



(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)



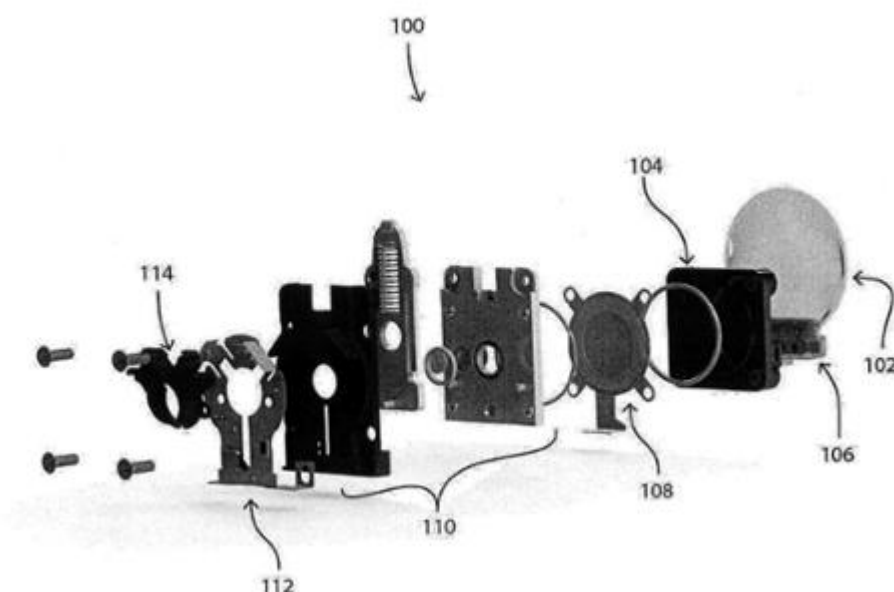
1-0032842

(51)^{2006.01} **B05B 17/06**; A61M 15/02; A61F 9/00; (13) **B**
A61M 11/00

- (21) 1-2014-03837 (22) 19/04/2013
(86) PCT/US2013/037326 19/04/2013 (87) WO2013/158967 24/10/2013
(30) 61/636,559 20/04/2012 US; 61/636,565 20/04/2012 US; 61/643,150 04/05/2012 US;
61/722,611 05/11/2012 US; 61/722,616 05/11/2012 US
(45) 25/08/2022 413 (43) 25/05/2015 326A
(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); GERMINARIO, Louis Thomas (US); CLEMENTS, J.
Sid (US); WILKERSON, Jonathan Ryan (US); LYNCH, Iyam (US); BROWN,
Joshua Richard (US); LEATH, James Thornhill (US); FAULKS, Nathan (US);
GRUBE, Kris (US); DITROLIO, Matthew (US).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THIẾT BỊ BƠM PHỤT

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị bơm phụt để bơm phụt ra các giọt nhỏ chất lưu lên trên bề mặt, thiết bị này bao gồm cơ cấu bơm phụt được gắn vào vật chứa chất lưu thông qua tấm nạp chất lưu mà được tạo kết cấu để làm thùng vật chứa và tạo đường rãnh chất lưu đến bề mặt sau của cơ cấu bơm phụt bằng sự tác động mao dẫn. Cơ cấu bơm phụt có thể có kết cấu đối xứng tâm với bộ kích thích áp điện không chứa chì và có thể được che phủ bởi tấm phủ tự đóng.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị bơm phụt, và phương pháp sản xuất thiết bị bơm phụt. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp để bơm phụt ra sương mù hoặc phun ra các giọt nhỏ.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Việc sử dụng các thiết bị phun để dùng các sản phẩm ở dạng sương mù hoặc phun là lĩnh vực có tiềm năng lớn đối với các sản phẩm an toàn, dễ sử dụng. Thách thức chính là ở việc cung cấp thiết bị để dùng cho việc phân phối không đối và chính xác các liều dùng phù hợp và tránh được sự nhiễm bẩn sản phẩm được phân phối.

Lĩnh vực quan trọng mà cần phải có các thiết bị phun trong việc phân phối thuốc cho mắt. Việc dùng chất lưu, như trong trường hợp các giọt dùng cho mắt, luôn đặt ra vấn đề, đặc biệt là đối với trẻ em và động vật thì có xu hướng chớp mắt hoặc giạt mạnh ở thời điểm quan trọng khi dùng thuốc, làm cho giọt thuốc rơi xuống trên mi mắt, mũi hoặc phần khác của mặt. Tác động của giọt lớn hoặc các giọt chất lưu trên nhãn cầu, đặc biệt là khi chất lưu ở nhiệt độ khác nhau, còn có xu hướng tạo ra phản ứng chớp mắt. Đối với người cao tuổi, còn thường mất đi sự kết hợp tay cần thiết để đưa các giọt thuốc mắt vào trong các mắt. Các nạn nhân đột quỵ gặp phải các khó khăn tương tự. Hiện nay, nhiều thuốc được dùng bằng cách sử dụng ống nhỏ giọt dùng cho mắt, mà thường đòi hỏi hoặc là đầu phải nghiêng ra sau, đối tượng nằm xuống hoặc cần phải kéo mi dưới xuống, hoặc dạng kết hợp của việc kéo và làm nghiêng, khi mà cơ cấu phân phối thường dựa vào trọng lực để dùng thuốc. Điều này không chỉ làm cho vụng về, mà còn đòi hỏi lượng đúng của sự kết hợp, tính mềm dẻo và đồng vận hành trên phần cơ thể của đối tượng để đảm bảo rằng thuốc vào được trong mắt trong khi tránh được việc chọc đầu mỏm ống nhỏ giọt dùng cho mắt vào mắt. Trong lọ nhỏ giọt dùng cho mắt hiện nay, đầu bôi yêu cầu bảo hộ đặt ra rủi ro về việc chọc vào mắt người sử dụng, nguy cơ cao gây ra ảnh hưởng vật lý nguy hại cho mắt, và hơn nữa, để lộ ra đầu mỏm đến nhiễm vi khuẩn do tiếp xúc với mắt. Trong trường hợp này, đối tượng trải qua rủi ro là làm nhiễm bẩn thuốc trong lọ nhỏ giọt dùng cho mắt và do đó

làm nhiễm trùng mắt. Ngoài ra, thể tích thuốc chảy ra khỏi mắt hoặc bị rửa trôi đi bởi phản xạ chảy nước mắt. Kết quả là, phương pháp dùng này còn không chính xác và gây lãng phí. Hơn nữa, lọ nhỏ giọt dùng cho mắt không phải là cách thỏa mãn để kiểm soát lượng thuốc được phân phát, cũng không phải là cách để đảm bảo rằng thuốc được phân phát thực tế là rơi xuống mắt và duy trì trên mắt.

Ổng nhỏ giọt dùng cho mắt cũng không phải là cách xác thực sự tuân thủ của đối tượng. Thậm chí nếu sau một tuần sử dụng lọ nhỏ giọt dùng cho mắt có thể được kiểm tra về tổng thể tích của thuốc được phân phát, ví dụ, bằng việc cân ống nhỏ giọt dùng cho mắt, việc này không có ghi nhận sự tuân thủ dùng thuốc hàng ngày. Đối tượng có thể bỏ sót một hoặc nhiều liều dùng và dùng quá liều trong các trường hợp khác. Ngoài ra, việc kém chính xác với mà ống nhỏ giọt dùng cho mắt phân phối các giọt vào mắt làm cho khó xác định xem thuốc thực tế được phân phối vào trong mắt chưa, thậm chí có thể được phân phát thông qua đó.

Khả năng của hệ thống tạo ra giọt nhỏ áp điện để bơm phụt chất lưu thường được giới hạn ở mức độ lớn bằng các đặc tính vật liệu áp điện của gốm được dùng. Trong nhiều năm, hệ thống vật liệu áp điện thay đổi mà là không chứa chì với các đặc tính tương thích với hệ thống dựa trên chì được nghiên cứu để thỏa mãn các quy định trên toàn thế giới. Hệ thống vật liệu cần thiết vẫn chưa có mặt. Do đó, rất mong muốn thiết kế hệ thống cơ cấu bơm phụt mà giảm thiểu sự phụ thuộc vào các đặc tính vật liệu áp điện để cho phép bơm phụt ra thích đáng với các đặc tính vật liệu thấp hơn.

Do đó, có nhu cầu đối với thiết bị phân phối mà phân phối an toàn, phù hợp, và phân liều lặp lại cho đối tượng để dùng cho mắt, việc dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, sáng chế đề xuất thiết bị bơm phụt bao gồm vỏ, vật chứa có thể tích chất lưu được chứa trong vỏ, tấm nạp chất lưu nối thông về mặt chất lưu với chất lưu trong vật chứa và cơ cấu bơm phụt nối thông về mặt chất lưu với tấm nạp chất lưu, trong đó tấm nạp chất lưu cung cấp chất lưu đến bề mặt sau của cơ cấu bơm phụt, và cơ cấu bơm phụt được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ chất lưu thông qua ít nhất một phần mở. Tấm nạp chất lưu có thể được tạo kết cấu được đặt theo cách bố trí song

song với cơ cấu bơm phụt sao cho cung cấp chất lưu đến bề mặt bơm phụt ra ở phía sau của cơ cấu bơm phụt. Thiết bị bơm phụt theo sáng chế có khả năng phân phối thể tích chất lưu được xác định ở dạng giọt nhỏ có các đặc tính mà tạo cho tỷ lệ phân trăm thích đáng cao và lắng đọng lặp lại được tùy thuộc vào ứng dụng.

Về khía cạnh này, việc cân nhắc quan trọng theo sáng chế là không chỉ tạo khả năng phân phối thuốc theo cách đơn giản cho việc sử dụng, ví dụ bằng việc phun mù theo phương nằm ngang lên trên bề mặt cần được điều trị, mà còn đảm bảo rằng thuốc được cung cấp không đổi đến cơ cấu bơm phụt hoặc cơ cấu phân phối theo hướng bất kỳ. Trong một số ứng dụng, thiết bị bơm phụt có khả năng bơm phụt dòng giọt nhỏ khi thiết bị bơm phụt được làm nghiêng, thậm chí nếu được làm nghiêng 180° lật ngược.

Theo một số phương án, tấm nạp chất lưu có thể bao gồm tấm mao dẫn chất lưu của thiết bị phân phối để phân phối chất lưu từ vật chứa đến cơ cấu bơm phụt của thiết bị bơm phụt, và phương pháp sử dụng để phân phối an toàn, phù hợp, và với phân liều lặp lại của chất lưu cho đối tượng để dùng cho mắt, dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi. Tấm mao dẫn có thể bao gồm mặt liên kết vật chứa chất lưu, mặt liên kết cơ cấu bơm phụt, và một hoặc nhiều đường rãnh chất lưu để tạo đường rãnh chất lưu đến cơ cấu bơm phụt bằng một hoặc nhiều cơ cấu, bao gồm tác động mao dẫn.

Theo phương án khác, tấm nạp chất lưu có thể bao gồm hệ thống phân phối chất lưu qua tấm lỗ thùng để phân phối chất lưu từ vật chứa đến cơ cấu bơm phụt của thiết bị bơm phụt. Hệ thống phân phối chất lưu qua tấm lỗ thùng, còn được gọi là hệ thống phân phối chất lưu tấm mao dẫn/thùng, có thể bao gồm phần tấm mao dẫn bao gồm vùng duy trì chất lưu giữa hệ thống phân phối chất lưu có tấm lỗ thùng/mao dẫn và bề mặt sau của cơ cấu bơm phụt để tạo đường rãnh chất lưu đến cơ cấu bơm phụt bằng một hoặc nhiều cơ cấu, bao gồm tác động mao dẫn, và ít nhất một kim đục lỗ để chuyển chất lưu từ vật chứa đến vùng duy trì chất lưu.

Trong một số khía cạnh, hệ thống phân phối chất lưu qua tấm lỗ thùng có thể bao gồm phần đối tiếp thứ nhất và thứ hai, trong đó vật chứa được gắn vào nối thông về mặt chất lưu đến phần đối tiếp thứ hai, phần đối tiếp thứ hai bao gồm phần kín làm thùng được. Phần đối tiếp thứ nhất có thể tạo thành vật chứa đối với phần đối tiếp thứ

hai, và có thể bao gồm ít nhất một kim đục lỗ để làm thùng phần kín làm thùng được. Phần đối tiếp thứ nhất và ít nhất một kim làm thùng có thể được tạo ra theo cách liên khối. Phần kín làm thùng được bao gồm trong phần đối tiếp thứ hai có thể bao gồm silicon tự làm kín.

Vật chứa, ở đây còn được gọi là ống thuốc tiêm, có thể bao gồm khoang chứa mềm dẻo và có thể gấp xếp lại được. Vật chứa có thể bao gồm khoang chứa và nắp đáy trong đó vật chứa được tạo kết cấu sao cho nắp đáy và khoang chứa hình thành thể tích có khả năng chứa chất lưu. Vật chứa có thể được tạo kết cấu để một phần được gấp xếp lại (ở mực nước biển) và có khả năng mở rộng giúp cho sự giãn nở của khí trong thể tích và ngăn ngừa sự rò rỉ.

Cơ cấu bơm phụt có thể bao gồm tấm bơm phụt được ghép đôi với tấm phát giọt nhỏ (ở đây đơn giản là để chỉ tấm phát) và bộ kích thích áp điện; tấm phát bao gồm nhiều phần mở được tạo ra xuyên qua độ dày của nó, và bộ kích thích áp điện có khả năng vận hành để làm dao động tấm bơm phụt và nhờ đó làm dao động tấm phát ở tần số để tạo ra dòng giọt nhỏ được định hướng. Tấm bơm phụt có thể có vùng mở trung tâm được căn thẳng hàng với tấm phát, trong đó bộ kích thích áp điện được ghép đôi với vùng ngoại vi của tấm bơm phụt sao cho không che khuất nhiều phần mở của tấm phát. Nhiều phần mở của tấm phát có thể được bố trí trong vùng trung tâm của tấm phát mà không được che phủ bởi bộ kích thích áp điện và được căn thẳng hàng với vùng mở trung tâm của tấm bơm phụt. Hình thái học ba chiều và dạng của các phần mở, bao gồm đường kính lỗ miệng và độ dài mao dẫn, và dãy trong không gian trên tấm phát có thể được kiểm soát để tối ưu hóa việc tạo ra dòng giọt nhỏ được định hướng. Tấm phát có thể được tạo ra từ vật liệu polyme môđun cao, ví dụ được tạo ra từ vật liệu được chọn từ nhóm bao gồm: polyetylen trọng lượng phân tử cực cao (UHMWPE), polyimide, polyete ete keton (PEEK), polyvinyliden florua (PVDF), và polyeteimide. Cơ cấu bơm phụt có thể được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ có đường kính giọt nhỏ trung bình được bơm phụt ra lớn hơn 15 micron, với dòng giọt nhỏ có dòng không khí bị cuốn theo thấp sao cho dòng giọt nhỏ lắng đọng trên mắt của đối tượng trong quá trình sử dụng.

Cơ cấu bơm phụt có thể có cấu trúc đối xứng tâm trong đó tấm bơm phụt bao gồm cấu trúc gắn được sắp xếp đối xứng, với kết cấu đối xứng trong đó các giọt nhỏ được bơm phụt ra từ vùng trung tâm của cấu trúc đối xứng. Bộ kích thích áp điện có thể dẫn đến phóng đại cộng hưởng của tấm phát được ghép đôi đến tấm bơm phụt để tạo ra sự đa dạng lớn hơn của hằng số áp điện. Tấm bơm phụt có thể được làm từ vật liệu polyme môđun cao, và bộ kích thích áp điện có thể là không chứa chì hoặc hữu như là không chứa chì.

Các giọt nhỏ có thể được tạo ra theo sự phân phối kích cỡ, từng cách phân phối có kích cỡ giọt nhỏ trung bình. Kích cỡ giọt nhỏ trung bình có thể nằm trong khoảng từ 15 đến 400micron, ví dụ, lớn hơn 20 đến 400micron, từ 20 đến 200micron, từ 100 đến 200micron, từ 20 đến 80micron, từ 25 đến 75micron, từ 30 đến 60micron, từ 35 đến 55micron, v.v.. Tuy nhiên, kích cỡ giọt nhỏ trung bình có thể là lớn như 2500micron, phụ thuộc vào ứng dụng theo ý định. Hơn nữa, các giọt nhỏ có thể có tốc độ ban đầu trung bình nằm trong khoảng từ 0,5 đến 100m/giây, ví dụ, từ 0,5 đến 20m/giây, từ 0,5 đến 10m/giây, từ 1 đến 5m/giây, từ 1 đến 4m/giây, từ 2m/giây, v.v.. Như được sử dụng ở đây, kích cỡ bơm phụt và tốc độ ban đầu là kích cỡ và tốc độ ban đầu của các giọt nhỏ khi các giọt nhỏ rời khỏi tấm bơm phụt. Dòng giọt nhỏ được dẫn ở đích sẽ dẫn đến sự lắng đọng tỷ lệ phần trăm khối lượng của các giọt nhỏ bao gồm kết cấu của chúng đối với đích.

Cơ cấu bơm phụt và tấm nạp chất lưu có thể được lắp ráp tạo ra đơn vị cấu thành cụm cơ cấu bơm phụt, cụm cơ cấu bơm phụt bao gồm tấm nạp chất lưu nối thông về mặt chất lưu với cơ cấu bơm phụt sao cho tấm nạp chất lưu cung cấp chất lưu đến bề mặt sau của cơ cấu bơm phụt, cơ cấu bơm phụt được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ. Theo một số phương án, cụm cơ cấu bơm phụt còn có thể bao gồm vật chứa nối thông về mặt chất lưu với tấm nạp chất lưu.

Thiết bị bơm phụt còn có thể bao gồm hệ thống tự động đóng, mà nhìn chung làm giảm sự tinh thể hóa, bay hơi, và nguy cơ nhiễm bẩn. Hệ thống tự động đóng có thể bao gồm tấm trượt được hoạt hóa bởi người sử dụng mà khớp kín vào miếng đệm hoặc phần làm kín được tạo ra để bao quanh ít nhất các lỗ ở tấm phát, và mà trượt được giữa vị trí mở trong đó các lỗ được để lộ và vị trí đóng trong đó các lỗ được che

phủ bởi tấm trượt. Tấm trượt có thể được làm thiên lệch về vị trí đóng của nó bằng phương tiện lò xo. Tấm trượt có thể bao gồm phần mở được tạo kết cấu trùng với các lỗ ở tấm phát khi tấm trượt ở vị trí mở của nó. Phương tiện có thể được bao gồm trong hệ thống tự động đóng để đảm bảo rằng tấm trượt ép vào với áp lực đủ để áp vào phần làm kín khi ở vị trí đóng.

Hơn nữa, sáng chế đề xuất hệ thống tự động đóng đối với thiết bị bơm phụt giọt nhỏ ra mà nhìn chung làm giảm sự tinh thể hóa, bay hơi, và nguy cơ nhiễm bẩn.

Còn hơn nữa, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất tấm phát để bơm phụt ra cao độ nhớt chất lưu phù hợp để dùng cho mắt, dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi, bao gồm gia công tinh bằng laze của vật liệu tạo ra các phần mở ba chiều xuyên qua độ dày của vật liệu, từng phần mở tạo thành khoang vào và đường rãnh mao dẫn, trong đó phần mở bao gồm độ dài bước răng tổng thể.

Còn hơn nữa, sáng chế đề xuất phương pháp phân phối thể tích của chất lưu cho mắt đến mắt của đối tượng, phương pháp bao gồm việc bơm phụt ra dòng giọt nhỏ được định hướng của chất lưu cho mắt được chứa trong vật chứa từ các phần mở ở tấm bơm phụt, các giọt nhỏ trong dòng được điều khiển có đường kính bơm phụt ra trung bình trong khoảng giá trị từ 5 đến 2500micron, ví dụ, từ 20 đến 400micron, ví dụ, từ 20 đến 200micron, và bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở khoảng giá trị từ 100 đến 200, v.v và tốc độ ban đầu trung bình trong khoảng giá trị từ 0,5 đến 100m/giây, ví dụ, từ 1 đến 100m/giây, ví dụ, từ 2 đến 20m/giây.

Các khía cạnh này và các khía cạnh khác theo sáng chế sẽ trở thành hiển nhiên đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là hình ba chiều với các bộ phận ở vị trí tương quan với nhau của phần cơ học của một phương án của thiết bị bơm phụt theo sáng chế;

Fig.2 là hình nhìn từ phía trước của một phương án của thiết bị bơm phụt theo sáng chế;

Fig.3 thể hiện một phương án của vật chứa theo sáng chế;

Fig.4 thể hiện một phương án khác của vật chứa theo sáng chế;

Fig.5 minh họa sự biến thiên của áp suất khí quyển (p) với độ cao so với mặt nước biển (h);

Các hình vẽ từ Fig.6A đến Fig.6D minh họa các phương án khác nhau của các thành phần của vật chứa theo một phương án theo sáng chế;

Fig.7 minh họa quy trình tạo dạng, nạp đầy và làm kín để tạo ra các vật chứa theo một phương án theo sáng chế;

Fig.8 thể hiện một phương án của vật chứa, tấm nạp chất lưu và tấm bơm phụt theo một khía cạnh theo sáng chế, minh họa hướng của giọt nhỏ bơm phụt ra so với trạng thái góc.

Fig.9 thể hiện một phương án của thiết bị thử nghiệm đối với việc đo áp suất vi sai gây rò rỉ theo một phương án của vật chứa, tấm nạp chất lưu và cụm cơ cấu bơm phụt theo một khía cạnh theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.10A đến Fig.10E minh họa sự giãn nở vật chứa sau khi giảm áp suất và xác định áp suất điểm rò rỉ đối với phương án của vật chứa, tấm nạp chất lưu và cụm cơ cấu bơm phụt, theo khía cạnh theo sáng chế;

Fig.11 minh họa hiệu quả của thể tích $V_{\text{khí}}$ được thể hiện là tỷ lệ phần trăm V_t đối với giá trị áp suất rò rỉ vi sai đối với phương án khác của vật chứa, tấm nạp chất lưu và cụm cơ cấu bơm phụt theo khía cạnh theo sáng chế.

Fig.12 minh họa sự thất thoát khối lượng từ các vật chứa (ống thuốc tiêm) qua thời gian, theo một khía cạnh theo sáng chế;

Fig.13 minh họa tính không nhạy trạng thái của một phương án theo sáng chế có vật chứa mềm dẻo và có thể gấp xếp lại được (ống thuốc tiêm) được so sánh với một phương án theo sáng chế có bề cứng chứa;

Các hình vẽ từ Fig.14A đến Fig.14C thể hiện một phương án của tấm mao dẫn theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.15A đến Fig.15C thể hiện một phương án của cơ cấu bơm phụt liên quan đến một phương án của tấm mao dẫn theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.16A đến Fig.16B minh họa mối quan hệ giữa tấm phân cách và độ cao nước ở các tấm song song theo phương thẳng đứng;

Các hình vẽ từ Fig.17A đến Fig.17B thể hiện một phương án của tấm mao dẫn theo sáng chế;

Fig.18 thể hiện hiệu quả của tần số cộng hưởng đối với sự lắng đọng khối lượng của nước có và không có tấm mao dẫn;

Fig.19 minh họa rằng độ cao nước tăng phía sau tấm bơm phụt với sự có mặt của các tấm mao dẫn dẫn đến hiệu quả nạp khối lượng tăng ở tần số cụ thể;

Fig.20 minh họa việc thay đổi xuống dưới trong tần số được kết hợp với tấm mao dẫn được sử dụng với việc phân phối các chất lưu khác nhau;

Fig.21 minh họa sự giảm về khối lượng nạp đối với chất lưu của việc làm tăng tỷ trọng và độ nhớt;

Fig.22 minh họa tính không nhạy trạng thái của thiết bị bơm phụt mà bao gồm tấm mao dẫn;

Fig.23 thể hiện các thành phần chính của một phương án của cụm cơ cấu bơm phụt bao gồm tấm lỗ thùng/mao dẫn hệ thống với vật chứa và cơ cấu bơm phụt theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.24A đến Fig.24B thể hiện hình ba chiều nhìn từ phía trước và phía sau của các thành phần của Fig.23 ở dạng lắp ráp được;

Các hình vẽ từ Fig.25A đến Fig.25B thể hiện chi tiết hình nhìn từ phía sau và phía trước theo phương án của cơ cấu bơm phụt theo sáng chế;

Fig.26 là hình vẽ dạng sơ đồ làm nổi bật dòng chất lưu thông qua hệ thống tấm thùng theo sáng chế;

Fig.27 là hình vẽ dạng sơ đồ của hệ thống tấm thùng theo sáng chế thể hiện hiệu quả Venturi;

Fig.28 minh họa các nguyên lý của phương trình Bernoulli;

Fig.29 minh họa các nguyên lý của áp suất thủy tĩnh;

Fig.30 thể hiện hình vẽ dạng sơ đồ của kết cấu vật chứa khác theo sáng chế;

Fig.31 thể hiện hình vẽ dạng sơ đồ của cấu hình vật chứa khác theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.32A đến Fig.32B thể hiện các hình vẽ trong không gian ba chiều và hình nhìn từ bên cạnh và hình nhìn từ phía trước của hai phương án vật chứa có thể gấp xếp lại được theo sáng chế;

Fig.33 thể hiện hình nhìn từ phía sau của một phương án làm đầy bằng cách thổi kín vật chứa và tấm thùng theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.34A đến Fig.34B thể hiện các hình nhìn từ bên cạnh của hai phương án làm đầy bằng cách thổi kín vật chứa và hệ thống tấm thùng theo sáng chế;

Fig.35 thể hiện các phương án vật chứa làm kín nạp tạo dạng khác nhau theo sáng chế;

Các hình vẽ từ Fig.36 đến Fig.37 thể hiện thiết bị và được cài đặt để xác định lượng áp suất âm mà kết cấu vật chứa khác áp dụng như chúng lấy ra chất lưu;

Fig.38 thể hiện khối lượng cho một lần phun và tổng số lần phun (hiệu suất phun) của phương án vật chứa được tạo xiên đi không làm xẹp được với hầu như là hình thành gấp nếp theo sáng chế;

Fig.39 thể hiện khối lượng cho một lần phun và tổng số các lần phun (hiệu suất phun) của các phương án vật chứa kín làm đầy bằng cách thổi khác nhau theo sáng chế;

Fig.40 thể hiện hai lần trải qua của khối lượng cho một lần phun và tổng số lần phun (hiệu suất phun) của phương án vật chứa hàn RW được tạo xiên đi tự làm kín LTS/làm xẹp xuống theo sáng chế;

Fig.41 thể hiện hiệu suất kéo xuống để lựa chọn thiết kế ống thuốc tiêm tròn LTS từ Fig.35.

Fig.42 thể hiện cơ cấu cần thiết trong việc phun đảo ngược sử dụng vật chứa tròn LTS;

Fig.43 thể hiện các kết quả tiến hành phun thực tế của phương án vật chứa LTS được phun ra trong hệ thống làm thùng hoàn toàn lật ngược theo sáng chế;

Fig.44 thể hiện hiệu suất phun của kết cấu tấm thùng khác với một phương án của một phương án vật chứa túi IV theo sáng chế;

Fig.45 thể hiện hiệu suất phun của hai kết cấu tấm thùng khác với một phương án của vật chứa túi IV theo sáng chế theo các hướng khác nhau và với các hướng phun khác nhau;

Fig.46 thể hiện hiệu suất phun của một phương án của cấu hình tấm thùng với một phương án của vật chứa túi IV theo sáng chế theo các hướng khác nhau và với các hướng phun khác nhau và các lựa chọn phần mở tấm thùng được thổi khác nhau;

Fig.47 thể hiện bằng sơ đồ mối quan hệ giữa hiệu quả mao dẫn và áp suất thủy tĩnh của vật chứa;

Fig.48 thể hiện áp suất mao dẫn đối với một nửa các giọt nhỏ được tạo kích cỡ khác nhau của nước;

Fig.49 thể hiện áp suất mao dẫn đối với một nửa các giọt nhỏ được tạo kích cỡ khác nhau của latanaprost;

Fig.50 thể hiện mao dẫn tăng đối với các dạng chất lưu khác nhau có các giá trị góc tiếp xúc khác nhau;

Fig.51 thể hiện mao dẫn tăng đối với nước muối trong đường rãnh mao dẫn được làm từ các dạng vật liệu khác;

Các hình vẽ từ Fig.52 đến Fig.53 thể hiện các mức tăng chất lưu giữa tấm thùng và tấm bơm phụt đối với các vật liệu khác nhau;

Fig.54 thể hiện thử nghiệm được cài đặt để thử nghiệm đối với chất lưu rò rỉ ra của lỗ tăng mao dẫn ở các vị trí nạp đầy chất lưu khác nhau;

Fig.55A thể hiện hình vẽ mặt cắt ngang của một phương án của cụm cơ cấu bơm phụt theo sáng chế;

Fig.55B thể hiện hình ba chiều theo phương án của cơ cấu bơm phụt theo sáng chế;

Fig.55C thể hiện hình nhìn từ phía trước theo một phương án của cơ cấu bơm phụt đối xứng tâm theo sáng chế;

Fig.55D thể hiện hình tháo rời theo phương án của cơ cấu bơm phụ theo sáng chế;

Fig.56 thể hiện danh pháp của thỏa thuận ghi số theo trục đối với hiệu quả áp điện;

Fig.57 thể hiện phương thức vận hành của vùng hoạt động theo một phương án của tấm phát, và phương pháp hiển vi số chụp ảnh giao thoa laze các hình ảnh của sự dao động của tấm phát;

Fig.58 minh họa việc so sánh của khối lượng bơm phụ ra đối với PZT và BaTiO_3 (không chứa chì) vật liệu dẫn động áp điện sử dụng cụm cơ cấu bơm phụ với bên trong được gắn bộ kích thích áp điện theo một phương án theo sáng chế;

Fig.59 minh họa việc so sánh của khối lượng bơm phụ ra đối với PZT và BaTiO_3 (không chứa chì) vật liệu dẫn động áp điện sử dụng cụm cơ cấu bơm phụ với bộ kích thích áp điện được gắn mép theo một phương án khác theo sáng chế;

Fig.60 thể hiện hình trong suốt trong không gian ba chiều của một phương án của cụm cơ cấu bơm phụ với hệ thống tự động đóng theo sáng chế;

Fig.61 thể hiện cụm cơ cấu bơm phụ với hệ thống tự động đóng của Fig.60 trong trạng thái tháo rời;

Fig.62 là hình vẽ một phần nhìn từ bên cạnh của phần của cụm cơ cấu bơm phụ với hệ thống tự động đóng của Fig.60;

Fig.63 thể hiện hình ba chiều nhìn từ phía trước của cơ cấu trượt của hệ thống tự động đóng của Fig.60;

Fig.64 thể hiện hình ba chiều nhìn từ phía sau của cơ cấu trượt của Fig.63;

Fig.65 là hình vẽ nhìn từ phía trước của cơ cấu tự động đóng của Fig.60 ở vị trí đóng;

Fig.66 là hình vẽ một phần nhìn từ bên cạnh của cơ cấu tự động đóng của Fig.60 ở vị trí đóng;

Fig.67 hình vẽ nhìn từ phía trước của cơ cấu tự động đóng của Fig.60 ở vị trí mở;

Fig.68 hình vẽ một phần nhìn từ bên cạnh của cơ cấu tự động đóng của Fig.60 ở vị trí mở;

Các hình vẽ từ Fig.69A đến Fig.69C thể hiện các hình ảnh truyền ánh sáng nhờ phương pháp hiển vi qua thời gian của mạng lưới của tấm phát trong đó hệ thống không được bố trí với tấm mao dẫn, và

Các hình vẽ từ Fig.70A đến Fig.70C thể hiện các hình ảnh truyền ánh sáng nhờ phương pháp hiển vi qua thời gian của mạng lưới của tấm phát trong đó hệ thống được bố trí với tấm mao dẫn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề cập đến các thiết bị bơm phụt để phân phối chất lưu đến bề mặt khi dòng giọt nhỏ được bơm phụt ra. Ví dụ, thiết bị bơm phụt có thể là như được mô tả trong đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế tạm thời của Mỹ 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 yêu cầu cấp bằng sáng chế Mỹ số 13/184,446, 13/184,468 và 13/184,484.

Thiết bị bơm phụt theo sáng chế có thể, ví dụ, hữu dụng, trong việc phân phối chất lưu để dùng cho mắt, việc dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi. Tuy nhiên, sáng chế là không bị giới hạn, và có thể là hữu dụng với các thiết bị bơm phụt bất kỳ (ví dụ, các thiết bị in, v.v).

Theo một số phương án, thiết bị bơm phụt có thể bao gồm vỏ, vật chứa được bố trí trong vỏ để nhận thể tích chất lưu, tấm nạp chất lưu, và cơ cấu bơm phụt được tạo kết cấu để bơm phụt ra một hoặc nhiều dòng giọt nhỏ của chất lưu, trong đó vật chứa nối thông về mặt chất lưu với tấm nạp chất lưu, mà là nối thông về mặt chất lưu với cơ cấu bơm phụt sao cho tấm nạp chất lưu cung cấp chất lưu đến bề mặt sau của tấm bơm phụt.

Do đó, sáng chế nhìn chung đề cập đến thiết bị bơm phụt để bơm phụt chất lưu lên trên bề mặt ví dụ, bơm phụt chất lưu dùng cho mắt lên trên mắt của người bệnh. Một phương án, các thành phần của thiết bị bơm phụt sẽ được mô tả một cách rộng rãi khi xét đến Fig.1, sau đó một vài trong số các chi tiết cấu thành thiết bị sẽ được trình bày chi tiết hơn. Tuy nhiên, sẽ đánh giá được rằng ứng dụng là không chỉ giới hạn ở phương án cụ thể được mô tả ở đây nhưng bao gồm các dạng biến đổi và dạng kết hợp khác của các chi tiết cấu thành thiết bị bơm phụt.

Đối với các mục đích của ứng dụng này, chất lưu bao gồm, mà không hạn chế, huyền phù hoặc nhũ tương mà có độ nhớt ở trong khoảng giá trị có khả năng hình thành giọt nhỏ nhờ sử dụng cơ cấu bơm phụt.

Fig.1 thể hiện hình vẽ với các bộ phận ở vị trí tương quan với nhau của một phương án của các thành phần bên trong của thiết bị bơm phụt 100 theo sáng chế, và bao gồm vật chứa 102, mà theo phương án này vật chứa mềm dẻo được tạo ra sử dụng kỹ thuật hàn RF tự làm kín. Vật chứa 102 được đặt nối thông về mặt chất lưu với tấm nạp chất lưu 104 bằng phần đối tiếp làm kín làm thùng được 106. Tấm nạp chất lưu cung cấp chất lưu từ vật chứa đến mặt sau của cơ cấu bơm phụt 108 bằng, ví dụ, tác động mao dẫn. Cơ cấu bơm phụt theo phương án này bao gồm cơ cấu bơm phụt áp điện được tạo kết cấu để tạo dòng giọt nhỏ chất lưu kiểm soát được. Trong khi phương án này mô tả tấm nạp chất lưu 104, mà còn được trình bày chi tiết hơn dưới đây, kết cấu khác có thể được chấp nhận để tạo đường rãnh chất lưu bằng tác động mao dẫn từ vật chứa đến cơ cấu bơm phụt. Để giới hạn bay hơi, tinh thể hóa và nhiễm bẩn của chất lưu, hệ thống tự động đóng 110 được gắn phía trước của cơ cấu bơm phụt 108. Giá đỡ 112 để đỡ vỏ 114 đối với đích LED được tạo kết cấu để ghim kẹp lên mặt trước của hệ thống tự động đóng 110.

Như được thể hiện trên Fig.2, theo một số phương án, thành phần cơ học của thiết bị bơm phụt có thể được gắn bên trong phần đỉnh tháo ra được 200 của vỏ 202, mà khớp với phần nắm tay phía dưới 204. Thiết bị điện tử để kiểm soát việc bơm phụt ra của chất lưu và nguồn năng lượng có thể được tạo hốc bên trong phần nắm tay phía dưới 204 của vỏ 202.

Vật chứa hoặc ống thuốc tiêm 102 để sử dụng với thiết bị bơm phụt 100 có thể bao gồm vật chứa mềm dẻo, hoặc cứng, không mềm dẻo. Theo một số phương án, vật chứa bao gồm vật chứa mềm dẻo và có thể gấp xếp lại được 102 được bố trí trong phần đỉnh 200 của vỏ 202, và chứa hoặc được mô phỏng để nhận thể tích chất lưu. Các dạng khác của vật chứa mềm dẻo được tạo ra sử dụng các kỹ thuật khác được dự tính bởi sáng chế, bao gồm các vật chứa tự làm kín, tần số radio tự làm kín (RF) như được thể hiện trên Fig.1. Theo cách khác, kỹ thuật làm kín nạp thổi có thể được sử dụng tạo ra kết cấu vật chứa tương tự như được thể hiện trên Fig.3, hoặc kỹ thuật làm kín nạp

tạo dạng có thể được sử dụng để tạo ra vật chứa như là mà được thể hiện trên Fig.4. Như sẽ trở nên rõ ràng hơn dựa vào phần mô tả dưới đây, cụ thể là kết cấu của vật chứa có thể biến thiên từ một phương án sang phương án tiếp theo. Ví dụ, dạng vật chứa làm kín được làm đầy theo dạng là không chỉ giới hạn ở loại được thể hiện trên Fig.4.

Với việc tham khảo đến Fig.5, áp suất khí quyển thay đổi với độ cao so với mặt nước biển. Đặc biệt là, do độ cao so với mặt nước biển là tăng, nên áp suất giảm. Theo định luật Boyle, thể tích khí làm tăng do áp suất giảm. Tương tự, định luật Charles đề xuất rằng khi nhiệt độ tăng, thì thể tích khí cũng tăng. Ngược lại, chất lỏng nhìn chung có các thay đổi nhỏ về thể tích đáp ứng với các thay đổi về áp suất và nhiệt độ, nước là trường hợp ngoại trừ đặc biệt mà mở rộng khi được làm mát từ 4°C đến 0°C. Do đó, trong khi chất lỏng trong vật chứa sẽ thay đổi một chút khi các điều kiện áp suất và nhiệt độ thay đổi, vật chứa có thể tích chất lỏng và còn thể tích khí phải được thiết kế để giúp cho việc giảm về áp suất và sự tăng về nhiệt độ. Trong nhiều trường hợp, sự liên quan lớn hơn nảy sinh từ các thay đổi về áp suất, gây ra các thay đổi thể tích rõ rệt về khí. Các thay đổi về độ cao so với mặt nước biển là nguyên nhân chung của các thay đổi về áp suất và do đó thay đổi về thể tích khí.

Không muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, sự thay đổi về áp suất khí quyển do các thay đổi về độ cao so với mặt nước biển có thể được xác định theo phương trình sau:

$$p = p_0 \cdot \left(1 - \frac{L \cdot h}{T_0}\right)^{\frac{g \cdot M}{R \cdot L}},$$

trong đó:

Thông số	Mô tả	Giá trị
p_0	áp suất khí quyển tiêu chuẩn ở mực nước biển	101325 Pascal (Pa)
L	tốc độ trôi qua theo nhiệt độ	0,0065 °Kelvin (K)/mét
T_0	nhiệt độ tiêu chuẩn ở mực nước biển	288,15 °K
G	gia tốc lực hấp dẫn ở bề mặt trái đất	9,80665 m/giây (s)
M	khối lượng mol của không khí khô	0,0289644 kg/mol

R	hằng số khí chung	8,31447 Jun (J)/(mol °K)
---	-------------------	--------------------------

Ống thuốc tiêm hoặc vật chứa, hoặc thiết bị chứa ống thuốc tiêm hoặc vật chứa có thể, theo sáng chế, được vận chuyển trong máy bay hoặc đến vị trí địa lý cao hơn mực nước biển. Như được mô tả, các thay đổi này có thể dẫn đến vi sai áp suất từ mực nước biển mà có thể dẫn đến rò rỉ từ lỗ miệng của thiết bị bơm phụt. Ví dụ, cabin trong máy bay có thể được tạo áp đối với độ cao so với mặt nước biển từ 1828,8 đến 2438,4 mét (từ 6000 đến 8000 feet). Vi sai áp suất tương ứng từ mực nước biển nằm trong khoảng từ 20 đến 29 kPa, tương ứng. Ống thuốc tiêm mà không có khả năng giúp đỡ đối với vi sai áp suất này bằng cách mở rộng thường dẫn đến áp suất tạo ra trong ống thuốc tiêm và sau đó chất lưu rò rỉ ra khỏi thiết bị. Như được sử dụng ở đây, “áp suất môi trường” là để chỉ áp suất không khí mà vật chứa, ống thuốc tiêm hoặc thiết bị có vật chứa hoặc ống thuốc tiêm được để lộ vào đó. Như được sử dụng ở đây, “vi sai áp suất” là để chỉ sự vi sai áp suất không khí giữa áp suất môi trường và áp suất không khí tiêu chuẩn ở mực nước biển (101325 Pascal (Pa)). Do đó, áp suất giảm như được thấy trong mặt phẳng là áp suất môi trường và vi sai áp suất là sự chênh lệch giữa áp suất môi trường và áp suất tiêu chuẩn ở mực nước biển (ví dụ, từ 20 kPa ở 2438,4 mét). Tương tự, vi sai áp suất ở độ cao so với mặt nước biển cao hơn mực nước biển là sự chênh lệch giữa áp suất tiêu chuẩn ở mực nước biển (101325 Pascal (Pa)) và áp suất môi trường ở đó độ cao so với mặt nước biển.

Theo phương án khác, vật chứa hoặc ống thuốc tiêm có thể là vật chứa dạng chứng được thiết kế để giúp cho sự giãn nở của khí bất kỳ trong đó. Theo một số phương án, sự giãn nở có thể được ngăn chặn bằng cách bố trí phần kèm theo được ép vào. Theo phương án khác, sự rò rỉ có thể được ngăn chặn bằng cách làm kín lỗ miệng bất kỳ có mặt trên vật chứa.

Với việc tham khảo đến các hình vẽ từ Fig.6A đến Fig.6D, theo một số phương án, vật chứa (trong trường hợp này vật chứa làm kín được làm đầy theo dạng) có thể bao gồm ống thuốc tiêm có ba thành phần, nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 tùy ý. Theo một số phương án, nắp đậy 601 được làm kín vào khoang chứa 602 tạo ra khoang chứa không thấm nước kèm theo. Theo một phương án, dạng kết hợp không thấm nước được làm kín của nắp đậy 601 và khoang chứa 602 tạo ra việc

lưu giữ chất lỏng. Theo phương án khác, khoang chứa 602 tạo nên vật chứa mềm dẻo mà có thể giúp cho sự giãn nở của khí được chứa với và được bẫy bằng vật chứa. Theo phương án khác, vật chứa có thể được tạo ra từ vật liệu không mềm dẻo để làm vật chứa dạng cứng.

Trong một số khía cạnh theo sáng chế, ống thuốc tiêm hoặc vật chứa có thể được lắp ráp từ nhiều thành phần sao cho các đặc tính của nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 có thể được mô phỏng theo nhu cầu của ứng dụng thiết bị. Theo phương án khác, khoang chứa 602 và vòng tạo cứng 603 có thể được tạo cùng nhau, và nắp đậy 601 được áp dụng sau khi bổ sung chất lưu mong muốn. Theo một phương án, dạng kết hợp không thấm nước được làm kín của nắp đậy 601 và khoang chứa 602 có thể được tạo ra một cách riêng rẽ. Theo một số phương án, nắp đậy 601 có thể làm thủng được.

Theo một số phương án, dạng và kích cỡ của ống thuốc tiêm hoặc vật chứa có thể được chọn theo nhu cầu sử dụng chủ định. Trong ví dụ không giới hạn, chất lưu để dùng cho mắt có thể được đòi hỏi bởi người cần điều trị trong thời gian điều trị ngắn, và do đó có thể đòi hỏi liều dùng ít hơn. Khi một vài liều dùng được chỉ định, dạng và kích cỡ của ống thuốc tiêm có thể được tạo quy mô một cách thích hợp để tránh sự lãng phí không cần thiết. Trong khía cạnh khác, thể tích lớn có thể được chỉ định trong đó chất lưu cần phải trải qua khoảng thời gian dài, hoặc có thể đòi hỏi nhiều liều dùng hàng ngày.

Thể tích 610 có thể được kiểm soát bằng cách biến thiên độ sâu 607, đường kính 604, và dạng 609. Trong một số khía cạnh, ví dụ để sử dụng cho phổi, đường kính 604 có thể là lớn hơn 1cm về đường kính. Trong một khía cạnh khác, đường kính có thể là 1,5cm. Theo một phương án khác, đường kính có thể là từ 1 đến 3cm. Theo một phương án khác, đường kính có thể là nằm trong khoảng từ 1 đến 4 cm, hoặc từ 1 đến 5cm. Theo phương án khác, đường kính 604 có thể là 3cm hoặc lớn hơn, 4cm hoặc lớn hơn, 5cm hoặc lớn hơn, 6cm hoặc lớn hơn, hoặc 7cm hoặc lớn hơn. Theo phương án khác, đường kính có thể được tạo kết cấu đối với thiết bị, ví dụ, đối với các ứng dụng cho mắt. Ví dụ, đường kính 604 có thể là 20mm hoặc nhỏ hơn. Theo phương án khác, đường kính 604 có thể là 19mm hoặc nhỏ hơn. Theo một phương án khác, đường kính

604 có thể là 18mm hoặc nhỏ hơn. Theo một phương án khác nữa, đường kính 604 có thể là 17mm hoặc nhỏ hơn. Theo một phương án, đường kính 604 có thể là 16mm hoặc nhỏ hơn. Theo phương án khác theo sáng chế, đường kính 604 có thể là từ 18 đến 19 mm. Theo một phương án khác, đường kính có thể là từ 15 đến 20mm, từ 16 đến 20mm, từ 17 đến 20mm, từ 18 đến 20mm, hoặc từ 19 đến 20 mm. Theo phương án khác, đường kính 604 có thể là từ 15 đến 19mm, từ 16 đến 19mm, từ 17 đến 19mm, hoặc từ 18 đến 19 mm.

Theo một số phương án theo sáng chế, dạng 609 của ống thuốc tiêm có thể được biến đổi để làm tăng hoặc giảm thể tích khi xét đến đường kính 604. Theo một số phương án, dạng 609 có thể được tạo kết cấu sao cho đường kính giảm hướng về đầu đóng của khoang chứa dọc theo độ sâu 607. Trong một số khía cạnh, việc làm giảm đường kính có thể tạo ra việc tháo khuôn. Việc thiết kế và sản xuất khuôn tạo ra ống thuốc tiêm theo sáng chế có khoang chứa 602 đã được biết đến trong ngành.

Theo một số phương án theo sáng chế, ống thuốc tiêm có thể bao gồm vòng tạo cứng 603 được tạo kết cấu bổ sung độ ổn định cho khoang chứa 602. Theo một số phương án, khoang chứa 602 có thể là mềm dẻo và vòng tạo cứng 603 có thể tạo ra việc kết nối với thiết bị hoặc các vỏ theo sáng chế. Độ dày 606 và đường kính 605 có thể được xác định dựa trên đường kính 604 của khoang chứa được tạo dạng 602. Trong một khía cạnh, độ dày 606 có thể được xác định theo vật liệu của vòng tạo cứng 603.

Dạng kết hợp được làm kín của nắp đậy 601 và khoang chứa 602, và vòng tạo cứng lựa chọn tạo ra ống thuốc tiêm phù hợp để giữ và lưu giữ chất lưu để dùng cho mắt, việc dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi cho đến khi việc chèn của ống thuốc tiêm vào thiết bị bơm phụt hoặc hốc trú của thiết bị bơm phụt. Theo một số phương án, ống thuốc tiêm được làm kín có thể phù hợp để lưu giữ chất lưu trong thời gian ngắn để dùng cho mắt, việc dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi. Theo phương án khác, ống thuốc tiêm được làm kín có thể phù hợp để lưu giữ chất lưu trong thời gian dài để dùng cho mắt, việc dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi.

Trong một số ứng dụng, ống thuốc tiêm chứa chất lưu được làm kín có thể là lưu giữ không có thất thoát hoặc suy biến của chất lưu trong 1 tuần. Theo phương án khác, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong nhiều hơn 1 tuần. Theo một số phương án, ống thuốc tiêm được làm kín có thể phù hợp đối với lưu giữ trong thời gian ngắn bao gồm 2 tuần, 3 tuần hoặc một tháng. Trong một số ứng dụng, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong một tháng.

Trong một số ứng dụng, ống thuốc tiêm chứa chất lưu được làm kín có thể được lưu giữ trong khoảng thời gian dài hơn mà không có sự thất thoát rõ rệt hoặc suy biến. Theo phương án khác, ống thuốc tiêm chứa chất lưu được làm kín có thể được lưu giữ trong nhiều hơn một tháng. Theo phương án khác, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong nhiều hơn hai tháng. Theo một số phương án, ống thuốc tiêm được làm kín có thể phù hợp đối với lưu giữ trong thời gian dài bao gồm ba tháng, bốn tháng, hoặc lâu hơn. Trong một số ứng dụng, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong 5 tháng. Theo phương án khác, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong 6 tháng. Theo một số phương án, ống thuốc tiêm được làm kín có thể phù hợp đối với lưu giữ trong thời gian dài bao gồm 7 tháng, 8 tháng, hoặc lâu hơn. Trong một số ứng dụng, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong 9 tháng. Trong một số ứng dụng, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong 10 tháng. Theo phương án khác, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong 11 tháng. Theo một số phương án, ống thuốc tiêm được làm kín có thể phù hợp đối với lưu giữ trong thời gian dài bao gồm 12 tháng, hoặc lâu hơn. Trong một số ứng dụng, ống thuốc tiêm được làm kín có thể được lưu giữ trong 1,5 năm. Trong các ứng dụng khác nữa, được làm kín chất lưu được làm đầy ống thuốc tiêm có thể được lưu giữ trong nhiều hơn 1,5 năm.

Nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 có thể được tạo ra từ vật liệu phù hợp bất kỳ để sử dụng trong ứng dụng theo ý định. Theo cách ví dụ, trong các ứng dụng cho mắt, vật liệu phù hợp bất kỳ để sử dụng trong các ứng dụng về được phẩm cho mắt có thể được sử dụng, như là vật liệu polyme mà do không hóa học phản ứng với hoặc hấp phụ chất lưu để được phân phối. Trong khía cạnh khác, bề mặt của nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 mà được để lộ đến chất lưu để được phân phối có thể được tạo ra từ vật liệu mà có các đặc tính bề mặt mong muốn,

bao gồm ví dụ tính kỵ nước, tính ưa nước, tính không phản ứng, độ ổn định, v.v.. Các ví dụ về vật liệu phù hợp đối với nắp đậy 601 và khoang chứa 602 bao gồm vật liệu được thể hiện trong, nhưng không bị giới hạn bởi, Bảng 1.

Bảng 1: Ví dụ nắp đậy và khoang chứa vật liệu

Nhà sản xuất	Tên sản phẩm	Mô tả
Sealed Air	Nexcel Latitude ML29xxC	Màng được ép đùn được tạo thành chủ yếu từ PE
Sealed Air	Nexcel M2930	
Sealed Air	Nexcel MF513 trong	Rào chắn Medical màng với rào chắn oxy
Rollprint	Triad "C"	Composit tấm mỏng ép đùn của polyeste, polyetylen, nhôm lá và chất làm kín polyolefin được biến đổi
Alcan Packaging Pharmaceutical Packaging Inc.	Pouch laminate Product Code 92036	Composit đồng ép đùn chắn tốt gồm PET, chất bám dính, nhôm, polyetylen
Texas Technologies	SV-300X	3 mil nylon, EVOH, poly coex
SAFC Biosciences	Bioeaze	màng etyl vinyl axetat
Winpak	DF15YG2	Được tạo thành chủ yếu từ nhôm lá bóc ra được (Al/PE)
Winpak	WCS100	Tấm mỏng bao gói mềm được tạo thành từ PET, LDPE Al, và coex

Theo một số phương án theo sáng chế, vật liệu dùng cho khoang chứa 602 có thể được chọn đối với các đặc tính không đối với các thiết bị y học được FDA phê chuẩn. Vật liệu có thể được chọn bằng các phương pháp và chỉ tiêu đã được biết đến trong ngành, ví dụ, ISO 10993-5, Đánh giá sinh học của các thiết bị y học - Phần 5

được điển Mỹ 32, Các thử nghiệm phản ứng sinh học, in vitro; ISO 13485, Hệ thống Quản lý Chất lượng Các thiết bị y học; và ISO 17025, Các yêu cầu chung về năng lực của các phòng thí nghiệm thử nghiệm và định cỡ. Ví dụ, khoang chứa 602 có thể là màng không độc tế bào như là ML29xxC có được từ vật liệu kín khí (Sealed Air).

Theo sáng chế, vật liệu dùng cho khoang chứa 602 có thể là polyme. Theo một số phương án polyme có thể polyme được tạo lớp. Theo phương án khác, polyme có thể được đồng ép đùn tạo ra màng. Theo một số phương án, polyme có thể là polyme để sử dụng trong các thiết bị y học. Trong một ví dụ theo sáng chế, màng có thể là màng được tạo ra trên cơ sở polyetylen đồng ép đùn. Theo một số phương án, polyme có thể được tiệt trùng. Trong một khía cạnh, màng có thể được chọn theo khả năng của nó là liên kết các màng khác. Trong một ví dụ, màng khác có thể là Tyvek hoặc vật liệu thuốc được phủ khác. Trong một khía cạnh, màng có thể là hoặc là trong hoặc mờ. Trong một khía cạnh khác, màng có thể là kháng lại việc làm thủng. Trong một khía cạnh khác nữa, màng có thể là kháng lại các điều kiện khắc nghiệt hơn.

Trong một khía cạnh, màng có thể tạo ra được. Màng tạo ra được theo sáng chế có thể được chọn theo các yêu cầu của ứng dụng. Trong một số khía cạnh, màng có thể được chọn dựa trên một hoặc nhiều chỉ tiêu sau: độ dày, môđun Young, độ giãn dài, độ bền kéo căng, làm thủng lực, độ bền xé và khối mùi. Trong một số khía cạnh, tính mềm dẻo của màng có thể có ống thuốc tiêm có thể gấp xếp lại được. Trong một khía cạnh, ống thuốc tiêm có thể gấp xếp lại được có thể tạo ra việc loại trừ sự rò rỉ tùy thuộc vào các thay đổi của áp suất khí quyển.

Các ví dụ về màng tương thích với các thiết bị và các phương pháp theo sáng chế bao gồm các màng được nêu trong bảng 2. Theo sáng chế, các màng tương tự có thể được chọn dựa trên các đặc tính mong muốn của độ dày, môđun Young (MD), độ giãn dài (MD), độ bền kéo căng (MD), làm thủng, độ bền xé, và khối mùi.

Bảng 2: Màng làm ví dụ theo sáng chế

Màng được phủ vật liệu kín khí (Sealed Air) Nexcel®: Ví dụ ML29xxC								
	Đơn vị	ASTM	30C	45C	60C	70C	80C	10C
Độ dày*	micron		75	112,5	150	175	200	250

Môđun Young (MD)	kg/cm ²	D882	4967	5059	4995	5002	5016	5023
Độ giãn dài (MD)	%	D882	280	340	350	345	374	406
Độ bền kéo căng (MD)	kg/cm ²	D882	375	332	329	335	315	296
Làm thủng	N	F1306	13,26	19,39	24,24	28,02	31,70	38,99
Độ bền xé	g	D1004	718	1020	1360	1610	1817	2262
khối mù	%	D1003	12	16	22	31	33	43

Theo một số ứng dụng, nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 có thể được tạo ra từ vật liệu phù hợp để tiết trùng. Trong một số khía cạnh nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 có thể được tiết trùng cùng nhau làm đơn vị. Trong khía cạnh khác, nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 có thể được tiết trùng riêng rẽ, sử dụng một hoặc nhiều các phương pháp khác nhau của tiết trùng đã được biết đến trong ngành. Trong một số khía cạnh theo sáng chế, một hoặc nhiều tiết trùng các phương pháp có thể là được kết hợp, ví dụ hóa học và các phương pháp bức xạ như được đề xuất dưới đây.

Trong một khía cạnh, nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 có thể được tạo ra từ vật liệu mà tương thích với tiết trùng bằng bức xạ. Trong một khía cạnh, vật liệu có thể là tương thích với tiết trùng bằng bức xạ gama. Trong khía cạnh khác, vật liệu có thể được chọn là tương thích với bức xạ như là chùm điện tử, tia X hoặc hạt dưới nguyên tử.

Trong một khía cạnh khác, khoang chứa có thể được tạo ra từ vật liệu mà tương thích với hóa học các phương pháp tiết trùng. Theo một phương án, vật liệu có thể là tương thích với etylen oxit (EtO) tiết trùng. Theo một phương án khác, vật liệu có thể là tương thích với ozon (O₃) tiết trùng. Theo một phương án khác, vật liệu có thể là tương thích với Ortho-phthalaldehyt (OPA). Theo một phương án khác, hydro peroxit có thể được sử dụng làm tác nhân tiết trùng hóa học.

Trong một số khía cạnh theo sáng chế, nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 có thể được tạo ra từ vật liệu mà tương thích với tiết trùng nhiệt. Theo

một phương án, vật liệu tương thích tiết trùng nhiệt có thể là kháng lại tiết trùng nhiệt khô. Theo một phương án khác, vật liệu tương thích tiết trùng nhiệt có thể là tương thích với tiết trùng nhiệt ẩm. Trong một số khía cạnh theo sáng chế, nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 có thể được tạo ra từ vật liệu mà tương thích với Tyndalization.

Trong một số khía cạnh, vật liệu được chọn đối với nắp đậy 601, khoang chứa 602, và vòng tạo cứng 603 tạo ra việc lưu giữ chất lỏng trong thời gian dài. Theo một số phương án, ống thuốc tiêm được làm kín có thể bao gồm không thấm nước vật liệu. Trong một số khía cạnh, tính không thấm nước có thể được chọn trên cơ sở chất lưu. Trong một ví dụ không giới hạn theo sáng chế, chất lưu để dùng cho mắt, dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi có thể đòi hỏi bảo vệ khỏi chiếu sáng hoặc không khí để duy trì độ ổn định. Trong một ví dụ khác không giới hạn theo sáng chế, chất lưu để dùng cho mắt, dùng bao gồm dùng cục bộ, qua đường miệng, qua đường mũi hoặc qua phổi có thể đòi hỏi bảo vệ khỏi chiếu sáng và oxy để duy trì độ ổn định. Theo một số phương án, vật liệu có thể là không thấm khí. Theo một phương án, khí có thể là oxy. Theo phương án khác, vật liệu có thể là không thấm ánh sáng. Theo một phương án khác, vật liệu có thể là không thấm khí, ví dụ oxy, và không thấm ánh sáng.

Trong một khía cạnh theo sáng chế, vật liệu khoang chứa 602 và nắp đậy 601 có thể được chọn để phù hợp đối với các giai đoạn mở rộng. Do một khía cạnh, theo một số phương án, một hoặc nhiều đặc tính bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, độ bền kéo căng, % độ giãn dài, kháng độ bền xé và tác động đến độ ổn định có thể được sử dụng để xác định độ ổn định của vật liệu.

Tham khảo đến Fig.7, khoang chứa chứa chất lưu theo sáng chế có thể được tạo ra sử dụng quy trình tạo dạng, nạp đầy và làm kín như đã được biết đến trong ngành. Theo một số phương án, toàn bộ quy trình được nêu bật trên Fig.7 có thể được tiến hành trong các điều kiện tiết trùng theo sự tuân thủ với các tiêu chuẩn điều chỉnh áp dụng được đối với các thiết bị y học và tạo ra thuốc. Theo một phương án, màng có thể được áp dụng cho khuôn và sau đó được gian hiệt và chân không được tạo để tạo ra khoang chứa có dạng 609 và độ sâu 607. Bằng cách biến thiên dạng 609, độ sâu 607

và đường kính 604, khoang chứa hoặc ống thuốc tiêm có thể tích tổng được xác định (V_t) có thể được tạo.

Một khi được tạo ra, khoang chứa (ví dụ, khoang chứa 602 chẳng hạn), có thể được làm đầy với chất lưu và nắp đậy được áp dụng cho khoang chứa hoặc ống thuốc tiêm được làm đầy. Theo một số phương án và bằng cách ví dụ, việc làm kín được áp dụng để tạo ra phần đóng phía trên để khỏi rò rỉ. Các phương pháp gắn vào khác và làm kín nắp đậy vào khoang chứa đã được biết đến trong ngành. Sau làm kín ống thuốc tiêm riêng có thể được cắt ra khỏi dạng. Theo phương án khác, phần làm kín và cắt có thể xuất hiện đồng thời. Khoang chứa hoặc ống thuốc tiêm cuối cùng được làm kín khi đó phù hợp để lưu giữ, vận chuyển hoặc sử dụng trong sáng chế về cơ cấu bơm phụt. Như được đề cập trên đây, quy trình làm kín nắp tạo dạng được trình bày theo phương án này chỉ là một kỹ thuật để tạo và làm kín khoang chứa đã được biết đến trong ngành. Các kỹ thuật khác như là làm đầy kín bằng cách thổi và hàn RF tự làm kín còn có thể được sử dụng và không sử dụng yếu tố nắp đậy.

Theo một số phương án của sáng chế, chất lưu (V_f) có thể nạp đầy toàn bộ thể tích của khoang chứa 602 (ví dụ, V_t). Theo phương án khác, chất lưu có thể không hoàn toàn nạp đầy thể tích, để lại khoảng không ($V_{\Delta T}$). Theo phương án trong đó chất lỏng thể tích V_f bằng $V_{\Delta T}$, áp dụng nắp đậy có thể dẫn đến bẫy thể tích khí $V_{khí}$. Theo phương án khác, thể tích của khoang chứa 602 có thể được giảm bằng cách làm vụn hoặc biến dạng lên đến thể tích để làm giảm thể tích bằng thể tích (V_r). Theo sáng chế, thể tích của khoang chứa hoặc ống thuốc tiêm được làm kín sẽ là:

$$V_t = V_f + V_{khí} + V_r \text{ trong đó}$$

$$V_{\Delta T} = V_{khí} + V_r$$

Theo một số khía cạnh theo sáng chế, thể tích V_r tạo ra khả năng cho khoang chứa để mở rộng đến thể tích V_t , và nhờ đó làm giảm xu hướng khoang chứa bị rò rỉ khi được dùng trong thiết bị bơm phụt. Tương tự, thể tích V_r có thể giúp cho độ giãn nở là thể tích của chất lưu trong nước khi được vận chuyển hoặc lưu giữ đông lạnh hoặc ở các điều kiện trong đó thể tích của chất lỏng có thể mở rộng. Theo phương án khác, $V_{\Delta T}$ có thể bao gồm cả hai thể tích khí $V_{khí}$ và thể tích V_r nhờ đó, thay đổi về thể tích khí được kết hợp với các thay đổi về áp suất môi trường có thể được bù trừ và tạo

ra thiết bị bơm phụt không rò rỉ. Tương tự, thể tích V_r còn tạo ra độ giãn nở khí có thể tích $V_{\text{giãn nở}}$ mà có thể xuất hiện trong quá trình vận chuyển hoặc lưu giữ ở các điều kiện áp suất thấp hơn áp suất môi trường.

Trong một số khía cạnh theo sáng chế, khoang chứa có thể chứa thể tích khí $V_{\text{khí}}$. Trong một khía cạnh, khí có thể là không khí. Trong một khía cạnh, khí có thể là không khí mà được tháo hết oxy. Trong khía cạnh khác, khí có thể là khí không phản ứng. Trong một khía cạnh, khí có thể là nitơ. Trong một khía cạnh khác, khí có thể là khí hiếm như là heli hoặc argon. Trong khía cạnh khác, khí có thể là CO_2 . Khí bất kỳ có thể được sử dụng theo sáng chế.

Theo một số phương án theo sáng chế, các vật chứa tạo ra tính không nhạy trạng thái của các thiết bị bơm phụt. Trong một khía cạnh, vật chứa bao gồm khoang chứa mềm dẻo. Đặc biệt là, như được đề xuất bằng một số khía cạnh theo sáng chế, vật chứa cung cấp lượng không đổi của chất lưu đến cơ cấu bơm phụt, bất chấp mức chất lưu và định hướng của thiết bị. Trong một số khía cạnh, ống thuốc tiêm hoặc vật chứa nối thông về mặt chất lưu với cơ cấu bơm phụt tạo ra dòng chất lưu không đổi đến bề mặt sau của cơ cấu bơm phụt sao cho thể tích không đổi chất lưu được bơm phụt ra là các giọt nhỏ. Trong một khía cạnh khác, vật chứa hoặc ống thuốc tiêm nối thông về mặt chất lưu với tấm mao dẫn mà cung cấp và phân phối không đổi chất lưu trong vùng nạp chất lưu mao dẫn ở bề mặt bơm phụt ra ở phía sau của cơ cấu bơm phụt. Ống thuốc tiêm tạo ra tính không nhạy trạng thái của thiết bị bơm phụt và kháng sự rò rỉ do áp suất môi trường là giảm so với áp suất tiêu chuẩn ở mực nước biển. Do đó, dạng kết hợp của ống thuốc tiêm, tấm mao dẫn và cơ cấu bơm phụt đề xuất cả hai được làm giảm trạng thái và độ cao so với mặt nước biển độ nhạy đến thiết bị sao cho thể tích không đổi của các giọt nhỏ được phân phối.

Tham khảo đến Fig.8, thiết bị theo sáng chế bơm phụt chất lưu theo hướng 804, vuông góc với hướng của trọng lực 805. Trong một khía cạnh theo sáng chế, dạng kết hợp của ống thuốc tiêm 803 và tấm nạp chất lưu 802 tạo ra dòng chất lưu không đổi đến tấm bơm phụt 801 do trạng thái góc teta (θ) là thay đổi. Ví dụ, do trạng thái tăng, dạng kết hợp cung cấp tiếp tục dòng chất lưu không đổi. Do đó, theo khía cạnh theo sáng chế, thiết bị tiếp tục phân phối các giọt nhỏ theo hướng 804. Trong một khía cạnh

theo sáng chế, trạng thái góc teta (θ) có thể là tùy ý tăng hoặc giảm trong khi duy trì dòng chất lưu không đổi đến tám bơm phụt 801. Ví dụ, trạng thái góc teta (θ) có thể là ít hoặc nhiều hơn so với 45° . Do đó, trạng thái góc teta (θ) có thể là nằm trong khoảng từ 0 và 45° hoặc có thể là nằm trong khoảng từ 45° và 90° . Trạng thái góc teta (θ) còn có thể là 90° . Trạng thái góc teta (θ) còn có thể là 180° hoặc có thể là nằm trong khoảng từ 0 đến 180° .

Trong một số ứng dụng theo sáng chế, khoang chứa là khoang chứa mềm dẻo có thể tích tổng V_t và chứa thể tích của chất lỏng V_f và thể tích khí $V_{khí}$, và có thể tích V_r mở rộng được. Trong một số khía cạnh, thể tích V_r mở rộng được tạo ra và giúp cho sự giãn nở của khí $\Delta V_{khí}$ do các thay đổi về áp suất trong khi không chứa chì đến sự tăng về áp suất trong khoang chứa. Do đó, trong khi trong ví dụ chuyển tiếp, độ sự giãn nở là $\Delta V_{khí}$ không làm cho khoang chứa rò rỉ. Tương tự, sự giãn nở của chất lưu nước tùy thuộc vào việc đông lạnh có thể được trợ giúp một cách tương tự.

Nhiều ứng dụng theo sáng chế được bộc lộ. Sáng chế dự tính kết hợp đặc tính bất kỳ trong số các đặc tính của một ứng dụng với các đặc tính của một hoặc nhiều ứng dụng khác. Ví dụ, bất kỳ trong số các cơ cấu bơm phụt hoặc tám mao dẫn có thể được sử dụng kết hợp với khoang chứa, cũng như bất kỳ trong số các vỏ hoặc các đặc tính của vỏ, ví dụ, tám phủ, trụ đỡ, trụ tựa, chiếu sáng, việc làm kín và miếng đệm, cơ cấu làm đầy, hoặc cơ cấu cân bằng hàng. Các dạng biến đổi khác nữa trong bất kỳ trong số các chi tiết của bất kỳ trong số phương án trong đó người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực dự tính cho sáng chế. Các dạng biến đổi bao gồm việc lựa chọn vật liệu, phủ, hoặc các phương pháp sản xuất. Các phương pháp sản xuất khác đã được biết đến trong ngành và không rõ ràng được liệt kê ở đây có thể được sử dụng để sản xuất, thử nghiệm, hồi phục, hoặc duy trì thiết bị.

Ví dụ 1: Phép đo các giá trị vi sai áp suất rò rỉ

Fig.9 thể hiện thiết bị mà cho phép cơ cấu khoang chứa, tám nạp chất lưu và thiết bị bơm phụt được thử nghiệm đối với việc rò rỉ do áp suất là giảm. Chất lưu được làm đầy khoang chứa được gắn lên trên thiết bị thử nghiệm áp suất rò rỉ mà bao gồm ống thuốc tiêm duy trì được gắn (1), tám nạp chất lưu (2), mà phân phối chất lưu phía sau tám bơm phụt (3). Thiết bị thử nghiệm áp suất rò rỉ được đặt trong buồng chân

không mà được bơm bằng bơm cơ học phù hợp để đạt tới 2,75 psi. Ở áp suất này (2,75 psi) vi sai áp suất đo được giữa STP (13,23 psi) và áp suất rò rỉ đo được nhỏ nhất (2,75 psi) bằng 10,5 psi, hoặc 72,3 kPa. Rò rỉ ở áp suất này là tương đương với vi sai áp suất gặp phải trong khi di chuyển từ mực nước biển đến 2438,4 mét (31.000 feet). Fig.9 còn minh họa một khía cạnh của khoang chứa có V_r lớn hơn zero. Do đó, khoang chứa có sự giãn nở của khí làm áp suất môi trường là giảm bên trong buồng chân không. Biến thiên của V_r có thể ảnh hưởng đến áp suất rò rỉ.

Cung cấp các kết quả của thử nghiệm áp suất rò rỉ thông qua các lỗ 40um trên khoang chứa mềm dẻo 12mm sâu (ví dụ, độ sâu 607 của Fig.6).

Bảng 3: Thử nghiệm áp suất rò rỉ thông qua các lỗ 40um với khoang chứa mềm dẻo sâu 12mm

Thử nghiệm	% nạp đầy (%)	% thể tích không khí	Delta P (psi)	Delta P (kPa)
1	97,20	3,43	1,66	11,43
2	93,20	8,34	2,45	16,91
3	77,38	22,70	0,99	6,80
4	81,89	18,18	1,16	8,00
5	87,72	12,32	3,51	24,18
6	85,28	14,77	1,80	12,41
7	81,17	18,90	1,89	13,05
8	73,31	26,79	1,00	6,89

Cung cấp kết quả của thử nghiệm áp suất rò rỉ thông qua các lỗ 20um trên khoang chứa mềm dẻo sâu 20mm.

Bảng 4: Thử nghiệm áp suất rò rỉ thông qua các lỗ 20um với khoang chứa mềm dẻo sâu 20mm

Thử nghiệm	% thể tích không khí	Áp suất khởi đầu (psi)	Áp suất rò rỉ (psi)	Delta P (psi)	Delta P (kPa)
1	3,13	13,23	2,75	10,48	72,26
2	3,13	13,26	2,95	10,31	71,09
3	15,63	13,26	6,40	6,86	47,30
4	9,38	13,26	5,95	7,31	50,40
5	6,25	13,25	3,75	9,50	65,50
6	12,50	13,25	5,95	7,30	50,33
7	9,38	13,25	5,25	8,00	55,16

Cung cấp kết quả của thử nghiệm áp suất rò rỉ thông qua các lỗ 40um trên khoang chứa mềm dẻo sâu 20mm.

Bảng 5: Thử nghiệm áp suất rò rỉ trên 20mm khoang chứa mềm dẻo với các lỗ 40um

Thử nghiệm	% thể tích không khí	Áp suất khởi đầu (psi)	Áp suất rò rỉ (psi)	Delta P (psi)	Delta P (kPa)
1	2,3	13,28	2,75	10,53	72,6
2	6,3	13,28	3,18	10,1	69,6
3	9,4	13,28	5,2	8,08	55,7
4	12,5	13,28	5,5	7,78	53,6
5	15,6	13,28	5,9	7,38	50,9
6	18,8	13,27	6,15	7,12	49,1
7	21,9	13,27	6,35	6,92	47,7

Cung cấp kết quả của thử nghiệm áp suất rò rỉ thông qua các lỗ 40um trên khoang chứa cứng sâu 20mm.

Bảng 6: Thử nghiệm áp suất rò rỉ trên khoang chứa cứng với các lỗ 40um

Thử nghiệm	% thể tích không khí	Áp suất khởi đầu (psi)	Áp suất rò rỉ (psi)	Delta P (psi)	Delta P (kPa)
1	12,5	13,25	12,85	0,4	2,8
2	4,2	13,25	12,75	0,5	3,4
4	29,2	13,25	12,75	0,5	3,4
5	37,5	13,25	12,7	0,55	3,8
8	20,8	13,25	12,72	0,53	3,7

Fig.10 minh họa các kết quả sự giãn nở khoang chứa làm cơ cấu cân bằng áp suất. Do được thử nghiệm trong Ví dụ 1 và được thể hiện trong, do áp suất là giảm, khí mở rộng, gây ra độ sự giãn nở được gấp xếp lại thể tích V_r . Do $V_{khí}$ tiến gần đến thể tích tổng $V_{\Delta T}$ xu hướng của thiết bị là làm tăng rò rỉ. Thể tích nhỏ hơn của không khí nhìn chung được kết hợp với thấp hơn áp suất điểm rò rỉ. Delta P thể hiện áp suất ở đó dạng kết hợp bắt đầu rò rỉ.

Fig.11 thể hiện bằng đồ thị các kết quả của thử nghiệm áp suất rò rỉ của khác phương án theo sáng chế. Như được thể hiện, bề cứng chứa rò rỉ ở vi sai áp suất thấp mà không phụ thuộc vào % thể tích không khí (ví dụ, $V_{không\ khí} / V_t$). Khoang chứa sâu 12mm (ống thuốc tiêm) đòi hỏi vi sai áp suất cao hơn để dẫn đến rò rỉ và áp suất tối đa

bằng khoảng 25 được quan sát đối với khoảng 12% thể tích không khí. Khoang chứa sâu 20mm có hoặc là các lỗ 40 x 160 um hoặc các lỗ 20 x 40 um, đòi hỏi vi sai áp suất cao nhất để làm cho rò rỉ. Theo các phương án này, lỗ số lượng và kích cỡ không thể nhận ra.

Ví dụ 2: Phép đo khối lượng bị thất thoát theo thời gian:

Fig.12 thể hiện khối lượng thất thoát ra khỏi ống thuốc tiêm (vật chứa) theo thời gian để xác định khả năng lưu giữ của ống thuốc tiêm (các vật chứa) theo sáng chế. Dây vật chứa được lưu giữ trong 72 ngày và lượng của khối lượng được xác định. Từ thể tích tổng của 3,5ml, thể tích tổng của 50 μ l biến mất theo thời gian.

Thử nghiệm 3. Phép đo thể tích bơm phụt ở trạng thái góc khác nhau:

Fig.13 thể hiện thể tích bơm phụt ra ở trạng thái góc khác đi qua khoảng giá trị của tần số của thiết bị áp điện bơm phụt có hoặc là bề cứng chứa hoặc vật chứa mềm dẻo. Thiết kế ống thuốc tiêm mềm dẻo tạo ra việc bơm phụt thể tích chất lưu ổn định hơn qua khoảng giá trị tần số rộng hơn và mức nạp đầy.

Mặc dù trên đây mô tả các phương án khác nhau cho vật chứa theo cách minh họa và ví dụ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực đánh giá được rằng các thay đổi và các biến đổi khác nhau có thể được thực hành trong ý tưởng và phạm vi của bản mô tả này. Như được sử dụng ở đây, vật chứa có thể là vật thể bất kỳ phù hợp để giữ chất lưu. Theo cách ví dụ, vật chứa có thể được làm từ vật liệu phù hợp bất kỳ có khả năng chứa chất lưu. Các vật chứa theo sáng chế có thể là cứng hoặc mềm dẻo và các vật chứa theo sáng chế có thể còn được gấp xếp lại được. Như được sử dụng ở đây, có thể gấp xếp lại được là để chỉ việc giảm về thể tích thu được trong vật chứa đạt được bằng cách ép, gấp nếp, làm vụn, nén, tạo chân không, hoặc thao tác khác, sao cho thể tích tổng được đóng lại khi làm xẹp xuống nhỏ hơn so với thể tích mà có thể được đóng lại trong khoang chứa không được gấp xếp lại. Vật chứa có thể được làm từ vật liệu phù hợp bất kỳ mà có thể được tạo thành thể tích có khả năng của giữ thể tích chất lưu. Vật liệu phù hợp, ví dụ, có thể hoặc là mềm dẻo hoặc cứng và có thể được tạo ra hoặc được tạo sơ bộ. Như được sử dụng ở đây vật chứa, bằng cách ví dụ, có thể được tạo ra từ màng.

Trong khía cạnh khác, tấm nạp chất lưu theo sáng chế có thể được tạo ra theo cách liền khối thành thiết bị bơm phụt giữa vật chứa và cơ cấu bơm phụt. Theo một số phương án, thiết bị bơm phụt có thể là để phân phối chất lưu đến mắt của đối tượng, và có thể bao gồm vỏ, vật chứa được bố trí trong vỏ để nhận thể tích chất lưu, vật chứa là nối thông về mặt chất lưu với tấm nạp chất lưu, tấm nạp chất lưu là nối thông về mặt chất lưu với cơ cấu bơm phụt sao cho tấm nạp chất lưu cung cấp chất lưu đến bề mặt bơm phụt ra ở phía sau của cơ cấu bơm phụt, trong đó cơ cấu bơm phụt được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ của chất lưu. Cơ cấu bơm phụt có thể được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ có đường kính giọt nhỏ trung bình được bơm phụt ra lớn hơn 15micron, với dòng giọt nhỏ có dòng không khí bị cuốn theo thấp sao cho dòng giọt nhỏ lắng đọng trên mắt của đối tượng trong quá trình sử dụng.

Theo một số phương án, cơ cấu bơm phụt có thể bao gồm tấm bơm phụt và bộ kích thích áp điện; tấm bơm phụt bao gồm nhiều phần mở được tạo ra xuyên qua độ dày của nó; và bộ kích thích áp điện có khả năng vận hành để làm dao động tấm bơm phụt ở tần số, và tạo ra dòng giọt nhỏ được định hướng. Trong một số khía cạnh, tấm bơm phụt có thể được tạo ra từ vật liệu polyme môđun cao.

Theo một số phương án, bộ kích thích áp điện được ghép đôi với vùng ngoại vi của tấm bơm phụt sao cho không che khuất nhiều phần mở của tấm bơm phụt. Nhiều phần mở của tấm bơm phụt có thể được bố trí trong vùng trung tâm của tấm mà không được che phủ bởi bộ kích thích áp điện. Theo một số phương án, hình thái học ba chiều và dạng của các phần mở, bao gồm lỗ miệng đường kính và độ dài mao dẫn, và dây trong không gian trên tấm bơm phụt có thể được kiểm soát để tối ưu hóa việc tạo ra của dòng giọt nhỏ được định hướng.

Theo cách ví dụ, tấm nạp chất lưu có thể được tạo ra theo cách liền khối thành thiết bị bơm phụt hoặc cụm cơ cấu bơm phụt, hoặc được tạo kết cấu để mặt liên kết với cơ cấu bơm phụt như được bộc lộ, ví dụ, trong các đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Mỹ số 61/591,786, nộp ngày 27 tháng 1 năm 2012, với tên sáng chế “Cơ cấu bơm phụt môđun cao, thiết bị bơm phụt, và phương pháp sử dụng”; Đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Mỹ số 61/569,739, nộp ngày 12 tháng 12 năm 2011, với tên sáng chế “Cơ cấu bơm phụt, thiết bị bơm phụt, và phương pháp sử dụng”; và đơn yêu cầu cấp bằng sáng

chế Mỹ số 13/184,484, nộp ngày 15 tháng 7 năm 2011, với tên sáng chế “Thiết bị tạo ra giọt”.

Nhiều phương án và các ứng dụng theo sáng chế được bộc lộ ở đây. Sáng chế dự tính kết hợp đặc tính bất kỳ trong các đặc tính của một phương án với các đặc tính của một hoặc nhiều phương án khác. Ví dụ, bất kỳ trong số các cơ cấu bơm phụt hoặc các vật chứa có thể được sử dụng kết hợp với tấm nạp chất lưu, cũng như bất kỳ trong số các vỏ hoặc các đặc tính của vỏ được trình bày trong các tham khảo được kết hợp, ví dụ, tấm phủ, trụ đỡ, trụ tựa, chiếu sáng, việc làm kín và miếng đệm, cơ cấu làm đầy, hoặc cơ cấu cân bằng hàng. Các dạng biến đổi khác nữa ở khía cạnh bất kỳ trong số các khía cạnh theo sáng chế mà ở trong đó người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực dự tính cho sáng chế. Các dạng biến đổi bao gồm việc lựa chọn vật liệu, phủ, hoặc các phương pháp sản xuất.

Với việc tham khảo đến các hình vẽ từ Fig.14A đến Fig.14C, theo một phương án, tấm nạp chất lưu có thể bao gồm tấm mao dẫn 1400 bao gồm mặt liên kết vật chứa chất lưu 1402, mặt liên kết cơ cấu bơm phụt 1404, và một hoặc nhiều các phần mở chất lưu 1406. Nếu muốn, tấm mao dẫn 1400 có thể tùy ý bao gồm vật chứa vòng vỏ phần đối tiếp 1410 làm đơn giản nối với kết cấu vật chứa vỏ khác nhau (không được thể hiện trên hình vẽ), như được mô tả trong đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Mỹ số 13/184,484, nộp ngày 15 tháng 7 năm 2011, với tên sáng chế “Thiết bị tạo ra giọt”.

Ngoài ra, tấm mao dẫn 1400 có thể tùy ý bao gồm các kẹp làm chặt 1412 trên vòng vỏ phần đối tiếp 1410 để siết chặt tấm mao dẫn 1400 đến vật chứa vỏ (không được thể hiện trên hình vẽ). Mặc dù kết cấu ghim kẹp làm ví dụ và các vị trí được thể hiện, khác phương án và các vị trí được hình dung và trong của sáng chế. Tấm mao dẫn 1400 còn có thể bao gồm các phần nhô ra làm thùng 1414 trên mặt liên kết vật chứa chất lưu 1402 làm đơn giản phần mở của kết cấu vật chứa vỏ khác nhau (không được thể hiện trên hình vẽ). Ngoài ra, mặc dù các phần nhô ra chọc thùng làm ví dụ và các vị trí được thể hiện, khác phương án và các vị trí được hình dung và trong của sáng chế. Ví dụ, các phần nhô ra làm thùng có thể được tạo kích cỡ và được tạo dạng sao cho không cản trở dòng chất lưu thông qua một hoặc nhiều các phần mở chất lưu 1406.

Với việc tham khảo đến các hình vẽ từ Fig.15A đến Fig.15C, theo một số phương án, mặt liên kết cơ cấu bơm phụ 1502 của tấm mao dẫn 1500 được đặt theo cách bố trí song song với bề mặt bơm phụ ra ở phía sau 1506 của cơ cấu bơm phụ 1504 sao cho tạo ra phân cách 1508 giữa tấm mao dẫn và cơ cấu bơm phụ, và tạo ra dòng chất lưu 1510 giữa tấm mao dẫn 1500 và cơ cấu bơm phụ 1504 trong vùng nạp chất lưu mao dẫn 1512 ở bề mặt bơm phụ ra ở phía sau của cơ cấu bơm phụ. Điều này dòng chất lưu 1510 cho phép tấm mao dẫn 1500 đến cung cấp chất lưu đến bề mặt bơm phụ ra ở phía sau 1506 của tấm bơm phụ 1514 của cơ cấu bơm phụ. Kết cấu của tấm mao dẫn cung cấp và phân phối không đổi chất lưu trong vùng nạp chất lưu mao dẫn ở bề mặt bơm phụ ra ở phía sau 1506 của tấm bơm phụ 1514. Kết quả là, thể tích không đổi của các giọt nhỏ được tạo ra bằng cơ cấu bơm phụ, bất chấp mức chất lưu và định hướng của thiết bị (tức là, trạng thái).

Với việc tham khảo đến các hình vẽ Fig.16A và Fig.16B, chất lưu nạp giữa các bề mặt song song của tấm mao dẫn và tấm bơm phụ là phụ thuộc tùy thuộc vào khoảng cách d của tấm phân cách mao dẫn. Như được thể hiện trên Fig.16A, tấm phân cách lên đến 1mm tạo ra việc nạp chất lưu thích đáng (độ cao chất lỏng) trong vùng chất lưu nạp mao dẫn. Theo một số phương án, khoảng cách phân tách giữa tấm mao dẫn và cơ cấu bơm phụ nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,5mm, cụ thể hơn là nằm trong khoảng từ 0,2 đến 0,4mm, hoặc cụ thể hơn là bằng 0,3mm có thể được sử dụng.

Không mong muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, thể hiện chung đối với sự tăng mao dẫn giữa hai bề mặt song song được đưa ra dưới đây:

$$\langle h \rangle = \frac{\gamma_{lv}(\cos(\theta_1) + \cos(\theta_2))}{\rho g d} ; \quad h = \frac{2\gamma_{lv}\cos(\theta)}{\rho g d}$$

trong đó:

h là độ cao chất lỏng;

γ_{lv} là sức căng bề mặt hơi chất lỏng khi tiếp xúc với bề mặt;

θ là góc tiếp xúc giữa chất lưu và bề mặt;

ρ là chênh lệch tỷ trọng giữa chất lưu và hơi;

g là gia tốc của trọng lực; và

d là khoảng cách phân tách giữa các bề mặt.

Tấm nạp chất lưu có thể được tạo ra từ vật liệu phù hợp bất kỳ để sử dụng trong ứng dụng theo ý định. Theo cách ví dụ, trong các ứng dụng cho mắt, vật liệu phù hợp bất kỳ để sử dụng trong các ứng dụng về dược phẩm cho mắt có thể được sử dụng, như là vật liệu polyme mà do không hóa học phản ứng với hoặc hấp phụ chất lưu để được phân phối. Theo một số phương án, bề mặt của tấm nạp chất lưu mà được để lộ đến chất lưu để được phân phối có thể được tạo ra từ vật liệu mà có đặc tính bề mặt mong muốn, bao gồm các đặc tính ưa nước/kỵ nước, bề mặt năng lượng, v.v, sao cho làm đơn giản chất bắc và tác động mao dẫn giữa các bề mặt song song. Ví dụ, tham khảo bằng sáng chế Mỹ số 5,200,248 cấp cho Thompson và các đồng tác giả.

Theo một số phương án, tấm nạp chất lưu có thể được tạo ra từ vật liệu đơn, ví dụ, ở tấm mao dẫn phương án. Trong khía cạnh khác, tấm nạp chất lưu có thể là composit được tạo ra từ lớn hơn một vật liệu trong đó bề mặt mà được để lộ đến chất lưu để được phân phối được chọn sao cho có các đặc tính bề mặt mong muốn. Theo cách ví dụ, tấm mao dẫn có thể được tạo khuôn phun hoặc được tạo ra nhờ nhiệt làm mảnh đơn nhất hoặc làm các mảnh riêng rẽ. Nếu muốn, một hoặc nhiều bề mặt phân đối tiếp vật chứa có thể là riêng rẽ được tạo, hoặc được tạo làm mảnh nhất thể với các thành phần tấm mao dẫn. Không có ý định giới hạn, và bằng cách ví dụ, vật liệu bao gồm: polyamit bao gồm các nylon như nylon-6, HDPE, polyeste, co-polyeste, polypropylen, và polyme hoặc cấu trúc polyme ưa nước loại được dụng phù hợp khác.

Tấm nạp chất lưu có thể được tạo kích cỡ và được tạo dạng theo cách phù hợp bất kỳ sao cho để giao thoa với cơ cấu bơm phụt mong muốn sao cho chất lưu được cung cấp và vùng nạp chất lưu mao dẫn phù hợp được tạo ở mặt liên kết cơ cấu bơm phụt giữa tấm mao dẫn và sau cơ cấu bơm phụt bề mặt của cơ cấu bơm phụt. Với việc tham khảo đến các hình vẽ Fig.17A và Fig.17B, một phương án của tấm mao dẫn 1700 được minh họa. Tuy nhiên kích cỡ đưa ra trên các hình vẽ Fig.17A và Fig.17B chỉ là với mục đích minh họa, và sáng chế là không bị được giới hạn. Theo cách ví dụ, tấm mao dẫn 1700 có thể là nhìn chung được tạo dạng hình vuông và có độ dài mép bằng khoảng 25mm. Tuy nhiên, các dạng khác được hình dung, bao gồm nhìn chung kết cấu tròn, v.v.. Bốn phần mở chất lưu riêng rẽ 1706 được thể hiện bán kính hình khuyên

bằng khoảng 4,70mm, có phần mở chung độ rộng bằng khoảng 2,50mm và khoảng cách bằng khoảng 2 mm. Độ dày của phần tấm mao dẫn cho dòng chất lưu 1700 (tức là, phần tấm mao dẫn 1700 bao gồm phần mở cho chất lưu 1706) có thể là khoảng 0,30mm, và độ dày của vòng vỏ phần đối tiếp 1710 của tấm mao dẫn 1700 có thể là khoảng 2 mm. Các phần nhô ra làm thùng 1714 có thể là, ví dụ, từ 1,62mm chiều ngang đến 1,35mm theo độ dài để có các đặc tính nhô ra mong muốn trong khi vẫn cho phép đối với dòng chất lưu.

Để giúp cho việc hiểu sáng chế, các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.22 minh họa các hiệu quả khác nhau của việc sử dụng tấm nạp chất lưu được mô tả ở đây trên hiệu suất thiết bị bơm phụt. Các thực nghiệm được mô tả ở đây nên không được thiết lập làm đặc biệt là giới hạn sáng chế và các dạng biến đổi theo sáng chế, giờ đây đã được biết đến hoặc sau đó được phát triển, mà sẽ nằm trong hiểu biết của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực cần được xem là rơi vào trong sáng chế như được mô tả ở đây và được yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Cụ thể hơn, Fig.18 minh họa hiệu quả của tấm mao dẫn trên tần số cộng hưởng và lắng đọng khối lượng nước sử dụng tấm NiCo dày 160 micron của cơ cấu bơm phụt với các lỗ 25 và 40micron, thể hiện sự thay đổi xuống dưới về tần số. Fig.19 minh họa rằng do tỷ trọng (và do đó khối lượng) của chất lưu trong hệ thống cộng hưởng (như là vùng mao dẫn phía sau tấm bơm phụt) tăng, do vậy mà có sự thay đổi xuống dưới trong tần số cộng hưởng. Fig.20 minh họa việc thay đổi xuống dưới trong tần số được kết hợp với tấm mao dẫn được sử dụng với việc phân phối các chất lưu khác nhau sử dụng tấm NiCo dày 160micron của cơ cấu bơm phụt với các lỗ 25 và 40micron. Fig.21 minh họa cả hai sự giảm về tần số cộng hưởng và biên độ của cộng hưởng cấu trúc do tỷ trọng (ρ) và độ nhớt (η) của chất lưu trong hệ thống cộng hưởng là tăng. Theo cách ví dụ, và không cần thiết liên quan đến các giá trị cụ thể trong đồ thị của Fig.21, tỷ trọng và độ nhớt của nước, etanol và propylen glycol được đưa ra trong bảng dưới đây. Như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.18 đến Fig.21, sự có mặt của các tấm mao dẫn chỉ đến tổng thể sự thay đổi về tần số cộng hưởng, đến tần số thấp hơn. Sự thay đổi về thể tích được phun ra đối với chất lỏng là hệ quả của việc tăng tỷ trọng và độ nhớt, (nước, etanol, và propylen glycol).

Fig.22 minh họa tính không nhảy trạng thái của thiết bị bơm phụt mà bao gồm tám mao dẫn. Như được thể hiện, thể tích (khối lượng) được phân phối là tương đối không nhảy với thiết bị bơm phụt định hướng. Điều này bảo đảm hằng số phân phối và cung cấp của chất lưu phía sau tám bơm phụt. Kết quả là, thể tích không đổi của các giọt nhỏ được tạo và được phun ra bằng cơ cấu bơm phụt, bắt chấp mức chất lưu và định hướng của thiết bị.

Theo phương án khác, tám nạp chất lưu có thể bao gồm hệ thống phân phối chất lưu qua tám lỗ thùng, còn được gọi là hệ thống phân phối chất lưu tám mao dẫn/thùng, mà được tạo kết cấu để phân phối chất lưu từ vật chứa đến vùng duy trì chất lưu ở đằng sau của cơ cấu bơm phụt để phân phối làm dòng giọt nhỏ được định hướng nhờ áp điện bơm phụt ra. Không mong muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, hệ thống tám thùng có thể sử dụng một hoặc nhiều áp suất thủy tĩnh, áp suất mao dẫn, gradien áp suất hình học (hiệu quả Venturi), và hút hết không khí.

Một phương án của hệ thống phân phối chất lưu qua tám lỗ thùng và vận hành của nó được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.23 đến Fig.27. Các hình vẽ Fig.23A và Fig.23B thể hiện hình nhìn từ phía trước và hình nhìn từ phía sau, tương ứng, của cơ cấu bơm phụt 2300 với 5 lỗ đi lên 2302. Như được thể hiện phía trước hình trên Fig.23C và trong hình nhìn từ phía sau trên Fig.23D, hệ thống phân phối chất lưu qua tám lỗ thùng có thể bao gồm phần tám mao dẫn bao gồm vùng duy trì chất lưu giữa hệ thống phân phối chất lưu có tám lỗ thùng/mao dẫn và bề mặt sau của cơ cấu bơm phụt để tạo đường rãnh chất lưu đến cơ cấu bơm phụt bằng một hoặc nhiều cơ cấu, bao gồm tác động mao dẫn, và ít nhất một kim đục lỗ để chuyển chất lưu từ vật chứa đến vùng duy trì chất lưu. Theo phương án này, 6 kim đục lỗ 2306 mở rộng từ bề mặt sau của tám mao dẫn/thùng, các đường rãnh thông qua các kim mở rộng qua đến mặt trước của tám mao dẫn 2304 như được thể hiện bằng các lỗ 2308. Các kim 2306 được bao quanh bởi thành 2310 xác định vật chứa đối với phần cố định 2312 (được thể hiện trên Fig.23E cùng với chi tiết silicon tự làm kín làm kín 2314 mà được đặt trú trong phần cố định 2312).

Bắt đầu, bể chứa chứa chất lưu hoặc ống thuốc tiêm 2316 (các thuật ngữ này được sử dụng thay đổi cho nhau) được nối vào phần cố định và là nối thông về mặt

chất lưu với bề thứ cấp chứa được xác định bởi phần cố định và chi tiết làm kín silicon 2314. Tấm mao dẫn 2304 là, lần lượt, được gắn vào và nối thông về mặt chất lưu với cơ cấu bơm phụt 2300. Tuy nhiên, trước khi sử dụng, tấm thùng và cơ cấu bơm phụt 2300 có thể được cung cấp ở trạng thái không được nối từ phần cố định 2312 và vật chứa 2316 để ngăn ngừa trao đổi chất lưu. Trong quá trình giai đoạn khởi đầu của việc nối, kim đục lỗ 2302 được thể hiện ở phía sau của hình ảnh tấm thùng trên Fig.23D một phần được chèn vào miếng đệm hoặc vòng dây làm thùng tự làm kín silicon 2314 mà trụ tựa bên trong phần cố định 2312. Vật chứa thứ cấp được tạo ra trong phần cố định 2312 được mở không đổi chất lưu trong ống thuốc tiêm/vật chứa thứ nhất 2316. Ở giai đoạn này, chất lưu từ vật chứa đầu tiên mà chuyển dịch vào vật chứa thứ cấp của phần cố định 2312 không đi vào trong kim đục lỗ 2306, tuy nhiên, do rào chắn được tạo ra bằng vật liệu miếng đệm tự làm kín silicon 2314.

Việc làm thùng được hoàn thiện bằng cách ép vào tấm thùng các kim luôn luôn thông qua miếng đệm 2314 thành chất lưu được làm đầy phần cố định bằng việc ấn các kim thông qua miếng đệm silicon. Điều này có thể xuất hiện, ví dụ, khi phần cố định khớp bật nảy (được chỉ định bằng tiếng lách cách) vào trong vật chứa 2310 của tấm thùng 2304. Việc làm kín được duy trì sau khi làm thùng bởi vì miếng đệm silicon 2314 là phần tuân thủ và vật liệu tự làm kín. Việc chuyển khởi đầu của chất lưu từ vật chứa/khoang chứa thông qua kim đục lỗ ngay lập tức sau khi làm thùng các kết quả từ dạng kết hợp của áp suất thủy tĩnh, phần cố định duy trì/vật chứa thể tích, và chất lưu phản ứng lực từ làm thùng ban đầu mà truyền động chất lưu thông qua các ống mao dẫn được xác định bởi các kim rỗng và các đường rãnh trong tấm mao dẫn/thùng.

Một khi chất lưu đi thông qua các ống mao dẫn, sức căng bề mặt chế ngự hiệu quả sự tăng của chất lưu để kháng lại trọng lực. Do chất lưu tăng, nó loại đi không khí từ hệ thống bằng cách đẩy nó ra ở phía trước của các phần mở của cơ cấu bơm phụt hoặc các lỗ. Các lỗ tăng mao dẫn 2301 được đặt trong trên tấm bơm phụt 2320 của cơ cấu bơm phụt cao hơn áp điện chi tiết 2322 mà dùng làm giảm nhẹ áp suất đối với không khí trong hệ thống. Khi không có mặt các lỗ tăng mao dẫn 2302 này, hệ thống sẽ là đóng trong vùng cao hơn các phần mở của cơ cấu bơm phụt và chất lưu sẽ ngừng tăng do làm tăng tạo dựng lên trong áp suất không khí mà cuối cùng là tương đương với áp suất mao dẫn. Để đạt được việc tăng hoàn toàn, tất cả không khí cần phải được

đẩy ra khỏi hệ thống. Các lỗ tăng mao dẫn 2302 (được thể hiện qua hình vẽ nhìn từ phía sau trên Fig.25A và từ phía trước trên Fig.25B) tác động do các lỗ cân bằng áp suất và được đặt trong và đúng dẫn được tạo kích cỡ (để ngăn ngừa chất lưu không rò rỉ) và cho phép chất lưu tăng hoàn toàn nhờ đó đảm bảo rằng không có (hoặc rất ít) không khí duy trì trong hệ thống. Cụm cơ cấu bơm phụt được lắp ráp được thể hiện từ phía trước trên Fig.24A và từ phía sau trên Fig.24B.

Fig.26 minh họa sơ đồ làm nổi bật dòng chất lưu thông qua hệ thống tấm thủng sau khi hoàn toàn làm thủng thông qua miếng đệm silicon. Dòng chất lỏng thông qua hệ thống làm thủng và đến phòng tấm mao dẫn 2600, đẩy không khí ra của các phần mở của cơ cấu bơm phụt hoặc các lỗ 2602 và các lỗ tăng mao dẫn 2302. Với việc tham khảo đến Fig.23C và Fig.23D, tấm lỗ thủng/mao dẫn 2304 minh họa thiết kế với 6 kim với đường kính trong (ID) bằng 650micron và đường kính ngoài (OD) bằng 1mm. Số lượng kim có thể là nhỏ như 1 kim mà còn có thể bao gồm nhiều kim, ví dụ, 8 kim với ID kích cỡ nằm trong khoảng từ 500 micron-3mm và OD kích cỡ nằm trong khoảng từ 600 micron-4mm. Lỗ đi lên được thể hiện trên Fig.25 còn có thể biến thiên từ những nội dung được thể hiện trong hình vẽ này. Hình vẽ này thể hiện 5 đường kính 20micron được tạo kích cỡ lỗ đi lên tuy nhiên số lượng của các lỗ có thể là nhỏ bằng 1 lỗ mà còn có thể bao gồm nhiều lỗ ví dụ, 8 lỗ với đường kính của các lỗ nằm trong khoảng từ 10 micron đến 50 micron.

Theo cách khác, với việc tham khảo đến các hình vẽ từ Fig.44 đến Fig.46, tấm thủng có thể được thiết kế với hệ thống làm thủng kim dài. Do thiết kế có thể, ví dụ, được sử dụng liên quan đến một số kết cấu của thiết kế vật chứa như là hình chữ nhật đứng ứng suất căng thấp (LTS) các vật chứa (tức là, thiết kế túi IV).

Tấm thủng có thể là được tạo cấu trúc từ vật liệu phù hợp bất kỳ, như được mô tả và được minh họa ở đây. Đối với ví dụ không giới hạn, tấm thủng có thể được tạo cấu trúc từ: Polyme tinh thể lỏng "LCP" (được làm đầy thủy tinh từ 0 đến 30%); Nylon 6; Nylon 6,6; Polycacbonat; Polyeteimit (Ultem); Polyete ete keton (PEEK); Kapton; Polyimit (Kapton); Thép không gỉ 316L; thép không gỉ được phủ cacbon giống kim cương (DLC) (300 dãy); nhôm được phủ cacbon giống kim cương (DLC); đồng được phủ cacbon giống kim cương (DLC); coban phosphat tinh thể nano được

phủ cacbon giống kim cương (DLC); Coban phosphat tinh thể nano (nCoP); thép không gỉ được phủ vàng (300 dãy); Thép không gỉ được phủ polyme (polyme được liệt kê trên đây) (300 dãy); đồng được phủ polyme (polyme được liệt kê trên đây) (300 dãy); nhôm được phủ polyme (polyme được liệt kê trên đây) (300 dãy), v.v..

Mặc dù trên đây mô tả các phương án khác nhau theo cách minh họa và ví dụ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực đánh giá được rằng các thay đổi và các biến đổi khác nhau có thể được thực hành trong ý tưởng và phạm vi của bản mô tả này. Thậm chí thông qua thuật ngữ “tấm mao dẫn” và “tấm thùng” được sử dụng để mô tả các phương án khác nhau, có thể đánh giá được rằng phần mô tả áp dụng được cho tấm nạp chất lưu bất kỳ, cần là không có dạng tấm và có thể có kết cấu phù hợp bất kỳ để tạo đường rãnh chất lỏng từ vật chứa đến cơ cấu bơm phụt.

Như được sử dụng ở đây, vật chứa có thể là vật thể bất kỳ phù hợp để giữ chất lưu. Theo cách ví dụ, vật chứa có thể được làm từ vật liệu phù hợp bất kỳ có khả năng chứa chất lưu. Các vật chứa theo sáng chế có thể là cứng hoặc mềm dẻo và các vật chứa theo sáng chế có thể còn được gấp xếp lại được. Như được sử dụng ở đây, có thể gấp xếp lại được là để chỉ việc giảm về thể tích thu được trong vật chứa đạt được bằng cách ép, gấp nếp, làm vụn, nén, tạo chân không, hoặc thao tác khác, sao cho thể tích tổng được đóng lại khi làm xẹp xuống nhỏ hơn so với thể tích mà có thể được đóng lại trong khoang chứa không được gấp xếp lại. Vật chứa có thể được làm từ vật liệu phù hợp bất kỳ mà có thể được tạo thành thể tích có khả năng của giữ thể tích chất lưu. Vật liệu phù hợp, ví dụ, có thể hoặc là mềm dẻo hoặc cứng và có thể được tạo ra hoặc được tạo sơ bộ. Như được sử dụng ở đây vật chứa, bằng cách ví dụ, có thể được tạo ra từ màng.

Hơn nữa, vật chứa có thể là nối thông về mặt chất lưu với tấm nạp chất lưu tạo ra mặt liên kết vật chứa chất lưu, và theo một số phương án tấm nạp chất lưu có thể tùy ý bao gồm bề mặt phản đối tiếp vật chứa hoặc vòng làm đơn giản nối với kết cấu vật chứa chất lưu khác nhau.

Trong một số khía cạnh, vật chứa của hệ thống theo sáng chế có thể được tạo kết cấu là ứng suất căng thấp hoặc vật chứa “LTS”. Vật chứa LTS theo sáng chế nhìn chung được thiết kế để giảm thiểu hoặc loại đi gradien áp suất dương được áp đặt trên

hệ thống bằng vật chứa được tạo ra từ hiệu quả nhớ, hình thành gấp nếp, và làm xẹp xuống không bị xiên đi. Như gradien có thể dẫn đến phục hồi của vật chứa (sự giãn nở trong thể tích) mà áp dụng vi sai áp suất thực trên hệ thống, dẫn đến sự cô tiềm năng bằng cách hút không khí vào trong hệ thống thông qua các phần mở của cơ cấu bơm phụt. Trong một số khía cạnh, để hiệu chỉnh cho sự vi sai áp suất, vật chứa LTS được tạo kết cấu sao cho được tạo xiên đi để làm xẹp xuống vào vị trí nghỉ nằm thấp của nó, mà làm giảm hoặc loại đi khả năng hình thành gấp nếp.

Vật chứa LTS còn được tạo cấu trúc từ vật liệu mỏng, mềm dẻo (ứng suất căng thấp) mà kháng lại mở rộng thể tích, hồi phục, và hiệu quả nhớ không có sự dàn xếp kháng tính trượt và bay hơi (tham khảo bảng 7). Các vật chứa LTS, như được giải thích trên đây và chi tiết hơn dưới đây, có thể là được tạo cấu trúc theo cách phù hợp bất kỳ, ví dụ, bao gồm hàn RF, quy trình làm kín nạp thổi, quy trình nạp tạo dạng làm kín, v.v..

Không mong muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, để trợ giúp việc vận chuyển chất lưu từ bể duy trì/chứa chất lưu và thông qua các ống mao dẫn trong quá trình vận hành, vật chứa LTS còn có thể được thiết kế hình học để gia tốc chất lưu bằng cách kết hợp nguyên lý liên tục và hiệu quả Venturi như được thể hiện trên Fig.27 và như được mô tả dưới đây theo phương trình Bernoulli đối với dòng không thể nén, và được thể hiện trên Fig.28.

Ngoài ra, không mong muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, Fig.28 mô tả sự biến thiên hình thái học vật chứa thành biên dạng hội tụ (diện tích lớn hơn đến diện tích nhỏ hơn) như thế nào dẫn đến chất lưu gia tốc do nó chuyển dịch xuống vật chứa vì sự tăng về tốc độ dẫn đến từ nguyên lý liên tục. Theo phương trình Bernoulli, sự tăng về tốc độ từ nguyên lý liên tục sẽ dẫn đến việc giảm về áp suất trong vùng của tăng tốc độ (để duy trì nguyên lý liên tục). Thay đổi này về áp suất tạo ra gradien mà trợ giúp trong việc vận chuyển chất lưu thành phần cố định và thông qua kim làm thùng/các ống mao dẫn. Điều này sự tăng về tốc độ dẫn đến từ thay đổi diện tích hội tụ đã được biết đến là hiệu quả Venturi.

Fig.29 minh họa cách mà áp suất thủy tĩnh truyền động chất lưu từ ống thuốc tiêm LTS vào trong phần cố định và thông qua kim làm thùng thành vật chứa chất lưu.

Để tối đa hóa áp suất thủy tĩnh ống thuốc tiêm cần là được định hướng trong vị trí trên bên phải khi mà áp suất thủy tĩnh là chức năng của độ cao.

Bảng 7

Dạng ống thuốc tiêm	Vật liệu ống thuốc tiêm	Độ dày
Hàn RF	Polyuretan (PU), PU/Polyvinyliden clorua (PVDC)/PU, Etylen-Vinyl Axetat (EVA) Polyuretan dẻo nhiệt (TPU) PU/Etylen-Vinyl Alcohol (EVOH)/PU Isoplast® ETPU	Từ 2 đến 12 mil
Làm kín nạp đầy thổi	Polyetylen tỷ trọng thấp (LDPE) LDPE w/ EVA (10%-50%) EVA (100%)	Từ 2 đến 15 mil
Làm kín nạp đầy theo dạng	Victrax (lớp chắn LDPE w/ oxy) TPU	Từ 2 đến 12 mil

Fig.30 thể hiện hình vẽ dạng sơ đồ của bể chứa LTS gia tốc không chất lưu, mà tự bản thân xếp xuống. Hình chữ nhật đứng thể hiện vật chứa (tương tự với túi IV) mà được thiết kế để làm xếp xuống dọc theo kích cỡ tối thiểu của nó (không được thể hiện trên hình vẽ). Hình chữ nhật đứng thiết kế vật chứa được định hướng phía bên phải để tối đa hóa độ cao sao cho hiệu quả của áp suất thủy tĩnh được tối đa hóa. Hình ảnh thứ hai được thể hiện là hình chữ nhật nằm mà hoạt động theo cách tương tự với hình chữ nhật đứng, nhưng không có tối đa hóa hiệu quả của áp suất thủy tĩnh. Hình ảnh thứ ba thể hiện kết cấu vật chứa hình vuông. Fig.31 thể hiện hình vẽ dạng sơ đồ của chất lưu gia tốc vật chứa LTS hình học.

Với việc tham khảo đến Fig.32, hai ví dụ về vật chứa chất lưu hình tròn LTS gia tốc được minh họa, một được tạo cấu trúc bằng làm đầy bởi các quy trình thổi kín (Fig.32A) và bằng cách hàn RF khác (Fig.32B). Như được thể hiện, lượng xếp xuống có thể được cải thiện khi vật chứa được làm xiên đi để làm xếp xuống dọc theo kích cỡ tối thiểu, mà trên Fig.32 là độ dày. Dạng xếp xuống rộng ngăn ngừa việc hình thành gấp nếp trong vật chứa trong quá trình vận hành. Đối với thiết kế vật chứa đứng, việc

bảo vệ hơn nữa để kháng lại hình thành gấp nếp trong quá trình vận hành của thiết bị bơm phụt có thể được tạo ra bằng cách kèm theo vật chứa trong vỏ mà ngăn ngừa nó từ gấp nếp qua chính nó khi nó rỗng. Dữ liệu hỗ trợ của hiệu suất các vật chứa này được đề xuất ở đây.

Fig.33 thể hiện kết cấu của tấm thùng 3300 và làm đầy bằng cách thổi kín vật chứa với phần cố định được loại đi. Theo một số phương án, trong đó đối với tự làm kín vật chứa vật liệu được sử dụng, làm thùng có thể xuất hiện trực tiếp thông qua vùng thấp hơn của vật chứa. Khoang nạp đầy được thể hiện ở đáy của Fig.33 được thiết kế để cho phép đối với tối đa chất lưu nạp đầy của bể thứ cấp chứa. Thay đổi làm thùng cơ cấu đối với cụm tấm thùng làm kín nạp đầy thổi được thể hiện trên Fig.34.

Fig.34 A thể hiện biên dạng bên cạnh của một phương án khác của việc làm kín nạp đầy thổi vật chứa tấm thùng bộ. Fig.34A thể hiện việc tạo cứng cơ cấu ở dạng vỏ chất dẻo 3400 được sử dụng để trợ giúp trong kim làm thùng thông qua vật chứa nạp bằng cách thổi khi nó được tạo cấu trúc từ vật liệu tự làm kín. Hình ở bên phải (Fig.34B) thể hiện kết cấu khi vật chứa làm kín nạp đầy thổi không tự làm kín tùy thuộc vào làm thùng và phải được nối vào phần cố định trong cùng phương thức như trên các hình vẽ từ Fig.22 và Fig.23. Như được thể hiện trên Fig.34B, các kim cần đi thông qua miếng đệm silicon thành vùng được thể hiện làm “Các kim làm thùng thông qua ở đây”.

Theo phương án khác nữa theo sáng chế, Fig.35 minh họa hình học của các vật chứa mà được tạo xiên đi để làm xẹp xuống cách nào đó để ngăn ngừa hình thành gấp nếp. Việc phun xuống và quy trình kéo xuống và các kết quả đối với các ống thuốc tiêm này được bộc lộ trong ví dụ dưới đây.

Ví dụ 3: Phép đo của việc phun và việc kéo xuống

Các thử nghiệm kéo xuống tĩnh được tiến hành để xác định lượng áp suất âm mà kết cấu vật chứa khác, ví dụ, như được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.30 đến Fig.35, áp dụng trên hệ thống như chúng lấy ra chất lưu. Cài đặt thực nghiệm cho thử nghiệm này được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.36 đến Fig.37. Quy trình thực nghiệm là như sau: vật chứa được gắn vào ống cột nước mà được nối vào cơ cấu điều

chính chân không được nối vào bơm cơ học được sử dụng để đưa chất lưu từ vật chứa hoặc ống thuốc tiêm.

Thử nghiệm lắng đọng khối lượng được tiến hành để xác định khối lượng của việc phun từ thiết bị ở tần số đưa ra hoặc nhiều tần số (lắng đọng khối quét). Đưa ra mà một số tần số có khối lượng rất thấp cho một lần phun, mà có thể là ở dung nạp thấp hơn của thang được sử dụng đối với việc đo khối lượng, số lượng của phun được biến thiên theo mẫu ở từng tần số, sau đó được lấy trung bình để xác định cho một lần phun thể tích ở từng tần số. Điều này còn được hỗ trợ loại đi một số lỗi trong phép đo. (thang được sử dụng có thể được đọc đến phần 10 miligam.). Cài đặt này được chạy bằng máy tính xách tay, mà được truyền thông với thang, chức năng máy sinh, và máy nghiệm dao động. Khối lượng của phun được ghi lại cũng như các đặc tính điện (pha và độ lớn của điện áp và dòng điện, và kháng trở) trong quá trình phun. Việc cài đặt được kiểm soát bằng chương trình quan sát từ phòng thí nghiệm mà được biên soạn thành chương trình máy tính được thực hiện bằng hình ảnh từ phòng thí nghiệm và hoạt động từ máy tính xách tay. Chương trình này cho phép người sử dụng để lựa chọn thiết bị phòng thí nghiệm trong việc cài đặt, tạo thuận tiện cho thang đo, và nhận diện Universal Serial Bus (USB) đối với máy nghiệm dao động và chức năng máy sinh. Người sử dụng còn được xác định các thông số thử nghiệm: điện áp, dạng sóng, tần số bắt đầu, tần số kết thúc, kích cỡ bước, số lượng phun, thời gian giữa các lần phun, và thời gian phun. Chương trình được truyền thông với chức năng máy sinh, cài đặt tần số đối với việc phun và số lượng của chu trình để đạt được thời gian phun thích hợp, và được cài đặt máy nghiệm dao động để thu được đơn từ bộ khởi động (Mẫu dò điện áp). Chương trình sau đó ra lệnh bộ phận sinh chức năng để khởi động dạng sóng. Tín hiệu được gửi đến bộ khuếch đại vận hành để tăng thế tín hiệu đến điện áp thích hợp, mà sau đó được áp dụng cho thiết bị (0 đến $\pm 90\text{V}$). Ở thiết bị, mẫu dò điện áp và dòng điện được gắn để xác định lại điện áp và để được đọc dòng điện. Sự trễ được viết thành chương trình để cho phép thời gian cho thang để cân bằng (gần bằng 8 giây) trước khi đọc khối lượng từ thang và xác định khối lượng cho một lần phun. Thang được chuẩn về zero ở thời điểm bắt đầu thử nghiệm và ở từng một nửa gam. Ở từng một nửa gam khi thang về zero, thang được làm sạch và vật chứa được gắn vào thiết bị được làm đầy lại. Điều này bảo đảm rằng thiết bị không cho ra chất lưu, và hạ thấp lỗi

từ việc bay hơi của chất lưu trên thang bằng giới hạn lượng của chất lưu trên thang mà có thể bay hơi đến 0,5g. Thang được đọc sau khi từng được cài đặt của phun như được xác định bởi người sử dụng (thường là 5). Khối lượng của phun được xác định bằng cách trừ đi giá trị trước đó từ đọc thang hiện hành, nhờ đó loại đi thời gian cần để đưa thang về zero giữa các lần cài đặt cho việc phun.

Fig.38 thể hiện hiệu suất phun (24% chất lưu) của vật chứa được kiểm soát mà có độ cứng đúng và làm xẹp xuống để tạo ra nhiều gấp nếp mà dẫn đến việc tạo ra áp suất âm. Fig.39 thể hiện các kết quả đối với vật chứa LTS đại diện theo sáng chế, như được minh họa trên Fig.35. Điều này thể hiện sự cải thiện trong hiệu suất phun khi tạo ra hình thái học được tạo xiên đi để làm xẹp xuống theo hướng được kiểm soát cũng như chọn vật liệu mềm dẻo và vật liệu độ dày thích hợp. Đồ thị thể hiện rằng phần lớn mẫu (nhiều thử nghiệm của cùng dạng ống thuốc tiêm với cùng độ dày) cho phép 80 % hoặc lớn hơn của chất lưu được loại đi, với một vài cái nằm ngoài, mà được loại đi nhỏ hơn rất nhiều nhưng tốt hơn so với vật chứa được gấp nếp, được kiểm soát của Fig.38.

Fig.40 thể hiện hiệu suất phun của hai quy trình riêng rẽ với một phương án của vật chứa tròn LTS. Vật chứa này thể hiện sự cải thiện rõ rệt, với hơn 90% chất lưu được loại bỏ. Fig.41 thể hiện việc kéo xuống để lựa chọn thiết kế ống thuốc tiêm tròn LTS từ Fig.35. Các đồ thị này thể hiện cải thiện lớn về áp suất âm được tạo ra từ hệ thống khi sử dụng vật chứa tròn LTS. Không mong muốn bị giới hạn bởi lý thuyết, Fig.42 thể hiện cơ cấu cần thiết trong việc phun đảo ngược sử dụng vật chứa tròn LTS, trong khi Fig.43 thể hiện các kết quả tiến hành phun thực tế của vật chứa LTS được phun ra trong hệ thống làm thùng hoàn toàn lật ngược.

Theo khía cạnh khác theo sáng chế, tấm nạp chất lưu có thể được thiết kế với hệ thống kim làm thùng khác, như được minh họa trên các hình vẽ từ Fig.44 đến Fig.46. Do thiết kế có thể được sử dụng liên quan đến thiết kế vật chứa, ví dụ, hình chữ nhật đứng LTS các vật chứa (tức là, các thiết kế kiểu túi IV).

Như được trình bày trên đây, tấm bơm phụt của hệ thống có thể bao gồm các lỗ tăng mao dẫn để tạo ra việc giảm áp suất khí bổ sung trên diện tích hoạt động (các phần mở của cơ cấu bơm phụt). Việc giảm áp suất khí bổ sung này có thể nhờ đó cho

phép việc tăng chất lưu mao dẫn hoàn toàn, mà cho phép duy trì/vật chứa hoàn toàn được làm đầy với chất lưu. Theo một số khía cạnh theo sáng chế, ngạc nhiên đã phát hiện ra rằng nếu các lỗ này là không được đặt cao hơn các phần mở của cơ cấu bơm phụt, thì thiết bị có thể không vận hành một cách hiệu quả một khi chất lưu rơi xuống dưới mức của các phần mở của cơ cấu bơm phụt (nhờ đó cho phép một cách tiềm năng không khí chuyển dịch ra ngoài vào trong hệ thống trong quá trình vận hành).

Khi tạo cấu trúc các lỗ tạo mao dẫn tăng, việc tối ưu hóa kích cỡ lỗ là quan trọng. Các lỗ tốt hơn là đủ lớn để cho phép tốc độ thổi hợp lý sao cho mao dẫn tăng là không quá chậm và tốt hơn là nhỏ đủ sao cho chất lưu không dễ dàng rò rỉ khi lỗ được căn thẳng hàng theo hướng của trọng lực. Việc rò rỉ của chất lưu ra khỏi lỗ tăng là chức năng của kích cỡ của lỗ cũng như sức căng bề mặt của chất lưu. Chất lưu với sức căng bề mặt cao hơn có tăng mặt kháng rò rỉ do độ bền của mặt khum chất lưu (mà là chức năng sức căng bề mặt của chất lưu) được tạo trong sự tăng lỗ bằng chất lưu, mà tạo ra rào chắn từ chất lưu rò rỉ ra và không khí chuyển dịch vào. Rào chắn được chọc thủng khi áp suất thủy tĩnh của vật chứa (ống thuốc tiêm) khắc phục sức căng bề mặt trong sự tăng lỗ khoang (tham khảo Fig.47).

Tắm nạp chất lưu theo sáng chế sử dụng tác động mao dẫn để vận chuyển chất lưu đến vị trí phía sau diện tích tác động của áp điện lưới để bơm phụt ra, ví dụ, như được trình bày trước đây khi xét đến Fig.27. Mao dẫn tăng là chức năng sức căng bề mặt của chất lưu, bề mặt năng lượng của bề mặt khi tiếp xúc với chất lưu (góc tiếp xúc), và phân cách khoảng cách của bề mặt khi tiếp xúc với chất lưu. Để đạt được tối ưu hóa hiệu suất đối với hệ thống tắm thùng vật liệu ưa nước (góc tiếp xúc giữa chất lưu và bề mặt nhỏ hơn so với 90 độ) tốt hơn là được sử dụng đối với các đường rãnh mao dẫn. Ngoài ra vật liệu tốt hơn là tương thích sinh học và hóa học trơ. Khoảng cách phân tách của bề mặt chứa chất lưu sự tăng tốt hơn là được chỉnh để đảm bảo rằng độ rộng mao dẫn nhỏ hơn đáng kể so với độ dài mao dẫn của chất lưu nhờ đó đảm bảo rằng lực bề mặt là rõ rệt hơn so với lực trọng lực. Như được thể hiện trên Fig.27, mao dẫn tăng trong hệ thống xuất hiện giữa tấm thùng (tấm mao dẫn + các kim) và tấm bơm phụt (mà bao gồm diện tích tác động hoặc các phần mở (áp điện mạng lưới)).

Ví dụ 4: Phép đo của việc tăng mao dẫn

Các hình vẽ từ Fig.48 đến Fig.49 minh họa áp suất mao dẫn đối với một nửa các giọt nhỏ được tạo kích cỡ khác nhau của nước và latanaprost làm ví dụ thuốc cho mắt. Do đó, tấm nạp chất lưu phân cách khoảng cách từ tấm bơm phụt là thông số quan trọng để tối ưu hóa việc tăng mao dẫn cho một số độ cao cao hơn các phần mở của cơ cấu bơm phụt. Điều này tấm phân cách khoảng cách (dọc theo với độ nhót và sức căng bề mặt của chất lưu) còn tác động đến thời gian đối với chất lưu để làm tăng cho độ cao cuối. Như được thể hiện trên Fig.50, thiết bị được thiết kế để việc phun nước và nước muối có thể vận hành với khoảng cách mao dẫn nhỏ hơn hoặc bằng 2,7 mm. Tuy nhiên, hệ thống theo sáng chế là không so được giới hạn, và khoảng cách mao dẫn (phân cách giữa tấm mao dẫn và tấm bơm phụt) từ 2,7mm đến 1,7mm, và dưới đây 1,7mm có thể được sử dụng để đạt được tăng mao dẫn lớn hơn. Theo một số phương án, khoảng cách đối với hệ thống tấm thùng có thể là nằm trong khoảng từ 50 đến 200micromét.

Về khía cạnh này, Fig.51 thể hiện mao dẫn tăng đối với nước muối trong các đường rãnh mao dẫn được làm từ các vật liệu khác nhau. Fig 52 thể hiện mao dẫn tăng giữa tấm mao dẫn và tấm thùng không có lỗ tăng mao dẫn 2302. Điều này trái ngược với tăng mao dẫn tốt hơn nhiều được thể hiện trên Fig.53, mà thể hiện sự tăng khi lỗ tăng mao dẫn được bao gồm.

Hơn nữa, các bảng từ 8 đến 10 dưới đây thể hiện dữ liệu mao dẫn tăng trong đường rãnh mao dẫn giữa tấm nạp chất lưu và bề mặt sau của cơ cấu bơm phụt là kết quả của sử dụng số lượng và kích cỡ khác của các lỗ tăng mao dẫn 2302. Bảng 8 thể hiện dữ liệu cho thời gian tăng đối với nước, Bảng 9 thể hiện thời gian tăng đối với Latanaprost ở nhiệt độ trong phòng, và Bảng 10 thể hiện thời gian tăng đối với được làm lạnh Latanaprost đến 38 °F. Một số kết quả phải được loại bỏ như trong vận hành (In-Op, vùng hoạt hóa đã qua không nạp, vào trống) do các nhược điểm trong các lỗ tăng mao dẫn, hoặc thể hiện nạp đầy không đối xứng (được đánh dấu bằng dấu hoa thị), nhưng các kết quả được chỉ định các ưu điểm trong thời gian tăng khi sử dụng 5 lỗ mao dẫn, và thể hiện thời gian tăng nhanh với làm tăng mao dẫn lỗ kích cỡ.

		1 lỗ	3 lỗ	5 lỗ
5 um	Thử nghiệm 1	395s	200s	In-Op
	Thử nghiệm 2	370s	155s*	In-Op
10 um	Thử nghiệm 1	Vùng hoạt hóa đã qua không nạp đầy	70s	23s
	Thử nghiệm 2	Vùng hoạt hóa đã qua không nạp đầy	54s	25s
20 um	Thử nghiệm 1	22s	8s	6s
	Thử nghiệm 2	22s	10s	5,5s
50 um	Thử nghiệm 1	3s	2s	In-Op
	Thử nghiệm 2	3,5s	1,6s	In-Op

Bảng 8

		1 lỗ	3 lỗ	5 lỗ
10 um	Thử nghiệm 1	Vùng hoạt hóa đã qua không nạp đầy	60 s	26 s
	Thử nghiệm 2		68 s*	32 s
20 um	Thử nghiệm 1	11 s	8 s	6s
	Thử nghiệm 2	8 s	11 s	5s

Bảng 9

		1 lỗ	3 lỗ	5 lỗ
10 um	Thử nghiệm 1		25 s	28 s*
	Thử nghiệm 2		42 s	44 s*
20 um	Thử nghiệm 1	7 s	10 s	3,5 s
	Thử nghiệm 2	10 s	7 s	4,5 s

Bảng 10

Ví dụ 5: Thử nghiệm rò rỉ chất lưu để lựa chọn thuốc cho mắt và kích cỡ lỗ tăng

Để thử nghiệm đối với chất lưu rò rỉ ra khỏi lỗ tăng mao dẫn hoặc các lỗ được thổi của một phương án của thiết bị, bộ thử nghiệm áp suất thủy tĩnh được tạo cấu trúc như được thể hiện trên Fig.54. Tấm bơm phụt với lỗ đi lên và cụm cơ cấu bơm phụt được đặt bên dưới cột chất lưu được xác định bởi ống. Chất lưu thử nghiệm được làm đầy vào trong ống được định hướng trực tiếp cao hơn tấm bơm phụt với độ cao của cột chất lưu được quan trắc thận trọng. Khi chất lưu đạt tới thử nghiệm độ cao (áp suất thủy tĩnh) ở đó chất lưu cao hơn các phần mở của cơ cấu bơm phụt gây ra rò rỉ thông qua lỗ đi lên và các phần mở của cơ cấu bơm phụt, độ cao (tương ứng với áp suất các giá trị) được ghi lại và được sử dụng làm thông số thiết kế để tối ưu hóa kích cỡ lỗ tăng. Các kết quả được thể hiện trong các bảng từ 5 đến 7 dưới đây.

		Cột nước vào bên cạnh của lưới				Cột nước trực tiếp cao hơn lưới			
		Các lỗ được thổi (inch nước)		Các lỗ lưới (inch nước)		Các lỗ được thổi (inch nước)		Các lỗ lưới (inch nước)	
Vành Lỗ được thổi	Gắn Điều kiện	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn
1 x 5um	1	32		31	2	22	3	29	4
	2	28	3	31		23	3	31	
3 x 5um	1	28		27	2				
	2	26	3	29	3				
5 x 5um	1					Không rò rỉ		27	6
	2					Không rò rỉ		28	6
1 x 10um	1	23	10	27	3	15	1	25	4
	2	22	4	27	2	18	2	23	5
3 x 10um	1	15	1	25	4				
	2	14	2	26	5	13	3	23	5
3 x 20um	1								
	2	22	2	23	5				
1 x 50um	1								
	2					12	4	Không rò rỉ	
3 x 50um	1								
	2					14	3	Không rò rỉ	
5 x 50um	1								
	2					13	4	Không rò rỉ	

Bảng 11

		Tropicamit cột vào bên cạnh của lưới				Tropicamit cột trực tiếp cao hơn lưới			
		Các lỗ được thổi (in Tropicamit)		Các lỗ lưới (in Tropicamit)		Các lỗ được thổi (in Tropicamit)		Các lỗ lưới (in Tropicamit)	
Vành Lỗ được thổi	Gắn Điều kiện	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn
1 x 5um	1								
	2	7	1,5	6,8	1				
1 x 10um	1								
	2	4,8	0,9	6	0,7	7		5,6	1,2
3 x 10um	1								
	2	không có câu trả lời		6,3	1,3	không có câu trả lời		4,8	0,5
3 x 20um	1								
	2	không có câu trả lời		8,1	1,6	không có câu trả lời		3,8	0,8
1 x 50um	1								
	2	4	0,9	6	1,3				
3 x 50um	1								
	2	4,8	0,7	6,4	0,8				

Bảng 12

		Latanoprost cột vào bên cạnh của lưới				
		Các lỗ được thổi (inch Latanoprost)		Các lỗ lưới (inch Latanoprost)		
Vành Lỗ được thổi	Gắn Điều kiện	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn	Trung bình	Sai lệch tiêu chuẩn	
1 x 5um	1					
	2	không có câu trả lời		3,7	0,6	
1 x 10um	1					
	2	không có câu trả lời		3,5	0,6	
1 x 50um	1					
	2	3,3	0,7	3,7	0,6	

Bảng 13

Mặc dù trên đây mô tả các phương án khác nhau theo cách minh họa và ví dụ, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực đánh giá được rằng các thay đổi và các

biến đổi khác nhau có thể được thực hành trong ý tưởng và phạm vi của bản mô tả này.

Như được đề cập trên đây, các giọt nhỏ có thể được tạo bằng cơ cấu bơm phụt từ chất lưu được chứa trong vật chứa mà được ghép đôi đến cơ cấu bơm phụt. Cơ cấu bơm phụt và vật chứa, mà cùng nhau tạo thành cụm cơ cấu bơm phụt, có thể được tạo kết cấu cần phải tháo ra được để cho phép cơ cấu được bố trí hoặc được sử dụng lại. Do đó, các thành phần có thể được bao gói trong vỏ, ví dụ, phần trên 200 của vỏ 202 được thể hiện trên Fig.2, theo phương thức tháo ra được. Vỏ chính nó có thể do đó vứt bỏ sau khi dùng, hoặc có thể sử dụng lại được bằng cách tạo kết cấu để nhận cơ cấu bơm phụt tháo ra được. Vỏ có thể được giữ bằng tay, được thu nhỏ, hoặc được tạo để ghép đôi vào đế, và có thể là được mô phỏng để truyền thông với các thiết bị khác. Các vỏ có thể là cho mã màu hoặc được tạo kết cấu để dễ dàng nhận diện.

Trong khi phương án cụ thể của cơ cấu bơm phụt được trình bày dưới đây, điều này không giới hạn kết cấu hoặc việc sử dụng cơ cấu bơm phụt cũng như các đặc tính mà có thể được bổ sung vào thiết bị bơm phụt. Các thiết bị bơm phụt, trong một số ứng dụng, có thể bao gồm phương tiện chiếu sáng, phương tiện cân bằng hàng, nhiệt độ kiểm soát phương tiện, chẩn đoán phương tiện, hoặc khác các đặc tính. Các ứng dụng khác có thể là phần của mạng lớn hơn của các thiết bị được nối vào với nhau và tương tác được sử dụng để chăm sóc và điều trị cho đối tượng. Cơ cấu bơm phụt có thể là, ví dụ, bộ kích thích áp điện như được mô tả ở đây.

Tham khảo đến các hình vẽ từ Fig.55A đến Fig.55C, cụm cơ cấu bơm phụt 5500 có thể bao gồm cơ cấu bơm phụt 5501 và vật chứa 5520. Cơ cấu bơm phụt 5501 có thể bao gồm tám bơm phụt 5502 được ghép đôi với tám phát 5532 mà bao gồm một hoặc nhiều phần mở hoặc các lỗ 5526. Tám bơm phụt 5502 và tám phát 5532 mà có thể được hoạt hóa bằng bộ kích thích áp điện 5504 mà làm rung để phân phối chất lưu 5510, được chứa trong vật chứa 5520, ở dạng các giọt nhỏ được bơm phụt ra 5512 dọc theo hướng 5514. Ngoài ra, chất lưu có thể là chất lưu cho mắt mà được bơm phụt ra hướng về mắt 5516 của người lớn, trẻ em, hoặc động vật. Ngoài ra, chất lưu có thể chứa được chất hoạt tính để điều trị bức dọc, tình trạng bệnh, hoặc bệnh ở người hoặc động vật. Trong một số ứng dụng, tám phát là tám phát polyme môđun cao, ví dụ,

được tạo ra từ vật liệu được chọn từ nhóm bao gồm: polyetylen trọng lượng phân tử cực cao (UHMWPE), polyimide, polyete ete keton (PEEK), polyvinyliden florua (PVDF), và polyeteimide. bao gồm tấm phát polyme môđun cao.

Như được thể hiện trên Fig.55A, tấm bơm phụt 5502 được bố trí qua phía trước của vật chứa 5520 mà chứa chất lưu 5510. Bề mặt sau 5525 của tấm bơm phụt 5502 được bố trí liền kề với chất lưu 5510. Theo phương án này, vật chứa 5520 do đó có đầu mở 5538 mà được gắn vào liền kề đến bề mặt 5525 và các phần mở 5526. Theo phương án này, bề mặt 5525 kèm theo chất lưu 5510 trong vật chứa 5520. Vật chứa 5520 có thể được ghép đôi đến tấm bơm phụt 5502 ở vùng ngoại vi 5546 của bề mặt 5525 của tấm bơm phụt 5502 sử dụng làm kín phù hợp hoặc tạo cặp. Theo cách ví dụ, vật chứa 5520 có thể được ghép đôi nhờ vòng chữ O 5548a. Mặc dù không được thể hiện, lớn hơn một vòng chữ O có thể được sử dụng. Như đã được biết đến trong ngành, vòng chữ O có thể có dạng mặt cắt ngang phù hợp bất kỳ. Hơn nữa, các chất ghép đôi khác như là các chất làm kín polyme, gốm, hoặc kim loại có thể được sử dụng. Theo cách khác, việc tạo cặp có thể được loại đi cùng nhau và vật chứa 5520 có thể là liền khối được nối vào đến tấm bơm phụt 5502, ví dụ bằng hàn hoặc qua đúc. Theo một ứng dụng, phần mở thông qua mà chất lưu cung cấp vào vật chứa 5520 có thể được bố trí (không được thể hiện trên hình vẽ). Theo phương án trong đó tạo cặp được sử dụng, tạo cặp có thể được tạo tháo ra được, ví dụ, bằng cách bố trí phần nối kiểu khớp nối giữa vật chứa 5520 và tấm bơm phụt 5502, hoặc bằng cách bố trí phần nối mềm dẻo hoặc không cứng, ví dụ, phần nối polyme.

Vật chứa 5520 có thể xác định mép cắt hoặc thành ngoại vi 5550 phần phủ của tấm bơm phụt 5502. Trong việc thực thi của Fig.55A, thành 5550 không tiếp xúc trực tiếp tấm bơm phụt 5502, tốt hơn là nó được ghép đôi với vòng chữ O 5548a. Theo cách khác, thành 5550 có thể là trực tiếp được gắn vào tấm bơm phụt 5502. Thay vào đó, vật chứa có thể là trực tiếp được gắn vào tấm bơm phụt 5502 và thành 5550 có thể hoàn toàn được bỏ qua.

Kết cấu của vật chứa, bao gồm dạng và kích cỡ, có thể được chọn dựa trên lượng của chất lưu 5510 được lưu giữ, cũng như hình thái học của tấm bơm phụt 5502. Các dạng thay đổi của các vật chứa bao gồm tải trọng lực, chất bắc, hoặc ruột quả

bóng có thể gấp xếp lại được (như được trình bày trên đây và mà giúp cho vi sai áp suất). Các vật chứa này có thể là được nạp sơ bộ, được làm đầy sử dụng bơm nhỏ hoặc có thể được tạo kết cấu để nhận hộp thay thế được. Bơm nhỏ có thể nạp đầy vật chứa bằng bơm chất lưu đi vào hoặc đi ra của khoang chứa có thể gấp xếp lại được hoặc không thể gấp xếp lại được. Hộp có thể bao gồm khoang chứa mà được nạp vào trong vật chứa. Theo cách khác, hộp chính nó có thể được ghép đôi với cụm cơ cấu bơm phụt dùng một lần mà sau đó được đặt lại sau khi tháo ra lượng cụ thể. Các ví dụ về các vật chứa được minh họa trong Đơn yêu cầu cấp Bằng sáng chế Mỹ số 13/184,484, nộp ngày 15 tháng 7 năm 2011.

Trong một số ứng dụng, vật chứa 5520 bao gồm các lỗ thông qua 5542 (chỉ được thể hiện trên Fig.55A) để cho phép không khí biến mất khỏi hoặc đi vào vật chứa 5520 và giữ chất lưu 5510 trong vật chứa ở áp suất môi trường thích hợp. Các lỗ thông qua 5542 có đường kính nhỏ sao cho chất lưu 5510 không rò rỉ ra khỏi lỗ. Theo cách khác, không có các phần mở có thể được tạo trong vật chứa 5520, và ít nhất phần, ví dụ, phần 5544, hoặc toàn bộ vật chứa 5520 có thể là có thể gấp xếp lại được, ví dụ, ở dạng ruột quả bóng, như được trình bày chi tiết hơn trên đây. Do đó, toàn bộ vật chứa có thể, theo một số phương án, được tạo ở dạng ruột quả bóng mềm dẻo hoặc có thể gấp xếp lại được. Do đó, làm chất lưu 5510 được bơm phụt ra thông qua các phần mở 5526, vật chứa 5520 thay đổi dạng và thể tích của nó để theo sau các thay đổi về lượng của chất lưu 5510 trong vật chứa 5520.

Theo phương án của Fig.55A, cơ cấu bơm phụt 5501 được hoạt hóa bằng cách làm rung bằng bộ kích thích áp điện 5504, mà theo phương án này có dạng hình khuyên. Hai điện cực 5506a và 5506b được tạo trên hai bề mặt đối diện 5536 và 5534 của bộ kích thích áp điện 5504 mà là song song với bề mặt 5522 của tấm bơm phụt 5502 và hoạt hóa bộ kích thích áp điện 5504 để làm rung tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532. Để dễ dàng thể hiện tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được thể hiện lyying trong mặt phẳng chung. Tuy nhiên, như được trình bày chi tiết hơn dưới đây khi xét đến các hình vẽ từ Fig.1B đến Fig.1D, tấm phát 5532 theo phương án này được gắn vào bề mặt của tấm bơm phụt 5502. Các điện cực 5506a và 5506b có thể được gắn vào tấm bơm phụt hoặc bộ kích thích áp điện theo cách bất kỳ đã được biết đến bao gồm việc cố định bằng chất bám dính hoặc theo cách khác liên kết. Chúng còn có thể

là đúc quá mức bao gồm việc cố định đến tấm bơm phụt 5502. Dây điện hoặc các phần nối dẫn điện khác có thể được sử dụng để tác động đến tiếp xúc điện cần thiết giữa tấm bơm phụt 5502 và các điện cực 5506a và 5506b. Theo cách khác, các điện cực có thể được tạo trên tấm bơm phụt 5502 bằng cách mạ hoặc theo cách khác lắng đọng. Theo cách ví dụ, các điện cực được gắn vào bằng phương tiện của điệnly chất bám dính dẫn điện 5528 mà được áp dụng giữa điện cực 5506a và tấm bơm phụt 5502 để đặt điện cực 5506a trong điện tiếp xúc với tấm bơm phụt 5502. Khi điện áp được áp dụng các điện cực ngang qua 5506a và 5506b, bộ kích thích áp điện 5504 uốn võng xuống tấm bơm phụt 5502 và tương tự tấm phát 5532 để thay đổi dạng thành dạng lõm hơn hoặc lồi hơn.

Do đó, khi điện áp được áp dụng ngang qua các điện cực 5506a và 5506b, bộ kích thích áp điện 5504 uốn võng xuống tấm bơm phụt 5502 và tương tự tấm phát 5532 để thay đổi dạng để theo cách khác lõm hơn hoặc lồi hơn ở tần số cộng hưởng của tấm được ghép đôi của cơ cấu bơm phụt 5502 và tấm phát 5532. Tấm được ghép đôi của cơ cấu bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được làm võng xuống bằng bộ kích thích áp điện 5504 ở tần số cộng hưởng có thể phóng đại việc đổi chỗ của tấm được ghép đôi của cơ cấu bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 nhờ đó làm giảm các yêu cầu về năng lượng của bộ kích thích áp điện vào. Trong một khía cạnh khác nữa, suy giảm chi tiết của hệ thống cộng hưởng của tấm được ghép đôi của cơ cấu bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 do lực kháng bên trong vốn có của vành/lưới giới hạn việc chuyển dịch để ngăn ngừa điều kiện trật đường và ngăn ngừa hạ thấp gây thảm họa.

Khoảng giá trị có phạm vi rộng của điện áp tương ứng với các vật liệu áp điện khác đã được biết đến trong ngành, nhưng bằng cách ví dụ, điện áp chênh lệch là giữa 5 và 60 V, hoặc 30 và 60 V, ví dụ, 40 hoặc 60 V có thể được áp dụng cho các điện cực. Khi hướng của điện áp chênh lệch được đảo ngược, ví dụ thành -40 hoặc -60, tấm sẽ uốn võng xuống theo hướng đối diện. Theo cách này, bộ kích thích áp điện 5504 sử dụng sự dao động của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 mà cấu tạo nên việc rung mà dẫn đến hình thành các giọt nhỏ 5512 từ chất lưu 5510. Do điện áp thay đổi được áp dụng cho các điện cực 5506a và 5506b, tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 làm dao động, gây ra các giọt nhỏ chất lưu 5512 để tích tụ trong các phần mở 5526 và cuối cùng là để được bơm phụt ra từ các phần mở 5526 dọc theo hướng 5514 ra xa từ vật

chứa 5520. Tần số và bước sóng của sự dao động có thể phụ thuộc vào nhiều chi tiết, bao gồm nhưng không chỉ giới hạn ở, độ dày, kết cấu và hình thái học và đặc tính cơ học của tấm bơm phụt 5502, bao gồm độ cứng của nó, các đặc tính của tấm phát 5532, thể tích của các phần mở 5526, số lượng của các phần mở 5526, kết cấu và cấu trúc của bộ kích thích áp điện 5504, điện áp truyền động khởi động áp điện, tần số và dạng sóng, độ nhớt của chất lưu, nhiệt độ và các chi tiết khác. Các thông số này có thể được điều chỉnh hoặc được chọn để tạo dòng giọt nhỏ mong muốn. Tần số của giọt nhỏ bơm phụt ra còn phụ thuộc vào nhiều chi tiết. Trong một số ứng dụng, các giọt nhỏ 5512 được bơm phụt ra ở tần số thấp hơn so với tần số xung được áp dụng cho bộ kích thích áp điện 5504. Ví dụ, các giọt nhỏ 5512 được bơm phụt ra từng 1-1000 chu trình, và cụ thể hơn 8-12 chu trình, của tấm bơm phụt/tấm phát rung (mà làm rung ở cùng tần số do bộ kích thích 5504). Trong một số ứng dụng, tấm phát bao gồm tấm phát polyme môđun cao.

Theo một phương án theo sáng chế, như được minh họa trên Fig.55C, tấm bơm phụt 5502 có thể được gắn đối xứng tâm bằng các cấu trúc gắn đối xứng 5555 thông qua lỗ gắn tùy ý 5551. Các cấu trúc gắn đối xứng có thể tối đa hóa diện tích bề mặt có tốc độ không đổi của tấm bơm phụt 5502, cách kháng đối xứng chặn (triệt) và làm cho hợp vật liệu áp điện về mặt cơ học với cách Bessel có mức độ thấp. Theo phương án này có bốn vấu gắn 5555 như được thể hiện trên Fig.1C. Theo một phương án khác, có thể có tám vấu gắn 5555. Theo một phương án khác nữa, có thể có 16 vấu gắn 5555.

Trong một số khía cạnh, việc gắn đối xứng tâm tạo ra việc sử dụng vật liệu áp điện mà là không chứa chì, ví dụ, BaTiO_3 . Theo một phương án theo sáng chế, cộng hưởng tạo cặp của tấm bơm phụt 5502 với tấm phát 5532 và với bộ kích thích áp điện 5504 làm cho việc sử dụng vật liệu áp điện có việc đổi chỗ nhỏ hơn so với vật liệu áp điện tiêu chuẩn công nghiệp.

Theo một số phương án theo sáng chế, với việc tham khảo đến Fig.55A, tấm bơm phụt 5502 có thể là tấm đơn giản của cơ cấu bơm phụt 5502 có an được tạo ra theo cách liền khối tấm phát 5532 có vùng trung tâm 5530 và các phần mở 5526. Theo phương án khác theo sáng chế (các hình vẽ từ Fig.55B đến Fig.55D) tấm bơm phụt 1602 có thể là tấm lai của cơ cấu bơm phụt 1602 có tấm phát được ghép đôi 5532 có

vùng trung tâm 5530 và các phần mở 5526. Bề mặt thứ nhất 5522 của tấm bơm phụt 5502 có thể được ghép đôi với tấm phát 5532. Tấm bơm phụt 5502 có thể nhìn chung bao gồm vùng mở trung tâm 5552 được tạo kết cấu để căn thẳng hàng với tấm phát 5532. Tấm phát 5532 có thể sau đó được ghép đôi với tấm bơm phụt 5502 sao cho vùng trung tâm 5530 của tấm phát 5532 căn thẳng hàng với vùng mở trung tâm 5552 của tấm bơm phụt 5502. Vùng trung tâm 5530 của tấm phát 5532 có thể nhìn chung bao gồm một hoặc nhiều phần mở hoặc các lỗ 5526, và căn thẳng hàng của vùng mở trung tâm 5552 của tấm bơm phụt 5502 với vùng trung tâm 5530 của tấm phát 5532 một hoặc nhiều phần mở 5526 của nó cho phép nối thông một hoặc nhiều phần mở 5526. Theo một số phương án, tấm phát bao gồm tấm phát polyme môđun cao.

Theo một số phương án, vùng mở trung tâm 5552 của tấm bơm phụt 5502 có thể là nhỏ hơn so với tấm phát 5532 để tạo ra việc chồng đủ lên của vật liệu sao cho để cho phép đối với tạo cặp của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532. Tuy nhiên, vùng mở trung tâm 5552 của tấm bơm phụt 5502 nên, theo phương án, được tạo kích cỡ và được tạo dạng sao cho không giao thoa với hoặc che khuất vùng trung tâm 5530 (và nhờ đó một hoặc nhiều phần mở 5526) của tấm phát 5532. Đối với ví dụ không giới hạn, vùng mở trung tâm 5552 của tấm bơm phụt có thể được tạo dạng theo cách tương tự với tấm phát 5532, và có thể được tạo kích cỡ sao cho có, ví dụ, từ 0,5 đến 4mm, ví dụ, từ 1 đến 4mm, hoặc khoảng từ 1 đến 2mm, v.v, của vật liệu chồng lên có để tạo cặp của tấm phát 5532 đến tấm bơm phụt 5502 (ví dụ, chồng lên trên tất cả các phía). Ví dụ, vùng mở trung tâm 5552 của tấm bơm phụt có thể được tạo dạng là hình vuông, hình chữ nhật, hình tròn, ovan, v.v, theo cách nhìn chung là phù hợp với dạng tấm phát 5532, và được tạo kích cỡ sao cho vùng mở trung tâm 5552 là, ví dụ, từ 0,5 đến 4mm nhỏ hơn theo kích cỡ tổng thể (tức là, đường kính của hình tròn từ 0,5 đến 4mm nhỏ hơn, các trục chính và phụ của ovan là khoảng 0,5 đến 4mm nhỏ hơn, độ dài các cạnh của hình vuông hoặc hình chữ nhật là khoảng 0,5 đến 4mm nhỏ hơn, v.v). Theo một số phương án, tấm phát bao gồm tấm phát polyme môđun cao.

Ngoại trừ theo cách khác được mô tả ở đây, các cơ cấu bơm phụt làm ví dụ được bộc lộ trong các đơn yêu cầu cấp Bằng sáng chế Mỹ số 13/712,784, nộp ngày 12 tháng 12 năm 2012, với tên sáng chế “Các cơ cấu bơm phụt, các thiết bị, và phương

pháp sử dụng”, và 13/712,857, nộp ngày 12 tháng 12 năm 2012, với tên sáng chế “Cơ cấu bơm phụt môđun cao, thiết bị bơm phụt, và phương pháp sử dụng,”.

Tấm phát 5532 có thể được ghép đôi đến tấm bơm phụt 5502 sử dụng cách phù hợp bất kỳ đã được biết đến trong ngành, phụ thuộc vào vật liệu trong sử dụng. Các ví dụ về tạo cặp các phương pháp bao gồm việc sử dụng của chất bám dính và liên kết vật liệu, ví dụ, keo dán, epoxy, các tác nhân liên kết, và chất bám dính như là loctit 409 hoặc keo dán cao cấp phù hợp khác, hàn và xử lý liên kết, ví dụ, liên kết siêu âm hoặc liên kết nhiệt âm, liên kết nhiệt, liên kết khuếch tán, hoặc khớp ép vào v.v..

Bề mặt 5522 của tấm bơm phụt 5502 còn có thể được ghép đôi với bộ kích thích áp điện 5504, mà hoạt hóa tấm phát 5532 tạo ra các giọt nhỏ tùy thuộc vào hoạt hóa. Phương thức và vị trí gắn vào của bộ kích thích áp điện 5504 đến tấm bơm phụt 5502 ảnh hưởng đến vận hành của cụm cơ cấu bơm phụt 5500 và việc tạo dòng giọt nhỏ. Theo phương án của các hình vẽ từ Fig.55B đến Fig.55C, bộ kích thích áp điện 5504 có thể được ghép đôi với vùng ngoại vi của bề mặt 5522 của tấm 5502, trong khi tấm phát 5532 được ghép đôi với bề mặt 5522 sao cho để căn thẳng hàng với vùng mở trung tâm 5552 của tấm bơm phụt 5502, như được mô tả trên đây. Bộ kích thích áp điện 5504 nhìn chung được ghép đôi đến tấm bơm phụt 5502 sao cho không đến tấm phủ hoặc che khuất vùng trung tâm 5530 (và nhờ đó một hoặc nhiều phần mở 5526) của tấm phát 5532. Trong phương thức này, chất lưu 5510 có thể đi thông qua các phần mở 5526 tạo ra các giọt nhỏ 5512 (như được thể hiện trên Fig.55A).

Cấu trúc được xác định bởi tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý cho số lượng lớn phương thức riêng mà xác định, đối với từng cách riêng rẽ, dạng cấu trúc sẽ nhận khi cấu trúc này được kích thích. Các ví dụ về cách riêng rẽ được thể hiện trên Fig.3. Để bơm phụt ra tối đa ở bất kỳ trong số phương thức riêng này, bộ kích thích áp điện 5504 phải được tạo dạng đúng đắn và được đặt ở vị trí mà tạo ra lượng kháng nhỏ nhất đến sự biến dạng của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý theo cách riêng mong muốn. Nếu bộ kích thích áp điện 5504 tạo ra tính nghiêm ngặt về dạng của độ cứng cách riêng đưa ra của bộ kích thích áp điện 5504 và lớp liên kết có thể phương thức hãm (tạo ra kháng hướng về chuyển dịch tiếp tục), và có thể lực chuyển dịch của cấu trúc phụ thuộc rất nhiều vào các đặc tính

vật liệu bộ kích thích áp điện 5504. Điều này có thể giới hạn khối lượng bơm phụt ra gần tỷ lệ của các đặc tính của bộ kích thích áp điện 5504.

Trong một số ứng dụng, tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý phương thức riêng có thể được kích thích với kháng thấp hoặc không có kháng (khác với bên trong, tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý kháng) để chuyển dịch tiếp tục (tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý cộng hưởng) đơn giản bằng cách gắn bộ kích thích áp điện 5504 vào mép của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý. Bằng liên kết bộ kích thích áp điện 5504 vào mép của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý, ít nhất có thể kháng đến tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý chuyển dịch có thể được bố trí. Theo phương án mép được liên kết, hoặc gần mép được liên kết, các giới hạn của các đặc tính của bộ kích thích áp điện 5504 được giảm thiểu, do việc kháng cơ học được cho bởi độ cứng của gốm (ví dụ, bộ kích thích áp điện 5504) và liên kết vào dạng theo cách riêng nhỏ hơn so với liên kết của tấm bơm phụt 5502 và chính âm phát 5532 được ghép đôi tùy ý.

Trong một số khía cạnh theo sáng chế, phương thức riêng của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý có thể được tối ưu hóa bằng cách biến thiên các chiều của bộ kích thích áp điện 5504. Trong một khía cạnh, đưa ra cách riêng có thể được kích thích bằng cách gắn lực truyền động (ví dụ, bộ kích thích áp điện 5504) ở vị trí bên phải, so với sóng đứng trên tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý, và hạn chế các chiều của bộ kích thích áp điện 5504—trong nút sóng đứng hoặc nút kháng (phụ thuộc vào cách truyền động xuyên tâm ưu thế hoặc cách truyền động theo chiều dài). Phương thức riêng của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý và dạng của chúng có thể được tìm thấy bằng giải pháp cho vấn đề Sturm-Liouville theo cách phân tích.

Trong khi phương thức riêng lý tưởng của màng (ví dụ, trống) có thể được tìm thấy bằng giải pháp cho vấn đề Sturm-Liouville, trong một số khía cạnh theo sáng chế nó trở nên khó về toán học hoặc thậm chí khó giải quyết theo cách phân tích đối với dạng theo cách riêng, tần số, và các hệ số biên độ tương ứng của việc rung ở tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý. Phân tích các giới hạn để thu được

giải pháp cho vấn đề Sturm-Liouville nảy sinh khi nạp màng lý tưởng, bao gồm chi tiết truyền động, có điều kiện biên không lý tưởng, hoặc bao gồm nhiều vật liệu.

Trong khía cạnh theo sáng chế, tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý có thể bao gồm việc nạp như là nạp chất lưu 5510. Trong khía cạnh khác, tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý có thể bao gồm chi tiết truyền động bộ kích thích áp điện 5504. Trong một khía cạnh khác, tấm bơm phụt 5502 có thể bao gồm tấm phát được ghép đôi 5532 bao gồm một hoặc nhiều vật liệu. Trong một khía cạnh khác nữa, tấm bơm phụt 5502 có thể có độ dày không đồng nhất. Tương tự, trong một khía cạnh, tấm phát được ghép đôi 5532 có thể có độ dày không đồng nhất. Trong một khía cạnh khác nữa, tấm phát 5532 có thể có các phần mở 5526 mà là không đồng nhất và có thể dẫn đến các giải pháp phân tích không thông thường.

Các hạn chế phân tích nảy sinh từ màng không lý tưởng có thể được khắc phục. Trong một số khía cạnh theo sáng chế, phần mềm máy tính có thể được sử dụng mà chia cấu trúc nguyên vẹn thành các chi tiết rời rạc nhỏ hơn sử dụng phương pháp phân tử giới hạn (FEM). Trong một khía cạnh, phần mềm máy tính chia rời rạc cấu trúc thành các chi tiết mà có thể là một một nửa hoặc nhỏ hơn kích cỡ của bước sóng tối thiểu (tần số tối đa) của vấn đề quan tâm là việc rung. Trong khía cạnh khác các chi tiết rời rạc có thể là một phần năm hoặc nhỏ hơn kích cỡ của bước sóng tối thiểu (tần số tối đa) của vấn đề quan tâm là việc rung. Trong khía cạnh khác, các chi tiết rời rạc có thể là 1/10 hoặc nhỏ hơn kích cỡ của bước sóng tối thiểu (tần số tối đa) của vấn đề quan tâm là việc rung. Trong một khía cạnh khác theo sáng chế, các chi tiết rời rạc có thể là 1/15 hoặc từ 1/20 hoặc nhỏ hơn kích cỡ của bước sóng tối thiểu (tần số tối đa) của vấn đề quan tâm là việc rung. Trong một khía cạnh, vấn đề phân tích bao gồm phương trình vi phân không hoàn chỉnh có thể sau đó được thể hiện bằng vi phân chính ở từng điểm của các chi tiết rời rạc. Trong một khía cạnh khác, phương trình vi phân không hoàn chỉnh có thể giải được bằng cách tìm ra tổng của các chức năng hầu như mà giảm thiểu năng lượng của hệ thống.

Trong một khía cạnh, sử dụng các kỹ thuật FEM, tần số và dạng của cách riêng có thể được xác định thông qua phân tích phương thức cho việc cài đặt điều kiện biên được đưa ra, như là không có, được đỡ đơn giản, được kẹp, được ghim, hoặc một số

thể lai của các điều kiện biên. Trong một khía cạnh, dạng của bộ kích thích áp điện 5504 có thể được xác định bằng dạng theo cách riêng nó là để chỉ truyền động. Trong một số khía cạnh, dạng của bộ kích thích áp điện 5504 được xác định rộng bởi cân bằng đối của lực được áp dụng cho một đơn vị vùng, mà liên quan trực tiếp đến điện tích của bộ kích thích áp điện 5504 khi tiếp xúc với tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý, và kháng hoặc suy giảm được áp dụng cho dạng phương thức bằng độ cứng của bộ kích thích áp điện 5504 được liên kết.

Theo một số phương án theo sáng chế, một khi bộ kích thích áp điện 5504 vị trí và kích cỡ ban đầu được xác định, nó được tạo mô hình trên tấm bơm phụt 5502 và được mô phỏng với điện áp được áp dụng cho đỉnh của bộ kích thích áp điện 5504 và được tiếp đất trên tấm bơm phụt 5502 và đầu cuối tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý. Tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý có thể là tấm đơn giản của cơ cấu bơm phụt 5502, tấm lai của cơ cấu bơm phụt 5502 có tấm phát được ghép đôi 5532, tấm cơ cấu bơm phụt 5502 đơn giản hoặc lai 5502 có 4 cấu trúc trụ, cấu trúc chấn điện trường, hoặc dạng kết hợp bất kỳ khác của cấu trúc. Tần số kích thích của bộ kích thích áp điện 5504 được quét trong sự mô phỏng từ tần số gần zero lên đến một vài trăm kilo héc (kHz), hoặc lớn hơn tần số chung bất kỳ. Dạng phương thức, biên độ của việc đổi chỗ và tốc độ các thực tế ở của cơ cấu bơm phụt 5502 đơn giản hoặc lai được giải bằng máy tính đối với từng tần số khi quét. Bằng cách áp dụng các kỹ thuật FEM, biên độ và tốc độ của thiết kế có thể được đánh giá.

Nếu hệ thống tấm bơm phụt 5502/bộ kích thích áp điện 5504 di chuyển với biên độ và tốc độ thích đáng ở tần số mong muốn thiết kế được hoàn thiện. Nếu không, thiết kế được chỉnh bằng cách làm mỏng hoặc làm dày độ cao bộ kích thích áp điện 5504 để biến thiên việc suy giảm của tấm bơm phụt 5502 được áp dụng bằng bộ kích thích áp điện 5504. Trong một số khía cạnh, bộ kích thích áp điện 5504 còn có thể được chỉnh theo độ dày bên cạnh/quá tâm để làm giảm suy giảm của cách cụ thể hoặc sự thay đổi cộng hưởng tần số hoặc là cao hơn hoặc thấp hơn. Việc mô phỏng được lặp lại đưa ra thiên hướng của bộ kích thích áp điện 5504 định cỡ cho đến khi tối ưu hóa thiết kế hoàn thiện.

Do cụm cơ cấu bơm phụt 5500 được sử dụng để phân phối các tác nhân chữa bệnh hoặc chất lưu khác đến đích mong muốn, ví dụ, mắt, cụm cơ cấu bơm phụt 5500 có thể được thiết kế để ngăn ngừa chất lưu 5510 được chứa trong vật chứa 5520 và các giọt nhỏ được bơm phụt ra 5512 khỏi bị nhiễm bẩn. Trong một số ứng dụng, ví dụ, việc phủ (không được thể hiện trên hình vẽ) có thể được tạo qua ít nhất phần của được để lộ (các) bề mặt của bộ kích thích áp điện 5504, tấm bơm phụt 5502, tấm phát 5532, v.v, mà được để lộ đến chất lưu. Việc phủ có thể được sử dụng để ngăn ngừa tiếp xúc trực tiếp của bộ kích thích áp điện 5504 và các điện cực 5506a và 5506b với chất lưu 5510. Việc phủ có thể được sử dụng để ngăn ngừa tương tác của tấm bơm phụt 5502 hoặc tấm phát 5532 với chất lưu. Việc phủ hoặc phủ riêng rẽ còn có thể được sử dụng để bảo vệ bộ kích thích áp điện 5504 và các điện cực 5506a và 5506b từ môi trường. Ví dụ, phủ có thể là phủ bảo giác bao gồm vật liệu không phản ứng, ví dụ, polyme bao gồm polypropylen, nylon, hoặc polyetylen tỷ trọng cao (HDPE), vàng, platin, hoặc paladi, hoặc phủ như là Teflon®. Phủ được mô tả chi tiết hơn ở đây.

Tấm phát 5532 có thể là tấm được đục lỗ mà chứa ít nhất một phần mở 5526. Một hoặc nhiều phần mở 5526 cho phép các giọt nhỏ tạo ra làm chất lưu 5510 được cho đi qua vào trong các phần mở và được bơm phụt ra từ tấm phát 5532. Tấm phát 5532 có thể bao gồm kết cấu phù hợp bất kỳ của các phần mở. Các ví dụ về tấm phát 5532 bao gồm polyme môđun cao được minh họa trong đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Mỹ số 13/712,857, nộp ngày 12 tháng 12 năm 2012, với tên sáng chế “Cơ cấu bơm phụt môđun cao, thiết bị bơm phụt, và phương pháp sử dụng”.

Trong một số ứng dụng, tấm bơm phụt 5502 có thể được tạo ra từ kim loại, ví dụ, thép không gỉ, niken, coban, titan, iridi, platin, hoặc paladi hoặc hợp kim của chúng. Theo cách khác, tấm có thể được tạo ra từ vật liệu phù hợp khác, bao gồm kim loại hoặc polyme khác, và có thể được phủ như được mô tả ở đây. Tấm có thể là composit của một hoặc nhiều vật liệu hoặc các lớp. Tấm có thể được sản xuất ví dụ bằng cách cắt từ tấm kim loại, tạo dạng sơ bộ, cán, đúc hoặc tạo dạng theo cách khác. Việc phủ còn có thể được lắng đọng bằng các kỹ thuật lắng đọng phù hợp như là lắng đọng thổi, lắng đọng hơi bao gồm lắng đọng hơi vật lý (PAD), lắng đọng hơi hóa học (COD), hoặc lắng đọng bột tĩnh điện. Lớp phủ bảo vệ có thể có độ dày nằm trong

khoảng từ nhỏ hơn so với $0,1\mu\text{m}$ đến $500\mu\text{m}$. Mong muốn rằng, việc phủ bám dính vào tấm bơm phụt 5502 đủ để ngăn ngừa tách lớp khi rung ở tần số cao.

Tham khảo đến các hình vẽ Fig.55B và Fig.55D, trong một ứng dụng, tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 có thể có dạng tròn đồng tâm. Theo một số phương án, tấm bơm phụt có thể là lớn hơn tấm phát, sao cho giúp cho tạo cặp của tấm phát và khác các thành phần (ví dụ, bộ kích thích áp điện, v.v.) được mô tả ở đây. Theo một số phương án, kích cỡ hoặc đường kính tổng thể của tấm phát 5532 có thể là, ít nhất một phần, được xác định bằng kích cỡ của vùng trung tâm 5530 và bằng cách bố trí của các phần mở 5526. Theo một số phương án, tấm phát bao gồm tấm phát polyme môđun cao.

Tuy nhiên, cả hai tấm có thể có các dạng khác độc lập, ví dụ, ovan, hình vuông, hình chữ nhật, hoặc dạng đa giác nói chung, và có thể là giống hoặc khác. Tổng thể kích cỡ và dạng có thể là kích cỡ và dạng phù hợp bất kỳ, và có thể được chọn dựa trên các thông số thiết kế thiết bị bơm phụt, ví dụ, kích cỡ và dạng của vỏ ngoài thiết bị, v.v.. Ngoài ra, các tấm cần là không phẳng, và có thể bao gồm bề mặt cong khiến nó lõm hoặc lồi. Bộ kích thích áp điện 5504 có thể là của dạng hoặc vật liệu phù hợp bất kỳ. Ví dụ, bộ kích thích có thể có hình tròn, ovan, hình vuông, hình chữ nhật, hoặc dạng đa giác nói chung. Bộ kích thích 5504 có thể làm thích ứng với dạng của tấm bơm phụt 5502, tấm phát 5532, hoặc vùng 5530 hoặc 5552. Theo cách khác, bộ kích thích 5504 có thể có khác dạng. Hơn nữa, bộ kích thích 5504 có thể được ghép đôi đến tấm bơm phụt 5502 hoặc bề mặt 5522 của tấm bơm phụt 5502 trong một hoặc nhiều phần. Trong ví dụ được thể hiện trên các hình vẽ Fig.55B đến Fig.55D, bộ kích thích áp điện 5504 ở dạng vòng mà là đồng tâm đến tấm bơm phụt 5502, tấm phát 5532, và vùng 5530/5552.

Trong một số ứng dụng, tấm bơm phụt 5502 và/hoặc tấm phát 5532 có thể được phủ với lớp phủ bảo vệ mà có các đặc tính chống nhiễm bẩn và/hoặc kháng khuẩn. Lớp phủ bảo vệ có thể là phủ bảo giác qua tất cả bề mặt của tấm bơm phụt và/hoặc tấm phát, bao gồm bề mặt xác định các phần mở 5526. Trong các ứng dụng khác, lớp phủ bảo vệ có thể được áp dụng qua được chọn bề mặt, ví dụ, bề mặt 5522, 5525, hoặc bề mặt vùng, ví dụ, các phần của bề mặt này. Lớp phủ bảo vệ có thể được tạo ra từ kim

loại tương thích sinh học, ví dụ, vàng, iridi, rodi, platin, paladi hoặc hợp kim của chúng, hoặc polyme tương thích sinh học, ví dụ, polypropylen, HDPE, hoặc Teflon®. Vật liệu kháng khuẩn bao gồm kim loại như là bạc, bạc oxit, selen hoặc polyme như là polyketon. Lớp phủ bảo vệ có thể là khi tiếp xúc trực tiếp với chất lưu 5510 hoặc các giọt nhỏ 5512. Việc phủ có thể tạo ra lớp biên trợ gắn chất lưu hoặc có thể ức chế sự phát triển vi khuẩn và làm vệ sinh chất lưu 5510 và/hoặc các giọt nhỏ 5512.

Ngoài ra, một hoặc cả hai bề mặt 5522 của tấm bơm phụt 5502 và bề mặt được làm ướt của tấm phát 5532 mà mặt vật chứa 5520 có thể được phủ với lớp phủ ưa nước hoặc lớp phủ kỵ nước. Ngoài ra, lớp phủ có thể được phủ với lớp bảo vệ. Bề mặt còn có thể được phủ với lớp phản chiếu. Lớp phủ có thể là cả bảo vệ và phản chiếu. Theo cách khác, một hoặc nhiều bề mặt có thể có được tạo ra để là phản chiếu. Ví dụ, bề mặt có thể được làm từ thép không gỉ, niken-coban, hoặc vật liệu phản chiếu khác. Bề mặt có thể có được tạo hoặc được đánh bóng để là phản chiếu. Ngoài ra, để làm cho bề mặt phản chiếu, bề mặt còn có thể ngược sáng trên bề mặt của nó hoặc quanh chu vi của nó. Trong các ứng dụng cho mắt, bề mặt phản chiếu trợ giúp người sử dụng trong việc căn chỉnh hàng cụm cơ cấu bơm phụt với mắt.

Nếu muốn, bề mặt của cụm cơ cấu bơm phụt có thể bao gồm phủ mà có thể được tạo sơ bộ bằng cách nhúng, mạ, bao gồm mạ điện, hoặc theo cách khác bao nang, như là bằng cách đúc hoặc đúc. Việc phủ còn có thể được lắng đọng bằng các kỹ thuật lắng đọng phù hợp như là lắng đọng thổi, lắng đọng hơi, bao gồm lắng đọng hơi vật lý (PAD) và lắng đọng hơi hóa học (COD), hoặc lắng đọng bột tĩnh điện. Lớp phủ bảo vệ có thể có độ dày của nhỏ hơn so với từ 0,1 đến 500µm. Mong muốn rằng việc phủ bám dính với tấm đủ để ngăn ngừa tách lớp khi rung ở tần số cao.

Bộ kích thích áp điện 5504 có thể được tạo ra từ vật liệu phù hợp bất kỳ đã được biết đến trong ngành. Theo cách ví dụ, trong một số ứng dụng, bộ kích thích áp điện có thể được tạo ra từ PZT, vật liệu bari titanat hoặc polyme trên cơ sở áp điện, như là polyvinylidín florua. Các điện cực 5506a và 5506b có thể được tạo ra từ các phần dẫn điện phù hợp bao gồm vàng, platin, hoặc bạc. Vật liệu phù hợp để sử dụng làm chất bám dính 5528 có thể bao gồm, nhưng không chỉ giới hạn ở, chất bám dính như là bột nhão silicon chất bám dính, epoxy, hoặc bạc. Một ví dụ về chất bám dính

dẫn điện bao gồm chất bám dính Thixotropic như là Dow Corning DA6524 và DA6533. Vật chứa 5520 có thể được tạo ra từ vật liệu polyme, một vài ví dụ về vật liệu này là Teflon®, cao su, polypropylen, polyetylen, hoặc silicon.

Các vật liệu gồm áp điện là đẳng hướng trong trạng thái không mang cực, nhưng chúng trở thành không đẳng hướng trong trạng thái mang cực. Ở các vật liệu không đẳng hướng, cả hai điện trường và việc đổi chỗ điện phải được thể hiện là các vector với ba chiều theo cách tương tự với vector lực cơ học. Đây là kết quả trực tiếp của sự phụ thuộc tỷ lệ thay thế chất điện môi, D , vào điện trường, E , tùy thuộc vào định hướng của tấm tụ điện đối với các trục tinh thể (hoặc gồm có cực). Điều này có nghĩa là phương trình tổng quan đối với việc đổi chỗ điện có thể được viết thành phương trình biến thiên trạng thái:

$$D_i = \epsilon_{ij} E_j$$

Việc đổi chỗ điện là luôn song song với điện trường, do đó từng việc đổi chỗ điện vector, D_i , là bằng với tổng của các vector trường, E_j , nhân với hằng số điện môi tương ứng của chúng, ϵ_{ij} :

$$\begin{aligned} D_1 &= \epsilon_{11} E_1 + \epsilon_{12} E_2 + \epsilon_{13} E_3 \\ D_2 &= \epsilon_{21} E_1 + \epsilon_{22} E_2 + \epsilon_{23} E_3 \\ D_3 &= \epsilon_{31} E_1 + \epsilon_{32} E_2 + \epsilon_{33} E_3 \end{aligned}$$

Phần lớn các hằng số điện môi đối với gồm áp điện (như đổi lại với tinh thể vật liệu đơn áp điện) là zero. Chỉ các thuật ngữ không zero là:

$$\epsilon_{11} = \epsilon_{22}, \epsilon_{33}$$

Hiệu quả áp điện liên quan hiệu quả cơ học với các hiệu quả điện. Các hiệu quả này phụ thuộc rất nhiều vào sự định hướng của chúng đến các trục có cực. Sơ đồ ghi số trục được thể hiện trên Fig.56. Ví dụ, đối với hằng số điện-cơ học d_{ab} , a = hướng dòng điện; b = hướng cơ học và đối với hằng số điện-cơ học $D_{33} = \epsilon_{33} E_3$ với việc đổi chỗ cơ học theo hướng có cực, Z trong trường hợp này. Tham khảo đến Fig.55A, hướng Z là hướng của các giọt nhỏ được bơm phụt ra 5512, hướng 5514.

Do đó, D_{33} là cực tính được dẫn đến theo hướng Z (hướng có cực, tương ứng với hướng 5514 trên Fig.55A) mà là song song với hướng trong đó vật liệu gồm là mang cực.

Theo một số phương án theo sáng chế, vật liệu áp điện có thể được mô tả bằng việc đổi chỗ cơ học theo hướng có cực, Z (ví dụ hướng 5514 của Fig.55A).

Theo một số phương án, vật liệu áp điện có thể là chì Ziricon titanat (PZT) có $D_{33} = 330$ pC/N. Theo một phương án khác, vật liệu áp điện có thể có dạng hệ thống nhiều thành phần trên cơ sở $\text{PbTiO}_3\text{-PbZrO}_3$ (PZT) được sử dụng rộng rãi. Gốm áp điện PZT có trên thị trường bao gồm PZT-4 có D_{33} bằng 225 pC/N, PZT-5A có D_{33} bằng 350 pC/N, và PZT-5H có D_{33} bằng 585 pC/N. Bộ kích thích áp điện trên cơ sở (PZT) có thể được tạo ra từ vật liệu có D_{33} lớn hơn 300 pC/N. Theo một phương án khác, gốm áp điện có thể có D_{33} nằm trong khoảng từ 200 đến 300 pC/N. Theo một phương án khác, gốm áp điện có thể có D_{33} nằm trong khoảng từ 250 đến 300 pC/N.

Trong một số ứng dụng, có thể có mong muốn loại bỏ chì ra khỏi vật liệu áp điện vì các lý do an toàn và chiếu theo quy định FDA/EU. Trong một ứng dụng, gốm áp điện không chứa chì có thể được sử dụng có D_{33} nhỏ hơn 300 pC/N. Theo một phương án khác, gốm áp điện không chứa chì có thể có D_{33} nhỏ hơn 200. Theo một phương án khác nữa, gốm áp điện không chứa chì có thể có D_{33} nằm trong khoảng từ 150 pC/N đến 200 pC/N. Theo một phương án khác nữa, D_{33} của gốm không chứa chì có thể nhỏ hơn 150 pC/N. Theo một phương án khác nữa, gốm áp điện không chứa chì có thể có D_{33} nằm trong khoảng từ 100 đến 150 pC/N. Theo một phương án khác nữa, D_{33} của gốm không chứa chì phù hợp đối với bộ kích thích áp điện có thể nhỏ hơn 100 pC/N.

Theo một số phương án, thiết bị áp điện có thể được tạo ra từ vật liệu có trên thị trường. Đối với ví dụ không giới hạn, vật liệu có được từ Hãng Sunnyside Powder Materials được thể hiện trong bảng 14 có thể phù hợp đối với các thiết bị áp điện theo sáng chế.

Bảng 14

Các đặc tính vật lý của vật liệu		S-42	S-44	S-44-2	S-81	S-51	S-52	S-53	S-54	S-55	S101-D	S101-F
		P-42	FM-2-1	SP-12-4	P-8	P-5A	FT-3	FT-4	P-5H	TK-4800	S101-D	S101-F
Tỷ trọng (g/cm ³)	p	7,6	7,7	7,7	7,6	7,6	7,56	7,56	7,6	7,7	7,55	7,6
Nhiệt độ C (°C)	Tc	305	300	280	320	260	280	250	180	170	185	165
Hằng số điện môi	33 T/ 0	1450	1550	1600	1030	2300	2200	3200	3800	4600	3200	4200
Chi tiết lãng phí (%)	tgo	0,4	0,4	0,5	0,3	1,5	1,8	1,8	1,7	2	1,6	1,6
Các hệ số tạo cặp (%)	Kp	65	68	66	58	71	80	81	77	81	72	68
	Kt	48	48	47	46	51	51	52	52	51	50	46
	K31	33	34	35	30	38	43	44	42	45	38	36
Hằng số tần số (MHz)	Np	2230	2250	2220	2300	2080	1960	1950	1980	1950	2030	2100
	Nt	2050	2050	2080	2050	2040	2030	2045	2040	2020	2040	2100
	NL	1650	1630	1630	1655	1545	1420	1420	1500	1465	1510	1545
Chi tiết chất lượng cơ học	Qm	600	1400	1200	1000	80	70	65	65	55	100	70
Hằng số điện tích áp điện (X10-12M/V)	d33	320	330	330	250	450	550	640	650	750	620	650
	d31	-155	-135	-140	-110	-200	-260	-300	-290	-300	-250	-265
Hằng số điện áp áp điện (X10-3Vm/N)	g33	25,8	23,4	23,2	27,4	22,1	28,2	22,6	19,3	18,4	21,8	17,4
	g31	-12,5	-10,5	-10,2	-9,8	-11,1	-11,5	-10,8	-8,6	-7,5	-8,5	-7,1
Hằng số đàn hồi (X10-12m2/N)	SE 11	11,5	12,5	12,1	12,1	13,8	16,2	16,5	14,1	15,2	14,5	13,7
	SD 11	10,2	11,2	11,1	10,9	11,8	13,3	13,2	11,6	12,9	12,3	11,8

Theo một số phương án, vật liệu áp điện có thể là gồm được tạo thành chủ yếu từ BiFeO₃. Theo một số phương án, gồm có thể được chọn từ nhóm bao gồm (Bi,Ba)(Fe,Ti)O₃, (K,Na,Li)NbO₃, (K,Na,Li)NbO₃, (K,Na,Li)NbO₃, (K,Na,Li)NbO₃, Bi(Fe,Mn)O₃+BaTiO₃, Bi(Fe,Mn)O₃+BaTiO₃, BiFeO₃-NdMnO₃-BiAlO₃, (Bi,Li)(Fe,Mn)O₃, (Bi,Li)(Fe,Mn)O₃, BiFeMnO₃-BaTiO₃, Bi(Fe,Mn)O₃-BaZrTiO₃, (Bi,Li)(Fe,Mn)O₃, (Bi,Li)(Fe,Mn)O₃, (Bi,Ba)(Fe,Ti)O₃, Bi(Zn,Ti)O₃-

$\text{La}(\text{Zn},\text{Ti})\text{O}_3\text{Ba}(\text{Sc},\text{Nb})\text{O}_3$ ($d_{33}=250$), BiFeO_3 , $(\text{Ba}, \text{M})(\text{Ti},\text{Ni})\text{O}_3$, BiFeO_3 , $\text{Bi}(\text{Al},\text{Ga})\text{O}_3$, BT-BiFeO_3 , $\text{Bi}(\text{Fe},\text{Al})\text{O}_3$, $\text{Bi}(\text{Fe},\text{Al})\text{O}_3$, $\text{Bi}(\text{Fe},\text{Co},\text{Mn})\text{O}_3$, $\text{BiFeO}_3\text{BaTiO}_3$, $\text{BiFeO}_3\text{-BaTiO}_3$, $\text{Bi}(\text{Al},\text{Ga})\text{O}_3$ ($d_{33}=150$), $\text{Bi}(\text{Al},\text{Ga})\text{O}_3$, BiFeO_3+AD , $\text{BiFeO}_3 + \text{BaTiO}_3$, được tạo thành chủ yếu từ BiFeO_3 , $\text{BaTiO}_3\text{-BiFeO}_3$, $(\text{Bi}, \text{x})(\text{Fe},\text{Mn})\text{O}_3$, và $(\text{Bi}, \text{x})(\text{Fe}, \text{Ti},\text{Mn})\text{O}_3$.

Theo một số phương án, vật liệu áp điện có thể là vật liệu bismut natri titanat (BNT) hoặc vật liệu bismut kali titanat (BKT). Vật liệu BNT hoặc BKT có thể được chọn từ nhóm bao gồm $(1-x)\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-xLaFeO}_3$, $(1-x)\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-xNaSbO}_3$, $(1-x)\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-xBiCrO}_3$, $(1-x)\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-xBiFeO}_3$, $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0,5}\text{TiO}_3$ (BNKT), $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0,5}\text{TiO}_3$ (BNKT), $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{1-x}\text{K}_x)_{0,5}\text{TiO}_3$ (BNKT), $((1-x)\text{Bi}_{1-a}\text{Na}_a)\text{TiO}_3\text{-}(1-x)\text{LiNbO}_3$, $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{1-x}\text{Li}_x)_{0,5}\text{TiO}_3$, $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na},\text{K})_{0,5}[\text{Ti},(\text{Mg}, \text{Ta})]\text{O}_3$, $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na},\text{K})_{0,5}[\text{Ti},(\text{Al}, \text{Mo})]\text{O}_3$, $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na},\text{K})_{0,5}[\text{Ti},(\text{Mg}, \text{Nb})]\text{O}_3$, $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na},\text{K})_{0,5}[\text{Ti},(\text{M},\text{V})]\text{O}_3$, $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na},\text{K})_{0,5}[\text{Ti},(\text{M},\text{V})]\text{O}_3$, BNT-BT-KNN, $(1-x)\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-xBaTiO}_3$ (BNBT) ($d_{33}=100\times 10^{-12}\text{C/N}$ hoặc nhiều hơn), BNT-BKT-BT ($d_{33}=158\text{pC/N}$), BNT-BKT-BT+PT ($d_{33}=127$), BNT-KN, $\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-BaTiO}_3$ (BNBT) ($d_{33} = 253\text{pC/N}$), NGK2, BNT-BKT-BT, NGK, BNT-BKT-BT, NGK4, $\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-BaTiO}_3\text{-CaTiO}_3\text{-Ba}(\text{Zn}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3 + \text{Y}_2\text{O}_3$, MnO , $(1-v)[(\text{Li}_{1-y}\text{Na}_y)\text{ZnNbO}_3]\text{-}v[\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3]$, $(1-vx)[(\text{Li}_{1-y}\text{Na}_y)\text{ZnNbO}_3]\text{-}x\text{LMnO}_3\text{-}v[\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3]$, $\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3$, BNT-BT, BNTBT, $x\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-}y(\text{MnNbO}_3)\text{-(Z/2)}(\text{Bi}_2\text{O}_3\text{-Sc}_2\text{O}_3)$ ($\text{M} = \text{K}, \text{Na}$), BNTBKTBi($\text{Mg}_{2/3}\text{Ta}_{1/3}$) O_3 , $[(\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5})_x\text{My}]_z(\text{Ti}_u\text{N}_v)\text{O}_3$ ($\text{M}=\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, (\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5})$) ($\text{N}=\text{Zr}, \text{Hf}$), $[(\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5})_x\text{My}]_z(\text{Ti}_u\text{N}_v)\text{O}_3$ ($\text{M}=\text{Ba}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}, (\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5})$, nhóm khác) ($\text{N}=\text{Zr}, \text{Hf}$, nhóm khác), BNT-BKT-BT-CT- NaNbO_3 , BNTBKTBi(Ni,Ti) O_3 , BNT-BKT-Bi(Ni,Ti) O_3 , BNT-BKT-BT, BNT-BT-ST, BNT-BKT-BT, BNT-BKT- AgNbO_3 , BNT-BKT-BT, BT-BKT, BNTBTBi($\text{Fe}_{0,5}\text{Ti}_{0,5}$) O_3 , BNT-BKT-Bi($\text{Zn}_{0,5}\text{Zr}_{0,5}$) O_3 , BNT-BKT-Bi($\text{Fe}_{0,5}\text{Ta}_{0,5}$) O_3 , BNT-BKT-Bi(M_1,M_2) O_3 , BNT-BKT, BNT-BT, BNT-BKT, $\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiO}_3$ (BKT) và $\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3\text{-(1-x)ABO}_3$.

Trong một số ứng dụng, vật liệu áp điện có thể là composit hai lớp giới hạn từ/áp điện theo cách đối ngẫu, vật liệu vonfram-thiếc, vật liệu natri niobat, vật liệu bari titanat, và vật liệu polyvinylidene florua. Các ví dụ về vật liệu phù hợp đối với bộ kích thích áp điện theo sáng chế bao gồm $\text{A}_2\text{Bi}_4\text{Ti}_5\text{O}_{18}$ ($\text{A}=\text{Sr},\text{Ca},(\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}), (\text{Bi}_{0,5}\text{Li}_{0,5}), (\text{Bi}_{0,5}\text{Li}_{0,5})$), $(\text{A}_{1-x}\text{Bi}_x)_2\text{Bi}_4\text{Ti}_5\text{O}_{18}$ ($\text{A}=\text{Sr},\text{Ca},(\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}), ((\text{Bi}_{0,5}\text{Li}_{0,5}),(\text{Bi}_{0,5}\text{Li}_{0,5}))$), $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}\text{-x}(\text{Sr}_{1-a}\text{A}_a)\text{TiO}_3$ ($\text{A}=\text{Ba}, \text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}, \text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}, \text{Bi}_{0,5}\text{Li}_{0,5}$), $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}\text{-x}(\text{Ba}, \text{A})\text{TiO}_3$, $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}\text{-x}\{(\text{Sr}_{1-a}\text{A}'_a)\text{TiO}_3\text{-ABO}_3\}$ ($\text{A}'=\text{Ba}, \text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}, \text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}$,

$\text{Bi}_{0,5}\text{Li}_{0,5}$, $\text{A}=\text{Bi,Na,K,Li}$, $\text{B}=\text{Fe,Nb}$), $(\text{A}_{1-x}\text{B}_x)\text{Bi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$ ($\text{A}=\text{Sr,Ba}$), $\text{BaBi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$, $(\text{Sr}_{2-a}\text{A}_a)_x(\text{Na}_{1-b}\text{K}_b)_y(\text{Nb}_{5-c}\text{V}_c)\text{O}_{15}$ ($\text{A}=\text{Mg, Ca, Ba}$) $d_{33} = 80\text{pC} / \text{N}$ hoặc lớn hơn, $\text{T}_c = 150^\circ\text{C}$. hoặc lớn hơn, $(\text{Sr}_{2-a}\text{A}_a)_x(\text{Na}_{1-b}\text{K}_b)_y(\text{Nb}_{5-c}\text{V}_c)\text{O}_{15}$, $(\text{Na}_{0,5}\text{Bi}_{0,5})_{1-x}\text{M}_x\text{Bi}_4\text{Ti}_4\text{O}_{15}$, $\text{Bi}_4\text{Ti}_3\text{O}_{12}$, $\text{SrBi}_2(\text{Nb,W})\text{O}_9$, $(\text{Sr}_{1-x}\text{M}_1)_x\text{Bi}_2(\text{Nb}_{1-z}\text{W}_z)_2\text{O}_9$, $(\text{Sr, Ca})\text{NdBi}_2\text{Ta}_2\text{O}_9+\text{Mn}$, $(\text{Sr}_{1-x}\text{M}_x)(\text{Bi, Nd})(\text{Nb, Ta})_2\text{O}_9$, $\text{Bi}_2(\text{Sr}_{1-x}\text{M}_x)\text{Nb}_2\text{O}_9$ ($\text{M}=\text{Y, La}$), $(\text{Sr}_2\text{CaK})\text{Nb}_5\text{O}_{15}$ ($d_{33}=120$).

Trong các ứng dụng theo sáng chế, vật liệu niobat có thể được chọn từ $(\text{Sn,K})(\text{Ti,Nb})\text{O}_3$, $\text{KNbO}_3\text{-NaNbO}_3\text{-LiNbO}_3\text{-SrTiO}_3\text{-BiFeO}_3$, $\text{KNbO}_3\text{NaNbO}_3\text{LiNbO}_3$, $\text{KNbO}_3\text{-NaNbO}_3\text{-LiNbO}_3$, $x\text{LiNbO}_3\text{-yNaNbO}_3\text{-zBaNb}_2\text{O}_6$, $\text{Na}_x\text{NbO}_3\text{-A}_y\text{BO}_3$ ($\text{A} = \text{K,Na,Li,Bi}$ $\text{B}=\text{Li,Ti,Nb,Ta,Sb}$), $(1-x)(\text{Na}_{1-a}\text{Mn}_a)_b(\text{Nb}_{1-a}\text{Ta}_a)\text{O}_3 - x\text{MbTiO}_3$ ($\text{M} = (\text{Bi}_{1/2}\text{K}_{1/2}), (\text{Bi}_{1/2}\text{Na}_{1/2}), (\text{Bi}_{1/2}\text{Li}_{1/2})$, $\text{Ba, Sr, (K,Na,Li)NbO}_3\text{-Bi(Mg,Nb)O}_3\text{Ba(Mg,Nb)O}_3$, $(1-x)[(\text{Li}_{1-y}\text{Na}_y)_z\text{RO}_3]\text{-xLMnO}_3$ ($\text{R}=\text{Nb,Ta,Sb}$, $\text{L}=\text{Y,Er,Ho,Tm, Lu, Yb}$), $(\text{Li}_x\text{Na}_{1-x-y}\text{K}_y)_z\text{-2wMa}_2\text{wNb}_{1-w}\text{Mb}_w\text{O}_3$ ($\text{Ma}=\text{2}^+$ kim loại A , $\text{Mb}=\text{3}^+$ kim loại B), NN-BT $d_{33}=164$, $\text{K}_{1-x}\text{Na}_x\text{NbO}_3 + \text{Sc}_2\text{O}_3$, $[(\text{K}_{1-x}\text{Na}_x)_{1-y}\text{Ag}_y]\text{NbO}_3\text{-z[Ma}^+\text{][O}_2^-]$ ($\text{M} = \text{chất bổ trợ}$), $\text{Li(K,Na)(Nb,Sb)O}_3$, $\text{KNbO}_3\text{-NaNbO}_3$ ($d_{33}=200$), $(\text{Li,Na,K})(\text{Nb,Ta,Sb})\text{O}_3$, $(\text{K,Na,Li})\text{NbO}_3$, $\text{KNbO}_3+\text{MeO}_3$ ($\text{MnWO}_3\text{.v.v}$) ($d_{33}=130$).

Vật liệu bari titanat là hợp chất vô cơ với công thức hóa học BaTiO_3 . Vật liệu bari titanat bao gồm vật liệu BaTiO_3 mà còn bao gồm lượng hợp thức phụ của các chi tiết khác. Các ví dụ về các chi tiết khác mà được bao gồm trong vật liệu BaTiO_3 bao gồm các nguyên tố đất hiếm và kim loại kiềm thổ. Lượng hợp thức phụ của các chi tiết khác làm biến đổi các đặc tính áp điện của vật liệu BaTiO_3 . Việc dùng kích thích của vật liệu BaTiO_3 là để chỉ việc bao gồm vào lượng hợp thức phụ của các chi tiết khác.

Các ví dụ về vật liệu bari titanat đơn tinh thể phù hợp còn bao gồm $\{(\text{Bi}_{1/2},\text{Na}_{1/2})_{1-x}\text{A}_x\}\text{TiO}_3$ ($\text{A}_1=\text{Ba, Ca, Sr}$), $\{(\text{Bi}_{1/2},\text{Na}_{1/2})_{1-x}(\text{Bi}_{1/2},\text{A}_{2/2})_x\}\text{TiO}_3$ ($\text{A}_1=\text{Ba, Ca, Sr}$, $\text{A}_2=\text{Li, K, Rb}$) (tinh thể đơn), $(\text{Sr,Ba})_3\text{TaGa}_3\text{Si}_2\text{O}_{14}$, $\text{La}_3\text{-xSr}_x\text{TayGa}_6\text{-y-zSi}_z\text{O}_{14}$, $(\text{Ba,Ca})\text{TiO}_3$, LiNbO_3 , LiTaO_3 , $(\text{K}_3\text{Li}_2)_{1-x}\text{Na}_x\text{Nb}_5\text{O}_{15}$, $\text{La}_3\text{Ga}_5\text{SiO}_{14}$, $\text{MgBa}(\text{CO}_3)_2$, $\text{NdCa}_4\text{O}(\text{BO}_3)_3$ ($\text{M}_1 = \text{các nguyên tố đất hiếm}$, $\text{M}_2 = \text{kim loại kiềm thổ}$), LaTiO_2N .

Trong một số ứng dụng, tấm bơm phụt 5502 có thể được tạo ra từ vật liệu phù hợp trong đó vật liệu phù hợp được chọn dựa trên việc đổi chỗ phẳng, hướng 5514. Tấm bơm phụt 5502 việc đổi chỗ Z (ví dụ, chuyển dịch theo hướng 5514), phụ thuộc vào đường kính của tấm bơm phụt 5502 và độ dày của tấm bơm phụt 5502. Vật liệu phù hợp còn có thể được chọn khi xét đến môđun Young và hệ số Poisson của tấm bơm phụt 5502. Môđun Young và tỷ lệ Poisson là các đặc tính thuộc bản chất của vật liệu và làm thích ứng vật liệu có thể được chọn để xác định việc đổi chỗ mong muốn. Đối với vật liệu phù hợp cho tấm bơm phụt 5502, việc đổi chỗ Z có thể là tăng bằng cách làm giảm độ dày của tấm bơm phụt 5502.

Vật liệu phù hợp đối với tấm bơm phụt 5502, có việc đổi chỗ theo hướng 5514 có thể được ghép đôi với tần số của bộ kích thích áp điện 5504 sao cho tần số cộng hưởng của tấm bơm phụt 5502 được tạo phù hợp. Bằng cách tạo cặp việc đổi chỗ của tấm bơm phụt 5502 với bộ kích thích áp điện 5504 trong hệ thống cộng hưởng, việc bơm phụt ra chất lỏng thông qua các lỗ của tấm phát 5532 có thể được hoàn thiện với bộ kích thích áp điện mà không bị giới hạn bởi các giá trị D33.

Tham khảo đến Fig.55C, phương thức và vị trí gắn vào của bộ kích thích áp điện 5504 đến tấm bơm phụt 5502 có thể ảnh hưởng đến việc vận hành của cụm cơ cấu bơm phụt 5500 và việc tạo dòng giọt nhỏ.

Như được mô tả trên đây, tấm bơm phụt 5502, trong đó do tấm đơn giản của cơ cấu bơm phụt 5502 hoặc do tấm lai của cơ cấu bơm phụt 5502 được ghép đôi với tấm phát 5502, có thể cho số lượng lớn phương thức riêng mà xác định, đối với từng cách riêng, dạng cấu trúc sẽ nhận khi cách này được kích thích. Như được đề xuất trên đây, sử dụng ví dụ các kỹ thuật FEM, phương thức riêng ở tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 được ghép đôi tùy ý có thể được tính toán và biên độ mong muốn và tốc độ của phương thức riêng được xác định.

Theo một phương án, bộ kích thích áp điện 5504 được gắn mép trên tấm bơm phụt 5502 trong đó khoảng cách 5554 bằng zero. Thiết kế gắn mép là trường hợp đặc biệt mà có sự kháng lại vốn có gần zero cho phương thức mà nó được thiết kế để kích thích. Khi bộ kích thích áp điện hình tròn 5504 được liên kết vào mép của tấm hình tròn của cơ cấu bơm phụt 5502 (ví dụ, khoảng cách 5554 là bằng hoặc gần zero) tấm

bơm phụt 5502 được gia tăng độ cứng đáng kể trong đó bộ kích thích áp điện cứng 5504 được đặt trong, nhưng phần của tấm bơm phụt 5502 qua bên trong của bộ kích thích áp điện 5504 đường kính trong 5557 để cho chuyển dịch tự do, được giới hạn chỉ bởi các giới hạn đàn hồi riêng của nó tốt hơn là bộ kích thích áp điện 5504. Tương tự, tấm lai của các cơ cấu bơm phụt 5502 có tấm phát được ghép đôi 5532 sẽ còn được để lại để chuyển dịch tự do, được giới hạn chỉ bởi các giới hạn được kết hợp của tính co giãn hơn là bộ kích thích áp điện 5504. Nếu các mép của bộ kích thích áp điện 5504 được ghim hoặc được kẹp, tấm bơm phụt 5502 cư xử gần như thông qua nó là đường kính của đường kính trong 5557 của bộ kích thích áp điện 5504 với kích thích theo bán kính và theo chiều dài lý tưởng (mép được dẫn động). Cách khác thích đáng với toàn bộ kích cỡ của tấm bơm phụt 5502 được chặn do độ cứng của bộ kích thích áp điện 5504. Theo một số phương án, độ cứng của bộ kích thích áp điện 5504 có thể được tạo mô đun bằng cách làm tăng hoặc làm giảm độ dày của bộ kích thích áp điện 5504. Phương án minh họa việc mô đun hóa bộ kích thích áp điện 5504 được thể hiện trong ví dụ 5 dưới đây.

Theo phương án khác theo sáng chế, việc gắn kết cấu của bộ kích thích áp điện 5504 đến tấm bơm phụt 5502 tác động đến việc đổi chỗ và tốc độ của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532. Nhìn chung, biên độ của việc đổi chỗ và tốc độ của tấm bơm phụt 5502 theo cách đưa ra là cân bằng giữa lực, được xác định rộng bằng chuyển dịch cho một đơn vị điện áp (D_{33}) của vật liệu áp điện, và suy giảm/kháng mà áp điện có mặt đến tấm bơm phụt 5502 chuyển dịch. Làm tăng độ cứng của vật liệu áp điện làm tăng suy giảm và kháng. Đối với phương án theo sáng chế có vật liệu áp điện có D_{33} lớn, ví dụ vật liệu giống PZT, việc suy giảm/kháng của vật liệu áp điện đóng vai trò kém đáng kể hơn trong biên độ đổi chỗ. Theo phương án khác với D_{33} thấp hơn, ví dụ BaTiO_3 , hiệu suất hệ thống cơ cấu bơm phụt giọt nhỏ có thể là giảm một cách rõ rệt bằng suy giảm/kháng. Hiệu suất cụm cơ cấu bơm phụt 5500 làm giảm theo tỷ lệ trực tiếp với D_{33} của vật liệu được sử dụng để tạo ra bộ kích thích áp điện 5504.

Các đặc tính của phương án được gắn mép của bộ kích thích áp điện 5504/tấm bơm phụt 5502 có thể được sử dụng làm đường vòng để có được hiệu quả chuyển dịch vật liệu thấp hơn. Đặc biệt là, khi tấm bơm phụt 5502 được kích thích theo cách cơ học trong đó chỉ việc kháng của riêng nó giới hạn việc chuyển dịch của nó do lực đưa ra

cho một đơn vị diện tích được áp dụng bằng bộ kích thích áp điện 5504, áp điện D_{33} có thể được hạ thấp quy mô mà không tác động đến hiệu suất đối với cùng điện vào cho đến khi lực tối thiểu cho một giá trị đơn vị diện tích đạt tới. Đặc tính này được minh họa trên Fig.8, trong đó nếu lực cho một đơn vị diện tích là cao hơn ngưỡng nhất định, việc tăng chuyển dịch ở tấm bơm phụt 5502 là rất nhỏ. Nhỏ hơn ngưỡng này, sự chuyển dịch tấm bơm phụt 5502 giảm theo cách tuyến tính với lực cho một đơn vị vùng.

Đối với tấm bơm phụt 5502 theo sáng chế, phương thức có mức độ thấp thường được kích thích ở tần số thấp nhất trên cấu trúc trong đó bước sóng của sóng đứng là số nguyên của một nửa bước sóng. Tần số và bước sóng của phương thức này được xác định bằng đặc tính vật liệu của tấm bơm phụt 5502 và kích thước bán kính của nó. Do dạng theo cách riêng luôn có nút ở các mép của tấm bơm phụt 5502 đối với phương thức này và tối đa ở tâm của màng, chỉ hai vị trí áp điện là thích đáng để kích thích phương thức này trong hệ thống bơm phụt chất lưu.

Theo một phương án theo sáng chế, bộ kích thích áp điện 5504 có thể được đặt trong tâm của tấm bơm phụt 5502 để kích thích sự chuyển dịch tối đa. Tuy nhiên, bởi vì phải có một diện tích trực tiếp trong tâm của tấm bơm phụt 5502 để việc bơm phụt chất lưu diễn ra, vị trí gắn này là không tối ưu đối với ứng dụng này. Hiệu suất phải được đánh đổi để cho phép bơm phụt chất lưu.

Bộ kích thích áp điện 5504 có thể tương tự được đặt ở mép của tấm bơm phụt 5502 để kích thích sự chuyển dịch tối đa trong tâm của tấm bơm phụt 5502 ở tần số thấp. Trong kết cấu này, việc kháng tối thiểu đối với sự chuyển dịch tự nhiên của phương thức xuất hiện, cho phép việc đổi chỗ lớn ở tần số thấp và sự lắng đọng khối lượng được cải thiện theo phương thức này. Nhìn chung, phương thức này là thuận tiện đối với việc bơm phụt liên tục chất lưu ra do hình dạng gần như là không đổi và tốc độ phân phối qua vùng bơm phụt. Hơn nữa, việc nạp vào tâm của tấm bơm phụt 5502 với khối lượng, như là ở tấm lai bơm phụt 5502 có tấm phát được ghép đôi 5532, cải thiện việc đổi chỗ ở phương thức có mức độ thấp do quán tính của khối lượng ở tâm (ví dụ tấm phát 5532).

Theo một số phương án, bộ kích thích áp điện được gắn vào mép 5504 làm dao động tấm bơm phụt 5502 được ghép đôi với tấm phát 5532 ở tần số cộng hưởng của tấm bơm phụt được ghép đôi với tấm phát. Theo một phương án, việc làm cho phù hợp tần số cộng hưởng làm giảm yêu cầu đòi hỏi của vật liệu áp điện. Theo một phương án, tần số cộng hưởng làm cho phù hợp tạo ra dòng giọt nhỏ được định hướng sử dụng vật liệu áp điện có D_{33} nhỏ hơn 200. Theo một phương án khác, tần số cộng hưởng làm cho phù hợp tạo ra dòng giọt nhỏ được định hướng sử dụng vật liệu áp điện có D_{33} của nhỏ hơn 150 hoặc nhỏ hơn 125. Theo một phương án khác nữa, tần số cộng hưởng làm cho phù hợp tạo ra dòng giọt nhỏ được định hướng sử dụng vật liệu áp điện có D_{33} nhỏ hơn 100 hoặc nhỏ hơn 75.

Theo một phương án khác, bộ kích thích áp điện 5504 được gắn ở mép nhỏ hơn không đáng kể (ví dụ, được gắn bên trong) trên tấm bơm phụt 5502 trong đó khoảng cách 5554 là lớn hơn zero. Theo một phương án, khoảng cách 5554 có thể bằng 0,05mm. Theo một phương án khác, khoảng cách 5554 có thể là 0,01mm. Theo một phương án khác nữa, khoảng cách 5554 có thể là 0,25mm. Theo một phương án khác nữa, khoảng cách 5554 có thể là 0,5mm. Theo phương án khác, khoảng cách 5554 có thể là 0,75mm, hoặc từ 1,0mm, hoặc có thể là lớn hơn 1,0mm.

Theo phương án khác theo sáng chế, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 trong đó khoảng cách 5554 là lớn hơn zero và đường kính ngoài của bộ kích thích áp điện 5504 nhỏ hơn tấm bơm phụt 5502. Theo một phương án, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 và nhỏ hơn 1% so với đường kính của tấm bơm phụt 5502. Theo một phương án, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 và nhỏ hơn 1,5% so với đường kính của tấm bơm phụt 5502. Theo một phương án, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 và nhỏ hơn 2% so với đường kính của tấm bơm phụt 5502. Theo một phương án, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 và nhỏ hơn 3% so với đường kính của tấm bơm phụt 5502. Theo một phương án, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 và nhỏ hơn 4% so với đường kính của tấm bơm phụt 5502. Theo một phương án, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 và nhỏ hơn 5% so với đường kính của tấm bơm phụt 5502. Theo

một phương án, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 và nhỏ hơn 7,5% so với đường kính của tấm bơm phụt 5502.

Theo một số phương án theo sáng chế, bộ kích thích áp điện 5504 ở bên trong được gắn trên tấm bơm phụt 5502 trong đó khoảng cách 5554 là lớn hơn zero và đường kính trong của hình khuyên bộ kích thích áp điện được chọn sao cho phương thức mép tần số thấp của tấm bơm phụt 5502 được ngăn cản hoặc được loại bỏ.

Theo một số phương án theo sáng chế, cơ cấu bơm phụt có thể được tạo kết cấu để làm đơn giản việc khởi động của tấm bơm phụt 5502, và nhờ đó tấm phát 5532, bằng bộ kích thích áp điện. Như được mô tả trên đây, tấm phát 5532 có thể được tạo kết cấu để tối ưu hóa việc bơm phụt ra của chất lưu quan tâm. Ví dụ, tỷ lệ tương quan của các phần mở của tấm phát có thể được chọn dựa trên, một phần, đặc tính chất lưu, sao cho độ dày chung của tấm phát 5532 nằm trong khoảng từ 50 đến 200 μ m, như được mô tả trên đây. Không bị giới hạn bởi lý thuyết, trong một số ứng dụng, việc khởi động trực tiếp của tấm phát tương đối dày, mặc dù có thể có, có thể là tối ưu hóa ít hơn. Trong một số ứng dụng, tấm phát bao gồm tấm phát polyme môđun cao.

Trong trường hợp này, trong một số ứng dụng, việc khởi động cơ cấu bơm phụt có thể được tối ưu hóa sử dụng kết cấu bao gồm tấm phát được ghép đôi đến tấm bơm phụt, như được mô tả ở đây. Ngoài ra, việc làm giảm bề mặt diện tích của tấm phát 5532 (tức là, vùng trung tâm có một hoặc nhiều phần mở) tương tự làm giảm giá thành sản xuất, làm giảm chi phí sản xuất tiềm năng, và làm tăng sản xuất hiệu quả và công suất. Theo một số phương án, tấm bơm phụt có thể được tạo kích cỡ và được tạo dạng theo cách làm đơn giản việc khởi động cơ cấu bơm phụt (tức là, khởi động của tấm bơm phụt và nhờ đó tấm phát). Theo cách ví dụ, kết cấu của tấm bơm phụt có thể có tác dụng khởi động cơ cấu bơm phụt thông qua việc lựa chọn các đặc tính (ví dụ, kích cỡ, dạng, vật liệu, v.v.) mà tạo thuận tiện cho việc uốn cong tấm bơm phụt, và nhờ đó việc rung của tấm phát. Ví dụ, tấm bơm phụt 5532 có thể có độ dày thường nằm trong khoảng từ 10 đến 400 μ m, từ 20 đến 100 μ m, từ 20 đến 50 μ m, hoặc từ 30 đến 50 μ m, v.v.. Ngoài ra, không bị giới hạn bởi lý thuyết, trong một số ứng dụng, việc khởi động trực tiếp tấm tương đối mỏng hơn của cơ cấu bơm phụt 5502 (được so sánh với tấm

phát 5532), có thể là tối ưu hóa hơn. Trong một số ứng dụng, tấm phát 5532 bao gồm tấm phát polyme môđun cao.

Theo một số ứng dụng theo sáng chế, kết cấu của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 có thể được chọn sao cho vùng trung tâm của tấm phát 5532 bao gồm các phần mở (“vùng hoạt động” của tấm phát) tạo ra sự dao động đối xứng với cách dao động thông thường. Không bị giới hạn bởi lý thuyết, trong một số ứng dụng, kết cấu của tấm bơm phụt 5502 và tấm phát 5532 có thể được chọn sao cho 0,2 phương thức thông thường và 0,3 phương thức dao động thông thường ở vùng hoạt động của tấm phát được quan sát. Phương thức được kết hợp với biên độ tối đa và việc đổi chỗ của vùng hoạt động, trong đó phương thức được thiết kế là (d,c) trong đó d là số lượng của đường kính nút và c là số lượng của các vòng tròn nút.

Độ lớn và tần số của việc rung tấm bơm phụt 5502 còn có thể được kiểm soát bằng cách kiểm soát xung điện áp được áp dụng cho các điện cực 5506a, 5506b, ví dụ, điện áp chênh lệch là 40 hoặc 60V có thể được áp dụng cho các điện cực. Như được trình bày trên đây, các xung được tạo ra bởi sự chênh lệch điện áp mà uốn võng xuống tấm bơm phụt 5502, và nhờ đó tấm phát 5532. Trong một số ứng dụng, một trong các điện cực 5506a hoặc 5506b được tiếp đất và xung điện áp, ví dụ, các xung lưỡng cực, được áp dụng cho một điện cực khác trong số các điện cực 5506a hoặc 5506b ví dụ, để làm rung tấm bơm phụt 5502. Theo cách ví dụ, trong một ứng dụng, bộ kích thích áp điện 5504 có thể có tần số cộng hưởng nằm trong khoảng từ 5 kHz đến 1 MHz, ví dụ, từ 10 kHz đến 160 kHz, ví dụ, từ 50 đến 120kHz hoặc khoảng từ 50 đến 140kHz, hoặc khoảng từ 108 đến 130 kHz, v.v.. Xung điện áp được áp dụng có thể có tần số thấp hơn, cao hơn, hoặc cùng là tần số cộng hưởng của bộ kích thích áp điện 5504.

Trong một số ứng dụng, thời gian phân phối các giọt nhỏ là khoảng từ 0,1 mili giây đến một vài giây. Không bị giới hạn bởi lý thuyết, tin rằng các mắt người lấy khoảng từ 300 đến 400mili giây đối với cái nháy mắt. Do đó, đối với các ứng dụng trong đó việc phân phối được mong muốn ở trong khoảng thời gian của cái nháy mắt, thời gian phân phối có thể là khoảng từ 50 đến 300mili giây và cụ thể hơn là nằm trong khoảng từ 25 đến 200mili giây. Trong một ứng dụng, thời gian phân phối nằm trong khoảng từ 50 đến 100mili giây. Theo cách này, các giọt nhỏ được bơm phụt ra

có thể được phân phối và lắng đọng một cách hiệu quả trong mắt trong quá trình chu trình nháy mắt của mắt. Trong một số ứng dụng, ví dụ người pha chế nước muối qua - đổi lại, thời gian phân phối có thể là chỉ cần bằng một số giây, ví dụ, từ 3 đến 4 giây, kéo dài một vài chu trình nháy mắt. Theo cách khác, phân liều đơn có thể được dùng qua một số liều lặp lại hoặc xung bơm phụt giọt nhỏ. Ngoài ra, và không có ý định bị giới hạn bởi lý thuyết, việc tạo xung có thể được sử dụng để làm giảm biên độ đỉnh của dòng giọt nhỏ không khí bằng việc trải rộng xung lực ra theo thời gian. Do đó, áp suất của bơm phụt trên đích có thể được giảm nhẹ. Hơn nữa, việc tạo xung còn có thể làm giảm việc tích tụ các giọt nhỏ và dẫn đến việc tạo ra không khí được cuốn theo ít hơn. Theo cách ví dụ, các xung ở 25mili giây có thể được dùng với thời gian dùng là 25mili giây phân cách các xung. Trong một ứng dụng, các xung có thể được lặp lại đối với tổng là 150mili giây.

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 có độ nhớt thường là thấp đến tương đối cao làm dòng giọt nhỏ. Theo cách ví dụ, chất lưu phù hợp để sử dụng bằng thiết bị bơm phụt có thể có độ nhớt rất thấp, ví dụ, như với nước ở 1cP, hoặc nhỏ hơn, ví dụ 0,3cP. Chất lưu có thể thay vì có độ nhớt trong khoảng giá trị lên đến 600cP. Cụ thể hơn, chất lưu có thể có độ nhớt nằm trong khoảng từ 0,3 đến 100cP, từ 0,3 đến 50cP, từ 0,3 đến 30cP, từ 1 đến 53 cP, v.v.. Trong một số ứng dụng, thiết bị bơm phụt có thể được sử dụng để bơm phụt chất lưu có độ nhớt tương đối cao làm dòng giọt nhỏ, ví dụ, chất lưu có độ nhớt cao hơn 1cP, nằm trong khoảng từ 1 đến 600cP, từ 1 đến 200cP, từ 1 đến 100 cP, từ 10 đến 100 cP, v.v.. Trong một số ứng dụng, dung dịch hoặc thuốc có độ nhớt và sức căng bề mặt phù hợp có thể là trực tiếp được sử dụng trong vật chứa không có biến đổi. Trong các ứng dụng khác, vật liệu bổ sung có thể được bổ sung để điều chỉnh chất lưu thông số. Theo cách ví dụ, một số chất lưu được liệt kê dưới đây trong bảng 15:

thuốc/chất lưu	độ nhớt động lực học (cP)	độ nhớt động học (cP)	tỷ trọng
nước	1,017	1,019	0,99821
Xalatan™	1,051	1,043	1,00804
Tropicamid	1,058	1,052	1,00551
Restasis™	18,08	17,98	1,00535

Bảng 15. Độ nhớt đo được ở 20°C.

Dựa vào phần mô tả trên đây có thể đánh giá được rằng kết cấu và vật liệu khác sẽ dẫn đến cách thể hiện khác. Để giúp cho việc hiểu một số phương thức thể hiện này trong một vài phương án lựa chọn của cơ cấu bơm phụt, các thực nghiệm được tiến hành để so sánh một số phương án. Các thực nghiệm được mô tả ở đây nên tất nhiên là không được thiết lập để đặc biệt là giới hạn sáng chế và các dạng biến đổi theo sáng chế, giờ đây được biết đến hoặc sau đó được phát triển, mà sẽ nằm trong hiểu biết của người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực để được xem là nằm trong phạm vi của sáng chế như được mô tả ở đây và được yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Ví dụ 6: Phép đo lắng đọng khối

Để đo lắng đọng khối của thiết bị bơm phụt, thiết bị bơm phụt được kẹp theo phương nằm ngang để bơm phụt ra vật liệu hướng về phía đất trong đó hướng có cực Z, như được thể hiện trên Fig.56, hướng về phía đất (ví dụ, song song với trọng lực). Tham khảo đến Fig.55A, hướng 5514 của các giọt nhỏ được bơm phụt ra 5512 là hướng về phía đất. Dây tiếp đất và dây dương của thiết bị được nối vào bộ khuếch đại vận hành và mẫu dò dòng điện và điện áp mẫu dò được nối vào máy nghiệm dao động.

Vùng tần số mà tạo ra việc phun của thiết bị bắt đầu được xác định bằng tần số quét qua khoảng giá trị từ 2 đến 500 kHz. Dữ liệu điện, bao gồm điện áp và dòng điện, được ghi lại và lưu giữ. Tùy thuộc vào phân tích, các giá trị phun để xác định khối lắng đọng được chọn. Các kết quả được vẽ đồ thị để tạo ra biên dạng bơm phụt khối lượng như được thể hiện trên Fig.58, chẳng hạn.

Để xác định sự lắng đọng khối, tần số và điện áp được cài đặt, ví dụ, đến sóng hình sin 90V đỉnh sang đỉnh (90Vpp) ở tần số là 50 kilo héc (kHz) và việc phun từ thiết bị bơm phụt được đo 5 lần trên tấm phủ trượt bằng thủy tinh cỡ 24mm x 60mm số 1 sử dụng thang với 1 mili gam (mg) độ nhạy và được định cỡ với 1 mg loại 1 ở lượng với chứng thực là tạo vết được. Đối với từng phép đo, tấm trượt phủ được đặt trong trên thang và thang được chuẩn về zero. Con trượt được đặt dưới thiết bị bơm phụt và điện áp được áp dụng trong khoảng thời gian xác định trước. Quay con trượt về thang và khối lượng được xác định và được ghi lại. Tấm trượt phủ được làm sạch, thang được chuẩn lại về zero trước từng phép đo. Tổng là 5 phép đo được ghi lại đối

với từng tần số. Quy trình được lặp lại với tần số thay đổi tăng dần dựa trên bước được xác định sơ bộ kích cỡ (thường là 1 kHz).

Ví dụ 7: Việc so sánh của PZT với BaTiO₃ sử dụng bộ gắn cơ cấu bơm phụt bên trong.

Biên dạng lắng đọng khối của các thiết bị bơm phụt có cụm cơ cấu bơm phụt được gắn bên trong được xác định sử dụng phương pháp được mô tả trong thực nghiệm 6 trên đây để xác định vùng tần số đối với việc phun của thiết bị. Đối với vật liệu áp điện PZT và BaTiO₃, bộ kích thích áp điện 5504 có đường kính ngoài 16mm và đường kính trong 8mm, với độ cao là 550um, được gắn vào tấm hình tròn đường kính 20mm của cơ cấu bơm phụt 5502 dày 50um. Theo phương án này, một số mẫu của PZT được so sánh trực tiếp với BaTiO₃ với PZT bơm phụt nhiều chất lưu BaTiO₃ hơn trong khoảng tỷ lệ của các hệ số d₃₃ của vật liệu. Chỉ có phương thức bơm phụt rõ rệt được thể hiện trên Fig.59.

Khi khoảng cách 5554 là lớn hơn zero (ở đây, 2mm), vật liệu PZT có khoảng tần số có hiệu quả rộng hơn khi được so sánh với BaTiO₃. Bơm phụt khối tối đa của cơ cấu bơm phụt trên cơ sở PZT là lớn hơn 2 lần ở đầu ra của cơ cấu bơm phụt BaTiO₃. Trong khi hiệu quả nhỏ hơn, BaTiO₃ tạo ra sự bơm phụt khối lượng tối đa nằm trong khoảng từ 115 đến 102kHz bằng khoảng 6mg.

7a: Việc so sánh của PZT và BaTiO₃ sử dụng cơ cấu bơm phụt được gắn mép.

Sử dụng phương pháp của thực nghiệm 6, khối lượng bơm phụt ra ở tần số khác được xác định sử dụng kích cỡ bước tần số 1kHz, bắt đầu ở 10 đến 500kHz. Khối lượng lắng đọng theo miligam được vẽ đồ thị đổi lại tần số và được thể hiện trên Fig.58 đối với cơ cấu dẫn động áp điện PZT và BaTiO₃ được gắn mép có đường kính ngoài 20mm bởi đường kính trong 14mm là độ cao áp điện 550um trên tấm bơm phụt 5502 dày 50um hình tròn 20mm. Trong trường hợp này, một số mẫu của PZT được so sánh trực tiếp với BaTiO₃ với PZT và BaTiO₃ bơm phụt ra gần như là tương đương (được điều chỉnh đối với biến thiên mẫu) thậm chí với các hệ số của vật liệu d₃₃ khác nhau nhiều. Như còn thấy rõ từ Fig.58, nhiều phương thức được kích thích với hiệu suất tương đương giữa các vật liệu.

Khi bộ kích thích áp điện PZT và BaTiO₃ là được gắn mép (mà là, khoảng cách 5554 là bằng hoặc gần zero), bơm phụt khối xuất hiện ở khoảng giá trị rời rạc của tần số tương ứng với cộng hưởng tạo cặp giữa bộ kích thích áp điện và tấm được ghép đôi của cơ cấu bơm phụt 5502 và tấm phát. Trong khi thiết bị trên cơ sở PZT có $D_{33} = 330$ pC/N và BaTiO₃ có $D_{33} = 160$ pC/N, biên dạng và hiệu quả bơm phụt ra là rất tương tự. Thiết kế đối xứng tâm và mép gắn của bộ kích thích áp điện khắc phục sự chênh lệch về việc đổi chỗ cho phép biến thiên rộng của vật liệu áp điện để được kết hợp vào thiết bị bơm phụt ra.

7b: Hiệu quả làm giảm đường kính bộ kích thích áp điện 5504 so với tấm bơm phụt 5502

Do bộ kích thích áp điện 5504 được thay đổi từ mép của tấm bơm phụt 5502 (ví dụ, khoảng cách 5554 tăng từ zero), hiệu suất bị thất thoát do phương thức bơm phụt được giảm dần bằng độ cứng áp điện. Theo một phương án áp điện bằng đường kính ngoài 20mm bằng đường kính trong 14mm với độ dày được tối ưu hóa là 250um và tấm của đường kính cơ cấu bơm phụt là 20mm. Nó thể hiện việc bơm phụt ra vượt quá tất cả các trường hợp khác bằng từ 20 đến 33%. Theo một phương án khác, đường kính ngoài của áp điện được biến thiên đến 19mm và tấm bơm phụt đường kính được thay đổi đến 21mm với độ dày được tối ưu hóa là 200um. Tần số bơm phụt ra duy trì hầu như là giống nhau, nhưng đổi lại với trường hợp được gắn mép, việc bơm phụt ra được làm giảm ngang qua từng phương thức thậm chí xuyên qua độ dày áp điện được tối ưu hóa, (độ dày từ 150 đến 550 um được thử nghiệm ở trong phòng thí nghiệm ở số gia 25um). Theo phương án thứ ba, áp điện được duy trì ở đường kính ngoài 19mm và đường kính trong 14mm nhưng tấm bơm phụt được thay đổi đến 23um. Hơn nữa, độ dày được tối ưu hóa đến 175 để làm giảm độ cứng nhưng tất cả phương thức được ngăn chặn một cách nghiêm ngặt và hiệu suất bị suy giảm đến 80%.

Ví dụ 8: Việc so sánh của vật liệu áp điện BaTiO₃

Vật liệu BaTiO₃ có các đặc tính khác được phân biệt sử dụng phương pháp hiển vi điện tử quét (SEM). Các hình ảnh SEM của hai vật liệu BaTiO₃ làm ví dụ thu được và thể hiện kích cỡ hạt đồng nhất nằm trong khoảng từ 2 đến 5micron về đường kính trong mẫu thứ nhất và cấu trúc ngưng tụ với các hạt vài chục micron về đường kính

trong mẫu thứ hai. Trong khi cả hai mẫu có các giá trị D33 tương tự, kích cỡ hạt nhỏ hơn cải thiện hiệu suất bằng cách hạ thấp tần số cộng hưởng.

Ví dụ 9: Môđun của phương thức riêng

Đối với tấm hình tròn của cơ cấu bơm phụt 5502 được kích thích bằng bộ kích thích áp điện 5504, làm tăng độ cứng của bộ kích thích áp điện 5504 dẫn đến chặn phương thức tần số cao. Để thử nghiệm hiệu quả của việc làm tăng độ cứng của bộ kích thích áp điện 5504, bộ kích thích áp điện thứ nhất 5504 có độ dày 200um có đường kính ngoài là 20mm và đường kính trong là 14 (20mm x 14mm) và bộ kích thích áp điện thứ hai 5504 bằng độ dày 400um (20mm x 14mm) được liên kết đến tấm bơm phụt 5502 với đường kính ngoài là 20mm (ví dụ, được gắn mép). Việc đổi chỗ được tiêu chuẩn hóa của hai cơ cấu bơm phụt [được tạo mô hình hoặc được đo] ở tần số nằm trong khoảng từ 1 đến 3×10^5 Hz. Tính mềm dẻo lớn hơn của bộ kích thích áp điện 5504 mỏng hơn cho phép đối với phương thức riêng phức có. Ngược lại, bộ kích thích áp điện dày và cứng 5504 giới hạn phương thức riêng đến các phương thức tần số thấp chỉ giới hạn ở vùng của tấm bơm phụt 5502 trong đường kính trong của bộ kích thích áp điện 5504 (ví dụ, bên trong 14mm).

Sẽ được hiểu rằng, cụm cơ cấu bơm phụt được mô tả ở đây có thể được kết hợp vào thiết bị bơm phụt và hệ thống. Thiết bị bơm phụt lấy làm ví dụ và hệ thống được minh họa trong tài liệu 13/712,784, nộp ngày 12 tháng 12 năm 2012, với tên sáng chế “Các cơ cấu bơm phụt, các thiết bị, và phương pháp sử dụng”, từ tài liệu 13/712,857, nộp ngày 12 tháng 12 năm 2012, với tên sáng chế “Cơ cấu bơm phụt môđun cao, thiết bị bơm phụt, và phương pháp sử dụng”, và tài liệu 13/184,484, nộp ngày 15 tháng 7 năm 2011, với tên sáng chế “Thiết bị tạo ra giọt nhỏ”.

Khi chất lưu được để lộ ra giao diện không khí, thì nó sẽ bay hơi vào trong không khí, gây ra sự thất thoát theo thời gian của thể tích chất lưu. Nếu chất lưu có nguyên tố khoáng bất kỳ mà là bên trái phía sau, các thành phần hỗn hợp thay đổi qua thời gian mà dẫn đến tinh thể hóa ở giao diện không khí-chất lưu. Tuy nhiên, nếu thể tích không khí nhỏ gần giao diện chất lưu-không khí được làm kín, tốc độ bay hơi và tốc độ tinh thể hóa giọt với tốc độ rò rỉ của phần làm kín, nhờ đó làm giảm hoặc loại

bỏ sự bay hơi và tinh thể hóa. Việc nhiễm bẩn còn có thể có bất kể khi nào thiết bị là mở ra môi trường.

Để giải quyết một phần các vấn đề này, sáng chế đề xuất hệ thống tự động đóng để sử dụng với thiết bị bơm phụt giọt nhỏ ra, mà ngăn ngừa thiết bị khởi mở với môi trường thêm bất kỳ lúc nào nữa mà giai đoạn bơm phụt ra giọt nhỏ thực tế, mà làm giảm rất nhiều nguy cơ nhiễm bẩn. Theo một số phương án, hệ thống tự động đóng theo kích cỡ nén dọc theo đường đi của chất lưu bơm phụt ra, sử dụng tối thiểu các thành phần, và đề xuất phần làm kín phù hợp với sự có mặt của phương án kích cỡ cho thành phần. Hệ thống có vị trí đóng, được làm kín và vị trí mở, vị trí hoạt động được sử dụng cho việc bơm phụt chất lưu. Việc thay đổi giữa vị trí đóng và mở có thể được tạo kết cấu đối với khởi động bằng tay nhờ người sử dụng, hoặc có thể được tạo kết cấu đối với khởi động được cung cấp năng lượng. Theo một số phương án, hệ thống có thể có kết cấu bằng tay với lực khởi động thấp. Hơn nữa, chuyển dịch giữa vị trí được làm kín và vị trí mở có thể được tạo kết cấu để khởi động tuyến tính hoặc để khởi động quay. Ví dụ, một số phương án đề xuất kết cấu khởi động tuyến tính được sử dụng kết hợp với nút bấm hoạt hóa được nối khớp được vận hành bởi người sử dụng.

Các hình vẽ từ Fig.60 đến Fig.65 thể hiện một phương án của hệ thống đóng tự động theo sáng chế. Fig.60 thể hiện phương án khởi động nhỏ gọn, tuyến tính của hệ thống tự động đóng theo sáng chế, và Fig.61 thể hiện hình ảnh cụm thiết bị chi tiết rời của các thành phần chính của phương án này.

Như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.60 và Fig.61, chi tiết trượt 6000 với khe hở 6002 được duy trì giữa hệ thống bơm phụt ra 6004 cần phải được làm kín và tấm duy trì 6006. Hệ thống bơm phụt ra được thể hiện bằng sơ đồ không có tham khảo đến các đặc tính bên trong. Mặt của hệ thống bơm phụt ra có khe hở tròn 6010 được bao quanh bởi bề mặt làm kín tròn và đàn hồi 6012. Bề mặt làm kín nằm ở trong miếng đệm hoặc đường rãnh 6014 trong mặt của cơ cấu bơm phụt. Theo một phương án, chi tiết trượt được ép để kháng lại bề mặt làm kín bằng các chỗ uốn cong 6020 được tạo ra theo cách liên khối vào chi tiết trượt. Các chỗ uốn cong có thể theo cách khác được định vị trên tấm duy trì hoặc có thể được kết hợp làm thành phần riêng rẽ. Trong một vị trí của chi tiết trượt (vị trí mở) khe hở trượt 6002 được căn thẳng hàng với cơ cấu

bơm phụ trợ khe hở 6010 đối với việc phân phối chất lưu. Ở vị trí đóng chi tiết khe hở trượt 6002 và hệ thống bơm phụ ra khe hở 6010 không được căn thẳng hàng hoàn toàn và hệ thống bơm phụ ra được làm kín. Nút bấm hoạt hóa được tạo khớp nối 6030 (Fig.60) quanh ở gần trục bản lề 6031 được nối vào vỏ (không được thể hiện trên hình vẽ). Nút bấm 6030 được hoạt động bằng ngón tay bằng người sử dụng và khởi động chi tiết trượt theo hướng xuống dưới để mở phần làm kín. Tùy thuộc vào việc tháo áp suất từ ngón tay người sử dụng, lò xo nén 6032 quay trở về chi tiết trượt 6000 đến vị trí đóng và được làm kín.

Fig.62 thể hiện hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của hệ thống tự động đóng và chứng minh nguyên lý làm kín sơ bản. Lực theo trục, F , ép vào chi tiết trượt để kháng lại bề mặt làm kín nhựa đàn hồi được định vị trong miếng đệm trên mặt của hệ thống bơm phụ ra. Bề mặt làm kín bề mặt nhô ra từ bề mặt của hệ thống bơm phụ ra bằng xấp xỉ 20% của mặt cắt ngang phần làm kín. Áp suất bên trong thấy trước tối đa trong hệ thống bơm phụ ra được đổi lại bằng lực ép theo trục, F , sao cho lực ép vượt quá áp suất bên trong lực đưa ra bằng sản phẩm của áp suất bên trong P và diện tích phần làm kín A . Đối với phương án này, lực theo trục được chọn là xấp xỉ $2X$ lực áp suất bên trong thấy trước. Theo phương án được ưu tiên, lực ép theo trục được tạo ra bằng các chỗ uốn cong nén 6020 như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.63 và Fig.64. Các chỗ uốn cong 6020 tạo ra lực phù hợp trên phần làm kín mà là không nhạy với sự thay đổi sản xuất theo các chiều của các thành phần. Có các chỗ uốn cong được tạo ra theo cách liền khối vào chi tiết trượt có độ cao xếp chồng tối thiểu từ hệ thống bơm phụ ra đến khe hở của tấm duy trì, cho phép mặt của hệ thống bơm phụ ra gần hơn tới điểm phân phối cuối. Để giảm thiểu khởi động lực bề mặt làm kín 6012 được tạo ra từ silicon được bôi trơn sơ bộ. Để ngăn ngừa sự mài mòn, chi tiết trượt 6000 luôn tiếp xúc với phần làm kín. Không có mép của chi tiết trượt 6000 đi khỏi và ra sau lên trên phần làm kín 6012; chỉ có mép khe hở trượt nằm ngang bề mặt làm kín. Để hơn nữa ngăn ngừa sự mài mòn và làm giảm lực khởi động, mép khe mở trượt 6040 được làm tròn và đỉnh các mép của bề mặt làm kín được làm tròn. Để giữ chi tiết trượt song song với bề mặt làm kín, mẫu nhỏ nhô lên để trượt 6042 được bố trí trên chi tiết trượt như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.63 và Fig.64.

Chi tiết trượt theo phương án được ưu tiên là theo cách phun được tạo khuôn từ chất dẻo nóng kháng khuẩn. Tuy nhiên, sáng chế là không bị giới hạn, và vật liệu phù hợp bất kỳ có thể được sử dụng. Như đã trình bày, các chỗ uốn cong 6020 được tạo ra theo cách liên khối với phần trượt 6000 tạo ra lực tải sơ bộ trên bề mặt làm kín. Hình thái học chỗ uốn cong được chọn để tạo ra lực theo trục mong muốn không có ứng suất quá mức với dẻo nóng. Cụ thể là, ứng suất tối đa ở chỗ uốn cong khi hoàn toàn được làm võng xuống được chọn là nhỏ hơn giới hạn theo thời gian dài của chất dẻo nóng được chọn. Điều này đảm bảo rằng tải sơ bộ làm kín bề mặt mong muốn đạt được trong thời gian dài, sau khi thiết bị được lắp ráp, không có hồi phục ứng suất trong các chỗ uốn cong. Để nhỏ gọn, lò xo nén 6032 đối với thiết bị tự đóng được định vị trong rãnh 6044 trong các giới hạn của chi tiết trượt 6000. Như được đề cập trên đây, hai mẫu nhô lên để trượt 6042 được đặt trên chi tiết trượt 6000 để giữ chi tiết trượt 6000 song song với bề mặt làm kín, do bề mặt làm kín bề mặt được để lộ nhô ra cao hơn bề mặt dẫn trên hệ thống bơm phụt ra mà hạn chế phía sau của chi tiết trượt 6000.

Như được mô tả trên đây, lực theo trục trên bề mặt làm kín được chọn để vượt quá lực áp suất bên trong thấy trước bằng một số giá trị rìa an toàn. Trong trường hợp lực theo trục đòi hỏi vượt quá lực mà có thể được tạo ra bằng những chỗ uốn cong nhỏ dẻo, một cách tiếp cận khác là sử dụng thành phần lò xo riêng, mà có thể được tạo ra từ thép. Những phần dẫn theo thời gian là không có mặt với lò xo thép lá và lực áp dụng có thể là tăng để đưa ra các ưu điểm rõ rệt, nhưng với sự tăng về giá thành và khoảng không đòi hỏi là do phần riêng rẽ. Một cách tiếp cận để định hướng vấn đề này là sử dụng lò xo nén 6032 cũng như đối với mục đích thứ yếu. Mục đích trước tiên của lò xo nén sẽ là tạo ra đặc tính tự đóng của thiết bị. Khi áp suất từ ngón tay người sử dụng loại bỏ từ nút bấm hoạt hóa, lò xo nén đưa thiết bị về vị trí đóng và được làm kín, thụ động, không có tương tác của người sử dụng. Để duy trì thiết bị đóng hoàn toàn, hình thái học của thiết bị được cài đặt sao cho lò xo nén ở trong trạng thái được nạp sơ bộ khi chi tiết trượt ở vị trí đóng hoàn toàn của nó. Việc tải sơ bộ này có thể được sử dụng cho mục đích thứ yếu của việc làm tăng lực theo trục trên bề mặt làm kín, đặc tính được dùng theo phương án này.

Như được thể hiện trên Fig.66, ở vị trí đóng nút bấm hoạt hóa 6030 tương tác với chi tiết trượt trên bề mặt nghiêng được tạo góc 6050. Góc này dẫn đến thành phần lực ngang hướng ra ngoài tác động trên đỉnh của chi tiết trượt 6000. Đặc tính của trục bản lề nhỏ (không được thể hiện trên hình vẽ) được tạo ra theo cách liên khối vào đỉnh của tấm duy trì. Trục bản lề là phần nhỏ nhô lên tương tác với mặt trước của chi tiết trượt. Với sự có mặt của vector lực theo phương nằm ngang, chi tiết trượt 6000 quanh xung quanh trục bản lề khiến cho phần thấp hơn của chi tiết trượt 6000 đến quanh xung quanh hướng về bề mặt làm kín nhờ đó làm tăng lực theo trục trên bề mặt làm kín. Phần làm tăng kín này được tạo ra theo cách liên khối không có thêm vào các phần bổ sung hoặc tăng khoảng không yêu cầu. Hơn nữa, lực theo trục trên bề mặt làm kín là không có phụ thuộc riêng hơn nữa vào các chỗ uốn cong, cho phép việc lựa chọn rộng hơn của các vật liệu dẻo nóng với các giá trị môđun (độ cứng) thấp hơn.

Các hình vẽ từ Fig.65 đến Fig.68 thể hiện hình vẽ đầy đủ bằng sơ đồ của một phương án ở các vị trí đóng (bên trái) (các hình vẽ Fig.65 và Fig.66) và các vị trí mở (bên phải) (các hình vẽ Fig.67 và Fig.68), với ứng dụng của tất cả các đặc tính được mô tả trên đây. Theo một số phương án, hệ thống tự động đóng bao gồm van dạng ô hoặc phương tiện giảm nhẹ áp suất phù hợp khác được sử dụng liên quan đến tấm duy trì (ở đây còn được gọi là tấm nén) để định hướng áp suất hơi tạo nên. Là ví dụ không giới hạn, thay đổi giảm nhẹ áp suất hệ thống có thể bao gồm: các van mở vệt; các van hai chiều ô/mở vệt; áp suất phù hợp khác giải phóng các van; van lỗ đỉnh ghim ở tấm silicon; van chặn dọc ở tấm silicon; lỗ đỉnh ghim đơn/lỗ được thổi trong vật liệu cứng (ví dụ, 50 micron đường kính lỗ ở thép không gỉ mỏng 50 micron); dây các lỗ được thổi; hoặc phương tiện bất kỳ trong số các phương tiện giảm nhẹ áp suất phù hợp khác mà có thể phục hồi áp suất cân bằng đủ nhanh, trong khi còn ngăn ngừa bay hơi dư do áp suất hơi. Khía cạnh của van dạng ô hoặc phương tiện giảm nhẹ áp suất được trình bày chi tiết hơn ở đây.

Ví dụ 10: Phép đo tinh thể hóa, bay hơi, và làm kín

Tinh thể hóa xuất hiện, đặc biệt là trong các lỗ nhỏ trong đó tốc độ bay hơi là cao, ở tốc độ mà có thể ngăn cản sự vận hành của thiết bị bơm phụt giọt nhỏ. Nếu tinh

thể hóa xuất hiện, nó ngăn ngừa giọt nhỏ bơm phụt ra của các phần mở của cơ cấu bơm phụt bằng cách chặn dòng.

Theo một phương án, đối với tấm phát với các lỗ rộng 20um sâu 50 micron không có tấm lỗ thùng/mao dẫn và được để lộ mở ra môi trường, các hình vẽ từ Fig.69(a) đến Fig.69(c) thể hiện sự phát triển tinh thể qua thời gian đối với dung dịch nước muối đẳng trương. Trên Fig.69(a), các phần mở của cơ cấu bơm phụt được thể hiện ở thời điểm zero (chất lưu vừa mới được chèn vào trong bể cứng chứa mà được làm kín vào mạng lưới ở cơ cấu bơm phụt (mà xác định nhiều phần mở của cơ cấu bơm phụt) và thể hiện không có tinh thể hóa. Tấm nén xếp chồng khớp kín vào mạng lưới bằng phương tiện của vòng chữ O và bề mặt đối diện của mạng lưới được gắn vào nhờ vòng chữ O vào vật chứa, bộ được giữ cùng với đỉnh vít và đai ốc. Ở 50 giây sau khi chất lưu được chèn vào, được thể hiện trên Fig.69(b), tinh thể hóa nhận thấy được bắt đầu tạo ra trong vôi (lỗ) của cơ cấu bơm phụt. Ở 3 phút, được thể hiện trên Fig.69(c), nhiều phần mở của cơ cấu bơm phụt hoặc các lỗ đã được hút giữ hoàn toàn và một số vôi (lỗ) của cơ cấu bơm phụt thể hiện sự phát triển tinh thể. Các hình ảnh thu được bằng phương pháp hiển vi truyền ánh sáng, trong đó các tinh thể hấp lưu ánh sáng được truyền thông qua các phần mở.

Để chứng minh hiệu quả của tấm nạp chất lưu, hệ thống được cài đặt tương tự, được tạo thành từ mạng lưới của tấm phát với các lỗ rộng 20um sâu 50 micron, nhưng trong trường hợp này tấm mao dẫn được bổ sung và được để lộ mở ra môi trường. Các hình vẽ từ Fig.70(a) đến Fig.70(c) thể hiện sự phát triển tinh thể qua thời gian đối với dung dịch nước muối đẳng trương. Trên Fig.70(a), các phần mở của cơ cấu bơm phụt được thể hiện ở thời điểm zero (chất lưu vừa mới được chèn vào trong bể cứng chứa mà được làm kín vào mạng lưới ở cơ cấu bơm phụt nhờ các bộ phận sau: tấm nén xếp chồng, vòng chữ O, mạng lưới, vòng chữ O, tấm lỗ thùng/mao dẫn, vòng chữ O, vật chứa được giữ cùng với đỉnh vít và đai ốc) và tinh thể hóa vẫn chưa xuất hiện. Ở 5 phút, được thể hiện trên Fig.70(b), tinh thể hóa vẫn chưa được tạo. Ở 6 giờ, được thể hiện trên Fig.70(c) nhiều phần mở của cơ cấu bơm phụt đã được hút giữ hoàn toàn và một số phần mở của cơ cấu bơm phụt thể hiện sự phát triển tinh thể. Mặc dù tấm lỗ thùng/mao dẫn không thể làm giảm bay hơi, nó làm giảm sự tinh thể hóa. Việc giảm

về tốc độ tinh thể hóa thu được bằng cách phân phối nguồn chất lưu không đổi, và ngăn ngừa lắng đọng khoáng chất không được nhận chìm trong chất lưu.

Bay hơi có thể trong một số ứng dụng dẫn đến các thay đổi về độ bền và sự hiệu nhiệm của thuốc, ví dụ, thông qua thất thoát nước và dẫn đến thay đổi về nồng độ. Bay hơi còn có thể dẫn đến tinh thể hóa trong các phần mở của cơ cấu bơm phụt. Bảng 16 thể hiện tốc độ bay hơi từ hệ thống đóng tự động theo sáng chế so với tốc độ bay hơi với hai dạng của van dạng ô với áp suất crackinh khác được tạo ra ở tấm nạp chất lưu. Tốc độ bay hơi được thể hiện là các giá trị thể hiện không có van crackinh do dao động áp suất đối với nước muối đẳng trương sử dụng một dạng van, và đối với latanoprost và nước muối đẳng trương sử dụng van khác. Cả hai van thể hiện tốc độ bay hơi rất cao. Ngược lại, hệ thống đóng tự động theo sáng chế dẫn đến việc giảm về tốc độ bay hơi bằng hệ số là 7-10, phụ thuộc vào chất lưu thử nghiệm. Điều này còn dẫn đến kéo dài thời gian tinh thể hóa bằng hệ số là 7-10 trong giữa các lần phun được so sánh với tấm lỗ thùng/mao dẫn và van dạng ô riêng.

Bảng 16: Tốc độ bay hơi ở van dạng ô đối lại làm kín bề mặt rất tốt sử dụng hệ thống đóng tự động.

Chất lưu	Van dạng ô	Thất thoát khối lượng trong 1 ngày (mg)	Dự đoán Thất thoát khối lượng trong 30 ngày (mg)	Dự đoán % chất lưu thất thoát từ ống thuốc 2,0ml trong 30 ngày
Nước muối đẳng trương	5,3mm (0,1 - 0,2 PSI được thổi áp suất)	23,6	707	35%
Nước muối đẳng trương		18,0	539	27%
Nước muối đẳng trương		20,4	613	31%
Latanoprost	5,8mm (0,2 - 0,3 PSI được thổi áp suất)	3,5	104	5%
Latanoprost		8,6	258	13%
Nước muối đẳng trương		11,7	351	18%
Latanoprost	Làm kín hoàn toàn	7,5	224	11%
Nước muối đẳng trương		2,4	72	4%
Latanoprost		2,6	79	4%

Trong một số khía cạnh theo sáng chế, hệ thống đóng tự động được sử dụng để ngăn ngừa sự chênh lệch áp suất khởi ấn chất lưu ra ngoài hệ thống bơm phụt. Các van làm cân bằng áp suất gần như là ngay lập tức nếu áp suất vượt quá áp suất crackinh.

Các dạng biến đổi khác đối với van dạng ô là nằm trong phạm vi của sáng chế. Về khía cạnh này, cách phù hợp bất kỳ để cân bằng áp suất trong khi ngăn ngừa bay hơi có thể được sử dụng, ví dụ, lỗ 50um và 100um được thổi dung dịch với vi khuẩn và bộ lọc màng kháng chất lưu được liên kết qua lỗ được thổi. Dung dịch cũng làm cân bằng áp suất hầu như ngay lập tức, từ 10 psi/25cc/giây thứ hai của không khí, mà cũng làm giảm tốc độ bay hơi từ 10 đến 20 lần thấp hơn tốc độ của các van dạng ô, như được thể hiện trong bảng 17. Tốc độ rò rỉ đối với việc cân bằng áp suất (không có bay hơi) còn được thể hiện trong bảng 17.

Bảng 17: Tốc độ bay hơi và rò rỉ đối với việc cân bằng áp suất của các lỗ được thổi được lọc

Điều kiện	Thất thoát khối lượng trung bình cho 1 ngày (mg)	Sai lệch tiêu chuẩn (mg)	Số lượng mẫu
lỗ 50um	1,3	0,3	4
lỗ 50um và màng 1,2um	0,9	0,2	3
Tốc độ rò rỉ từ lỗ 50um trong thép SS316, dày 50um (Cỡ mẫu: N=10 đối với từng điều kiện)			
Điều kiện	Trung bình Tốc độ rò rỉ (cm ³ /giây)	Tốc độ rò rỉ được hiệu chỉnh (cm ³ /giây)	Sai lệch tiêu chuẩn (cm ³ /giây)
Không có lỗ 50um (SS316 tấm)	0,035	0	0,004
lỗ 50um	0,431	0,40	0,08
lỗ 50um & màng 1,0um (PTFE trên trụ đỡ LHOP polyeste không dệt)	0,428	0,39	0,06
lỗ 50um & màng 1,2um (copolyme acrylic trên trụ đỡ nylon không dệt)	0,473	0,44	0,13

Hệ thống đóng tự động cung cấp không khí và rào chắn áp suất cần thiết để ngăn ngừa sự bay hơi của chất lưu mà có thể dẫn đến tinh thể hóa trong các phần mở của cơ cấu bơm phụt. Mục đích của thực nghiệm này là để xác định lực thông thường cần thiết để tạo ra hệ thống đóng tự động làm kín có khả năng của làm kín ở 1,00 PSI.

Việc sử dụng lực hấp dẫn của chi tiết làm kín bằng chất dẻo tùy thuộc vào vòng silicon để làm kín bề mặt để xác định chất lượng làm kín cho mặt làm chức năng của lực thông thường. Chi tiết làm kín bằng chất dẻo ABS/Polycacbonat được gắn vào đáy của cốc mở sao cho nước có thể được bổ sung đối với khối lượng biến thiên. Silicon tự bôi trơn được vỏ bên ở tấm nén, với cơ cấu điều chỉnh áp suất và thiết bị đo áp suất được gắn vào bên trong của tấm nén. Chi tiết làm kín có khối lượng biến đổi được cân bằng tùy thuộc vào làm kín silicon, và chất lưu được bổ sung vào cốc mở. Dữ liệu áp suất được ghi lại dưới dạng chức năng của lực thông thường làm kín bề mặt.

Do thiết bị đo áp suất tiến gần đến 1,00 PSI, khối lượng làm kín hệ thống đóng tự động tăng. Các lực thông thường bằng 40 gam và thường được làm kín lớn hơn ở 0,90 PSI hoặc lớn hơn. Điều này được nhận diện làm bề mặt làm kín chấp nhận được bởi vì nó cao hơn rõ rệt áp suất thổi 0,2 PSI của van dạng ô.

Điều kiện được nhận diện khác đó là lực ma sát của cơ cấu trượt đóng tùy thuộc vào hệ thống đóng tự động nên là nhỏ hơn so với lực phục hồi của lò xo đóng tự động. Điều kiện này được hoàn thiện bằng chọn lò xo với hằng số và đổi chỗ lò xo đủ.

Để đo chất lượng làm kín được cung cấp bằng hệ thống làm kín tự động bên trong qua trình tự của nhiều việc kích hoạt trượt. Hệ thống đóng tự động theo sáng chế được gắn vào cơ cấu điều chỉnh áp suất không khí và thiết bị đo áp suất. Cơ cấu điều chỉnh được cài đặt đến 1,00 PSI với làm kín hoàn toàn, và sau đó loại bỏ vị trí kín hoàn toàn. Khởi động việc đóng tự động để tạo ra việc làm kín, và thiết bị đo áp suất bên trong phần làm kín tăng cho đến khi nó đạt tới áp suất tối đa. Áp suất tối đa cân bằng này được ghi lại làm áp suất làm kín đối với thử nghiệm đó.

Áp suất tối đa cân bằng được ghi lại đối với 20 thử nghiệm, sau đó hệ thống đóng tự động được khởi động 100 lần. Quy trình này được lặp lại 3 lần nữa, dẫn đến 4 bộ dữ liệu của 20 thử nghiệm, với 100 khởi động giữa từng bộ dữ liệu. Điều này được thiết kế để thử nghiệm khả năng lặp lại của hệ thống đóng tự động qua tổng là 380

khởi động trượt. Áp suất làm kín trung bình đối với từng bộ dữ liệu được thể hiện trong bảng 18.

Bộ dữ liệu # (N=20 khởi động)	Áp suất làm kín trung bình (PSI)
1	$0,940 \pm 0,006$
2	$0,937 \pm 0,007$
3	$0,934 \pm 0,005$
4	$0,936 \pm 0,005$
Ghi chú: Áp suất làm kín tối đa là 1,00 PSI nhờ cơ cấu điều chỉnh	

Bảng 18. Thử nghiệm làm kín bề mặt đóng tự động qua 380 khởi động

Phần làm kín 1,00 PSI được nhận diện làm làm kín bề mặt chấp nhận được bởi vì nó tạo ra giá trị rìa an toàn cao hơn 0,2 PSI van dạng ô được thổi. Dữ liệu từ thử nghiệm này phù hợp với từ 6 đến 7% của áp suất làm kín đích này qua tổng số 380 lần khởi động.

Nhiều ứng dụng theo sáng chế được bộc lộ trong bản mô tả này và các đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế nêu trên đây mà được đưa ra trong bản mô tả này để tham khảo. Sáng chế dự tính kết hợp đặc tính bất kỳ trong số các đặc tính của một ứng dụng hoặc phương án với các đặc tính của một hoặc nhiều ứng dụng hoặc phương án khác. Ví dụ, bất kỳ trong số các cơ cấu bơm phụt hoặc các vật chứa có thể được sử dụng kết hợp với bất kỳ trong số các vỏ được bộc lộ hoặc các đặc tính của vỏ, ví dụ, tấm phủ, trụ đỡ, trụ tựa, phần chiếu sáng, phần làm kín và miếng đệm, cơ cấu làm đầy, hoặc cơ cấu cân thăng hàng.

Các dạng biến đổi khác nữa đối với bất kỳ trong số các chi tiết bất kỳ theo sáng chế mà người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực dự tính cho sáng chế. Các dạng biến đổi bao gồm việc lựa chọn vật liệu, phủ, hoặc các phương pháp sản xuất. Bất kỳ trong số công nghệ điện và điện tử có thể được sử dụng với ứng dụng bất kỳ trong số các ứng dụng không có giới hạn. Hơn nữa, hệ thống mạng lưới bất kỳ, cách tiếp cận từ xa, quan trắc đối tượng, sức khỏe điện tử, lưu giữ dữ liệu, khai thác dữ liệu, hoặc chức năng internet áp dụng được cho bất kỳ và tất cả các ứng dụng và có thể được thực hành ở đây. Hơn nữa, các chức năng chẩn đoán bổ sung, như là hiệu suất các thử nghiệm hoặc các phép đo các thông số sinh lý có thể được kết hợp vào chức năng của

ứng dụng bất kỳ trong số các ứng dụng. Hiệu suất các thử nghiệm tăng nhãn áp hoặc các thử nghiệm khác đối với mắt có thể được tiến hành bằng các thiết bị dưới dạng một phần của chức năng chẩn đoán của chúng. Các phương pháp sản xuất khác đã được biết đến trong ngành và không được liệt kê rõ ràng ở đây có thể được sử dụng để sản xuất, thử nghiệm, hồi phục, hoặc duy trì thiết bị. Hơn nữa, thiết bị có thể bao gồm các cơ cấu được tạo hình ảnh tinh xảo hơn hoặc các cơ cấu căn thẳng hàng. Ví dụ, thiết bị hoặc để có thể được trang bị với hoặc được ghép đôi với máy quét mỏng mắt hoặc võng mạc để tạo ra việc nhận diện duy nhất để làm cho hợp thiết bị với người sử dụng, và để phác họa giữa các mắt. Theo cách khác, thiết bị hoặc để có thể được ghép đôi với hoặc bao gồm thiết bị được tạo hình ảnh tinh xảo cho dạng phù hợp bất kỳ cho ngành chụp ảnh hoặc cho ngành X quang.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị bơm phụt (100) để bơm phụt chất lưu lên trên bề mặt, thiết bị này bao gồm:

vỏ; vật chứa (102) có thể tích (V_t) và chứa hoặc được tạo kết cấu để nhận thể tích chất lưu (V_f) được bố trí trong vỏ này; tấm nạp chất lưu (104) nối thông về mặt chất lưu với vật chứa (102); và cơ cấu bơm phụt (108) nối thông về mặt chất lưu với tấm nạp chất lưu (104); trong đó tấm nạp chất lưu (104) bao gồm mặt liên kết vật chứa chất lưu để gắn vào vật chứa (102), mặt liên kết bơm phụt để gắn tấm nạp chất lưu (104) vào cơ cấu bơm phụt (108), và một hoặc nhiều đường rãnh chất lưu để tạo đường rãnh chất lưu từ mặt liên kết vật chứa chất lưu đến mặt liên kết bơm phụt,

tấm nạp chất lưu (104) được tạo kết cấu sao cho được đặt theo cách bố trí song song với cơ cấu bơm phụt (108) sao cho để tạo ra sự phân tách mao dẫn và tạo ra chất lưu mao dẫn chảy giữa tấm nạp chất lưu (104) và cơ cấu bơm phụt (108) ở bề mặt sau của cơ cấu bơm phụt (108), cơ cấu bơm phụt (108) được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ của chất lưu thông qua một hoặc nhiều phần mở,

khác biệt ở chỗ, cơ cấu bơm phụt (108) còn được tạo kết cấu để bơm phụt dòng giọt nhỏ có đường kính giọt nhỏ trung bình được bơm phụt ra lớn hơn 15 micron (μm), với dòng giọt nhỏ có dòng không khí bị cuốn theo thấp sao cho áp suất của dòng giọt nhỏ lên trên bề mặt hầu như sẽ là không cảm thấy được khi được phun áp vào bề mặt cơ thể của người hoặc động vật.

2. Thiết bị bơm phụt theo điểm 1, trong đó thiết bị bơm phụt có khả năng bơm phụt dòng giọt nhỏ khi thiết bị bơm phụt được làm nghiêng lên 180° lật ngược.

3. Thiết bị bơm phụt theo điểm 1, trong đó tấm nạp chất lưu (104) và cơ cấu bơm phụt (108) được phân tách bởi khoảng cách khoảng từ 0,2 mm đến 0,5 mm sao cho để tạo ra sự phân tách mao dẫn.

4. Thiết bị bơm phụt theo điểm 1, trong đó cơ cấu bơm phụt (5501) bao gồm tấm bơm phụt (5502) được ghép đôi với tấm phát (5532) và bộ kích thích áp điện (5504); tấm phát (5532) bao gồm nhiều phần mở (5526) được tạo ra xuyên qua độ dày của nó, bộ kích thích áp điện (5504) có khả năng vận hành để làm dao động tấm bơm phụt (5502), và nhờ đó tấm phát (5532), ở một tần số và tạo ra dòng giọt nhỏ được định hướng (5512).

5. Thiết bị bơm phụt theo điểm 1, trong đó cơ cấu bơm phụt (5501) bao gồm tấm bơm phụt (5502) được ghép đôi với tấm phát (5532) và bộ kích thích áp điện (5504), tấm phát (5532) bao gồm nhiều phần mở (5526) được tạo ra xuyên qua độ dày của nó, và bộ kích thích áp điện (5504) có khả năng vận hành để làm dao động tấm bơm phụt (5502), và nhờ đó tấm phát (5532), ở tần số cộng hưởng của tấm bơm phụt (5502) được ghép đôi với tấm phát (5532) để tạo ra dòng giọt nhỏ được định hướng (5512).

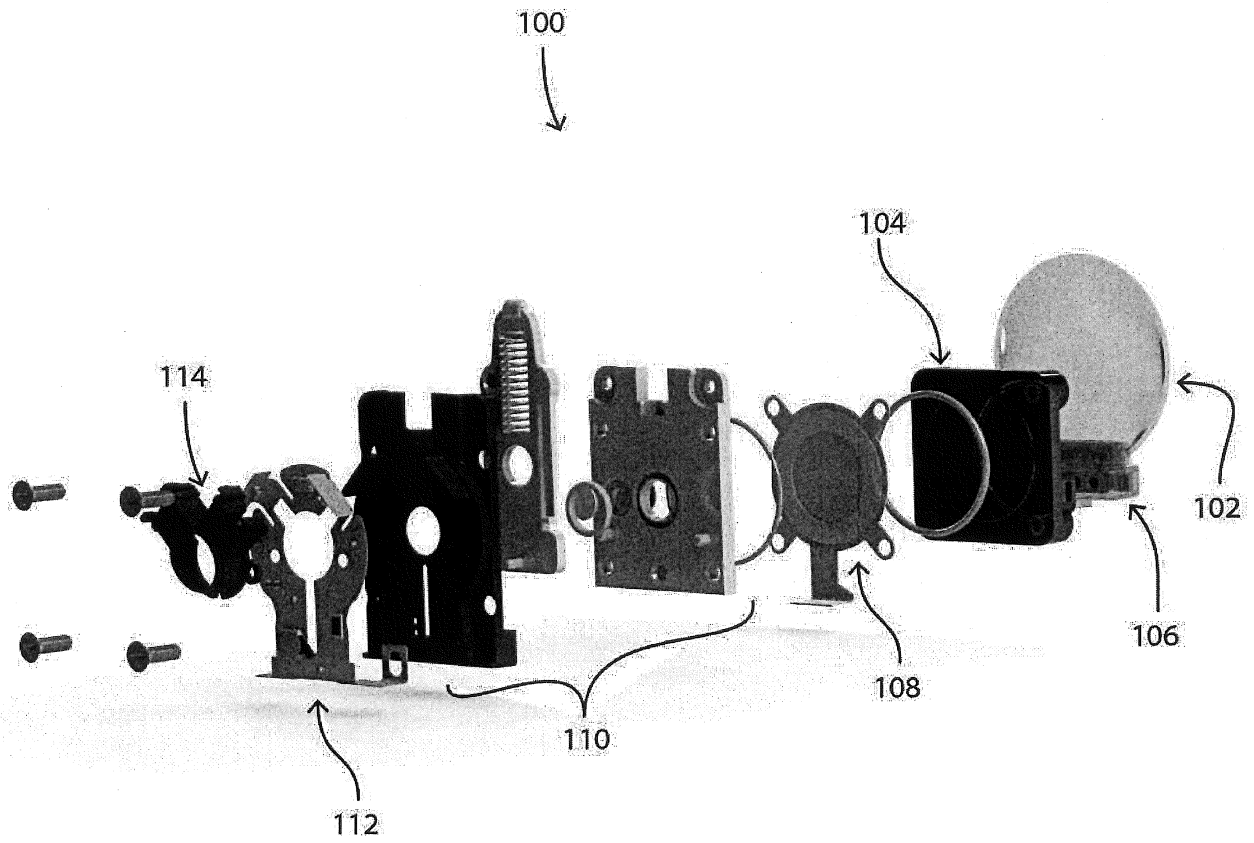


FIG. 1

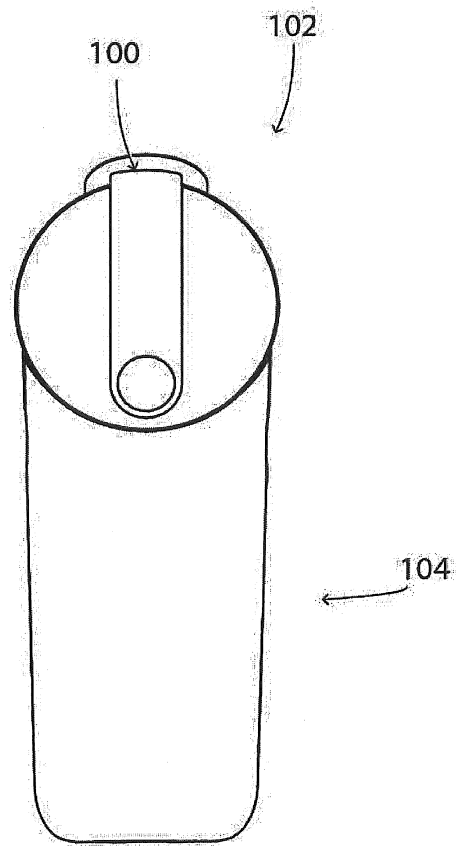


FIG. 2

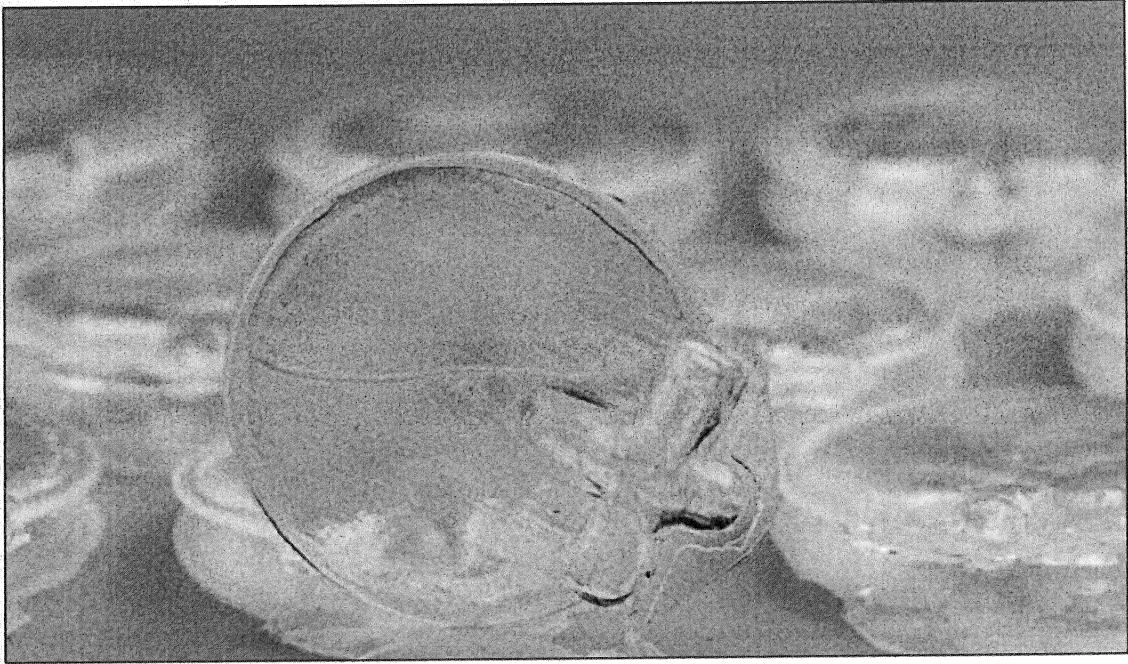


Fig.3

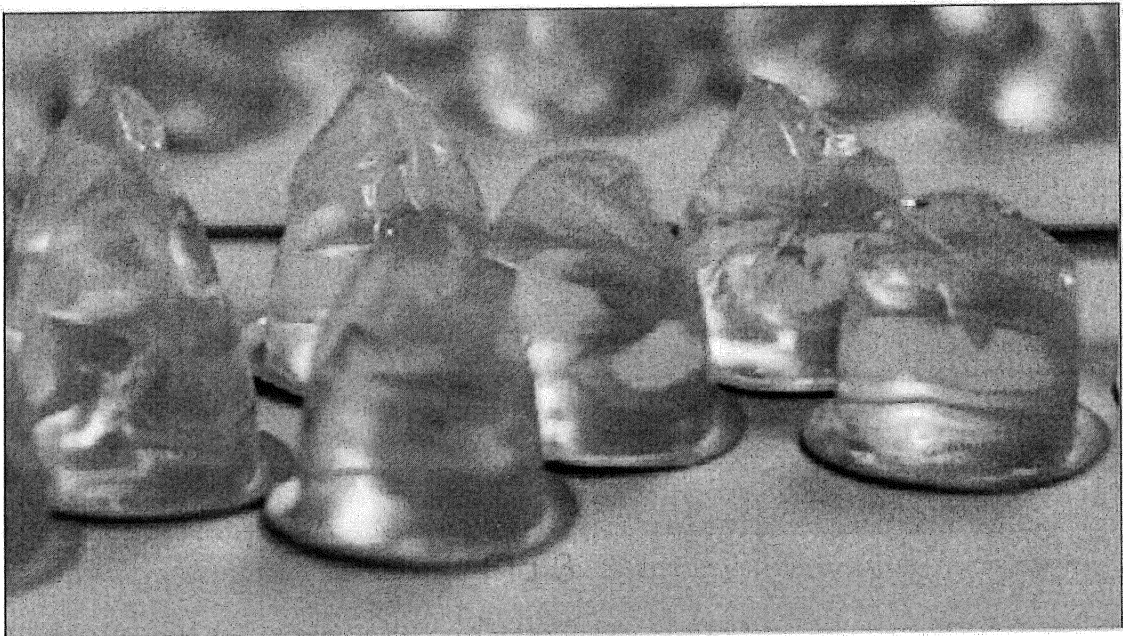


Fig.4

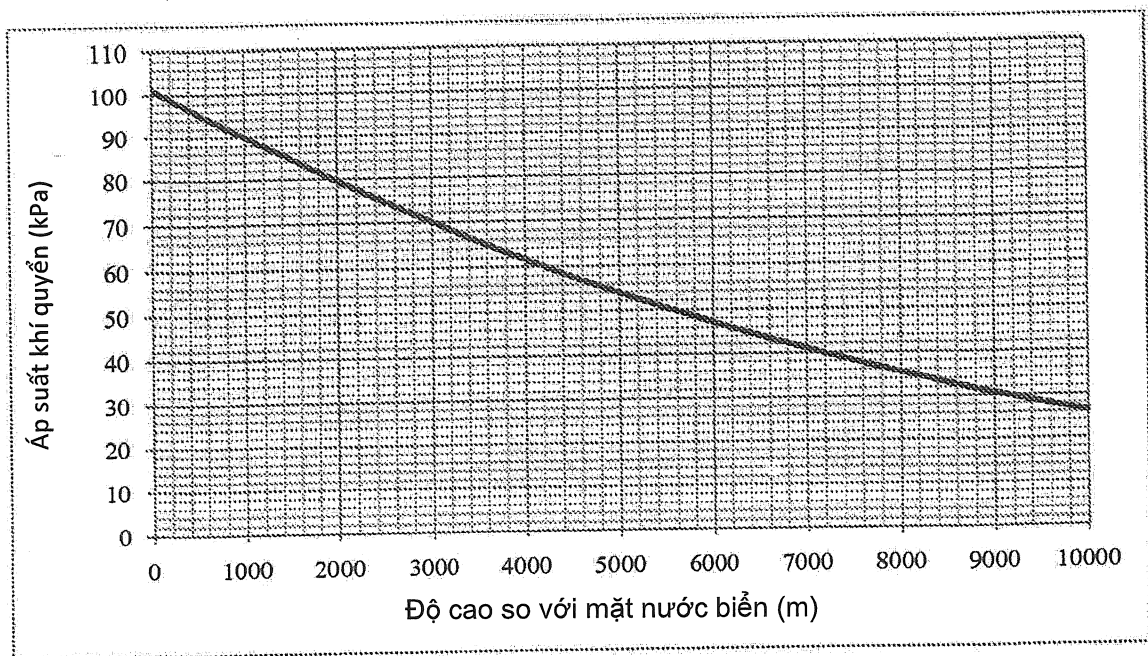


FIG. 5

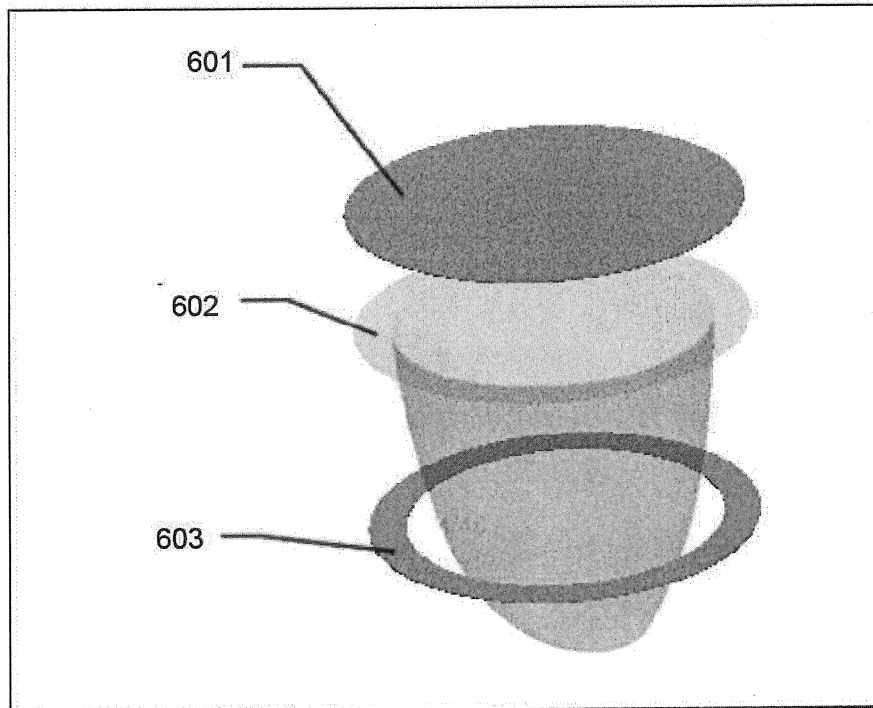


Fig. 6A

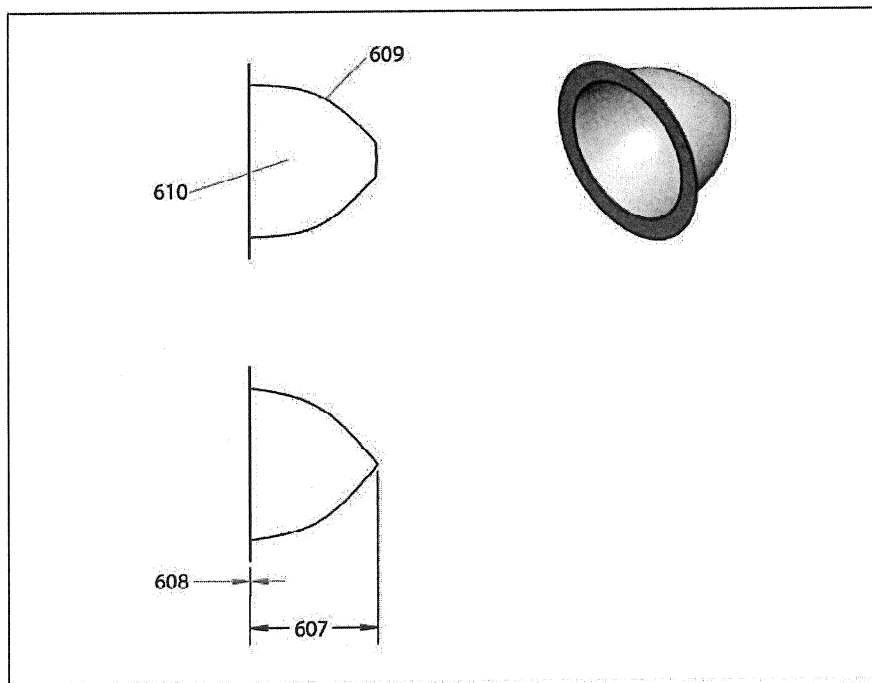


Fig. 6B

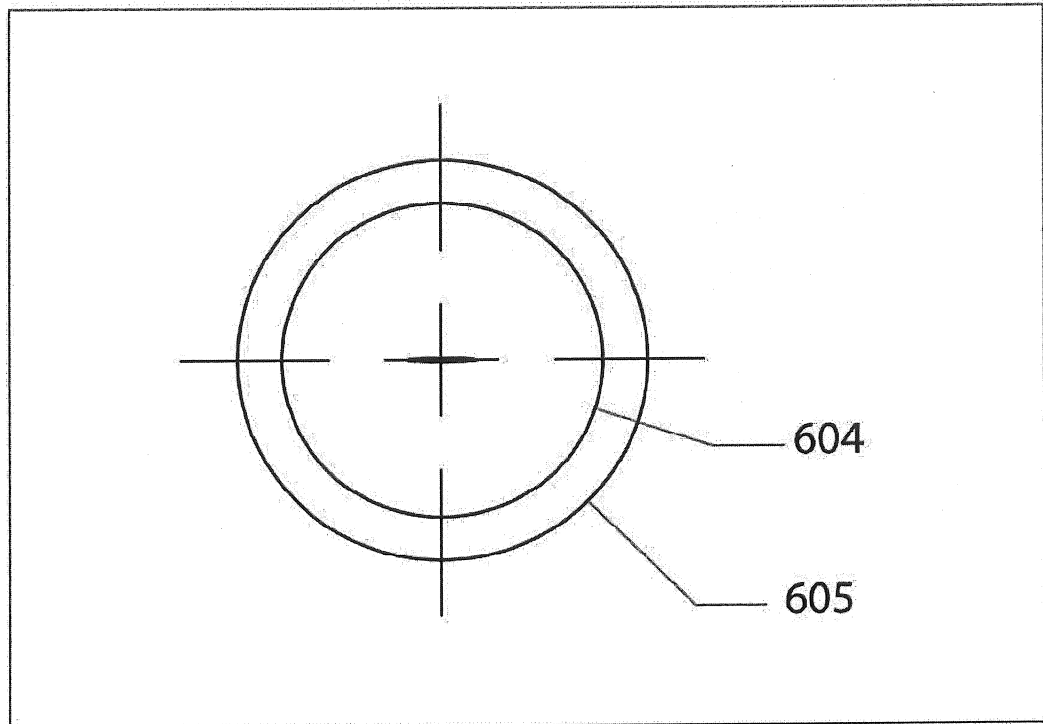


Fig.6C

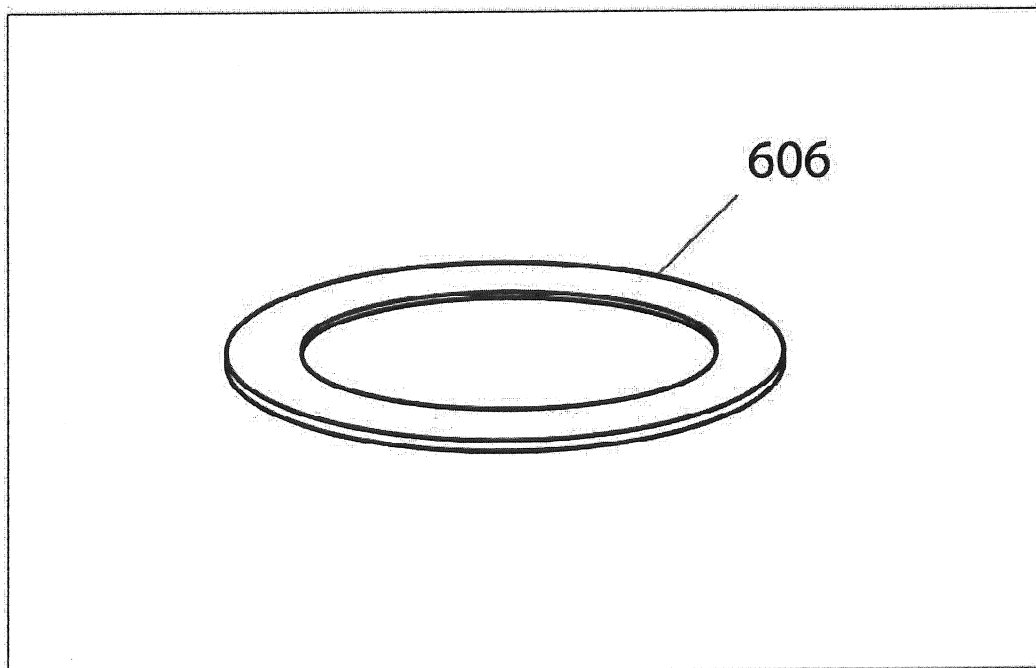


Fig.6D

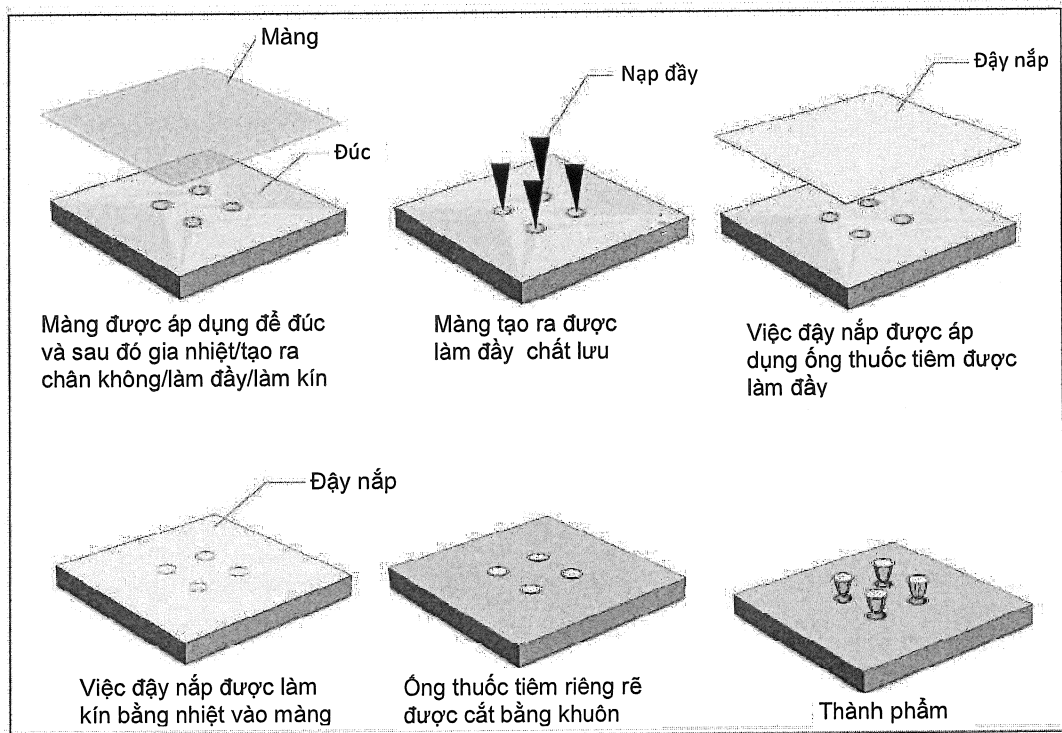


Fig. 7

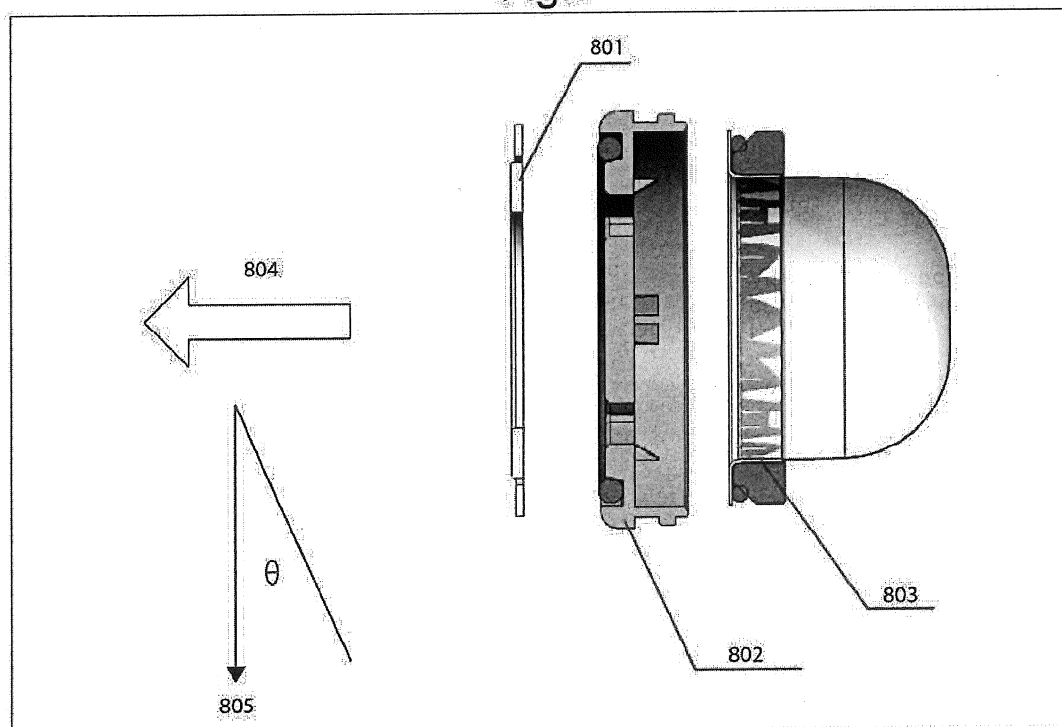


Fig. 8

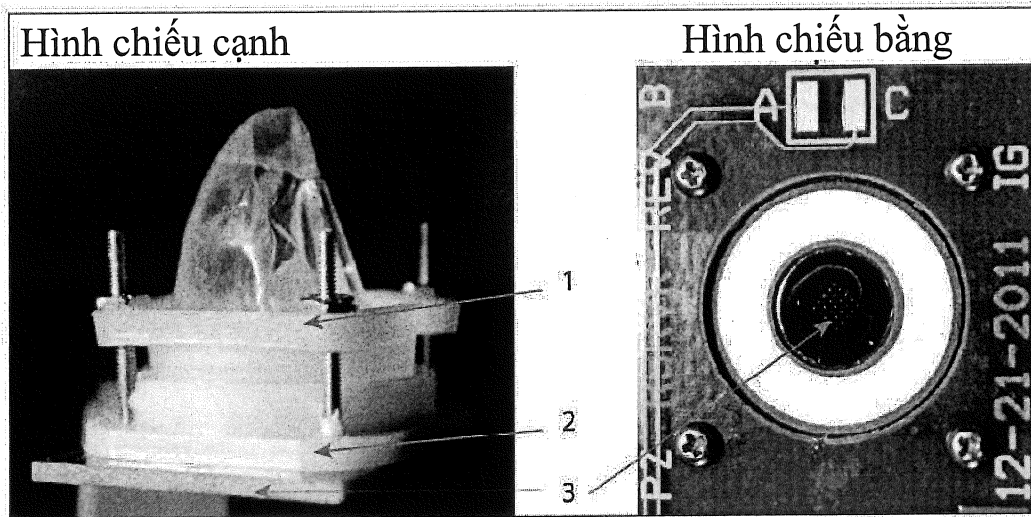


Fig.9

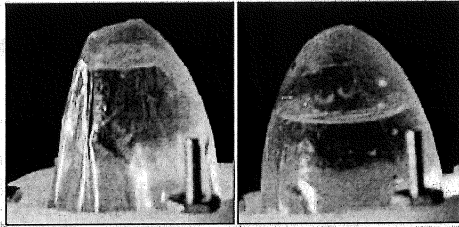
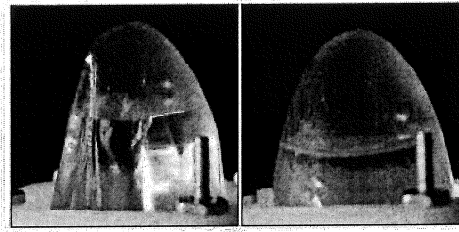
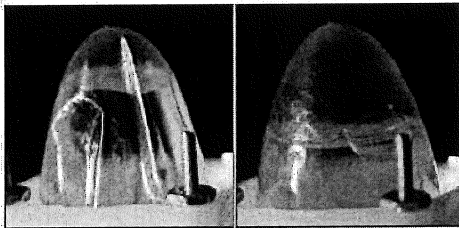
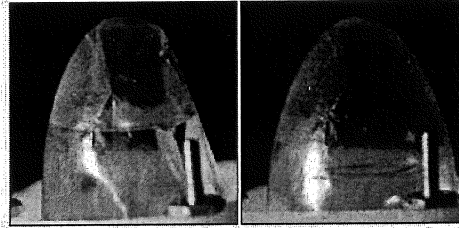
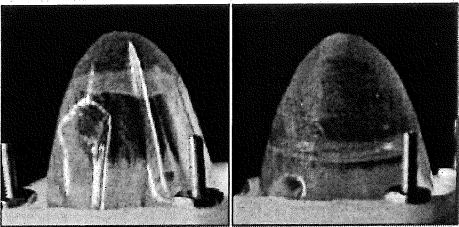
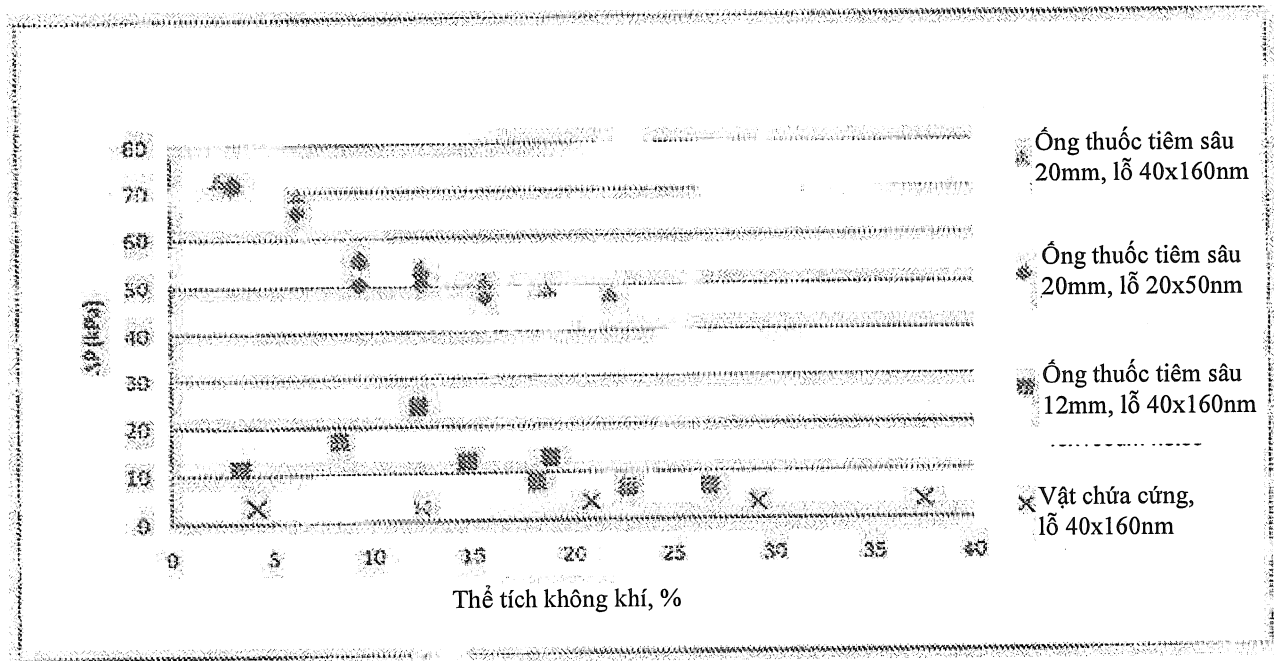
0,1ml không khí $\Delta P = 72,26\text{kPa}$ 0,4ml không khí $\Delta P = 50,33\text{kPa}$ 0,2ml không khí $\Delta P = 65,50\text{kPa}$ 0,5ml không khí $\Delta P = 47,30\text{kPa}$ 0,3ml không khí $\Delta P = 50,40\text{kPa}$ 

Fig.10



6000 ft = 1828.8 m = $\Delta P = 20$ kPa = 2.9 psi
 8000 ft = 2438.4 m = $\Delta P = 29$ kPa = 4.2 psi

Fig.11

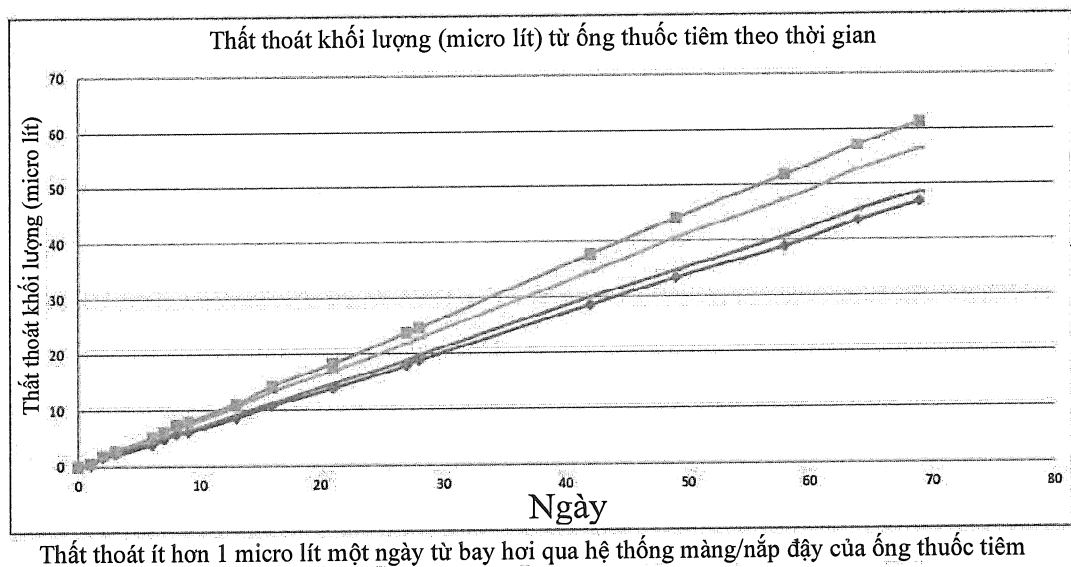


Fig.12

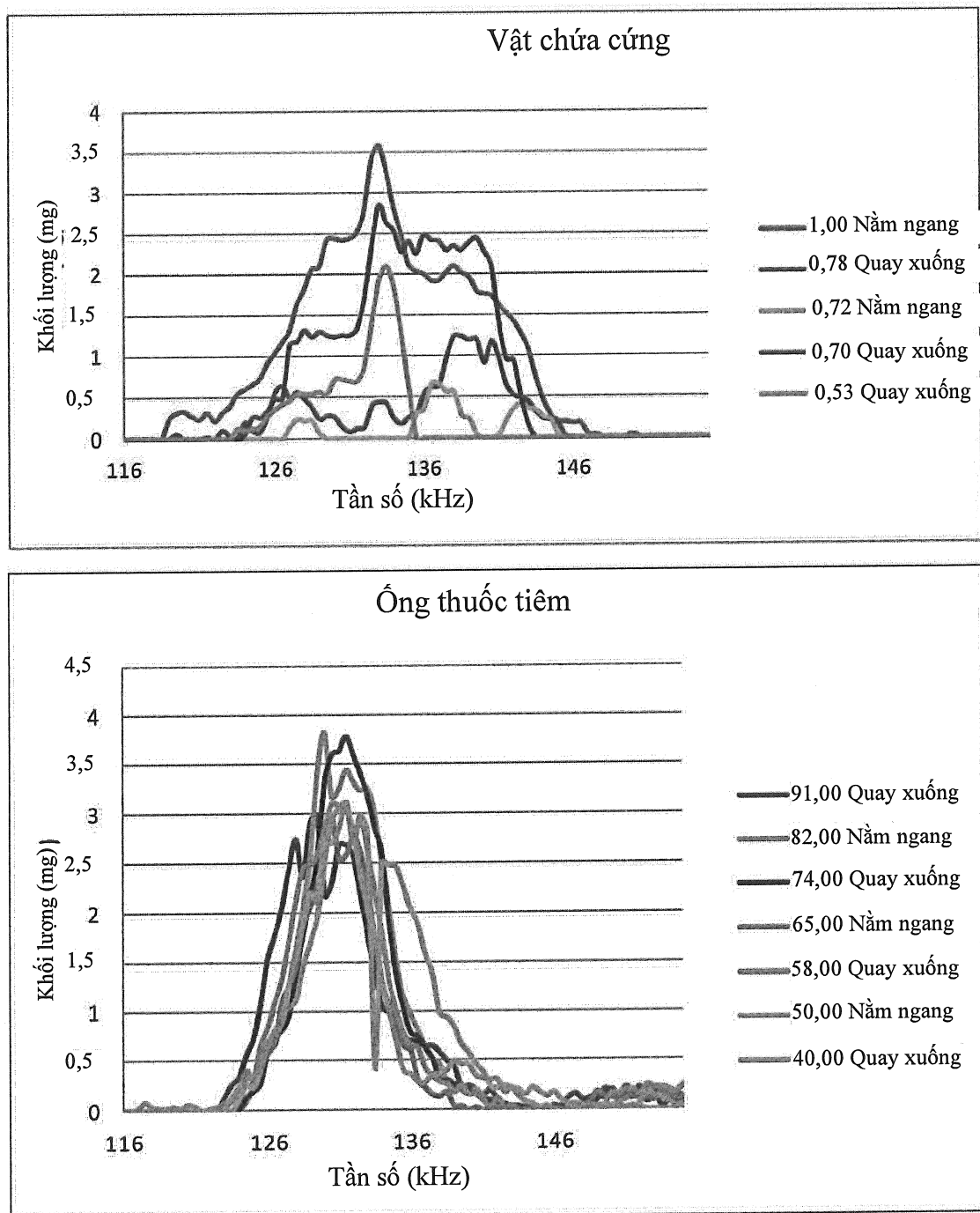


Fig.13

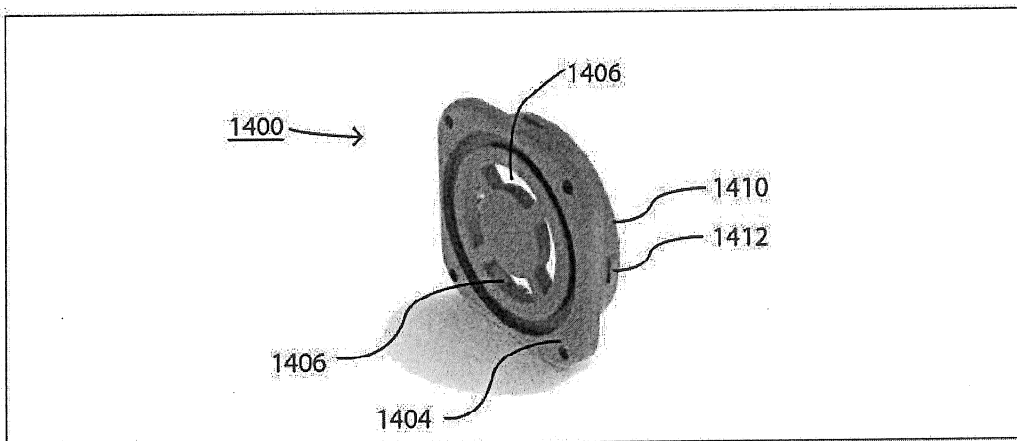


Fig. 14A

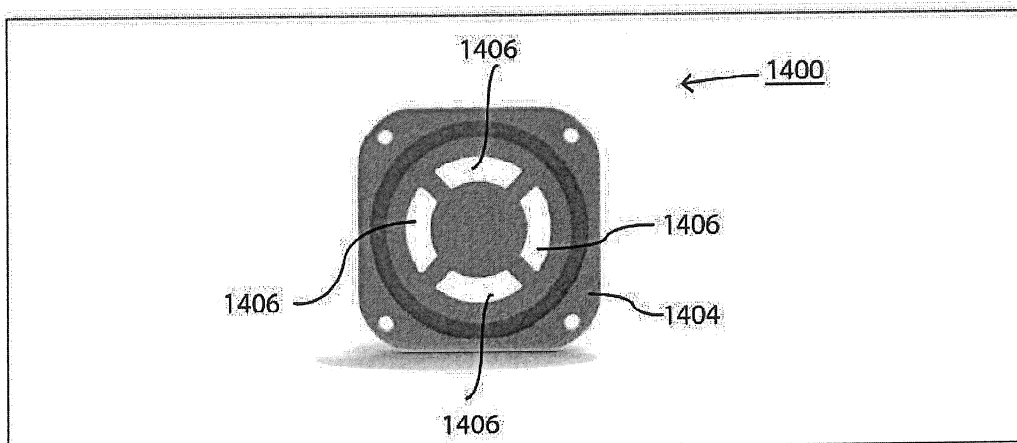


Fig. 14B

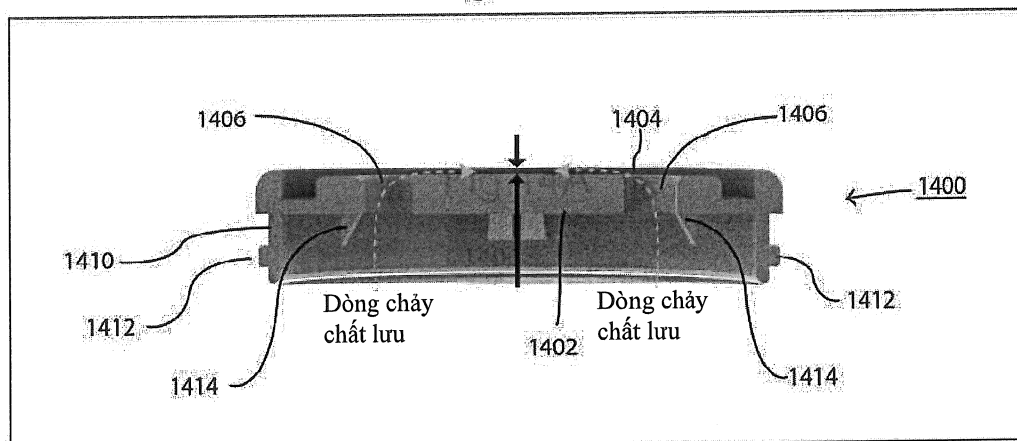


Fig. 14C

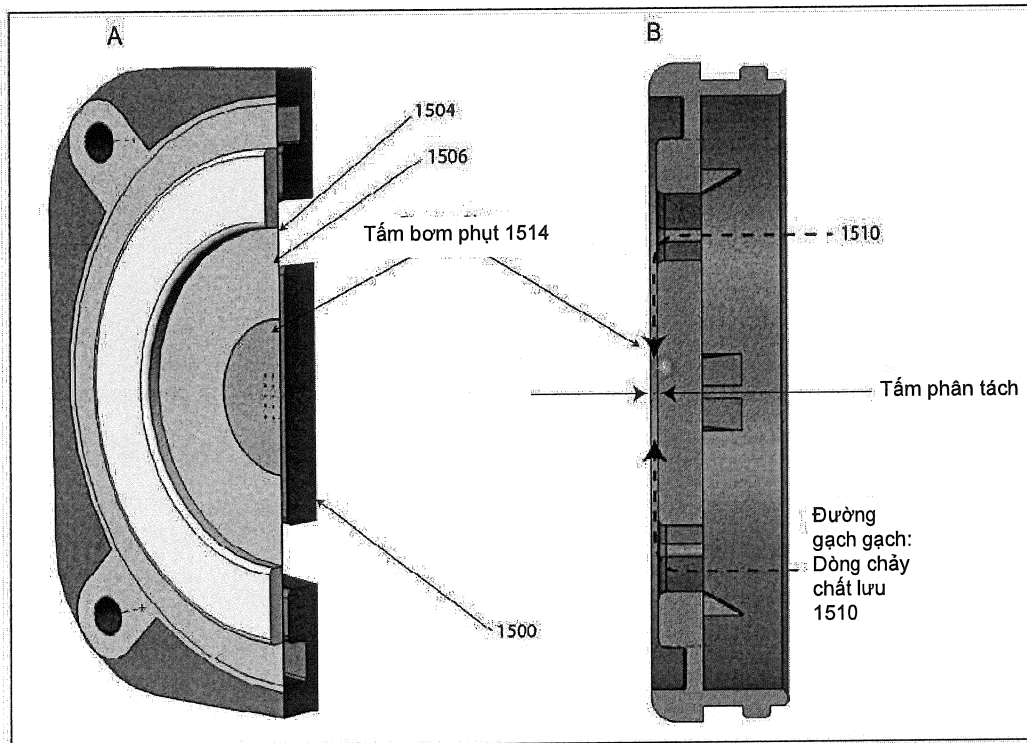


Fig. 15A

Fig. 15B

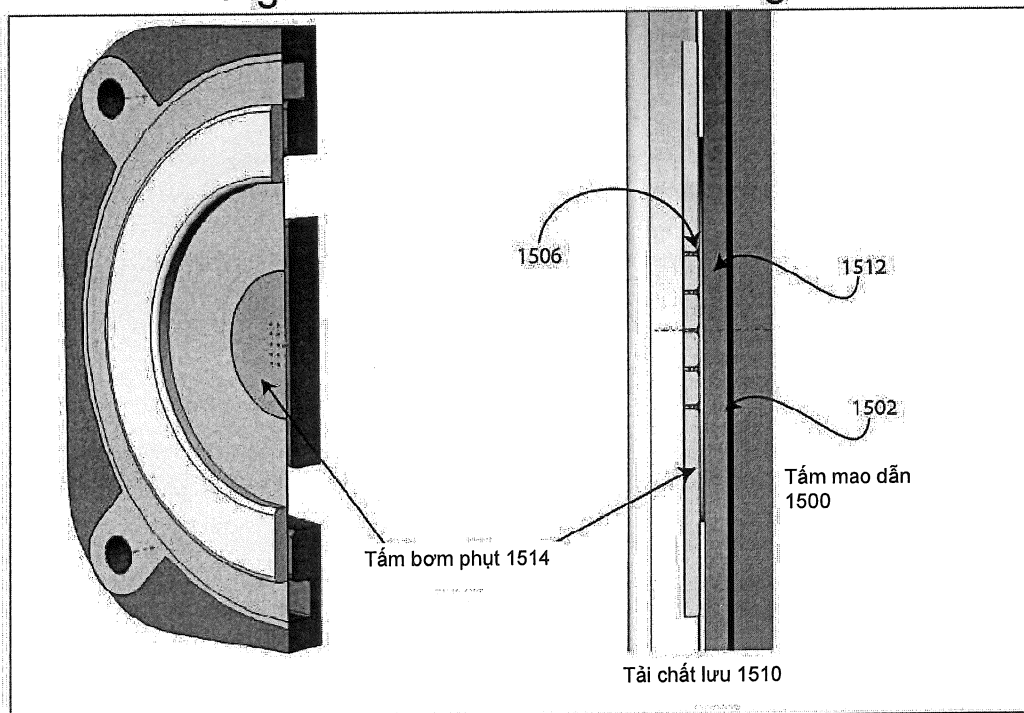


Fig. 15C

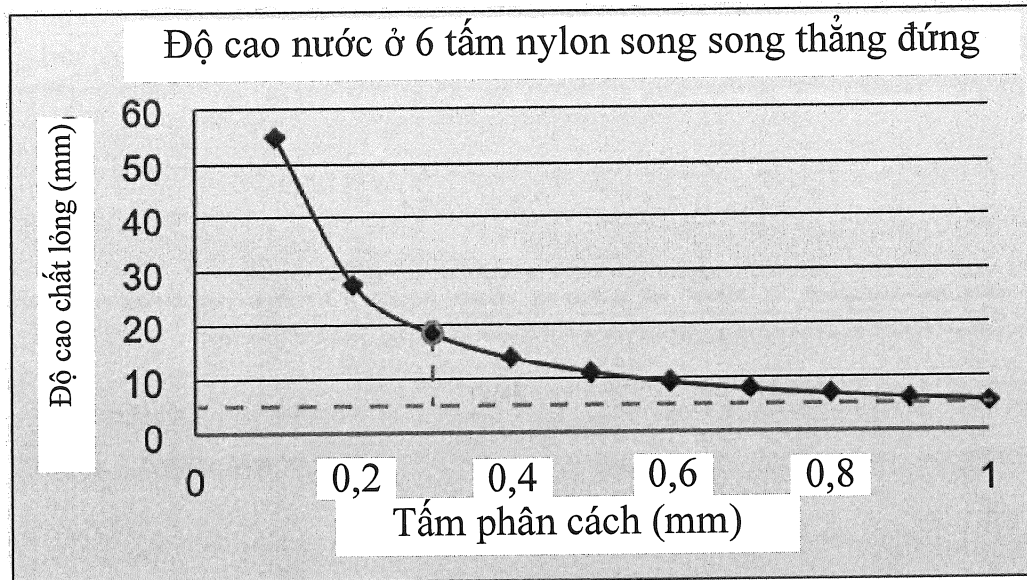


Fig.16A

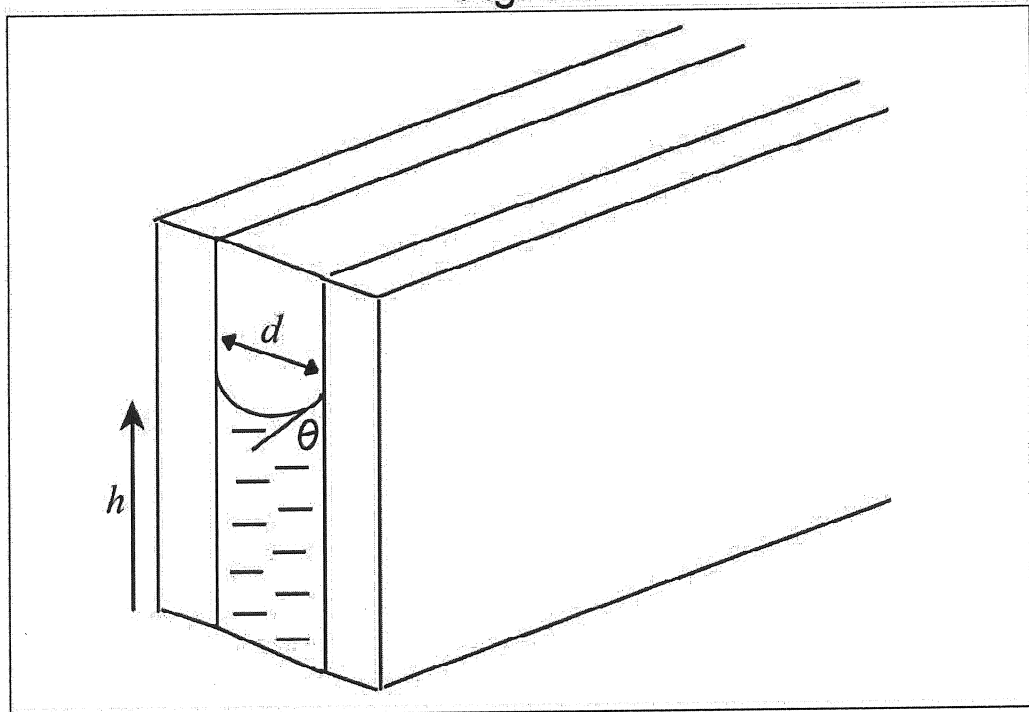


Fig.16B

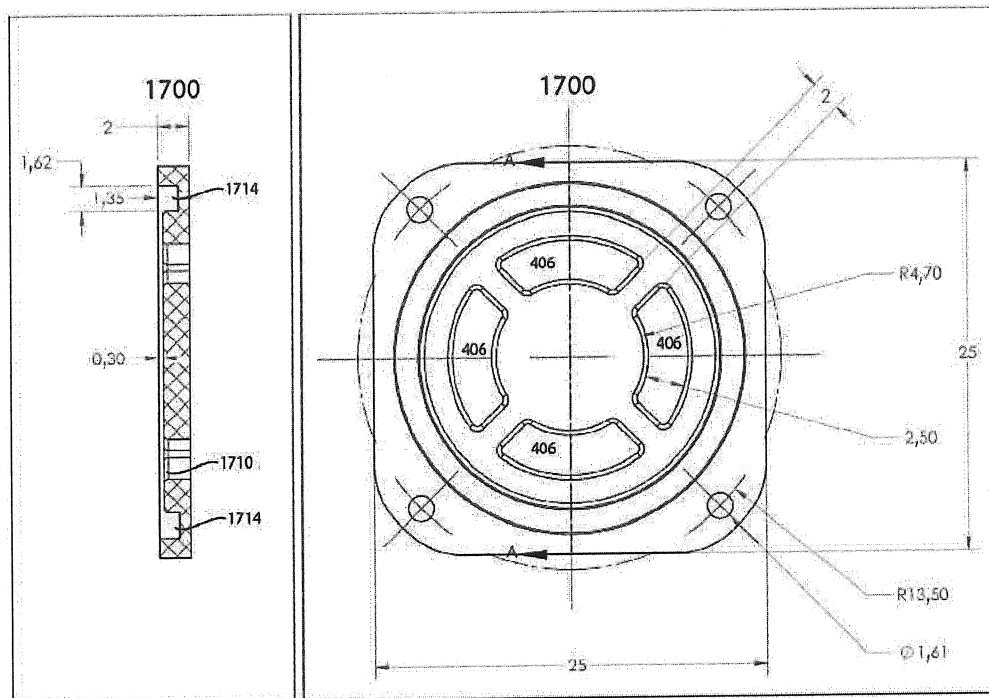
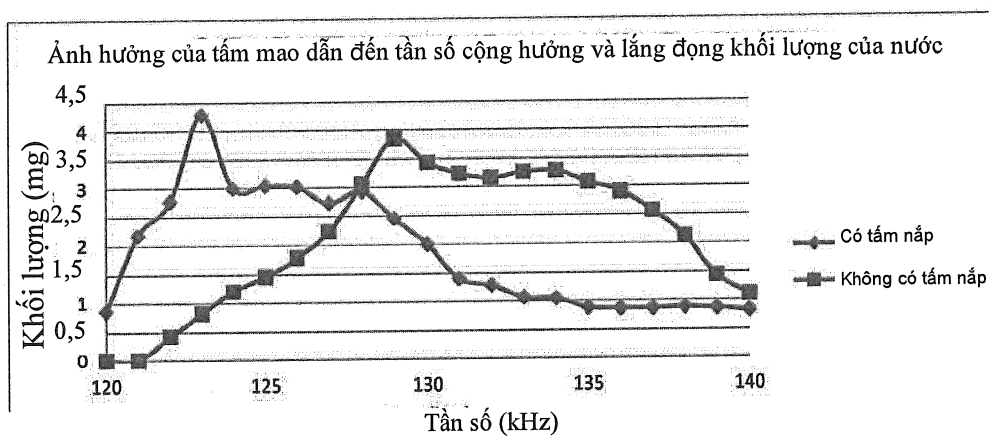


Fig.17A

Fig.17B



Tấm bơm phụt NiCo với các lỗ 25, 40 micron và dày 160 micron

Fig.18

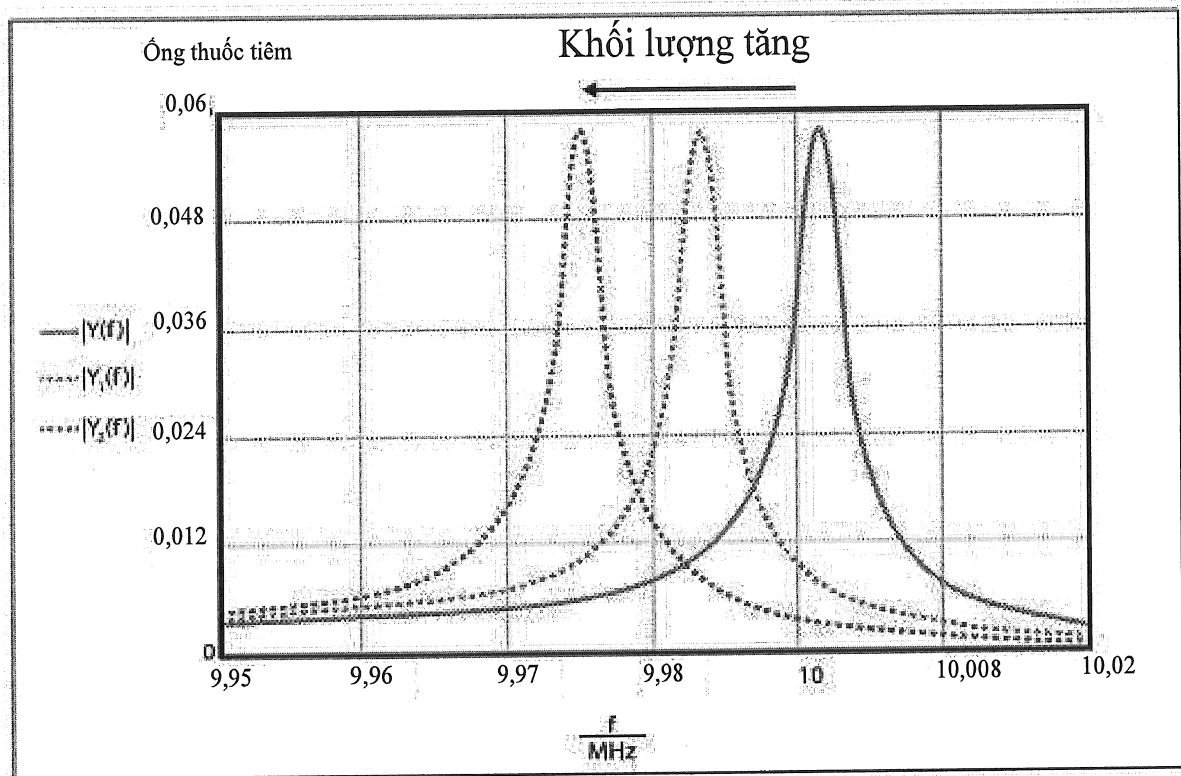
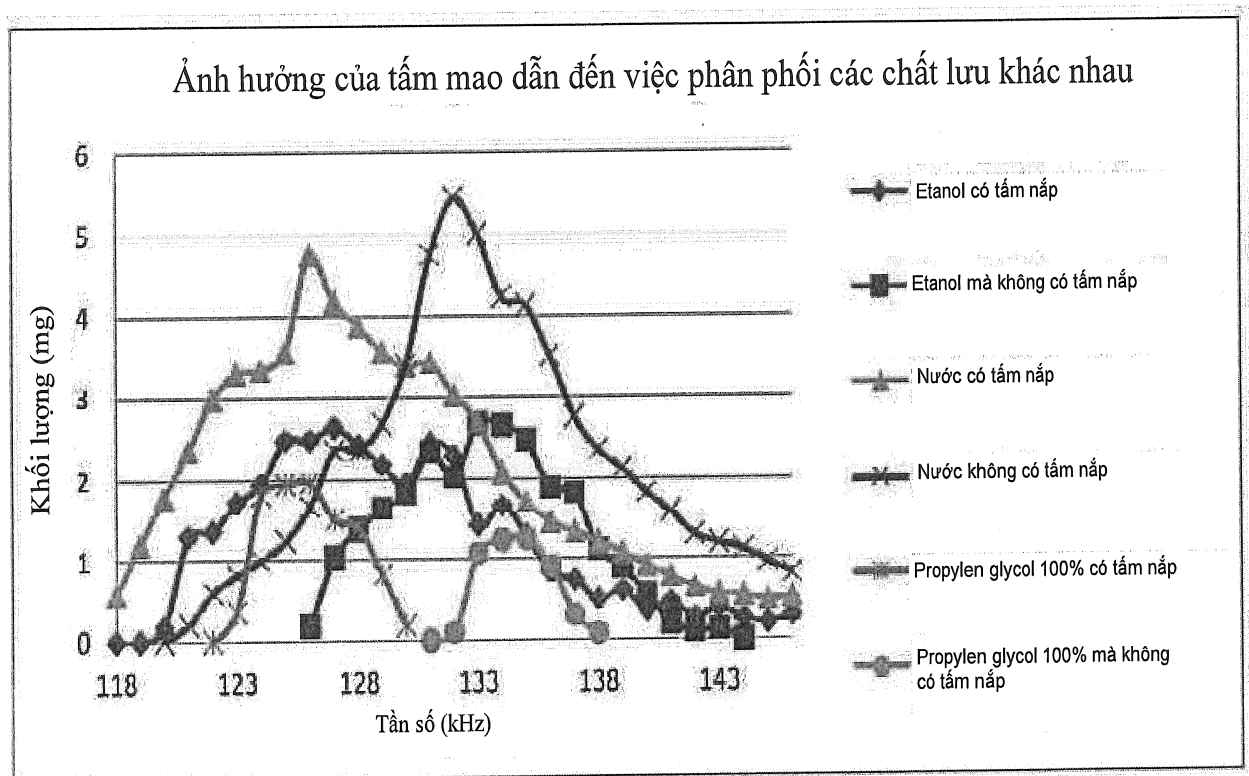
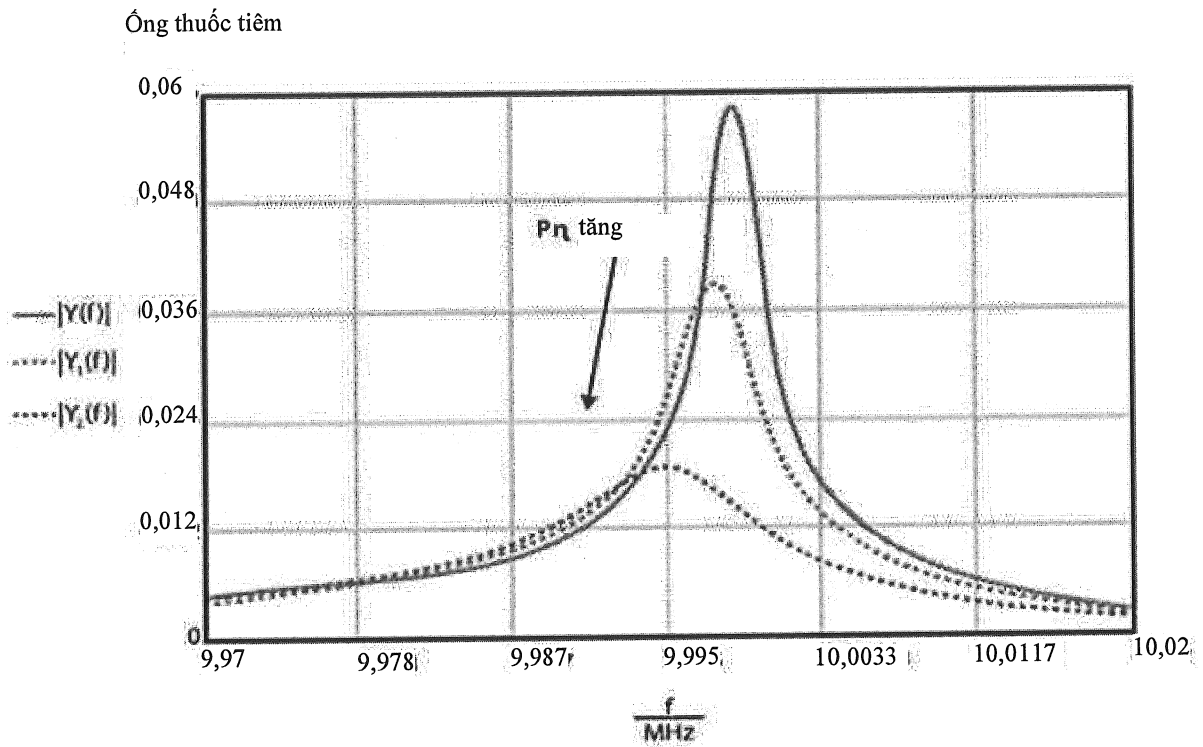


FIG. 19



Tẩm bơm phụt NiCo với các lỗ 25, 40 micron và dày 160 micron

Fig.20



Chất lỏng	Tỷ trọng (r) (g/cm ³)	Độ nhớt (h) (cP)
Nước	0,998	1,002
Etanol	0,789	1,162
Propylen glycol	1,036	50

FIG. 21

Tính không nhạy độ cao của tấm mao dẫn

Thể tích (khối lượng) được phân phối đối với hướng của thiết bị

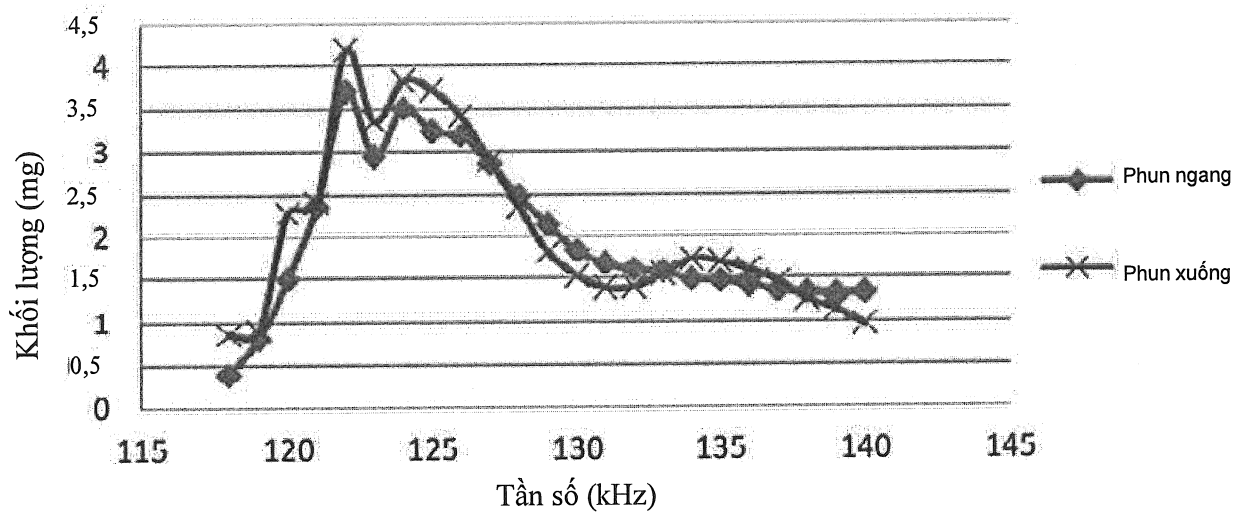


FIG. 22

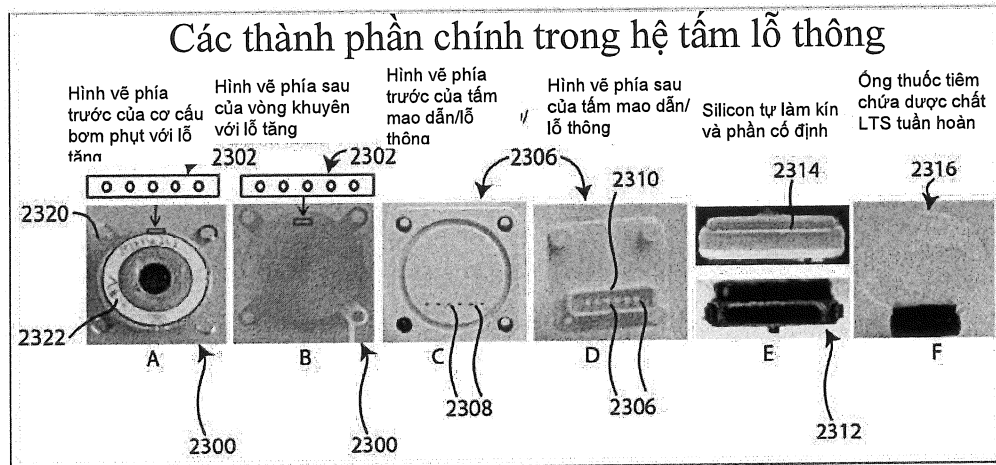


Fig.23

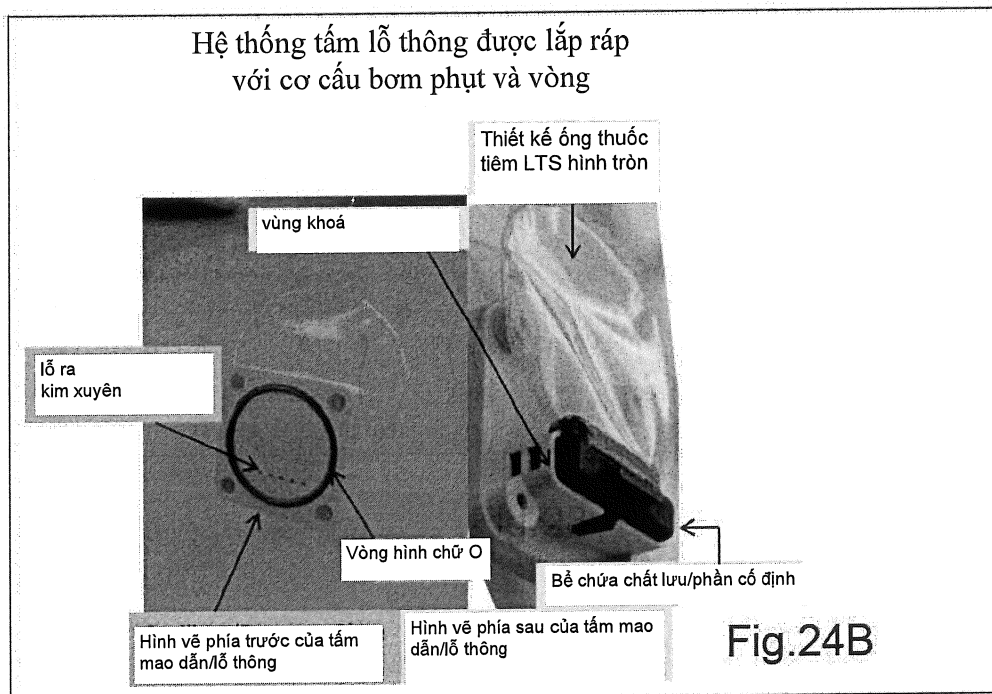


Fig.24A

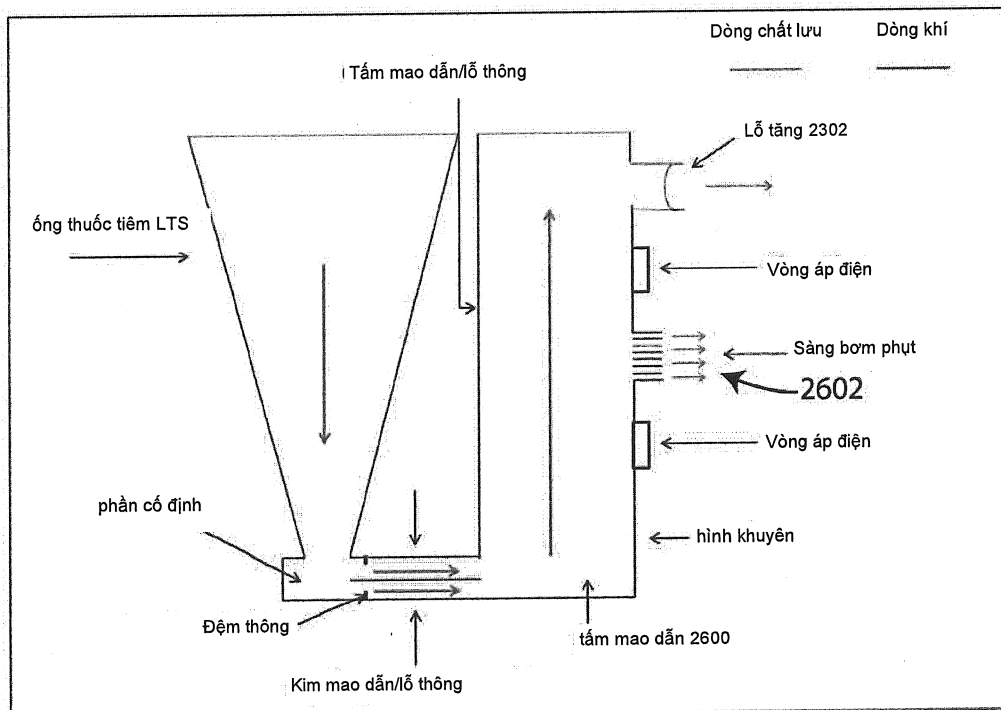
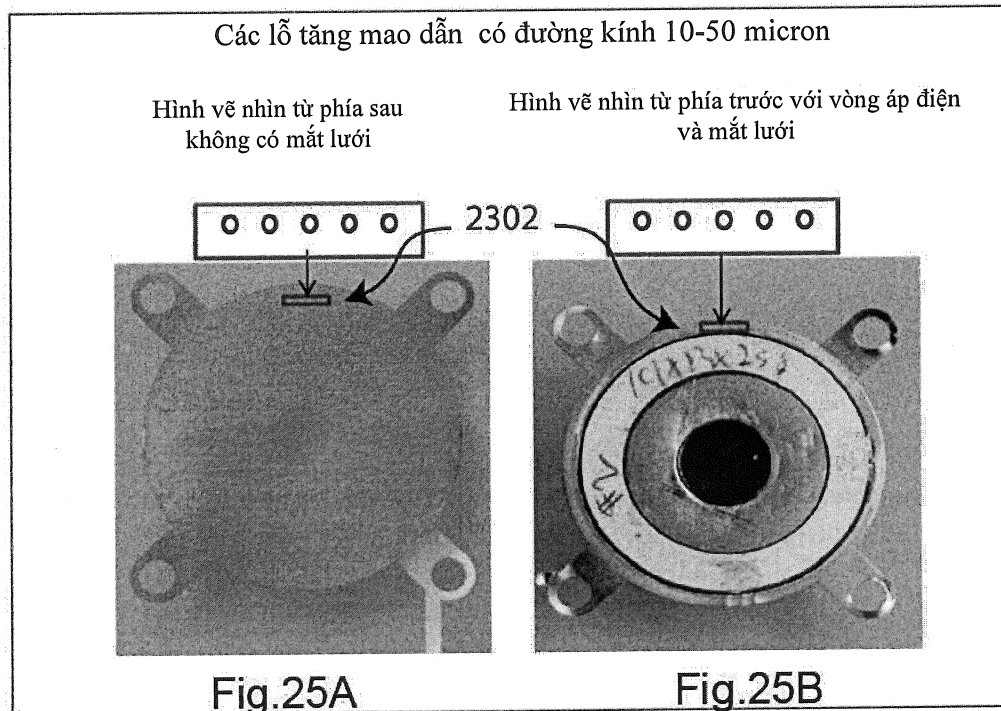


Fig.26

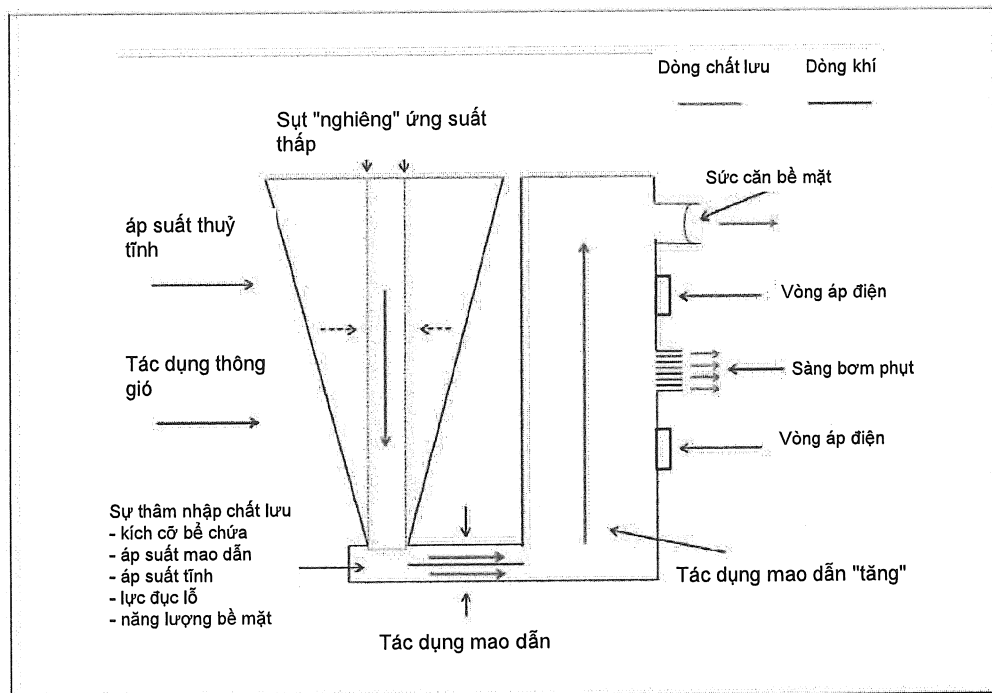


Fig.27

Phương trình Bermoull đối với các dòng không nén

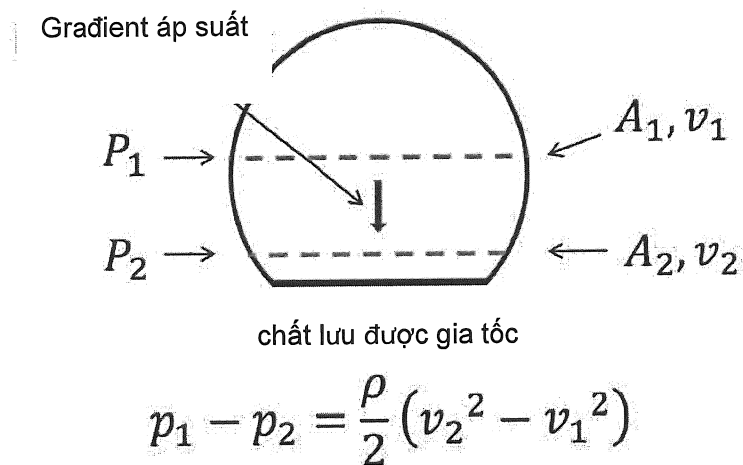


Fig.28

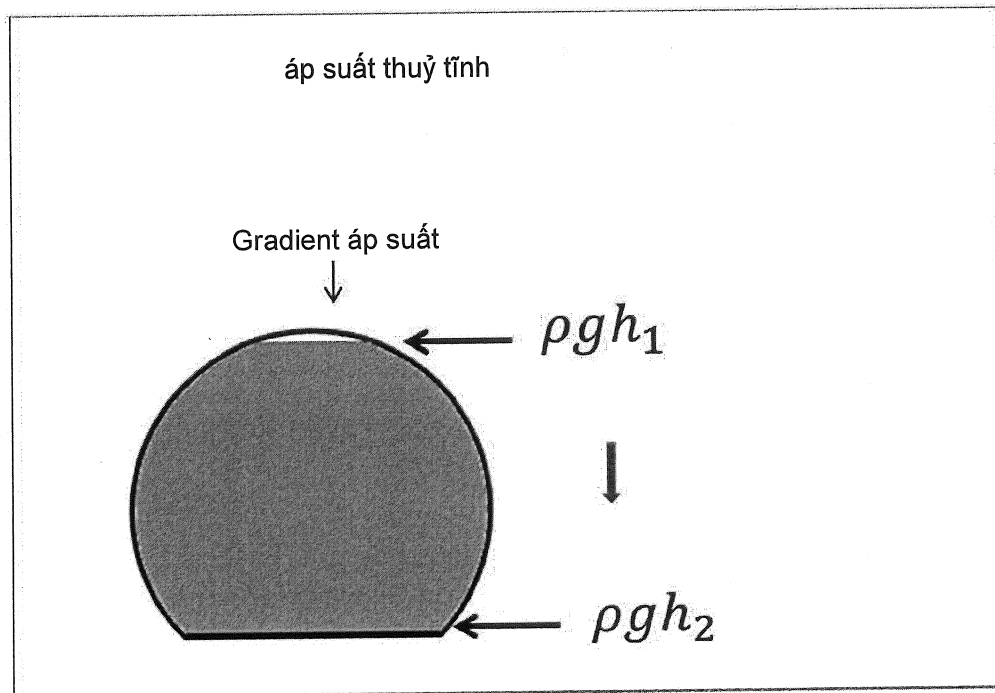


Fig.29

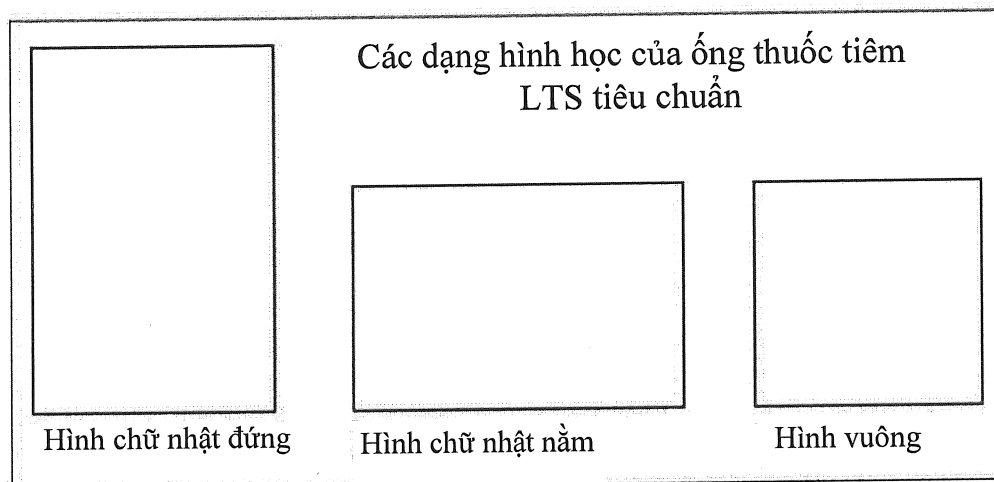


Fig.30

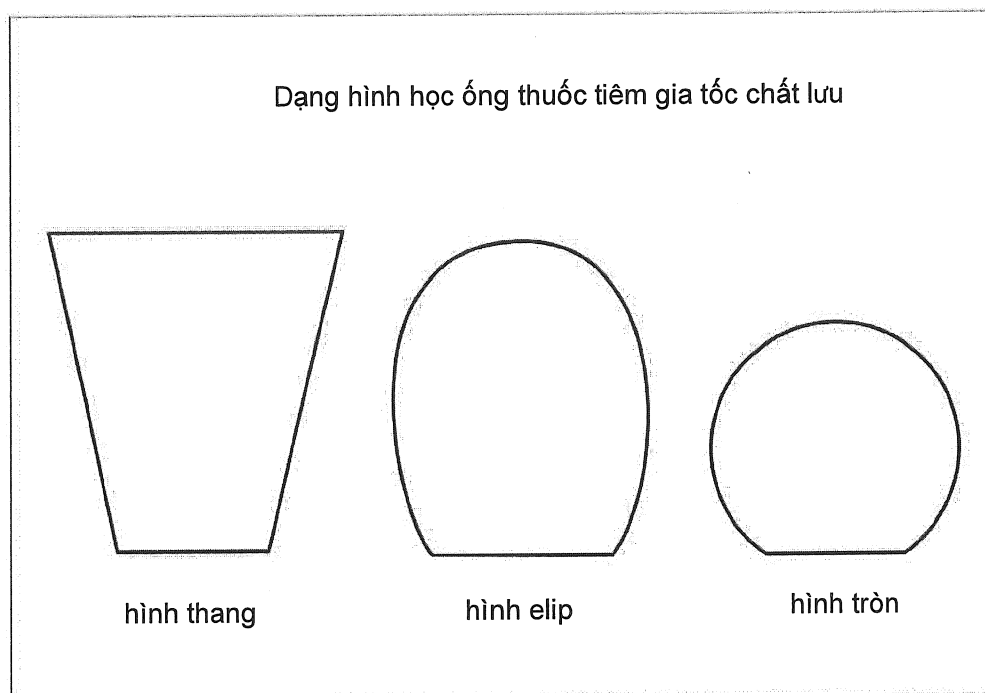


Fig.31

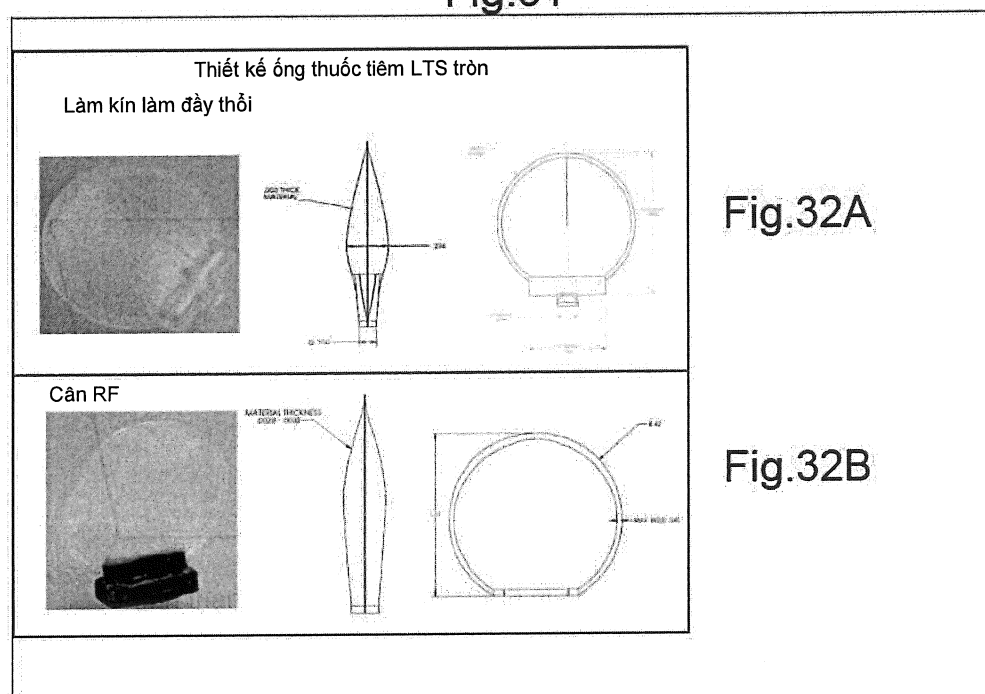


Fig.32A

Fig.32B

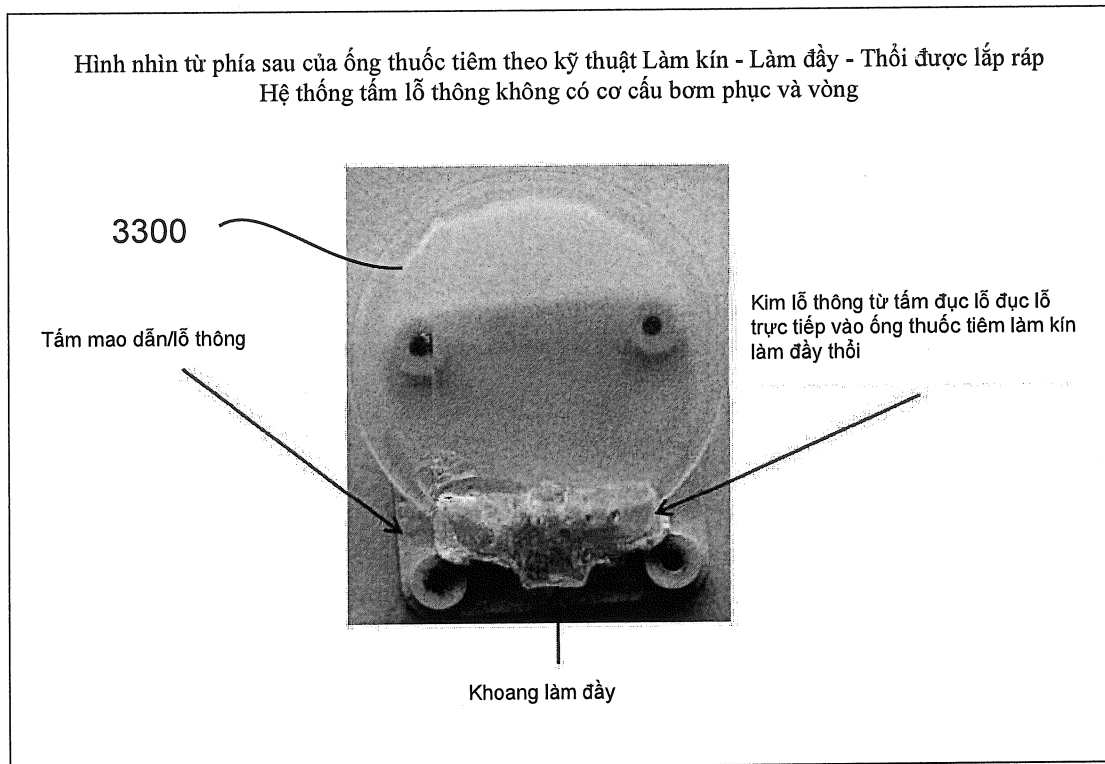


FIG. 33

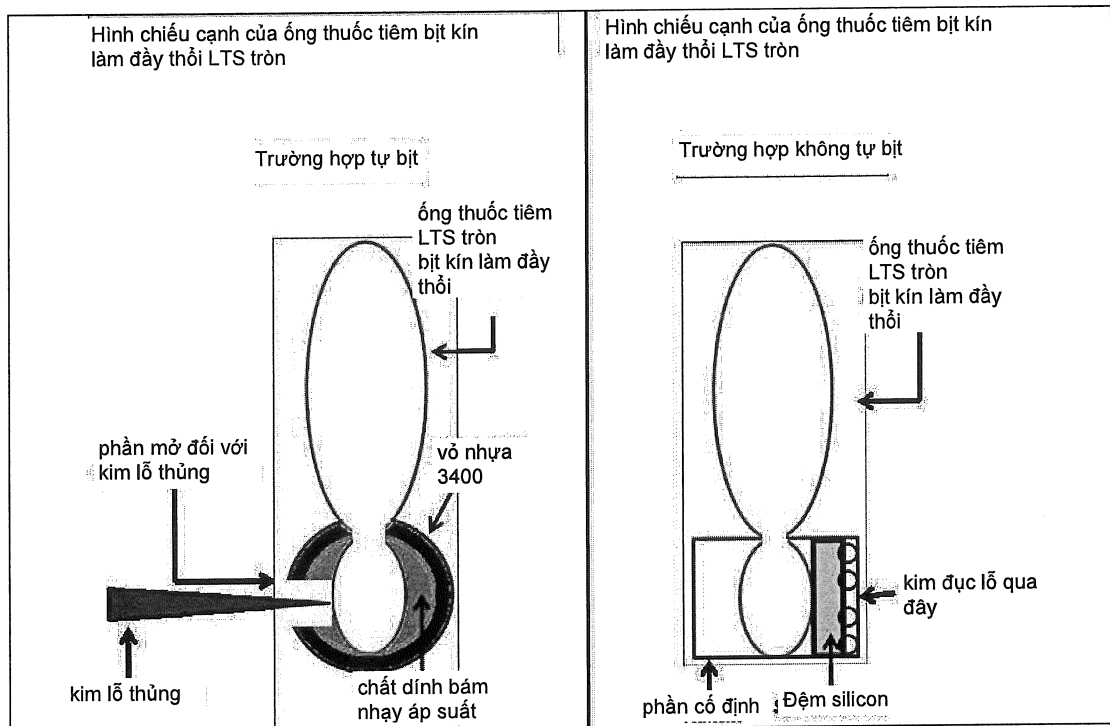


FIG. 34A

FIG. 34B

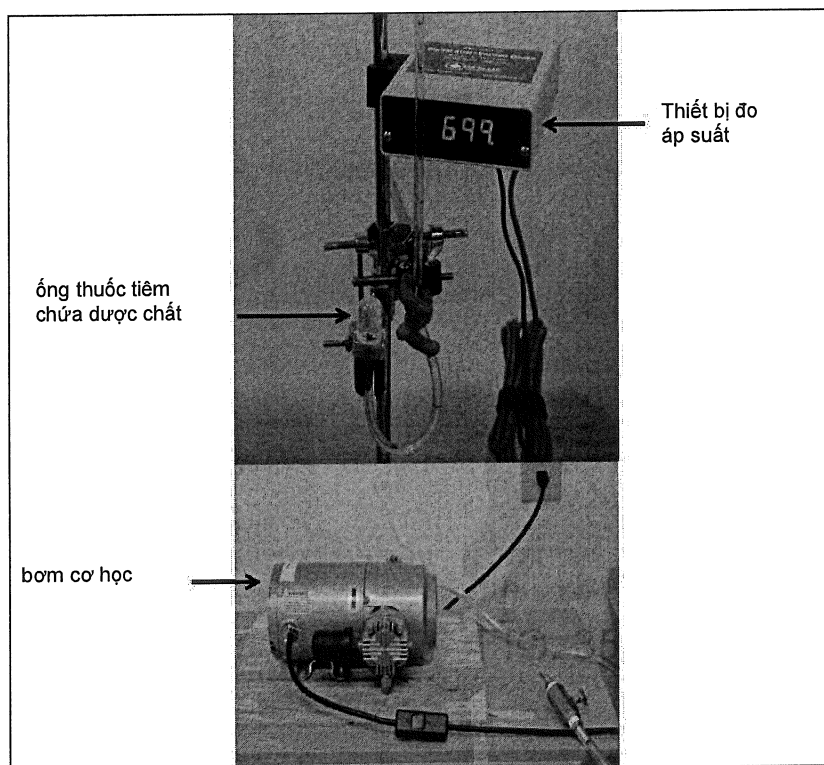
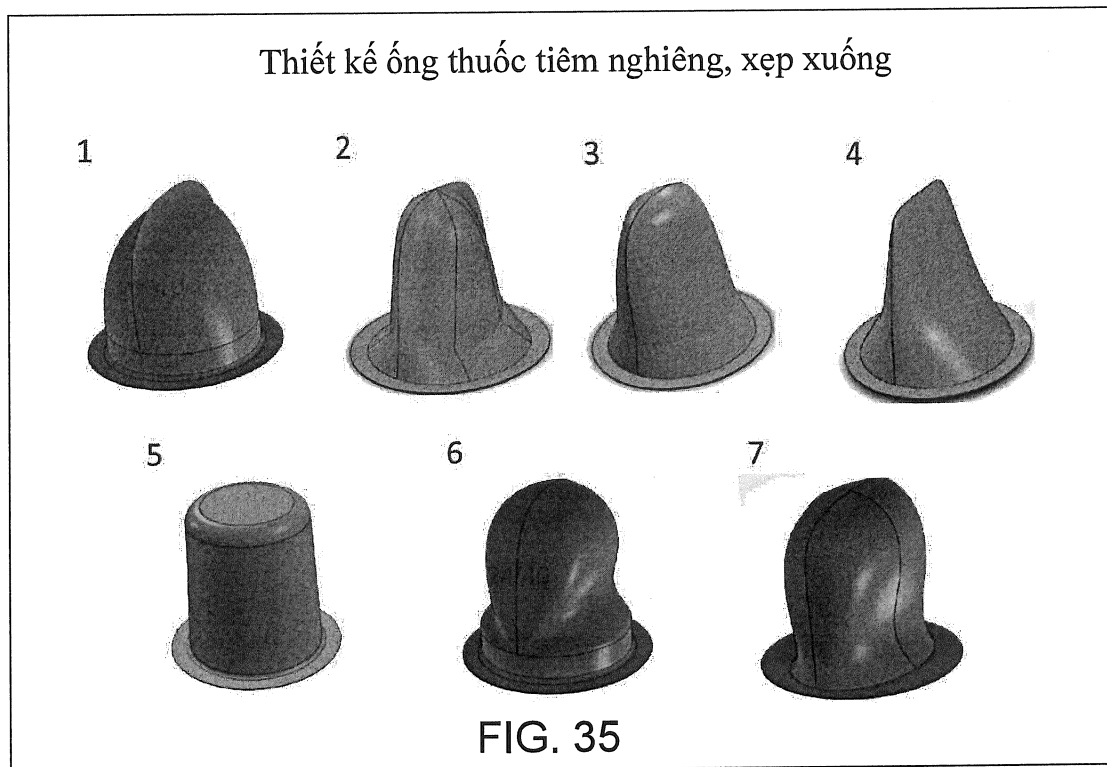


FIG. 36

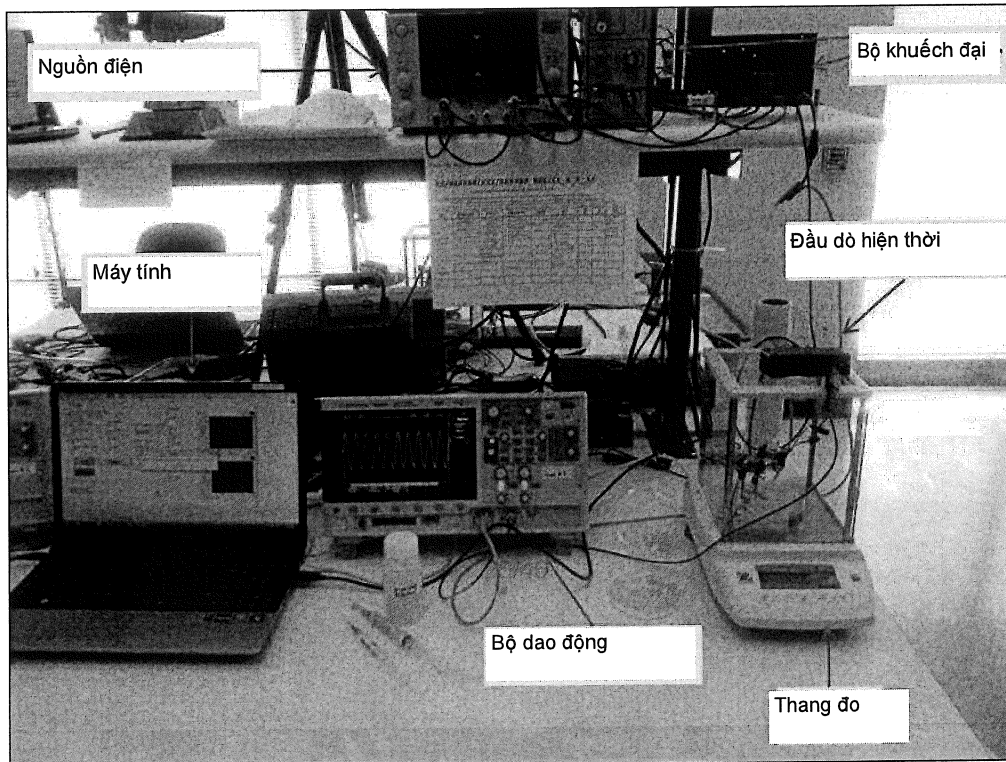


FIG. 37

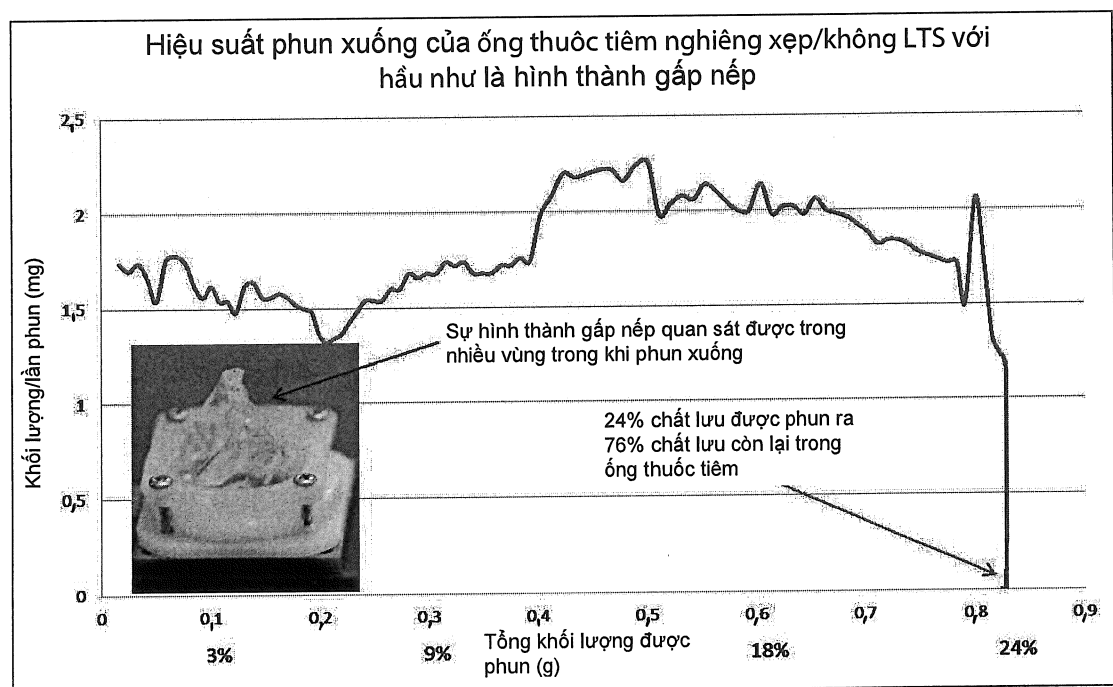


FIG. 38

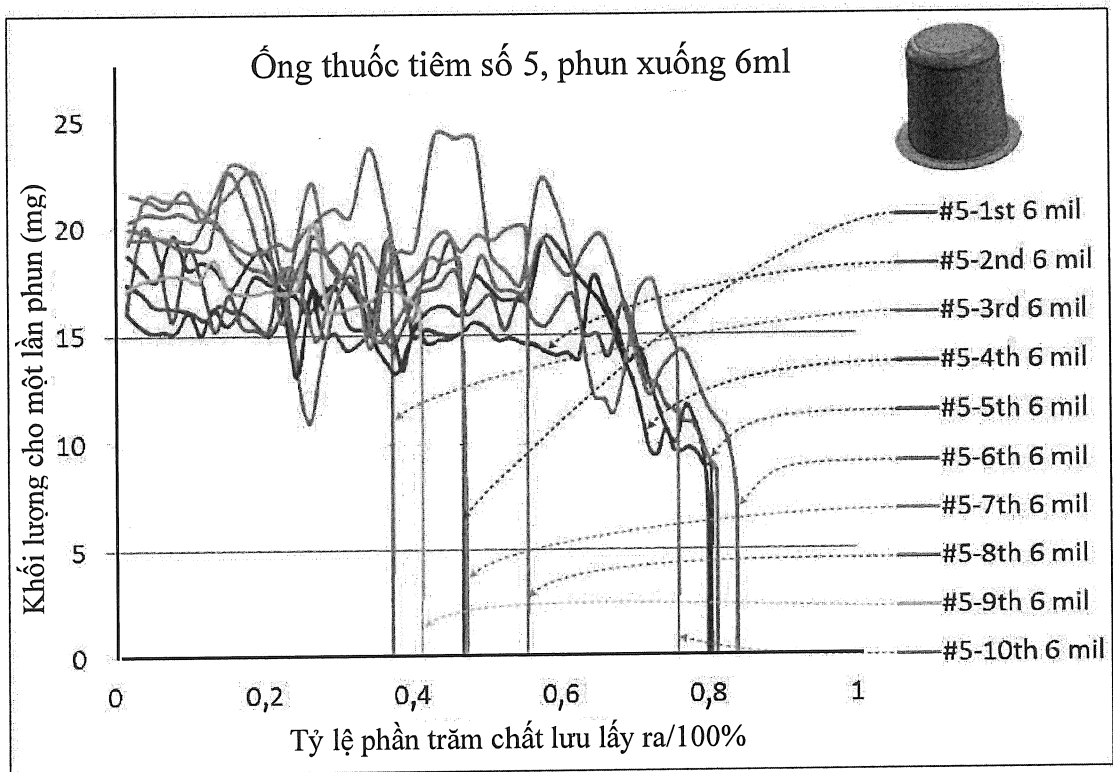


FIG. 39

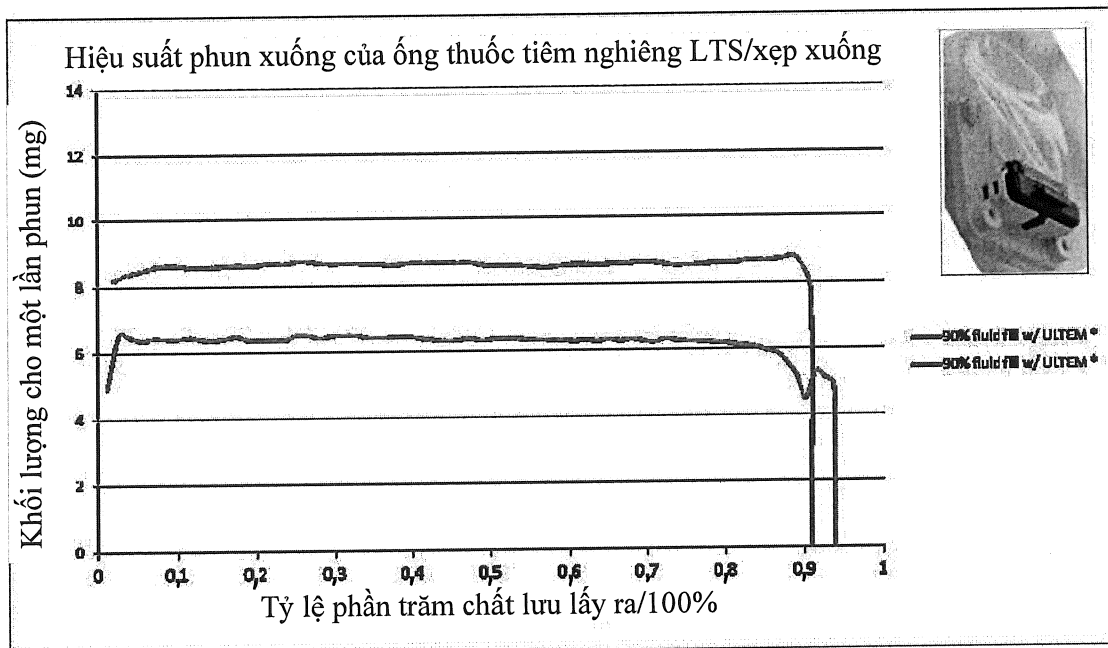


FIG. 40

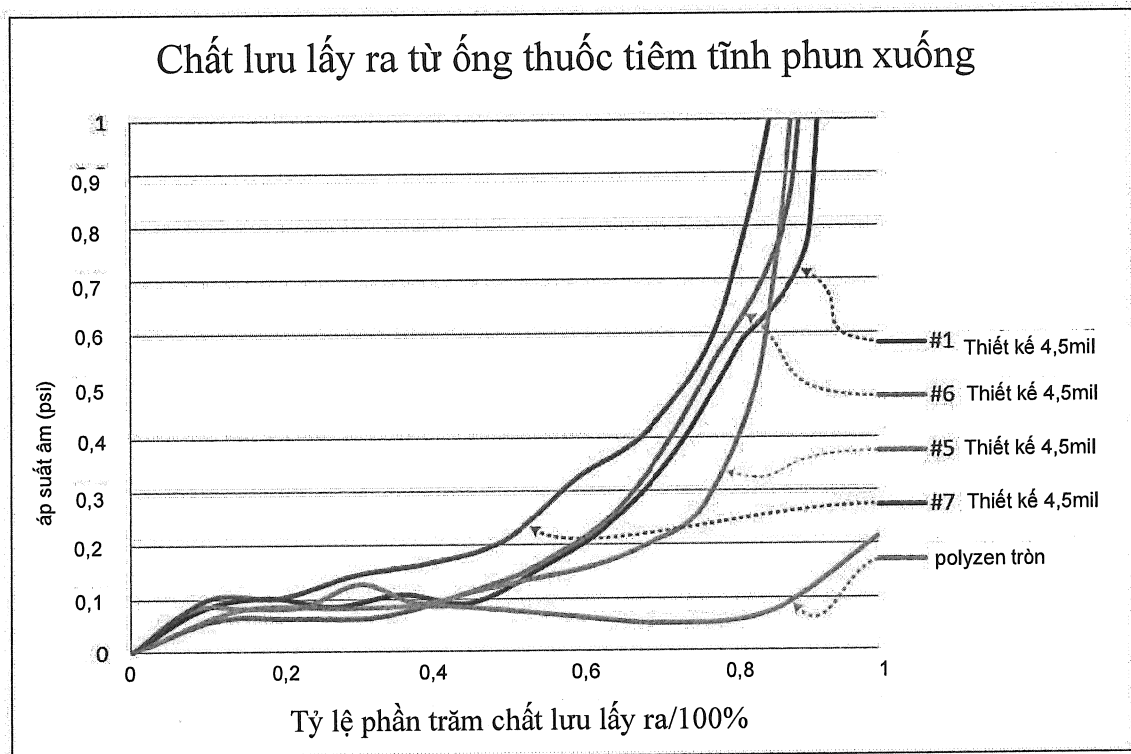


FIG. 41

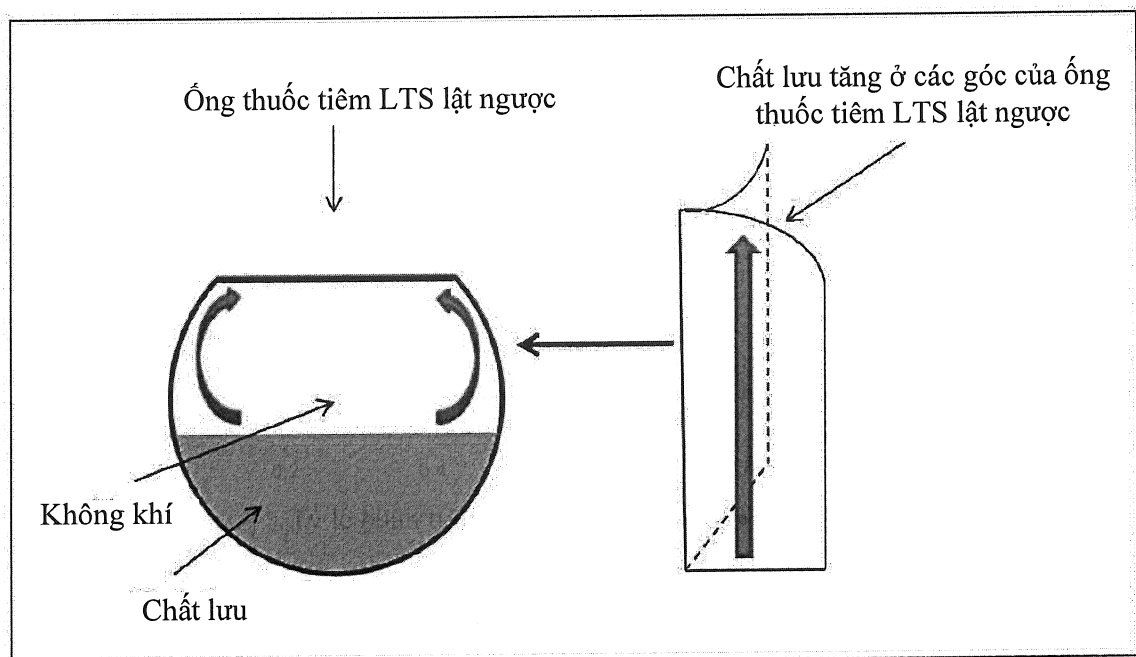


FIG. 42

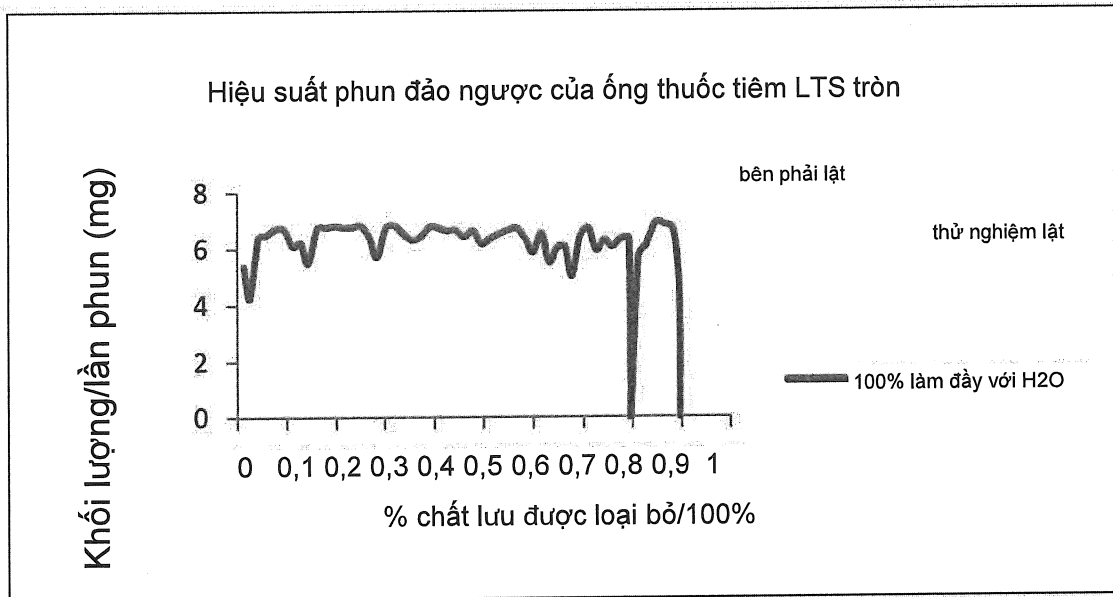


FIG. 43

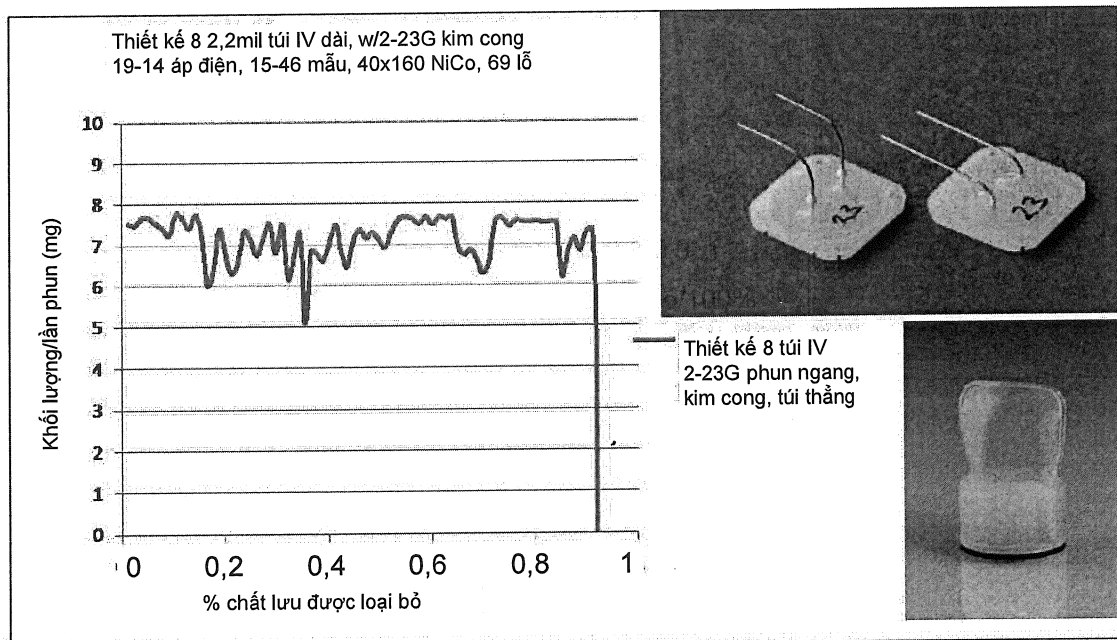


FIG. 44

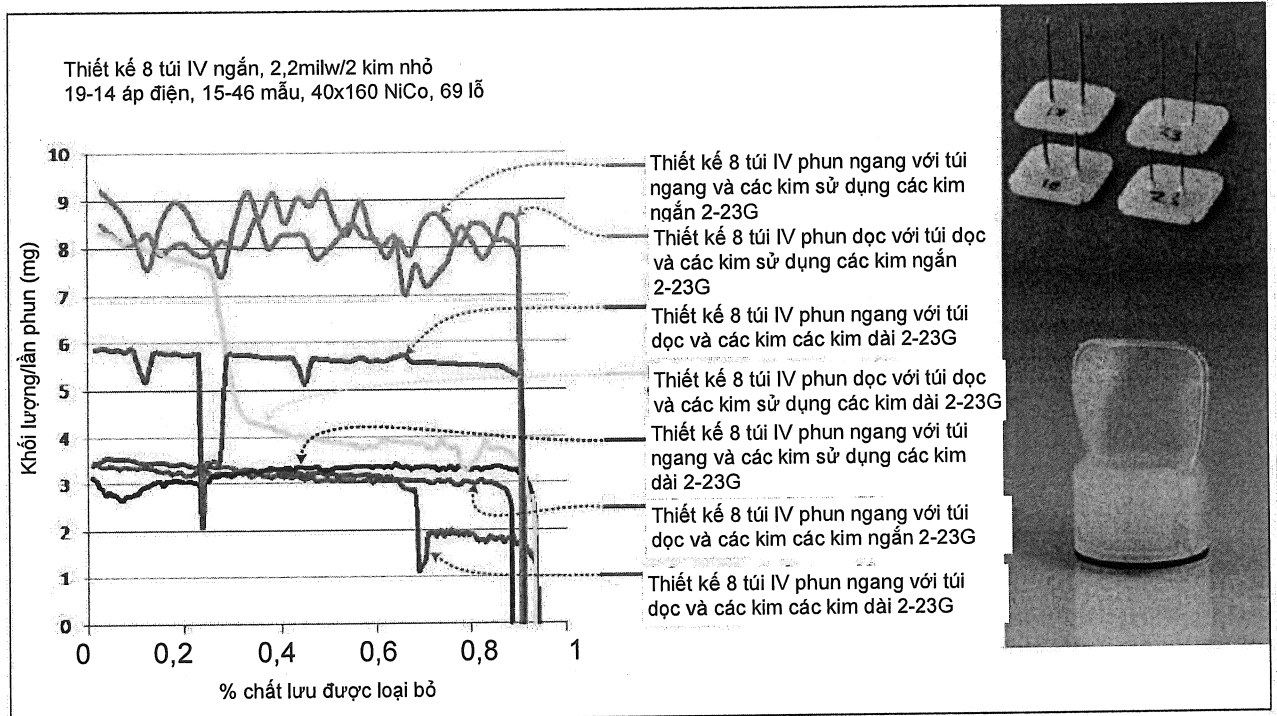


FIG. 45

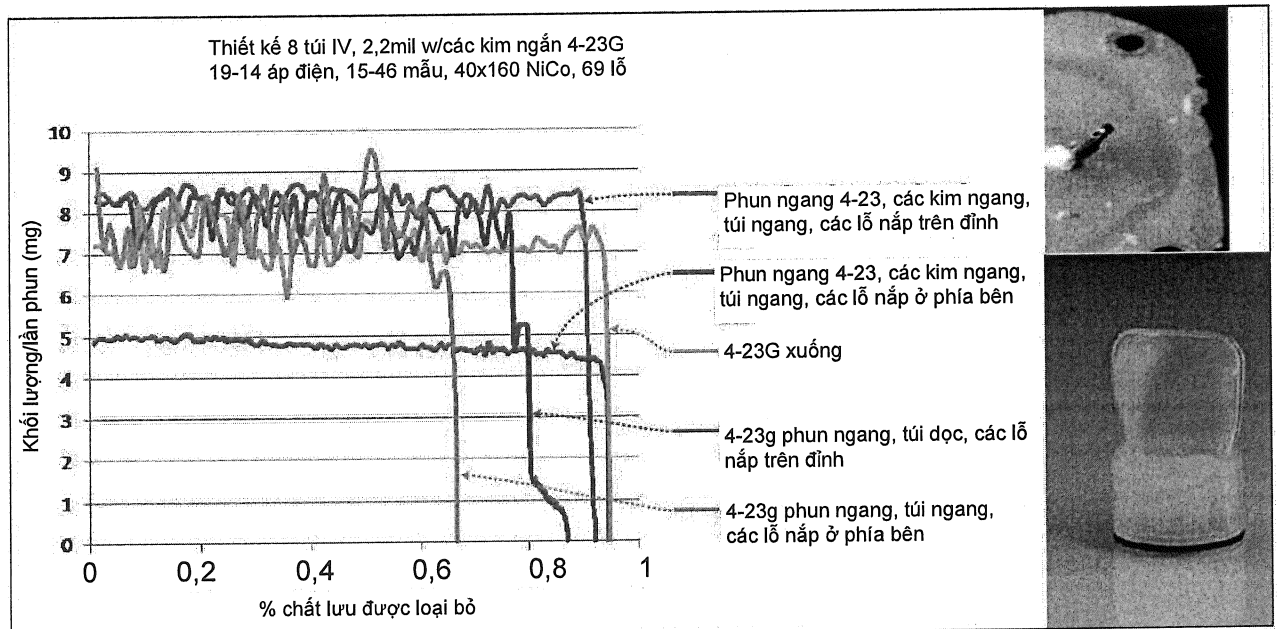


FIG. 46

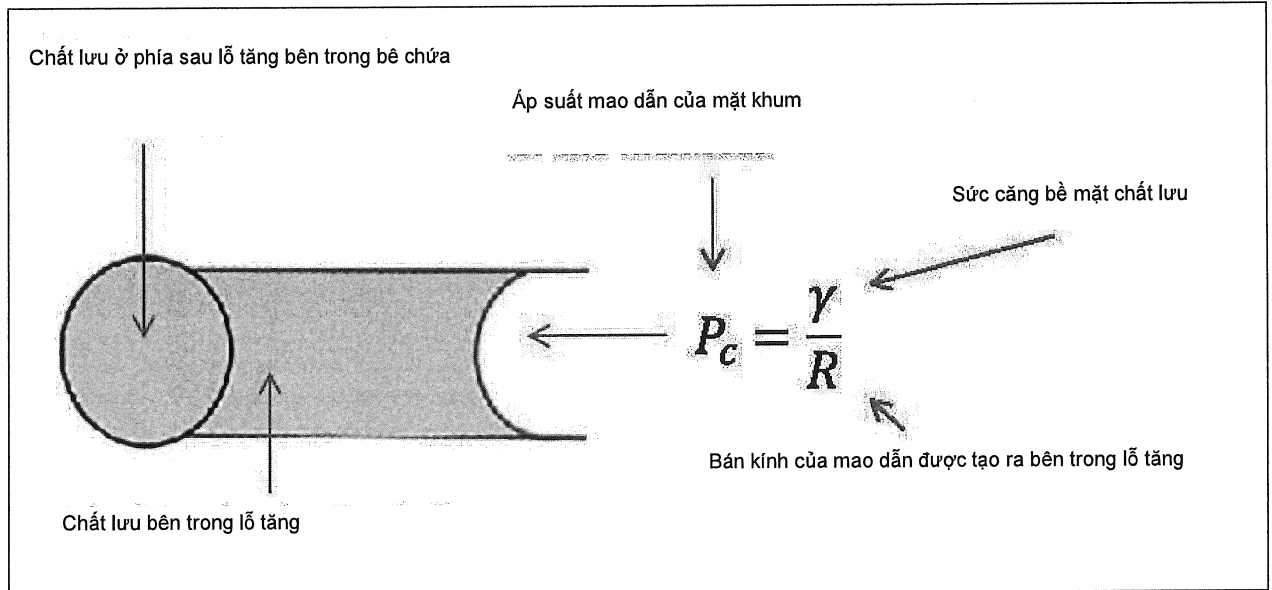


FIG. 47

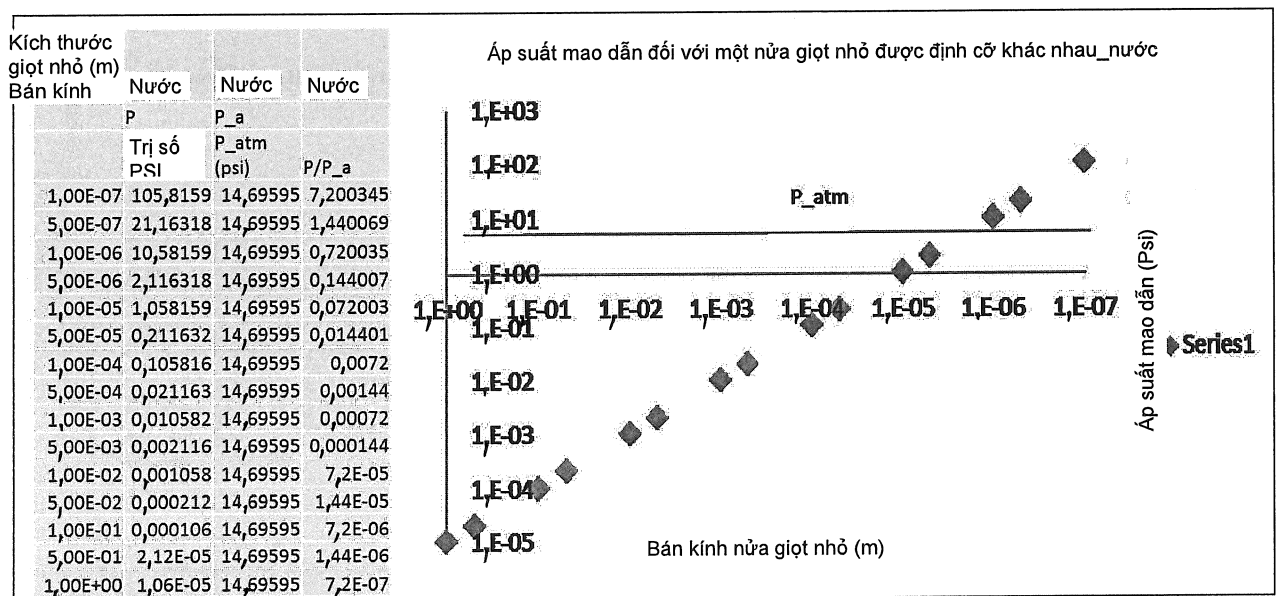


FIG. 48

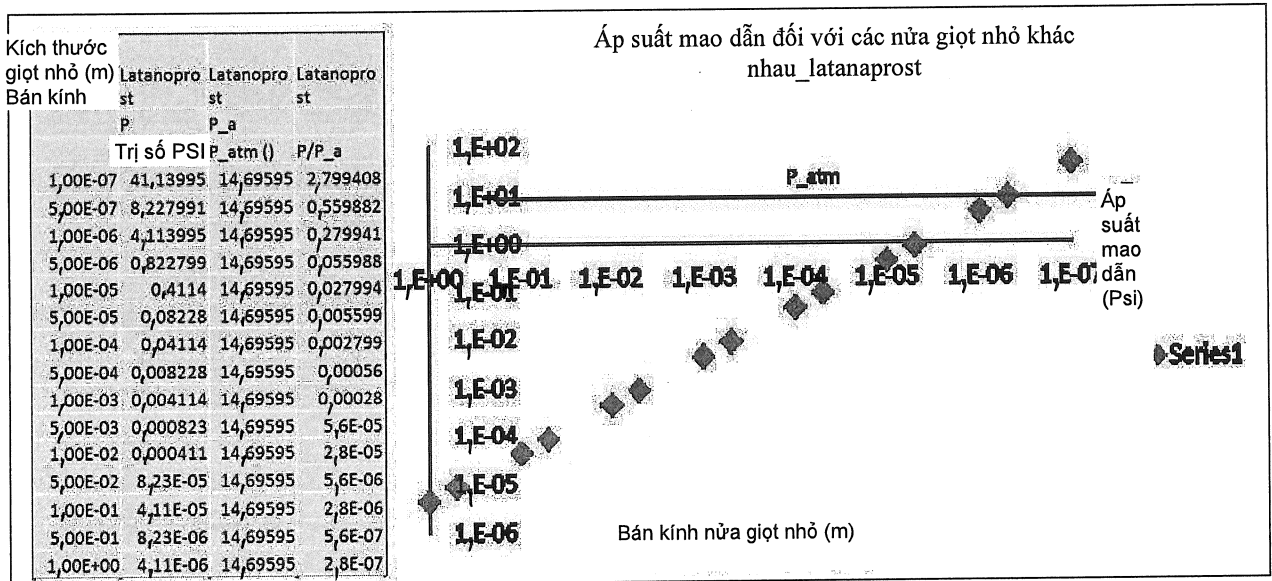


FIG. 49

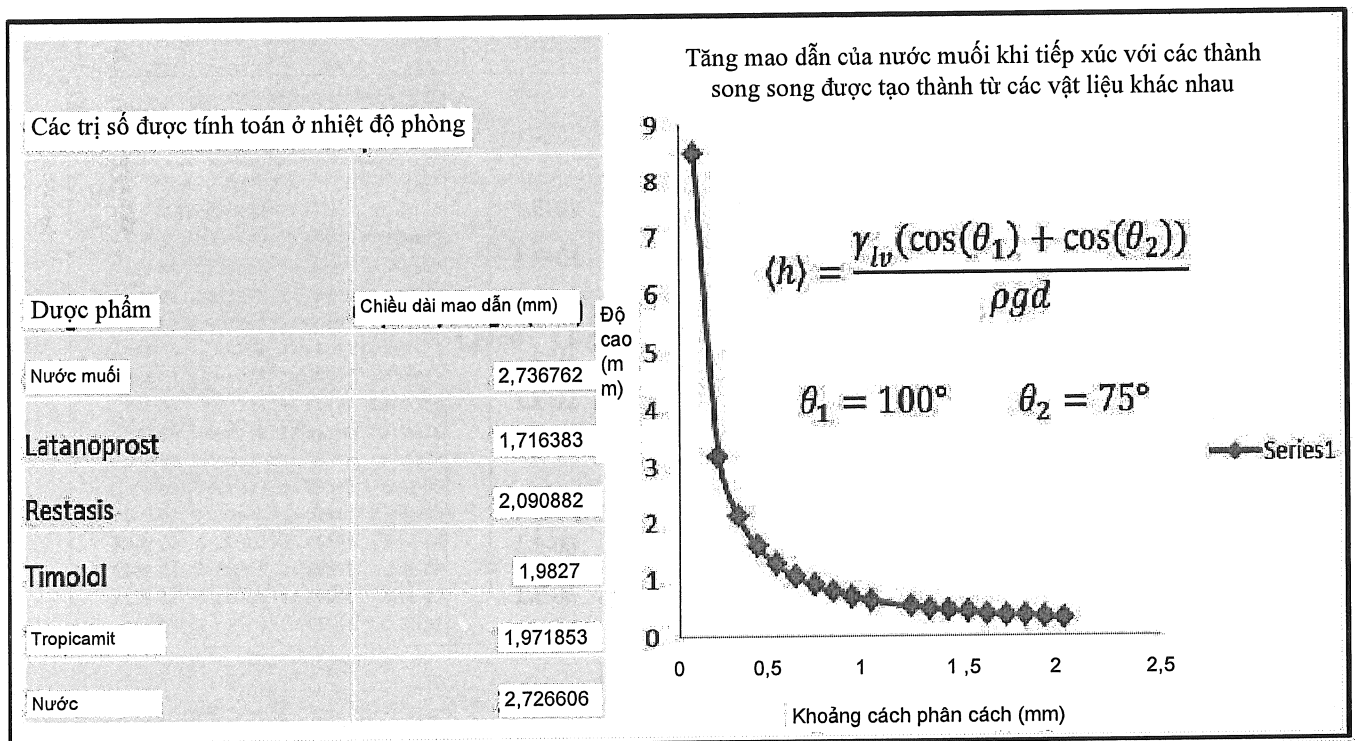


FIG. 50

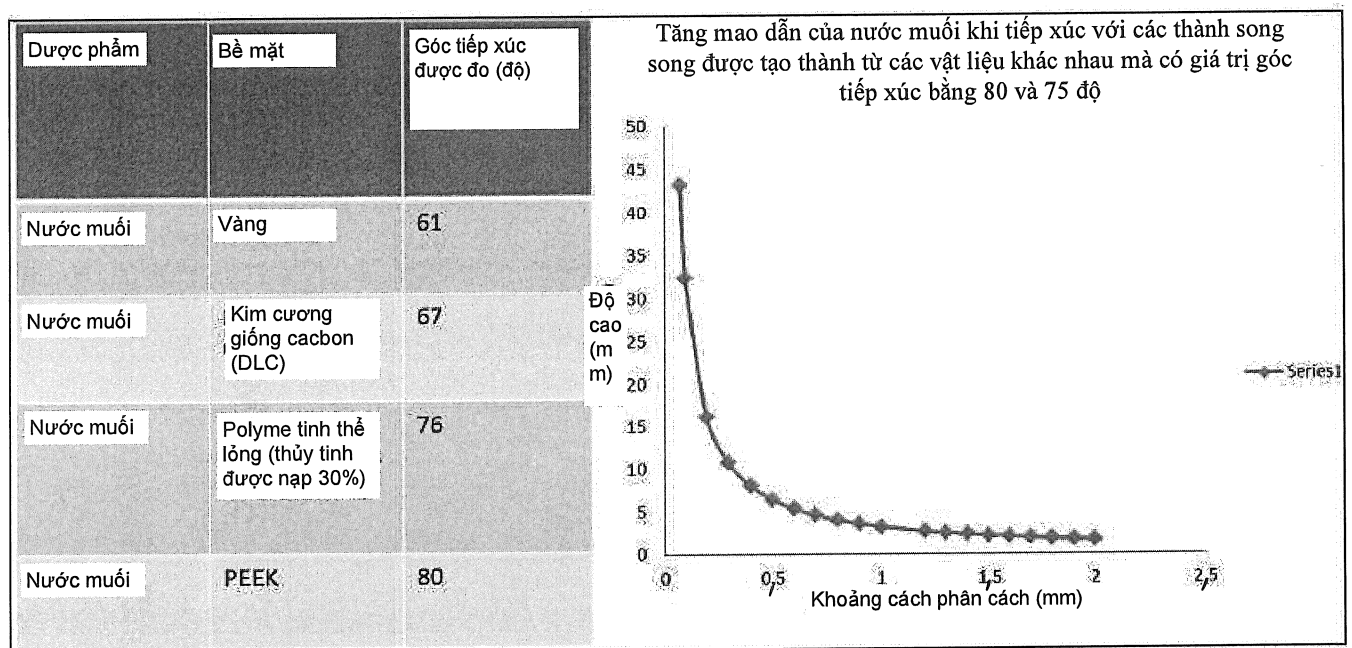


FIG. 51

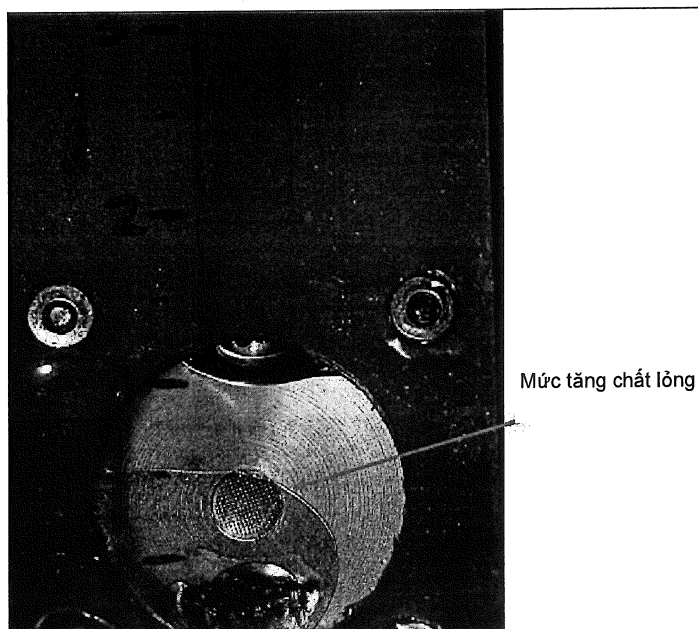


FIG. 52

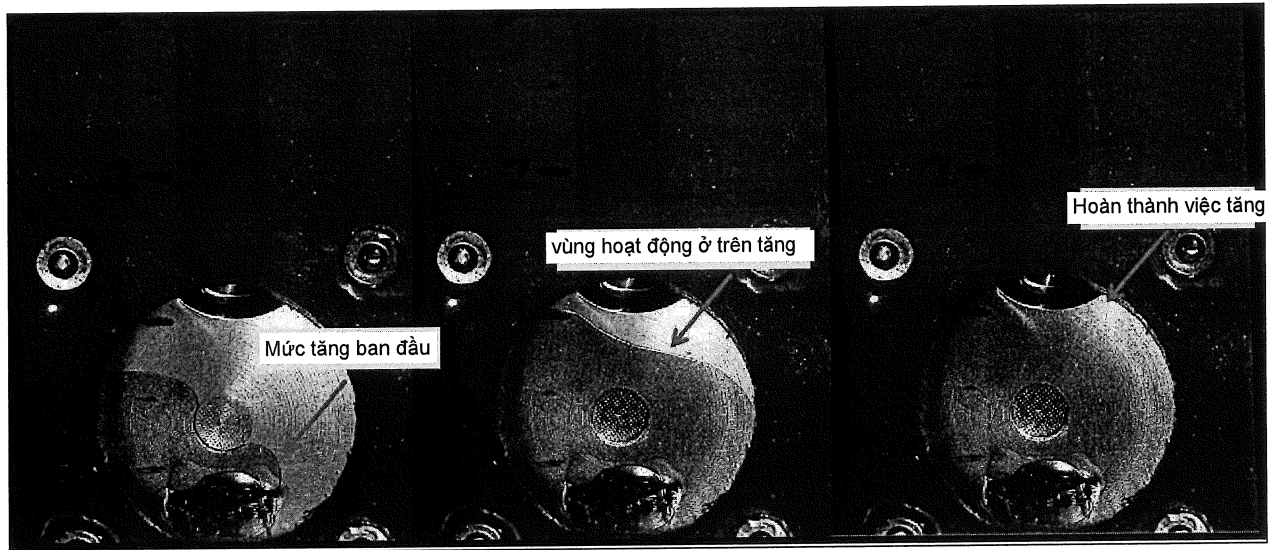


FIG. 53

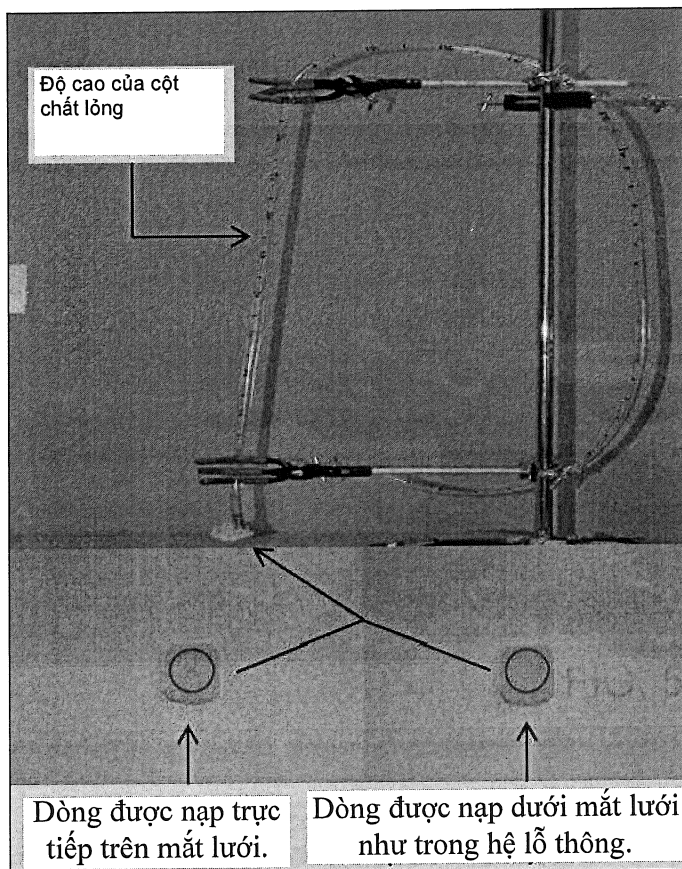


FIG. 54

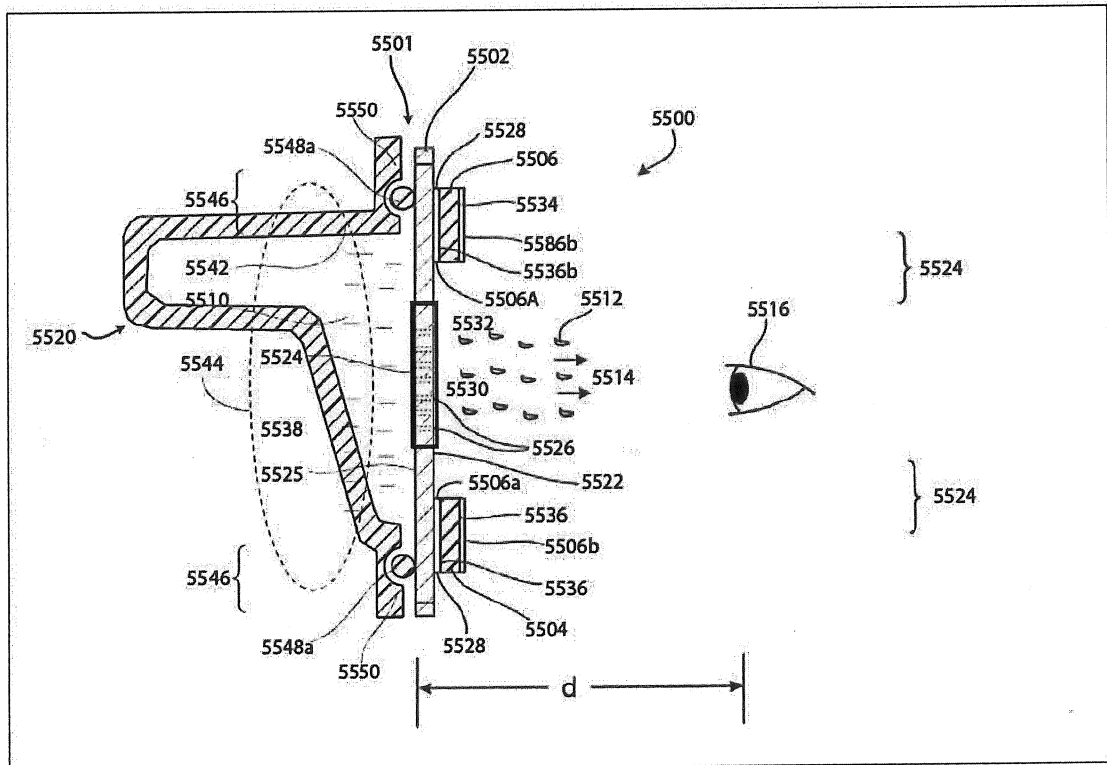


FIG. 55A

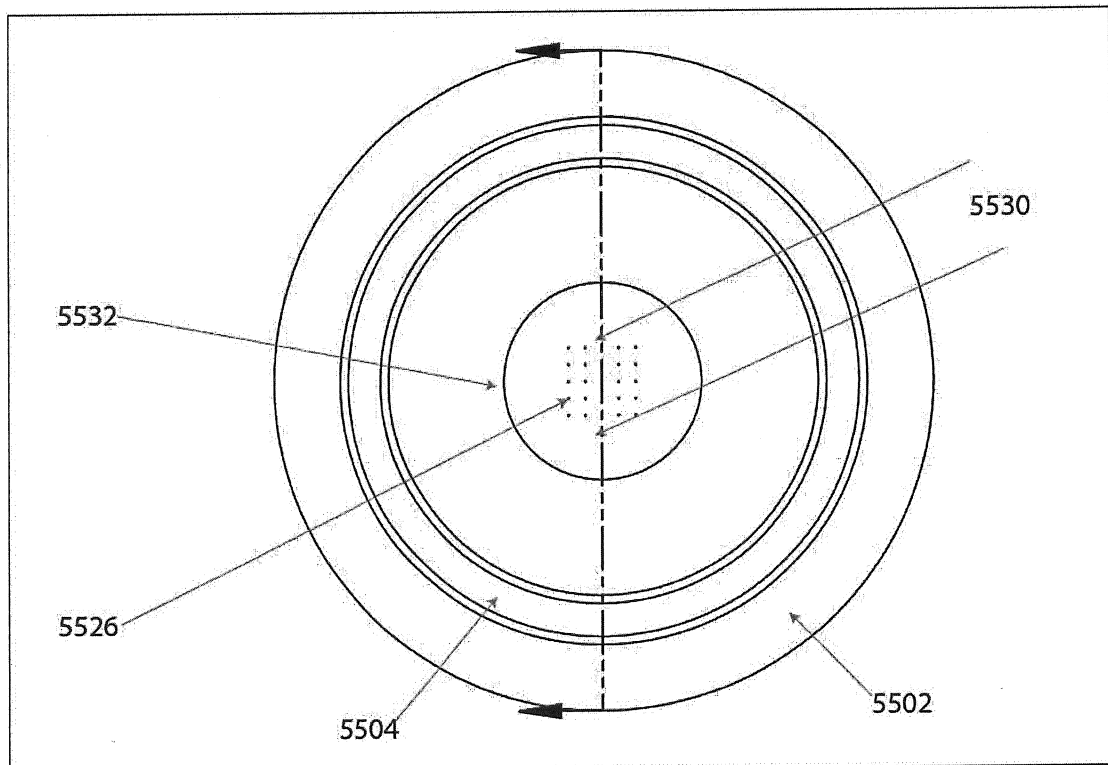
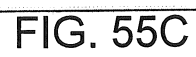


FIG. 55B



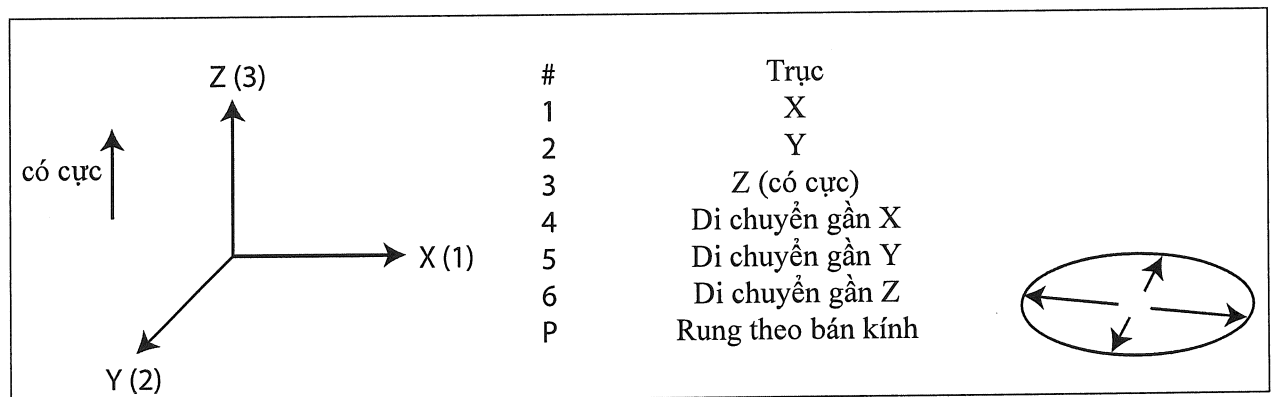


FIG. 56

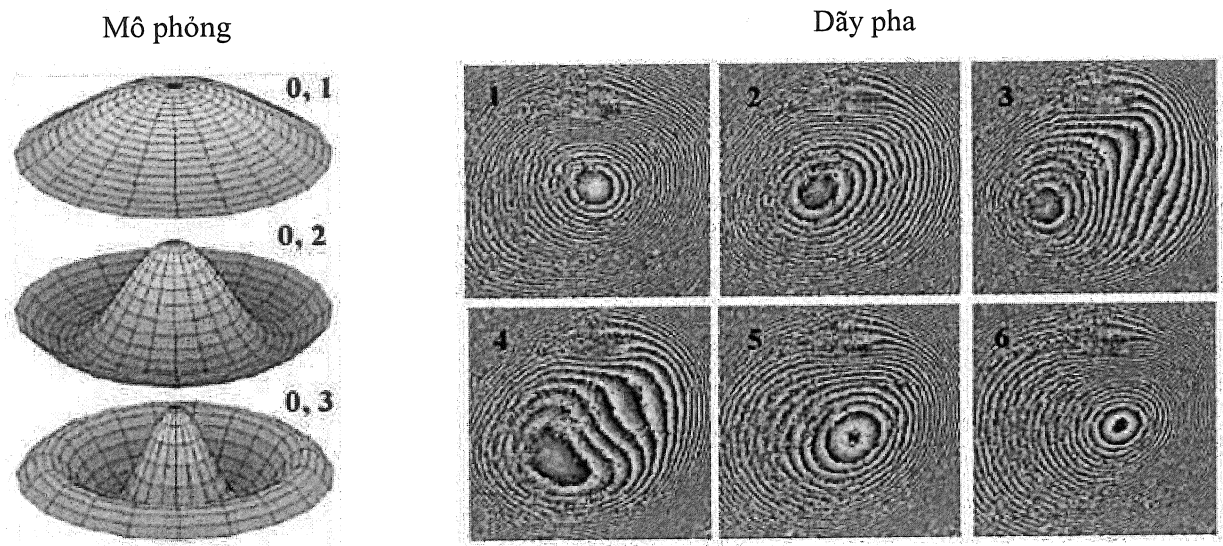


FIG. 57

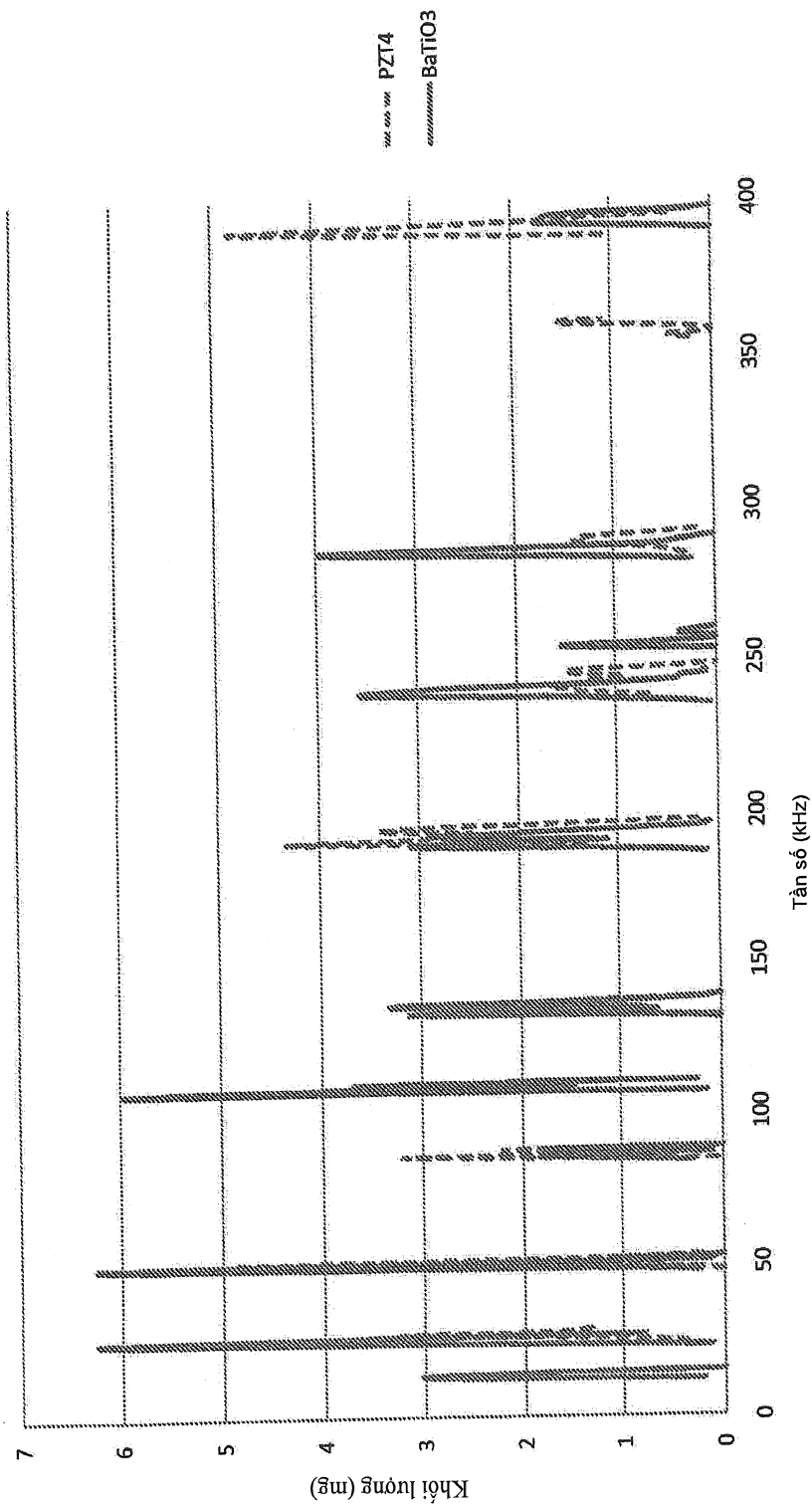
So sánh khuôn mép PZT-BaTiO₃

FIG. 58

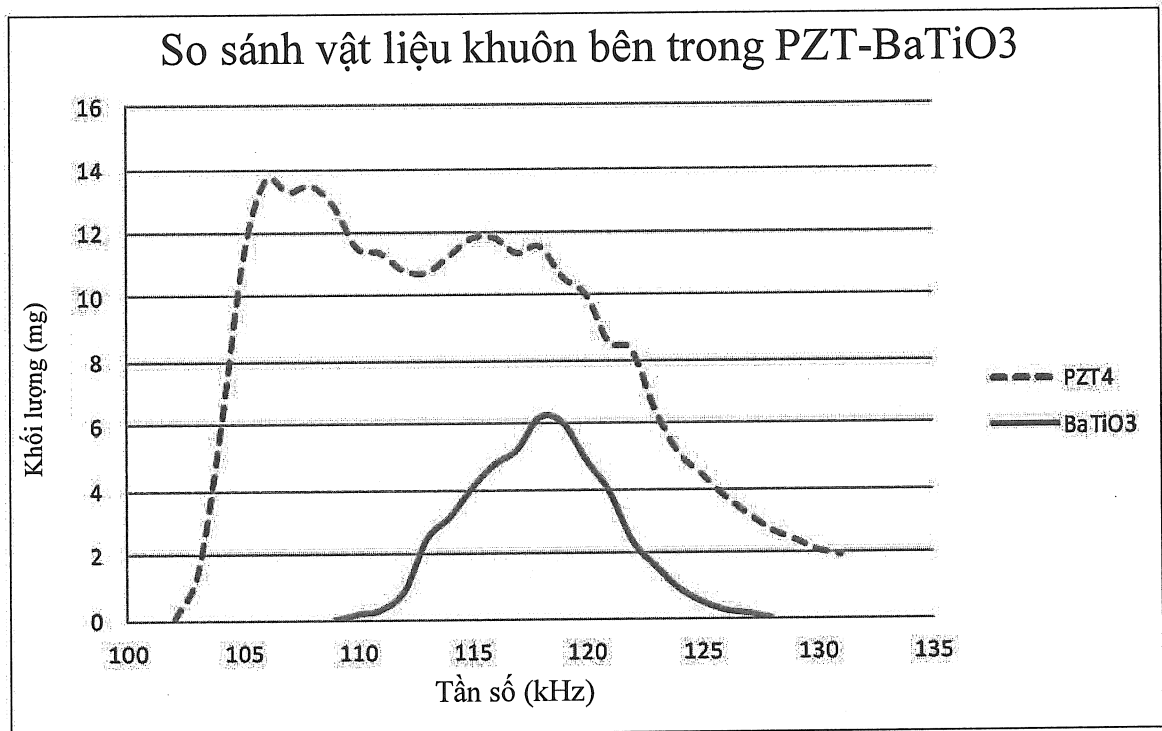


FIG. 59

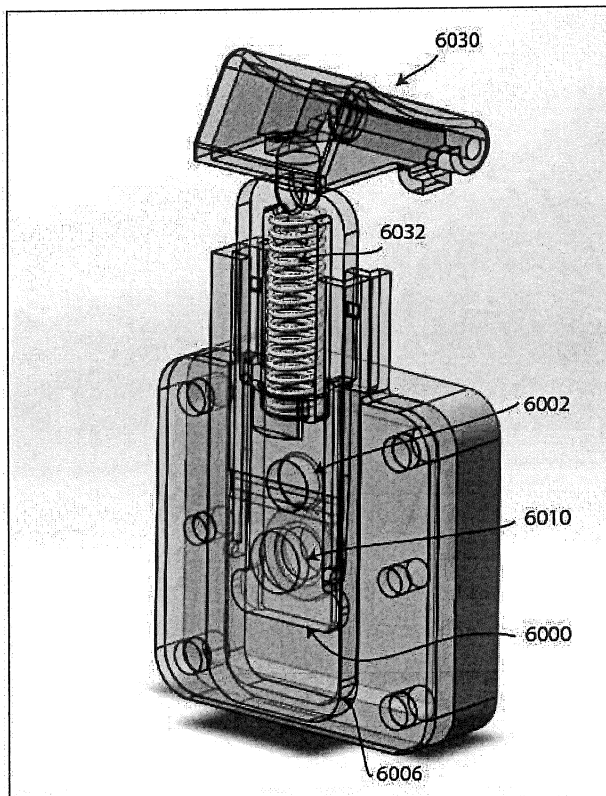


FIG. 60

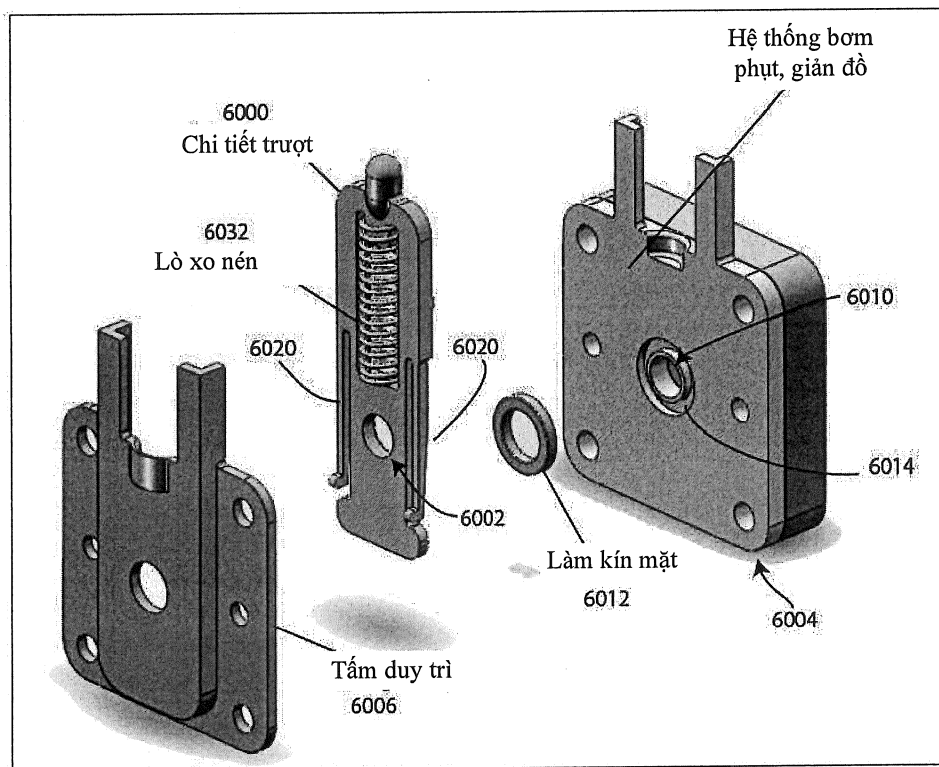


FIG. 61

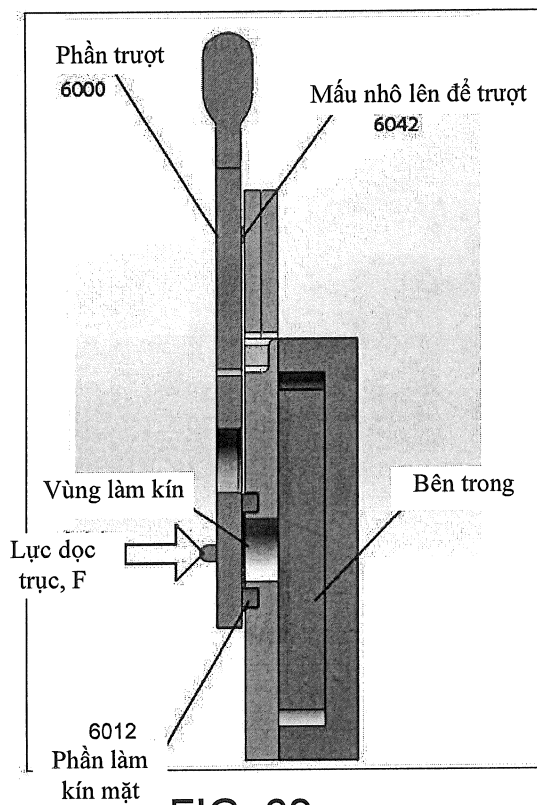


FIG. 62

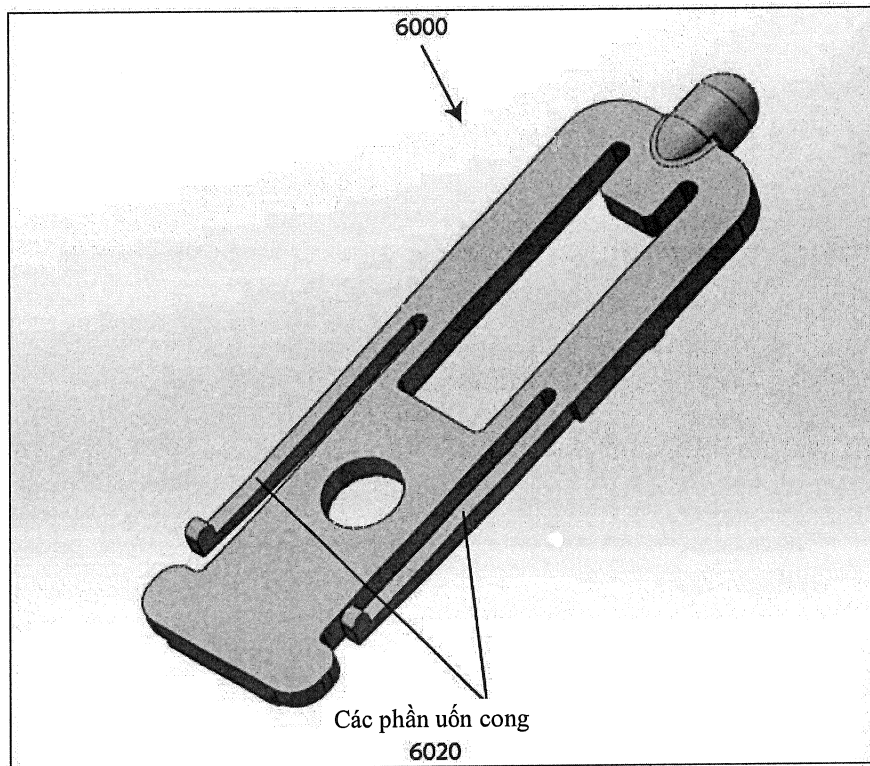


FIG. 63

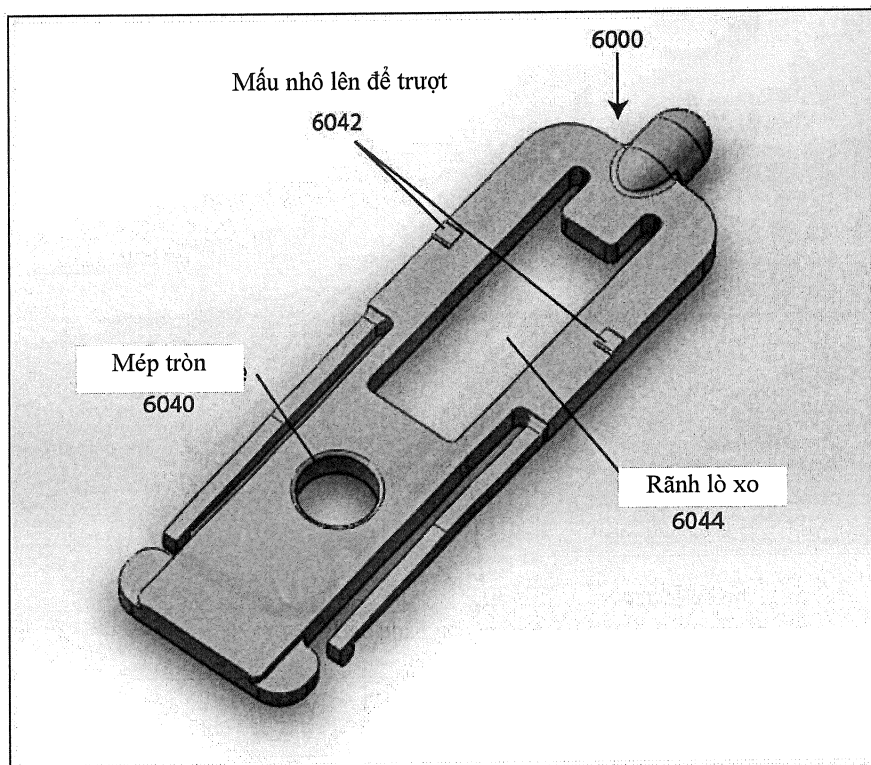


FIG. 64

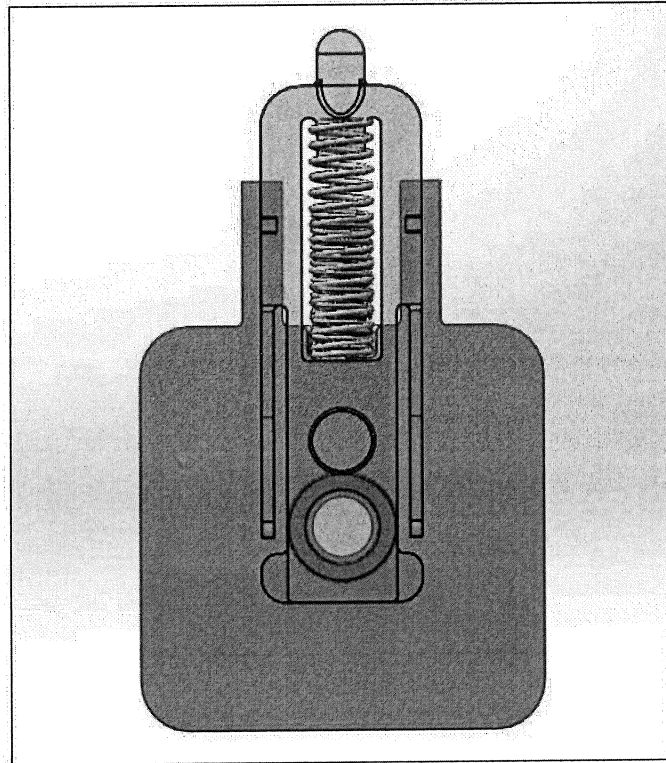


FIG. 65

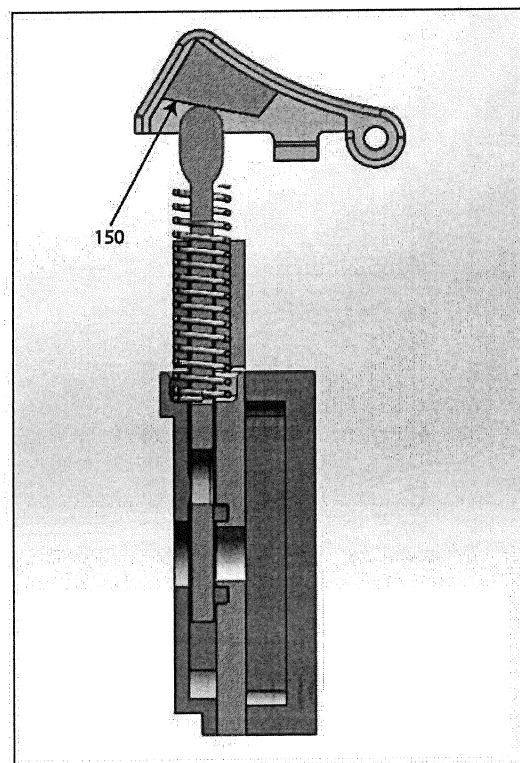


FIG. 66

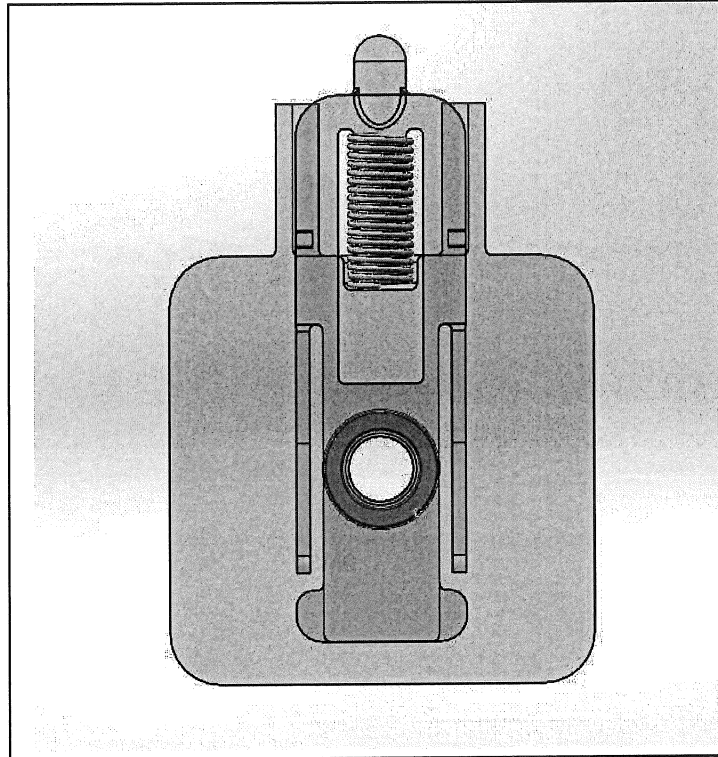


FIG. 67

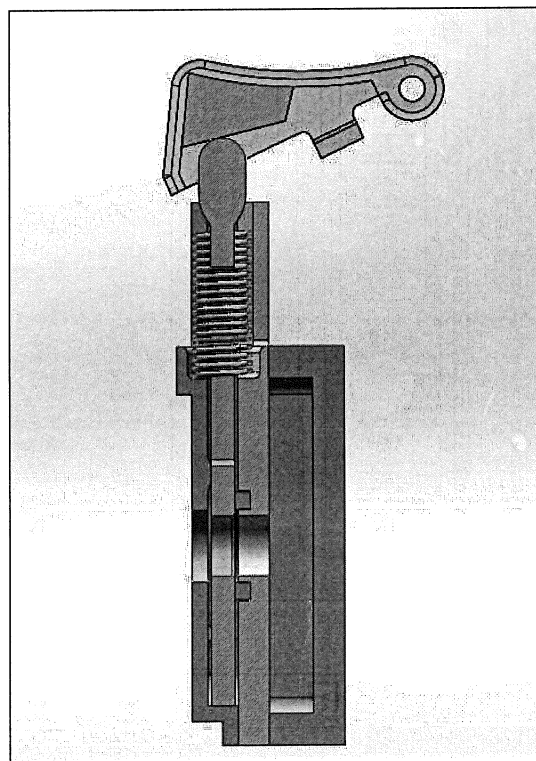


FIG. 68

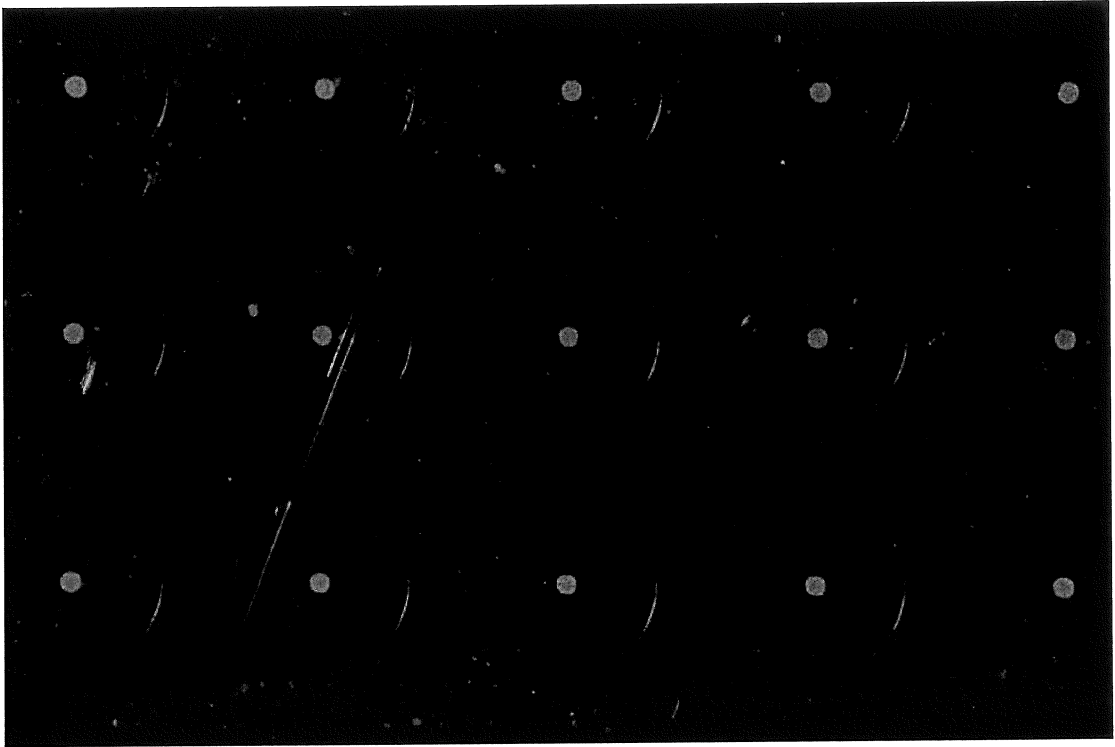


Fig.69A

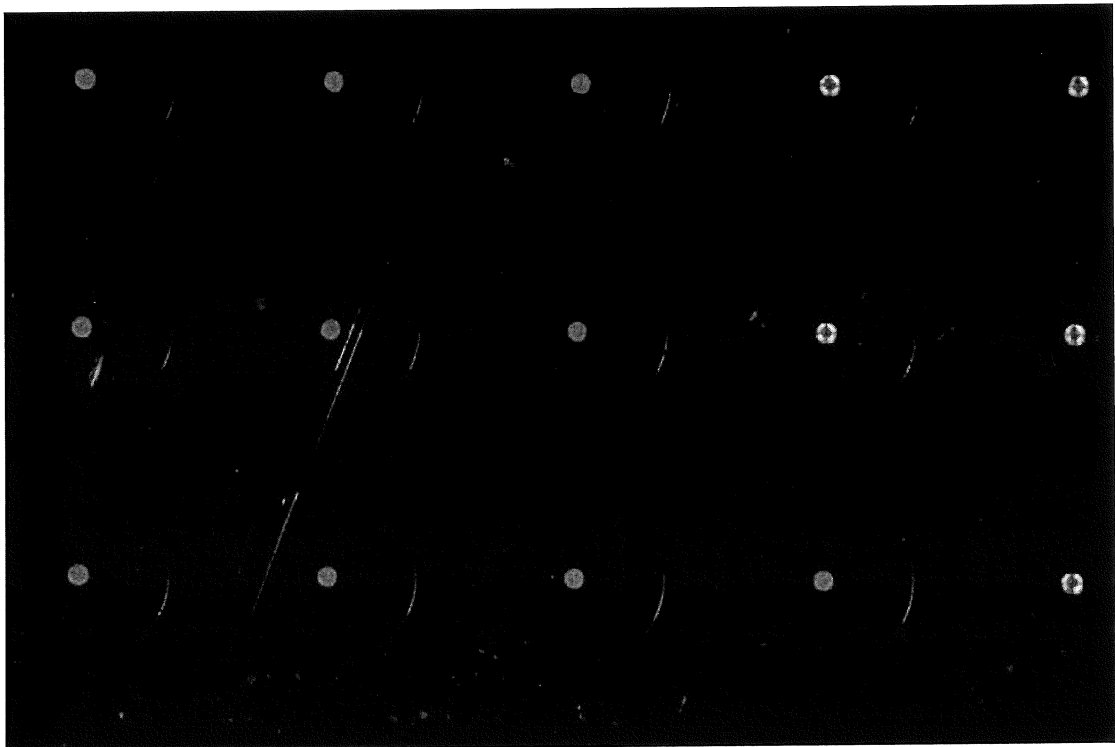


Fig.69B

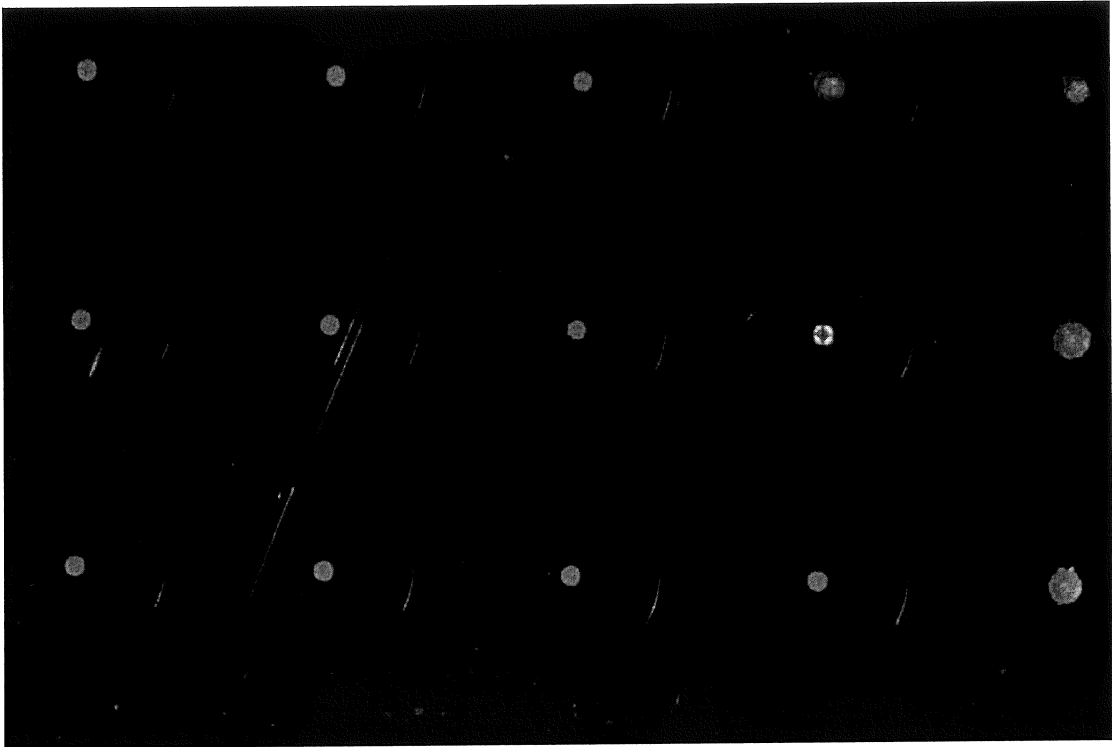


Fig.69C

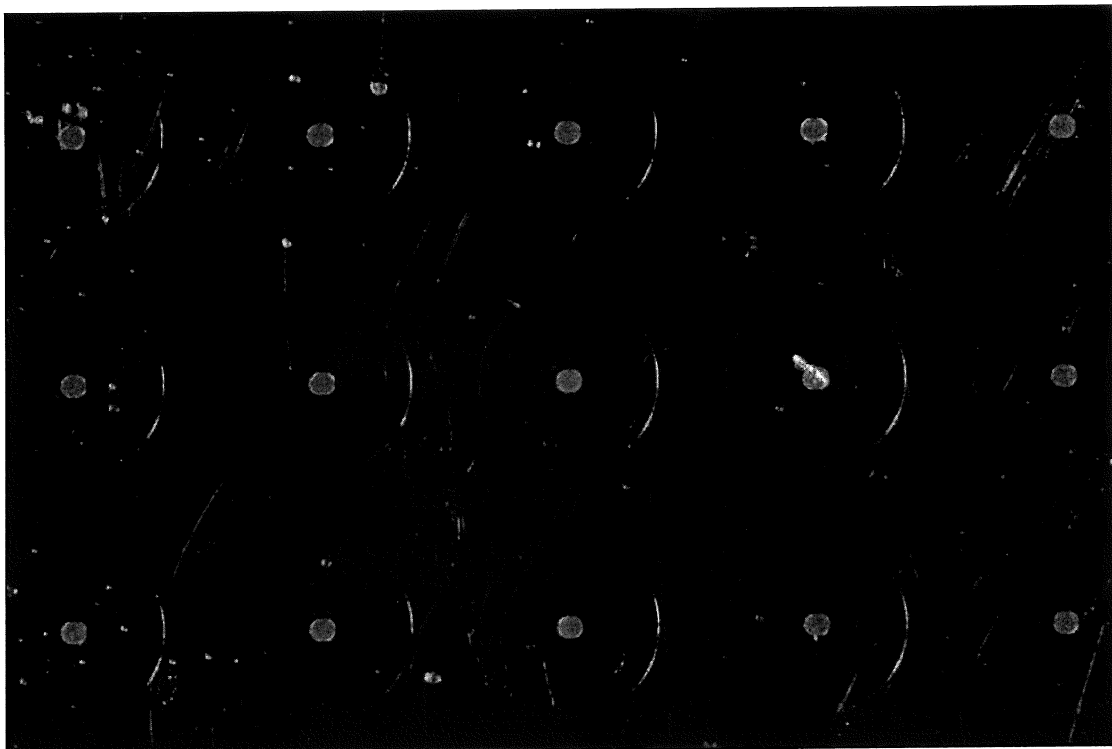


Fig.70A

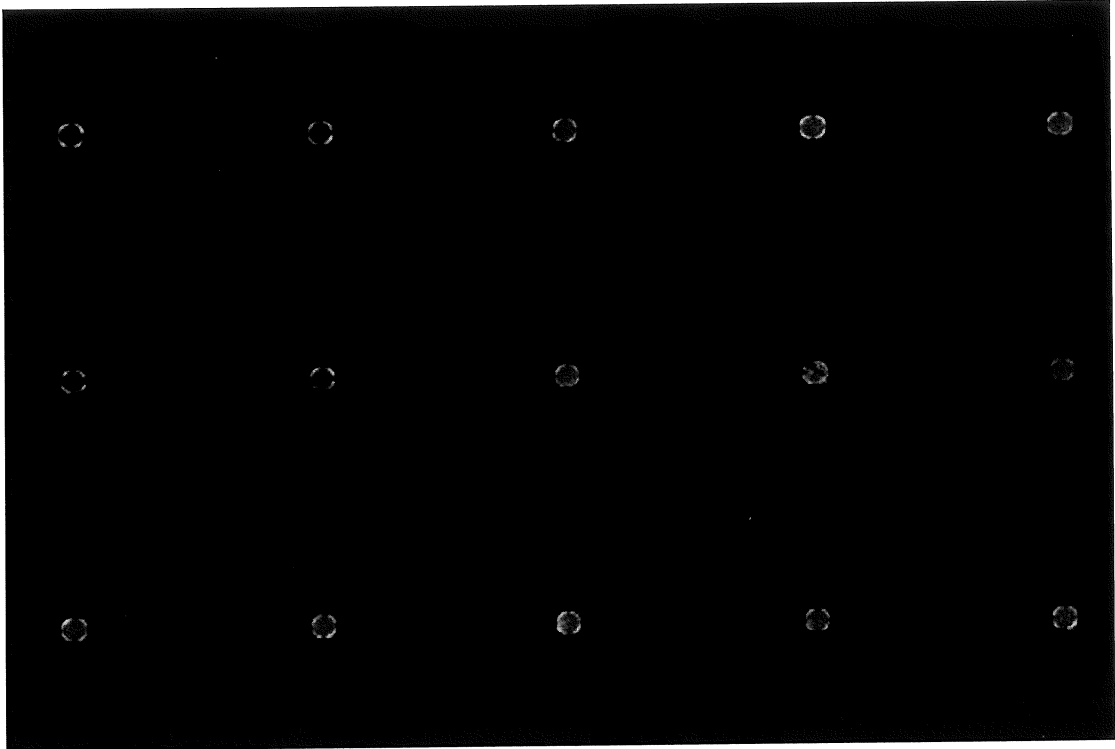


Fig.70B

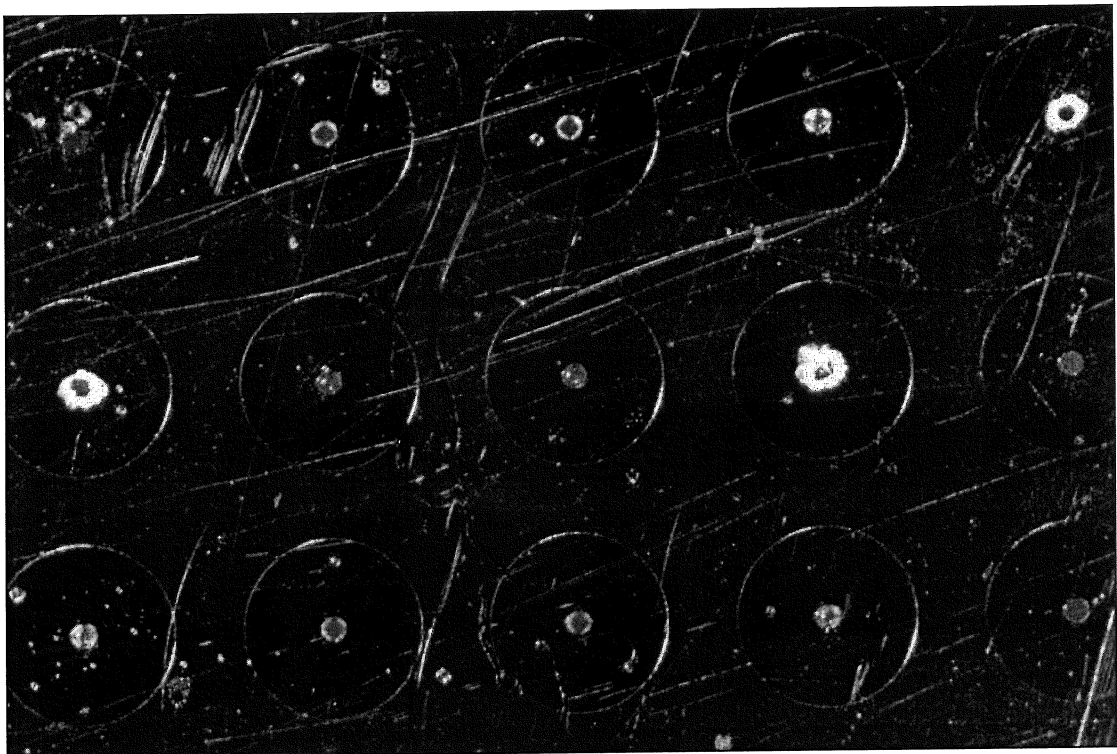


Fig.70C