọng trên bề mặt 1916. Lượng 1918b lớn hơn lượng 1918a đến mức đủ cho một lượng lớn hơn các giọt nhỏ 1912 đến được bề mặt 1916, lượng đã lắng đọng trên bề mặt 1916 hầu như không tăng so với FIG. 19A.

Đề cập đến FIG. 19C, các giọt nhỏ được bơm phụt có đường kính bơm phụt trung bình khoảng 32 micromet. Dòng 1914c của các giọt nhỏ 1912 có diện tích mặt cắt ngang thay đổi gần như nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang của các dòng 1914a, 1914b, thể hiện rằng rất ít các giọt nhỏ bị dừng lại trước khi đến được bề mặt 1916. Hơn nữa,

lượng 1918c các giọt nhỏ 1912 đến được bề mặt 1916 và bị không khí mang đi dọc theo bề mặt 1916 mà không lắng đọng trên bề mặt 1916 nhỏ hơn lượng 1918a, 1918b.

Đề cập đến các FIG. 19D-19E, trong phương án này, các giọt nhỏ đã bơm phụt có đường kính trung bình lần lượt khoảng 56 micromet, 100 micromet. FIG. 19F thể hiện sự bơm phụt các giọt nhỏ lớn. Các dòng 1914d, 1914e, 1914f của các giọt nhỏ 1912 có diện tích mặt cắt ngang về cơ bản không đổi, thể hiện rằng về cơ bản không có giọt nhỏ nào bị dừng lại trước khi đến được bề mặt 1916. Hơn nữa, về cơ bản không có giọt nhỏ 1912 nào đến bề mặt 1916 bị mang đi dọc theo bề mặt 1916 mà không lắng đọng trên bề mặt.

Tóm lại, sự tính toán trong các FIG. 18A-D và các hình ảnh trong các FIG. 19A-F thể hiện rằng dòng khí có thể có tác động không mong muốn đến việc mang các giọt nhỏ qua bề mặt mục tiêu nhờ sự di chuyển của dòng khí cuốn theo và do đó ngăn chúng lắng đọng trên mục tiêu. Hơn nữa, tác động không mong muốn này được thể hiện hầu hết ở các giọt nhỏ hơn. Không nhằm giới hạn bởi lý thuyết này, cho rằng vấn đề này xảy ra với các giọt nhỏ vì một số nguyên nhân được mô tả đầy đủ dưới đây.

Hơn nữa, việc mang các giọt nhỏ có thể làm nâng cao khả năng đến được mục tiêu của chúng. Cơ thể người, và cụ thể là bề mặt mắt ẩm ướt, là vật dẫn, do đó nó có thể hút các giọt nhỏ đã mang theo nhờ sự tiếp xúc của chúng với mục tiêu. Trong khi không nhằm giới hạn bởi lý thuyết này, các giọt nhỏ mang theo tạo thành đám mây điện tích không gian trong khi đi qua mục tiêu. Điện tích không gian này sinh ra một điện trường E đẩy các giọt nhỏ mang điện tương tự nhau về phía mục tiêu nhờ lực Coulomb. Khi một giọt nhỏ đến gần mục tiêu, điện trường từ giọt nhỏ mang điện sinh ra một điện tích hình ảnh bằng và đối ngược trong mục tiêu dẫn mà hút giọt nhỏ.

Một số phương pháp nạp điện cho các giọt nhỏ đã được biết đến. Việc nạp điện ma sát, đưa một điện thể vào tấm đẩy và nạp điện cho các giọt nhỏ bằng cách cảm ứng, và nạp điện bằng cách nạp điện hoa điện thể cao để sinh ra các ion khí và nạp điện cho các giọt nhỏ bằng cách nạp trường Pauthenier và/hoặc nạp khuếch tán là ba ví dụ. Trong nạp điện ma sát, dịch lỏng được đi qua các lỗ nhỏ, ví dụ, của tấm hoặc khung lưới đẩy ra, dẫn đến sự nạp điện. Có thể nâng cao được hiệu quả bằng cách phủ tấm hoặc khung lưới đẩy ra.

Thiết bị bơm phụt giọt nhỏ bao gồm cơ cấu bơm phụt. Trong một số phương án, cơ cấu này bao gồm tấm đẩy hoặc nền đẩy ra. Trong một số phương án, cơ cấu bơm phụt này nối với ngăn chứa dịch lỏng, ví dụ về chúng được thảo luận ở đây. Một phương án về cơ cấu bơm phụt có thể là bộ bơm phụt nhiệt (hoặc “bộ bơm phụt bọt”). Phương án trong FIG. 1 thể hiện cấu trúc nền 100 có nhiều lỗ hở 102 tạo thành trên cấu trúc nền. Có thể thu được cấu trúc này bằng kỹ thuật bất kỳ trong số các kỹ thuật đã biết. Chất nền này có thể được tạo thành một hệ vi cơ điện tử (microelectromechanical system: MEMS). Kỹ thuật vi cơ dạng khối là một trong các kỹ thuật đã biết để tạo ra MEMS dựa trên silic. MEMS có thể được tạo thành trên cấu trúc nền, ví dụ, nền silic. MEMS có thể được tạo thành theo cách tương tự với kỹ thuật bao gói bán dẫn. Hơn nữa, các thành phần cơ học và điện tử có thể được tạo thành một cách riêng biệt và sau đó được liên kết với nhau.

Theo một phương án thể hiện trong FIG. 1 chỉ có các lỗ 12 được thể hiện cho mục đích minh họa. Tuy nhiên, hàng trăm hoặc thậm chí hàng nghìn lỗ hở có thể được tạo thành trên nền, nghĩa là, ví dụ có diện tích bề mặt 0,5 cm x 0,5 cm. Trong phương án này, cấu trúc nền được thể hiện lộn ngược với mặt xa 104 của nó và mặt gần 106 của nó. Như thể hiện trong phương án của FIG. 1, mỗi lỗ hở 102 được đề xuất với chi tiết gia nhiệt 108 ở quanh lỗ hở trên mặt xa 104. Do đó thiết bị MEMS xác định một cấu trúc mặt nền dạng đĩa với nhiều rãnh được xác định bằng các lỗ hở 102 kéo dài trong phương án này từ mặt xa đến mặt gần như thể hiện trong FIG. 2. Chi tiết gia nhiệt 108, trong phương án này, được thể hiện ở đáy của các rãnh trên mặt xa. Xen vào vật liệu nền, đề cập đến ở đây là các đường 110, được tạo ra ở giữa các khe 102.

Theo một phương án các lỗ hở có thể được tạo ra trên nền có bán kính 37 micromet và độ dày của mặt nền là 74 micromet với đường xen vào chiếm 12 micromet cho khoảng cách từ tâm đến tâm là 86 micromet. Cho rằng các giọt nhỏ hình cầu được phát ra từ mỗi lỗ, thể tích của vật liệu trong mỗi lỗ sẽ là $\pi r^2 x t = \pi (37^2 \times 74) \times 10^{-18} = 3,18 \times 10^{-13} \text{ m}^3 = 318 \text{ pico lit}$. Do đó lượng diện tích bề mặt (diện tích lỗ hở và đường bao quanh) cho mỗi đơn vị hoặc lỗ hở là $(37+12+37)^2 \mu\text{m}^2 = 7,396 \times 10^{-9} \text{ m}^2$. Do đó trong mặt nền chiếm $0,5 \text{ cm} \times 0,5 \text{ cm} = 0,25 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ cho ra tổng số 3380 lỗ hở cho tổng thể tích dịch lỏng trong các lỗ hở xấp xỉ là 1 μl .

Trong phương án ở trên, kích cỡ lỗ hổng là 74 micromet được lựa chọn, cho ra các giọt nhỏ dịch lỏng lớn hơn. Sẽ hiểu được rằng kích cỡ của lỗ hổng lựa chọn sẽ phụ thuộc vào độ nhớt của hóa chất. Chu kỳ làm việc hoặc tốc độ đốt cũng sẽ phụ thuộc vào thể tích dịch lỏng mong muốn và sẽ phụ thuộc vào ứng dụng. Theo một phương án, kích cỡ của giọt nhỏ khoảng 300pL có thể được bơm phụt từ bộ bơm phụt được tạo ra từ mặt nền với tỷ lệ đường kính lỗ hổng so với độ dày của mặt nền là từ 10:1 đến 1:10.

Trong một số phương án có thể sử dụng các vật liệu có nhiệt độ làm việc cao hơn và hệ số giãn nhiệt thấp hơn và cũng cho ra tính dẫn nhiệt cao hơn và nhiệt dung thấp hơn để làm mát nhanh và nâng cao được mức kiểm soát chu kỳ làm việc. Vật liệu tốt hơn cũng có thông số sốc nhiệt cao, khi được đề xuất ví dụ silic cacbua (SiC) hoặc bất kỳ loại poly nào của nó (sự sắp xếp nguyên tử khác). Trong phương án này, mặt nền có thể được làm từ silic cacbua có dạng mạng tinh thể 6H.

Như đề cập đề cập ở trên, trong khi SiC luôn gồm có sự kết hợp của silic và cacbon, cấu trúc mạng tinh thể có thể thay đổi và bao gồm các cấu trúc như sự sắp xếp nguyên tử 3C (lập phương) với các nguyên tử ở góc của khối lập phương tạo thành cấu trúc mạng lưới, hoặc sự sắp xếp sáu cạnh (4H hoặc 6H) lặp lại cứ mỗi bốn hoặc sáu lớp hoặc sự sắp xếp khối hộp thoi. Việc so sánh sự sắp xếp và các đặc tính của 3C, 4H và 6 được đưa ra trong bảng dưới đây. Các đặc tính này có thể được đưa ra giúp lựa chọn vật liệu nền phù hợp.

Loại Poly	3C (β)	4H	6H (α)
Cấu trúc tinh thể	Kẽm blendơ (lập phương)	Sáu cạnh	Sáu cạnh
Nhóm không gian	T_d^2 -F43m	C_{6v}^4 -P6 ₃ mc	C_{6v}^4 -P6 ₃ mc
Ký hiệu Pearson	cF8	hP8	hP12
Hằng số mạng lưới (Å)	4,3596	3,0730; 10,053	3,0730; 15,11
Mật độ (g/cm ³)	3,21	3,21	3,21
Khe vùng (eV)	2,36	3,23	3,05
Modun khối (GPa)	250	220	220
Độ dẫn nhiệt (W/(cm·K))	3,6	3,7	4,9

Như thảo luận ở trên trong phương án này, mặt nền được nối với ngăn chứa. FIG. 3A, vật liệu nền 300 với các lỗ hở 302 của nó được gắn chặt với mặt nền có khoang ở giữa 306 được khắc sâu vào nó để xác định vỏ 304 mà, trong phương án này cũng có thể làm từ silic cacbua và xác định khoang 306 ở giữa vật liệu nền 300 và vỏ 304. Khoang 306, ở trạng thái hoạt động của nó được đổ đầy dịch lỏng để phân tán vào. Sẽ hiểu rõ được rằng có thể gắn chặt nhiều hơn một vỏ vào vật liệu nền 300, do đó cho phép một số lỗ hở trong vật liệu nền 300 ở trong sự truyền thông lưu lượng với dịch lỏng trong một buồng trong khi các lỗ hở khác ở trong sự truyền thông dòng với dịch lỏng khác. Điều này cho phép dịch lỏng được trộn lẫn nhờ sự sự bắn một số lỗ hở được chọn từ mỗi nhóm. Như thể hiện trong FIG. 3A, khe bên trong 310 được tạo thành trong thành của vỏ 304 để truyền thông dịch lỏng với nguồn dịch lỏng bổ sung đầy lại cho khoang trong vỏ 304.

FIG. 3B thể hiện phương án khác theo sáng chế. Trong phương án này, nhiều hơn một thuốc có thể được bơm phụt từ bộ bơm phụt nhiệt, ví dụ, bằng cách đề xuất bộ bơm phụt có nhiều lỗ và đề xuất một số lỗ có thuốc thứ nhất và các lỗ khác có thuốc thứ hai, hoặc bằng cách đề xuất nhiều ngăn chứa, mỗi chúng được cấp một bộ các lỗ khác nhau, như thể hiện trong FIG. 3B, mà thể hiện bộ ngăn chứa dùng một lần 700 mà, trong phương án này, bao gồm 4 ngăn chứa 702, được gắn chặt với cấu trúc nền 710 (ở đây được thể hiện trước khi gắn vào ngăn chứa). Bộ điều khiển có thể có cấu hình để điều khiển các lỗ bật lên và tần số mà mỗi lỗ được bật lên kế tiếp nhau, do đó cho phép cung cấp các liều lượng khác nhau cho các loại thuốc khác nhau, đồng thời hoặc ở các thời điểm khác nhau.

Để bơm phụt các giọt nhỏ dịch lỏng từ các lỗ hở, mặt nền, yếu tố gia nhiệt như các yếu tố 108 được thể hiện trong các FIG. 1 và 2 được gia nhiệt nhanh chóng để bay hơi dịch lỏng ở giữa, trong vòng lặp của yếu tố gia nhiệt để thất dịch lỏng trong khe và phóng có hiệu quả các giọt nhỏ dịch lỏng ra ngoài các lỗ hở thông qua lực sinh ra từ hơi dịch lỏng. Sẽ hiểu được rằng kích cỡ và tốc độ của giọt nhỏ sẽ thay đổi phụ thuộc vào nhiều yếu tố bao gồm độ nhớt dịch lỏng, sức căng bề mặt, đặc điểm của tấm đẩy, dạng hình học, và đường kính, cũng như các thông số hoạt động của bơm phụt bao gồm chu kỳ làm việc hoặc tần số dẫn động của nó. Qua ví dụ, cho đường kính và chiều dài của lỗ hở là 5 micromet, 15 micromet, và 38 μ m, thể tích của các giọt nhỏ lần lượt là 0,1 picolit (một phần triệu của một microlit), 2,7 picolit và 44 picolit.

Như đã đề cập ở trên, sáng chế sử dụng vật liệu nền như SiC, mà có nhiệt độ hoạt động cao để chịu được sự gia nhiệt cao cho dịch lỏng được bơm phụt, hệ số giãn nở nhiệt thấp (nghĩa là khi nhiệt độ thay đổi thì vật liệu gần như vẫn giữ nguyên kích cỡ), cho ra tính dẫn nhiệt cao (do đó cho phép tiêu tan nhanh nhiệt ở giữa các chu kỳ gia nhiệt để cho phép kiểm soát được chính xác chu kỳ làm việc), nhiệt dung thấp, và thông số sốc nhiệt cao. Các thông số của vật liệu này cho phép nó gia nhiệt dịch lỏng một cách nhanh chóng, làm cho đĩa dịch lỏng trong các lỗ hờ được bao quanh bởi yếu tố gia nhiệt được gia nhiệt rất nhanh chóng đến điểm sôi của nó, do đó đẩy mạnh giọt nhỏ dịch lỏng trên đĩa hơi từ phía đầu gần của lỗ hờ. Có thể sử dụng vật liệu nền phù hợp khác như là silic.

Theo một phương án, mạch điện gia nhiệt dịch lỏng và tác động đến quy trình bơm phụt giọt nhỏ. Một phương án về mạch này được thể hiện trong Fig. 4. Nguồn năng lượng điện ở dạng pin 400 hoặc bộ tạo điện áp được nối song song với yếu tố gia nhiệt 404. Công tắc có thể kiểm soát 406 trong phương án này có dạng role bao gồm một solenoit 408 được kiểm soát bởi bộ xử lý 410. Trong khi FIG. 4 chỉ thể hiện hai chi tiết điện trở 404 và hai công tắc 406 được kiểm soát bởi bộ xử lý 410, sẽ hiểu được rằng bộ xử lý 410 tốt hơn xử lý mỗi yếu tố gia nhiệt tạo thành quanh các lỗ hờ nền. Do đó bộ xử lý có thể kiểm soát các lỗ hờ và số lỗ hờ để bắn lên và số lần trong một giây để thực hiện việc này để thu được thể tích dịch lỏng mong muốn. Trong khi phương án này sử dụng các yếu tố gia nhiệt tạo thành quanh các lỗ hờ, các phương án khác sử dụng các cấu hình yếu tố gia nhiệt khác, ví dụ, các đĩa bên trong, bên trên, hoặc bên dưới các đường vào lỗ hờ (qua đó dịch lỏng trong lỗ được bổ sung đầy thêm).

Một lợi ích của phương án này là ở chỗ nó cho ra khả năng kiểm soát một cách chính xác việc bơm phụt giọt nhỏ bằng cách kiểm soát các lỗ hờ để bắn lên và việc lựa chọn số lỗ hờ bắn lên. Phương án này cũng cho phép hai hoặc nhiều loại thuốc được trộn với nhau vào lúc bơm phụt bằng cách đề xuất các bộ lỗ hờ khác nhau với các ngăn khác nhau chứa đầy các loại thuốc khác nhau. Tỷ lệ của hai hoặc nhiều loại thuốc có thể được kiểm soát một cách chính xác bằng cách xác định số lỗ hờ để bắn lên từ mỗi bộ hoặc bằng cách điều chỉnh chu kỳ làm việc cho mỗi bộ. Kích cỡ giọt nhỏ thuốc nhỏ phát ra từ vật liệu nền cũng đảm bảo sự trộn lẫn hoàn toàn các loại thuốc khi chúng được phát ra.

Một phương án của thiết bị bơm phụt giọt nhỏ được thể hiện trong FIG. 5. Phương án này thể hiện cấu trúc nền 500 của bộ bơm phụt nhiệt được thể hiện như là thiết bị MEMS và được bọc trong vỏ 502. Vỏ 502 bao gồm bộ phát động bằng tay 504, bộ cảm ứng với mắt 506 ở dạng mảng CCD hoặc bộ cảm ứng hồng ngoại gần (near infrared: NIR) để phát hiện ra cầu mắt hoặc võng mạc mắt, nguồn sáng 508 (trong trường hợp này là LED hội tụ cho ra ánh sáng có cường độ thấp về cơ bản dọc theo đường bơm phụt của các giọt nhỏ dịch lỏng được bơm phụt nhiệt), ngăn chứa 514 trong trường hợp này được gắn theo cách có thể tháo ra với vỏ 502 và ở trong sự thông tin với các lỗ trong cấu trúc nền 500. Ngăn chứa có thể làm đầy lại được, cho phép có thể làm đầy lại phần còn lại của thiết bị bơm phụt.

FIG. 6 thể hiện 9 bộ xử lý 600 được lắp trên bảng mạch bên trong vỏ 502 và kiểm soát dòng điện đi qua mạch điện từ nguồn điện 602 (được thể hiện trong phương án này là pin) đến bộ gia nhiệt 604 của bơm phụt nhiệt. Trong phương án này mạch điện bao gồm ba công tắc được nối nối tiếp như thể hiện trong Fig.6. Công tắc thứ nhất 610 được kiểm soát bằng bộ phát động bằng tay 604. Công tắc thứ hai 612 được kiểm soát bằng bộ xử lý 600 đáp ứng lại các tín hiệu từ bộ cảm ứng mắt 506. Mạch này cũng bao gồm bộ gia nhiệt thứ hai 620, bộ làm lạnh Peltier 622 được kích hoạt có chọn lọc dựa trên các tín hiệu cung cấp đến bộ xử lý 600 nhờ bộ cảm ứng nhiệt 624. Đáp ứng lại bộ xử lý 600 đóng công tắc 630 hoặc 632 lại để gia nhiệt hoặc làm mát các lỗ của cấu trúc nền. Cũng có thể thay thế bằng các mạch phù hợp khác được thể hiện trong FIG. 6.

Phương án khác của sáng chế được thể hiện trong FIG. 7, mà thể hiện hình chiếu ba chiều của bộ phân phối dung dịch cho kính áp tròng theo sáng chế. Trong phương án này dịch lỏng được phân phối bằng cách sử dụng bộ bơm phụt nhiệt 700. Nắp 702 được thể hiện ở vị trí thụt vào của nó nhưng có thể dịch chuyển đến vị trí đóng bằng cách trượt nắp 702 hướng lên để bọc bộ bơm phụt nhiệt 700 lại. Nút 704, mà có thể được kích hoạt bằng ngón tay cái, kiểm soát sự phân phối dịch lỏng. Phương án này có thể cũng được thể hiện là thiết bị dùng một lần, cũng như các phần của nó có thể dùng một lần. Ví dụ, có thể sử dụng ngăn chứa hoặc vỏ đựng có thể thay thế được. Trong thực tế người sử dụng có thể gắn ngăn chứa 512 với vỏ ví dụ, khi ngăn chứa để dùng một lần và cần phải thay thế.

thiết bị này có thể được chữa về phía mục tiêu, ví dụ, mắt người hoặc động vật bằng cách sử dụng LED, ví dụ LED 708, để giúp sắp xếp một cách chính xác bộ phân phối này. Khi bộ cảm ứng mắt, ví dụ, bộ cảm ứng 506, phát hiện ra mắt, nó gửi một tín hiệu đến bộ xử lý 600, mà đóng công tắc thứ hai 612, được thể hiện là role trong phương án này, cho phép dòng điện đi từ nguồn điện đến bộ gia nhiệt của bơm phụt nhiệt. Một phương án về thiết bị này có thể được thể hiện theo bất kỳ phương án nào đều có thể bao gồm khối bơm phụt và LED bật lên khi thiết bị này được bật, ví dụ, bằng công tắc điện hoặc bằng cách nhắc thiết bị này ra khỏi trạng thái nghỉ. Ánh sáng từ LED được chiếu vào mục tiêu, ví dụ, mắt của đối tượng, vào mục tiêu là mắt một cách chính xác trước khi phân phối dịch lỏng. Thiết bị này có thể bao gồm phần còn lại, vật đỡ hoặc đệm để giúp sắp xếp thẳng hàng như thảo luận dưới đây.

Cũng bao gồm cả phương án khác để đảm bảo sắp xếp thẳng hàng chính xác thiết bị này với mắt. Các phương án này, mà ví dụ được thể hiện trong các FIG. từ 8 đến 13B, có thể được tạo thành là thiết bị cầm tay và có thể được tiêu hình hóa đến quy mô ứng dụng thêm khác. Theo một phương án, được thể hiện trong các FIG. 8 và 9, một gương 800 được đề xuất trên vỏ để phản chiếu hình ảnh của mắt người sử dụng quay trở lại mắt người sử dụng khi thiết bị này được sắp xếp thẳng hàng với mắt. Trong phương án này, một vạch chữ thập được đề xuất trong gương, như thể hình trong hình chiếu nhìn từ phía trước của FIG. 9, để giúp người sử dụng tập trung thiết bị để bơm phụt dịch lỏng vào mắt. Phương án trong FIG. 1 và 2 có thể cũng bao gồm LED 810 để báo cho người sử dụng khi liều lượng phù hợp và LED 812 thứ hai để thấp sáng khi một liều đầy đủ được phân phối.

FIG. 9 thể hiện phương án khác. Máy phát hồng ngoại 800 (ví dụ, IR LED) và bộ tách sóng quang hồng ngoại (infrared: IR) 801 được bố trí trên bề mặt trước của thiết bị để truyền chùm hoặc xung hồng ngoại, mà được bộ tách sóng quang IR 802 nhận khi thiết bị này được sắp xếp thẳng hàng với mắt và chùm hoặc xung hồng ngoại được phản chiếu lại mắt.

Phương án khác của sáng chế được thể hiện trong FIG. 10, mà thể hiện việc sử dụng ống bọc ngoài hình ống 1000 để bố trí mắt tương ứng với bơm phụt nhiệt. Ống bọc ngoài 1000 có thể, ví dụ, được thể hiện là chụp cao su hoặc silic, và có thể cung cấp thêm chức năng làm vùng tạo ảnh sắc hoặc tối để tạo ảnh mắt bằng máy quét hoặc máy

ảnh. Nút 1002 được lắp trên thiết bị để phát động việc bơm phụt dịch lỏng, và nút thứ hai 1004 để phát động thiết bị bắt giữ hình ảnh (không được thể hiện) được lắp trên thiết bị phía dưới ống bọc ngoài 1000.

FIG. 11 thể hiện phương án khác về chùm sáng cường độ thấp ví dụ, diot phát quang (light emitting diode: LED) 1100 phát ra một chùm sáng khi nút 1102 được ấn xuống. Chùm sáng được tạo cấu hình để chiếu vào mắt người sử dụng khi bơm phụt nhiệt 1106 hoặc bộ phân phối dịch lỏng khác của thiết bị được sắp thẳng hàng với mắt, như được thể hiện ở phương án trong FIG. 11. Phương án này không có máy ảnh để bắt giữ hình ảnh của mắt, nhưng cho ra sự phân phối dịch lỏng một cách dễ dàng, ví dụ, dịch lỏng rửa hoặc thuốc vào mắt bằng cách ấn nút hoặc công tắc 1104. Nút 1104, trong trường hợp của bơm phụt nhiệt đóng công tắc lại để gia nhiệt bộ gia nhiệt hoặc để truyền tín hiệu đến bộ điều khiển để điều khiển một hoặc nhiều bộ gia nhiệt của bơm phụt như đã mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Trong FIG. 12, thiết bị bắt giữ hình ảnh, bao gồm máy ảnh, máy quét, hoặc các cảm biến khác không giới hạn, ví dụ thiết bị ghép điện tích (charge coupled device: CCD), 1200, có thể phát hiện ra sự có mặt của mắt và đảm bảo rằng mắt đang mở. Bộ cảm biến mắt cung cấp thông tin điều khiển, Theo một phương án cung cấp tín hiệu điều khiển đến bộ điều khiển hoặc bộ xử lý trong thiết bị để điều khiển việc bơm phụt dịch lỏng. Do đó, bộ xử lý có trong phương án này để điều khiển việc kích hoạt cơ cấu bơm phụt để bơm phụt dịch lỏng chỉ khi hình ảnh của máy ảnh chỉ ra rằng mắt hoặc vùng được xác định trước của mắt thẳng hàng với bộ phân phối dịch lỏng. Do đó, ví dụ, với bơm phụt nhiệt, chỉ có các lỗ thẳng hàng với mắt là có thể bơm phụt dịch lỏng ra. Thiết bị này có thể dễ dàng tính đến độ trễ giữa tín hiệu từ máy ảnh và việc bơm phụt các giọt nhỏ từ thiết bị và có thể phân phối thời gian để qua được chu kỳ nháy mắt.

Các phương án về thiết bị này cho ra nhiều ưu điểm hơn các thiết bị khác nhờ nhiều lý do. Ví dụ, nó không chỉ đảm bảo dịch lỏng để phân phối được phân phối vào mắt bằng cách cho phép thiết bị này được sắp xếp thẳng hàng, thiết bị này có thể phân phối ở tốc độ để đảm bảo thẳng được sự nháy mắt. Bằng việc sử dụng hệ thống dựa trên bơm phụt nhiệt theo sáng chế và hợp nhất nó với máy ảnh quang học hoặc bộ phát hiện ra mắt hoặc bộ cảm ứng mắt khác, để phản hồi đến thiết bị để đảm bảo rằng mí mắt được mở và mắt thẳng hàng với bơm phụt nhiệt. Chỉ khi mắt được xác định là mở, bộ

phân phối theo sáng chế mới phân phối một liều lượng vắc xin hoặc thuốc được đo một cách cẩn thận ở dạng sương mù mịn trực tiếp vào mắt. Thời gian đáp ứng phụ thứ hai có lợi một cách cụ thể cho người hoặc động vật nhạy cảm với bất kỳ thứ gì đến gần với mắt của họ bằng cách đảm bảo tốc độ phân phối có thể “thắng được sự nháy mắt”. Ưu điểm khác của thiết bị này bao gồm sự phân phối có thể xác định được số lượng và kết quả có thể lặp lại được nhờ sự phân phối có chọn lọc một thể tích dịch lỏng như thuốc hoặc vắc xin có thể kiểm soát được một cách chính xác.

Các phương án khác như đã hiểu và bộc lộ cho phép người sử dụng khởi động thiết bị. Người sử dụng có thể nâng thiết bị khỏi nền một cách đơn giản mà sau đó kích hoạt hoặc khởi động thiết bị. Người sử dụng cũng có thể khởi động thiết bị bằng cách ấn nút bấm, như nút bấm 504. Trong một số phương án, khi cơ cấu bơm phụt là nhiệt hoặc siêu âm, việc ăn khớp với nút bấm hoặc bật thiết bị lên, bắt đầu làm gia nhiệt hoặc làm mát thiết bị hoặc các phần của nó đến nhiệt độ xác định trước. Ví dụ, thiết bị có thể được gia nhiệt hoặc làm lạnh đến nhiệt độ cơ thể của người hoặc động vật.

Sau khi thiết bị này được bật lên, cơ cấu bơm phụt có thể được khởi động. Trong phương án trong các FIG. 8 và 9, việc kích hoạt bộ khởi động 802 là cơ cấu kích hoạt để nâng các lỗ của cơ cấu phát động, để điều khiển bằng bộ điều khiển trong thiết bị giám sát lượng dịch lỏng cần phân phối và lượng dịch lỏng đã được phân phối. Dĩ nhiên, nút có thể là bất kỳ phương tiện phù hợp nào để mở thiết bị bao gồm bộ khởi động, nút bấm, cần gạt, công tắc trượt, công tắc xúc giác bao gồm công tắc tạm thời, đệm áp lực, cảm biến di động, công tắc từ tính và công tắc hiệu ứng Hall, công tắc tĩnh điện, công tắc điện trở hoặc cảm ứng điện dung, công tắc Reeves, công tắc hoạt động bằng máy dò hồng ngoại, tần số vô tuyến, ánh sáng hoặc âm thanh, hoặc bộ bấm giờ hoặc tín hiệu kích hoạt bên trong mà kích hoạt điện và cơ học. Sự kích hoạt có thể được điều khiển cục bộ hoặc từ xa.

Một số phương án có thể bao gồm đồng hồ báo hiệu giám sát thiết bị để đảm bảo cho hoạt động phù hợp. Trong phương án khác, thiết bị này có thể cảm ứng được sự có mặt của dòng các giọt nhỏ cho mục đích tự tìm lỗi và để xác định hoạt động phù hợp. Qua ví dụ, một hoặc nhiều cực phát sáng, ví dụ, LED, diot laze, có thể được sử dụng để chiếu sáng lại dòng giọt nhỏ. Theo một phương án, ánh sáng có thể được thể hiện vuông góc với dòng này. Theo một phương án, một thiết bị có thể bao gồm, bộ dò ánh sáng, ví

dụ, bộ tách sóng quang, có thể được sử dụng cùng với ánh sáng đã chiếu để dò ra được sự phản chiếu và khúc xạ, như sự phản chiếu ánh sáng đã phát từ dòng này, và sử dụng sự dò ra này để xác định sự hoạt động phù hợp của thiết bị. Một hệ thống có thể tác động thêm khi đáp ứng lại sự dò ra và sự xác định hoạt động phù hợp, ví dụ, bằng cách báo cho phương tiện hoặc công cụ phù hợp rằng thiết bị có thể không hoạt động một cách phù hợp.

Trong phương án trong FIG. 12, thiết bị này cũng bao gồm bộ khởi động hoạt động bằng tay 1202, tuy nhiên, trong phương án này, bơm phụt phải chịu sự định vị phù hợp của cơ cấu bơm phụt 1210 so với mắt khi được xác định bằng thông tin hình ảnh thu được từ máy ảnh 1200.

Cơ cấu chiếu sáng, như LED đã giải thích ở trên, có thể ở trong phạm vi bước sóng lớn hơn 280 nm, bao gồm, ví dụ, 290-1600 nm, để chiếu sáng mục tiêu. Cơ cấu chiếu sáng có thể hoạt động để tạo xung ánh sáng trong các khoảng thời gian khác nhau, ví dụ, 120ns để hạn chế phản ứng của đồng tử và cho phép phân tích mắt bằng các bộ dò quang học, máy quét, hoặc máy ảnh có tần số khác nhau như đã giải thích ở trên. Hơn nữa, thiết bị này có thể bao gồm chip quang học thích ứng để thực hiện hiệu chỉnh mặt đầu sóng cho hình ảnh rõ ràng hơn. Thiết bị này có thể cũng bao gồm nguồn cố định, ví dụ, mô hình LED hoặc LED để xác định hình ảnh tập trung ở mắt và hỗ trợ cho việc sử dụng ở trẻ em. Điều này cũng phục vụ di chuyển hoặc xoay nhãn cầu trong khi sử dụng thuốc để hỗ trợ việc phân bố thuốc trên bề mặt giác mạc.

Các đặc điểm của thiết bị này có thể cũng được tạo ra trong các phương án khác. Sau đây là một số ví dụ. Các FIG. 13A và 13B thể hiện phương án khác của sáng chế. Thiết bị được thể hiện trong FIG. 13B, bơm phụt bao gồm ngăn chứa 1300 có thể dịch chuyển, cho phép loại bỏ ra được cả ngăn chứa và bơm phụt khi dịch lỏng đã được tháo hết ra. Điều này giúp giữ cho vùng phân phối được vô trùng và tránh được sự tạo bụi và bắn quá mức trên bơm nhiệt. Hơn nữa, các FIG. 13A và 13B thể hiện nắp được nối bằng bản lề trong các phương án này. Nắp 1301 bật xuống để che bơm phụt lại. Điều này bảo vệ được cơ cấu bơm phụt khi không sử dụng hoặc khi vận chuyển. Hơn nữa, bằng cách ăn khớp với tấm chắn 1302, nắp 1301 làm giảm sự bay hơi dịch lỏng. Nắp 1301 cũng có thể được sử dụng làm đệm hoặc giá đỡ để giữ lại, ví dụ, lông mày, để giống thẳng hàng thiết bị này với mục tiêu, ví dụ mắt.

Nắp cũng có thể được xoay quanh lên như thể hiện trong các FIG. 14A và 14B. Miếng đệm cũng có thể được tạo thành là một miếng riêng biệt hoặc tách rời ở bên ngoài của thiết bị như mô tả bằng số 1500 trong FIG. 15A. Phần còn lại của đệm dựa vào một phần của cơ thể để hỗ trợ trong việc gióng thẳng hàng thiết bị với mục tiêu. Ngoài các nắp đã chú ý ở trên, nắp có thể được bỏ qua. Ngoài ra, nắp có thể là bất kỳ cơ cấu phù hợp nào, bao gồm cả nắp đóng dạng mống mắt trượt từ trái sang phải, nắp được liên kết vào thông qua ma sát phù hợp, theo cách mỗi ren, cửa chớp, hoặc kẹp vào. Nắp có thể được nối với bất kỳ phương tiện cơ học, từ tính hoặc điện từ phù hợp nào. Với bao gói dùng một lần, nắp có thể được bọc hoặc bao bên ngoài hoặc bảo vệ. Hơn nữa, nắp có thể bít kín được vùng bơm phụt bằng lò xo lá hoặc tấm bít polyme. Tấm bít này có thể được làm từ polymer phù hợp, ví dụ, polypropylen, polyetylen, polyetylen hoặc teflon mật độ cao. Hơn nữa, các tấm bít khác như tấm bít gốm, tấm bít kim loại, miếng đệm có thể được sử dụng để bít vỏ lại. FIG. 15B từ H thể hiện các phương án khác nhau về nắp.

Trong một số trường hợp, có thể mong muốn điều khiển nhiệt độ của dịch lỏng trong thiết bị khi không bơm phụt. Trong các phương án này, thiết bị có thể bao gồm bộ làm mát, ví dụ, thiết bị Peltier, để giữ dịch lỏng được mát khi cần. Thiết bị này cũng có thể bao gồm bộ gia nhiệt để làm ấm dịch lỏng đến nhiệt độ xác định trước, ví dụ, đến nhiệt độ của bề mặt mắt người mà bơm phụt dịch lỏng vào. Phạm vi nhiệt độ có thể được điều khiển bằng bộ điều khiển.

Thêm vào cơ cấu bơm phụt nhiệt và siêu âm, cơ cấu bơm phụt có thể là áp điện. Đề cập đến FIG. 16A, khối lắp ráp 1600 có thể bao gồm cơ cấu bơm phụt 1601 và ngăn chứa 1620. Cơ cấu bơm phụt 1601 có thể bao gồm tấm đẩy 1602 có thể được kích hoạt để chuyển động và phân phối dịch lỏng 1610, chứa trong ngăn chứa 1620, ở dạng các giọt nhỏ được bơm phụt 1612 dọc theo chiều 1614. Trong ví dụ về FIG. 16A, dịch lỏng có thể lại là thuốc nhỏ mắt được bơm phụt về phía mắt 1616 của người lớn, trẻ em hoặc động vật. Hơn nữa, dịch lỏng có thể chứa thuốc có hoạt tính để điều trị rối loạn, tình trạng bệnh lý hoặc bệnh cho người hoặc động vật.

Đề cập đến các FIG. từ 16A đến 16C, tấm đẩy lên 1602 như thể hiện có dạng tròn với hai bề mặt 1622, 1625 đối diện nhau. Dù không được thể hiện, tấm đẩy lên cũng có thể có các dạng khác, ví dụ, dạng ovan, hình vuông, hoặc dạng đa giác thông

thường. Hơn nữa, tấm đẩy lên không cần phải phẳng. Tấm này có thể có bề mặt cong làm cho nó lồi hoặc lõm. Tấm đẩy lên có thể là tấm được đục lỗ mà có ít nhất một lỗ hờ 1626. Lỗ hờ hoặc các lỗ hờ 1626 tạo thành các giọt nhỏ khi dịch lỏng 1610 đi qua. Tấm đẩy lên 1602 có thể có bất kỳ hình dạng lỗ hờ phù hợp nào, một dạng được chỉ ra trong các FIG. 16A, 16B, và 16F. Các lỗ hờ có thể được tạo ra trong tấm đẩy lên, khung lưới, cấu trúc xoắn ốc, hình chữ nhật, có những đường thẳng bọc quanh, hoặc mẫu khác. Các cấu trúc này có thể đều hoặc không đều. Cấu trúc này có thể giữ được khoảng không đồng đều giữa các lỗ, hoặc khoảng không này có thể thay đổi. Ví dụ, mật độ các lỗ hờ có thể tăng hoặc giảm về phía tâm của tấm này. Cấu trúc này cũng có thể bao phủ toàn bộ hoặc một phần tấm đẩy lên. Các cấu trúc này không bị giới hạn ở thiết bị bơm phụt áp điện và có thể được sử dụng cùng với các loại cơ cấu bơm phụt khác bao gồm cơ cấu bơm phụt nhiệt và siêu âm. Thảo luận chi tiết hơn về cấu trúc và vùng 1632 chứa các lỗ 1626 ở dưới đây.

Hơn nữa, các lỗ hờ 1626 có thể được tạo ra có bất kỳ dạng hoặc thể tích phù hợp nào với tỷ lệ co phù hợp. Một ví dụ được thể hiện trong FIG. 16A. FIG. 16A thể hiện các lỗ hờ có dạng hình trụ, nghĩa là, đường kính của lỗ hờ kéo dài từ bề mặt 1622 đến 1625 duy trì hầu như không đổi. Tuy nhiên, các lỗ hờ này không bị giới hạn về dạng hình trụ và có thể được vót thon hoặc hình nón. Việc vót thon có thể kéo dài toàn bộ bề dày từ bề mặt 1622 đến 1625, hoặc nó có thể kéo dài một phần. Lỗ hờ cũng có thể được xiên góc trên một hoặc hai phía. Việc xiên góc có thể có gờ góc cạnh hoặc gờ cong. Mặt cắt ngang của lỗ hờ có thể là hình tròn như thể hiện trong FIG. 16F hoặc có thể có bất kỳ dạng phù hợp nào khác. Một số ví dụ có thể là dạng tròn, ovan, hình chữ nhật hoặc đa giác. Các lỗ hờ có thể có dạng đều hoặc không đều. Các dạng này có thể đối xứng hoặc không đối xứng. Kích cỡ và hình dạng của các lỗ hờ 1626 ảnh hưởng đến kích cỡ và hình dạng của các giọt nhỏ và dòng các giọt nhỏ được tạo ra từ cơ cấu bơm phụt 1601. Nó có thể cũng ảnh hưởng đến sự phân phối mật độ toàn bộ dòng giọt nhỏ. Do đó, kích cỡ và hình dạng của các lỗ hờ cũng như cấu trúc của chúng được chọn để cho ra các đặc tính mong muốn của dòng giọt nhỏ theo nguyên tắc và chỉ dẫn trong bản mô tả. Các đặc tính của dòng giọt nhỏ ảnh hưởng đến sự phân phối dịch lỏng và liều lượng của bất kỳ thành phần trị liệu hoặc hoạt tính nào. Các đặc tính của dòng này cũng ảnh hưởng đến sự dễ chịu của đối tượng. Ví dụ, dòng phân phối quá nhiều năng lượng sẽ gây đau hoặc khó chịu. Dòng này có thể cũng làm chảy nước mắt hoặc gây nháy mắt

mà hơn nữa làm giảm lượng dịch lỏng được phân phối hiệu quả vào đối tượng. Ngược lại, một dòng phù hợp sẽ không gây khó chịu hoặc gây khó chịu rất ít và sẽ không gây nháy mắt hoặc chảy nước mắt. Một số ví dụ về các dạng lỗ hở khác nhau được thể hiện trong các FIG. từ 16L đến 16R. Các hình dạng này không bị giới hạn ở thiết bị bơm phụt áp điện và có thể được sử dụng cùng với các loại cơ cấu bơm phụt khác bao gồm cơ cấu bơm phụt nhiệt và siêu âm.

Tấm đẩy lên 1602 được gắn với bơm phụt mà kích hoạt tấm này để tạo thành các giọt nhỏ sau khi kích hoạt. Cách thức và vị trí gắn bơm phụt áp điện 1604 vào tấm 1602 ảnh hưởng đến hoạt động của khối lắp ráp bơm phụt và tạo thành dòng giọt nhỏ. Trong phương án trong FIG. 16B, bơm phụt áp điện 1604 được nối với vùng ngoại biên của bề mặt 1622 của tấm 1602. Vùng trung tâm 1630 không được che bằng bơm phụt áp điện 1604. Vùng 1632 của tấm đẩy lên 1602 có vùng trung tâm 1630 mà có một hoặc nhiều lỗ hở 1626. Dịch lỏng 1610 được chuyển qua các lỗ hở 1626 để tạo thành các giọt nhỏ 1612. Bơm phụt áp điện 1604 có thể có bất kỳ hình dạng hoặc làm từ bất kỳ nguyên liệu phù hợp nào. Ví dụ, bơm phụt có thể có dạng ovan, hình vuông, hoặc dạng đa giác thông thường nào. Bơm phụt áp điện 1604 có thể phù hợp với hình dạng của tấm đẩy lên 1602, hoặc các vùng 1630/1632. Hơn nữa, bơm phụt áp điện 1604 có thể có hình dạng khác. Hơn nữa, bơm phụt áp điện 1604 có thể được gắn với tấm đẩy lên 1602 hoặc bề mặt 1622 trong một hoặc nhiều vùng. Trong ví dụ được thể hiện trong FIG. 16B, bơm phụt áp điện 1604 được minh họa có dạng vòng, nghĩa là đồng tâm với các vùng 1630 và 1632. Các lỗ hở 1626 có thể được định vị trong vùng bơm phụt 1632. Vùng 1632 có thể chiếm một phần của vùng 1630, như thể hiện trong FIG. 16B, hoặc có thể chiếm toàn bộ vùng 1630 (không được thể hiện). Phần vùng 1630 bị vùng 1632 chiếm có thể ở giữa vùng 1632 hoặc có thể lệch khỏi vùng giữa (không được thể hiện). Trong một số phương án, ví dụ như thể hiện trong các FIG. 16A và 16E, kích cỡ của vùng 1638 của vỏ ngăn chứa 1608 về cơ bản tương ứng với kích cỡ của vùng bơm phụt 1632. Trong một số phương án, vùng lỗ hở 1638 có thể về cơ bản lớn hơn vùng bơm phụt 1632.

Như với kích cỡ và hình dạng của các lỗ hở 1626, kích cỡ và hình dạng của vùng bơm phụt 1632 có thể được chọn dựa trên các đặc tính mong muốn cho dòng giọt nhỏ. Như thể hiện trong FIG. 16F, qua ví dụ, các lỗ hở 1626 được bố trí theo dạng tròn trong vùng bơm phụt 1632 của tấm đẩy lên 1602, nhưng cũng có thể sử dụng các dạng khác

như đã giải thích ở trên. Khoảng cách l giữa các lỗ hở liên kề 126 có thể có bất kỳ giá trị phù hợp nào, bao gồm, từ 1 micromet đến một vài mm, ví dụ, từ 150 micromet đến 300 micromet. Theo một phương án cụ thể, l được chọn là 200 micromet. Hơn nữa, cũng như giải thích ở trên, sự phân cắt các lỗ hở 1626 không cần phải đồng đều.

FIG. 16D, thể hiện tấm đẩy lên 1602 được bố trí trên vỏ ngăn chứa 1608 mà có chứa dịch lỏng 1610. Bề mặt 1625 của tấm 1602 sát ngay với dịch lỏng 1610. Ngăn chứa 1608 có vùng hở 1638 như thể hiện trong FIG. 16E liên kề với bề mặt 1625 và với vùng 1632 của tấm 1602. Trong phương án này, bề mặt 1625 bao quanh dịch lỏng 1610 trong ngăn chứa 1608. Vỏ ngăn chứa 1608 có thể được gắn với tấm đẩy lên 1602 ở vùng ngoại biên 1646 của bề mặt 1625 bằng cách sử dụng tấm bịt hoặc mối nối phù hợp. Qua ví dụ, FIG. 16E thể hiện vòng chữ O 1648a. Dù cho không được thể hiện, có thể sử dụng nhiều hơn một vòng chữ O. Như đã biết trong tình trạng kỹ thuật, vòng chữ O có thể có bất kỳ hình dạng mặt cắt ngang phù hợp nào. Hơn nữa, có thể sử dụng các mối nối khác như tấm bịt polyme, gốm, hoặc kim loại để nối vỏ 1608 với tấm đẩy lên 1602. Hơn nữa, có thể loại bỏ hoàn toàn các mối nối và vỏ 1608 có thể được nối hoàn toàn với tấm 1602, ví dụ bằng cách hàn hoặc ép khuôn. Trong phương án này, có thể để xuất lỗ hở mà qua đó dịch lỏng được cung cấp vào vỏ ngăn chứa 1608. Vẫn hơn nữa, các mối nối có thể di chuyển được, như bản lề, hoặc có thể linh động hoặc không cứng nhắc ví dụ, mối nối polyme. Khi vỏ 1608 được nối với tấm đẩy lên và dịch lỏng 1610 được chứa trong ngăn chứa, dịch lỏng 1610 không rò rỉ ra giữa các chu kỳ sử dụng thậm chí khi các lỗ hở 1626 nhô ra ngoài. Điều này do sức căng bề mặt của dịch lỏng 1610 cho ra tỷ lệ kích cỡ của các lỗ hở. Vùng ngoại biên 1646 có thể chồng chéo ít nhất một phần với vùng ngoại biên 1624 và có thể kéo dài ra ngoài vùng ngoại biên 1624, mặc dù không đòi hỏi sự chồng chéo này. Chỗ tiếp xúc trong đó vỏ ngăn chứa 1608 và tấm đẩy lên 1602 được nối với nhau là tương đối nhỏ để mối liên kết giữa vỏ ngăn chứa 1608 và tấm 1602 về cơ bản không ảnh hưởng đến sự chuyển động của tấm đẩy lên 1602 khi tấm đẩy lên này được kích hoạt.

Khác với vùng mở 1638, các phần của tấm đẩy lên 1602 có thể được che phủ bằng thành của ngăn chứa bổ sung 1650. Trong phương án trong FIG. 16E, thành 1650 không tiếp xúc trực tiếp với tấm đẩy lên 1602, đúng hơn là nó được nối với vòng chữ O 1648a. Hơn nữa, thành 1650 có thể được liên kết trực tiếp với tấm 1602. Hơn nữa, vỏ

1608 có thể được liên kết trực tiếp với đĩa 1602 và thành 1650 hoàn toàn có thể được bỏ qua.

Khi khối lắp ráp bom phụt 1600 được sử dụng để phân phối chất trị liệu hoặc các dịch lỏng khác vào mắt, khối lắp ráp bom phụt 1600 được thiết kế để ngăn dịch lỏng 1610 chứa trong ngăn chứa 1620 và các giọt nhỏ để bom phụt 1612 khỏi bị nhiễm tạp. Trong một số phương án, ví dụ, như thể hiện trong FIG. 16C, lớp phủ ngoài 160 có thể được tạo ra trên bề mặt phoi ra của bom phụt áp điện 1604 và ít nhất một phần bề mặt 1622 của tấm đẩy lên 1602. Lớp phủ này có thể được sử dụng để ngăn sự tiếp xúc trực tiếp của bom phụt áp điện 1604 và điện cực 1606a và 1606b với dịch lỏng 1610. Lớp phủ có thể được sử dụng để ngăn ngừa sự tác động của tấm đẩy lên hoặc bom phụt đến dịch lỏng hoặc nó có thể được sử dụng để bảo vệ bom phụt áp điện 1604 và các điện cực 1606a và 1606b khỏi tác động của môi trường. Ví dụ, lớp phủ có thể là lớp phủ bảo giác bao gồm vật liệu trơ, ví dụ, polyme bao gồm polypropylen, nylon, polyetylen mật độ cao (high density polyetylen: HDPE), vàng, platin, hoặc paladi, hoặc lớp phủ như Teflon®.

Đề cập đến FIG. 16G, trong một số phương án, tấm đẩy 1602 có thể được phủ bằng lớp phủ bảo vệ 1662 nghĩa là lớp phủ chống nhiễm tạp và/hoặc kháng khuẩn. Lớp phủ bảo vệ 1662 có thể bao giác trên toàn bộ tất cả các bề mặt của tấm đẩy 1602, bao gồm bề mặt 1664 mà xác định các lỗ hở 1626 (chỉ một lỗ hở được thể hiện). Trong phương án khác, lớp phủ bảo vệ 1662 có thể được phủ lên các bề mặt được lựa chọn, ví dụ, bề mặt 1622, 1625, hoặc các vùng bề mặt, ví dụ, các phần của bề mặt 1622, 1625, 1664. Lớp phủ bảo vệ có thể được tạo ra từ kim loại tương thích sinh học, ví dụ, vàng, iridi, rodi, platin, paladi hoặc các hợp kim của nó, hoặc polymer tương thích sinh học, ví dụ, polypropylen, HDPE, hoặc Teflon®. Nguyên liệu kháng khuẩn bao gồm bạc hoặc polyme như polyketon. Lớp phủ bảo vệ có thể tiếp xúc trực tiếp với dịch lỏng 1610 hoặc các giọt nhỏ 1612. Lớp phủ có thể cho ra một hàng rào bên trong quanh dịch lỏng hoặc có thể ức chế sự phát triển của vi khuẩn và sát trùng dịch lỏng 1610 và/hoặc các giọt nhỏ 1612.

Hơn nữa, bề mặt 1622 của tấm đẩy 1602, ví dụ các FIG. 16A và 16E, cũng có thể được phủ. Lớp phủ có thể là lớp phủ ưa nước hoặc kỵ nước. Hơn nữa, lớp phủ có thể được phủ bằng lớp bảo vệ. Bề mặt cũng có thể được phủ bằng lớp phản chiếu. Lớp

phủ có thể là lớp cả bảo vệ và phản chiếu. Hơn nữa, bề mặt có thể được tạo ra để phản chiếu được. Ví dụ, bề mặt có thể được làm từ thép không gỉ, niken-coban, hoặc các vật liệu phản chiếu khác. Bề mặt có thể được tạo ra hoặc được đánh bóng để phản chiếu được. Thêm vào việc tạo ra bề mặt phản chiếu 1622, bề mặt này cũng có thể ngược sáng trên bề mặt của nó hoặc quanh chu vi của nó và được thể hiện trong FIG. 26. Khi sử dụng cho mắt, bề mặt phản chiếu giúp cho người sử dụng giống thẳng hàng khối lắp ráp bơm phụt với mắt.

Trong một số phương án, chính tấm đầy 1602 có thể được tạo ra từ kim loại, ví dụ, thép không gỉ, niken, coban, titan, iridi, platin, hoặc paladi hoặc các hợp kim của chúng. Hơn nữa, tấm đầy có thể được tạo ra từ vật liệu phù hợp, bao gồm các kim loại hoặc polyme khác, và được phủ như chỉ ra ở trên. Tấm đầy có thể là phức hợp của một hoặc nhiều vật liệu hoặc một hoặc nhiều lớp. Tấm đầy có thể được tạo ra ví dụ bằng cách cắt từ kim loại tấm, định hình trước, cán, đúc hoặc sự định hình khác. Các lỗ hổng trong tấm đầy có thể được tạo ra bằng cách sử dụng phương pháp phù hợp bao gồm nhưng không giới hạn khoan lỗ bằng cách khoan quang học hoặc cơ học như khoan hoặc cắt bỏ bằng laze, hoặc bằng cách xử lý hóa học như khắc axit có hoặc không có khuôn tô hoặc tạo mẫu in thạch bản. Các lỗ hổng cũng có thể được tạo ra trước vào lúc tạo ra đĩa. Các lớp phủ có thể được tạo ra trước bằng cách nhúng, mạ, bao gồm mạ điện hoặc bằng cách phủ khác như đúc ép hoặc đổ khuôn. Các lớp phủ cũng có thể được đọng lại bằng bất kỳ kỹ thuật lắng đọng phù hợp nào như thổi, lắng đọng hơi nước bao gồm lắng đọng hơi nước vật lý (physical vapor deposition: PAD), lắng đọng hơi nước hóa học (chemical vapor deposition: COD), hoặc lắng đọng bột tĩnh điện. Lớp phủ bảo vệ có thể có độ dày từ khoảng 0,1μm đến khoảng 500μm. Mong muốn rằng lớp phủ bám dính vào tấm 102 đủ để ngăn không bị tách ra khi lúc lắp ở tần số cao.

Cấu hình của ngăn chứa 1620, bao gồm hình dạng và kích cỡ, có thể được chọn dựa trên lượng dịch lỏng 1610 để lưu giữ và dạng hình học của tấm đầy 1602. Các dạng ngăn chứa khác bao gồm dạng ngăn chứa cấp liệu dạng trọng lực, dạng mao dẫn, hoặc dạng ruột bóng có thể gấp lại được mà hoạt động dưới sự chênh lệch áp suất. Các ngăn chứa này có thể được đổ đầy vào trước, được đổ đầy vào bằng cách sử dụng vi bơm hoặc bằng sự thay thế của vỏ đựng. Vi bơm có thể bơm đầy vào ngăn chứa bằng cách bơm dịch lỏng vào hoặc ra khỏi vật chứa có thể gấp lại được hoặc vật chứa không thể gấp lại được. Vỏ đựng có thể bao gồm vật chứa được nhồi vào trong ngăn chứa. Hơn

nữa, vỏ đựng có thể được liên kết với khối lắp ráp bơm phụ dùng một lần mà sau đó được thay thế trong vỏ thiết bị sau một số lần thải ra cụ thể.

FIG. 16H thể hiện ngăn chứa 1620 được nối với khối vi bơm 1670. Khối vi bơm này bao gồm vi bơm 1672 và một ngăn chứa rộng hơn 1671. FIG. 16I thể hiện hình chiếu mặt cắt của khối 1600. Một ngăn chứa khác để sử dụng với thiết bị này được thể hiện trong 20. Vỏ ngăn chứa 1608' được nối với cơ cấu bơm phụ. Vỏ 1608' bao gồm vật liệu tạo bắc W. Vật liệu này duy trì được nguồn cấp dịch lỏng do cơ cấu bơm phụ thậm chí khi mức dịch lỏng giảm xuống dưới tấm đẩy 1602. Không nhằm giới hạn ở lý thuyết này, loại ngăn chứa này hoạt động tác dụng mao dẫn. Một phương án về loại ngăn chứa này được mô tả đầy đủ hơn trong đơn patent Mỹ số 7,192,129 to Droege.

Trong ví dụ được thể hiện trong FIG. 16D, vỏ ngăn chứa 1608 có mặt cắt ngang hình chữ nhật. Cũng có thể sử dụng các dạng khác. Trong một số phương án, vỏ ngăn chứa 1608 có mép được vát cong. Ví dụ thể hiện các góc được vát cong 140 được thể hiện trong FIG. 16D. Do đó, không có hoặc chỉ có một ít dịch lỏng bị giữ lại ở mép của ngăn chứa 120 và dịch lỏng ở mép ngăn chứa có thể được sử dụng một cách hiệu quả. Ngăn chứa 1620 có thể dùng lại được hoặc dùng một lần. Ngăn chứa có thể được đổ đầy vào trước với ngăn chứa dùng một lần hoặc có thể dùng lại được bằng cách sử dụng lỗ nạp.

Trong một số phương án, vỏ ngăn chứa 1608 bao gồm các lỗ xuyên qua 1642 (chỉ một lỗ được thể hiện trong FIG. 16A để cho phép không khí thoát ra hoặc đi vào ngăn chứa 1620 và giữ dịch lỏng 1610 ở trong ngăn chứa ở áp suất môi trường phù hợp. Các lỗ xuyên qua 1642 có đường kính nhỏ để dịch lỏng 1610 không rò rỉ qua lỗ. Hơn nữa, không có lỗ hở nào được tạo thành trên vỏ ngăn chứa 108, và ít nhất một phần, ví dụ, ví dụ phần 1644 hoặc toàn bộ vỏ ngăn chứa 1608 có gấp lại được, ví dụ, ở dạng bông. Toàn bộ ngăn chứa cũng có thể được tạo ra ở dạng bông mềm dẻo hoặc có thể gấp lại được. Do đó, khi dịch lỏng 1610 được bơm phụ qua tấm đẩy 1602, ngăn chứa 1620 thay đổi hình dạng và thể tích của nó theo sự thay đổi lượng dịch lỏng 1610 trong ngăn chứa 1620.

Trong phương án trong các FIG. từ 16A đến 17B, tấm đẩy 1602 được kích hoạt bằng cách rung lên bằng bơm phụ áp điện 1604. Như thể hiện trong FIG. 16A và 16C, hai điện cực 1606a và 1606b được tạo ra trên hai bề mặt đối diện 1634 và 1636 của

bơm phụt áp điện 1604 mà song song với bề mặt 1622 của tấm đẩy ra 1602 và kích hoạt bơm phụt áp điện 1604 để làm rung tấm đẩy 1602. Các điện áp có thể được liên kết với tấm này bằng bất kỳ cách đã biết nào bao gồm việc cố định bằng liên kết bám dính hoặc liên kết khác. Chúng cũng có thể được ép đúc chồng thay vào tấm 1602. Cũng có thể sử dụng các dây kim loại hoặc vật dẫn điện khác để có hiệu quả tiếp điện tốt giữa tấm 1602 và các điện cực. Hơn nữa, các điện áp có thể được tạo ra trên đĩa 1602 bằng cách mạ hoặc phủ vào tại chỗ. Qua ví dụ, các điện áp được gắn vào bằng chất bám dính 1628 mà được đưa vào giữa điện áp 1606a và tấm đẩy 1602. Điện áp 1606a tiếp điện với đĩa 1602. Khi điện thế được đưa vào qua các điện áp 1606a và 1606b, cơ cấu dẫn động áp điện 1604 làm lệch tấm đẩy 1602 để thay đổi hình dạng cong hơn hoặc lồi hơn như thể hiện trong các FIG. 17A và 17B. Ví dụ, FIG. 17A thể hiện điện áp 1606a và 1606b được gắn với đĩa 1602 và làm cho đĩa bị lệch hướng thành dạng 1700. Một khoảng điện áp rộng tương ứng với các vật liệu áp điện khác nhau đã được biết đến trong lĩnh vực, nhưng qua ví dụ, có thể sử dụng vì sai điện áp là 40 hoặc 60 V cho các điện cực trong FIG. 17A. Khi chiều vi sai điện áp ngược lại, ví dụ -40 hoặc -60 tấm này sẽ lệch theo chiều ngược lại thành dạng 1701 như thể hiện trong FIG. 17B. Theo cách này, cơ cấu dẫn động 1604 làm dao động đĩa 1602 mà gây ra rung tạo ra các giọt nhỏ 1612 của dịch lỏng 1610. Theo một phương án thể hiện trong FIG. 17A, thể tích ngăn chứa 1620 được giảm bớt và dịch lỏng 1610 trong ngăn chứa 1620 bị nén lại do tấm đẩy 1602 và bị ép vào các lỗ hở 1626. Theo một phương án thể hiện trong FIG. 17B, thể tích ngăn chứa 1620 được tăng lên. Khi đưa điện áp khác vào các điện cực 1606a và 1606b, tấm đẩy 1602 dao động giữa dạng 2600 và dạng 2602, làm cho các giọt nhỏ dịch lỏng 1612 tích tụ lại trong các lỗ 1626 và cuối cùng được bơm phụt từ các lỗ 1626 dọc theo chiều 1614 ra khỏi ngăn chứa 1620. Tần số và bước sóng dao động có thể phụ thuộc vào nhiều yếu tố như thể tích lỗ hở 1626, số lỗ hở 1626, độ nhớt dịch lỏng, độ cứng của tấm 1602, nhiệt độ và các yếu tố khác. Các thông số này có thể điều chỉnh được hoặc có thể được chọn để cho ra dòng giọt nhỏ mong muốn. Tần số bơm phụt giọt nhỏ từ đĩa 1602 cũng phụ thuộc vào nhiều yếu tố. Trong một số phương án, các giọt nhỏ 1612 được bơm phụt ở tần số nhỏ hơn tần số sung đến cơ cấu dẫn động áp điện 1604. Ví dụ, các giọt nhỏ 1612 được bơm phụt trong mỗi từ 1 đến 1000 chu kỳ, và cụ thể hơn từ 8 đến 12 chu kỳ dao động của tấm đẩy. Tần số bơm phụt giọt nhỏ được thảo luận chi tiết hơn dưới đây.

Có thể sử dụng nhiều vật liệu áp điện để sinh ra cơ cấu dẫn động 1604. Qua ví dụ, trong một số phương án, cơ cấu dẫn động áp điện có thể được tạo ra từ PZT. Nhưng PZT có chứa chì và sẽ được bịt kín khỏi dịch lỏng 1610. Các vật liệu không có chì khác bao gồm bari titanat hoặc vật liệu áp điện dựa trên polyme, như polyvinyliden florua. Các điện áp 1606a và 1606b có thể được tạo ra từ các chất dẫn phù hợp bao gồm vàng, platin hoặc bạc. Các vật liệu phù hợp để sử dụng làm chất bám dính 1628 có thể bao gồm nhưng không giới hạn, các chất bám dính như chất bám dính silic, epoxi, hoặc tấm dán bạc. Ví dụ về chất bám dính có tính dẫn bao gồm chất bám dính xúc biến như Dow Corning DA6524 và DA6533. Vỏ ngăn chứa 1608 có thể được tạo ra từ vật liệu polyme, một số ít ví dụ về nó bao gồm Teflon®, cao su, polypropylen, polyetylen, hoặc silic. Như đã đề cập ở trên, toàn bộ hoặc một phần ngăn chứa có thể mềm dẻo hoặc có thể gấp lại được. Kích cỡ và tốc độ của các giọt nhỏ được bơm phụt bởi khối bơm 1600 có thể bị ảnh hưởng bởi các thông số khác nhau được sử dụng trong việc chế tạo ra khối bơm 1600. Các thông số này có thể cũng bao gồm kích cỡ của cơ cấu dẫn động áp điện 1604, các đặc tính (ví dụ, kích cỡ, độ đàn hồi và các đặc tính khác) của tấm đẩy 1602, kích cỡ và cấu trúc của các lỗ hở 1626 trong tấm đẩy 1602, tần số, hình dạng và cường độ xung sử dụng cho các điện áp 1606a, 1606b bằng điện dẫn, đặc tính của dịch lỏng (ví dụ, độ nhớt và sức căng bề mặt), và các thông số khác.

Cường độ và tần số dao động của tấm đẩy cũng có thể được điều khiển bằng cách điều khiển các xung điện áp sử dụng cho các điện cực 1606a, 1606b. Như đã thảo luận ở trên, các xung được tạo ra nhờ sự chênh lệch điện áp mà làm lệch đĩa 1602, như thể hiện trong các FIG. 17A và 17B. Trong một số phương án, một trong các điện cực 1606a hoặc 1606b được tiếp đất và các xung điện áp, ví dụ, xung lưỡng cực được đưa vào một trong các điện cực 1606a hoặc 1606b khác ví dụ, để làm dao động tấm đẩy 1602. Chi tiết về các xung điện áp và các đặc điểm khác được thảo luận chi tiết hơn ở đây. Qua ví dụ, Theo một phương án, cơ cấu dẫn động áp điện 1604 có thể có tần số vang từ khoảng 60 KHz đến khoảng 120 KHz, ví dụ, 118 KHz. Các xung điện áp có thể có tần số thấp hơn, cao hơn hoặc bằng với tần số vang của cơ cấu dẫn động áp điện 104.

Trong phương án trong FIG. 16A, thời gian phân phối các giọt nhỏ từ khoảng 0,1 ms đến khoảng một vài giây. Không nhằm ràng buộc bởi lý thuyết, cho rằng mắt người có từ khoảng 300 ms đến khoảng 400 ms giữa các lần nháy mắt. Do đó, trong các phương án mà mong muốn phân phối các giọt nhỏ ở giữa các lần nháy mắt, thời gian

phân phối có thể từ khoảng 50 ms đến khoảng 300 ms và cụ thể hơn từ 25 ms đến 200 ms. Theo một phương án, thời gian phân phối giọt nhỏ là từ 50 ms đến 100 ms. Theo cách này, các giọt nhỏ được bơm phụt có thể phân phối và lắng đọng hiệu quả trong mắt trong một chu kỳ nháy mắt. Trong một số phương án, ví dụ về ống định lượng nước muối không cần đơn thuốc, thời gian phân phối có thể dài đến một vài giây, ví dụ, từ 3 đến 4 giây, qua chu kỳ nháy mắt. Hơn nữa, một sự phân phối đơn lẻ có thể được thực hiện bằng một số sự bật lên hoặc rung động của bơm phụt giọt nhỏ.

Hơn nữa, và không nhằm giới hạn bởi lý thuyết này, sự rung động có thể làm giảm biên độ đỉnh của dòng khí bằng cách phân bố xung lực theo thời gian, tương tự với tác dụng của vùng dễ bị biến dạng của ô tô khi va chạm. Do đó, áp lực của bơm phụt vào mục tiêu có thể được giảm bớt. Nghĩa là, ví dụ, khi sử dụng cho mắt, đối tượng có thể không cảm thấy có nhiều không khí và không cảm thấy khó chịu hơn. Hơn nữa, sự rung động cũng có thể làm giảm sự tích tụ các giọt nhỏ và ít làm cuốn theo không khí hơn. Qua một ví dụ đơn, các xung 25 ms có thể được đưa vào với thời gian dừng là 25ms giữa các xung. Qua ví dụ, Theo một phương án, các xung có thể được lặp lại trong toàn bộ thời gian tổng là 150 ms.

Các FIG. 21A-D thể hiện phương án khác về vỏ của thiết bị. Vỏ 502 được tạo thành từ các thành phần được ép đúc từ chất dẻo hoặc các vật liệu phù hợp khác được xác định chung bằng phần phía trước 2104 và phần phía sau 2106. Trong phần phía trước 2106 bao gồm vùng phân phối dịch lỏng 2108 và cơ cấu kích hoạt 2110. Vùng phân phối dịch lỏng 2108 xác định thêm lỗ hồng phân phối 2112 được tạo ra qua mép nắp 2114 và qua vỏ. Vùng phân phối dịch lỏng 2108 cũng bao gồm LED đa chức 2116 có chức năng như đã mô tả ở trước ở các phương án khác. Bộ khởi động kích hoạt 2110 bao gồm tấm bọc lỗ hồng 2118 và phần đế kê ngón tay cái 2120. Một hoặc nhiều mép nhô ra 2122 có thể được tạo ra quanh chu vi của phần kê ngón tay cái 520 để giúp định vị ngón tay cái của người sử dụng trên bộ khởi động kích hoạt 2110. Trong phương án đã thể hiện, tấm bọc 2118 và phần kê ngón tay cái 2120 có thể được tạo ra hoàn toàn liền khối hoặc gồm nhiều phần. Tấm bọc 2118 vừa khít trong khe được tạo ra từ phần phía trước 2104 và mép nắp 2114 (FIG. 5E) và có thể hoạt động để trượt lên và trượt xuống trong khe qua đó cho phép tấm bọc 2118 bịt kín lỗ hồng phân phối 2112 và bảo vệ khối bơm phụt phía sau lỗ hồng và các thành phần bên trong khỏi các mảnh vụn và sự nhiễm tạp bên ngoài. Tùy ý, bề mặt phía sau của tấm bọc 2118 có thể được phủ vật

liệu chứa các phần tử bạc để ngăn ngừa vi khuẩn tạo thành hoặc ở quanh vùng bên trong của vùng phân phối. FIG. 21F là sơ đồ dưới dạng giản đồ thể hiện việc người sử dụng giống thẳng hàng thiết bị theo chiều mắt của họ trước khi phân phối một liều các giọt nhỏ dịch lỏng vào mắt. Việc thiết kế thiết bị tính đến yếu tố con người cho phép người sử dụng đặt ngón tay cái của họ lên phần đặt ngón tay cái và đẩy ngón tay cái vào vị trí hơi cong. Sau đó các đốt ở đầu ngón tay có thể được đặt tỳ vào xương gò má của người sử dụng để giữ chắc được thiết bị trong khi người sử dụng giống thẳng hàng lỗ phân phối với mắt của họ. LED đa chức, tùy ý bao gồm, tấm đẩy được đánh bóng ngược sáng có thể cũng hỗ trợ cho việc giống thẳng hàng. Khi ngón tay cái của người sử dụng được đặt tỳ vào xương gò má của họ, lỗ hồng phân phối có thể dễ dàng được giống thẳng hàng ở khoảng cách tối ưu là 2-3 cm từ bề mặt của mắt. Sau đó người sử dụng có thể xác định vị trí ngón tay trỏ của họ trên nút của thiết bị, và sau đó có thể dễ dàng ấn nút phân phối xuống để phân phối dịch lỏng vào bề mặt mắt của họ.

Do đó, việc kết hợp vị trí của phần để ngón tay cái với sự đặt mặt sau của ngón tay cái trên xương gò má cho ra đặc trưng và quy trình giống thẳng hàng tự nhiên và có thể lặp lại. Phụ thuộc vào bộ xương của người sử dụng, một phần khác của ngón tay cái hoặc bàn tay có thể được giống thẳng hàng với vị trí khác trên bề mặt để có hiệu quả giống chính xác. Hơn nữa, thiết bị này có thể được giữ ở một khoảng cách phù hợp trong khi sử dụng, ví dụ, như đã chú ý về khoảng cách thể hiện trong FIG. 16A. Khoảng cách phù hợp có thể thay đổi theo loại đối tượng và dạng sử dụng. Ví dụ, với đối tượng là động vật, thiết bị có thể được giữ ở khoảng cách xa hơn so với đối tượng là con người. Hơn nữa, thiết bị này có thể được giữ trong lòng bàn tay và được giống thẳng hàng mà không sử dụng bàn tay hoặc các ngón tay và thay bằng miếng đệm hoặc nhờ thiết bị giống thẳng hàng như đã mô tả ở trên. Hơn nữa, bất kỳ phần nào của bàn tay hoặc ngón tay đều có thể được sử dụng cho thiết bị và bất kỳ phần nào của bàn tay hoặc ngón tay đều có thể được sử dụng để kích hoạt nút phân phối. Qua ví dụ, thiết bị này có thể được giữ trong bàn tay với ngón út để cách mặt của thiết bị và ngón tay cái mà ấn nút phân phối trên phía vỏ thiết bị.

Trong quá trình sử dụng, thiết bị này được giữ, được bật lên, được giống thẳng hàng, và được ấn nút phân phối. Việc bật thiết bị này có thể thực hiện bằng tay bằng cách kích hoạt bộ khởi động kích hoạt vật lý hoặc được thực hiện tự động hoặc đáp ứng lại trạng thái, ví dụ di chuyển thiết bị ra khỏi trạm nối. Thiết bị này có thể quay vòng

qua chu kỳ làm sạch khi được kích hoạt. Vỏ được gióng thẳng hàng một cách phù hợp phân phối dịch lỏng ở dạng dòng giọt nhỏ vào mục tiêu.

FIG. 22A thể hiện hệ thống truyền thông bao gồm thiết bị bơm phụt dịch lỏng. Thiết bị này có thể được sử dụng kết hợp với trạm nối. Chi tiết về hệ này và trạm nối được bộc lộ đầy đủ hơn trong the US Application Attorney Docket Number 24591.003-US02, có tên “Method and System for Performing Remote Treatment and Monitoring,” được đưa đồng thời vào đây và được hợp nhất vào đây bằng cách tham khảo.

FIG. 22B thể hiện sơ đồ khối thể hiện thiết bị 2202 và trạm nối 2250 trong truyền thông. Thiết bị 2202 có thể bao gồm vỏ 2206, các điện tử 2208, cơ cấu dẫn động cơ cấu bơm phụt, ví dụ, cơ cấu dẫn động áp lực 2210, ngăn chứa 2212, thiết bị hướng vào mục tiêu 2214, bộ nhớ điện tử 2216, giao diện đầu vào/đầu ra (input/output: I/O) 2218. Thiết bị 2702 cũng có thể bao gồm thiết bị ảnh hóa 2220, bảng dò 2222, loa 2224, và LED 2226.

Vỏ 2206 có thể được làm từ, ví dụ, chất dẻo bơm phụt đúc ép hoặc bất kỳ vật liệu có trọng lượng thấp, bền phù hợp nào khác. Vỏ 2206 có thể bao gồm lỗ hở 2228, tấm trượt có thể định vị 2230, giao diện 2232 mà truyền thông tin đi và nhận thông tin từ trạm nối 2250, bộ kích hoạt dòng 2234, và giao diện thông tin 2236. Giao diện thông tin 2236 truyền dữ liệu đi và nhận dữ liệu từ nguồn bên ngoài đến vỏ 2206 (xem US Application Attorney Docket Number 24591.003-US02, có tên “Method and System for Performing Remote Treatment and Monitoring,” được đưa đồng thời vào đây và được hợp nhất vào đây bằng cách tham khảo) đến thiết bị 2202, và trạm nối 2250. Ví dụ, giao diện thông tin 2236 có thể thông tin với cơ sở dữ liệu hoặc với thiết bị đầu vào/đầu ra, như bàn phím.

Lỗ hở 2228 có thể ở dạng lỗ hồng được tạo thành qua bề mặt bên ngoài của vỏ 2206, và lỗ hở 2228 cho phép dịch lỏng giữ trong ngăn chứa đi ra vỏ 2206. Lỗ hở 2228 có thể tương tự với lỗ hở đã giải thích ở trên.

Tấm trượt có thể định vị 2230, mà có thể tương tự với tấm trượt ngón tay cái đã mô tả ở trên. Vỏ 2206 cũng bao gồm giao diện 2232 được tạo cấu hình để nhận vật nối vào 2204. Vật nối vào 2204 có thể là, ví dụ, giao diện một dây, hai dây hoặc I2C. Giao diện 2232 cho phép thiết bị 2202 truyền dữ liệu đi và nhận dữ liệu từ trạm nối 2250 qua vật nối 2204.

Vỏ 2206 cũng bao gồm bộ khởi động kích hoạt 2234. Bộ khởi động có thể là, ví dụ, nút nhô ra từ bề mặt bên ngoài của vỏ 706, công tắc, hoặc bất kỳ giao diện xúc tác nào khác có thể sử dụng cho người dùng thiết bị, như các công tắc đã mô tả ở trên. Bộ khởi động 2234 có thể ở trên một phía vỏ 2206 mà đối diện với phía vỏ 2206 có lỗ hở 2228 và tấm trượt 2230.

Vỏ 2206 cũng có thể bao gồm giao diện thông tin 2236 mà thông tin với bộ nhớ điện tử 2216 và cho phép thu lại dữ liệu giữ trong bộ nhớ điện tử 2216 và ghi dữ liệu vào bộ nhớ điện tử 2216. Giao diện 2236 có thể là, ví dụ, bộ nối buýt nối tiếp đa năng (universal serial bus: USB), bộ nối theo chuỗi, và bộ nối Ethernet, hoặc bất kỳ bộ nối nào khác cho phép đọc và ghi dữ liệu. Thảo luận khác về các khía cạnh này có trong US Application Attorney Docket Number 24591.003-US02, cso tên “Method and System for Performing Remote Treatment and Monitoring,” được đưa vào đồng thời ở đây.

Thiết bị 2202 bao gồm các điện tích 2208, cung cấp một hoặc nhiều tín hiệu dẫn động đầu ra cho cơ cấu dẫn động bơm phụt hoặc áp lực 2210. Áp lực 2210 làm dao động, di chuyển hoặc làm méo mó tấm đẩy 2202 để đáp ứng lại việc sử dụng tín hiệu đầu ra. Tấm đẩy 2202 tiếp xúc với dịch lỏng trong ngăn chứa 2212, và khi áp lực 2210 làm méo mó, dịch lỏng từ ngăn chứa 2212 được đẩy qua một hoặc nhiều lỗ hở tạo thành trên tấm đẩy. Trong phương án áp điện, sự di chuyển tấm đẩy, và thông thường, hoạt động của cơ cấu bơm phụt, gây ra một dòng các giọt nhỏ có hướng ra khỏi vỏ 2206 qua lỗ 228.

Như thảo luận chi tiết hơn về các dạng bộc lộ các điện tử, các điện tử 2208 xác định tần số, điện áp, chu kỳ làm việc, và khoảng thời gian tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 được áp vào áp điện 2210. Hơn nữa, các điện tử 2208 có thể lập trình để các đặc tính hoặc đặc điểm của tín hiệu điều khiển đầu ra áp vào áp điện 2210 có thể được điều chỉnh để giúp thay đổi kế hoạch về dịch lỏng và/hoặc liều lượng.

FIG. 22C bao gồm bộ xử lý 2304 và mạch điều khiển 2806. Bộ xử lý 2804 cung cấp tín hiệu kích thích 2306, và mạch điều khiển 2306 sinh ra một tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 được áp vào áp điện 2210. Các đặc tính của tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 được xác định từ các đặc tính của tín hiệu kích thích 2340. Như thảo luận dưới đây, tín hiệu điều khiển đầu ra 8232 có thể bao gồm, ví dụ, hai hoặc bốn tín hiệu điều khiển đầu ra riêng biệt.

Ngăn chứa 2212 có thể được làm đầy dịch lỏng trước khi thiết bị 2202 được sản xuất ra thiết bị 2202 có thể được lập trình khi sản xuất ra thiết bị 2202. Có thể sử dụng ngăn chứa khác như đã thảo luận mà không bị giới hạn.

Thiết bị 2202 cũng bao gồm thiết bị hướng vào mục tiêu 2214. Thiết bị hướng vào mục tiêu 2214 có thể giúp người sử dụng giống thẳng hàng thiết bị 2202 với mắt của đối tượng. Thiết bị hướng vào mục tiêu 2214 có thể là, ví dụ, LED mà chiếu vào mắt đối tượng, bề mặt phản chiếu hoặc bóng mà phản chiếu mắt đối tượng, và/hoặc máy ảnh CCD mà ảnh hóa mắt của đối tượng và cung cấp tín hiệu đến VINNO điện 2208. Thiết bị hướng vào mục tiêu 2204 có thể bao gồm bộ phản chiếu để cung cấp cho người sử dụng hình ảnh mắt của họ khi thiết bị 2202 được định vị phù hợp, hoặc có thể bao gồm nguồn sáng, như LED cường độ thấp, để chiếu sáng vào mắt người sử dụng khi thiết bị 2202 được định vị phù hợp. Thiết bị hướng vào mục tiêu 2214 có thể bao gồm một cảm biến mà xác định mắt đối tượng có mở hay không. Thiết bị hướng vào mục tiêu 2214 có thể bao gồm một bộ phận thể hiện sự phản chiếu mắt của đối tượng khi thiết bị 2202 được giống thẳng hàng với mắt. Ví dụ, tấm đẩy và/hoặc áp điện 2210 có thể được làm từ vật liệu phản chiếu thể hiện sự phản chiếu mắt của đối tượng khi lỗ hở 2228 và áp điện 2210 được giống thẳng hàng với mắt đối tượng. Loại thiết bị hướng vào mục tiêu này có ích trong trường hợp đối tượng sử dụng thiết bị 2202 để đưa dòng các giọt nhỏ có hướng vào chính mắt của họ.

Trong phương án khác, tất cả hoặc một phần bề mặt của cơ cấu bơm phụt hoặc vỏ liền kề với nó có thể được phủ lớp phản chiếu. Lớp phủ có thể là lớp cả bảo vệ và phản chiếu. Hơn nữa, bề mặt có thể được tạo ra để phản chiếu được. Ví dụ, bề mặt có thể được làm từ thép không gỉ, niken-coban, hoặc các vật liệu phản chiếu khác. Bề mặt có thể được tạo ra hoặc được đánh bóng để phản chiếu được. Thêm vào việc tạo ra bề mặt phản chiếu, bề mặt này cũng có thể ngược sáng trên bề mặt của nó hoặc quanh chu vi của nó. Khi sử dụng cho mắt, bề mặt phản chiếu giúp cho người sử dụng giống thẳng hàng khối lắp ráp bơm phụt với mắt.

Thiết bị 2202 cũng bao gồm bộ nhớ điện tử 2216 và giao diện I/O 2218. Thêm vào việc lưu giữ dữ liệu như hình ảnh mắt của đối tượng, bộ nhớ điện tử 2216 lưu giữ các mệnh lệnh, có lẽ như chương trình máy tính, mà, khi thực hiện các mệnh lệnh này, làm cho bộ xử lý có trong các điện tử 2208 thông tin với các thành phần khác trong

thiết bị 2202. Bộ xử lý có thể là, ví dụ máy trạng thái như FPGA hoặc ASIC. Tín hiệu kích thích 2340 có thể được sinh ra từ bộ phát tín hiệu. Thông tin trên bộ nhớ điện tử 2216 có thể được truy cập qua giao diện 2218 hoặc giao diện 2236 (mà thông tin với cơ sở dữ liệu), và truy cập vào các nội dung của bộ nhớ điện tử được điều khiển, ví dụ, bị hạn chế khẩu lệnh để cho phép các hoạt động cụ thể được kiểm soát bởi nhân viên y khoa cụ thể, ví dụ, các bác sỹ hoặc được sỹ mong muốn điều chỉnh liều lượng. Khi máy tính có khả năng nối mạng, thông tin có thể được tải lên thông qua việc nối mạng, ví dụ với máy chủ để nhân viên y khoa truy cập để cho phép phát triển và việc sử dụng cho đối tượng phù hợp được giám sát và cho phép điều chỉnh được liều lượng trên mạng Internet, ví dụ, bằng cách tải thông tin liều lượng đã sửa lại đến máy chủ và sau đó mạng Internet đẩy đến thiết bị này hoặc người sử dụng tải về. Tự thiết bị này có khả năng nối mạng Internet để cho phép thông tin sử dụng hoặc thông tin hình ảnh được tải lên trong thời gian thực và thông tin mới được tải về thiết bị trong thời gian thực. Khi thiết bị có thể được nối mạng Internet, nó có thể được đề xuất cùng với một giao diện người sử dụng, ví dụ màn hình hoặc bàn phím hoặc bàn phím cảm ứng.

Giao diện đầu vào/đầu ra 2218 cho ra một giao diện cho phép dữ liệu và/hoặc mệnh lệnh được đi vào thiết bị 2202 và/hoặc được đọc từ thiết bị 2202. Giao diện đầu vào/đầu ra 2218 có thể nhận dữ liệu từ thiết bị này như là bàn phím, chuột, cổng truyền thông, bộ xử lý điện tử thực hiện mệnh lệnh trên một thiết bị cách biệt với thiết bị 2202, hoặc trên bộ hiển thị. Giao diện đầu vào/đầu ra 2218 có thể cũng bao gồm phần mềm cho phép sự truyền thông giữa thiết bị 2202, các thành phần của thiết bị 2202, và/hoặc một thiết bị bên ngoài. Giao diện 2218 có thể cung cấp cho người sử dụng phương tiện truy cập vào thiết bị 2202 khi thiết bị 2202 được cắm vào máy tính, như máy tính xách tay hoặc máy tính xách tay mini hoặc điện thoại cầm tay với màn hình và người sử dụng nhập dung lượng vào, qua giao diện 2218.

Thiết bị 2202 có thể cũng bao gồm thiết bị ảnh hóa 2220, thiết bị ảnh hóa 2220 có thể là một thiết bị ghép điện tích (charged coupled device: CCD) được giống thẳng hàng với lỗ hở 2228 để thiết bị ảnh hóa bắt giữ được hình ảnh mắt của đối tượng thông qua cùng một lỗ hở mà phân phối dòng các giọt nhỏ dịch lỏng có hướng. Trong một số phương án, thiết bị ảnh hóa 2220 được lắp trên bề mặt bên ngoài của vỏ 706 ở vị trí khác với vị trí của lỗ hở 2228. Hình ảnh thu được từ thiết bị ảnh hóa 2220 có thể được

truyền từ thiết bị 2202 qua giao diện I/O 2218, giao diện truyền thông 2236 hoặc 2256, và/hoặc hình ảnh này có thể được lưu giữ trong bộ nhớ điện tử 2216.

Thiết bị ảnh hóa 2220 và các điện tử 2208 có thể hoạt động để điều khiển việc bắt giữ hình ảnh trong suốt quá trình hoặc vào thời điểm có thể lựa chọn trước hoặc sau khi bơm phụt dịch lỏng ra từ thiết bị 2202. Trong một số phương án, việc bắt giữ hình ảnh có thể được người sử dụng khởi động bằng cách, ví dụ ấn nút hoặc bộ kích hoạt dòng 2234. Ví dụ, các giọt nhỏ nước muối có thể được hướng từ thiết bị 2202 về phía mắt để đưa một áp lực lên giác mạc và hình ảnh có thể được thu lại để xác định hiệu quả. Hình ảnh có thể được lưu giữ lại như thảo luận ở trên.

Thiết bị 2202 có thể cũng bao gồm bảng dò tìm 2222. Bảng dò tìm 2222 có thể được lưu giữ trong dụng cụ 2202, ví dụ, trong bộ nhớ điện tử 2216, hoặc bảng dò tìm có thể được lưu giữ cách biệt với thiết bị 2202, ví dụ, trong cơ sở dữ liệu. Bảng dò tìm 2222 bao gồm đặc điểm thông tin cho các dịch lỏng có thể được dùng trong thiết bị 2202. Ví dụ, do độ nhớt của thuốc dạng dịch lỏng thay đổi, phụ thuộc vào dịch lỏng trong ngăn chứa, áp điện 2210 có thể đòi hỏi áp dụng tín hiệu điều khiển đầu ra có tần số phù hợp với dịch lỏng trong ngăn chứa. Sự thay đổi đặc hiệu về dược phẩm này có thể được xem như là sự thay đổi về các đặc điểm, như tần số, điện áp, và/hoặc khoảng thời gian tín hiệu điều khiển đầu ra được sinh ra từ các điện tử 2208 và được áp dụng vào áp điện 2210. Bảng dò tìm 2222 có thể bao gồm đặc điểm thông tin cho dược phẩm thu lại được và được sử dụng bởi các điện tử 2208 để thiết lập các thông tin điều khiển đầu ra.

Bảng dò tìm 2222 cũng có thể bao gồm đặc điểm thông tin dược phẩm liên quan đến kế hoạch điều trị cho đối tượng. Ví dụ, bảng dò tìm có thể bao gồm thông tin cụ thể rằng dược phẩm thứ nhất được dùng ba lần một ngày, trong khi dược phẩm thứ hai được dùng một lần một ngày. Thông tin về kế hoạch điều trị này được sử dụng bởi các điện tử 2208 để xác định, ví dụ, khi khởi động lệnh báo nhắc nhở cho đối tượng dựa trên loại thuốc trong ngăn chứa.

Trong một số phương án, bảng dò tìm 2222 trong thiết bị cụ thể 2202 có thể được hiệu chỉnh bởi chuyên gia, ví dụ, chuyên gia về y học để tính toán sự thay đổi theo tình trạng của đối tượng. Giao diện 2236 có thể hoạt động được để tải thông tin xuống, ví dụ, qua thiết bị I/O bên ngoài hoặc tải trực tiếp từ cơ sở dữ liệu, có thể qua mạng

Internet. Thông tin đã tải xuống có thể bao gồm một hoặc nhiều lượng liệu lượng đã sửa lại, thời điểm của liệu lượng đã sửa lại, và dạng được phẩm phân phối. Thiết bị 2202 có thể được tạo cấu hình để các điện tử 2208 điều khiển sự phân phối được phẩm đáp ứng lại thông tin đã xác định trước hoặc thông tin tải xuống.

Thiết bị 2202 cũng có thể bao gồm loa 2224 và đèn chiếu 2226, cả hai đều có thể được sử dụng, cùng với các điện tử 2208, để cho ra sự báo động có thể nhận biết được đến người sử dụng thiết bị 2202. Thiết bị 702 có thể cho ra các sự báo động có thể nhận biết nào khác. Ví dụ, thiết bị 2202 có thể dao động để thu hút sự chú ý của người sử dụng. Thiết bị 2202 có thể sinh ra một tín hiệu báo động hoặc tiếng phát ra có thể nghe rõ hoặc một chỉ thị nhìn thấy được có thể được kiểm soát bằng các điện tử 2208 để cho ra sự phản hồi ngược đến người sử dụng, ví dụ, phản hồi ngược nhìn thấy hoặc nghe thấy được để cho biết thời điểm đạt đến liệu lượng đầy đủ. Đèn chiếu sáng 2226 có thể là LED hoặc thiết bị khác mà phát ra bức xạ nhìn thấy được đáp ứng lại đầu vào điện tử.

Trong một số phương án, đèn chiếu sáng 2226 có thể bao gồm nhiều nguồn sáng có tần số khác nhau để chiếu vào mắt, hoặc có thể bao gồm một nguồn sáng có tần số thay đổi như ánh sáng có màu và tần số khác nhau (ví dụ đỏ, xanh dương, xanh lục, trắng, ánh sáng hồng ngoại (infrared: IR), tử ngoại (ultraviolet: UV). Thiết bị này có thể bao gồm ánh sáng màu xanh coban (ví dụ được sinh ra bằng cách sử dụng bộ lọc) để sử dụng với florescein để chiếu vào giác mạc để nhận biết được vết xước và rách giác mạc. Đèn chiếu sáng 726 có thể là nguồn phát xạ phát ra các tần số có bước sóng lớn hơn 280nm để chiếu vào mắt. Đèn chiếu sáng 2226 có thể hoạt động để tạo xung ánh sáng trong các khoảng thời gian khác nhau, ví dụ, 120ns để hạn chế phản ứng của đồng tử và cho phép phân tích mắt bằng các bộ dò quang học, máy quét, hoặc máy ảnh có tần số khác nhau. Đèn chiếu sáng 2226 có thể bao gồm chip quang học phù hợp để thực hiện việc hiệu chỉnh trán sóng để làm rõ ảnh hơn, ví dụ, chip quang học phù hợp dựa trên cơ sở MEMS.

Thiết bị này có thể cũng bao gồm nguồn cố định, ví dụ, mô hình LED hoặc LED để xác định hình ảnh tập trung ở mắt và hỗ trợ cho việc sử dụng ở trẻ em. Điều này cũng phục vụ di chuyển hoặc xoay nhãn cầu trong khi sử dụng thuốc để hỗ trợ việc phân bố thuốc trên bề mặt giác mạc.

Trạm nối 2250 bao gồm điểm truy cập vô 2252 (bao gồm nhưng không giới hạn, trạm nối) được tạo cấu hình để nhận thiết bị 2202. Điểm truy cập vô 2252 có thể lờm vào để, khi thiết bị 2202 được trạm nối 2250 nhận, thiết bị 2202 được đặt vào một cách chắn chắn và được trạm nối 2250 giữ ổn định. Trạm nối 2250 cũng có thể bao gồm giao diện truyền thông 2256 mà đọc và ghi dữ liệu từ trạm nối 2250 và/hoặc thiết bị 2202. Giao diện truyền thông 2256 có thể là, ví dụ, vật kết nối USB, vật kết nối Ethernet, hoặc vật kết nối theo chuỗi. Trạm nối 2250 cũng có thể bao gồm bộ nhớ hoặc bộ nhớ điện tử 2254.

Các thành phần của bộ nhớ điện tử 2216 và 2254 có thể là bộ nhớ không ổn định, như RAM. Trong một số phương án, các thành phần của bộ nhớ điện tử 2216 và 2254 có thể bao gồm cả phần hoặc các thành phần không dễ biến đổi và dễ biến đổi.

FIG. 23A thể hiện hình chiếu nhìn từ trên xuống về một cấu hình ví dụ 2300 cho các điện tử dùng trong thiết bị, và FIG. 23B thể hiện hình chiếu nhìn từ dưới lên của cấu hình 800. Mặc dù mô tả sau đây được thảo luận về thiết bị 2202, cấu hình 2300, hoặc một cấu hình tương tự có thể được sử dụng trong thiết bị. Cấu hình này có thể được thể hiện trong bảng mạch in (printed circuit board: PCB) có kích cỡ để phù hợp với vỏ mà đủ nhỏ để giữ được một bàn tay người riêng lẻ. Cấu hình này có thể được thể hiện trong một bảng PCB đơn, hoặc trong nhiều bảng PCB. Trong ví dụ được thể hiện trong các FIG. 8A và 8B, cấu hình này được thể hiện trong một bảng PCB đơn 2301.

Đề cập đến FIG. 23A, hình chiếu nhìn từ trên xuống của cấu hình 2300 được thể hiện. Hình chiếu nhìn từ trên xuống bao gồm ngăn chứa 2302, và bộ xử lý 2304, mạch điều khiển 2306, công tắc ấn 2308, giao diện lập trình 2310, và công tắc trượt 2312. Bộ xử lý 2304 có thể là mạch logic với bộ tạo dao động chạy tự do được thiết kế để điều khiển và sắp xếp trình tự các tín hiệu sử dụng để điều khiển các xung đến bơm phụt và đến sự tạo thành các giọt nhỏ. Hơn nữa, mảng cổng lập trình được dạng trường (field programmable gate array: FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng (application specific integrated circuit: ASIC), linh kiện logic phức hợp có thể lập trình (complex programmable logic device: CPLD), hoặc linh kiện logic có thể xóa bỏ lập trình được (Erasable Programmable Logic Device: EPLD) có thể được sử dụng làm bộ xử lý. Hơn nữa, bộ vi xử lý hoặc bộ xử lý có thể lập trình được khác như bộ vi điều khiển PIC18F14K50-I/SS, có thể có được từ Microchip Technology, Inc. of Chandler,

Arizona, FPGAs and ASICs thường có giá rẻ hơn các bộ vi xử lý. Mạch logic và bộ tạo dao động chạy tự do, như LM555 được dùng trong cả các mẫu không ổn định hoặc ổn định đơn, cũng rẻ hơn và cho ra sự điều khiển tín hiệu có độ chính xác cao. Trong một số phương án, bất kỳ bộ xử lý có công suất thấp nào có điện áp nằm trong khoảng từ 2,4 đến 6 vôn mà sinh ra tín hiệu xung nhịp và có dạng ngu hoặc công suất thấp đều có thể được sử dụng làm bộ xử lý 2304. Mạch điều khiển 806 có thể là, ví dụ bộ điều khiển động cơ LT3572EUF#PBF, có thể mua của Linear Technologies of Milpitas, California. Hơn nữa, thiết bị này có thể bao gồm một bộ vi điều khiển với đồng hồ báo hiệu giám sát thiết bị để đảm bảo cho hoạt động phù hợp.

Mạch điều khiển 2306 được điều khiển bằng, và nhận tín hiệu kích thích 2340 ở tần số cụ thể từ bộ xử lý 2304. Việc điều khiển mạch điều khiển 2306 bằng bộ xử lý có thể cho ra một hệ thống có tính linh động và khả năng áp dụng được nâng cao so với hệ thống dựa trên chỉ một mạch điều khiển. Ví dụ, việc điều khiển mạch điều khiển bằng bộ xử lý cho phép tần số của các tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 được sinh ra từ mạch điều khiển được xác định và thay đổi một cách nhanh chóng bằng cách thay đổi các đặc điểm của tín hiệu điều khiển 2340 sinh ra từ bộ điều khiển. Điều này cho phép thiết bị 2202 phù hợp để thay đổi theo nhu cầu của đối tượng và hoạt động với các dịch lỏng khác nhau có thể được đưa vào trong ngăn chứa 2302. Hơn nữa, việc điều khiển mạch xử lý 2306 bằng bộ xử lý 2304 có thể loại trừ được nhu cầu về một biến trở riêng biệt để điều khiển tần số của tín hiệu kích thích 2340. Việc sử dụng bộ xử lý 2304 để điều khiển mạch điều khiển 2306 có thể cho phép các điện tử 2208 được giảm bớt về kích cỡ để thiết bị 2202 có thể được giữ và hoạt động bằng một bàn tay người riêng lẻ.

Bộ xử lý 2304 nhận dữ liệu và điều khiển tín hiệu từ công tắc đẩy 2308, giao diện lập trình 2310, và công tắc trượt 2312. Bộ xử lý có thể được nối với mạch điều khiển qua con đường dẫn điện 2314, như vết đồng. Công tắc đẩy 2308, giao diện lập trình 2310, và công tắc trượt 2312 có thể được nối điện với bộ xử lý lần lượt qua các vết 2314, 2316, và 2318.

Công tắc đẩy 2308 được nối với cơ cấu khởi động kích hoạt 2234, cơ cấu mà nhờ đó người sử dụng thiết bị 2202 làm giải phóng ra dòng các giọt nhỏ có hướng. Công tắc đẩy 2308 và một phần bộ kích hoạt dòng 2234 có thể tiếp xúc vật lý với nhau khi người sử dụng thiết bị 2202 ấn hoặc lựa chọn bộ kích hoạt dòng 2234 khác. Trong các phương

án trong đó bộ kích hoạt dòng 2234 là điện tử (ví dụ khóa mềm), bộ kích hoạt dòng 2234 có thể không cần thiết phải tiếp xúc vật lý với nút đẩy 2308, đúng hơn là bộ kích hoạt dòng 2234 có thể cho ra chỉ dẫn điện tử về sự lựa chọn nút đẩy 808. Đáp ứng lại việc nhận chỉ dẫn của sự kích hoạt từ bộ khởi động kích hoạt 2234, công tắc đẩy 2308 sinh ra một tín hiệu bom phụt đến bộ xử lý 2304.

Giao diện lập trình 810 cho phép bộ xử lý 804 được lập trình để, ví dụ sinh ra tín hiệu kích thích 840 có tần số, khoảng thời gian tồn tại, hoặc thời gian giữa các trạng thái kích hoạt cụ thể. Ví dụ, bộ xử lý 804 có thể được lập trình để sinh ra tín hiệu kích thích 840 có tần số ở giữa khoảng 108 kiloHertz (kHz) và 183 kHz. Giao diện lập trình 810 có thể, ví dụ là giao diện 5 chân Trong một số phương án, giao diện lập trình 810 có thể truy cập được thông qua giao diện đồ họa người sử dụng (không thể hiện).

Bộ xử lý 2304 cung cấp tín hiệu kích thích 2340 đến mạch điều khiển 2306, và mạch điều khiển sử dụng tín hiệu kích thích 240 để sinh ra hai tín hiệu điều khiển đầu ra được áp dụng vào áp điện 2320. Mỗi tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 có thể là sóng vuông, hoặc xấp xỉ sóng vuông, và mỗi tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 có xấp xỉ có cùng điện áp lớn nhất và nhỏ nhất. Điện áp lớn nhất của các tín hiệu điều khiển đầu ra có thể xấp xỉ từ 20 đến 40 vôn, điện áp nhỏ nhất có thể xấp xỉ bằng không (0) vôn. Tín hiệu điều khiển đầu ra thứ hai 2342 có thể lệch pha với tín hiệu điều khiển đầu ra thứ nhất, và tín hiệu điều khiển đầu ra thứ hai có thể lệch pha khoảng 180 độ.

Công tắc trượt 2312 được nối với tấm trượt 2330. Ví dụ, trong các phương án trong đó tấm trượt 2230 là tấm trượt vật lý, công tắc trượt 2312 có thể được liên kết vật lý với tấm trượt 2230 để công tắc trượt 2312 sinh ra tín hiệu khi tấm trượt 2230 được định vị trong một hoặc nhiều vị trí xác định trước trên vỏ 2206. Trong một số phương án, tấm trượt 2230 có thể là điện tích và có thể thông tin với công tắc trượt 2312 bằng điện thay vì bằng cơ học. Tấm trượt 2330 cũng có thể được đề xuất với bề mặt được mạ kim loại có thể hoạt động, khi tấm trượt 2330 được dịch chuyển vào vị trí mở, để vắt ngang qua lỗ hở giữa hai tiếp điểm kim loại, do đó xác định được công tắc trượt. Công tắc trượt 2312 có thể sinh ra một tín hiệu khi tấm trượt 2230 được di chuyển đến vị trí lộ ra (hoặc không được che) lỗ hở 2228. Tín hiệu này có thể được đề cập đến là tín hiệu khởi đầu. Công tắc trượt 2312 có thể sinh ra tín hiệu khác khi tấm trượt 2230 được di

chuyển từ vị trí đó. Các tín hiệu sinh ra từ công tắc trượt 812 được cung cấp cho bộ xử lý 2304.

Đề cập đến FIG. 23B, hình chiếu nhìn từ dưới lên về cấu hình 2300 được thể hiện. Hình chiếu nhìn từ dưới lên này được thể hiện là ảnh gương của hình chiếu nhìn từ trên xuống của FIG. 23A. Hình chiếu nhìn từ dưới lên thể hiện áp điện 2320, LED 2322, mạch xử lý 2306, bộ xử lý 2304, loa 2324, khối công suất 826, và khối điều khiển từ xa 2328.

Áp điện 2320 giữ và/hoặc tiếp xúc với tấm đẩy 1602 (FIG. 16A) mà tiếp xúc với dịch lỏng trong khoang chứa 2302, và áp điện 2320 nhận tín hiệu điều khiển đầu ra từ mạch xử lý 2306 qua con đường dẫn 2330. Áp điện 2320 di chuyển, dao động, bóp méo và/hoặc thay đổi hình dạng để đáp ứng lại việc áp dụng tín hiệu điều khiển đầu ra 842 từ mạch điều khiển 2306.

Theo một phương án, áp điện 2320 được lắp trên bảng mạch in (printed circuit board: PCB) 2301 và tiếp xúc với bề mặt dẫn (không được thể hiện) trên bảng PCB 2301. Bề mặt dẫn có thể là thép không gỉ. Trong một số phương án, con đường dẫn 830 là một hệ thống dây điện riêng, không kết hợp với bảng 2301, mà nối áp điện 2320 với đầu ra của mạch điều khiển 2306. Trong một số phương án, con đường dẫn 2330 là một vết được tạo ra trực tiếp trên bảng PCB 2301. Trong các phương án này, vật liệu dẫn được đặt giữa áp điện 820 và vòng chữ o và ngăn chứa 2302. Vật liệu dẫn có thể là, ví dụ chất đàn hồi hoặc “dải Zebra”. Trong các phương án này, các dây riêng lẻ được loại ra và tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 từ mạch điều khiển 2306 được cấp cho áp điện 2320 bằng một vết dẫn được tạo ra trực tiếp trên bảng PCB 2301. Piezo 2320 có thể được giống thẳng hàng với lỗ hờ 2228 để cho phép dòng các giọt nhỏ có hướng đi ra thiết bị 2202.

Trong một số phương án, cấu hình 800 bao gồm piezo thứ hai được nối với ngăn chứa mà được bố trí trên đỉnh của bảng PCB. Trong phương án này, mạch điều khiển 2306 được tạo cấu hình để sinh ra các tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 để điều khiển hai piezo riêng biệt. Piezo thứ hai có thể được bố trí ngay trên bề mặt của ngăn chứa 2302 để ngăn chứa 2302 dao động với piezo thứ hai. Sự dao động này có thể giúp đảm bảo rằng dịch lỏng trong ngăn chứa 2302 duy trì ở trạng thái lỏng và giúp ngăn tạo mầm

tinh thể và các hạt rắn khác trong ngăn chứa 2302. Trong trường hợp được phẩm được đề xuất là huyền phù, việc dao động có thể có khả năng khuấy tung được phẩm.

LED 2322 nhận năng lượng từ khối công suất 2326 và một tín hiệu để bật hoặc tắt bộ xử lý 2304. Bộ xử lý 2304 cũng cung cấp tín hiệu đến loa 2324 để bật hoặc tắt. Cấu hình 2300 bao gồm khối điều khiển từ xa 2328 mà tính đến cấu hình từ xa và/ hoặc sự điều khiển của bộ xử lý 2304. Khối công suất 2326 có thể là một hoặc nhiều pin. Ví dụ, khối công suất 2326 có thể bao gồm ba pin.

FIG. 24 thể hiện một quy trình ví dụ 2400 để hoạt động thiết bị phân phối dòng các giọt nhỏ có hướng đến mắt đối tượng. Quá trình 2400 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng, ví dụ thiết bị. Quá trình 2400 có thể được thực hiện bằng các điện tử 2208 hoặc bộ xử lý 2304. Quá trình 2400 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 2304 cùng với mạch điều khiển 2306. Một chỉ dẫn kích hoạt thiết bị xúc giác 2402 được nhận. Thiết bị xúc giác có thể là, ví dụ, bộ kích hoạt dòng 2234, và chỉ dẫn kích hoạt này có thể là tín hiệu bơm phụt được sinh ra từ công tắc đẩy 2308 khi bộ kích hoạt dòng tiếp xúc với công tắc đẩy 2308 một cách vật lý hoặc tương tác điện với công tắc đẩy 2308. Chỉ dẫn sự kích hoạt từ người sử dụng thiết bị 2202 chỉ rõ rằng dòng các giọt nhỏ dịch lỏng có hướng được giải phóng ra từ thiết bị 2202.

Dù cho lỗ hở 2404 ở trong vỏ về cơ bản không bị che có được xác định hay không. Dòng các giọt nhỏ có hướng được giải phóng ra từ thiết bị 2202 khi tấm trượt 2230 ở vị trí để lộ ra chứ không che lỗ hở 2228. Khi tấm trượt 2230 được định vị ở vị trí trong vỏ mà để lộ lỗ hở 2228 ra, công tắc trượt 2312 sinh ra một tín hiệu được cung cấp cho bộ xử lý 2304. Nếu tín hiệu này không được sinh ra, lỗ hở 2228 về cơ bản bị che. Nếu tín hiệu được sinh ra, lỗ hở 2228 về cơ bản lộ ra để dòng các giọt nhỏ có hướng có thể được giải phóng ra từ thiết bị 2202.

Một tín hiệu kích thích được sinh ra đáp ứng lại việc nhận chỉ dẫn kích hoạt và xác định rằng lỗ hở 2406 ở trong vỏ về cơ bản không bị che. Tín hiệu kích thích 2340 này được đưa vào mạch điều khiển 2306, mà mặt khác sinh ra hai tín hiệu điện áp (tín hiệu điều khiển đầu ra) được đưa vào 2320 (hoặc piezo 2210) để làm cho piezo và tấm đẩy 1602 gắn với piezo dao động, di chuyển hoặc bị bóp méo thêm. Sự chuyển động của tấm đẩy 1602 kéo dịch lỏng ra khỏi ngăn chứa 2302 và qua một hoặc nhiều lỗ trong tấm đẩy, tạo ra một dòng các giọt nhỏ dịch lỏng có hướng để phân phối vào mắt người.

Tín hiệu kích thích 2340 có thể là sóng vuông có tần số khoảng từ 95 kHz đến 183 kHz. Tín hiệu kích thích 2340 được đưa vào mạch điều khiển 2306, và mạch điều khiển 2306 sinh ra hai tín hiệu điều khiển đầu ra sóng vuông lệch pha 180° so với nhau và được đưa vào piezo 2320. Các điện áp của tín hiệu điều khiển đầu ra sóng vuông 2342 có thể là, ví dụ từ 20 đến 40 vôn, và tần số của mỗi tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 có thể ở giữa khoảng từ 95 kHz đến 183 kHz.

FIG. 25 thể hiện quy trình ví dụ 2500 khác để hoạt động thiết bị phân phối dòng các giọt nhỏ dịch lỏng có hướng đến mắt đối tượng. Quá trình 2500 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng, ví dụ thiết bị. Quá trình 2500 có thể được thực hiện bằng các điện tử 2208 hoặc bộ xử lý 2304. Quá trình 2500 có thể được thực hiện bởi bộ xử lý 2304 cùng với mạch điều khiển 2306.

Nhận được một chỉ dẫn rằng con trượt cạnh có khía di chuyển đến vị trí thứ hai (2502). Con trượt cạnh có khía có thể là con trượt tương tự với tấm trượt 2230, và vị trí thứ hai có thể là vị trí trên bề mặt của vỏ 2206 mà để lộ lỗ hờ 2228 để dòng các giọt nhỏ có hướng có thể ra khỏi thiết bị 2202. Chỉ dẫn rằng con trượt 2230 đã di chuyển có thể là tín hiệu sinh ra từ công tắc trượt 2312 đáp ứng lại với tấm trượt tiếp xúc cơ học hoặc tiếp điện với công tắc trượt 2312. Tín hiệu kích thích 2340 được sinh ra đáp ứng lại việc nhận chỉ dẫn (2504). Tín hiệu kích thích 2340 có thể được sinh ra bởi bộ xử lý 2304, và tín hiệu kích thích 2340 có thể là tín hiệu điều khiển mạch điều khiển 2306 để sinh ra tín hiệu điều khiển đầu ra mà điều khiển piezo để thực hiện một trình tự chuẩn bị. Trình tự chuẩn bị có thể được đề cập đến là trình tự khởi đầu, chu kỳ thanh trùng, hoặc chu kỳ làm sạch.

Trình tự chuẩn bị làm cho thiết bị 2202 sinh ra một hoặc nhiều dòng các giọt nhỏ có hướng mà không nhằm đưa vào trong mắt đối tượng. Hơn nữa, một hoặc nhiều dòng sinh ra từ trình tự chuẩn bị trôi qua rào cản, lỗ trong rào cản, và các thành phần bên trong khác của thiết bị 2202. Chu kỳ chuẩn bị có thể làm giảm hoặc loại bỏ được sự nhiễm tạp và các chất cặn có thể tích tụ trong thiết bị 2202 giữa các lần sử dụng. Trong một số phương án, có khoảng từ 8 đến 10 dòng các giọt nhỏ có hướng được sinh ra trong trình tự chuẩn bị. Mặc dù dòng các giọt nhỏ có hướng được giải phóng ra trong trình tự chuẩn bị không nhằm phân phối vào mắt đối tượng, được phẩm trong khoang

chứa được dùng như là dịch lỏng trong suốt chu kỳ chuẩn bị để làm sạch và/hoặc chuẩn bị thiết bị để sử dụng.

Trong một số phương án, tín hiệu điều khiển 2340 được đưa vào mạch điều khiển 2306 làm cho mạch điều khiển sinh ra hai tín hiệu điều khiển đầu ra với dạng sóng có chu kỳ kéo dài ít nhất tổng số khoảng 50 mili giây, và khoảng 30 mili giây của chu kỳ trong khi tín hiệu điều khiển đầu ra 2342 là mở, và khoảng 20 mili giây trong khi tín hiệu đầu ra 2342 là tắt (nghĩa là, về cơ bản không có tín hiệu đầu ra 2342 nào được đưa đến piezo). Chu kỳ chuẩn bị có thể bao gồm việc đưa các dạng sóng ra đến piezo trong khoảng từ 8 đến 10 chu kỳ của dạng sóng. Khi dạng sóng ra là mở, piezo dao động và kéo dịch lỏng ra khỏi ngăn chứa qua rào cản để làm sạch các thành phần của thiết bị 2202.

Một chỉ dẫn trình tự chuẩn bị hoàn chỉnh được nhận 2506, và sự báo động có thể nhận biết được có mặt sau khi hoàn thành trình tự chuẩn bị 2508. Báo động có thể nhận biết được có thể là, ví dụ, LED 2322 đang bật. Báo động làm cho người sử dụng 2202 biết được rằng thiết bị 2202 đã sẵn sàng sử dụng. Nếu chỉ dẫn về việc kích hoạt giao diện xúc tác không được nhận trong khoảng thời gian xác định trước sau khi hoàn thành trình tự chuẩn bị, một chế độ chờ được khởi động 2512. Nếu chỉ dẫn về sự kích hoạt được nhận trong khoảng thời gian xác định trước, nó xác định việc lỗ hổng trong vỏ về cơ bản có không bị che hay không để dòng các giọt nhỏ có hướng có thể ra khỏi vỏ (516).

Nếu chỉ dẫn rằng con trượt cạnh có khía đã di chuyển vào vị trí thứ nhất được nhận, khi đó chế độ chờ được khởi động 2512. Vị trí thứ nhất có thể là vị trí trong đó con trượt cạnh có khía che phủ lỗ hổng trong vỏ. Nếu chỉ dẫn rằng con trượt cạnh có khía đã di chuyển đến vị trí thứ nhất không được nhận, thiết bị 2202 vẫn sẵn sàng để nhận đầu vào từ người sử dụng cho đến khi khoảng thời gian xác định trước trôi qua. Sau khi khoảng thời gian xác định trước trôi qua, chế độ chờ được khởi động.

Bộ xử lý 2304 có thể được lập trình để phân phối chỉ một số liều lượng xác định trước, như 30 liều lượng, 60 liều lượng, hoặc 180 liều lượng, và sự kích hoạt thêm giao diện xúc tác không sinh ra dòng các giọt nhỏ có hướng.

Sáng chế cũng bao gồm các phương án khác. Qua ví dụ, Theo một phương án, các tấm đẩy được tạo ra bằng kỹ thuật chế tạo chính xác đến micro. Kích cỡ của các vi cầu được bơm phụt ra từ tấm này sẽ thay đổi về thể tích theo mức độ di chuyển của tấm.

Tần số di chuyển tấm bị ảnh hưởng bởi tần số của điện áp (điển hình là sóng vuông) mà điều khiển cơ cấu dẫn động áp điện nối với tấm đẩy. Điển hình tần số dẫn động sẽ nằm trong khoảng từ 50 kHz đến 200 kHz và sẽ có khoảng thời gian tồn tại lớn hơn khoảng 0,1 mili giây.

Thể tích thuốc trong một liều lượng được tính toán từ đường kính của hình cầu bơm phụt ra, số lỗ trong tấm đẩy, tần số dao động, số chu kỳ điện áp trong một lần bơm phụt trong một lỗ và khoảng thời gian tấm đẩy dao động. Ví dụ tấm đẩy có 1000 lỗ có đường kính 20 micromet có thể bơm phụt ra các khối cầu có đường kính khoảng 40 micromet. Nếu khối cầu bơm phụt ra từ mỗi lỗ chiếm khoảng một phần mười chu kỳ khi đó sự dao động tần số 100 kHz từ bộ phận áp điện sẽ bơm phụt ra khoảng $100.000/10$ khối cầu trong một lỗ trong một giây hoặc khoảng 10.000.000 khối cầu trong một giây khi toàn bộ 1000 lỗ đều bơm phụt dịch lỏng. Nếu mỗi khối cầu có đường kính 40 micromet khi đó tấm đẩy sẽ phân phối khoảng $10.000.000 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot ((40e-6)/2)^3$ met khối trong một giây hoặc khoảng $10.000.000 \cdot \frac{4}{3} \cdot \pi \cdot ((40e-6)/2)^3 = 335$ microlit trong một giây. Nếu tấm này được dẫn động trong thời gian 20 mili giây khi đó khoảng 6,5 microlit thuốc được bơm phụt.

Không bị giới hạn bởi lý thuyết, kích cỡ và tốc độ của khối cầu có liên quan đến biên độ và tần số của điện áp dạng sóng mà dẫn động thành phần áp điện. Một phần, điều này do mức độ di động của tấm đẩy ra và mức độ di động áp điện có liên quan đến tần số của tín hiệu điều khiển. Mức độ di động áp điện có liên quan đến điện áp của điện áp áp dụng. Tốc độ bơm phụt cũng phụ thuộc vào tần số và độ lớn của điện áp áp dụng. Trong một số phương án, các khối cầu không được bơm phụt một cách hiệu quả ngoại trừ gần với tần số vang hoặc sóng điều hòa của chúng. Theo một phương án, khối cầu được bơm phụt ở các tần số này sẽ được tối ưu hóa để thu được tốc độ và thể tích lớn nhất. Không may, sự thay đổi trong việc chế tạo ra thành phần áp điện có thể gây ra tần số vang thay đổi khoảng 10% từ giá trị trung bình. Sự thay đổi này xảy ra trong mỗi bộ phân phối cần một điện áp hoặc tần số khác biệt không đáng kể để thu được cùng một tốc độ và thể tích phân phối. Mỗi bộ này có thể được điều chỉnh trong suốt quá trình sản xuất cho một tần số cụ thể. Sự dao động của thành phần áp điện phụ thuộc nhiều vào tần số. Do đó, thường cần tối ưu hóa tần số và việc điều khiển tần số sóng vuông có thể được thực hiện bằng cách thay đổi tần số của bộ sinh sóng vuông bên trong (điển hình là bộ vi xử lý hoặc FPGA).

Trong các phương án cụ thể về thiết bị di động, điện áp và cường độ áp dụng vào thành phần áp điện có thể bị giới hạn bằng cách phá vỡ điện áp của các thành phần điện và tổng năng lượng pin. Điện áp có thể được tối thiểu hóa để giảm sự tiêu thụ năng lượng trong khi vẫn thu được sự bơm phụt các khối cầu tối ưu. Việc điều chỉnh tần số xuống gần với tần số vang cho phép điều khiển tốc độ bơm phụt và dạng lông chim cho một điện áp áp thiết bị thể. Tương tự tổng khối lượng được bơm phụt trong một liều lượng được kiểm soát bằng khoảng thời gian bơm phụt. Do đó sự điều chỉnh tần số dẫn và thời gian xung cuối cùng là cần thiết để thiết lập tốc độ và thể tích liều lượng bơm phụt.

Một phương án mô tả ở đây là thiết bị và phương pháp điều chỉnh tốc độ và kích cỡ liều lượng bơm phụt cho bộ phân phối vào mắt di động. Theo một phương án về điều này, tấm mục tiêu nhỏ với cơ cấu cân liên hợp và hệ thống tầm nhìn mà quan sát được vùng ở giữa bộ phân phối và tấm mục tiêu. Bộ điều khiển cố định thử nghiệm phân phối liều lượng trong một thời gian cố định và nhận khối lượng và độ nhót của liều lượng được phân phối. Bộ điều khiển tính toán các biến đổi phù hợp trong thiết bị phân phối vào mắt. Bộ phân phối vào mắt có bộ điều khiển bên trong có thể lập trình với bộ nhớ cố định (như EEPROM) để lưu giữ các thông số đã tối ưu.

Một hệ thống tầm nhìn sẽ đo tốc độ phân phối. Tốc độ phân phối điển hình nằm trong khoảng từ 0,5 đến 10 met trong một giây với thời gian bay điển hình từ 4 đến 80 mili giây qua khoảng cách 4cm. Do đó một máy ảnh có tốc độ khung nhanh hơn 100 khung trong một giây và lý tưởng là 10.000 khung trong một giây sẽ đo mép dẫn của sự phân phối khi nó đi từ bộ phân phối đến trạm cân. Việc đo chính xác mép trước của các giọt nhỏ phụ thuộc vào hiệu quả của nguồn chiếu sáng, khả năng của mắt và độ phân giải của máy ảnh.

Theo một phương án hoạt động, bộ phân phối sẽ được đặt vào trong trạm điều chỉnh trong một jig cứng (hoặc được mang đến vùng thử nghiệm trong một jig) với sự nối điện với bộ phân phối. Một liều lượng sẽ được phân phối về phía mục tiêu cách khoảng 4 cm khi hệ thống tầm nhìn đo tốc độ mép trước của các giọt nhỏ được bơm phụt. Sau đó mục tiêu sẽ được định lượng. Sau đó bộ điều khiển tính toán thể tích và tốc độ phân phối. Sự phân phối điển hình sẽ được thực hiện ở nhiều tần số để xác định tần số phân phối tối ưu cho tốc độ giọt nhỏ chính xác. Liều lượng trong một lần phân phối

sẽ được đo bằng hệ thống định lượng ở tần số này và sau đó thời gian phân phối sẽ được thiết lập ở giá trị cho ra liều lượng chính xác.

Ở thời gian phù hợp, dịch lỏng phân phối được làm sạch khỏi mục tiêu bằng luồng hơi hoặc không khí sau đó là định lượng thêm để cân bì hệ thống. Để đo liều lượng được chính xác, có thể thực hiện nhiều sự phân phối để làm tăng tổng khối lượng đo được. Sau đó, một giá trị trung bình được đưa ra để xác định khối lượng của một liều đơn.

Hơn nữa, hệ thống tầm nhìn có thể được sử dụng để xác nhận độ rộng của chùm phân phối và thậm chí cả kích cỡ của các giọt nhỏ suy ra được theo mức độ mà các giọt nhỏ được dòng khí mang quanh đích. Có thể thu được dữ liệu này trong một hoặc hai chiều (ví dụ, từ phía trên hoặc từ phía bên) để giúp xác nhận tầm phân phối nếu cần. Tương tự, hệ thống tầm nhìn có thể quan sát các giọt nhỏ bay từ phía có thể suy ra tốc độ phân phối và kích cỡ giọt nhỏ từ lượng phân phối xuống dưới mục tiêu. Với tốc độ phân phối cao hơn, vị trí thẳng đứng của các giọt nhỏ sẽ thay đổi ít.

Để hệ thống này làm việc, mỗi thiết bị di động đều có thể có bộ nhớ có thể lập trình bên ngoài để giữ các hằng số hiệu chuẩn hoặc sự tạo thành tần số áp điện và khoảng xung.

Tương tự, trong trường hợp liều lượng cần báo động cho người sử dụng khi liều lượng này là quá hạn, như trong trường hợp của dược phẩm cho bệnh tăng nhãn áp mà việc sử dụng thuốc thường xuyên là chìa khóa để tối thiểu hóa các tổn hại do bệnh, có thể thiết lập được khoảng thời gian cấp thuốc và thậm chí cả đồng hồ bên trong. Ví dụ, trong một ngày có thể đòi hỏi các liều lượng trong mỗi bốn giờ nhưng không đòi hỏi liều lượng từ 9 giờ tối đến 6 giờ sáng khi người sử dụng đang ngủ. Theo một phương án, điểm hiệu chuẩn của hệ thống phân phối hoặc sau khi bao gói hoặc đơn thuốc bán cho người sử dụng không đổi có thể tải xuống cho thiết bị này.

Nhiều phương án theo sáng chế cũng được bộc lộ. Bộc lộ này bao gồm sự kết hợp bất kỳ đặc điểm nào của một phương án này với các đặc điểm của một hoặc nhiều phương án khác. Ví dụ, bất kỳ cơ cấu bơm phụt nào, hoặc ngăn chứa nào đều có thể được sử dụng kết hợp với bất kỳ vỏ nào hoặc các đặc điểm nào của vỏ, ví dụ, nắp, vật đỡ, phần còn lại, ánh sáng, dấu bịt và miếng đệm, cơ cấu đổ đầy, hoặc cơ cấu giống thẳng hàng. Các sự thay đổi khác trên bất kỳ thành phần nào của bất kỳ sáng chế nào

trong phạm vi kỹ năng trung bình được xem xét trong sáng chế. Các sự thay đổi này bao gồm việc lựa chọn vật liệu, lớp phủ, hoặc phương pháp sản xuất. Bất kỳ kỹ thuật điện và điện tử nào đều có thể được sử dụng trong các phương án mà không bị giới hạn. Hơn nữa, bất kỳ hoạt động mạng, truy cập từ xa, kiểm soát đối tượng, hệ thống phần mềm cho các mục đích y tế, lưu giữ dữ liệu, khai thác dữ liệu, hoặc nhiệm vụ nối mạng đều có thể có trong bất kỳ và toàn bộ các phương án và có thể được thực hiện ở đó. Hơn nữa, các chức năng chuẩn đoán bổ sung, như thực hiện kiểm tra hoặc đo thông số sinh lý có thể được hợp nhất vào bất kỳ phương án nào. Thử nghiệm hiệu quả đối với bệnh tăng nhãn áp hoặc các thử nghiệm về mắt khác có thể được thực hiện bằng các thiết bị như là một phần của chức năng triệu chứng của họ. Các phương pháp khác về việc sản xuất đã được biết đến trong lĩnh vực và không được liệt kê cụ thể ở đây có thể được dùng để sản xuất, thử nghiệm, sửa chữa hoặc bảo trì thiết bị. Hơn nữa, thiết bị này có thể bao gồm nhiều cơ cấu ảnh hóa và giống thẳng hàng tinh vi. Ví dụ, thiết bị hoặc cơ sở này có thể được trang bị hoặc nối với máy quét mỏng mắt hoặc võng mạc để sinh ra một id duy nhất để làm cho thiết bị phù hợp với người sử dụng, và để phác họa giữa hai mắt. Hơn nữa, thiết bị hoặc cơ sở này có thể được nối với hoặc bao gồm các thiết bị ảnh hóa tinh vi cho bất kỳ loại phóng xạ hoặc chụp ảnh phù hợp này.

Để hỗ trợ cho việc hiểu sáng chế, bao gồm thêm các ví dụ sau. Các thử nghiệm mô tả trong bản mô tả sẽ, dĩ nhiên, không được xây dựng lên để hạn chế cụ thể sáng chế và các sự thay đổi của sáng chế, bây giờ đã biết đến hoặc được phát triển về sau, mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực đã biết được xem xét trong phạm vi của sáng chế như mô tả ở đây và yêu cầu bảo hộ ở sau.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Một phương án về bộc lộ này có thể được thực hiện trong ví dụ. Dù có nhiều cách bố trí, một phương án sử dụng một PZT piezo hình khuyên nối trực tiếp với tấm đầy Ni-Co dày 80 micromet hình tròn, có đường kính 0,5 cm. Tấm đầy có tám mươi chín lỗ hở hình trụ 30 micromet được khoan qua trung tâm với khoảng cách từ tâm đến tâm giữa các lỗ là 380 micromet. Sóng vuông có biên độ 60 Vpp được đưa vào ở tần số vang (108,0 kHz) làm cho tấm đầy dao động ở xấp xỉ cùng tần số.

Khi hoạt động với các thông số này, thiết bị này sinh ra các giọt nhỏ với sự phân phối kích cỡ trong đó đường kính trung bình là 55 micromet. Trong ví dụ này, cho rằng

khoảng lý tưởng cho thiết bị này là 3,0 cm trục giao từ mặt phẳng của mục tiêu. Nếu mục tiêu có đường kính của mục tiêu từ đáy đến đỉnh là 8,0 mm, thì khoảng cách trung bình mà giọt nhỏ có thể rơi xuống do trọng lực trước khi rời khỏi mục tiêu là 4,0 mm. Tốc độ ban đầu cho giọt nhỏ nước có kích cỡ 5 micromet là 0,09 m/giây. Do đó mất ít nhất 0,044 giây để rơi xuống 4 mm. Cho rằng tốc độ ngang trung bình của một giọt nhỏ bằng 1/2 tốc độ ban đầu, tốc độ tối thiểu ban đầu cần để đẩy giọt nhỏ này đến mục tiêu cách 3,0 cm trong 0,44 giây là 1,4 m/giây.

Các giọt nhỏ có đường kính 55 micromet có thời gian bay hơi khoảng 3 giây. Do đó, các phân tử di chuyển ở tốc độ tối thiểu cần để đến được mắt sẽ chứa nhiều hơn 99% thể tích ban đầu của nó khi tiếp xúc với mắt.

Không tính đến ảnh hưởng của không khí cuốn theo, tỷ lệ động lượng với lực kéo (thời gian giãn) của phân tử có kích cỡ trung bình này sẽ là 0,0093 giây, dẫn đến khoảng cách dừng lý thuyết là 9,3 mm. Tuy nhiên không khí cuốn theo làm giảm lực kéo trên các giọt nhỏ, làm tăng khoảng có hiệu quả của một đại lượng.

Các phép đo và phân tích về đường kính phân tử được thực hiện bằng thiết bị Malvern Spraytec. Hệ thống này sử dụng tia laze 632,8nm chuẩn trục đến chùm có đường kính 10mm. Khi tia laze tương tác với các phân tử trong đường đi của nó, ánh sáng được phân tán ở các góc khác nhau phụ thuộc vào kích cỡ giọt nhỏ. Một thấu kính hội tụ ánh sáng phân tán vào bộ dò diot quang. Phần mềm điều khiển loại trừ tiếng ồn nền điện và quang, sử dụng một bộ lọc hiệu chỉnh đa phân tán, và sau đó tính toán sự phân bố kích cỡ giọt nhỏ làm hàm theo thời gian.

Các thử nghiệm lắng đọng khối lượng được thực hiện với máy phát hàm 20 MHz BK Precision 4040A, thiết bị điện tử NF có bộ khuếch đại công suất tốc độ cao 4025/cấp điện lưỡng cực, và cân điện tử Ohaus Pioneer PA214 (sức chứa 210g x độ phân giải 0,1 mg). Tấm trượt thủy tinh (7,5 cm x 7,5 cm) được sử dụng để thu các giọt nhỏ bơm phụt ra từ sự phân phối thuốc cho mắt Corinthian theo sáng chế. Tấm trượt lớn là quan trọng để quan sát được hiệu quả của không khí cuốn theo trong sự lắng đọng khối lượng. Dải quang học ăn khớp Edmund Optics 36 inso được sử dụng để thay đổi khoảng cách lắng đọng khối lượng trong khi giữ lại được độ chính xác thẳng hàng.

Các sự phân phối kích cỡ giọt nhỏ được đo bằng thiết bị và phần mềm Malvern Spraytec. Thiết bị sinh ra giọt nhỏ được giữ ở khoảng cách không đổi cách tâm của

chùm laze chuẩn trực 3,0 cm và được bơm phụt theo chiều ngang vào chùm này. Bộ tạo chức năng được sử dụng để dẫn động bộ khuếch đại công suất tốc độ cao bằng cách điều biến độ rộng xung. Bộ khuếch đại công suất tốc độ cao sinh ra một sóng vuông có tần số 108,0 kHz, độ rộng xung 0,150 giây, chu kỳ làm việc 50%, và biên độ 60 Vpp, do đó dẫn động piezo ở tần số vang của nó. Malvern Spraytec được khởi động để bắt đầu việc đo khi sự truyền tia laze rơi xuống dưới 98%.

Phép đo hiệu quả liều lượng được thực hiện bằng cách quan sát sự lắng đọng khối trên tấm trượt thủy tinh ở khoảng cách cách tấm đáy từ 0,0 đến 6,0 cm. Thử nghiệm này được thực hiện trên 5 kích cỡ lỗ của tấm đáy khác nhau.

Biểu đồ theo các FIG. 27A-D được chuẩn hóa đến mức lắng đọng khối 100%, và thiết lập đồ thị dưới dạng một hàm giữa khoảng cách và đường kính phân tử trung bình khi đo bằng thiết bị Malvern Spraytec (các FIG. 3, 4). FIG. 3 thể hiện cách các phân tử 10 và 17 micron chỉ phân phối một liều lượng không hoàn chỉnh (68-85%) ở khoảng cách 3 cm. Tuy nhiên, các phân tử 32, 56, và 70 micron phân phối 92-99% liều lượng ở 3 cm. Ở khoảng cách lớn hơn 6 cm, các phân tử 10 và 17 micron xuất hiện chỉ để phân phối 21-51%, trong khi các phân tử 32, 56, và 70 micron xuất hiện để phân phối 70-84% liều ban đầu. Biểu đồ này đề xuất rằng kích cỡ giọt nhỏ có thể thay đổi phù hợp để xem xét khi cố gắng phân phối dịch lỏng vào mắt bằng thiết bị phân phối dạng bơm phụt.

Các giọt nhỏ có khối lượng không đủ sẽ có tỷ lệ động lượng so với lực kéo thấp như thể hiện trong phương trình 3. Các giọt nhỏ này sẽ sinh ra nhiều khí bị cuốn theo hơn tương ứng với đường kính của chúng trong thời gian bay của chúng, do chúng có tỷ lệ bề mặt với thể tích lớn hơn. Khi các giọt nhỏ hơn đến gần với mắt, chúng có động lượng không đủ để thắng được ảnh hưởng của không khí cuốn theo đã mô tả ở trên, và sau đó thường bị lệch. Các giọt nhỏ cũng có khoảng dừng ngắn hơn. Yếu tố này góp phần làm giảm tốc độ nhanh của chúng trước khi chúng đến được mục tiêu. Tốc độ bay hơi cũng cao hơn với các giọt nhỏ có đường kính 17. Tốc độ bay hơi cao hơn giúp điều chỉnh các vấn đề về khoảng dừng, sự cuốn theo không khí, và tỷ lệ động lượng với lực kéo.

Tỷ lệ đường kính các giọt nhỏ và sự lắng đọng khối lượng được đo ở các khoảng cách khác nhau. Các giọt nhỏ nhỏ có đường kính lớn hơn hoặc bằng 32 micron có phần

trăm lắng đọng khối lượng cao hơn một cách đáng lưu ý. Các phần tử có đường kính nhỏ hơn hoặc bằng 17 micron xuất hiện không lắng đọng một cách đáng kể trong khoảng cách rộng. Các giọt nhỏ có đường kính lớn hơn hoặc bằng 32 micron thực hiện lắng đọng khối lượng ở mức độ cao hơn có vẻ cho các đường kính bằng hoặc nhỏ hơn 17 micron.

Theo một phương án, bộ phân phối vào mắt cảm tay, di động điển hình được giữ cách mắt khoảng 3 cm khi nó sinh ra các vi cầu dịch lỏng hoặc các giọt nhỏ kích cỡ micro mà đi đến mắt của người sử dụng. Các vi cầu thuốc được tạo thành và phóng đi khi vật liệu piezo dao động tấm đẩy trên bộ phân phối trong mô hình tần số và khoảng thời gian chính xác. Vật liệu piezo thay đổi hình dạng khi điện áp được đặt qua nó. Sự thay đổi hình dạng có mối quan hệ một cách cơ học với tấm đẩy. Kích cỡ và tốc độ của các vi cầu là điểm quyết định để các khối cầu không quá nhỏ và di chuyển chậm mà chúng dễ dàng lệch khỏi mắt. Tương tự, số lượng và khối lượng của các khối cầu là điểm quyết định để duy trì liều lượng thuốc chính xác vào mắt. Các tấm đẩy được tạo ra bằng kỹ thuật vi chế tạo chính xác. Đường kính vi cầu có liên quan đến đường kính của các lỗ hờ trên tấm đẩy. Các tấm đẩy về điển hình có hàng trăm lỗ hờ trên tấm này, tất cả các lỗ hờ này đều có cùng đường kính với đường kính danh nghĩa điển hình ở giữa 15 micron và 60 micron.

Theo một phương án, kích cỡ của các vi cầu được bơm phụt ra từ tấm này sẽ thay đổi về thể tích theo mức độ di chuyển của đĩa. Tần số di chuyển tấm bị ảnh hưởng bởi tần số của điện áp (điển hình là sóng vuông) mà điều khiển cơ cấu dẫn động áp điện nối với tấm đẩy. Điển hình điện áp dẫn động sẽ nằm trong khoảng từ 100 kHz đến 150 kHz và sẽ có khoảng thời gian tồn tại từ 10 mili giây đến 100 mili giây cho một liều.

Theo một phương án, thể tích thuốc trong một liều lượng được tính toán từ đường kính của khối cầu bơm phụt ra, số lỗ trong tấm đẩy, tần số dao động, số chu kỳ điện áp trong một lần bơm phụt trong một lỗ và khoảng thời gian tấm đẩy dao động. Ví dụ tấm đẩy có 1000 lỗ có đường kính 20 micron có thể bơm phụt ra các khối cầu có đường kính khoảng 40 micron. Nếu khối cầu bơm phụt ra từ mỗi lỗ chiếm khoảng một phần mười chu kỳ khi đó sự dao động tần số 100 kHz từ piezo sẽ bơm phụt ra khoảng 100.000/10 khối cầu trong một lỗ trong một giây hoặc khoảng 10.000.000 khối cầu trong một giây từ toàn bộ 1000 lỗ. Nếu mỗi khối cầu có đường kính 40 micron khi đó

tấm đầy sẽ phân phối khoảng $10.000.000 * \frac{4}{3} * \pi * ((40e-6)/2)^3$ met khối trong một giây hoặc khoảng $10.000.000 * \frac{4}{3} * \pi * ((40e-3)/2)^3 = 334$ microlit trong một giây. Nếu tấm này được dẫn động trong thời gian 40 mili giây khi đó khoảng 13 microlit thuốc được bơm phụt.

Không bị giới hạn ở đó, kích cỡ và tốc độ khối cầu có liên quan đến độ lớn và tần số của điện áp áp dụng vào piezo. Một phần, điều này do mức độ di động của tấm đầy và mức độ di động piezo có liên quan đến tần số của tín hiệu điều khiển. Mức độ di động piezo có liên quan đến điện áp của điện áp áp dụng. Tốc độ bơm phụt cũng phụ thuộc vào tần số và độ lớn của điện áp áp dụng. Đã biết được rằng các khối cầu không được bơm phụt ra ngoài trừ trong khoảng khá hẹp của dải tần số với sự tối ưu cho tốc độ và thể tích lớn nhất. Không may, các sự biến đổi trong việc sản xuất ra các piezo làm cho sự tối ưu này thay đổi khoảng 10% trong một mẻ piezo. Sự thay đổi này xảy ra trong mỗi bộ phân phối cần một điện áp hoặc tần số khác biệt không đáng kể để thu được cùng một tốc độ và thể tích phân phối. Do đó, mỗi bộ này có thể được điều chỉnh trong suốt quá trình sản xuất cho một tần số cụ thể. Điển hình, tần số đúng hơn là điện áp được điều chỉnh nhờ việc tăng độ phức tạp mạch và chi phí liên quan có sự điều khiển điện áp. Mặt khác, việc điều khiển tần số sóng vuông có thể được thực hiện bằng cách thay đổi tần số của bộ sinh sóng vuông bên trong (điển hình là bộ vi xử lý hoặc FPGA).

Theo một phương án, trong thiết bị di động, điện áp và công suất áp dụng vào piezo có thể bị giới hạn bằng cách phá vỡ điện áp của các thành phần điện và tổng năng lượng pin. Do đó, việc điều chỉnh sự bơm phụt tối ưu các khối cầu được đòi hỏi để thu được sự bơm phụt tốt với điện áp nhỏ nhất và lớn nhất. Việc điều chỉnh tần số xuống gần với tần số vang cho phép điều khiển tốc độ bơm phụt cho một điện áp áp dụng thiết bị thể. Tương tự tổng khối lượng được bơm phụt trong một liều lượng được điều khiển bằng khoảng thời gian bơm phụt. Do đó sự điều chỉnh tần số dẫn và thời gian dẫn đồng là cần thiết để thiết lập tốc độ và thể tích liều lượng bơm phụt.

Theo một phương án mô tả ở đây là thiết bị và phương pháp điều chỉnh tốc độ và kích cỡ liều lượng bơm phụt cho bộ phân phối vào mắt di động.

Theo một phương án, tấm đầy nhỏ có cơ cấu định lượng liên quan và hệ thống tầm nhìn mà quan sát vùng ở giữa bộ phân phối và tấm mục tiêu và bộ điều khiển có

định cho thử nghiệm và, nhận khối lượng và tốc độ của liều lượng phân phối và tính toán các sự biến đổi phù hợp để phân phối các hằng số trong thiết bị phân phối vào mắt. Bộ phân phối vào mắt có bộ điều khiển bên trong, có thể lập trình bên ngoài với bộ nhớ tĩnh (như EEPROM) để nhận và lưu giữ các hằng số này.

Theo một phương án, một hệ thống tầm nhìn sẽ đo tốc độ phân phối. Tốc độ phân phối điển hình nằm trong khoảng từ 0,5 đến 5 met trong một giây hoặc thời gian dịch chuyển trong 5 cm là từ 10 đến 100 mili giây. Do đó, một máy ảnh với tốc độ khung nhanh hơn 100 khung trong một giây và lý tưởng là khoảng 1000 khung trong một giây sẽ đo được mép dẫn của sự phân phối khi nó đi từ bộ phân phối đến trạm định lượng. Rõ ràng, việc đo chính xác mép trước của các giọt nhỏ phụ thuộc vào hiệu quả của nguồn chiếu sáng mà là một phần của hệ thống tầm nhìn.

Theo một phương án hoạt động, bộ phân phối sẽ được đặt vào trong trạm điều chỉnh trong một jig cứng (hoặc được mang đến vùng thử nghiệm trong một jig) với sự nối điện với bộ phân phối. Một liều lượng sẽ được phân phối về phía mục tiêu cách khoảng 3 cm khi hệ thống tầm nhìn đo tốc độ mép trước của các giọt nhỏ được bơm phụt. Khi đó mục tiêu sẽ được định lượng. Sau đó bộ điều khiển tính toán thể tích và tốc độ phân phối. Sự phân phối điển hình sẽ được thực hiện ở nhiều tần số để xác định tần số phân phối tối ưu cho tốc độ giọt nhỏ chính xác. Liều lượng trong một lần phân phối sẽ được đo bằng hệ thống định lượng ở tần số này và sau đó thời gian phân phối sẽ được thiết lập ở giá trị cho ra liều lượng chính xác.

Theo một phương án, mục tiêu phân phối xấp xỉ với vùng mắt. Ở thời gian phù hợp, dịch lỏng phân phối được làm sạch khỏi mục tiêu bằng luồng hơi hoặc không khí sau đó là định lượng thêm để căn bì hệ thống. Để đo liều lượng được chính xác, có thể thực hiện nhiều sự phân phối để làm tăng tổng khối lượng đo được.

Theo một phương án, hệ thống tầm nhìn có thể được sử dụng để xác nhận độ rộng của chùm phân phối và thậm chí cả kích cỡ của các giọt nhỏ suy ra được theo mức độ mà các giọt nhỏ được dòng khí mang quanh đích. Có thể thu được dữ liệu này trong một hoặc hai chiều (ví dụ, từ phía trên hoặc từ phía bên) để giúp xác nhận tám phân phối nếu cần. Tương tự, hệ thống tầm nhìn có thể quan sát các giọt nhỏ bay từ phía có thể suy ra tốc độ phân phối và kích cỡ giọt nhỏ tạo thành lượng phân phối xuống dưới

mục tiêu. Với tốc độ phân phối cao hơn, vị trí thẳng đứng của các giọt nhỏ sẽ thay đổi ít.

Theo một phương án, để hệ thống này làm việc, mỗi thiết bị di động phải có có bộ nhớ có thể lập trình bên ngoài để giữ được hằng số hiệu chuẩn hoặc sự tạo ra tần số điện áp hoặc thời khoảng xung. Hơn nữa, cho ứng dụng tiêu thụ và cụ thể là để kê đơn thuốc, mỗi khối phải có khả năng lưu giữ một số liều lượng để phân phối. Điều này là cần thiết do mỗi khối sẽ phải được làm đầy tràn để cho phép cả bơm phụt định liều và bơm phụt làm sạch mà có thể xảy ra khi mỗi lần khối này được mở. Hơn nữa, nhờ đặc điểm của bơm phụt nhiều lỗ, cần phải có đĩa bơm phụt thấm ướt hoàn toàn để phân phối đủ liều lượng. Yêu cầu thấm ướt hoàn toàn sẽ đòi hỏi lượng thuốc thừa phải được lưu giữ trong bộ phân phối để phần cuối của sự định lượng liều cho người sử dụng sẽ lấy được thuốc ra khỏi phân phân phối.

Theo một phương án, số liều lượng bơm phụt ra có thể bị giới hạn với người sử dụng để ngăn các liều không hoàn chỉnh bị sử dụng và với người cung cấp thiết bị để mỗi liều được hoàn thành một cách chính xác. Ví dụ, nếu một đơn vị được đổ đầy vào thừa 20% thì người tiêu thụ có thể mua ít hơn 20% đơn vị trên cơ sở hàng năm trong trường hợp sử dụng thiết bị lâu dài.

Theo một phương án, theo hằng số hiệu chỉnh và các giới hạn liều lượng, bộ nhớ có thể được lập trình để cho phép cùng một khối phân phối các liều lượng có kích cỡ khác nhau trong trường hợp mà người nhỏ hơn hoặc trẻ em cần nhận các liều thuốc khác nhau. Tương tự, trong trường hợp liều lượng cần báo động cho người sử dụng khi liều lượng này là quá hạn, như trong trường hợp của dược phẩm cho bệnh tăng nhãn áp mà việc sử dụng thuốc thường xuyên là chìa khóa để tối thiểu hóa các tổn hại do bệnh, có thể thiết lập được khoảng thời gian cấp thuốc và thậm chí cả đồng hồ bên trong. Ví dụ, trong một ngày có thể đòi hỏi các liều lượng trong mỗi bốn giờ nhưng không đòi hỏi liều lượng từ 9 giờ tối đến 6 giờ sáng khi người sử dụng đang ngủ.

Theo một phương án, điểm hiệu chuẩn của hệ thống phân phối hoặc sau khi bao gói hoặc đơn thuốc bán cho người sử dụng không đòi có thể tải xuống cho thiết bị này.

Mặc dù ở trên mô tả các phương án khác nhau qua cách minh họa và ví dụ, một người thợ có kỹ năng sẽ biết rõ được rằng các sự thay đổi và biến đổi khác nhau có thể được thực hiện trong bản chất và phạm vi của sáng chế.

Đơn Mỹ số 13/184,446 (Attorney Docket Number 24591.003-US01), được nộp đồng thời ở đây, với tên “Ophthalmic Drug Delivery” và Đơn Mỹ số 13/184,468 (Attorney Docket Number 24591.003-US02), được nộp đồng thời ở đây, với tên “Method and System for Performing Remote Treatment and Monitoring” mỗi chúng được kết hợp ở đây bằng cách tham khảo toàn bộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị tạo giọt nhỏ để phân phối dịch lỏng đến đích dưới dạng dòng các giọt nhỏ phụt ra, thiết bị này bao gồm:

vỏ (502);

ngăn chứa (1620) được bố trí bên trong vỏ (502) để nhận thể tích dịch lỏng (1610);

cơ cấu phụt (1601) bao gồm tấm đẩy (1602) có bề mặt thứ nhất (1625) được kết hợp với vùng phân phối dịch lỏng của ngăn chứa (1620), tấm đẩy (1602) bao gồm nhiều lỗ hở (1626) được tạo xuyên qua chiều dày của nó; và bơm phụt áp điện (1604) được kết hợp với bề mặt thứ hai (1622) của tấm đẩy (1602), bơm phụt (1604) có thể vận hành để làm rung tấm đẩy (1602) với tần số mà nhờ đó tạo ra dòng các giọt nhỏ được phụt ra;

trong đó cơ cấu phụt (1601) được tạo kết cấu để tạo ra dòng các giọt nhỏ phụt ra có đường kính giọt phụt ra trung bình lớn hơn 20 micromet và tốc độ phụt giọt ban đầu trung bình nằm trong khoảng từ 0,5 m/s đến 10 m/s, dòng các giọt nhỏ có luồng khí cuốn theo thấp sao cho ít nhất khoảng 75% khối lượng của dòng các giọt nhỏ phụt ra đọng lại trên đích trong quá trình sử dụng.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó đích là mắt của đối tượng.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó ít nhất khoảng 80% khối lượng các giọt được phụt ra đọng lại trên đích.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó cơ cấu phụt (1601) được tạo kết cấu để phụt dòng các giọt nhỏ có đường kính giọt phụt ra trung bình nằm trong khoảng từ 20 đến 100 micromet.

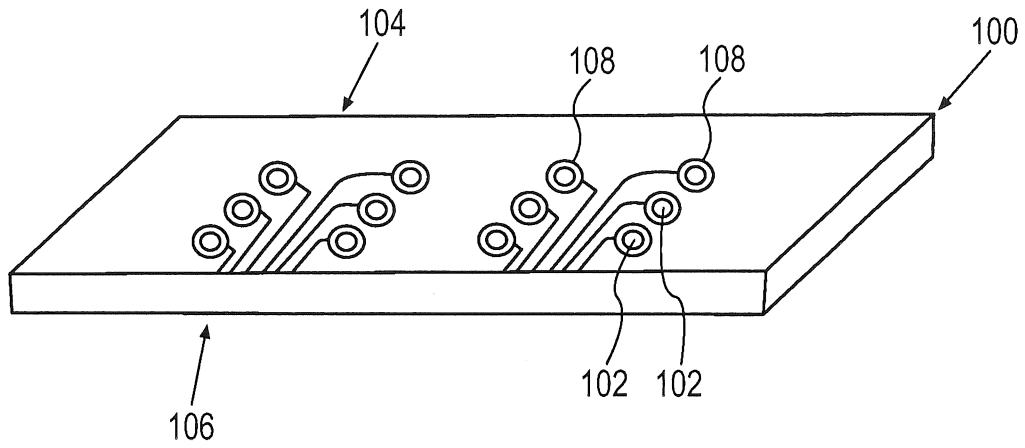
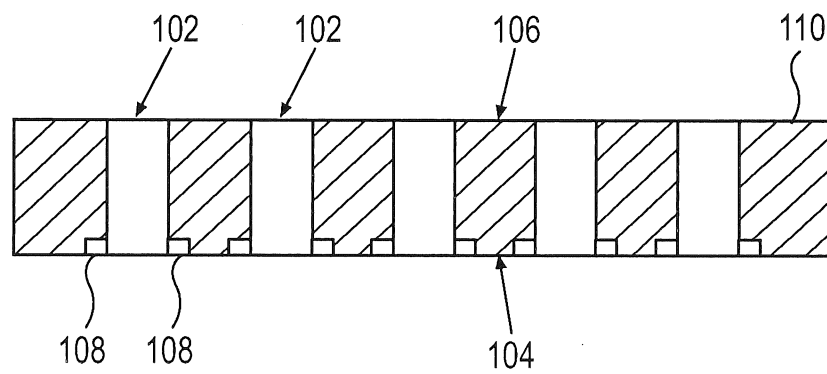
5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó bơm phụt (1604) mở rộng quanh vùng chu vi của tấm đẩy (1602).

6. Thiết bị theo điểm 1, trong đó các lỗ hở (1626) được bố trí ở vùng trung tâm của tấm đẩy (1602) mà không bị che bởi bơm phụt (1604).

7. Thiết bị theo điểm 1, trong đó ngăn chứa (1620) có đặc điểm được chọn từ nhóm gồm thành có thể gấp lại mà gấp lại khi thể tích dịch lỏng (1610) giảm và ngăn chứa làm bằng vật liệu tạo bắc.
8. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm lớp phủ bảo vệ ít nhất một phần của tấm đáy (1602) hoặc bơm phụt (1604).
9. Thiết bị theo điểm 1, trong tấm đáy (1602) bao gồm lớp phủ phản quang.
10. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm nắp mà có thể bịt kín tấm đáy (1602) khi thiết bị không được sử dụng.
11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó nắp có thành phần là polypropylen, polyetylen, polyetylen tỷ trọng cao hoặc teflon.
12. Thiết bị theo điểm 1, trong đó vỏ (502) bao gồm miệng để lộ ra các lỗ hở (1626) của tấm đáy (1602), và còn bao gồm nắp được tạo kết cấu để đẩy hoặc không đẩy các lỗ hở (1626) của tấm đáy (1602).
13. Thiết bị theo điểm 12, trong đó nắp này được kết hợp với bộ kích hoạt để kích hoạt tấm đáy (1602).
14. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm ít nhất một đặc điểm chẩn đoán, trong đó đặc điểm chẩn đoán này bao gồm bộ phát ánh sáng và bộ dò sóng, và trong đó bộ phát ánh sáng định hướng sóng đến các giọt và bộ dò phát hiện phản ánh sáng phản xạ hoặc khúc xạ từ các giọt này.
15. Thiết bị tạo giọt nhỏ để phân phối thể tích dịch lỏng dùng cho mắt đến mắt của đối tượng dưới dạng dòng các giọt nhỏ phụt ra, thiết bị này bao gồm:
 - vỏ (502);
 - ngăn chứa (1620) được bố trí bên trong vỏ (502) để nhận thể tích dịch lỏng dùng cho mắt (1610);
 - tấm đáy (1602) nối thông chất lỏng với ngăn chứa (1620), tấm đáy (1602) này bao gồm nhiều lỗ hở (1626) được tạo xuyên qua chiều dày của nó;

bơm phụt áp điện (1604) được kết hợp với bề mặt của tấm đẩy (1602), bơm phụt (1604) có thể vận hành để làm rung tấm đẩy (1602) ở một tần số và tạo ra dòng các giọt nhỏ phụt ra;

trong đó các giọt nhỏ trong dòng được định hướng này có đường kính phụt trung bình nằm trong khoảng từ 20 đến 100 micromet và tốc độ phụt trung bình nằm trong khoảng từ 2 đến 5 m/s, dòng các giọt nhỏ này có luồng khí cuốn theo thấp sao cho ít nhất khoảng 75% khối lượng của dòng các giọt nhỏ phụt ra đọng lại trên đích trong quá trình sử dụng.

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

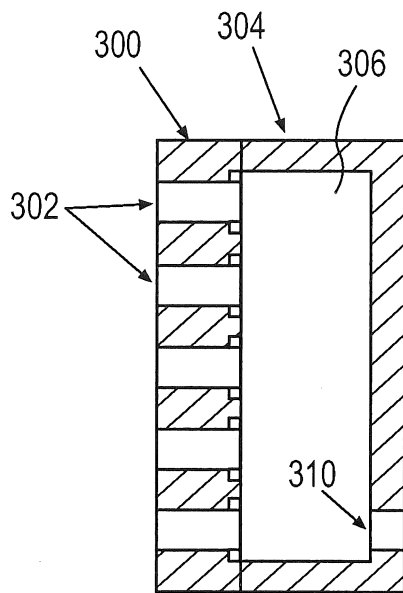


FIG. 3A

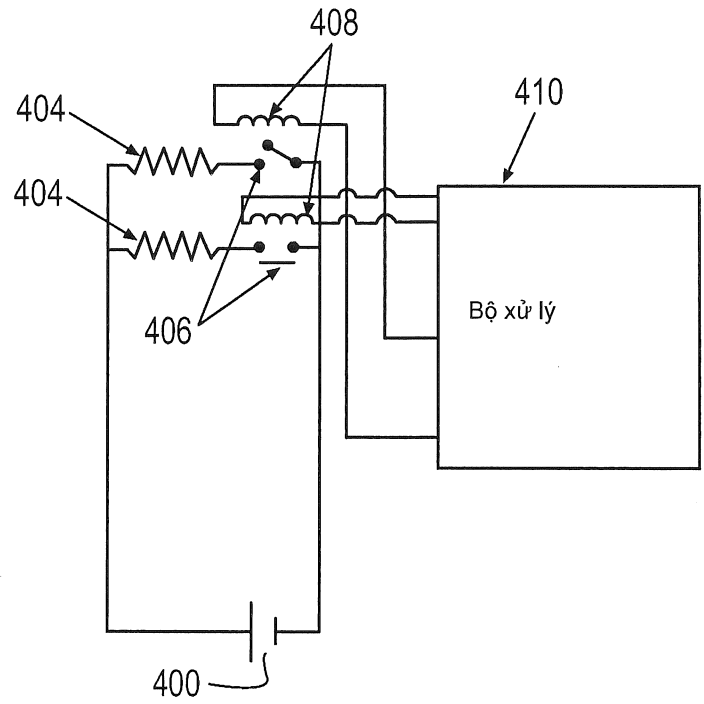


FIG. 4

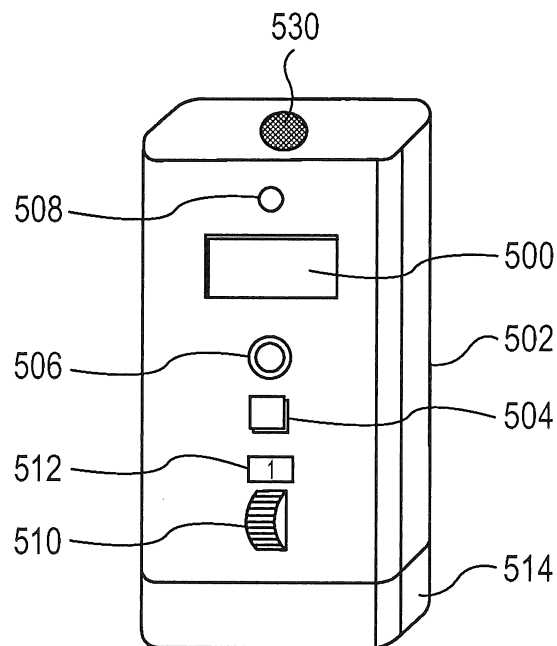
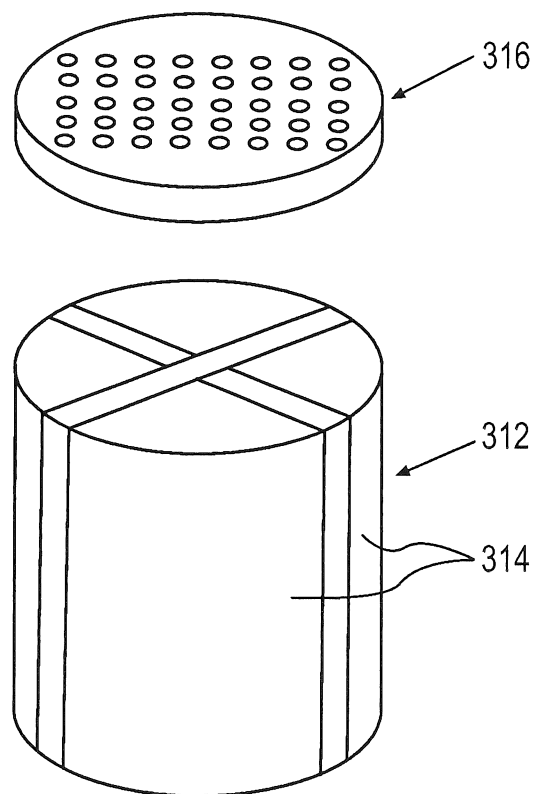
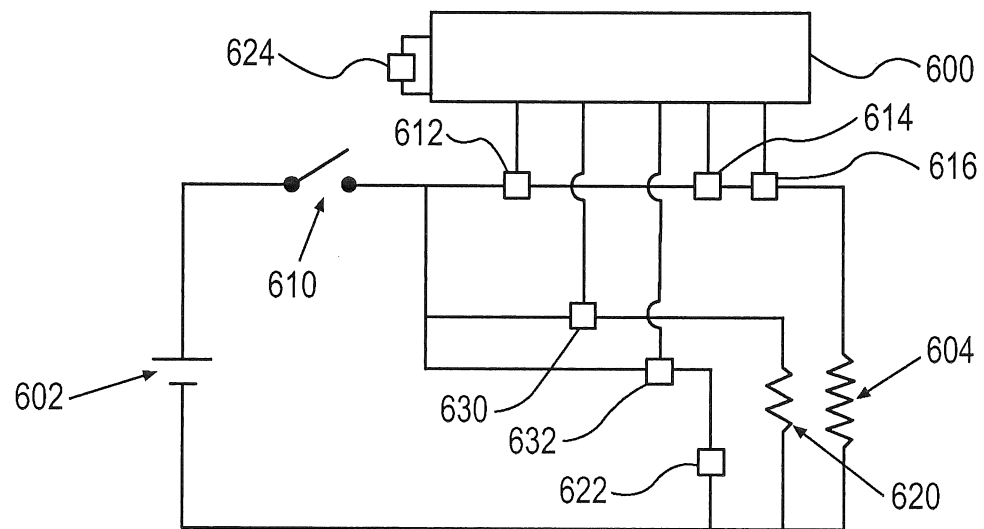
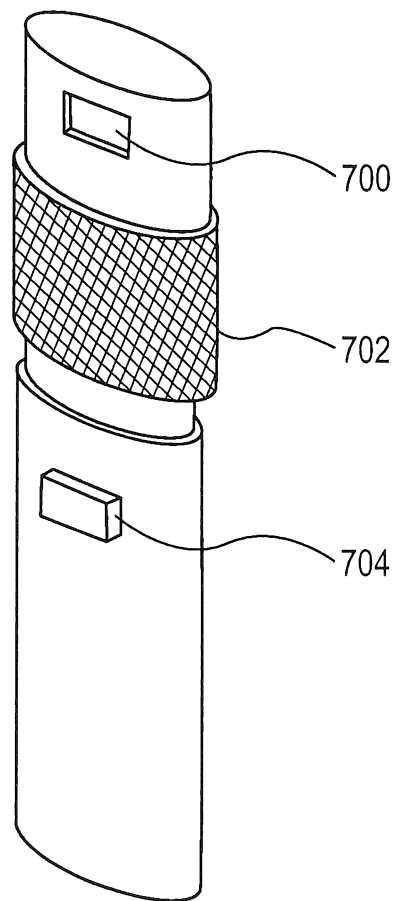
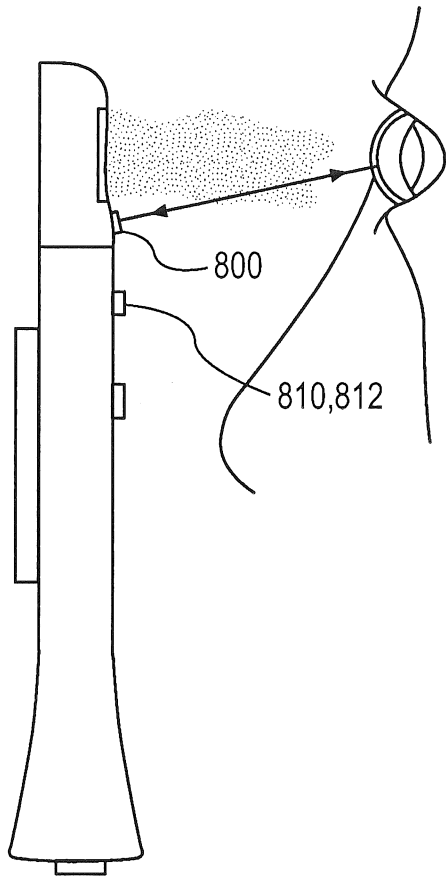
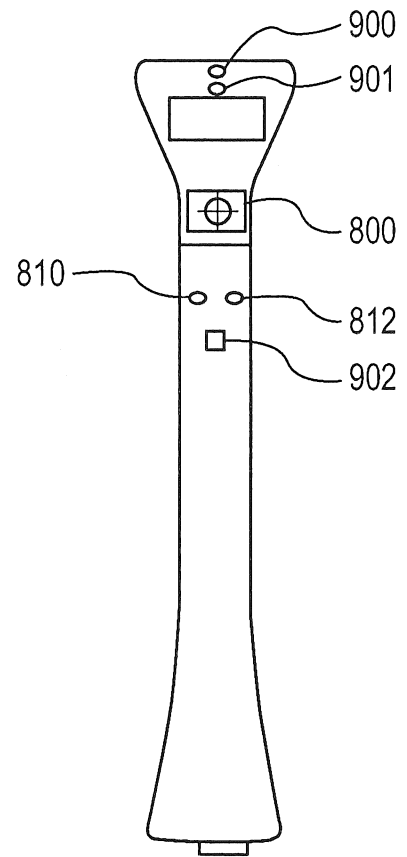
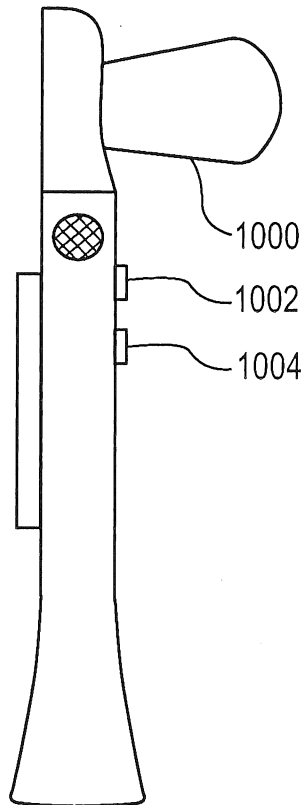


FIG. 5

**FIG. 3B**

**FIG. 6**

**FIG. 7**

**FIG. 8****FIG. 9****FIG. 10**

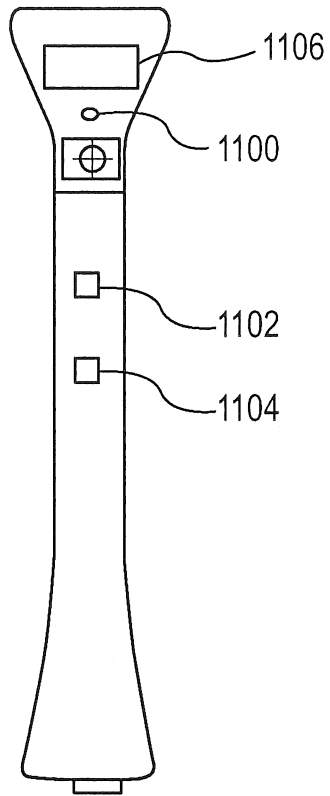


FIG. 11

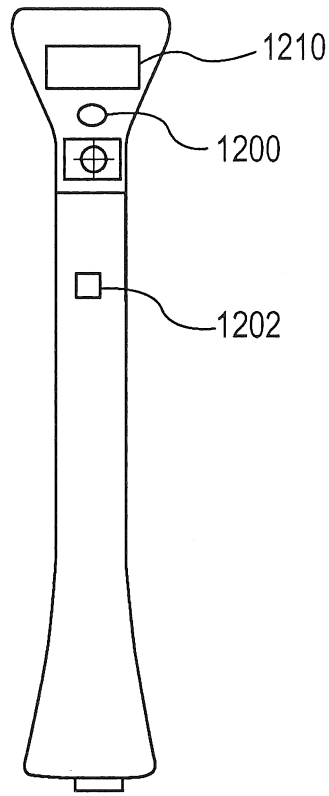


FIG. 11

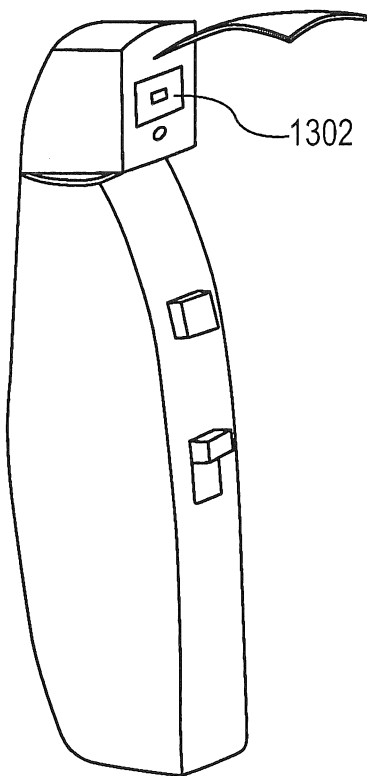


FIG. 13A

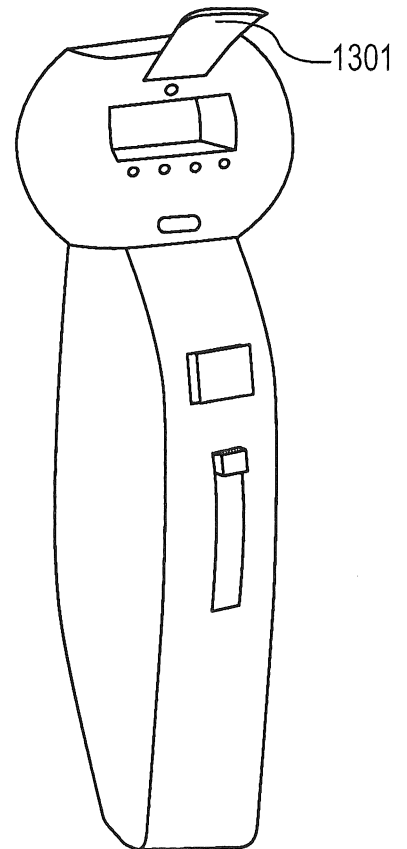
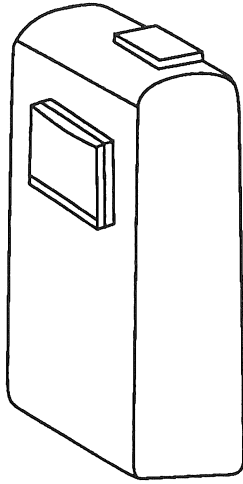
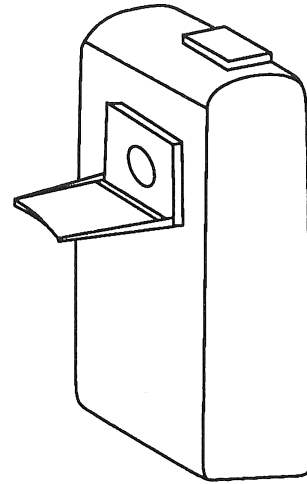
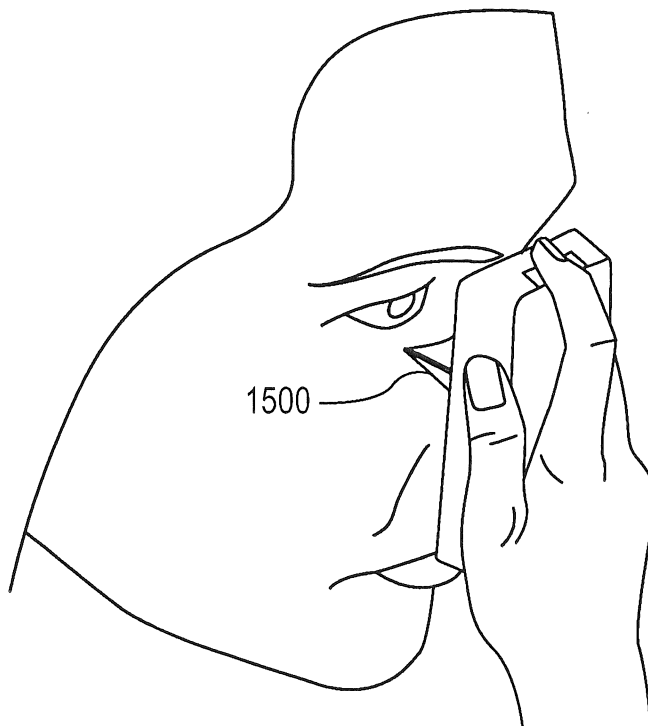


FIG. 13B

**FIG. 14A****FIG. 14B****FIG. 15A**

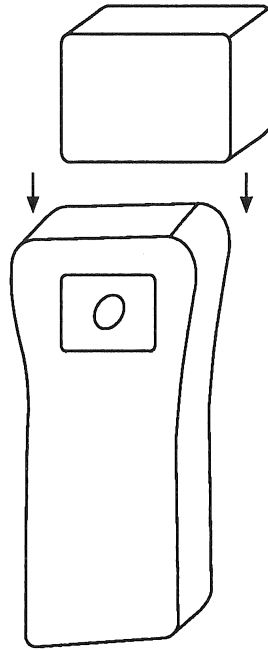


FIG. 15B

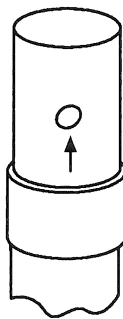


FIG. 15C

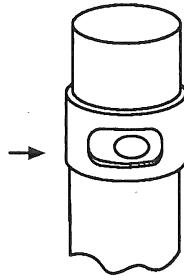


FIG. 15D

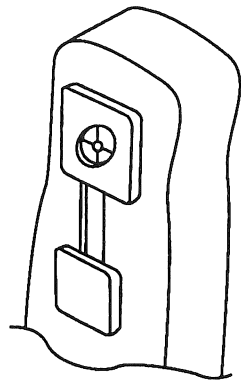


FIG. 15E

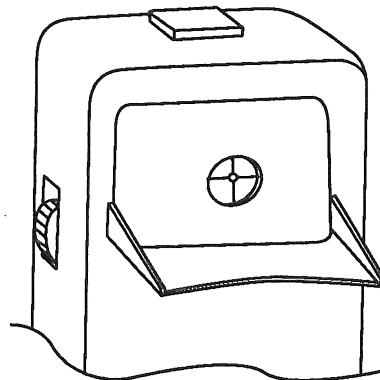


FIG. 15F

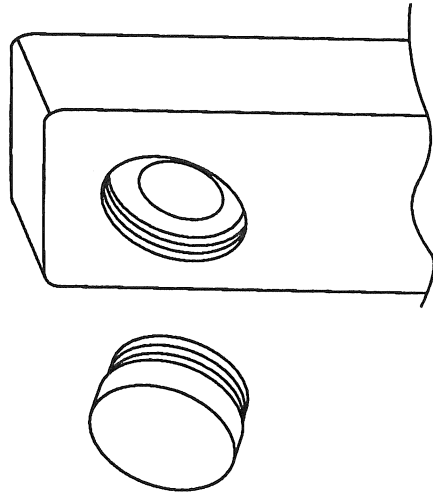


FIG. 15H

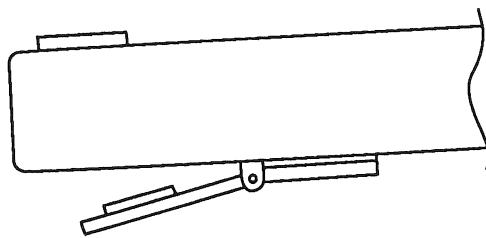
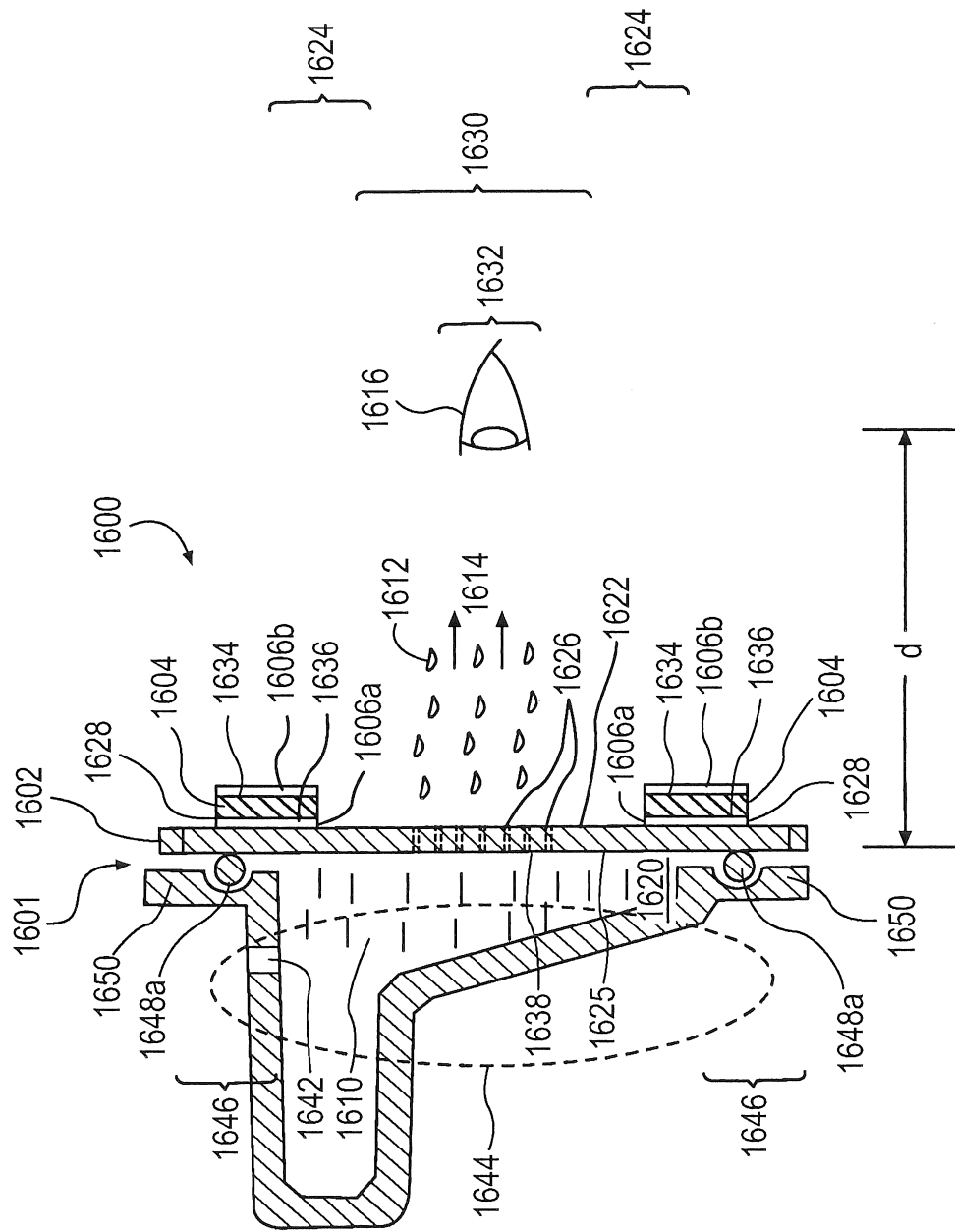
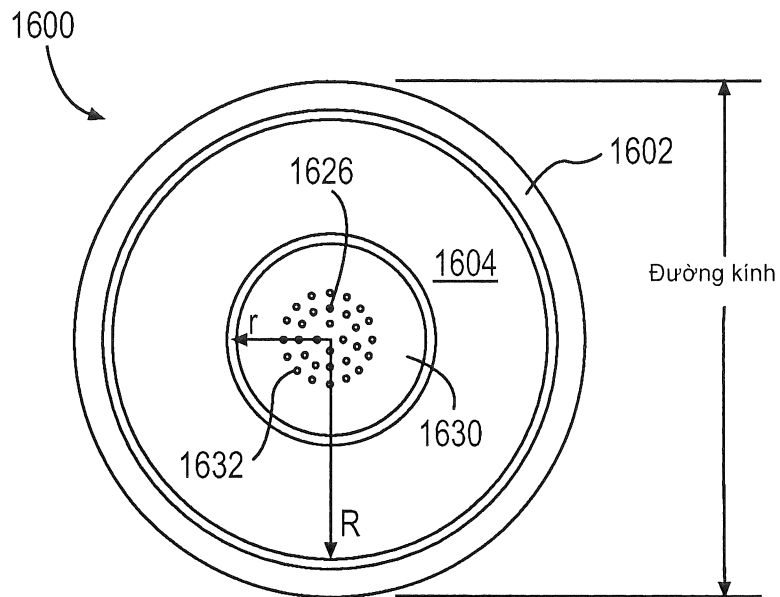
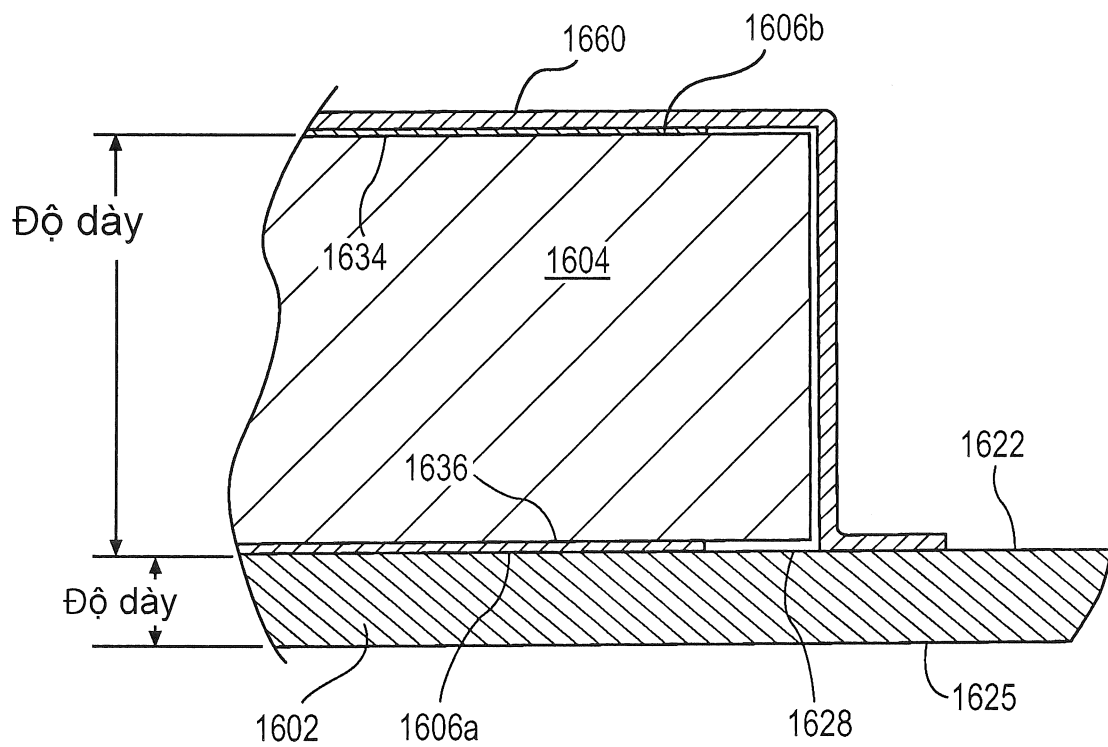
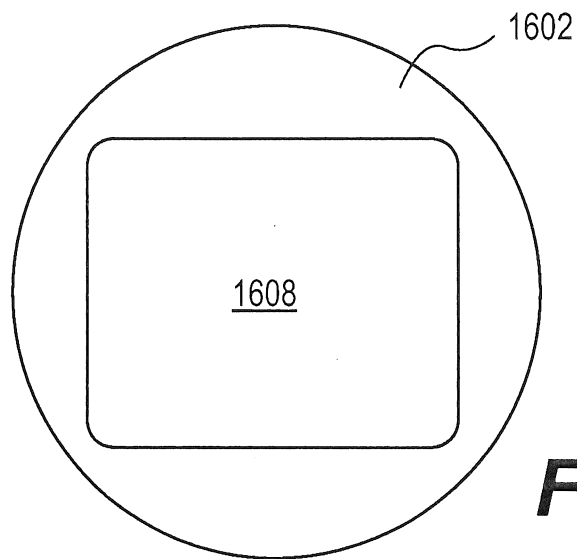
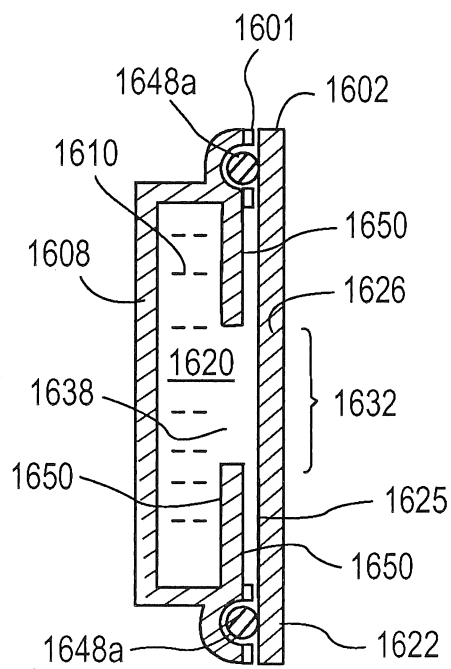
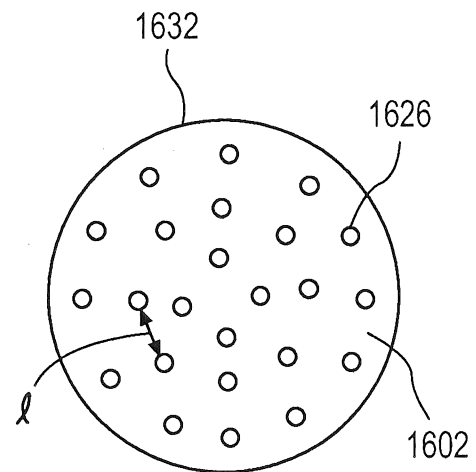
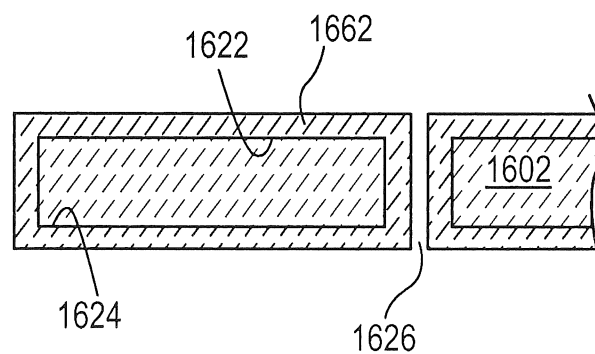


FIG. 15G

**FIG. 16A**

**FIG. 16B****FIG. 16C**

**FIG. 16D****FIG. 16E****FIG. 16F****FIG. 16G**

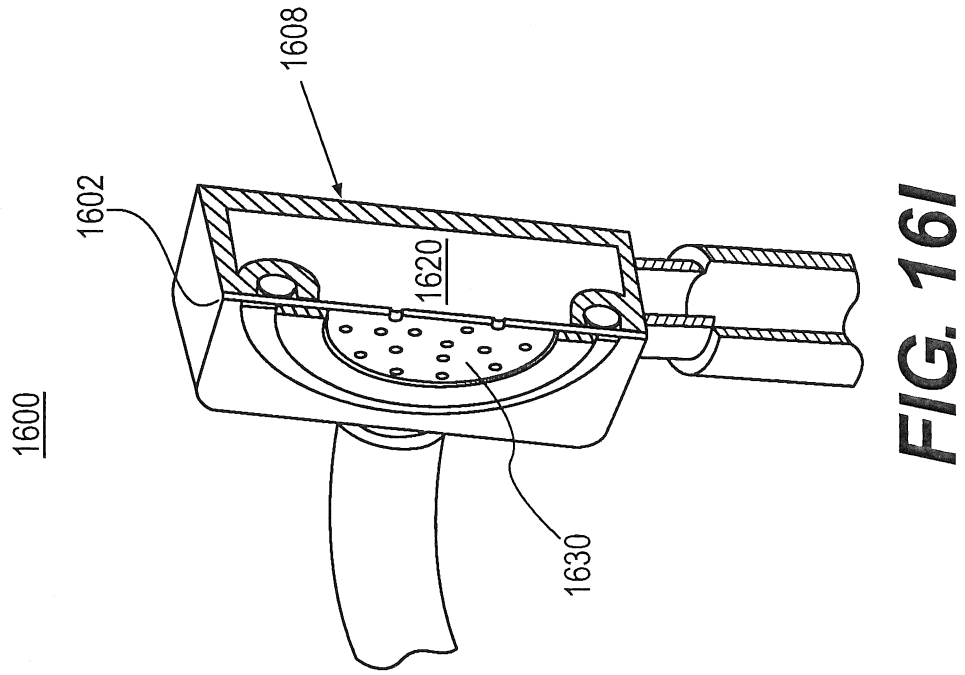
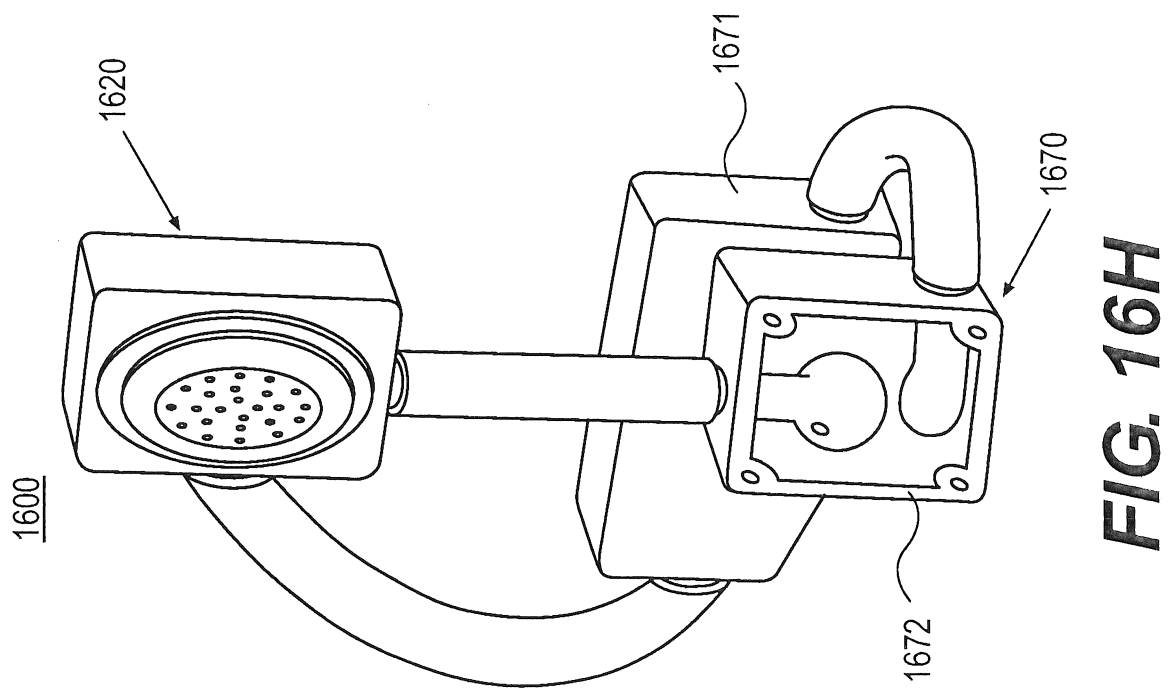




FIG. 16L

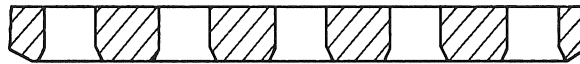


FIG. 16M

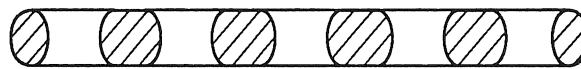


FIG. 16N

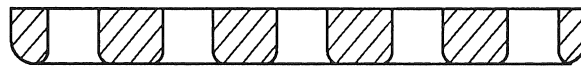


FIG. 16O

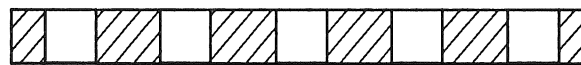


FIG. 16P



FIG. 16Q



FIG. 16R

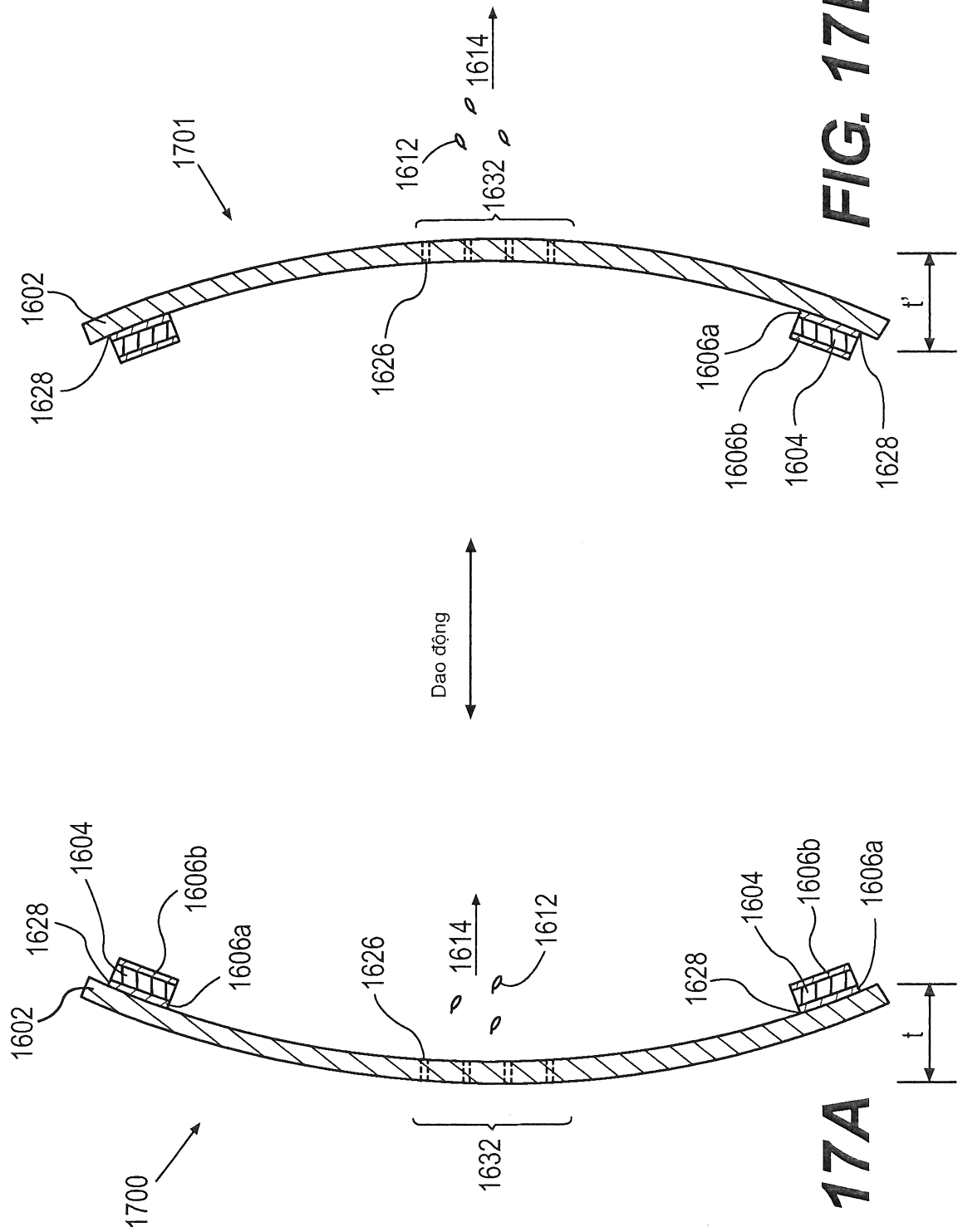
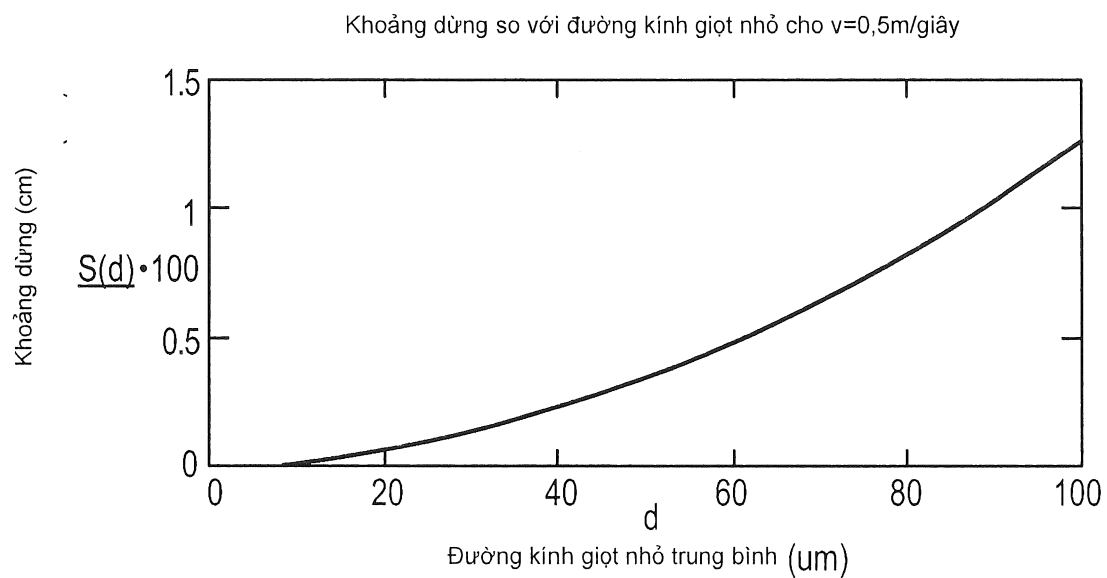
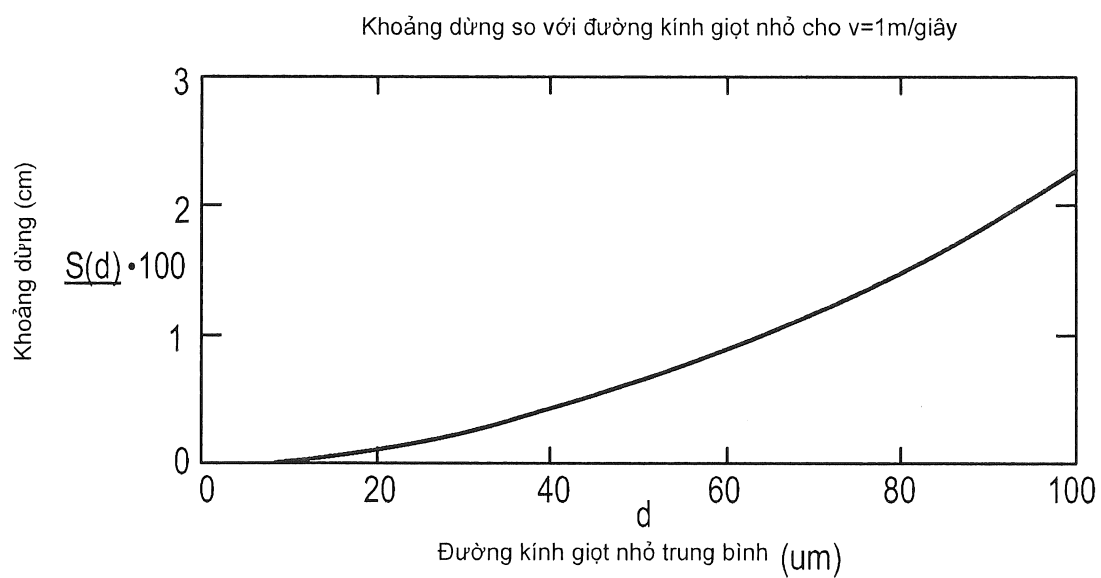
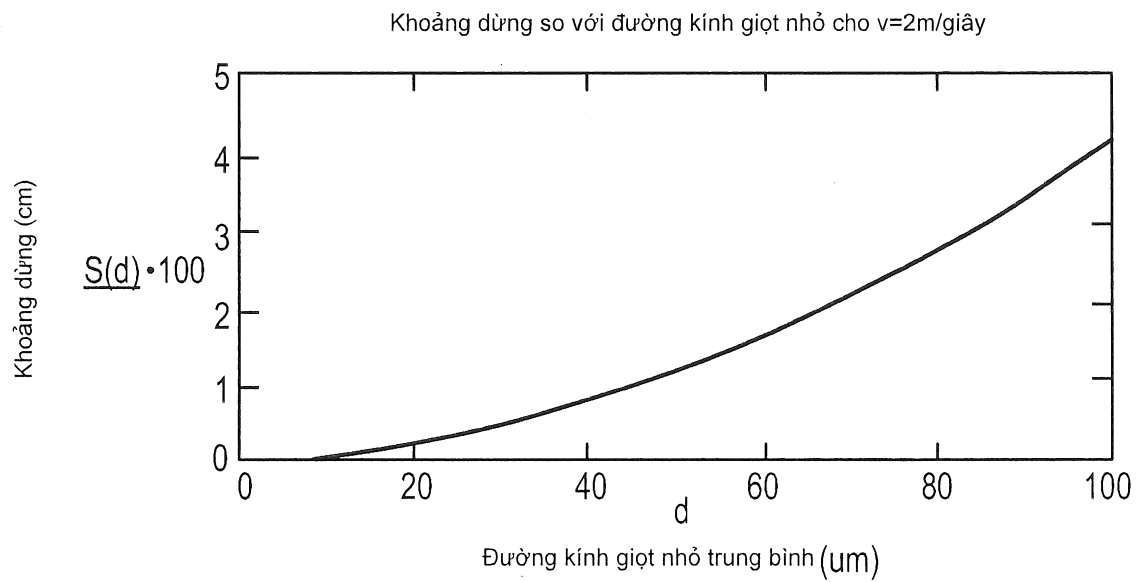
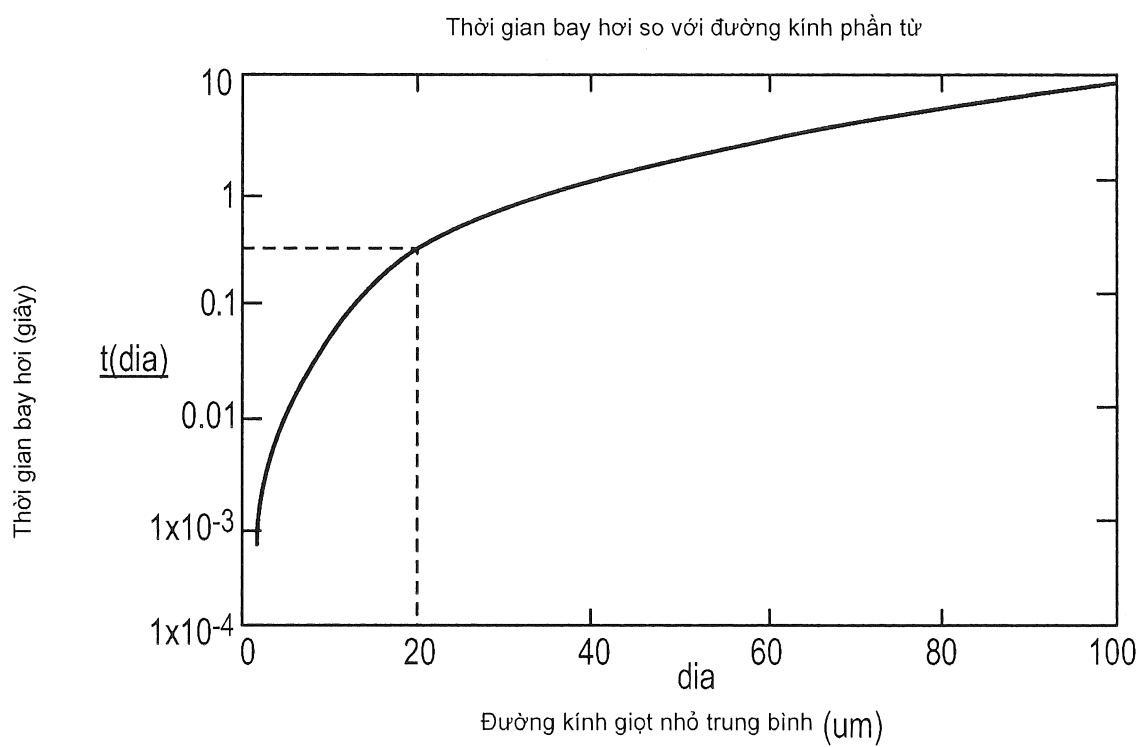


FIG. 17B

FIG. 17A

**FIG. 18A****FIG. 18B**

**FIG. 18C****FIG. 18D**

Giọt nhỏ trung bình : 11 μm

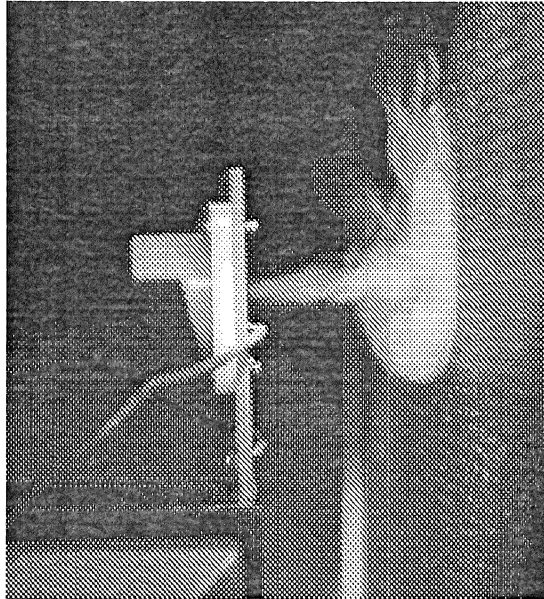


FIG 19 A

Giọt nhỏ trung bình : 17 μm

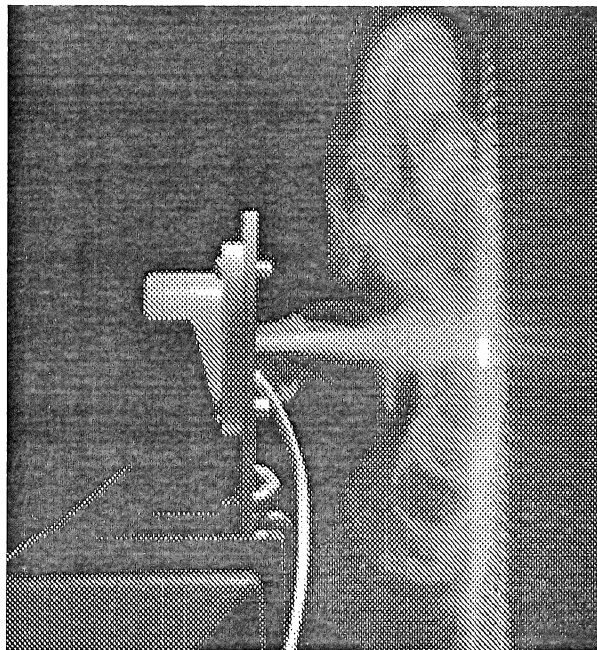


FIG 19 B

Giọt nhỏ trung bình : 32 μm

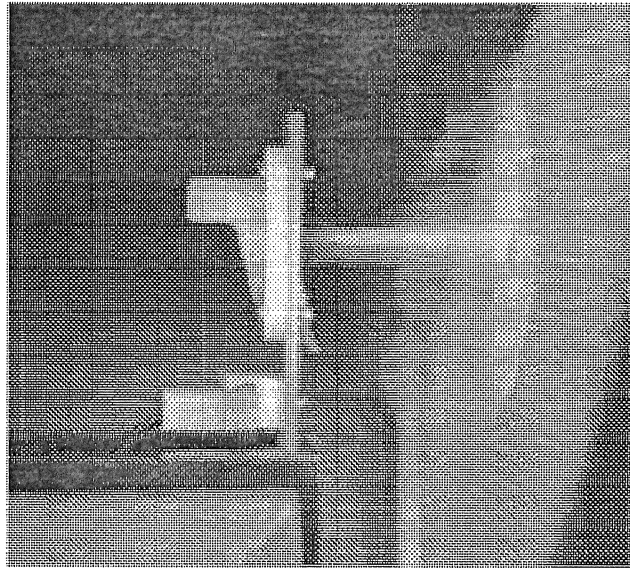


FIG 19 C

Giọt nhỏ trung bình : 56 μm

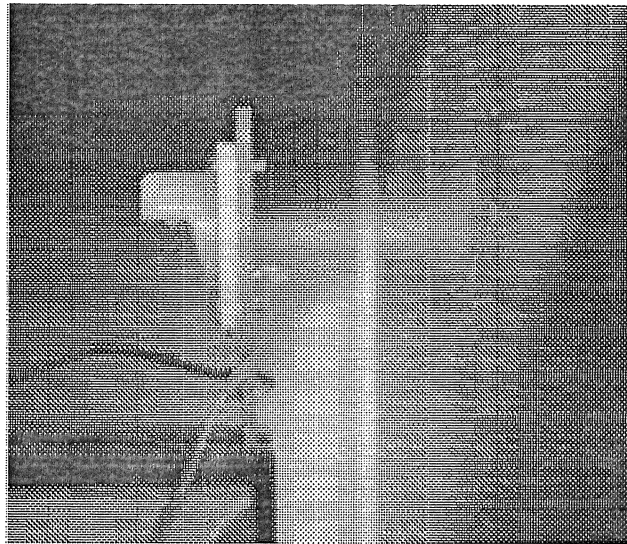


FIG 19 D

Giọt nhỏ trung bình : 100 μm

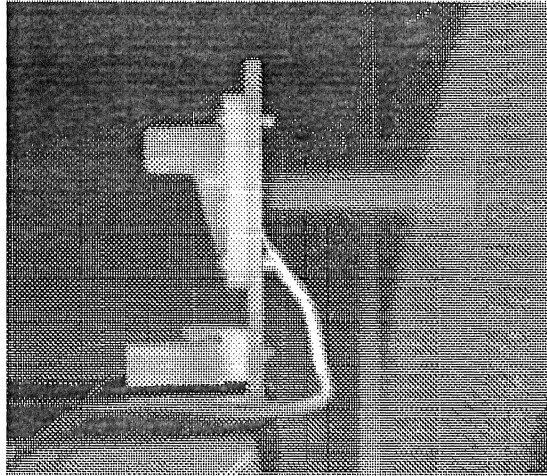


FIG 19 E

Kích cỡ mắt lưới : 60 μm

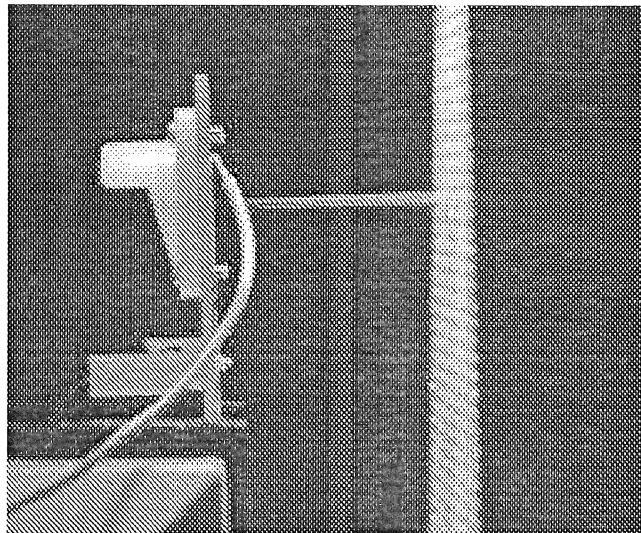
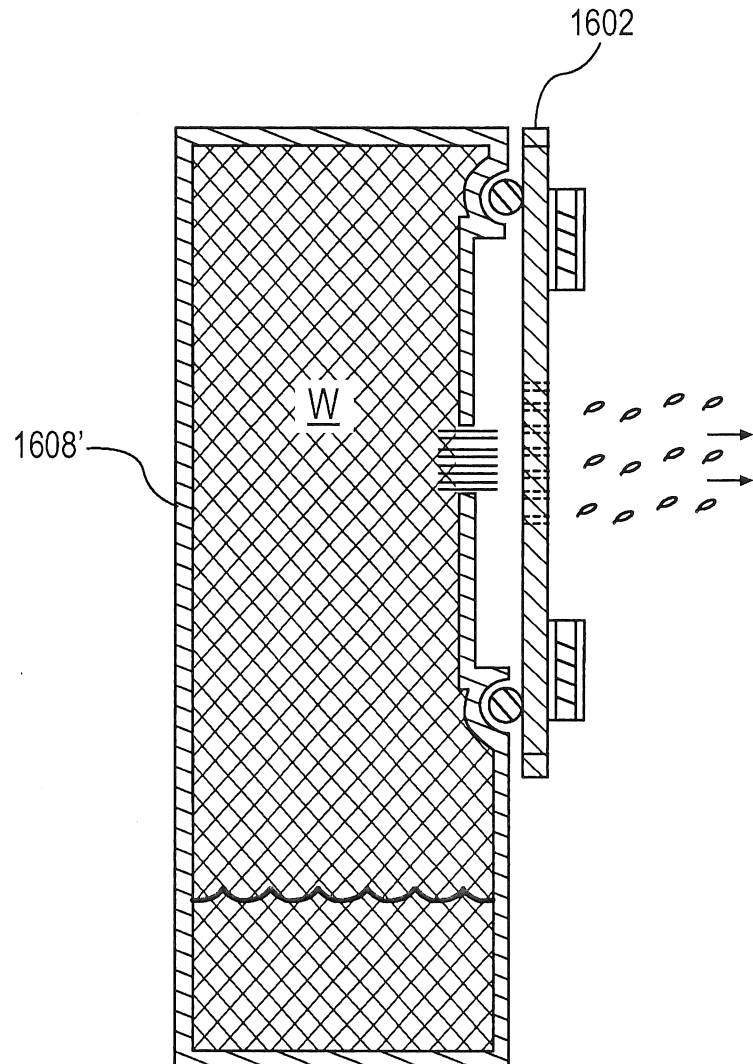


FIG 19 F

**FIG. 20**

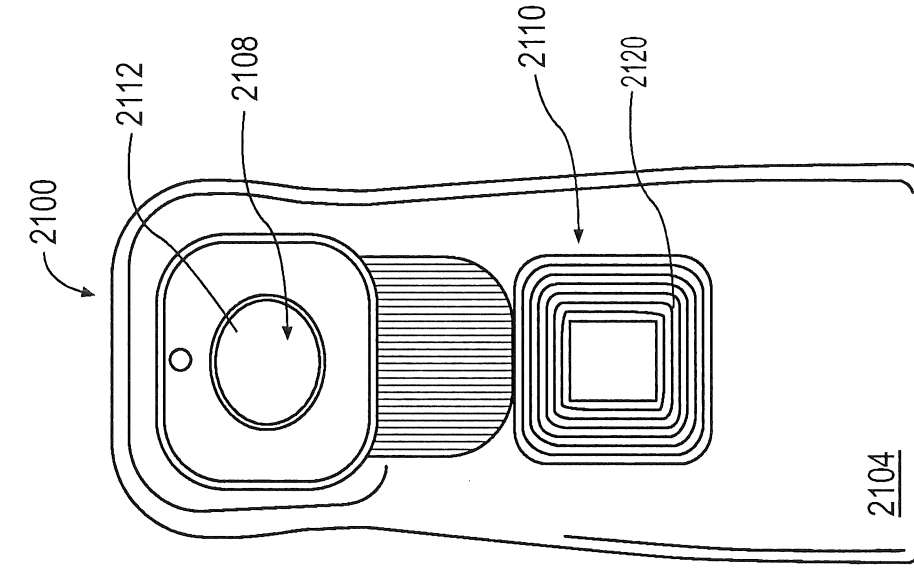


FIG. 21B

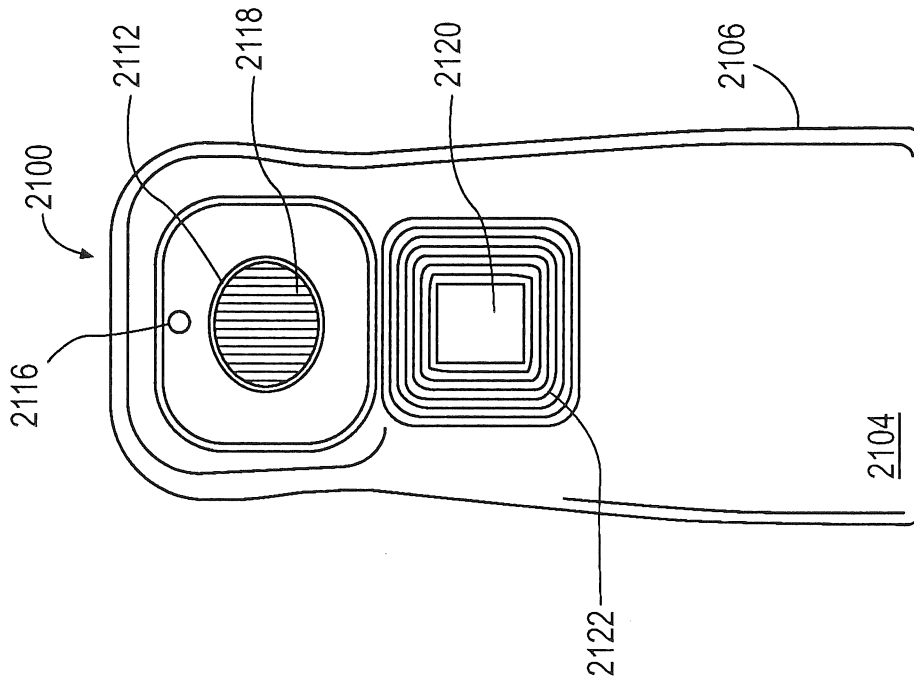


FIG. 21A

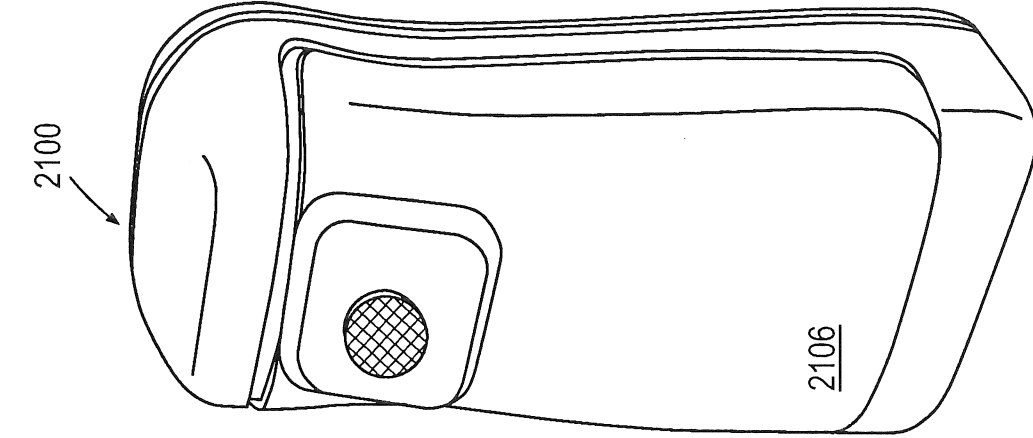


FIG. 21D

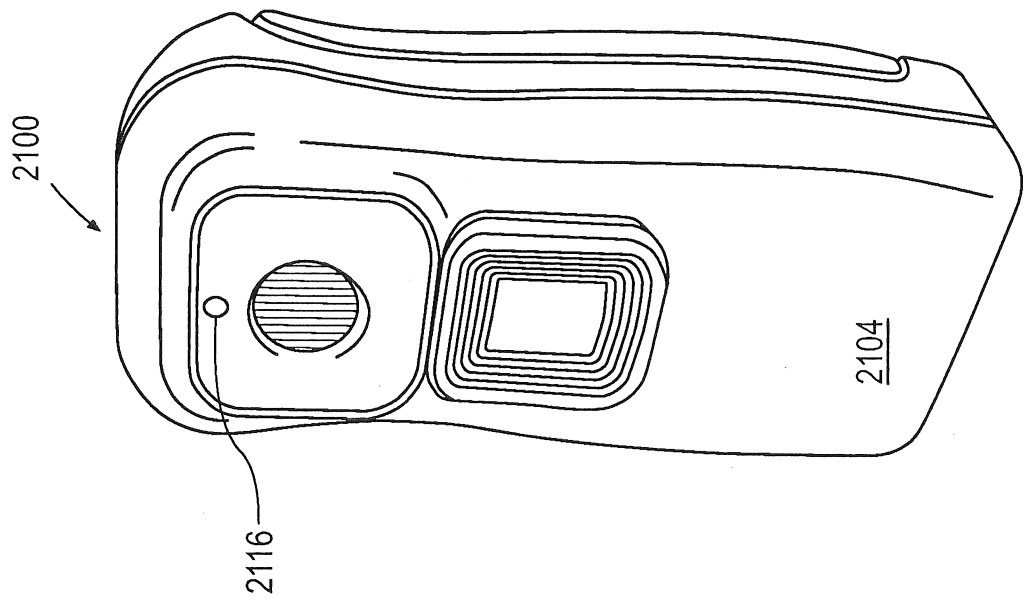


FIG. 21C

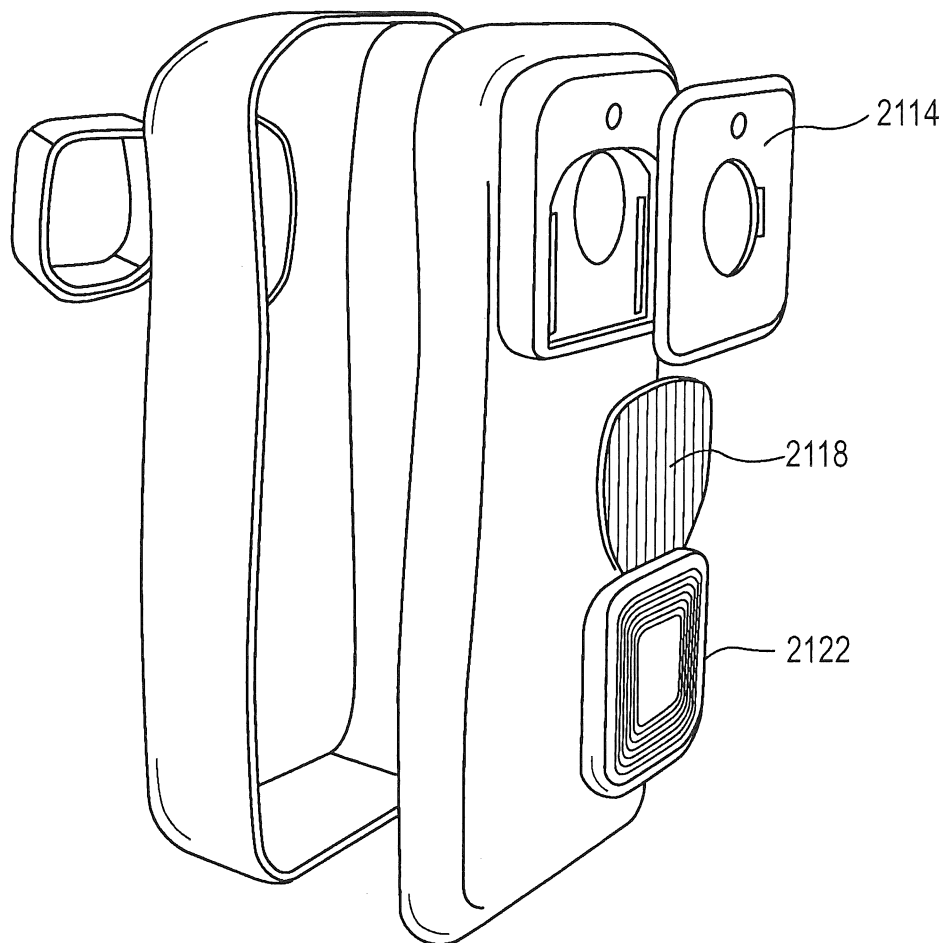
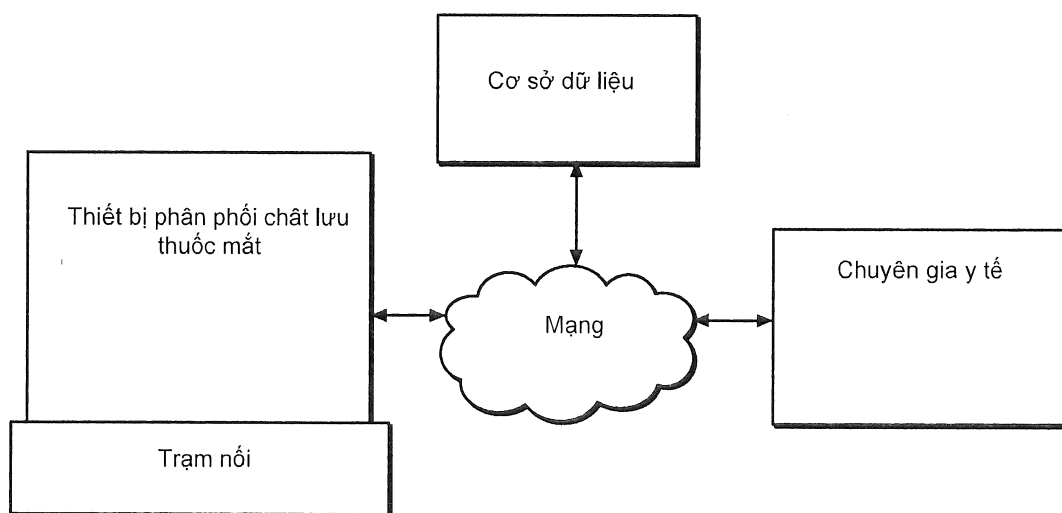


FIG. 21E

***FIG. 21F***

**FIG. 22A**

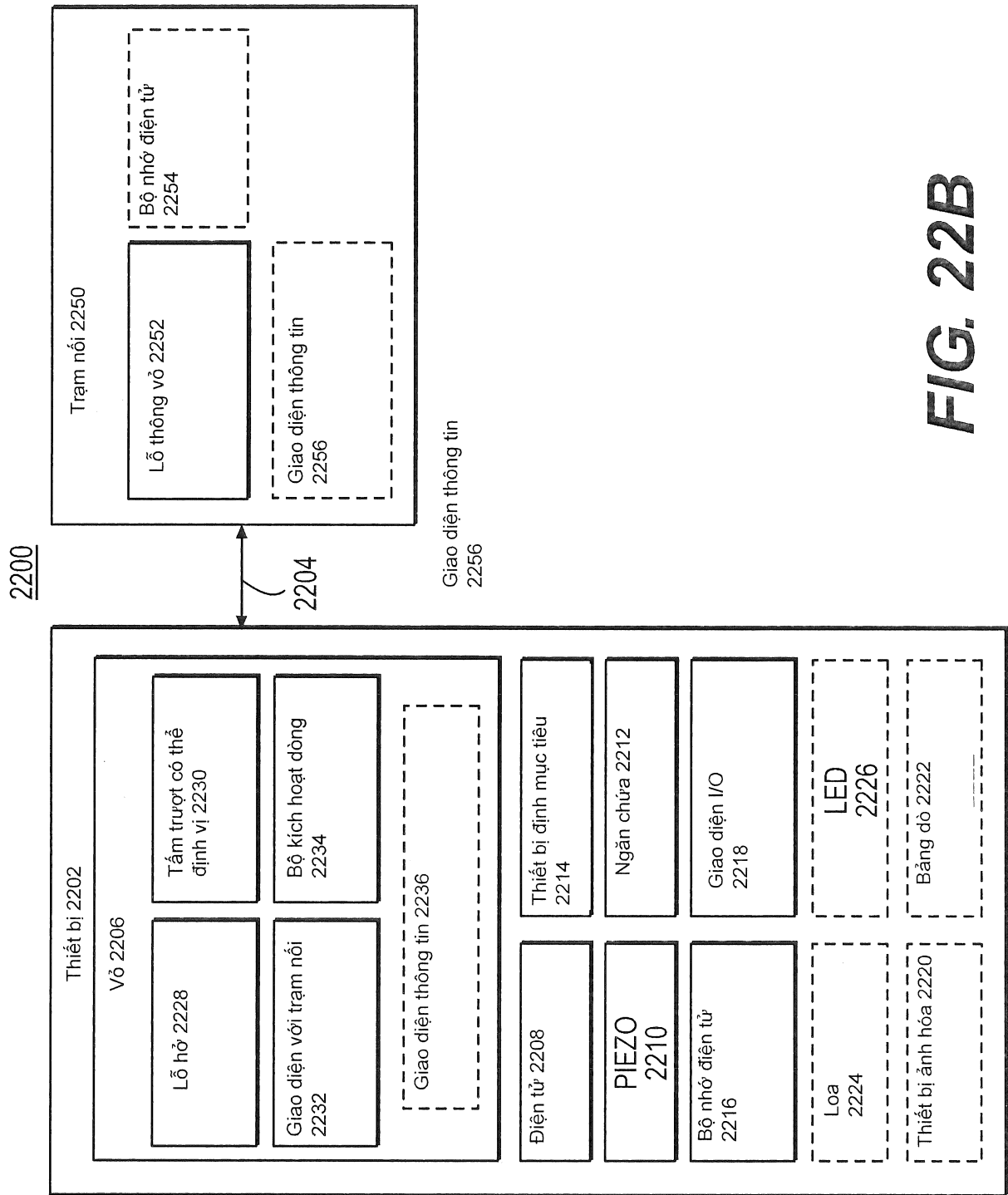
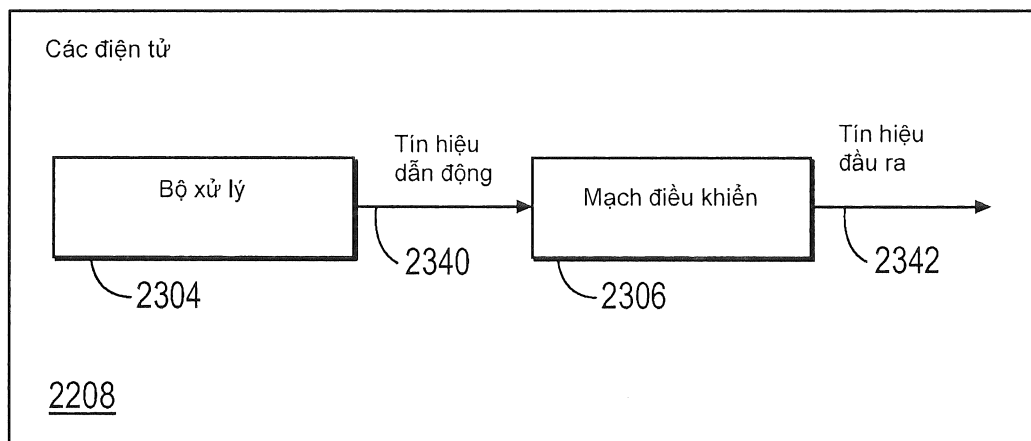
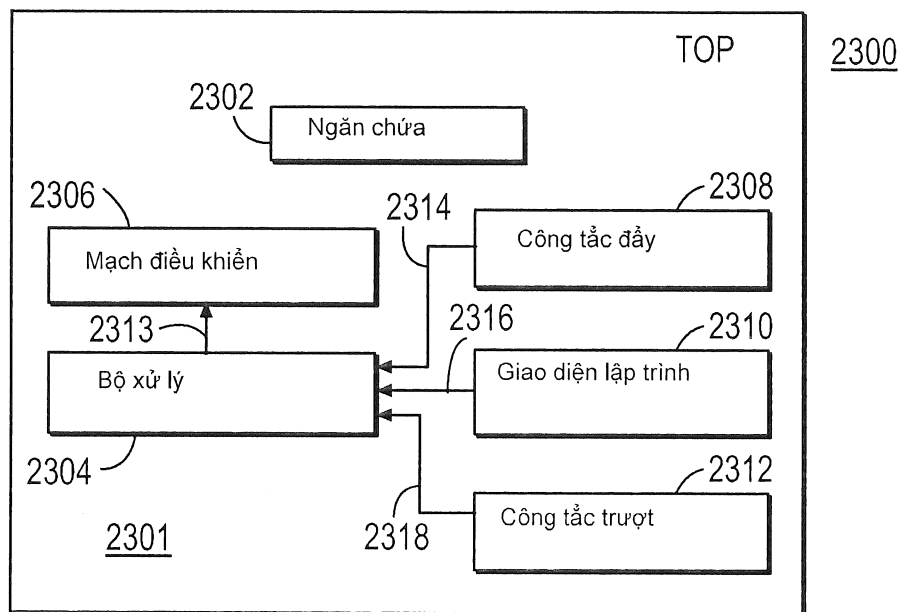
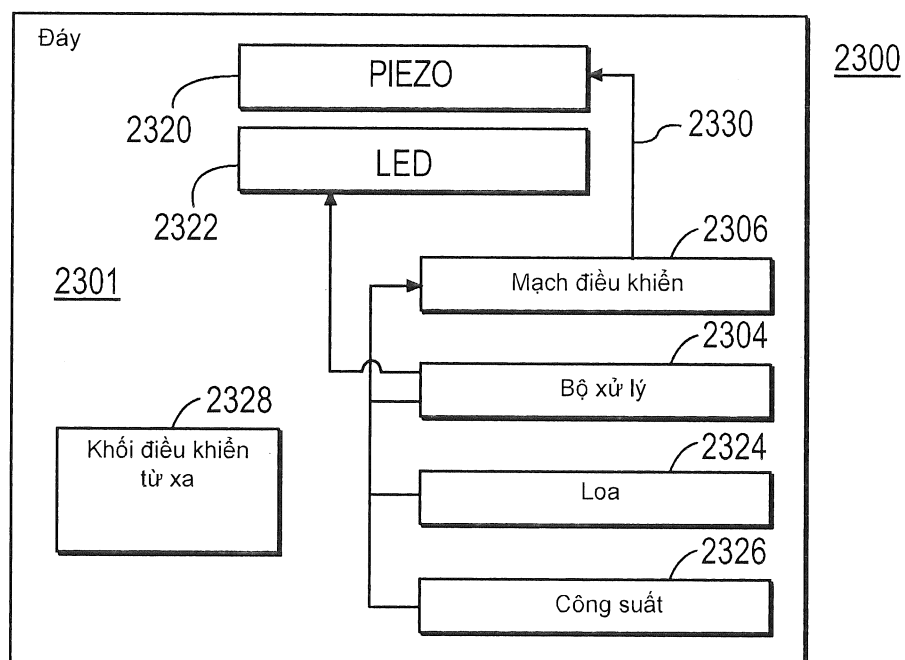
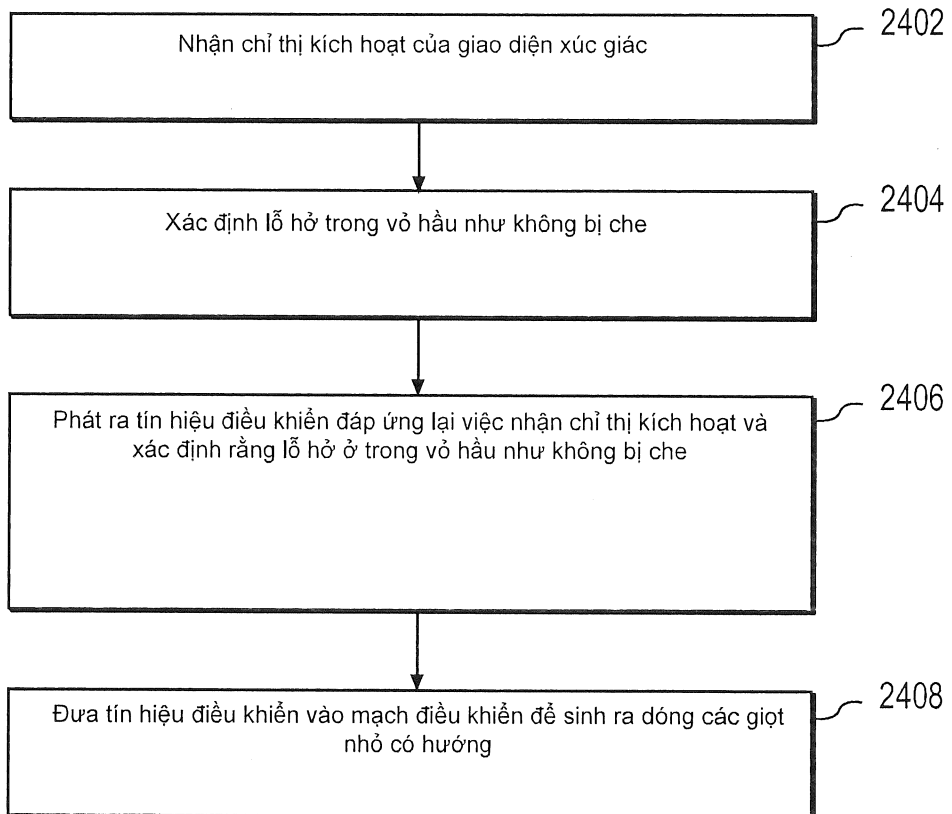
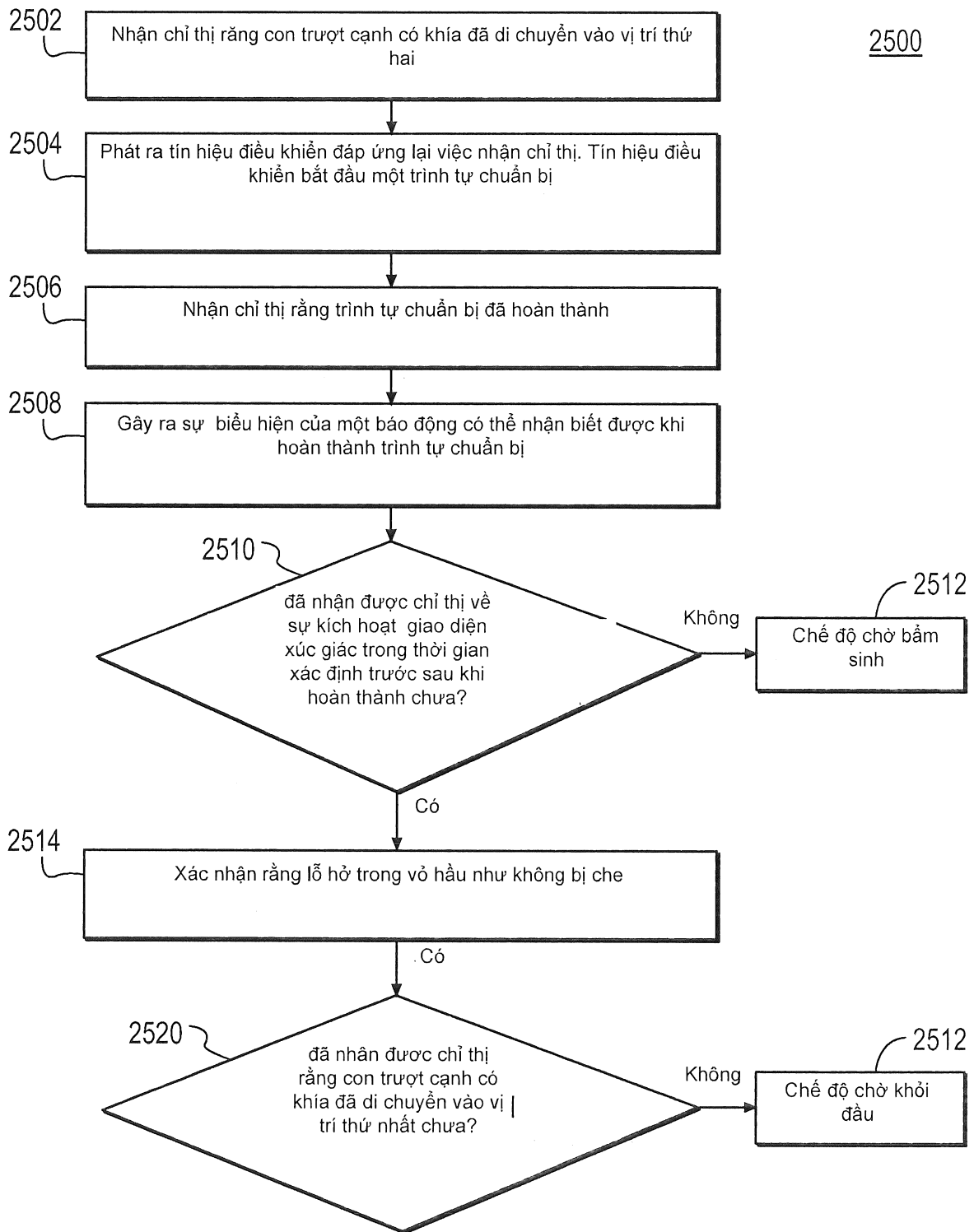


FIG. 22B

**FIG. 22C**

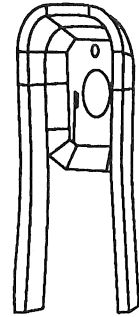
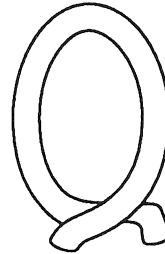
**FIG. 23A****FIG. 23B**

2400**FIG. 24**

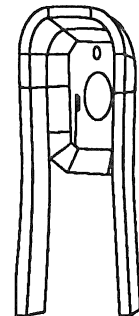
**FIG. 25**

Phương pháp chiếu sáng bề mặt bơm phụt

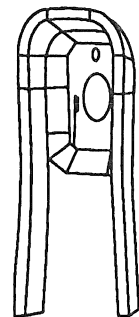
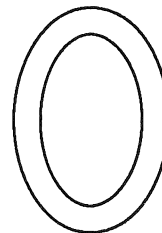
Dây sợi quang
(bề mặt khắc axit)



(Các) LED được bố trí trên bề mặt



Vòng LED



Dây sợi quang cắt xiên (với thác phản chiếu)

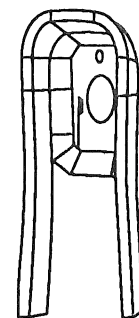
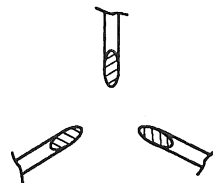


FIG. 26

Tỷ lệ giữa tốc độ ở đầu vòi bơm phụt với tốc độ kết thúc giai đoạn thẳng đứng

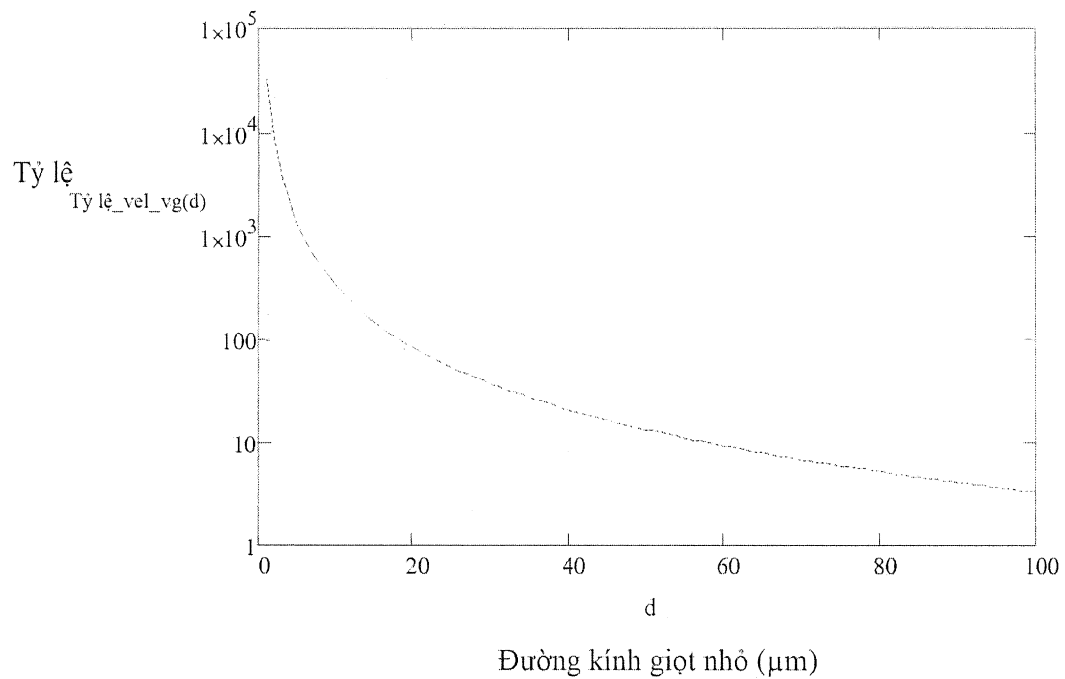


FIG. 27A

Thời gian bay hơi theo đường kính giọt nhỏ

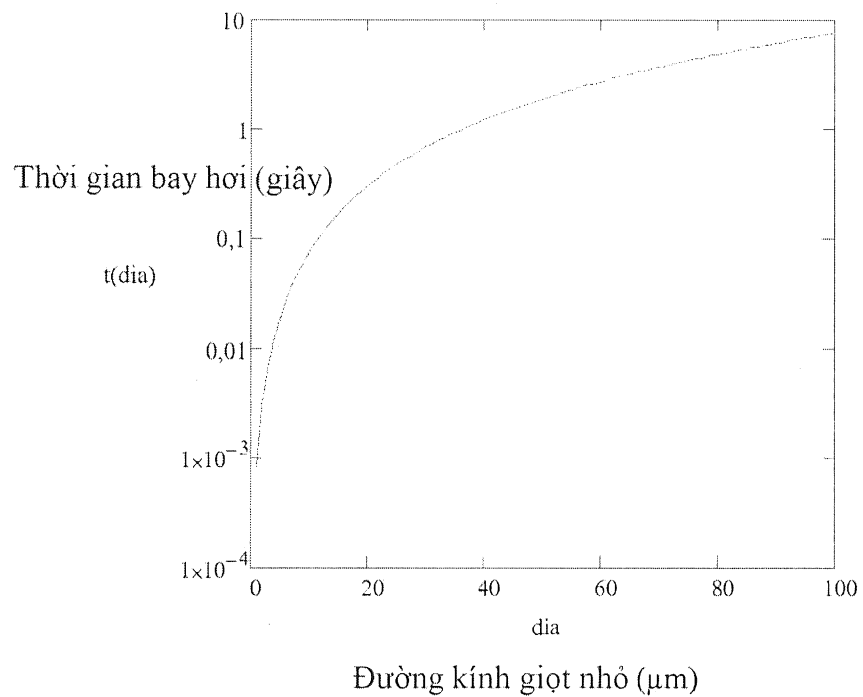


FIG. 27B

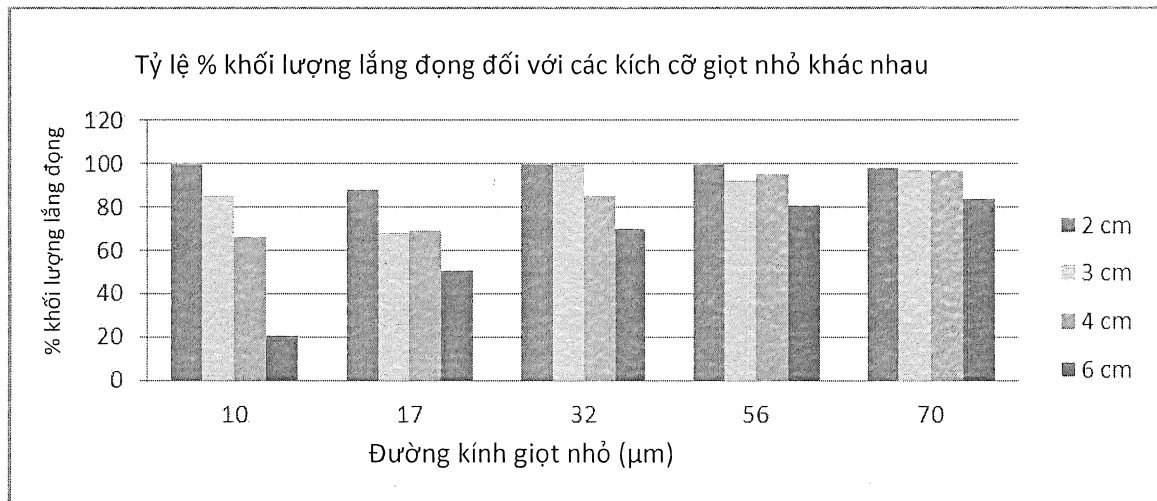


FIG. 27C

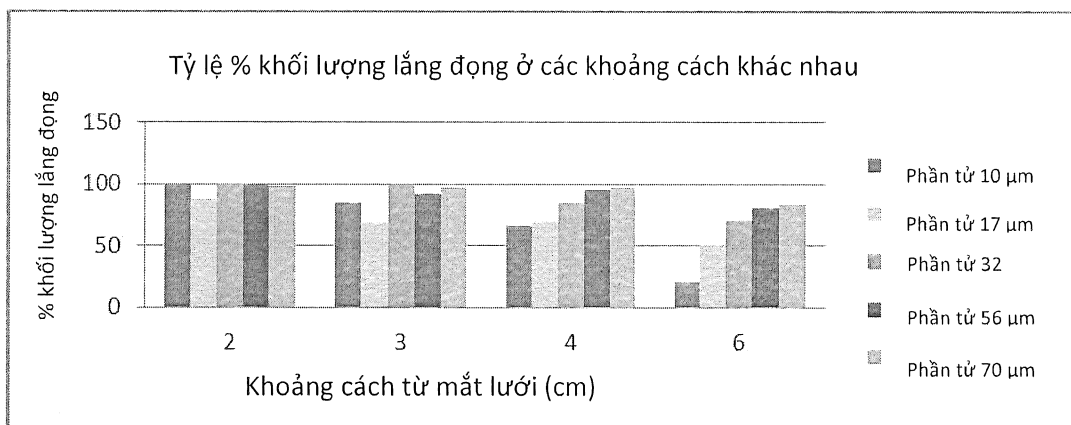


FIG. 27D