



(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)



1-0024045

(51)⁷ A61F 9/00; B05B 17/06; B05B 17/00

(13) B

(21) 1-2014-04151

(22) 14/05/2013

(86) PCT/US2013/040927 14/05/2013

(87) WO2013/173321 21/11/2013

(30) 61/646,721 14/05/2012 US; 61/722,600 05/11/2012 US

(45) 25/06/2020 387

(43) 27/04/2015 325A

(73) EYENOVIA, INC. (US)

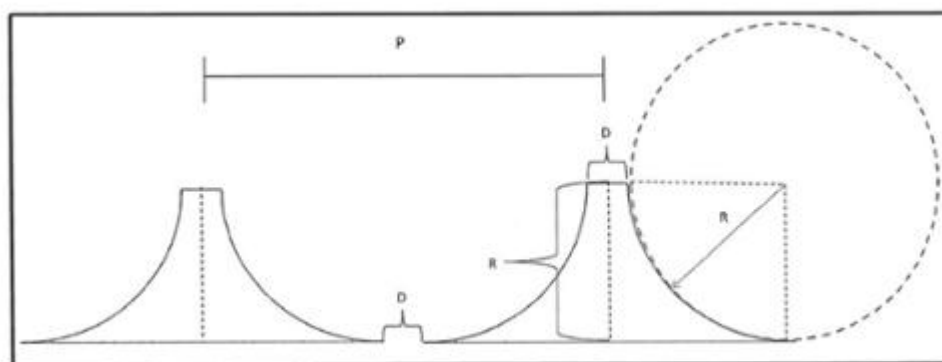
c/o Point Guard Partners LLC, 400 N. Ashley St, Suite 2150, Tampa, FL 33602,
United States of America

(72) WILKERSON, Jonathan, Ryan (US); LYNCH, Iyam (US); GERMINARIO, Louis,
Thomas (US); HUNTER, Charles, Eric (US)

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THIẾT BỊ TẠO DÒNG GIỌT NHỎ ĐỊNH HƯỚNG, PHƯƠNG PHÁP LÀM GIẢM
LỖ HÚT KHÔNG KHÍ TRONG CƠ CẤU BƠM PHỤT CHẤT LƯU TRONG
SUỐT QUÁ TRÌNH VẬN HÀNH

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị bơm phụt áp điện mà được thiết kế để làm giảm thiểu sự hút không khí vào trong thiết bị khi truyền động bằng cách tạo ra dòng chất lưu phân lớp. Trong cơ cấu bơm phụt mà bao gồm tấm phát và bộ truyền động áp điện có thể hoạt động để làm dao động một cách trực tiếp hoặc gián tiếp tấm phát, ở tần số để tạo ra dòng giọt nhỏ chất lưu định hướng, tấm phát bao gồm bề mặt hướng về chất lưu, bề mặt bơm phụt giọt nhỏ, và các lỗ được tạo ra xuyên qua chiều dày của nó giữa các bề mặt. Các lỗ này được tạo kết cấu để làm giảm thiểu dòng không khí qua các lỗ từ bề mặt bơm phụt giọt nhỏ đến bề mặt hướng về chất lưu trong khi tạo ra dòng giọt nhỏ định hướng bằng cách tạo kết cấu hình dạng của các lỗ để làm giảm thiểu sự chảy rối.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị tạo dòng giọt nhỏ định hướng, phương pháp làm giảm lỗ hút không khí trong cơ cấu bơm phụt chất lưu trong suốt quá trình vận hành và phương pháp cải thiện việc bơm phụt chất lưu từ cơ cấu áp điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc sử dụng các thiết bị phun để phân phối các sản phẩm ở dạng sương mù hoặc bụi là lĩnh vực có tiềm năng lớn về các sản phẩm an toàn, dễ sử dụng. Lĩnh vực quan trọng mà trong đó thiết bị phun là cần thiết để phân phối thuốc cho mắt. Tuy nhiên, thử thách chính trong việc tạo ra thiết bị này là tạo ra sự phân phối về liều lượng phù hợp ổn định và chính xác. Ngoài ra, thiết bị phun đa liều có thể tiếp xúc với các tạp chất do tác động qua lại với môi trường bên ngoài không vô trùng.

Do đó, vẫn có nhu cầu đối với thiết bị phân phối để phân phối các liều an toàn, thích hợp, và sử dụng lặp lại cho đối tượng dùng qua mắt, dùng khu trú, dùng qua đường miệng, dùng qua mũi, hoặc dùng qua đường phổi.

Bản chất kỹ thuật sáng chế

Theo một khía cạnh, sáng chế đề cập đến cơ cấu bơm phụt, thiết bị bơm phụt và phương pháp cấp liều an toàn, thích hợp, và lặp lại cho đối tượng dùng qua mắt, dùng khu trú, dùng qua đường miệng, dùng qua mũi, hoặc dùng qua đường phổi. Sáng chế đề cập đến thiết bị bơm phụt và hệ cấp chất lưu có khả năng phân phối thể tích chất lưu được xác định ở dạng dòng giọt nhỏ định hướng có các đặc tính mà tạo ra phần trăm lắng đọng đủ và lặp lại các giọt nhỏ khi dùng.

Theo sáng chế, sáng chế đề xuất thiết bị bơm phụt áp điện mà được thiết kế để làm giảm thiểu sự hút không khí vào trong thiết bị khi truyền động, như được giải thích chi tiết hơn ở đây. Cơ cấu bơm phụt có thể bao gồm tám phát và bộ truyền động áp điện có thể hoạt động để làm dao động một cách trực tiếp hoặc gián tiếp tám phát, ở một tần số để tạo ra dòng giọt nhỏ chất lưu định hướng. Tám phát này bao gồm bề mặt

hướng về chất lưu, bề mặt bơm phụt giọt nhỏ, và các lỗ được tạo ra xuyên qua chiều dày của nó giữa các bề mặt. Theo sáng chế, tấm phát và nhiều lỗ của nó được tạo kết cấu để làm giảm thiểu dòng không khí qua nhiều lỗ này từ bề mặt bơm phụt giọt nhỏ đến bề mặt hướng về chất lưu trong quá trình dao động bằng cách đẩy mạnh dòng chất lưu phân lớp khi dòng chảy này chảy từ bề mặt hướng về chất lưu đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 thể hiện dòng chảy chảy rối và dòng phân lớp minh họa, theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.2 thể hiện các hình dạng khoảng hở của tấm phát lấy làm ví dụ, dẫn đến dòng chảy rối (bên trái) và dòng phân lớp (bên phải), theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.3 thể hiện các hình dạng khoảng hở của tấm phát lấy làm ví dụ, dẫn đến dòng chảy rối (bên trái) và dòng phân lớp (bên phải), theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.4 minh họa độ cong lấy làm ví dụ của các khoảng hở của tấm phát dòng phân lớp, theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.5 minh họa độ cong mẫu của các lỗ của tấm phát dòng phân lớp, theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.6 minh họa các thông số chiều dài của đầu vào của ống dẫn/khoảng hở, theo các phương án của sáng chế;

Fig.7 thể hiện biểu đồ về chiều dài đi vào chảy rối ban đầu như hàm số của Reynold, theo khía cạnh của sáng chế;

Fig.8 minh họa một phương án về cơ cấu bơm phụt NiCo không phân lớp hoạt động theo sáng chế;

Fig.9 minh họa phương án khác về cơ cấu bơm phụt NiCo phân lớp hoạt động theo sáng chế;

Fig.10 minh họa một phương án về cơ cấu bơm phụt PEEK không phân lớp hoạt động theo sáng chế;

Fig.11 minh họa phương án khác về cơ cấu bơm phụt PEEK phân lớp hoạt động, theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.12 đến Fig.14 thể hiện các hình phối cảnh của bề mặt cơ cấu bơm phụt của các phương án khác nhau về các tâm tạo giọt nhỏ;

Fig.15 thể hiện hình chiếu từ một bên lỗ của tâm tạo giọt nhỏ theo sáng chế;

Fig.16 thể hiện hình chiếu cắt ngang thiết bị bơm phụt, theo khía cạnh của sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.17A và Fig.17B thể hiện các hình chiếu cắt ngang tâm bơm phụt kích hoạt dùng cho thiết bị bơm phụt của Fig.16;

Fig.18 là hình chiếu bằng theo một phương án về cơ cấu bơm phụt theo sáng chế; Fig.19 là hình chiếu được đúc kết từ cơ cấu bơm phụt đối xứng theo sáng chế, và

Fig.20 là hình chiếu bằng của cơ cấu bơm phụt đối xứng theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Nói chung, sáng chế đề cập đến các thiết bị bơm phụt áp điện hữu dụng, ví dụ, trong việc cấp các chất lưu, như thuốc nhỏ mắt. Thiết bị bơm phụt có thể bao gồm cơ cấu bơm phụt bao gồm cơ cấu bơm phụt và nguồn cung cấp chất lưu. Theo một số khía cạnh, cơ cấu bơm phụt có thể bao gồm bộ truyền động áp điện và tâm tạo giọt nhỏ, mà có thể hoạt động phát ra dòng giọt nhỏ chất lưu định hướng khi bộ dẫn động được dẫn động để làm dao động một cách trực tiếp hoặc gián tiếp tâm phát này. Chất lưu bao gồm nhưng không giới hạn ở, các chất huyền phù hoặc nhũ tương mà có độ nhớt nằm trong khoảng có khả năng hình thành giọt nhỏ bằng cách sử dụng cơ cấu bơm phụt.

Sự tạo giọt nhỏ điện áp và dòng chảy trong các vi kênh phụ thuộc vào sự tương tác phức tạp giữa dòng chất lưu qua các vi lỗ, sự tương tác giữa bề mặt và chất lưu, đường kính lỗ ra, đường kính lỗ hồng đầu vào, chiều dài ống mao dẫn, các tính chất cơ học về vật liệu cơ cấu bơm phụt, biên độ và pha dịch chuyển cơ học, và tần số dịch chuyển của tâm bơm phụt. Ngoài ra, các tính chất của chất lưu như độ nhớt, khối lượng riêng và năng lượng bề mặt đóng vai trò quan trọng trong việc tạo giọt. Theo một số khía cạnh của sáng chế, các kết cấu lỗ của cơ cấu bơm phụt mới và các hình dạng mà tối ưu hóa dòng vi chất lưu và động lực học tạo giọt nhỏ đã được phát triển.

Ví dụ, một số phương án đề cập đến máy tính điều khiển công nghệ sản xuất vi gia công bằng laze mà tạo ra sự điều khiển chính xác về địa hình ba chiều của bề mặt cơ cấu bơm phụt và hình dạng của đầu bơm phụt. Điều này tạo ra sự điều khiển độc lập đối với chất lưu về sự khuếch đại vận tốc, điện trở, chảy rối và các trị số của các chất lưu có độ nhớt cao.

Sáng chế đề xuất thiết bị bơm phụt áp điện mà được thiết kế để làm giảm thiểu sự hút không khí vào trong thiết bị khi truyền động, như được giải thích chi tiết hơn ở đây. Như được mô tả trên đây, cơ cấu bơm phụt bao gồm tấm phát và bộ truyền động áp điện có thể hoạt động để làm dao động một cách trực tiếp hoặc gián tiếp tấm phát, ở tần số để tạo ra dòng giọt nhỏ chất lưu định hướng. Tấm phát này bao gồm bề mặt hướng về chất lưu, bề mặt bơm phụt giọt nhỏ, và các lỗ được tạo ra xuyên qua chiều dày của nó giữa các bề mặt. Như được mô tả theo các phương án khác nhau được bộc lộ theo sáng chế, tấm phát và các lỗ của nó được tạo kết cấu để làm giảm thiểu dòng không khí qua nhiều khoảng hở từ bề mặt bơm phụt giọt nhỏ đến bề mặt hướng về chất lưu trong khi tạo dòng giọt nhỏ định hướng. Như được giải thích ở đây, một phần làm giảm thiểu các kết quả về dòng không khí ở dòng phân lớp của dòng giọt nhỏ định hướng. Theo kỹ thuật hiện nay, mà không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, sự hút không không khí vào trong thiết bị bơm phụt khi hoạt động có thể dẫn đến trạng thái không thể đoán trước trong thiết bị mà có thể không chỉ làm biến đổi hoạt động của thiết bị mà nhiều trường hợp có thể dẫn đến thất bại. Ngoài ra, không bị giới hạn, hoạt động như bơm dao động vùng bơm phụt của cơ cấu bơm phụt theo sáng chế tạo ra gradien áp suất mà đều theo hướng bơm phụt giọt cũng như theo hướng bơm phụt ngược lại. Khi gradien áp suất phân định ngược lại với hướng bơm phụt, không khí trong vùng xung quanh có khả năng di chuyển vào vùng áp suất thấp ở phía sau vùng hoạt động bằng cách đi qua các khoảng hở của cơ cấu bơm phụt.

Tuy nhiên, lượng không khí qua các khoảng hở của cơ cấu bơm phụt có thể được ngăn chặn bởi sự có mặt của chất lưu đằng sau các khoảng hở của cơ cấu bơm phụt, do đó ngăn chặn không khí đi vào hệ thống. Theo một số trường hợp, không khí có thể đi vào trong hệ thống qua các đường được tạo ra từ các lỗ hổng được tạo ra trong quá trình giao thoa với các điều kiện làm đầy đối xứng phù hợp. Các quá trình

này tạo ra các vùng chảy rối hỗn loạn giữa chất lưu và không khí, mà cho phép áp suất dư xảy ra mà được bao kín trong không khí mà đã di chuyển vào các lỗ để tạo ra bọt.

Một cách mà không khí có thể đi vào hệ thống bằng cách vượt qua điện trở của các lỗ của tấm phát bởi chất lưu chảy rối trên mặt chất lưu của cơ cấu bơm phụt được tạo ra từ sự di chuyển đột ngột trong dòng chất lưu, ví dụ, như chất lưu đi về phía bình chứa chất lưu của tấm phát. Chất lưu di chuyển một cách nhanh chóng trải qua sự thay đổi đột ngột trong dòng chảy do sự thay đổi đột ngột độ dốc lớn ở điểm chuyển tiếp. Bằng cách tham chiếu đến Fig.1A, chất lưu “vượt qua” vùng tại điểm chuyển tiếp và dịch chuyển chất lưu sau đây dẫn đến xoáy hoặc “bơm phụt ngược tại góc” mà là các vùng này có độ xoáy khác không. Như được thể hiện trên Fig.1A, các kết quả này ở độ xoáy ω (mà là hàm về vận tốc chất lưu) có trị số lớn hơn 0. Ngược lại, khi quá trình chuyển tiếp, như được thể hiện trên Fig.1B, sự trượt không xảy ra và tránh sự xoáy (độ xoáy $\omega = 0$).

Bằng cách tham chiếu đến Fig.2, tấm phát bên trái thể hiện sự di chuyển đột ngột, dẫn đến dòng chảy rối và bơm phụt hỗn loạn, mà cho phép không khí bên ngoài đi vào hệ thống qua các khoảng hở của tấm phát khi hoạt động. Khoảng hở của tấm phát được minh họa bao gồm hình dạng với quá trình chuyển dịch rộng từ phía bình chứa chất lưu đến phía bơm phụt giọt nhỏ, mà mong muốn sự hình thành xoáy dẫn đến phá vỡ dòng chảy và sự hình thành các lỗ hổng trong khoảng hở. Ngược lại, khoảng hở của tấm phát về phía bên phải có sự thay đổi dần dần ở độ dốc từ phía bình chứa chất lưu đến phía bơm phụt giọt, dẫn đến dòng phân lớp và bơm phụt hiệu quả.

Nói chung, sáng chế đề cập đến các thiết bị bơm phụt hữu dụng, ví dụ, sử dụng trong việc cấp chất lưu dùng cho mắt, dùng khu trú, dùng qua đường miệng, qua mũi, hoặc phổi, cụ thể là, thiết bị bơm phụt này dùng để sử dụng trong việc cấp thuốc nhỏ mắt. Theo một phương án, thiết bị bơm phụt bao gồm cơ cấu bơm phụt bao gồm cơ cấu bơm phụt mà tạo ra các giọt chất lưu có thể kiểm soát. Cơ cấu bơm phụt có thể là cơ cấu cách điện. Chất lưu bao gồm, nhưng không giới hạn, các chất huyền phù hoặc nhũ tương mà có độ nhớt nằm trong khoảng có khả năng hình thành giọt nhỏ bằng cách sử dụng cơ cấu bơm phụt. Các chất lưu có thể bao gồm các sản phẩm thuốc và sản phẩm dược phẩm.

Như được giải thích chi tiết hơn ở đây, cơ cấu bơm phụt có thể tạo ra dòng giọt nhỏ định hướng, mà có thể là hướng đến đích. Các giọt nhỏ có thể được tạo ra theo sự phân phối về kích thước, mỗi sự phân phối này có kích cỡ giọt trung bình. Kích cỡ giọt trung bình có thể nằm trong khoảng từ 15 micrômet đến trên 400 micrômet, nằm trong khoảng từ 20 micrômet đến 400 micrômet, nằm trong khoảng từ 20 micrômet đến 80 micrômet, nằm trong khoảng từ 25 micrômet đến 75 micrômet, nằm trong khoảng từ 30 micrômet đến 60 micrômet, nằm trong khoảng từ 35 micrômet đến 55 micrômet, nằm trong khoảng từ 20 micrômet đến 200 micrômet, nằm trong khoảng từ 100 micrômet đến 200 micrômet, v.v.. Tuy nhiên, kích cỡ giọt trung bình có thể lớn bằng 2500 micrômet, phụ thuộc vào ứng dụng có mục đích. Ngoài ra, các giọt nhỏ có thể có vận tốc ban đầu trung bình nằm trong khoảng từ 0,5 m/giây đến 100 m/giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 0,5 m/giây đến 20 m/giây, ví dụ, nằm trong khoảng từ 0,5 đến 10 m/giây, nằm trong khoảng từ 1 m/giây đến 5 m/giây, nằm trong khoảng từ 1 m/giây đến 4 m/giây, khoảng 2 m/giây, v.v.. Như được sử dụng ở đây, kích cỡ bơm phụt ra và vận tốc ban đầu là kích cỡ và vận tốc ban đầu của các giọt nhỏ khi các giọt nhỏ rời khỏi tấm bơm phụt. Dòng giọt được định hướng tại đích sẽ thu được tỉ lệ phần trăm khối lượng lắng đọng của các giọt nhỏ bao gồm chế phẩm của chúng dựa trên đích.

Như được mô tả ở đây, thiết bị bơm phụt và cơ cấu bơm phụt theo sáng chế có thể được tạo kết cấu để bơm phụt chất lưu là thường thấp so với độ nhớt tương đối cao như dòng giọt nhỏ. Bằng cách ví dụ, các chất lưu phù hợp dùng cho thiết bị bơm phụt có thể có độ nhớt rất thấp, ví dụ, như nước có độ nhớt là 1 cP, hoặc nhỏ hơn, ví dụ, 0,3 cP. Chất lưu có thể bổ sung có độ nhớt lên đến 600 cP. Cụ thể, chất lưu có thể có độ nhớt nằm trong khoảng từ 0,3 đến 100 cP, nằm trong khoảng từ 0,3 đến 50 cP, nằm trong khoảng từ 0,3 đến 30 cP, nằm trong khoảng từ 1 cP đến 53 cP, v.v. Theo một số phương án, thiết bị bơm phụt có thể được sử dụng để bơm phụt chất lưu có độ nhớt tương đối cao như dòng giọt, ví dụ, chất lưu có độ nhớt nêu trên là 1 cP, nằm trong khoảng từ 1 cP đến 600 cP, nằm trong khoảng từ 1 cP đến 200 cP, nằm trong khoảng từ 1 cP đến 100 cP, nằm trong khoảng từ 10 cP đến 100 cP, v.v.. Theo một số phương án, dung dịch hoặc thuốc có độ nhớt và sức căng bề mặt thích hợp có thể trực tiếp được sử dụng trong bình chứa mà không thay đổi. Theo các phương án khác, các vật liệu bổ sung có thể được bổ sung để điều chỉnh thông số chất lưu.

Các giọt nhỏ có thể được tạo ra bằng cơ cấu bơm phụt từ chất lưu chứa trong bình chứa được nối với cơ cấu bơm phụt phân lập điện tích. Cơ cấu bơm phụt phân lập điện tích và bình chứa có thể được dùng một lần hoặc tái sử dụng, và các thành phần có thể được đóng gói trong khoang thiết bị bơm phụt, các thành phần này như được mô tả trong đơn đăng ký yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 61/569,739, 61/636,559, 61/636,565, 61/636,568, 61/642,838, 61/642,867, 61/643,150 và 61/584,060, và trong các đơn đăng ký yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/184,446, 13/184,468 và 13/184,484. Cụ thể là, các thiết bị bơm phụt và cơ cấu bơm phụt mẫu được minh họa trong đơn đăng ký yêu cầu cấp patent Mỹ số 61/569,739, được nộp ngày 12 tháng 12 năm 2011, “Ejector Mechanism, Ejector Device, and Methods of Use,” đơn yêu cầu cấp Patent Mỹ số 61/636,565, được nộp ngày 20 tháng 4 năm 2012, “Centro-Symmetric Lead Free Ejector Mechanism, Ejector Device, and Methods of Use” và đơn đăng ký yêu cầu cấp patent Mỹ số 61/591,786, được nộp ngày 27 tháng 1 năm 2012, “High Modulus Polymeic Ejector Mechanism, Ejector Device, and Methods Of Use.”

Theo một số phương án của sáng chế, các khoảng hở của tâm phát theo sáng chế được tạo kết cấu để có hình dạng có độ dốc thoải thoải thay đổi từ bề mặt hướng về chất lưu đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ. Theo kỹ thuật hiện nay, mà không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, để chất lưu di chuyển theo một chiều, chức năng tối ưu là đường thẳng (ví dụ, ống dẫn) và chảy rối trong hệ liên quan đến số Reynold, số Reynold này là hàm của vận tốc, đường kính ống, khối lượng riêng của chất lưu, và độ nhớt chất lưu. Số Reynold là tỷ số giữa lực quán tính và lực nhớt và do đó số Reynold này là đại lượng vô hướng. Dòng thường được xem xét để phân lớp khi số Reynold nhỏ hơn 2300 và được coi là chảy rối đôi có trị số là trên 4000. Dòng có số Reynold nằm trong khoảng từ 2300 đến 4000 được coi là “chuyển tiếp” có nghĩa là cả dòng chảy rối và dòng phân lớp là có thể có.

$$Re = \frac{\rho v L}{\eta}$$

trong đó Re là số Reynold,

ρ là khối lượng riêng của chất lưu,

v là vận tốc của chất lưu,

L là đường kính ống, và

η là độ nhớt của chất lưu.

Để làm giảm thiểu sự có mặt của các vùng chảy rối được tạo ra từ sự chuyển tiếp nhanh (các bước) ở dạng khoảng hở, phần uốn cong có thể làm hàm có đạo hàm bậc hai nhỏ. Theo một khía cạnh của sáng chế, đường cong bậc hai mà tạo ra trị số tối thiểu cho đạo hàm bậc hai là hình dạng vòng tròn mà hàm này được thể hiện sau đây. Về vấn đề này, độ cong nêu trên bao gồm hình dạng có bán kính cong của đầu vào bên ngoài có hình dạng tròn từ bề mặt hướng về chất lưu đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ.

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{R^2}{(R^2 - x^2)^{\frac{3}{2}}}$$

trong đó R là bán kính của đường tròn bên ngoài.

Bằng cách tham chiếu đến Fig.3, khoảng hở có độ cong đi vào bên ngoài mà không phải là hình tròn được minh họa bên trái. Khoảng hở này biểu hiện sự tải đột ngột lớn ở độ dốc của đường cong đầu vào qua đó đẩy mạnh dòng chảy rối và bơm phụt hỗn loạn, mà làm tăng khả năng không khí bên ngoài vào hệ thống. Ngược lại, theo một phương án theo sáng chế được minh họa về phía bên phải lỗ, trong đó bán kính lõi vào bên ngoài của mặt uốn cong bao gồm hình tròn, mà dẫn đến dòng phân lớp và giảm thiểu khả năng không khí bên ngoài vào hệ thống.

Do đó, các khoảng hở dòng phân lớp theo sáng chế có thể được tạo cơ cấu có độ uốn cong tròn thay đổi dần dần, mà mong muốn dòng phân lớp bằng cách làm giảm thiểu độ xoáy và loại bỏ sự có mặt của xoáy. Bằng cách tham chiếu đến Fig.4 và Fig.5, các kích cỡ dùng để tạo ra các khoảng hở của tám phát dòng phân lớp tạo ra theo khía cạnh của sáng chế. Trên Fig.4, các biến P , R , và D lần lượt là độ dốc giữa các lỗ, bán kính mặt uốn cong của hình dạng lõi vào tròn, và đường kính lõi ra của lỗ. Trên Fig.5, các biến bổ sung D_e và σ lần lượt là đường kính đầu vào, và tỷ lệ bán kính của mặt uốn cong so với đường kính lõi ra.

Theo một khía cạnh theo sáng chế, tỷ lệ σ (tỷ lệ kích cỡ của bán kính mặt uốn cong so với kích cỡ của khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ) xác định các điều kiện thích hợp dùng để tạo ra các cơ cấu bơm phụt. Theo một phương án, khi khoảng hở ở

bề mặt bơm phụt giọt nhỏ lớn hơn khoảng $40\mu\text{m}$ thì σ được chọn bằng hoặc lớn hơn khoảng 2,5. Theo phương án khác, tỷ lệ σ là kích cỡ bán kính của mặt uốn cong so với kích cỡ của khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ được chọn lớn hơn khoảng 5, khi khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ hơn khoảng $40\mu\text{m}$. Nên lưu ý rằng chiều cao hoặc chiều dày của lỗ (được xác định bằng tấm phát) không nhất thiết phải giới hạn các kích cỡ được minh họa trên Fig.5 và các kích cỡ này có thể là lớn hơn hoặc nhỏ hơn so với các kích cỡ thể hiện.

Theo khía cạnh khác, các khoảng hở của tấm phát được tạo kết cấu để có chiều dài của đầu vào hoặc chiều dày của tấm phát mà tạo điều kiện cho việc tạo ra vùng dòng phân lớp. Theo kỹ thuật hiện nay, mà không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, chất lưu chảy vào ống (tức là, theo kỹ thuật hiện nay, chất lưu chảy vào khoảng hở của tấm phát) trải qua một khoảng thời gian (chiều dài) trong đó dòng phân lớp không phải do các điều kiện giới hạn ban đầu giữa chất lưu và bề mặt của ống/lỗ. Điều này được minh họa trên Fig.6. Tại biên, ma sát ở thành chắn lối vào và lực nhót chiếm ưu thế đối với chất lưu gần nhất so với bề mặt. Dưới các điều kiện biên “không trượt”, chất lưu ngay tức thì tại thành chắn có vận tốc tiếp tuyến là không, và lớp biên này gây ra sức cản do nhót trên các lớp chất lưu bên cạnh, mà lực cản giảm theo khoảng cách từ lớp biên. Điều này gây ra các vùng có vận tốc phụ thuộc vào lớp tạo ra trong chất lưu dẫn đến sự tăng dần không đồng đều lớp biên nhót cuối cùng ở trạng thái cân bằng. Khoảng cách cần cho lớp biên bố trí thành lớp không đổi là khoảng cách đã biết như “chiều dài của đầu vào”. Vùng “không nhót” là vùng mà bị ảnh hưởng độ nhót là không đáng kể. Khi dòng chảy đã đi qua chiều dài của đầu vào l_e , dòng phân lớp có thể có (vùng dòng phân lớp là vùng mà dòng Poiseuille đã xác lập). Dòng Poiseuille là điều kiện dòng trong đó biểu đồ vận tốc là dạng parabol. Khoảng cách l_e này là hàm của số Reynold Re và được cho bởi biểu thức $l_e = (0,06vd)(Re)$ trong đó v , d , và Re lần lượt là vận tốc chất lưu, đường kính của đầu bơm phụt và số Reynold. Vùng dòng phân lớp như hàm của số Reynold áp dụng cho chất lưu đã di chuyển qua chiều dài ban đầu này của đầu vào l_e . Trong bảng sau đây, trị số cho số Reynold và chiều dài của đầu vào được tính giả định vận tốc là 2m/giây mà được chọn dựa trên trị số tốc độ giọt trung bình được tính theo một phương án và các kết quả dùng cho phương án như được tạo ra bởi kính hiển vi kỹ thuật số ba chiều (DHM), mà được đo vận tốc cho

màng hoạt động nằm trong khoảng từ 0,5 m/giây đến 5 m/giây. Kích cỡ đường kính của lỗ cơ cấu bơm phụt thể hiện trong bảng là 40 micrômet. Trị số sức căng bề mặt được đo bằng giác kế (góc tiếp xúc phân tích), các phép đo độ nhớt được thực hiện trên máy đo độ nhớt âm thoa “dao động”, và các phép đo mật độ được thực hiện bằng cách đo lượng thuốc và trọng lượng đã biết bằng cách sử dụng thang đo nhạy.

Các kết quả thể hiện trong Bảng 1 sau:

Thuốc	Sức căng bề mặt (mN/m)	Độ nhớt động lực (cP)	Khối lượng riêng (g/mL)	Re	le (micrômet)
Nước muối	72,3	1,015	0,984	80	192
Latanoprost	28,4	1,088	0,9827	85,6	205
Restasis	40,7	17,48	0,949	4,4	11
Timolol	37,6	1,23	0,975	63,4	152
Tropicamit	37,8	1,18	0,991	67,19	161
Nước	72,8	1	0,9982	79,84	192

Như được mô tả trên đây, số Reynold là tỉ lệ giữa lực quán tính và lực nhớt và dòng thường được xem xét để phân lớp khi số Reynold nhỏ hơn 2300 và được coi là chảy rối cho trị số là 4000 nêu trên. Số Reynold nằm trong khoảng từ 2300 đến 4000 thì dòng được coi là “chuyển tiếp” mà có nghĩa là cả dòng chảy rối và dòng phân lớp là có thể. Tuy nhiên, như được chứng minh bằng các kết quả trong Bảng 1 và như được thể hiện trên Fig.7 sau, số Reynold cũng liên quan đến chiều dài của đầu vào l_e .

Fig.7 mô tả chiều dài của đầu vào mở rộng dòng như hàm số Reynold mà đã được tính cho vận tốc nằm trong khoảng từ 1 đến 10 m/giây. Do đó, phát hiện ra rằng các lỗ được tạo cơ cấu có chiều dài của đầu vào, l_e , (tức là, chiều dài kênh) vượt quá 150 micrômet tốt hơn là dùng cho các điều kiện phân lớp cho đường kính lỗ ra là 40 micrômet, trong khi cho đường kính của khoảng hở bằng 20 micrômet, chiều dài của đầu vào l_e nên vượt quá 100 micrômet. Do đó, khi các lỗ bơm phụt phân lớp tạo ra, chiều dày (tức là, chiều dài kênh) của cơ cấu bơm phụt phân lớp có thể được xác định, ít nhất một phần, bằng đường kính đầu vào của các khoảng hở. Theo một số khía cạnh,

chiều dài kênh đủ để thu được dòng chất lưu phân lớp được bơm phụt vào thời điểm chất lưu đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ có thể được chọn, như được mô tả ở đây.

Các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11 là các kết quả thử nghiệm thể hiện hiệu suất thiết bị để hút không khí trong quá trình hoạt động đối với các cơ cấu bơm phụt có các tấm tạo giọt với các lỗ dòng chảy không phân lớp thông thường ngược lại các tấm tạo giọt nhỏ có các lỗ dòng phân lớp. Các tấm tạo giọt được làm từ kim loại (NiCo, Fig.8 và Fig.9) và xem xét các vật liệu polyme (PEEK, Fig.10 và Fig.11). Theo phương án trên Fig.8, bộ dẫn động được hoạt động ở 107 kHz và tấm tạo giọt được tạo ra có các lỗ dòng chảy không phân lớp. Theo phương án trên Fig.9, bộ dẫn động được hoạt động ở 132 kHz và tấm tạo giọt được tạo ra có các lỗ dòng phân lớp.

Theo phương án trên Fig.10, chiều dày của tấm tạo giọt nhỏ bằng 100 μ m được sử dụng và bộ dẫn động được dẫn động ở 110 kHz. Như theo phương án trên Fig.8, các lỗ trong tấm tạo giọt là các lỗ dòng chảy không phân lớp thông thường. Theo phương án trên Fig.11, sử dụng chiều dày của tấm tạo giọt nhỏ bằng 100 μ m và bộ dẫn động được dẫn động ở 111 kHz. Như theo phương án của Fig.9, tấm tạo giọt nhỏ này được tạo ra có các lỗ dòng phân lớp. Do đó, đối với mỗi vật liệu là có ví dụ về sự thực hiện của kết cấu cơ cấu bơm phụt phân lớp và cơ cấu bơm phụt không phân lớp được tạo ra bằng cách sử dụng tiêu chí được mô tả dưới đây. Thử nghiệm được thực hiện bằng cách lắp thiết bị với bình chứa trong mờ được đổ đầy nước (nước có sức căng bề mặt cao như được thể hiện trong Bảng 1, mà hỗ trợ trong quá trình tạo không khí bọt tạo ra tình huống trong trường hợp xấu nhất cho thử nghiệm) và mở đến áp suất. Mặt sau bình chứa được chụp trong điều kiện bơm phụt cao điểm để theo dõi sự tạo ra không khí bọt vào hệ thống. Các điều kiện lắp đặt tương tự đối với tất cả các mẫu so sánh. Phát hiện ra rằng các cơ cấu bơm phụt được bố trí phân lớp (Fig.9 và Fig.11) được thực hiện tốt hơn so với các cơ cấu bơm phụt không phân lớp (Fig.8 và Fig.10) đối với tất cả các thử nghiệm. Cơ cấu bơm phụt tạo dòng phân lớp bố trí làm giảm khả năng không khí bên ngoài đi vào hệ thống khi hoạt động bằng cách loại bỏ các lỗ hỏng thông khí trong các lỗ của cơ cấu bơm phụt (các đầu bơm phụt) bằng cách giữ chúng chứa đầy chất lưu trong khi bơm phụt.

Những lợi ích từ hệ thống sàng lọc từ lỗ hút không khí bổ sung bao gồm hoạt động liên tục của thiết bị mà không có sự hư hỏng xảy ra từ không khí dư thừa trong hệ thống, mà gây ra những thay đổi không mong muốn về áp suất trong hệ thống. Không khí dư thừa này cũng có thể gây ô nhiễm chất lưu trong hệ thống, mà điều này thì không mong muốn khi phân phối được phẩm, cụ thể là được phẩm bảo quản thấp và được phẩm không bảo quản.

Theo khía cạnh khác, để tránh sự lắng đọng chất lưu trên bề mặt bơm phụt của tấm tạo giọt, bề mặt bơm phụt cũng có thể được tạo kết cấu để xác định các rãnh xung quanh ở ít nhất một phần của một hoặc nhiều lỗ cơ cấu bơm phụt như được thể hiện trong các hình vẽ từ Fig.12 đến Fig.14. Các rãnh này có thể thường cho phép chất lưu bất kỳ mà có thể còn lại trên bề mặt bơm phụt đến vũng trong các rãnh, hơn là bít chặn các lỗ bơm phụt. Điều này có thể còn làm giảm sự lắng đọng của chất lưu trên bề mặt bơm phụt và sự giao thoa bơm phụt giọt.

Để tiếp tục chống lại các tác động của chất lưu trên bề mặt bơm phụt và sự lắng đọng của chất lưu, một số khía cạnh còn đề cập đến việc sử dụng các lớp phủ trên bề mặt của tấm bơm phụt, ví dụ, các lớp phủ vàng, lớp phủ bạc, các lớp phủ kháng khuẩn, v.v.. Theo một số phương án, các lớp phủ, ví dụ, các lớp phủ vàng có thể được lắng đọng trên tấm phát, ví dụ, tấm phát PEEK để thay đổi bề mặt (năng lượng bề mặt cao hơn để làm tăng tính hút nước) sao cho các chất lưu chảy dễ dàng hơn, để làm giảm chất lưu trên bề mặt, v.v..

Theo các khía cạnh khác nữa, chiều dày của tấm tạo giọt cũng có thể ảnh hưởng đến các thông số dòng phân lớp, với dòng phân lớp tốt hơn là thu được từ tấm dày hơn có chiều dài ống mao dẫn dài hơn, đồng thời cũng ảnh hưởng bởi sự dao động của tấm, với các tấm mỏng hơn thể hiện việc bơm phụt chất lưu tốt hơn ở tần số để cao hơn. Một phương án đã được đề ra để tìm ra để hoạt động hiệu quả có chiều dài ống mao dẫn bằng 125 μ m. Ống mao dẫn hoặc kênh 1500 liên quan đến lỗ rót dạng ống 1502 dùng cho dòng phân lớp được thể hiện trên Fig.15.

Cơ cấu bơm phụt, mà có thể bao gồm tấm bơm phụt được nối với tấm tạo giọt và bộ dẫn động kiểu nhấn. Fig.16, ví dụ, thể hiện một phương án về cơ cấu bơm phụt 1600 mà bao gồm cơ cấu bơm phụt 1601 và bình chứa 1620. Cơ cấu bơm phụt 1601

có thể bao gồm thông hoặc cơ cấu tấm dao động có tấm bơm phụt 1602 được nối với tấm phát hoặc loại bỏ tấm phát và thường xác định vùng tạo giọt trung tâm hoặc vùng cơ cấu bơm phụt 1632 mà bao gồm một hoặc nhiều lỗ 1626, mà có thể hoạt động bằng bộ dẫn động 1604 (ví dụ áp điện). Để dễ dàng tham chiếu vùng tạo giọt nhỏ 1632, cho dù nó hoàn toàn được tạo ra có tấm bơm phụt hoặc được nối với tấm bơm phụt làm tấm tạo giọt nhỏ tách biệt, cũng được gọi theo cách khác sau đây là tấm tạo giọt nhỏ hoặc vùng tạo giọt nhỏ. Bộ dẫn động dao động 1604 hoặc mặt khác dịch chuyển tấm bơm phụt 1602 để phân phối chất lưu 1610 từ bình chứa 1620, làm giọt đơn 1612 (giọt nhỏ theo nhu cầu) từ một hoặc nhiều lỗ 1626, hoặc làm dòng giọt nhỏ 1612 được bơm phụt ra từ một hoặc nhiều lỗ 1626, dọc theo hướng 1614.

Theo một số ứng dụng, thuốc nhỏ mắt có thể được bơm phụt ra về phía mắt 1616, ví dụ, ở người trưởng thành hoặc trẻ nhỏ, hoặc động vật. Chất lưu có thể chứa được chất để điều trị cảm giác khó chịu, tình trạng bệnh hoặc bệnh ở người hoặc động vật, hoặc chất lưu này dùng cho mắt hoặc trên bề mặt da, hoặc trong mũi hoặc phổi.

Việc nối cơ cấu bơm phụt 1604 với tấm bơm phụt 1602 cũng có thể ảnh hưởng đến hoạt động của cơ cấu bơm phụt 1600, và tạo ra các giọt nhỏ đơn hoặc các dòng của chúng. Theo cách thực hiện trên Fig.16, ví dụ, cơ cấu bơm phụt 1604 (hoặc số thành phần của cơ cấu bơm phụt riêng lẻ 1604) có thể được nối với vùng biên của tấm bơm phụt 1602, trên bề mặt 1622 đối diện với bình chứa 1620.

Vùng trung tâm 1630 của tấm bơm phụt 1602 bao gồm vùng tạo giọt 1632 có một hoặc nhiều lỗ 1626, qua đó chất lưu 1610 chảy qua để tạo ra các giọt nhỏ 1612. Vùng bơm phụt (hoặc tạo giọt) 1632 có thể chiếm một phần vùng trung tâm 1630, ví dụ trung tâm, hoặc mẫu lỗ bơm phụt của vùng tạo giọt 1632 có thể chiếm đáng kể toàn bộ diện tích vùng trung tâm 1630. Ngoài ra, vùng hở 1638 của khoang chứa 1608 có thể tương ứng đáng kể với kích cỡ của vùng bơm phụt 1632, hoặc vùng hở 1638 có thể lớn hơn so với vùng bơm phụt 1632.

Về vấn đề này, vị trí của các khoảng hở có thể ảnh hưởng đến sự lắng đọng khối lượng, với các mẫu lỗ bơm phụt gần với trung tâm của vùng trung tâm 1630 thường được ưu tiên. Ngoài ra, hình dạng và vị trí của bộ truyền động áp điện 1604 có thể ảnh hưởng đến hoạt động, bao gồm các đường kính bên trong và bên ngoài của tấm

bơm phụt 1602, và chiều dày của bộ dẫn động 1604. Theo một phương án đường kính bên ngoài là 19mm, đường kính bên trong là 14mm, chiều dày của bộ dẫn động là 250 micrômet có thể được sử dụng trong ứng dụng được lắp đặt không có biên.

Như được thể hiện trên Fig.16, tấm bơm phụt 1602 được bố trí phía trên hoặc trong phần nối thông chất lưu đến bình chứa 1620, chứa chất lưu 1610. Ví dụ, khoang chứa 1608 có thể được nối với tấm bơm phụt 1602 tại vùng biên 1646 của bề mặt chính thứ nhất 1625, bằng cách sử dụng cái bộ phù hợp hoặc đầu nối như đai hình tròn 1648a để bít áp vào thành bình chứa 1650. Một phần 1644 của khoang chứa 1608 cũng có thể tạo ra ở dạng túi có thể gấp lại được. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn, và túi hoặc bình chứa phù hợp bất kỳ có thể được sử dụng.

Trước khi hoạt động, cơ cấu bơm phụt 1600 được tạo cơ cấu ở trạng thái nghỉ. Khi điện áp được áp dụng trên các điện cực 1606a và 1606b trên các mặt đối diện 1634 và 1636 của bộ dẫn động (ví dụ, áp điện) 1604, tấm bơm phụt 1602 được uốn cong để thay đổi giữa hình lõm tương đối hơn 1700 và hình lồi tương đối hơn 1701, như được thể hiện lần lượt trên Fig.17A và Fig.17B.

Khi truyền động với điện áp xoay chiều, bộ dẫn động 1604 hoạt động đảo ngược các hình dạng lồi và lõm 1700 và 1701 của tấm bơm phụt 1602, bao gồm sự di chuyển tuần hoàn (dao động) của tấm bơm phụt 1602 trong vùng bơm phụt (cơ cấu tạo giọt nhỏ nhỏ) 1632. Các giọt nhỏ 1612 được tạo ra ở các khe hở hoặc các lỗ 1626, như được mô tả nêu trên, với sự chuyển tiếp động dao động của vùng bơm phụt 1632 gây ra một hoặc nhiều giọt nhỏ 1612 được bơm phụt ra dọc theo hướng phân phối chất lưu (bơm phụt ra) 1614, ví dụ trong ứng dụng giọt đơn (giọt nhỏ theo nhu cầu), hoặc như dòng giọt nhỏ.

Điện áp và tần số dẫn động có thể được chọn để cải thiện hiệu suất của cơ cấu bơm phụt, như được mô tả trên đây. Theo một số phương án dao động tần số của bộ dẫn động 1604 có thể được chọn tại hoặc gần với tần số cộng hưởng của cơ cấu bơm phụt được làm đầy chất lưu, hoặc ở một hoặc nhiều tần số được chọn để làm dao động tấm bơm phụt 1602 tại cộng hưởng thông qua sự chồng chập, giao thoa, hoặc ghép cộng hưởng.

Khi được dẫn động tại hoặc gần với tần số cộng hưởng (ví dụ, trong toàn bộ chiều rộng tại nửa giá trị đỉnh của sự cộng hưởng), tấm bơm phụt 1602 có thể khuếch đại sự dịch chuyển vùng cơ cấu bơm phụt (tạo giọt nhỏ) 1632, làm giảm công suất tương đối của bộ dẫn động, như so với đầu nối bố trí trực tiếp. Yếu tố giảm sóc của hệ thống cộng hưởng, bao gồm tấm bơm phụt 1602 và cơ cấu tạo giọt nhỏ 1632, cũng có thể được chọn lớn hơn công suất đầu vào của bộ truyền động áp điện, để làm giảm độ mỏi và tăng tuổi thọ mà không bị hư hỏng đáng kể.

Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn. Ví dụ các cơ cấu bơm phụt được minh họa trong đơn đăng ký yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số 61/569,739, “Ejector Mechanism, Ejector Device and Methods of Use,” được nộp ngày 12 tháng 12 năm 2011. Theo một phương án cụ thể, cơ cấu bơm phụt 1601 có thể bao gồm tấm bơm phụt đối xứng quay 1602 được nối với bộ dẫn động kiểu tấm phát 1604, ví dụ như được thể hiện trên Fig.18, và như được mô tả trong đơn yêu cầu cấp Patent Mỹ tạm thời số 61/636,565, “Centro-Symmetric Lead Free Ejector Mechanism, Ejector Device and Methods of Use,” được nộp Ngày 20 tháng 4 năm 2012.

Theo hình dạng cụ thể trên Fig.18, bộ dẫn động kiểu tấm bơm phụt 1604 lắp vào một hoặc nhiều các thiết bị điện áp riêng lẻ hoặc các thành phần của bộ dẫn động khác, như được mô tả nêu trên, dùng cho tấm bơm phụt đối xứng quay dẫn động 1602. Tấm tạo giọt nhỏ 1632 bao gồm mẫu khoảng hở 1626 trong vùng trung tâm 1630, và dẫn động qua tấm bơm phụt 1602 bằng cách sử dụng mạch phát hiệu dẫn động phù hợp như được mô tả sau đây. Các kỹ thuật lấy làm ví dụ tạo ra các điện áp dẫn động được minh họa trong đơn đăng ký yêu cầu cấp patent Mỹ tạm thời số. 61/647,359, “Methods, Drivers and Circuits for Ejector Devices and Systems,” được nộp ngày 15 tháng 5 năm 2012.

Fig.19 là hình chiếu được đúc kết từ cơ cấu bơm phụt đối xứng 1601. Theo phương án này, tấm bơm phụt 1602 sử dụng tấm phát riêng biệt (phân tách) 1632, như thể hiện bên trái và bên phải của Fig.19 lần lượt từ bề mặt mặt sau (mặt bên dưới) 1625 và bề mặt mặt trước (mặt phía trên) 1622. Tấm tạo giọt nhỏ 1632 có tính cơ học được nối với tấm bơm phụt 1602 trong khoảng hở trung tâm 1652, và bao gồm mẫu

khoảng hở 1626 được tạo kết cấu để bơm phụt ra dòng chất lưu các giọt nhỏ khi truyền động bằng bộ dẫn động kiểu máy tạo 1604, như được mô tả trên đây.

Fig.20 là hình chiếu bằng của cơ cấu bơm phụt đối xứng 1601. Cơ cấu bơm phụt 1601 bao gồm tấm bơm phụt 1602 có các đầu nối cơ học 1604C với bộ dẫn động kiểu tấm phát 1604 và tấm tạo giọt nhỏ 1632 có mẫu khoảng hở 1626 trong vùng trung tâm 1630, như được mô tả trên đây. Cơ cấu bơm phụt 1601 có thể được nối với bình chứa chất lưu hoặc thành phần thiết bị bơm phụt khác qua các khe hở 1651 trong các thành phần đầu nối kiểu then 1655, hoặc bằng cách sử dụng khớp nối phù hợp khác như được mô tả trên đây liên quan đến Fig.16.

Như được thể hiện trên Fig.20, cơ cấu bơm phụt 1601 và tấm bơm phụt 1602 có thể được xác định bằng kích thước lớn nhất 1654, ví dụ khoảng 21mm, hoặc trong vùng khoảng 10 mm hoặc nhỏ hơn khoảng 25 mm hoặc lớn hơn, phụ thuộc vào mục đích dùng. Các vật liệu phù hợp dùng cho tấm bơm phụt 1602 và cơ cấu tạo giọt nhỏ 1632 bao gồm, nhưng không giới hạn, các kim loại chống sức căng dẻo và độ mỏi như thép chống ăn mòn.

Đối với các mục đích định hướng, các thành phần khác nhau về cơ cấu bơm phụt 1601 như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.20 có thể được mô tả liên quan đến vị trí của chất lưu 1610 hoặc bình chứa 1620, như được mô tả trên đây liên quan đến Fig.16. Nói chung, các thành phần đầu gần của cơ cấu 1601 được đặt gần hơn với bình chứa chất lưu 1620 và các thành phần đầu xa được đặt xa hơn so với bình chứa chất lưu 1620, như được xác định dọc theo dòng giọt hoặc hướng bơm phụt 1614.

Cơ cấu bơm phụt được mô tả dưới đây có thể được lồng vào thiết bị bơm phụt. Các thiết bị bơm phụt mẫu được minh họa trong đơn đăng ký yêu cầu cấp patent Mỹ số 13/184,484, được nộp ngày 15 tháng 7 năm 2011.

Nhiều cách thực hiện theo sáng chế đã được bộc lộ. Các dự tính được bộc lộ này kết hợp các dấu hiệu đặc trưng bất kỳ với một hoặc nhiều cách thực hiện khác. Ví dụ, bất kỳ trong số các cơ cấu bơm phụt, hoặc các bình chứa có thể được sử dụng trong tổ hợp bất kỳ trong số các khoang được bộc lộ hoặc các dấu hiệu đặc trưng về khoang, ví dụ, vỏ, vật chống, giá đỡ, đèn, nắp và miếng đệm, các cơ cấu làm đầy, hoặc các cơ

cấu liên kết. Sự biến đổi khác về bất kỳ trong số các thành phần của bất kỳ trong số các phương án ở đây nằm trong phạm vi nghiên cứu của các chuyên gia trong ngành và đã được dự tính bởi phần mô tả này. Các biến đổi này bao gồm sự lựa chọn các vật liệu, các lớp phủ, hoặc các phương pháp sản xuất. Bất kỳ công nghệ điện và điện tử có thể được sử dụng bất kỳ trong số các cách thực hiện này nhưng không giới hạn. Ngoài ra, bất kỳ sự kết nối mạng, truy cập từ xa, giám sát đối tượng, sức khỏe, bộ nhớ dữ liệu, khai thác dữ liệu, hoặc chức năng liên mạng liên quan đến dữ liệu thu được từ thiết bị, được ứng dụng cho bất kỳ và tất cả các cách thực hiện và có thể thực hành theo. Hơn nữa, các hàm chẩn đoán bổ sung, như thực hiện các thử nghiệm hoặc đo thông số sinh lý có thể được lồng vào chức năng của bất kỳ trong số các cách thực hiện. Sự biểu hiện bệnh tăng nhãn áp hoặc các thử nghiệm về mắt khác có thể được thực hiện bằng các thiết bị như một phần chức năng chẩn đoán của chúng. Các phương pháp khác về sự chế tạo đã được biết đến trong lĩnh vực này và không được liệt kê một cách rõ ràng ở đây có thể được sử dụng để chế tạo, thử nghiệm, sửa chữa, hoặc duy trì thiết bị. Ngoài ra, thiết bị có thể bao gồm hình ảnh phức tạp hoặc các cơ cấu liên kết hơn so với các thiết bị được mô tả trong các ứng dụng được tổ hợp nêu trên. Ví dụ, thiết bị hoặc thành phần chính có thể được trang bị với hoặc được nối với máy quét võng mạc hoặc móng mắt để tạo ra id duy nhất để phù hợp với thiết bị cho người sử dụng, và để phân định giữa hai mắt. Theo một cách khác, thiết bị hoặc thành phần chính có thể được kết hợp với hoặc bao gồm các thiết bị có hình ảnh phức tạp dùng cho loại phù hợp bất kỳ về nhiếp ảnh hoặc ngành X-quang.

Mặc dù phần mô tả trên đây mô tả các phương án khác nhau bằng cách minh họa và ví dụ, các chuyên gia trong lĩnh vực này sẽ hiểu được rằng những biến đổi và những thay đổi khác nhau có thể được thực hiện theo bản chất và phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị tạo dòng giọt nhỏ định hướng, thiết bị này bao gồm:

khoang (1608);

bình chứa (1620) được bố trí trong khoang để nhận lượng chất lưu; và

cơ cấu bơm phụt (1601) nối thông chất lưu với bình chứa (1620) và được tạo kết cấu để tạo ra dòng giọt nhỏ chất lưu định hướng, cơ cấu bơm phụt (1601) bao gồm tấm phát (1632) và bộ truyền động áp điện (1604);

trong đó tấm phát (1632) bao gồm bề mặt hướng về chất lưu, bề mặt bơm phụt giọt nhỏ, và nhiều khoảng hở (1626) được tạo ra xuyên qua chiều dày của nó giữa các bề mặt này;

trong đó bộ truyền động áp điện (1604) có thể hoạt động để làm dao động một cách trực tiếp hoặc gián tiếp tấm phát (1632), ở tần số để tạo ra dòng giọt nhỏ chất lưu định hướng; và

trong đó nhiều khoảng hở (1626) của tấm phát (1632) có độ dốc thoải thay đổi từ bề mặt hướng về chất lưu đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ để tạo ra bán kính cong đầu vào bên ngoài, đầu vào bên ngoài có hình dạng tròn, nhờ đó làm giảm dòng không khí qua nhiều khoảng hở từ bề mặt bơm phụt giọt nhỏ đến bề mặt hướng về chất lưu trong suốt quá trình tạo ra các dòng giọt nhỏ định hướng bằng cách tạo kết cấu các khoảng hở để tạo ra chất lưu với dòng phân lớp khi nó đi qua các khoảng hở; và

trong đó tỷ lệ kích thước của bán kính cong so với kích thước của khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ là lớn hơn 2,5, khi khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ lớn hơn 40 μm , hoặc tỷ lệ này lớn hơn 5, khi khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ nhỏ hơn 40 μm .

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó đầu vào bên ngoài từ bề mặt hướng về chất lưu vào trong mỗi trong số các khoảng hở là lỗ hút dạng rãnh tạo ra sự chuyển tiếp dần dần từ bề mặt hướng về chất lưu vào trong các khoảng hở.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó tại bề mặt bơm phụt giọt nhỏ, rãnh được tạo ra quanh ít nhất một trong số các khoảng hở.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó đầu vào bên ngoài là lỗ hút dạng rãnh, mỗi khoảng hở còn xác định kênh mà kéo dài đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ, kênh này được tạo kết cấu có chiều dài đủ để thu được dòng chất lưu phân lớp trước khi chất lưu đi đến bề mặt bơm phụt.
5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó cơ cấu bơm phụt (1601) còn bao gồm tấm bơm phụt (1602) được nối với tấm phát (1632) và bộ truyền động áp điện (1604), bộ truyền động áp điện (1604) có thể hoạt động để làm dao động tấm bơm phụt (1602), và do đó tấm phát (1632), ở tần số để tạo ra dòng giọt nhỏ định hướng.
6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó tấm bơm phụt (1602) có vùng hở trung tâm (1652) được sắp thẳng hàng với tấm phát (1632), và bộ truyền động áp điện (1604) được nối với vùng biên của tấm bơm phụt để không làm nghẽn nhiều khoảng hở (1626) của tấm phát (1632).
7. Thiết bị theo điểm 6, trong đó các khoảng hở (1626) của tấm phát (1632) được bố trí trong vùng trung tâm (1630) của tấm phát (1632) mà không bị phủ bởi bộ truyền động áp điện (1604) và được sắp thẳng hàng với vùng hở trung tâm (1652) của tấm bơm phụt (1602).
8. Thiết bị theo điểm 6, trong đó tấm phát (1632) có kích cỡ giảm so với tấm bơm phụt (1602), và ít nhất một phần kích cỡ của tấm phát (1632) được xác định, bởi vùng bị chiếm bởi vùng trung tâm (1630) và cách bố trí của nhiều khoảng hở (1626).
9. Thiết bị theo điểm 1, trong đó cơ cấu bơm phụt được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ định hướng sao cho ít nhất khoảng 75% theo khối lượng của các giọt nhỏ được bơm phụt lắng đọng trên đích.
10. Thiết bị theo điểm 1, trong đó cơ cấu bơm phụt được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ có đường kính giọt nhỏ được bơm phụt trung bình nằm trong khoảng từ 20 đến 400 micrômét.
11. Thiết bị theo điểm 1, trong đó cơ cấu bơm phụt được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ có vận tốc bơm phụt ban đầu trung bình nằm trong khoảng từ 0,5 m/giây đến 10 m/giây.

12. Phương pháp làm giảm lỗ hút không khí trong cơ cấu bơm phụt chất lưu trong suốt quá trình vận hành, phương pháp này bao gồm bước: tạo kết cấu cơ cấu bơm phụt chất lưu để thu được dòng chất lưu phân lớp trước khi bơm phụt dòng chất lưu từ cơ cấu này, trong đó cơ cấu bơm phụt chất lưu bao gồm tấm tạo giọt nhỏ có bề mặt hướng về chất lưu, bề mặt bơm phụt giọt nhỏ, và các khoảng hở được tạo ra xuyên qua chiều dày của nó giữa các bề mặt này, phương pháp này bao gồm bước tạo ra đầu vào cho khoảng hở trên bề mặt hướng về chất lưu với sự chuyển tiếp dần dần từ bề mặt hướng về chất lưu đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ để tạo ra bán kính cong đầu vào bên ngoài, đầu vào bên ngoài có hình dạng tròn nhờ đó làm giảm việc hút không khí vào trong cơ cấu bơm phụt chất lưu trong suốt quá trình vận hành bằng cách tạo kết cấu các khoảng hở để tạo ra chất lưu với dòng phân lớp khi nó đi qua các khoảng hở, trong đó tỷ lệ kích thước của bán kính cong so với kích thước của khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ là lớn hơn 2,5, khi khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ lớn hơn 40 μm , hoặc tỷ lệ này lớn hơn 5, khi khoảng hở ở bề mặt bơm phụt giọt nhỏ nhỏ hơn 40 μm .

13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó đầu vào là đầu vào dạng rãnh, khoảng hở còn tạo ra kênh kéo dài từ đầu vào dạng rãnh đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ, chiều dài kênh đủ để thu được dòng chất lưu phân lớp vào thời điểm nó đến bề mặt bơm phụt giọt nhỏ.

14. Phương pháp theo điểm 13, trong đó chiều dài kênh bằng khoảng 125 μm .

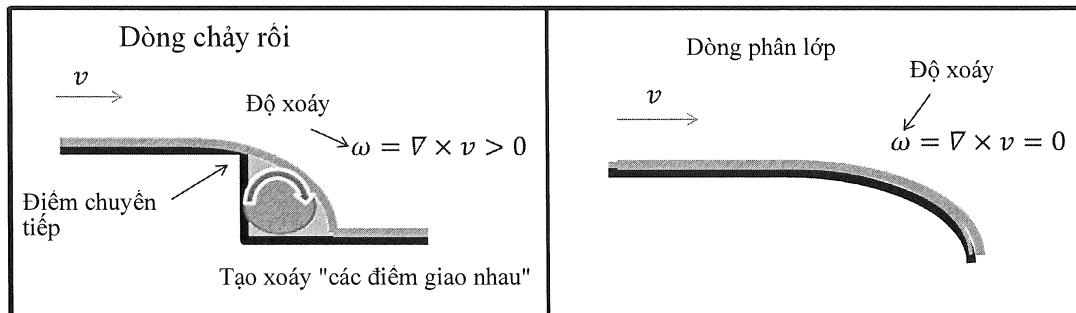


FIG. 1

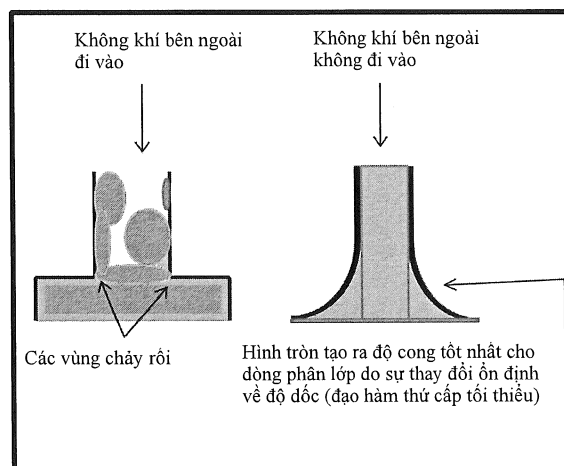


FIG. 2

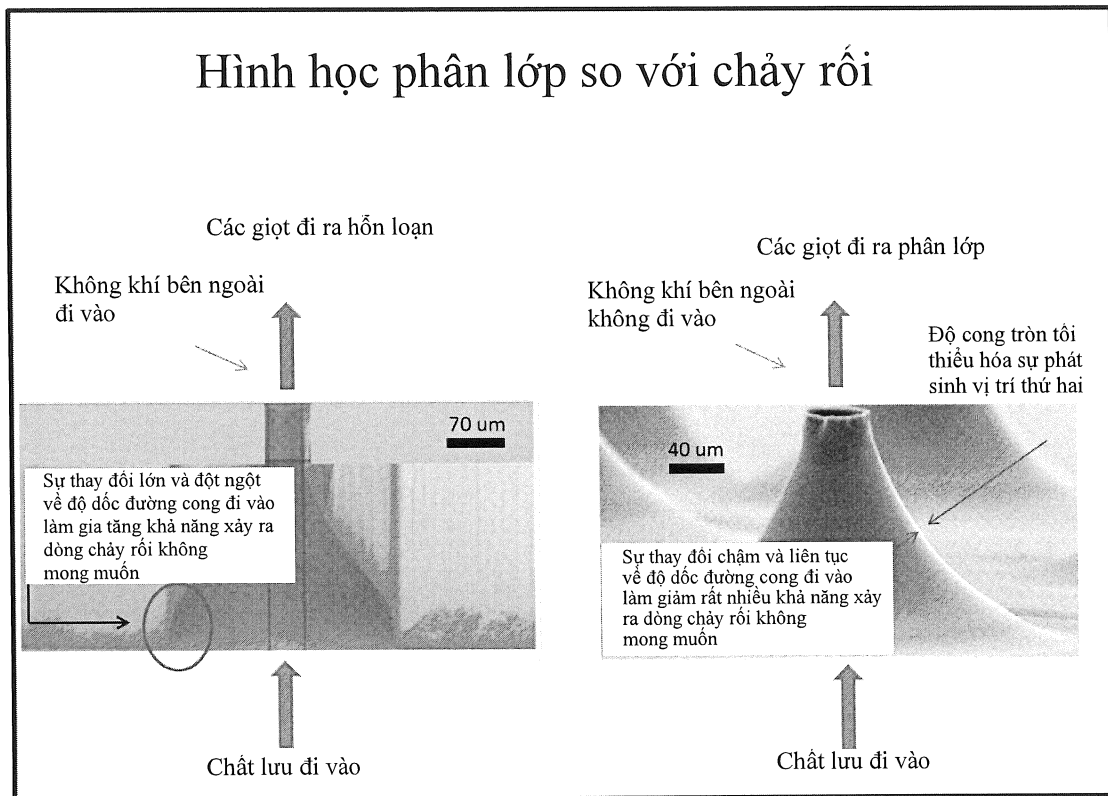


FIG. 3

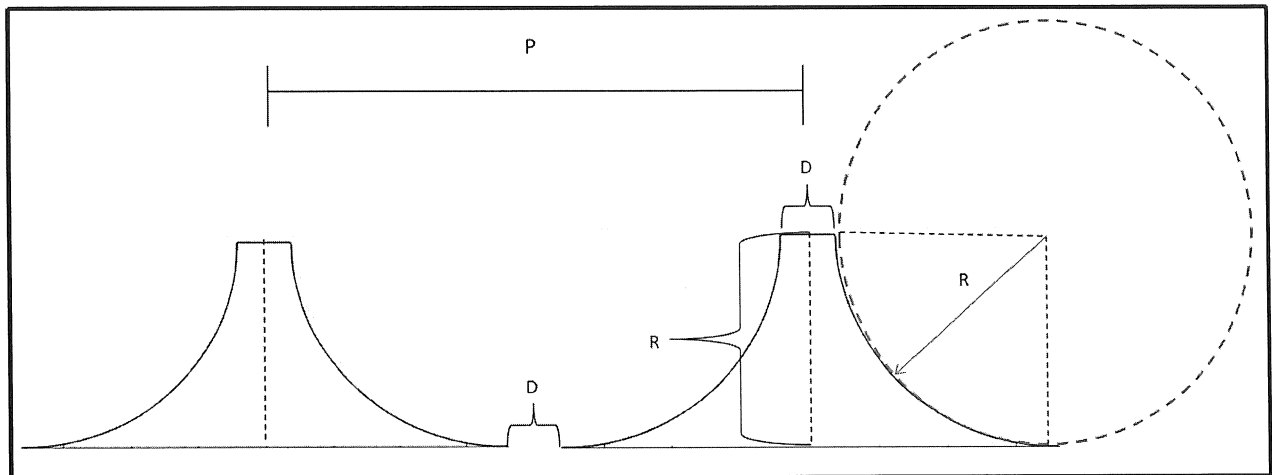


FIG. 4

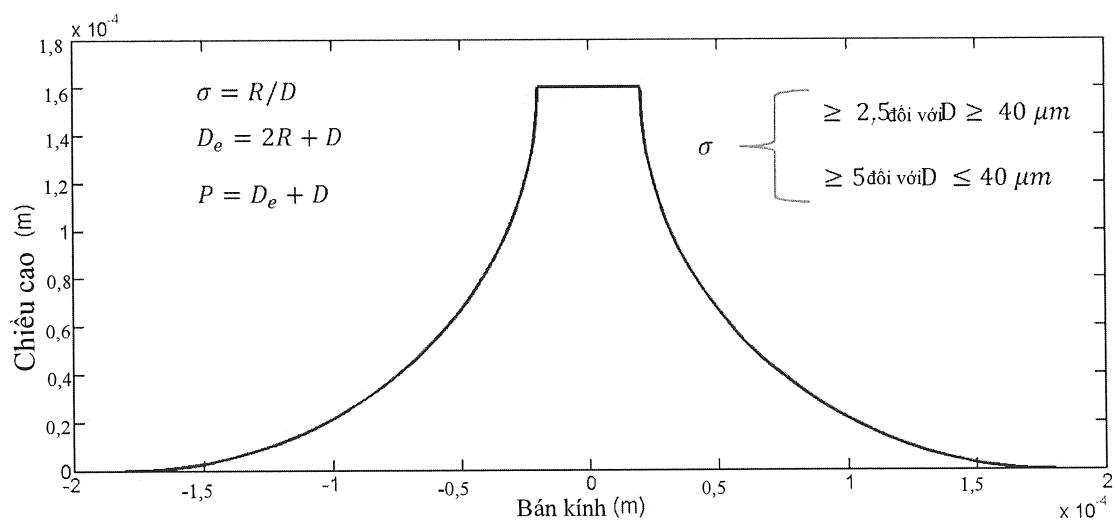


FIG. 5

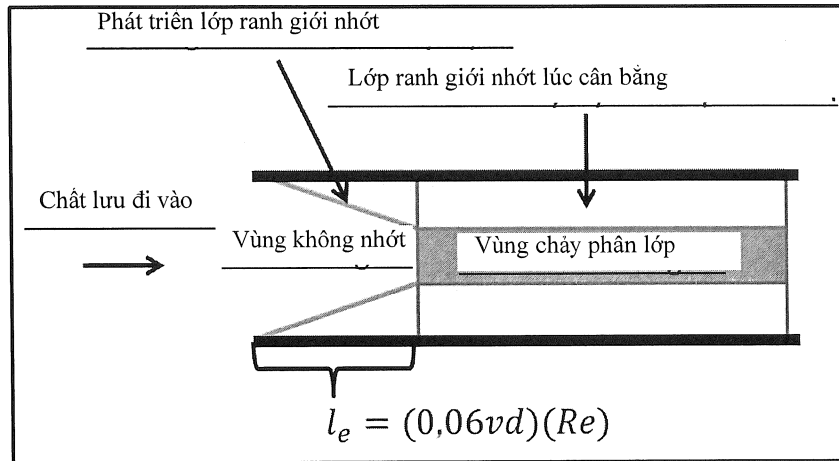


FIG. 6

Chiều dài chảy vào rồi ban đầu làm hàm của số Reynold

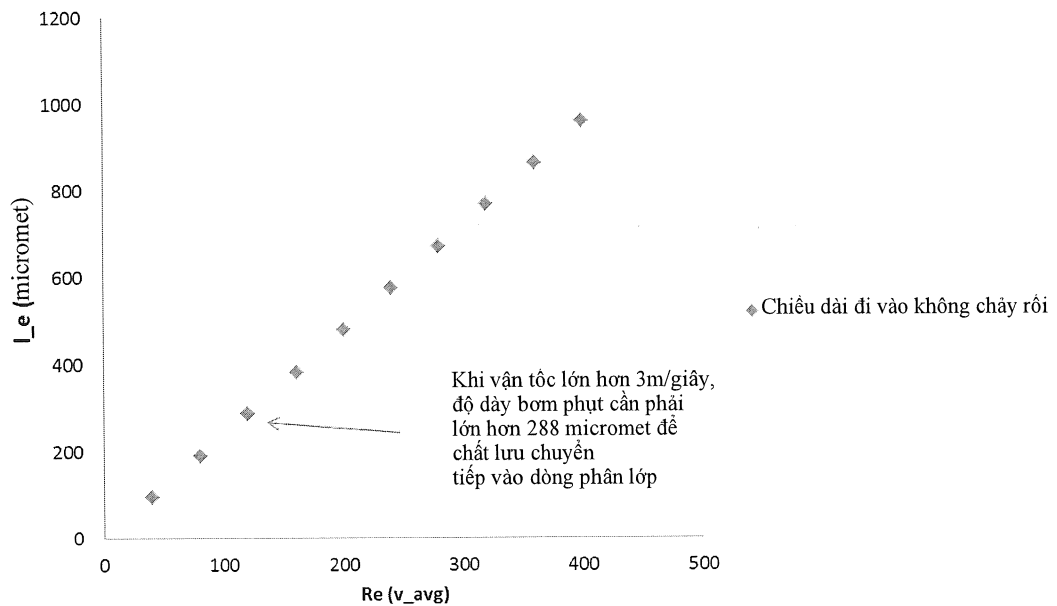


FIG. 7

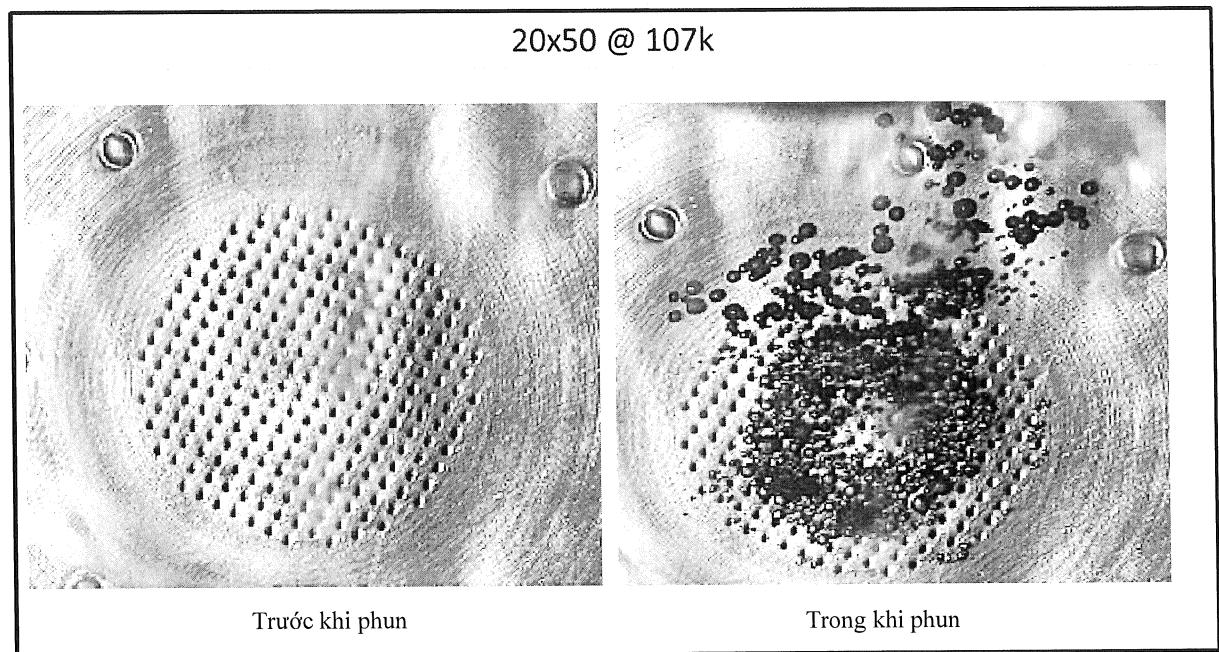


FIG. 8

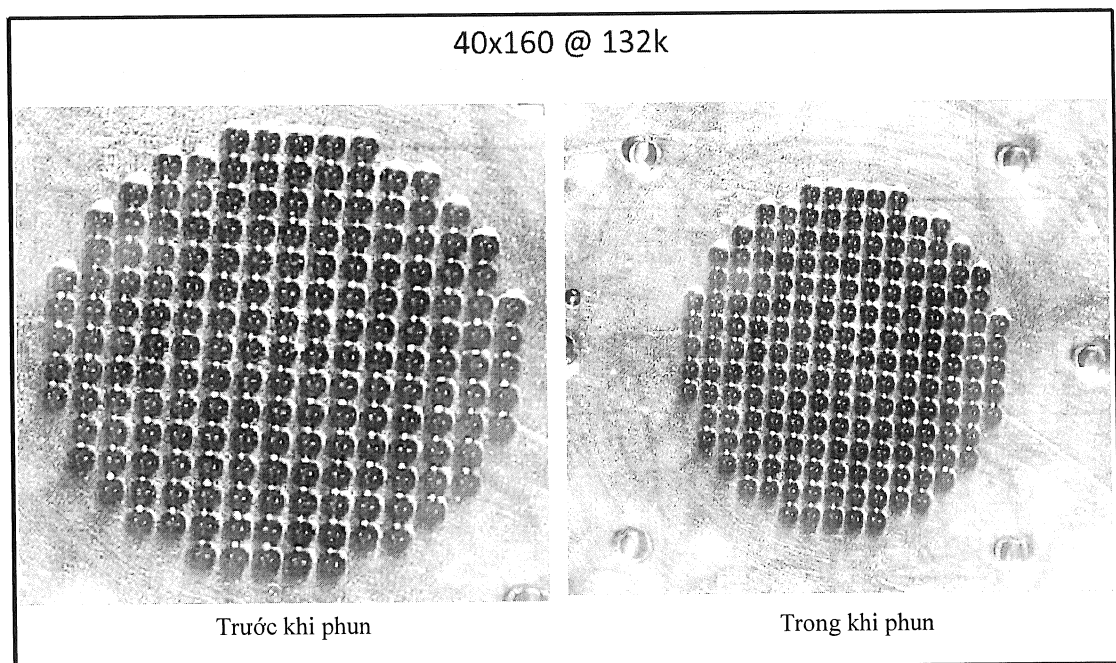


FIG. 9

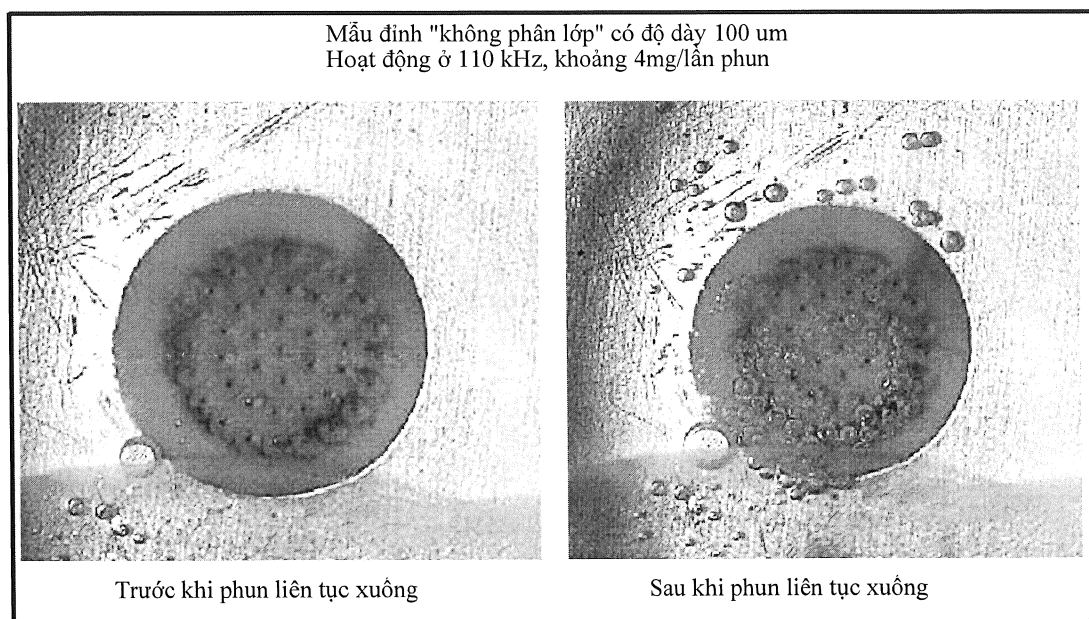


FIG. 10

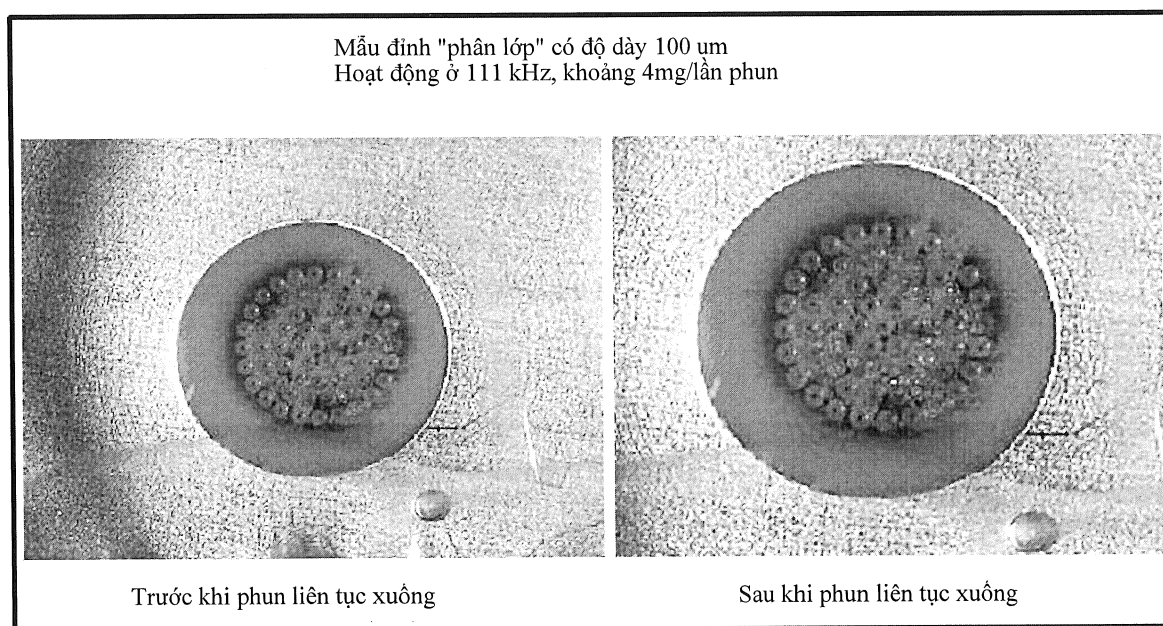
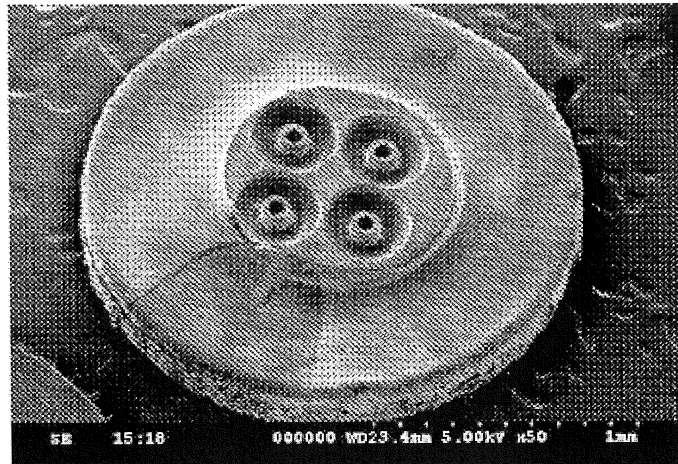
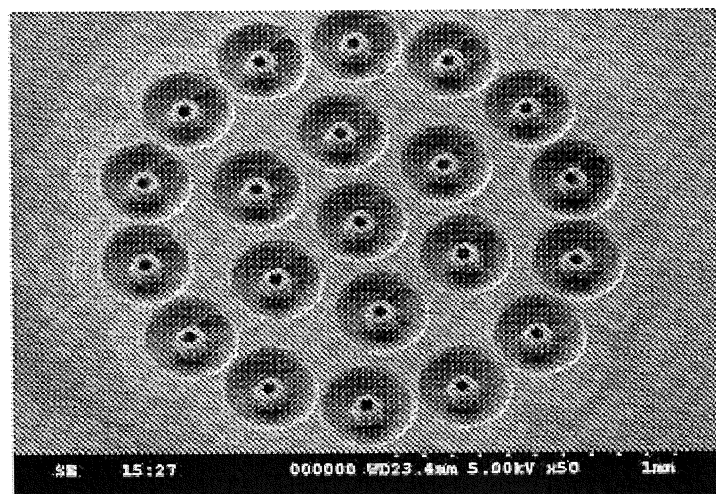


FIG. 11



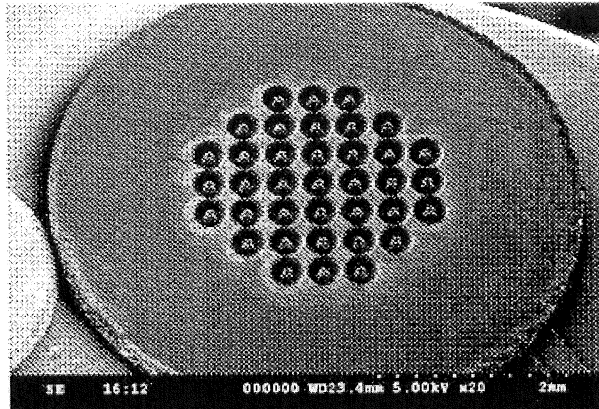
4 lỗ với mô đĩnh bằng

FIG. 12



21 lỗ

FIG. 13



37 lỗ

FIG. 14

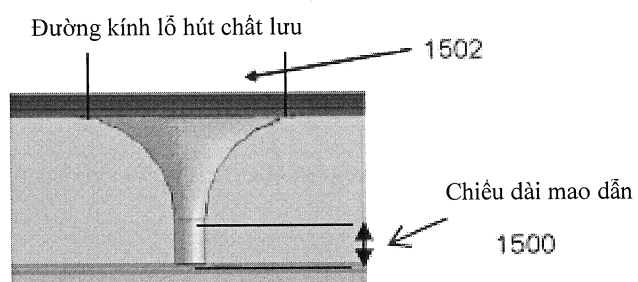


FIG. 15

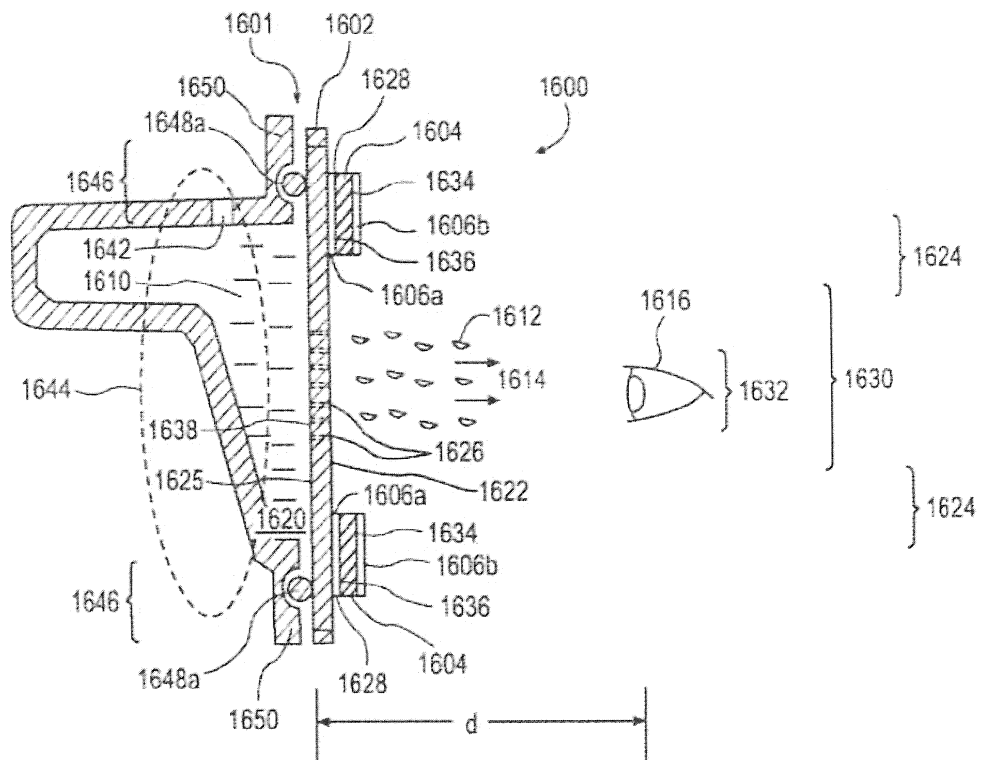


FIG. 16

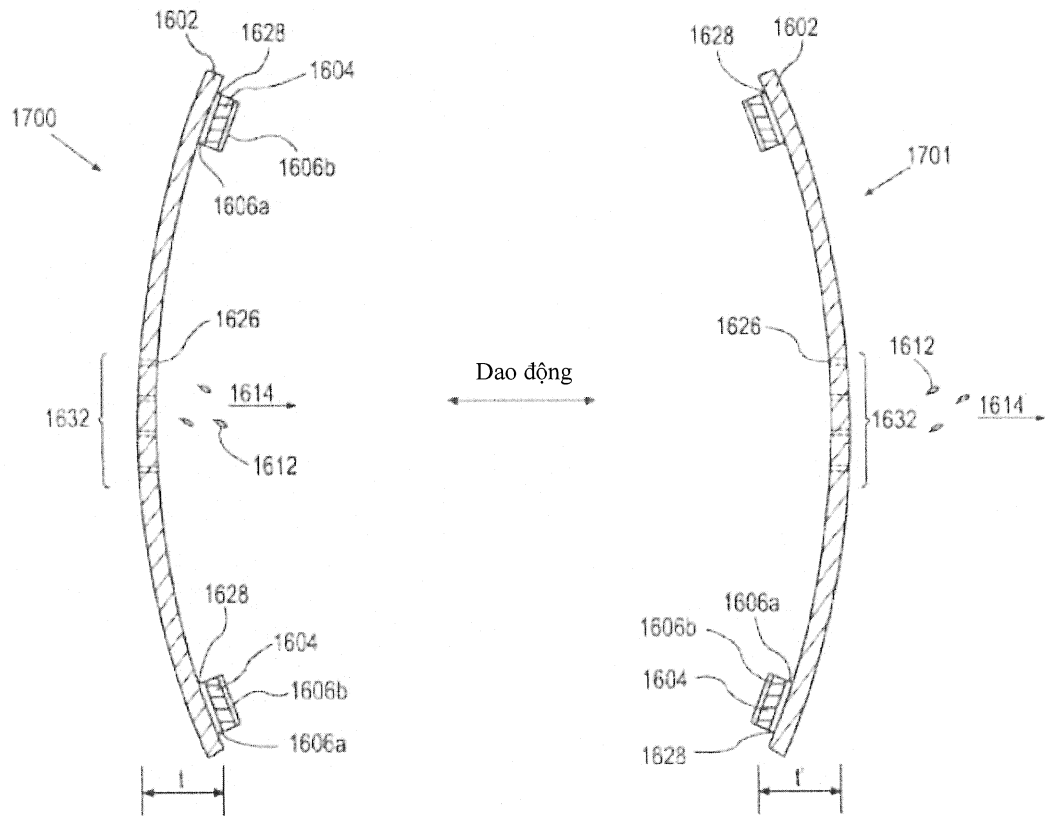


FIG. 17A và 17B

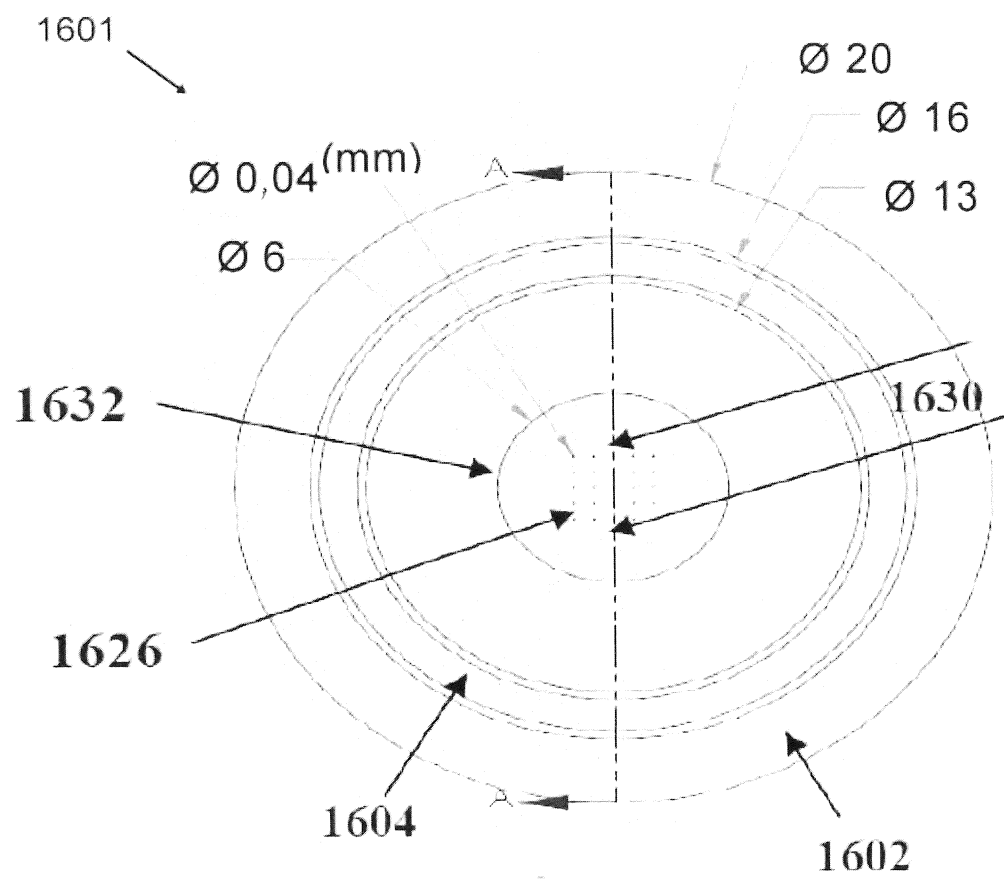


FIG. 18

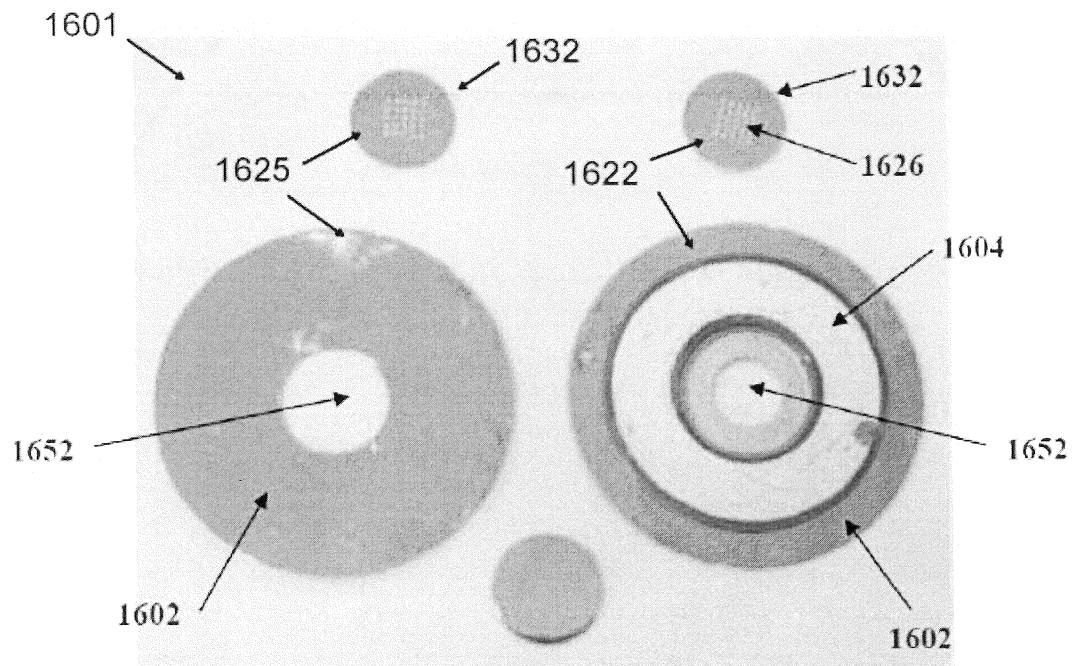


FIG. 19

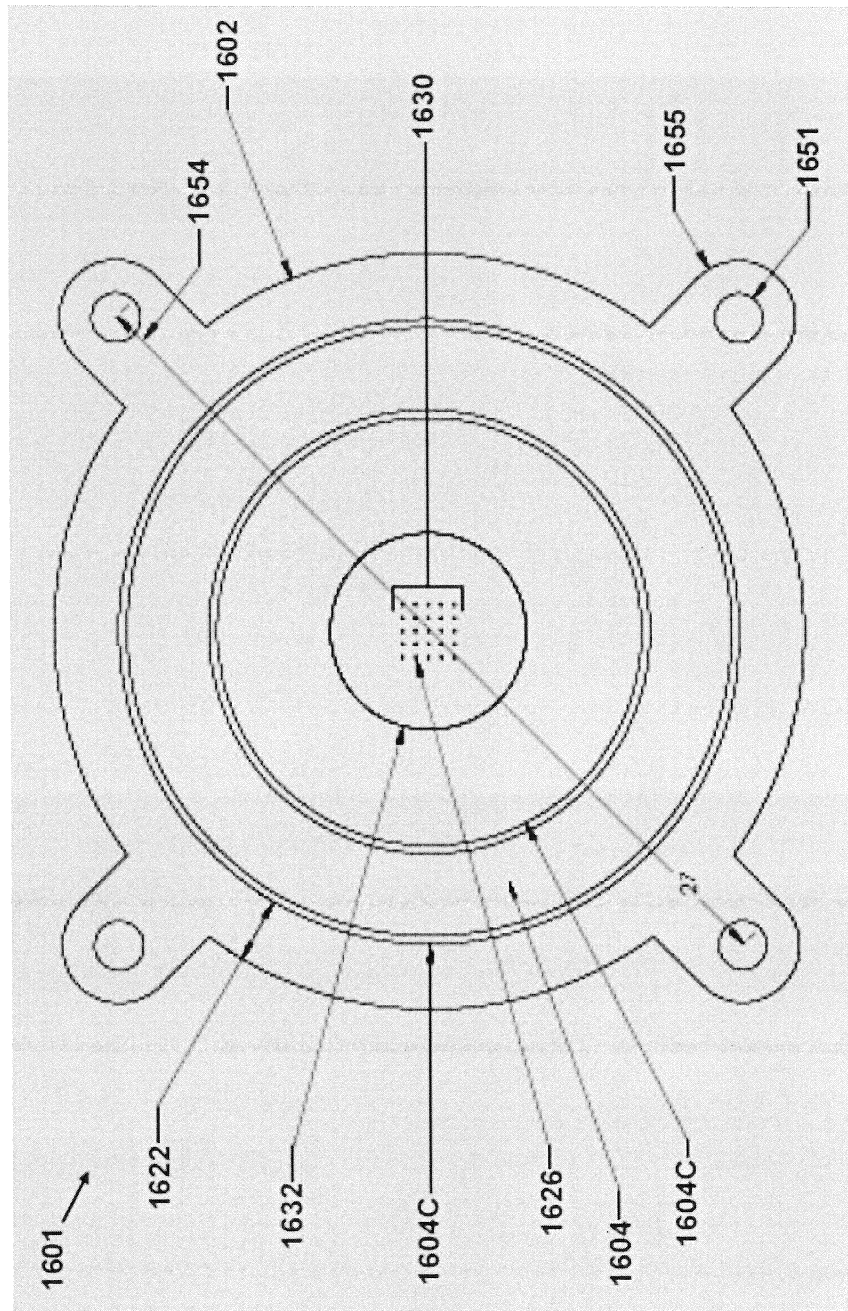


FIG. 20