



(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)



1-0045180

(51)^{2020.01} B01L 3/00

(13) B

(21) 1-2020-05795

(22) 22/03/2019

(86) PCT/US2019/023764 22/03/2019

(87) WO2019/183608 26/09/2019

(30) 15/928,551 22/03/2018 US; 16/027,749 05/07/2018 US

(45) 25/04/2025 445

(43) 25/05/2021 398A

(71) TALIS BIOMEDICAL CORPORATION (US)

230 Constitution Drive, Menlo Park, CA 94025, United States of America

(72) CAULEY, Thomas, H. III (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) NÚT ĐẬY VÀ BUÔNG THỬ NGHIỆM BAO GỒM NÚT ĐẬY NÀY

(21) 1-2020-05795

(57) Sáng chế đề cập đến dụng cụ để nạp một cách đồng thời nhiều buồng mẫu. Theo một khía cạnh, dụng cụ này bao gồm nguồn chất lỏng chung và nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập. Mỗi đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập bao gồm buồng mẫu và ngăn khí nén. Buồng mẫu được nối với nguồn chất lỏng chung, và ngăn khí nén được nối với buồng mẫu. Buồng mẫu bao gồm, một phần, buồng thử nghiệm. Buồng thử nghiệm bao gồm đế nguyên khối và nút đậy có đặc tính truyền quang. Theo một số phương án, buồng thử nghiệm chứa bộ phận trộn từ tính. Theo một số phương án, buồng thử nghiệm là buồng dạng côn kép. Theo một số phương án, tỷ lệ của thể tích của buồng mẫu và thể tích của ngăn khí nén là gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng của nhiều đường dẫn chất lỏng.

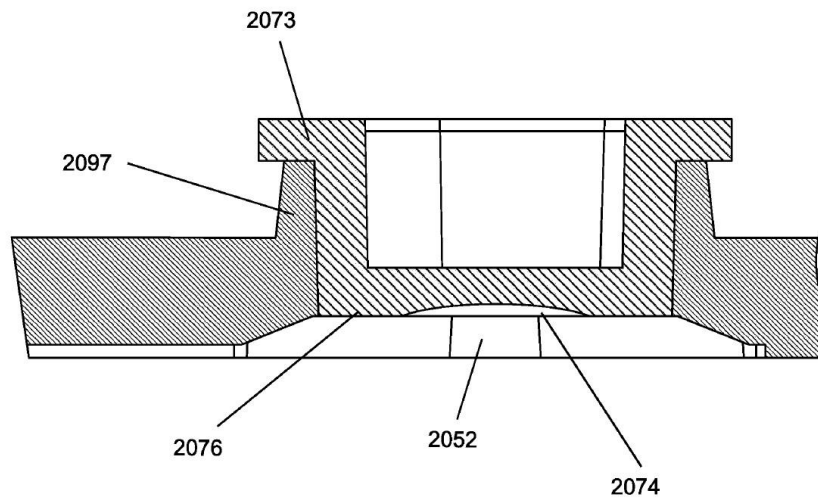


FIG. 20

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến lĩnh vực thiết bị vi lỏng mà có khả năng thực hiện các thử nghiệm sinh học. Cụ thể là, sáng chế đề cập đến các hệ thống, các thiết bị, và các phương pháp để truyền mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng vào trong nhiều buồng mẫu được cấu hình để phù hợp với các thử nghiệm sinh học.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nhiều thiết bị vi lỏng hiện có được cấu hình để truyền mẫu lỏng từ một vị trí trong thiết bị vi lỏng, ví dụ, nguồn chung, đến một hoặc nhiều vị trí thay thế trong thiết bị vi lỏng, ví dụ, một hoặc nhiều buồng mẫu. Theo các phương án cụ thể trong đó các thiết bị vi lỏng được cấu hình để truyền mẫu lỏng từ một vị trí trong thiết bị vi lỏng đến vị trí thay thế *đơn lẻ* trong thiết bị vi lỏng, các thiết bị vi lỏng hiện có có thể sử dụng việc nạp đường cắt, trong đó mẫu lỏng được chuyển vào trong hệ thống kín dựa vào áp lực bên trong của hệ thống kín. Việc nạp đường cắt cho phép nạp chính xác của vị trí đơn lẻ của thiết bị vi lỏng, vì vậy sự tràn của mẫu lỏng, và do đó, sự lãng phí mẫu lỏng, được làm giảm đến mức tối thiểu. Độ chính xác được tạo ra bởi việc nạp đường cắt này là đặc biệt quan trọng trong các phương án trong đó mẫu lỏng chứa các thành phần đắt tiền.

Theo các phương án thay thế trong đó các thiết bị vi lỏng được cấu hình để truyền mẫu lỏng từ một vị trí trong thiết bị vi lỏng đến *nhiều* vị trí thay thế trong thiết bị vi lỏng, việc truyền này của mẫu lỏng thường được thực hiện một cách không đồng bộ sao cho một hoặc nhiều trong số các vị trí hoàn thành việc nạp ở các thời điểm khác nhau. Việc hoàn thành việc nạp không đồng bộ là vấn đề trong các phương án trong đó thiết bị vi lỏng được sử dụng để thực hiện các thử nghiệm, bởi vì độ tin cậy của các kết quả thử nghiệm phụ thuộc vào tính đồng đều của các biến mà ảnh hưởng đến kết quả, như đặt thời gian phản ứng. Ngoài ra, việc nạp không đồng bộ của nhiều vị trí của thiết bị vi lỏng có thể dẫn đến việc nạp không chính xác của một hoặc nhiều trong số nhiều vị trí của thiết bị vi lỏng, vì vậy sự tràn của mẫu lỏng, và do đó, sự lãng phí mẫu lỏng, xảy ra. Điều này không chỉ đặc biệt không mong muốn trong các phương án trong đó các thành phần của mẫu lỏng là đắt tiền, mà còn trong các phương án trong đó thiết bị vi lỏng được sử dụng để thực hiện các thử nghiệm, việc nạp không chính xác có thể làm tăng khả năng của tính không đồng nhất của mẫu lỏng qua nhiều vị trí, nhờ đó làm giảm hơn nữa độ tin cậy của các kết quả thử nghiệm. Ngoài các nhược điểm này của các thiết bị vi lỏng hiện

có được mô tả trên đây, nhiều thiết bị vi lỏng hiện có cũng không bao gồm các đặc điểm tích hợp để tạo thuận lợi cho việc vận hành thử nghiệm.

Các thiết bị mới được mô tả trong bản mô tả này bao gồm các thiết bị vi lỏng mà được cấu hình để kiểm soát sự truyền của mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng chung đến nhiều buồng mẫu bằng cách sử dụng việc nạp đường cụt, sao cho nhiều buồng mẫu được nạp đồng thời. Các thiết bị được mô tả trong bản mô tả này cho phép việc nạp chính xác của nhiều buồng mẫu sao cho sự tràn của mẫu lỏng, và do đó, sự lãng phí mẫu lỏng được làm giảm đến mức tối thiểu. Ngoài ra, việc nạp đồng thời của nhiều buồng mẫu, như được cho phép bởi các thiết bị được mô tả trong bản mô tả này, làm tăng khả năng của tính đồng nhất của mẫu lỏng qua nhiều buồng mẫu, và cải thiện độ đồng đều của việc đặt thời gian phản ứng qua nhiều buồng mẫu, nhờ đó cải thiện độ tin cậy của các kết quả thử nghiệm được tạo ra bởi thiết bị vi lỏng.

Theo các phương án nhất định, các thiết bị mới được mô tả trong bản mô tả này cũng bao gồm các đặc điểm để tạo thuận lợi cho việc vận hành thử nghiệm. Chẳng hạn, theo các phương án nhất định, một hoặc nhiều trong số các buồng mẫu của các thiết bị mới được mô tả trong bản mô tả này bao gồm buồng dạng côn kép mà làm giảm đến mức tối thiểu việc giữ bọt khí trong buồng mẫu trong khi nạp mẫu lỏng. Việc làm giảm đến mức tối thiểu việc giữ bọt khí là có lợi trong khi vận hành thử nghiệm bởi vì theo một số phương án, bọt khí gây nhiễu các kết quả thử nghiệm.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Sáng chế đề cập chung đến các thiết bị vi lỏng mà truyền mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng vào trong nhiều buồng mẫu được cấu hình để phù hợp với các thử nghiệm sinh học.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất dụng cụ mà bao gồm nguồn chất lỏng chung và nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập được nối với nguồn chất lỏng chung. Mỗi đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập bao gồm buồng mẫu và ngăn khí nén. Buồng mẫu, có thể tích chất lỏng, được nối với nguồn chất lỏng chung. Ngăn khí nén, có thể tích khí nén, được nối với buồng mẫu, và nhờ đó được nối gián tiếp với nguồn chất lỏng chung. Mỗi đường dẫn chất lỏng trong số nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập là hệ thống kín ngoại trừ chỗ nối giữa buồng mẫu và nguồn chất lỏng chung. Theo một số phương án, thể tích chất lỏng của một đường dẫn chất lỏng của dụng cụ là lớn hơn thể tích chất lỏng của một đường dẫn chất lỏng khác của dụng cụ. Để hỗ trợ sự phân phối đồng thời của mẫu đến mỗi buồng mẫu, tỷ lệ giữa thể tích chất lỏng và thể tích khí nén là gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng của nhiều đường dẫn chất lỏng.

Theo một số phương án của dụng cụ, buồng mẫu bao gồm buồng thử nghiệm và ống dẫn vào mà nối nguồn chất lỏng chung đến buồng thử nghiệm. Theo các phương án nhất định, thể tích buồng thử nghiệm nằm trong khoảng từ 1 μl đến 35 μl . Tương tự, ngăn khí nén có thể bao gồm buồng không khí và ống dẫn khí nén mà nối buồng mẫu đến buồng không khí. Do đó, mỗi đường dẫn chất lỏng có thể bao gồm ống dẫn vào, buồng thử nghiệm, ống dẫn khí nén, và buồng không khí.

Theo một số phương án, buồng thử nghiệm bao gồm buồng dạng côn kép mà lần lượt bao gồm cửa vào dạng côn, cửa ra dạng côn, và hai đường biên uốn cong. Cửa vào dạng côn thông chất lỏng với đầu cuối của ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng. Tương tự, cửa ra dạng côn thông chất lỏng với đầu cuối của ngăn khí nén, thường là với đầu cuối của ống dẫn khí nén. Hai đường biên uốn cong kéo dài từ cửa vào dạng côn đến cửa ra dạng côn sao cho cùng nhau, hai đường biên uốn cong chứa đựng thể tích của buồng thử nghiệm. Ngoài ra, cửa vào dạng côn và cửa ra dạng côn được tách biệt bởi chiều lớn nhất của thể tích buồng thử nghiệm. Ngoài ra, mỗi đường biên uốn cong bao gồm điểm giữa, và khoảng cách giữa hai đường biên uốn cong giảm khi các đường biên cong từ điểm giữa về phía cửa vào dạng côn và từ điểm giữa về phía cửa ra dạng côn.

Theo các phương án nhất định, buồng thử nghiệm bao gồm bề mặt giới hạn thứ nhất được tạo ra trong đế nguyên khối, và bề mặt giới hạn thứ hai được tạo ra bởi nút đẩy. Nút đẩy bao gồm thân và nắp. Thân của nút đẩy nhô vào trong đế nguyên khối của buồng thử nghiệm ở độ sâu sao cho thể tích buồng thử nghiệm có thể được thay đổi một cách dễ dàng bằng cách thay đổi độ sâu tại đó thân của nút đẩy nhô vào trong đế nguyên khối của buồng thử nghiệm. Cụ thể là, nắp của nút đẩy tạo ra bề mặt giới hạn thứ hai của buồng thử nghiệm. Theo các phương án nữa, màng có thể tạo ra bề mặt giới hạn thứ ba của buồng thử nghiệm sao cho bề mặt giới hạn thứ nhất, bề mặt giới hạn thứ hai, và bề mặt giới hạn thứ ba cùng nhau chứa đựng thể tích buồng thử nghiệm. Theo một số phương án, nắp của nút đẩy bao gồm khoang bên trong được cấu hình để giữ một hoặc nhiều chất phản ứng đã được làm khô để sử dụng trong thử nghiệm diễn ra trong buồng thử nghiệm. Ngoài ra, bộ phận trộn từ tính có thể được đặt trong buồng thử nghiệm để tạo thuận lợi cho việc vận hành thử nghiệm trong buồng thử nghiệm.

Theo các khía cạnh nhất định của dụng cụ được bộc lộ, một hoặc nhiều màng có thể được dính vào một phần của dụng cụ. Ví dụ, màng thứ nhất 12 có thể được dính vào bề mặt của ít nhất một phần của dụng cụ sao cho màng thứ nhất tạo thành một thành của một hoặc nhiều buồng, ngăn, hoặc ống dẫn của dụng cụ. Theo các phương án nhất định được bàn luận chi tiết hơn dưới đây, có thể đáng mong muốn bịt một phần của một hoặc nhiều trong số các đường dẫn chất lỏng của dụng cụ bằng cách sử dụng nhiệt. Do đó, theo

các phương án như vậy, màng thứ hai 14, có nhiệt độ nóng chảy cao hơn, có thể được dính vào màng thứ nhất 12.

Theo một khía cạnh khác biệt khác, sáng chế đề xuất phương pháp nạp một cách đồng thời nhiều buồng mẫu. Phương pháp này bao gồm việc cung cấp dụng cụ theo một hoặc nhiều phương án được mô tả trên đây. Để sử dụng trong việc nạp đồng thời nhiều buồng mẫu, nguồn chất lỏng chung của dụng cụ được cung cấp chứa mẫu lỏng, và mỗi đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập của dụng cụ được cung cấp chứa khí, như, ví dụ, không khí. Sau khi cung cấp dụng cụ, áp lực cung cấp được tác động lên mẫu lỏng trong nguồn chất lỏng chung, nhờ đó cưỡng bức mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng chung, vào trong buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ. Theo các phương án nhất định, áp lực cung cấp được tác động ở áp lực không đổi. Theo các phương án thay thế, áp lực cung cấp được tác động từ áp lực thấp hơn đến áp lực cao hơn. Theo các khía cạnh nhất định, mẫu lỏng di chuyển đến nhiều buồng mẫu thông qua các ống dẫn vào chống lại lực hấp dẫn. Sự truyền này của mẫu lỏng vào trong buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ nén khí trong các đường dẫn chất lỏng về phía các ngăn khí nén của các đường dẫn chất lỏng. Điều này lần lượt khiến làm tăng áp lực bên trong trong các ngăn khí nén của đường dẫn chất lỏng. Khi áp lực bên trong trong ngăn khí nén bằng áp lực cung cấp, mẫu lỏng ngừng chảy từ nguồn chất lỏng chung vào trong đường dẫn chất lỏng.

Theo một số phương án về phương pháp được bộc lộ, ít nhất hai buồng mẫu của dụng cụ được cung cấp khác nhau về thể tích. Ví dụ, thể tích chất lỏng của buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng thứ nhất của dụng cụ được cung cấp có thể lớn hơn thể tích chất lỏng của buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng thứ hai của dụng cụ được cung cấp. Nói chung, tốc độ dòng từ nguồn chất lỏng chung vào trong mỗi buồng mẫu của nhiều buồng mẫu là tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của buồng mẫu. Ngoài ra, như đã nêu trên, tỷ lệ giữa thể tích chất lỏng và thể tích khí nén là gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ được cung cấp. Do đó, các buồng mẫu của dụng cụ được cung cấp, bao gồm các buồng mẫu có kích thước khác nhau của đường dẫn chất lỏng thứ nhất và đường dẫn chất lỏng thứ hai, nạp ở tốc độ gần như tỷ lệ sao cho các buồng mẫu nạp một cách đồng thời.

Như được mô tả trên đây, các phương án nhất định về dụng cụ được tạo ra bởi phương pháp được bộc lộ có thể bao gồm một hoặc nhiều buồng mẫu mà buồng mẫu này bao gồm buồng dạng côn kép. Theo các phương án như vậy trong đó một hoặc nhiều buồng mẫu của dụng cụ được cung cấp bao gồm buồng dạng côn kép, hai đường biên uốn cong của buồng dạng côn kép làm chậm tốc độ của chất lỏng tiến về phía trước ở mặt khum trước dẫn đầu của mẫu lỏng, sao cho khi mẫu lỏng đi đến cửa ra dạng côn, mặt

khum của mẫu lỏng gần như đối xứng so với chiều lớn nhất của buồng thử nghiệm, nhờ đó làm giảm đến mức tối thiểu việc giữ bọt khí trong buồng thử nghiệm trong khi nạp.

Cũng như được mô tả trên đây, theo các khía cạnh nhất định, có thể đáng mong muốn bịt đường dẫn chất lỏng của dụng cụ bằng cách sử dụng nhiệt. Theo các khía cạnh như vậy, phương pháp được bộc lộ trong bản mô tả này còn bao gồm việc bịt mỗi đường dẫn chất lỏng trong số nhiều đường dẫn chất lỏng khi mẫu lỏng ngừng chảy từ nguồn chất lỏng chung vào trong đường dẫn chất lỏng. Bước bịt này có thể được thực hiện bằng cách hàn gắn bằng nhiệt.

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất dụng cụ để hydrat hóa lại chất phản ứng đã được làm khô mà khác biệt từ các phương án khác nhau của dụng cụ được mô tả trên đây. Theo các khía cạnh như vậy, dụng cụ đang bàn luận bao gồm buồng thử nghiệm. Buồng thử nghiệm bao gồm bề mặt giới hạn thứ nhất được tạo ra trong đế nguyên khối và bề mặt giới hạn thứ hai được tạo ra bởi nút đẩy. Nút đẩy bao gồm thân và nắp. Thân của nút đẩy nhô vào trong đế nguyên khối của buồng thử nghiệm ở độ sâu sao cho thể tích buồng thử nghiệm có thể được thay đổi một cách dễ dàng bằng cách thay đổi độ sâu tại đó thân của nút đẩy nhô vào trong đế nguyên khối của buồng thử nghiệm. Cụ thể là, nắp của nút đẩy tạo ra bề mặt giới hạn thứ hai của buồng thử nghiệm. Cùng nhau, bề mặt giới hạn thứ nhất và bề mặt giới hạn thứ hai của buồng thử nghiệm chứa đựng thể tích của buồng thử nghiệm. Khoang bên trong được tạo ra trong nắp của nút đẩy có thể giữ một hoặc nhiều chất phản ứng đã được làm khô để sử dụng trong thử nghiệm xảy ra trong buồng thử nghiệm. Buồng thử nghiệm chứa bộ phận trộn từ tính trong thể tích của buồng thử nghiệm. Bộ phận trộn từ tính có khả năng quay tròn trong thể tích buồng thử nghiệm.

Theo các phương án nhất định về dụng cụ để hydrat hóa lại chất phản ứng đã được làm khô, buồng thử nghiệm bao gồm bề mặt giới hạn thứ ba của màng. Theo các phương án như vậy, bề mặt giới hạn thứ nhất, bề mặt giới hạn thứ hai, và bề mặt giới hạn thứ ba cùng nhau chứa đựng thể tích buồng thử nghiệm.

Theo một khía cạnh riêng biệt khác nữa, sáng chế đề xuất phương pháp hòa tan chất phản ứng đã được làm khô. Phương pháp này bao gồm việc cung cấp dụng cụ để hydrat hóa lại chất phản ứng đã được làm khô theo một trong số các phương án được mô tả trên đây. Phương pháp này còn bao gồm việc nạp chất lỏng vào buồng thử nghiệm và gây ra sự quay tròn của bộ phận trộn từ tính trong buồng thử nghiệm của dụng cụ bằng cách làm quay nam châm bên ngoài buồng thử nghiệm. Sự quay tròn này của bộ phận trộn từ tính trong buồng thử nghiệm làm hòa tan chất phản ứng trong chất lỏng.

Nói chung, theo một phương án, nút đáy bao gồm thân có bề mặt đáy, khe hở trung tâm trong thân, và chất phản ứng đã được làm khô trên bề mặt đáy, trong đó thân được tạo ra từ vật liệu có thể truyền được bước sóng kích thích và bước sóng phát xạ trong ít nhất một trong số phổ màu đỏ, phổ màu xanh lam và phổ màu xanh lục.

Phương án này và các phương án khác có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau đây. Chất phản ứng đã được làm khô có thể ở trên phần của bề mặt đáy rộng hơn so với chiều rộng của khe hở trung tâm trong thân. Chiều rộng của khe hở trung tâm có thể rộng hơn so với phần của bề mặt đáy chứa chất phản ứng đã được làm khô. Nút đáy có thể còn bao gồm khoang trong bề mặt đáy với chất phản ứng đã được làm khô trong khoang. Nút đáy có thể còn bao gồm độ dày nút đáy giữa đáy khe hở trung tâm và đáy thân nút đáy trong đó độ sâu của khoang nhỏ hơn 90% độ dày nút đáy. Nút đáy có thể còn bao gồm độ dày nút đáy giữa đáy khe hở trung tâm và đáy thân nút đáy trong đó độ sâu của khoang nhỏ hơn 70% độ dày nút đáy. Nút đáy có thể còn bao gồm độ dày nút đáy giữa đáy khe hở trung tâm và đáy thân nút đáy trong đó độ sâu của khoang nhỏ hơn 50% độ dày nút đáy. Nút đáy có thể còn bao gồm vành trên bề mặt đáy của nút đáy từ mép ngoài của thân nút đáy đến chu vi của khoang. Vành có thể bao quanh hoàn toàn chu vi của khoang. Khoang có thể còn bao gồm chu vi trong bề mặt đáy trong đó góc ban đầu của khoang được đo từ chu vi so với bề mặt đáy và góc ban đầu là 60 độ hoặc nhỏ hơn. Khoang có thể rộng hơn khe hở trung tâm của thân nút đáy. Khe hở trung tâm của thân nút đáy có thể rộng hơn khoang. Bề mặt đáy của thân nút đáy có thể còn bao gồm diện tích được giới hạn trên bề mặt đáy của thân nút đáy trong đó chất phản ứng đã được làm khô nằm trong diện tích được giới hạn. Diện tích được giới hạn trên bề mặt đáy của nút đáy có thể được tạo ra bởi đặc điểm trên bề mặt đáy của thân nút đáy. Đặc điểm này có thể là nhô lên phía trên bề mặt đáy của nút đáy hoặc lõm vào trong bề mặt đáy của nút đáy. Đặc điểm này có thể có mặt cắt ngang cong hoặc mặt cắt ngang hình chữ nhật. Chiều rộng của diện tích được giới hạn có thể lớn hơn chiều rộng của khe hở trung tâm của thân, chiều rộng của diện tích được giới hạn có thể nhỏ hơn chiều rộng của khe hở trung tâm của thân, hoặc chiều rộng của diện tích được giới hạn có thể khoảng giống như chiều rộng của khe hở trung tâm của thân. Nút đáy có thể có lớp hoàn thiện được đánh bóng hoặc nhẵn tạo điều kiện thuận lợi cho việc truyền bước sóng kích thích và bước sóng phát xạ. Nút đáy có thể còn bao gồm gờ nổi trên thân nút đáy xung quanh khe hở trung tâm trong thân nút đáy. Chất phản ứng đã được làm khô có thể được chọn từ nhóm bao gồm chất phản ứng tổng hợp axit nucleic, chất phản ứng tổng hợp peptit, chất phản ứng tổng hợp polyme, axit nucleic, nucleotit, bazơ nitơ, nucleosit, peptit, axit amin, monome, chất phản ứng phát hiện, chất xúc tác hoặc kết hợp của chúng. Chất phản ứng đã được làm khô có thể là màng liên tục dính vào bề mặt đáy của nút đáy. Chất phản ứng đã được làm

khô có thể là chất phản ứng được làm đông khô. Chất phản ứng đã được làm khô có thể bao gồm nhiều giọt nhỏ dính vào bề mặt đáy của nút đẩy.

Nói chung, theo một phương án, buồng thử nghiệm bao gồm cửa vào dạng côn, cửa ra dạng côn, nút đẩy bao gồm bề mặt đáy và khe hở trung tâm trong thân, trong đó thân được tạo ra từ vật liệu có thể truyền được bước sóng kích thích và bước sóng phát xạ trong ít nhất một trong số phổ cực tím, phổ màu xanh lam, phổ màu xanh lục và phổ màu đỏ, hai đường biên uốn cong, trong đó mỗi đường biên uốn cong kéo dài từ cửa vào dạng côn đến cửa ra dạng côn sao cho cùng nhau, hai đường biên uốn cong và nút đẩy chứa đựng thể tích của buồng thử nghiệm, và vai kéo dài từ mỗi đường biên uốn cong trong đó nút đẩy tiếp xúc với mỗi vai sao cho đường biên của buồng thử nghiệm được tạo ra bởi hai đường biên uốn cong, các vai kéo dài từ mỗi trong số các đường biên uốn cong và nút đẩy.

Phương án này và các phương án khác có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau đây. Nút đẩy trong buồng thử nghiệm có thể có chất phản ứng đã được làm khô trên đó. Khoang trên nút đẩy có thể được bố trí giữa mỗi trong số các vai và chất phản ứng đã được làm khô ở trong khoang. Phần của các đường biên uốn cong hoặc của các vai có thể được tạo hình để tuân theo chu vi của khoang. Chất phản ứng đã được làm khô trên nút đẩy có thể được đặt giữa mỗi trong số các vai. Phần phẳng của đáy của thân nút đẩy có thể tiếp xúc với các vai. Chiều cao của mỗi trong số các vai có thể được sử dụng để điều chỉnh thể tích của buồng thử nghiệm. Chiều cao của mỗi trong số các vai có thể là 100 micromet hoặc lớn hơn. Chiều cao của mỗi trong số các vai có thể không lớn hơn khoảng cách của hai đường biên uốn cong với nhau ở điểm gần cách lớn nhất. Các vai có thể được tạo hình để duy trì đường biên uốn cong tổng thể của buồng thử nghiệm từ cửa vào dạng côn đến cửa ra dạng côn. Hai đường biên uốn cong và các vai có thể được tạo ra trong đế nguyên khối. Thử nghiệm có thể còn bao gồm màng được dính vào bề mặt của đế nguyên khối, trong đó màng tạo ra một thành của buồng thử nghiệm. Buồng thử nghiệm có thể có nút đẩy.

Nói chung, theo một phương án, dụng cụ bao gồm đường dẫn chất lỏng chung, và nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập được nối với đường dẫn chất lỏng chung, trong đó mỗi đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập bao gồm buồng thử nghiệm, và ngăn khí nén. Buồng thử nghiệm được nối với đường dẫn chất lỏng chung, buồng thử nghiệm có thể tích chất lỏng được xác định một phần bởi nút đẩy có chất phản ứng đã được làm khô trên đó; và ngăn khí nén, có thể tích khí nén, được nối với đường dẫn chất lỏng chung thông qua buồng thử nghiệm. Mỗi đường dẫn chất lỏng trong số nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập là hệ thống kín ngoại trừ chỗ nối giữa buồng thử nghiệm và nguồn

chất lỏng chung. Mỗi buồng thử nghiệm bao gồm buồng dạng côn kép, và vai kéo dài từ mỗi đường biên uốn cong trong đó nút đẩy tiếp xúc với mỗi vai sao cho đường biên của buồng thử nghiệm được tạo ra bởi hai đường biên uốn cong, các vai kéo dài từ mỗi trong số các đường biên uốn cong và nút đẩy. Buồng dạng côn kép bao gồm cửa vào dạng côn thông chất lỏng với đầu cuối của ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng, cửa ra dạng côn thông chất lỏng với đầu cuối của ngăn khí nén, và hai đường biên uốn cong, trong đó mỗi đường biên uốn cong kéo dài từ cửa vào dạng côn đến cửa ra dạng côn sao cho cùng nhau, hai đường biên uốn cong chứa đựng thể tích của buồng thử nghiệm.

Phương án này và các phương án khác có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau đây. Khoang trên nút đẩy có thể được bố trí giữa mỗi trong số các vai và chất phản ứng đã được làm khô ở trong khoang. Chất phản ứng đã được làm khô trên nút đẩy có thể được đặt giữa mỗi trong số các vai. Phần phẳng của đáy của thân nút đẩy có thể tiếp xúc với các vai. Chiều cao của mỗi trong số các vai có thể được sử dụng để điều chỉnh thể tích của buồng thử nghiệm. Chiều cao của mỗi trong số các vai có thể là 100 micromet hoặc lớn hơn. Các vai có thể được tạo hình để duy trì đường biên uốn cong tổng thể của buồng thử nghiệm từ cửa vào dạng côn đến cửa ra dạng côn. Hai đường biên uốn cong có thể được tạo ra trong đế nguyên khối. Thân của nút đẩy có thể nhô vào trong đế nguyên khối của buồng thử nghiệm ở độ sâu sao cho thể tích buồng thử nghiệm có thể được thay đổi một cách dễ dàng bằng cách thay đổi độ sâu tại đó thân của nút đẩy nhô vào trong đế nguyên khối của buồng thử nghiệm. Phần của các đường biên uốn cong hoặc của các vai có thể được tạo hình để tuân theo chu vi của khoang. Dụng cụ có thể còn bao gồm màng thứ nhất được dính vào bề mặt của ít nhất một phần của dụng cụ. Màng thứ nhất có thể tạo thành một thành của một hoặc nhiều buồng, ngăn, hoặc ống dẫn của dụng cụ. Dụng cụ có thể còn bao gồm màng thứ hai được dính vào màng thứ nhất. Màng thứ hai có thể có nhiệt độ nóng chảy cao hơn so với màng thứ nhất. Dụng cụ có thể còn bao gồm vùng được hàn gắn bằng nhiệt được tạo ra trong mỗi trong số các đường dẫn chất lỏng bằng cách sử dụng màng thứ nhất hoặc màng thứ hai. Vùng được hàn gắn bằng nhiệt có thể bịt kín đường dẫn chất lỏng chung khỏi buồng thử nghiệm và buồng khí nén. Dụng cụ có thể còn bao gồm bộ nhô trong mỗi trong số nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập, bộ nhô được bố trí giữa cửa vào đến buồng thử nghiệm và đường dẫn chất lỏng chung. Vùng được hàn gắn bằng nhiệt có thể được tạo ra bằng cách sử dụng một phần của bộ nhô. Dụng cụ có thể có nút đẩy.

Nói chung, theo một phương án, phương pháp nạp một cách đồng thời nhiều buồng mẫu bao gồm: (1) tạo áp lực mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng chung; (2) đưa mẫu lỏng vào trong nhiều ống dẫn vào từ đường dẫn chất lỏng chung; (3) cho mẫu lỏng chảy dọc theo mỗi trong số các ống dẫn vào về phía đầu cuối ống dẫn vào trong mỗi trong số

các ống dẫn vào, mỗi ống dẫn vào được nối với buồng mẫu; (4) cho mẫu lỏng chảy dọc theo phần cửa vào dạng côn của mỗi buồng mẫu; (5) cho mẫu lỏng chảy sát với cặp vai và dọc theo nút đẩy trong mỗi buồng mẫu; (6) cho mẫu lỏng chảy dọc theo phần cửa ra dạng côn của mỗi buồng mẫu về phía đầu cuối ngăn khí nén; và (7) dịch chuyển khí được chứa trong mỗi ống dẫn vào và mỗi buồng mẫu vào trong buồng khí nén thông với mỗi đầu cuối ngăn khí nén.

Phương án này và các phương án khác có thể bao gồm một hoặc nhiều dấu hiệu sau đây. Bước ép mẫu lỏng có thể được thực hiện ở áp lực không đổi. Áp lực không đổi có thể là một trong số 5, 10, 20, 40 hoặc 60 psi. Bước tạo áp lực chất lỏng có thể còn bao gồm ép mẫu lỏng ở một chuỗi mức áp lực tăng dần. Mỗi mức áp lực tăng dần có thể được tác động trong khoảng thời gian nhất quán. Mỗi mức áp lực tăng dần có thể được tăng lên bởi lượng không đổi. Việc tạo áp lực mẫu lỏng có thể tác động một chuỗi các mức áp lực từ mức áp lực thấp hơn đến mức áp lực cao hơn. Khi sử dụng, buồng khí nén có thể ở trên buồng mẫu sao cho các bước gồm cho mẫu lỏng chảy dọc theo phần cửa ra dạng côn của buồng mẫu về phía đầu cuối ngăn khí nén và dịch chuyển khí được chứa trong mỗi ống dẫn vào có thể được thực hiện chống lại lực hấp dẫn. Khi sử dụng, nhiều buồng mẫu có thể được định hướng sao cho mỗi buồng khí nén liên quan đến buồng mẫu cụ thể trong số nhiều buồng mẫu được bố trí ở trên buồng mẫu. Việc cho mẫu lỏng chảy vào trong buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ có thể nén khí trong các đường dẫn chất lỏng về phía các ngăn khí nén của các đường dẫn chất lỏng. Phương pháp có thể còn bao gồm việc duy trì áp lực đã đạt được trong suốt bước tạo áp lực mẫu lỏng khi áp lực bên trong trong mỗi trong số các ngăn khí nén bằng áp lực được tác động lên đường dẫn chất lỏng chung. Phương pháp có thể còn bao gồm việc làm tăng áp lực trong mỗi ngăn khí nén trong bước dịch chuyển khí, và ngừng làm tăng áp lực khi áp lực được tác động vào đường dẫn chất lỏng chung bằng áp lực trong mỗi ngăn khí nén. Phương pháp có thể còn bao gồm việc ngừng mỗi trong số các bước cho mẫu chảy khi áp lực bên trong trong mỗi trong số các ngăn khí nén bằng áp lực được tác động vào đường dẫn chất lỏng chung. Ít nhất hai buồng mẫu của nhiều buồng mẫu có thể khác nhau về thể tích. Tốc độ dòng từ đường dẫn chất lỏng chung vào trong mỗi buồng mẫu của nhiều buồng mẫu có thể tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của buồng mẫu và có ít nhất hai tốc độ dòng khác nhau. Phương pháp có thể còn bao gồm việc nạp một cách đồng thời mỗi buồng mẫu của nhiều buồng mẫu. Phương pháp có thể còn bao gồm việc cho mẫu lỏng chảy dọc theo hai đường biên uốn cong phân kỳ trong buồng mẫu trong hoặc sau bước cho mẫu lỏng chảy dọc theo cửa vào dạng côn. Phương pháp có thể còn bao gồm việc cho mẫu lỏng chảy dọc theo hai đường biên uốn cong hội tụ trong buồng mẫu sau hoặc trong bước cho mẫu lỏng chảy dọc theo cặp vai. Sự hội tụ của hai đường biên uốn cong có thể làm

chậm tốc độ của chất lỏng tiến về phía trước ở mặt khum trước dẫn đầu của mẫu lỏng, sao cho khi mẫu lỏng đi đến cửa ra dạng côn, mặt khum của mẫu lỏng gần như đối xứng so với chiều lớn nhất của buồng thử nghiệm, nhờ đó làm giảm đến mức tối thiểu việc giữ bọt khí trong buồng thử nghiệm trong khi nạp. Phương pháp có thể còn bao gồm việc bố trí mặt khum trong mỗi buồng mẫu sát với đầu cuối buồng khí nén. Phương pháp có thể còn bao gồm việc thực hiện một hoặc nhiều trong số các bước để định vị một hoặc nhiều bọt khí được tạo ra trong mẫu lỏng sát với mặt khum của mẫu lỏng trong buồng mẫu. Mặt khum có thể gần với đầu cuối buồng khí nén. Phương pháp có thể còn bao gồm việc bịt mỗi một trong số nhiều ống dẫn vào trong khi thực hiện bước tạo áp lực mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng chung. Phương pháp có thể còn bao gồm việc bịt mỗi một trong số nhiều ống dẫn vào khi bước cho mẫu lỏng chảy dọc theo phần dạng côn của buồng mẫu ngừng. Phương pháp có thể còn bao gồm việc bịt mỗi một trong số nhiều ống dẫn vào khi bước cho mẫu lỏng chảy dọc theo mỗi trong số các ống dẫn vào từ đường dẫn chất lỏng chung ngừng. Bước bịt có thể còn bao gồm việc hàn gắn bằng nhiệt phần của ống dẫn vào được đóng lại. Phương pháp có thể còn bao gồm việc làm nóng phần của màng thứ nhất sát với mỗi trong số các ống dẫn vào, làm nóng chảy màng thứ nhất để bịt kín mỗi một trong số các ống dẫn vào. Phương pháp có thể còn bao gồm việc bịt một cách đồng thời tất cả các ống dẫn vào. Phương pháp có thể còn bao gồm việc làm nóng mà không làm nóng chảy màng thứ hai được ngăn cách với ống dẫn vào bằng màng thứ nhất. Phương pháp có thể còn bao gồm việc dung hợp phần của ống dẫn vào với phần của màng thứ nhất mà không cần làm nóng chảy màng thứ hai. Sau khi bịt mỗi một trong số các ống dẫn vào, một phần của màng thứ nhất hoặc màng thứ hai có thể được dung hợp với bề nhô được tạo ra trong mỗi một trong số các ống dẫn vào.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế còn được hiểu khi đọc dựa vào các hình vẽ kèm theo. Nhằm mục đích minh họa đối tượng, các phương án làm ví dụ về đối tượng được thể hiện trên các hình vẽ; tuy nhiên, đối tượng hiện được bộc lộ không chỉ giới hạn ở các phương pháp, các thiết bị, và các hệ thống cụ thể được bộc lộ. Ngoài ra, các hình vẽ không nhất thiết được vẽ theo tỷ lệ. Trong số các hình vẽ này:

Fig. 1 là hình minh họa dụng cụ để truyền mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng vào trong nhiều buồng mẫu, theo một phương án.

Fig. 2A mô tả dụng cụ tại thời điểm A trong khi nạp đồng thời các buồng mẫu của dụng cụ bằng mẫu lỏng, theo một phương án.

Fig. 2B mô tả dụng cụ tại thời điểm B trong khi nạp đồng thời các buồng mẫu của dụng cụ bằng mẫu lỏng, theo một phương án.

Fig. 2C mô tả dụng cụ tại thời điểm C trong khi nạp đồng thời các buồng mẫu của dụng cụ bằng mẫu lỏng, theo một phương án.

Fig. 2D mô tả dụng cụ tại thời điểm D trong khi nạp đồng thời các buồng mẫu của dụng cụ bằng mẫu lỏng, theo một phương án.

Fig. 2E mô tả dụng cụ tại thời điểm E trong khi nạp đồng thời các buồng mẫu của dụng cụ bằng mẫu lỏng, theo một phương án.

Fig. 2F mô tả dụng cụ tại thời điểm F trong khi nạp đồng thời các buồng mẫu của dụng cụ bằng mẫu lỏng, theo một phương án.

Fig. 2G là mặt cắt ngang của ống dẫn cửa vào có đặc điểm ống dẫn như bộ nhô trong vùng hàn gắn bằng nhiệt.

Fig. 2H là hình phối cảnh và hình chiếu mặt cắt của dụng cụ thể hiện đặc điểm ống dẫn trong vùng hàn gắn bằng nhiệt đối với đường ống dẫn lỏng chung. Fig. 2I là hình chiếu mặt cắt ngang của đường ống dẫn lỏng chung của Fig. 2H thể hiện bộ nhô trong vùng hàn gắn bằng nhiệt.

Fig. 2J là hình nhìn từ trên xuống của dụng cụ biểu thị vùng hàn gắn bằng nhiệt dọc theo mỗi trong số các ống dẫn chất lỏng độc lập. Fig. 2K là mặt cắt ngang của một trong số các ống dẫn chất lỏng độc lập trên Fig. 2J thể hiện đặc điểm ống dẫn hoặc bộ nhô để tạo thuận lợi cho việc hàn gắn bằng nhiệt rãnh này.

Fig. 3A là hình minh họa đường dẫn chất lỏng độc lập, theo một phương án.

Fig. 3B là hình minh họa buồng thử nghiệm, theo một phương án.

Fig. 4 là hình minh họa một phần của dụng cụ để truyền mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng vào trong nhiều buồng mẫu, theo một phương án.

Fig. 5 là hình minh họa ba chiều của buồng thử nghiệm, theo một phương án.

Fig. 6A là hình minh họa ba chiều của nút đẩy, theo một phương án.

Fig. 6B là hình minh họa mặt cắt ngang của nút đẩy, theo một phương án.

Fig. 6C là hình phóng to của Fig. 6B.

Fig. 7A là hình minh họa ba chiều, mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm, theo một phương án. Fig. 7B là hình phóng to của bên trong của buồng thử nghiệm và bi trộn của Fig. 7A.

Fig. 7C và 7D là hình phối cảnh và hình chiếu mặt cắt ngang của nút đẩy, bi tròn và màng được sử dụng khi lắp ráp phương án của buồng thử nghiệm của Fig. 7A.

Fig. 8 là hình chiếu mặt cắt ngang của nút đẩy có bề mặt đáy bằng.

Fig. 9A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 8 có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v1 dọc theo toàn bộ bề mặt đáy của nút đẩy. Fig. 9B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 9A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v1 dọc theo bề mặt đáy.

Fig. 10A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 8 có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v2 che một phần bề mặt đáy của nút đẩy có chiều rộng tương tự như khe hở trung tâm nút đẩy. Fig. 10B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 10A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v2 dọc theo bề mặt đáy.

Fig. 11A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 8 có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v3 dọc theo bề mặt đáy của nút đẩy có chiều rộng nhỏ hơn chiều rộng của khe hở trung tâm nút đẩy. Fig. 11B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 11A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v3 dọc theo bề mặt đáy trong chiều rộng của khe hở trung tâm nút đẩy.

Các Fig. 12A và 12B minh họa đặc điểm dọc theo bề mặt đáy của nút đẩy để giữ thể tích của chất phản ứng đã được làm khô. Fig. 12A minh họa đặc điểm nhô lên có mặt cắt ngang hình chữ nhật. Fig. 12B minh họa đặc điểm lõm có mặt cắt ngang hình chữ nhật.

Các Fig. 13A và 13B minh họa đặc điểm dọc theo bề mặt đáy của nút đẩy để giữ thể tích của chất phản ứng đã được làm khô. Fig. 13A minh họa đặc điểm nhô lên có mặt cắt ngang hình tròn. Fig. 13B minh họa đặc điểm lõm có mặt cắt ngang hình tròn.

Fig. 14A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 13A có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v1 dọc theo toàn bộ bề mặt đáy của nút đẩy giữa các đặc điểm nhô lên. Fig. 14B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 14A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v1 dọc theo bề mặt đáy trong biên của đặc điểm nhô lên.

Fig. 15A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 13A có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v2 dọc theo một phần của bề mặt đáy của nút đẩy giữa các đặc điểm nhô lên. Fig. 15B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 15A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v2 dọc theo bề mặt đáy trong biên của đặc điểm nhô lên có chiều rộng gần giống như phần trung tâm khe hở của nút đẩy.

Fig. 16A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 13A có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v3 dọc theo một phần của bề mặt đáy của nút đẩy giữa các đặc điểm nhô lên. Fig. 16B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 16A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v3 dọc theo bề mặt đáy trong biên của đặc điểm nhô lên có chiều rộng nhỏ hơn chiều rộng của phần trung tâm khe hở của nút đẩy.

Fig. 17A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy có khoang như trên các Fig. 6A và 6B có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v3. Khoang che gần như tất cả bề mặt đáy của nút đẩy. Fig. 17B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 17A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v1 dọc theo bề mặt đáy trong khoang.

Fig. 18A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy có khoang như trên các Fig. 6A và 6B có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v2. Khoang che nhỏ hơn tất cả bề mặt đáy của nút đẩy và rộng hơn so với khe hở trung tâm nút đẩy. Fig. 18B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 18A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v2 dọc theo bề mặt đáy trong khoang.

Fig. 19A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy có khoang như trên các Fig. 6A và 6B có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v3. Khoang che nhỏ hơn tất cả bề mặt đáy của nút đẩy và không rộng bằng khe hở trung tâm nút đẩy. Fig. 19B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 19A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v3 dọc theo bề mặt đáy trong khoang.

Fig. 20 là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có phần lõm để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 21 là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có phần lõm để phù hợp với khoang trong nút đẩy. Chiều cao của vai được thể hiện trên Fig. 21 nhỏ hơn chiều cao của vai của Fig. 20.

Fig. 22 là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua điểm giữa của buồng thể hiện vai hỗ trợ nút đẩy và các thành bên dạng côn kép về phía cửa ra.

Fig. 23 là hình chiếu mặt cắt ngang của khe hở trên mặt quang học của dụng cụ được tạo kích thước để nhận nút đẩy cần được hỗ trợ bởi vai. Khe hở được che bởi lớp màng thứ nhất và lớp màng thứ hai.

Fig. 24 là hình chiếu mặt cắt ngang của khe hở trên mặt quang học của dụng cụ được tạo kích thước để nhận nút đẩy cần được hỗ trợ bởi vai. Vai và thành bên dạng côn có thể nhìn thấy được trên hình chiếu này. Nút đẩy được thể hiện được chèn vào trong khe hở nhưng không tựa vào vai.

Fig. 25 là hình phối cảnh của mặt quang học của dụng cụ thể hiện năm khe hở của nút đẩy. Các vòng đỡ nút đẩy được thể hiện xung quanh mỗi trong số các khe hở. Các vai được sử dụng để hỗ trợ các nút đẩy có thể nhìn thấy được trong mỗi trong số các khe hở.

Fig. 26A là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 26B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 26A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 27A là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 27B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 27A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 28A là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 28B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 28A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 29A là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 29B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 29A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 30A là hình phối cảnh mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 30B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 30A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 30C thể hiện hình dạng và thể tích của buồng thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cấu hình nút đẩy và vai của các Fig. 30A và 30B.

Fig. 31A là hình phối cảnh mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 31B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 31A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 31C thể hiện hình dạng và thể tích của buồng thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cấu hình nút đẩy và vai của các Fig. 31A và 31B.

Fig. 32A là hình phối cảnh mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 32B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 32A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 32C thể hiện hình dạng và thể tích của buồng thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cấu hình nút đẩy và vai của các Fig. 32A và 32B.

Các Fig. 32D và 32E là các hình phối cảnh và hình chiếu mặt cắt ngang của nút đẩy và khoang được sử dụng trong nút đẩy, vai và buồng thử nghiệm được thể hiện trên các Fig. 32A, 32B và 32C.

Fig. 33A là hình phối cảnh mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 33B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 33A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 33C thể hiện hình dạng và thể tích của buồng thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cấu hình nút đẩy và vai của các Fig. 33A và 33B.

Các Fig. 33D và 33E là các hình phối cảnh và hình chiếu mặt cắt ngang của nút đẩy và khoang được sử dụng trong nút đẩy, vai và buồng thử nghiệm được thể hiện trên các Fig. 33A, 33B và 33C.

Các Fig. 34A và 34B lần lượt là các hình chiếu mặt không phải quang học và mặt quang học của dụng cụ có hỗn hợp gồm các nút đẩy có đặc tính truyền quang trong vùng quang học và ít nhất một nút đẩy không có đặc tính quang học trong một vùng khác của dụng cụ trong đó các khả năng quang học là không cần thiết.

Các Fig. 35A và 35B lần lượt là các hình chiếu mặt không phải quang học và mặt quang học của dụng cụ chỉ có các nút đẩy có đặc tính truyền quang.

Các Fig. 36A – 36K là chuỗi ví dụ về việc nạp mẫu lỏng vào trong buồng mẫu như được thực hiện trước các trạng thái của buồng đã nạp được nêu làm ví dụ được thể hiện trên các Fig. 3A và 3B.

Fig. 37 là hình chiếu mặt quang học của dụng cụ có năm nút đẩy truyền quang. Các kết quả được quan sát thông qua mỗi trong số các nút đẩy cho thấy rằng ba buồng có sự phát xạ có thể phát hiện được và hai buồng không có sự phát xạ có thể phát hiện được.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các hệ thống, thiết bị, và phương pháp để truyền mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng vào trong nhiều buồng mẫu được đề xuất trong bản mô tả này. Theo một số phương án, các thiết bị bao gồm nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập, mỗi đường dẫn chất lỏng bao gồm buồng mẫu được nối với nguồn chất lỏng, và ngăn khí nén được nối với buồng mẫu. Tỷ lệ giữa thể tích của buồng mẫu và thể tích của ngăn khí nén là gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng có chung nguồn chất lỏng chung. Theo một số phương án, buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng bao gồm buồng dạng côn kép, bộ phận trộn từ tính, và/hoặc nút đẩy. Theo một số phương án, các phương pháp bao gồm

việc nạp một cách đồng thời nhiều buồng mẫu bằng mẫu lỏng. Theo một số phương án, các phương pháp bao gồm việc nạp các buồng mẫu bằng mẫu lỏng, và trộn mẫu lỏng trong các buồng mẫu bằng cách sử dụng bộ phận trộn từ tính được giữ trong mỗi buồng mẫu.

Trước khi các phương án được bộc lộ được mô tả chi tiết hơn, cần phải hiểu rằng sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án cụ thể được mô tả, và như vậy, tất nhiên, có thể thay đổi. Cũng cần phải hiểu rằng thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả này chỉ nhằm mục đích mô tả các phương án cụ thể, và không được dự định nhằm giới hạn sáng chế, do phạm vi của sáng chế sẽ chỉ bị giới hạn bởi yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Khi khoảng trị số được đưa ra, cần phải hiểu rằng mỗi trị số ở giữa, đến một phần mười đơn vị của giới hạn dưới trừ khi có chỉ dẫn rõ ràng khác, giữa giới hạn trên và giới hạn dưới của khoảng đó và trị số ở giữa hoặc được nêu khác bất kỳ trong khoảng được nêu đó, là được bao gồm trong sáng chế này. Các giới hạn trên và dưới của các khoảng nhỏ hơn này có thể độc lập được bao gồm trong các khoảng nhỏ hơn này và cũng được bao gồm trong sáng chế, tùy theo giới hạn được loại trừ cụ thể bất kỳ trong khoảng được nêu này. Khi khoảng được nêu bao gồm một hoặc cả hai giới hạn, các khoảng loại trừ mỗi hoặc cả hai giới hạn được bao gồm đó cũng được bao gồm trong sáng chế.

Dưới đây là các ví dụ về các phương án cụ thể để thực hiện sáng chế. Các ví dụ được đưa ra chỉ nhằm mục đích minh họa, và không được dự định giới hạn phạm vi của sáng chế theo cách bất kỳ. Các nỗ lực đã được thực hiện để đảm bảo độ chính xác đối với các con số được sử dụng (ví dụ, các lượng, nhiệt độ, v.v.), nhưng sai số thử nghiệm và độ lệch nào đó, tất nhiên, sẽ được cho phép.

Trừ khi được định nghĩa khác, tất cả các thuật ngữ kỹ thuật và khoa học được sử dụng trong bản mô tả này có nghĩa giống như thường được hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực mà các phương án được bộc lộ này thuộc về. Mặc dù phương pháp và nguyên liệu bất kỳ tương tự hoặc tương đương với phương pháp và nguyên liệu được mô tả trong bản mô tả này cũng có thể được sử dụng trong thực hành hoặc thử nghiệm các phương án được bộc lộ, các phương pháp và nguyên liệu minh họa đại diện bây giờ sẽ được mô tả. Phương pháp được trích dẫn bất kỳ có thể được thực hiện theo thứ tự các sự kiện được trích dẫn hoặc theo thứ tự khác bất kỳ mà khả thi về mặt logic.

Lưu ý rằng, như được sử dụng trong bản mô tả này và trong yêu cầu bảo hộ kèm theo, dạng số ít “một” (“a,” “an,” và “the” trong bản mô tả tiếng anh) bao gồm cả dạng số nhiều trừ khi có chỉ dẫn cụ thể khác.

Các hệ thống

Được bao gồm trong sáng chế là các hệ thống, thiết bị, và phương pháp để truyền mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng vào trong nhiều buồng mẫu. Các hệ thống theo các phương án của sáng chế bao gồm nguồn chất lỏng và nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập, mỗi đường dẫn chất lỏng bao gồm buồng mẫu được nối với nguồn chất lỏng, và ngăn khí nén được nối với buồng mẫu. Nguồn chất lỏng, buồng mẫu, và ngăn khí nén được sử dụng cùng với nhau để truyền mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng vào trong buồng mẫu.

Fig. 1 là hình minh họa dụng cụ 100 để truyền mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng vào trong nhiều buồng mẫu, theo một phương án. Dụng cụ bao gồm nguồn chất lỏng chung 101 được nối với nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập. Theo các phương án thay thế, thay vì bao gồm mười đường dẫn chất lỏng được thể hiện trên Fig. 1, dụng cụ có thể bao gồm một số lượng bất kỳ đường dẫn chất lỏng. Ví dụ, theo một số phương án, dụng cụ có thể bao gồm hai, năm, mười hai, hoặc hai mươi đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập.

Mỗi đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập 110 của nhiều đường dẫn chất lỏng liên tục, độc lập bao gồm buồng mẫu và ngăn khí nén. Theo một số phương án, mỗi buồng mẫu bao gồm ống dẫn vào 122 và buồng thử nghiệm 121. Theo một số phương án nữa, mỗi ngăn khí nén bao gồm ống dẫn khí nén 132 và buồng không khí 131. Do đó, theo các cách thức thực hiện như vậy, mỗi đường dẫn chất lỏng bao gồm ống dẫn vào, buồng thử nghiệm, ống dẫn khí nén, và buồng không khí.

Nguồn chất lỏng chung là cửa vào, buồng, ống dẫn, hoặc các phương tiện tương tự có khả năng cung cấp mẫu lỏng cho mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ ở áp lực cung cấp. Nguồn chất lỏng chung được nối với, và thông chất lỏng với, mỗi đường dẫn chất lỏng của nhiều đường dẫn chất lỏng. Theo các cách thức thực hiện khác, như được minh họa trên Fig. 1, nguồn chất lỏng chung được nối với, và thông chất lỏng với, ống dẫn vào của mỗi đường dẫn chất lỏng. Do đó, nguồn chất lỏng chung có thể cung cấp mẫu lỏng cho mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ thông qua ống dẫn vào tương ứng của nó.

Ống dẫn vào của mỗi đường dẫn chất lỏng về phần mình được nối với, và thông chất lỏng với, buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng. Buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng về phần mình được nối với, và thông chất lỏng với, ống dẫn khí nén của đường dẫn chất lỏng. Theo các phương án nhất định, như được minh họa trên Fig. 1, ngăn khí nén bao gồm ống dẫn khí nén mà về phần mình được nối với, và thông chất lỏng với, buồng không khí của đường dẫn chất lỏng. Theo các cách thức thực hiện khác, ngăn khí

nén có thể được bao gồm bởi kết cấu đơn được nối trực tiếp với buồng mẫu, hoặc buồng thử nghiệm của chúng.

Các thuật ngữ “sự nối thông chất lỏng,” và “tính liên tục chất lỏng” như được sử dụng trong bản mô tả này, chỉ máng, kênh, ống, ống dẫn, hoặc đường dẫn bất kỳ qua đó chất, như chất lỏng, chất khí, hoặc chất rắn có thể đi qua gần như không bị hạn chế khi đường dẫn mở. Khi đường dẫn được đóng lại, chất gần như bị hạn chế đi qua. Thông thường, sự khuếch tán giới hạn của chất thông qua vật liệu của nền, mà có thể hoặc không thể xảy ra tùy thuộc vào các thành phần của chất và vật liệu, không cấu thành sự thông chất lỏng.

Do tính liên tục của mỗi đường dẫn chất lỏng, mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng chung có thể di chuyển trong toàn bộ đường dẫn chất lỏng. Đặc biệt, mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng chung có thể di chuyển thông qua ống dẫn vào, vào trong buồng thử nghiệm, thông qua ống dẫn khí nén, và vào trong buồng không khí của mỗi đường dẫn chất lỏng. Tuy nhiên, theo một số phương án, có thể đáng mong muốn giữ mẫu lỏng ở các buồng thử nghiệm của dụng cụ sao cho mẫu lỏng không bị mất sang ngăn khí nén. Các phương án như vậy được mô tả chi tiết hơn dưới đây. Theo một số phương án, dụng cụ được định hướng sao cho mẫu lỏng di chuyển vào trong buồng thử nghiệm thông qua ống dẫn vào chống lại lực hấp dẫn.

Ngoại trừ việc nối giữa nguồn chất lỏng chung và ống dẫn vào của mỗi đường dẫn chất lỏng, mỗi đường dẫn chất lỏng là hệ thống kín. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “hệ thống kín” chỉ hệ thống mà có thể trao đổi nhiệt và năng lượng nhưng không trao đổi vật chất, với vùng xung quanh của nó. Thuật ngữ hệ thống kín không được dự định loại trừ tính thấm giới hạn của các chất khí, như hơi nước hoặc oxy vào trong nền trong đó đường dẫn chất lỏng được tạo ra. Nói cách khác, vật chất được chứa trong đường dẫn chất lỏng không thể di chuyển vào trong hoặc ra ngoài đường dẫn chất lỏng, ngoại trừ thông qua sự nối giữa nguồn chất lỏng chung và ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng. Theo các phương pháp nhất định sử dụng dụng cụ được mô tả trong bản mô tả này, sự nối thông chất lỏng giữa nguồn chất lỏng chung và mỗi trong số các đường dẫn chất lỏng được bịt, ví dụ, bằng cách hàn gắn bằng nhiệt, trong quá trình hoạt động của phương pháp.

Bằng cách bịt kín sự nối giữa nguồn chất lỏng chung và ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng, đường dẫn chất lỏng trở thành hệ thống kín hoàn toàn từ đó vật chất không thể di chuyển vào trong hoặc ra ngoài, và đối với chúng, không có các biến thay đổi bất kỳ, áp lực bên trong trong đường dẫn chất lỏng giữ không đổi. Một phương án như vậy

về việc bịt kín sự nối giữa nguồn chất lỏng chung và ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng được mô tả chi tiết hơn dưới đây dựa vào các Fig. 2E và 2F.

Như đã nêu trên, mỗi đường dẫn chất lỏng bao gồm buồng mẫu và ngăn khí nén. Về phần mình, mỗi buồng mẫu bao gồm ống dẫn vào và buồng thử nghiệm, và mỗi ngăn khí nén bao gồm ống dẫn khí nén và buồng không khí.

Ống dẫn vào được cấu hình để vận chuyển mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng chung vào trong buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng. Buồng thử nghiệm được cấu hình để chứa mẫu thử nghiệm. Theo một số phương án, buồng thử nghiệm có thể bao gồm các đặc điểm để tạo thuận lợi cho thử nghiệm. Ví dụ, theo một số phương án được bàn luận chi tiết hơn dưới đây dựa vào Fig. 3B, mỗi buồng thử nghiệm được cấu hình để làm giảm đến mức tối thiểu sự tạo ra bọt khí trong khi truyền mẫu lỏng vào trong buồng thử nghiệm. Đặc điểm này là có lợi trong khi vận hành thử nghiệm bởi vì theo một số phương án, bọt khí ngăn cản việc nạp đầy đủ của buồng hoặc nếu không gây nhiễu các kết quả thử nghiệm. Ngoài ra, theo một số phương án được bàn luận chi tiết hơn dưới đây dựa vào các Fig. 4-7, mỗi buồng thử nghiệm được cấu hình để bao gồm nút đậy, và/hoặc để chứa các chất phản ứng đã được làm khô và/hoặc bộ phận trộn từ tính để tạo thuận lợi cho việc vận hành thử nghiệm.

Buồng mẫu được nối thông chất lỏng với ngăn khí nén. Theo các phương án bao gồm ống dẫn vào và buồng thử nghiệm, buồng thử nghiệm được nối với ngăn khí nén của đường dẫn chất lỏng. Như đã nêu trên, ngăn khí nén có thể bao gồm ống dẫn khí nén và buồng không khí. Ống dẫn khí nén nối buồng thử nghiệm với buồng không khí của đường dẫn chất lỏng.

Theo các phương án trong đó mỗi buồng thử nghiệm của dụng cụ được cấu hình để chứa mẫu thử nghiệm như được mô tả trên đây, có thể có lợi để kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng vào trong các buồng thử nghiệm để đảm bảo rằng mỗi buồng thử nghiệm được nạp với một lượng chính xác mẫu lỏng, và để đảm bảo rằng thành phần của mẫu lỏng là đồng nhất qua tất cả các buồng thử nghiệm của dụng cụ. Điều này cho phép sự tiêu chuẩn hóa của các thử nghiệm mà có thể diễn ra trong các buồng thử nghiệm, theo một số phương án. Do đó, ngăn khí nén của mỗi đường dẫn chất lỏng được cấu hình để kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng vào trong buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng theo áp lực bên trong của ngăn khí nén. Sự cấu hình và chức năng của các ngăn khí nén được mô tả chi tiết hơn dưới đây.

Cả buồng mẫu và ngăn khí nén của mỗi đường dẫn chất lỏng có thể tích. Buồng mẫu có thể tích dưới đây được gọi là “thể tích chất lỏng.” Thể tích chất lỏng của đường

dẫn chất lỏng bao gồm thể tích của ống dẫn vào và thể tích của buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng. Tương tự, ngăn khí nén có thể tích dưới đây được gọi là “thể tích khí nén.” Thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng bao gồm thể tích của ống dẫn khí nén và thể tích của buồng không khí của đường dẫn chất lỏng. Để đạt được việc nạp đồng thời của mỗi buồng mẫu, đặc biệt là khi thể tích của các buồng mẫu thay đổi qua nhiều đường dẫn chất lỏng, tỷ lệ giữa thể tích chất lỏng và thể tích khí nén là giống nhau đối với mỗi đường dẫn chất lỏng có chung nguồn chất lỏng chung.

Trước khi đưa mẫu lỏng vào trong mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ bằng nguồn chất lỏng chung, các đường dẫn chất lỏng chứa khí, như, ví dụ, không khí, ở áp lực không khí ban đầu. Trong toàn bộ sáng chế, không khí cần được hiểu là bao gồm hỗn hợp gồm các khí của khí quyển hoặc hỗn hợp khí khác bất kỳ hoặc khí tinh khiết mà tương hợp với các thử nghiệm được thực hiện trong dụng cụ. Ngoài ra, do người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ hiểu, khí bất kỳ có thể được sử dụng thay cho không khí trong các đường dẫn chất lỏng của các dụng cụ và phương pháp được mô tả trong bản mô tả này. Ví dụ, theo một số phương án, không khí có thể được thay thế bằng một khí khác, ví dụ, khí trơ như, ví dụ, nitơ hoặc argon.

Áp lực ban đầu của không khí trong đường dẫn chất lỏng quyết định một phần áp lực bên trong của đường dẫn chất lỏng. Khi mẫu lỏng được đưa vào trong đường dẫn chất lỏng bằng nguồn chất lỏng chung, không khí trong mỗi đường dẫn chất lỏng được dịch chuyển trong đường dẫn chất lỏng bằng mẫu lỏng tiến về phía trước. Đặc biệt, mẫu lỏng tiến về phía trước đi vào mỗi đường dẫn chất lỏng thông qua ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng và dịch chuyển không khí trong đường dẫn chất lỏng theo chiều của buồng không khí. Kết quả của sự dịch chuyển này, thể tích bị chiếm bởi không khí trong đường dẫn chất lỏng giảm. Kết quả của thể tích bị chiếm bởi không khí bị giảm này, áp lực của không khí, và do đó, áp lực bên trong của đường dẫn chất lỏng, tăng lên. Cụ thể là, áp lực bên trong tăng theo tỷ lệ với sự giảm thể tích bị chiếm bởi không khí.

Sự cân bằng của áp lực cung cấp và áp lực bên trong trong đường dẫn chất lỏng quyết định tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng. Cụ thể là, nếu áp lực bên trong trong đường dẫn chất lỏng nhỏ hơn áp lực tại đó mẫu lỏng được cung cấp vào đường dẫn chất lỏng, mẫu lỏng tiếp tục tiến về phía trước trong đường dẫn chất lỏng, và tiếp tục dịch chuyển không khí được chứa trong đường dẫn chất lỏng vì vậy áp lực bên trong tăng lên. Tuy nhiên, trị số áp lực bên trong càng gần với trị số áp lực cung cấp của mẫu lỏng, áp lực mà không khí gây ra trên mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng càng lớn, và áp lực bên trong càng làm chậm tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng. Ngay khi áp lực bên trong trong đường dẫn chất lỏng bằng áp lực cung cấp của mẫu lỏng,

mẫu lỏng ngừng chảy vào trong đường dẫn chất lỏng. Do đó, bằng cách kiểm soát thể tích trong đó không khí được chứa trong đường dẫn chất lỏng, và nhờ đó kiểm soát áp lực bên trong của đường dẫn chất lỏng, có thể kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng.

Có thể đáng mong muốn kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng trong nhiều tình huống. Đặc biệt là, theo các phương án nhất định, có thể đáng mong muốn kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng sao cho mẫu lỏng được giữ ở buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng và không chảy vào trong ngăn khí nén của đường dẫn chất lỏng. Nói cách khác, có thể đáng mong muốn kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng sao cho buồng mẫu (và theo một số phương án, cụ thể là buồng thử nghiệm) về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “về căn bản được nạp” hoặc “về căn bản đầy” có nghĩa là ít nhất 90% thể tích chất lỏng của buồng mẫu chứa mẫu lỏng, và nhiều nhất 10% thể tích khí nén của ngăn khí nén chứa mẫu lỏng. Cụ thể là, việc nạp 10% hoặc nhỏ hơn của thể tích khí nén của ngăn khí nén bằng mẫu lỏng không làm gián đoạn hoạt động của thiết bị.

Để về căn bản nạp buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng, áp lực tại đó mẫu lỏng được cung cấp vào buồng mẫu phải bằng áp lực bên trong trong đường dẫn chất lỏng khi buồng mẫu về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng. Ngoài ra, bởi vì mẫu lỏng được giữ ở buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng khi buồng mẫu về căn bản được nạp, không khí được chứa trong đường dẫn chất lỏng được nén vào trong ngăn khí nén của đường dẫn chất lỏng. Do đó, để về căn bản nạp buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng, áp lực tại đó mẫu lỏng được cung cấp vào buồng mẫu phải bằng áp lực bên trong được chứa trong ngăn khí nén của đường dẫn chất lỏng khi buồng mẫu về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng.

Như đã nêu trên, áp lực bên trong phụ thuộc, một phần, vào thể tích của không khí được dịch chuyển khỏi buồng mẫu và, một phần, vào thể tích giữ không khí được dịch chuyển. Do đó khi mẫu lỏng về căn bản nạp buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng, không khí được dịch chuyển được giữ trong ngăn khí nén, và áp lực bên trong phụ thuộc vào thể tích khí nén của ngăn khí nén và vào thể tích chất lỏng của buồng mẫu.

Do đó, để đạt được sự cân bằng giữa áp lực bên trong và áp lực cung cấp của mẫu lỏng khi buồng mẫu về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng, thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng có thể được chọn một cách chủ ý xét về mặt thể tích chất lỏng của buồng mẫu và áp lực cung cấp. Ngoài ra, do áp lực bên trong ban đầu trong đường dẫn chất lỏng và áp lực cung cấp của mẫu lỏng cũng là các yếu tố trong việc đạt được sự tương đương giữa áp lực bên trong được chứa trong thể tích khí nén và áp lực cung cấp của mẫu lỏng,

áp lực môi trường bên trong trong đường dẫn chất lỏng và áp lực cung cấp của mẫu lỏng cũng có thể được chọn một cách chủ ý để đảm bảo rằng áp lực cung cấp của mẫu lỏng bằng áp lực bên trong được chứa trong ngăn khí nén khi buồng mẫu về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng. Sự tương đương này giữa áp lực bên trong và áp lực cung cấp dẫn đến lực thực bằng không trên mẫu lỏng được chứa trong đường dẫn chất lỏng, nhờ đó ngừng dòng chảy của mẫu lỏng vào trong đường dẫn chất lỏng chỉ khi buồng mẫu về căn bản được nạp.

Theo các phương án nữa, có thể đáng mong muốn kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng trong nhiều đường dẫn chất lỏng của dụng cụ sao cho buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng nạp một cách đồng thời. Tuy nhiên, như đã nêu trên, theo một số phương án, thể tích chất lỏng của mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ có thể khác nhau. Sự thay đổi này về các thể tích chất lỏng có nghĩa là nếu mẫu lỏng chảy vào trong mỗi đường dẫn chất lỏng ở tốc độ giống nhau, các buồng mẫu sẽ không nạp một cách đồng thời. Thay vào đó, nếu mẫu lỏng chảy vào trong các đường dẫn chất lỏng có các thể tích chất lỏng thay đổi ở tốc độ giống nhau, thì đường dẫn chất lỏng với thể tích chất lỏng nhỏ hơn sẽ nạp mẫu lỏng trước đường dẫn chất lỏng với thể tích chất lỏng lớn hơn.

Để bảo đảm rằng buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng nạp một cách đồng thời không phụ thuộc vào thể tích chất lỏng của nó, các đường dẫn chất lỏng có thể được cấu hình sao cho tốc độ dòng của mẫu lỏng vào trong mỗi đường dẫn chất lỏng là tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng. Ví dụ, đường dẫn chất lỏng thứ nhất với thể tích chất lỏng gấp hai lần thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng thứ hai sẽ được cấu hình sao cho tốc độ dòng của mẫu lỏng vào trong đường dẫn chất lỏng thứ nhất gấp hai lần tốc độ dòng của mẫu lỏng vào trong đường dẫn chất lỏng thứ hai. Theo cách này, buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng thứ nhất và buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng thứ hai sẽ nạp một cách đồng thời.

Như được mô tả trên đây, tốc độ tại đó mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng chung chảy vào trong đường dẫn chất lỏng phụ thuộc vào áp lực bên trong của đường dẫn chất lỏng và áp lực cung cấp. Đặc biệt, trị số áp lực bên trong càng gần với trị số áp lực cung cấp, áp lực bên trong càng làm chậm tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng. Ngoài ra, như được mô tả trên đây, áp lực bên trong của không khí được chứa phụ thuộc, một phần, vào thể tích trong đó không khí được chứa. Cụ thể là, không khí mà được dịch chuyển vào trong phần của đường dẫn chất lỏng với thể tích nhỏ hơn sẽ có mức tăng lớn hơn về áp lực so với thể tích tương tự của không khí mà ban đầu được dịch chuyển vào trong phần của đường dẫn chất lỏng với lớn hơn thể tích.

Do đó, đến tạo cấu hình các đường dẫn chất lỏng sao cho tốc độ dòng của mẫu lỏng vào trong mỗi đường dẫn chất lỏng tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng, mỗi đường dẫn chất lỏng có thể được cấu hình sao cho thể tích trong đó không khí được chứa tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng. Theo các phương án trong đó buồng mẫu của đường dẫn chất lỏng là một phần của đường dẫn chất lỏng được nạp bằng mẫu lỏng, thể tích trong đó không khí được chứa là thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng. Do đó, theo các phương án như vậy, để đạt được sự tỷ lệ nghịch giữa áp lực bên trong của đường dẫn chất lỏng và thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng, mỗi đường dẫn chất lỏng được cấu hình sao cho thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng.

Ngoài ra, để đạt được việc nạp đồng thời của buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ, sự tỷ lệ này giữa thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng và thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng phải giống nhau đối với tất cả các đường dẫn chất lỏng của dụng cụ. Cụ thể là, tỷ lệ của thể tích chất lỏng và thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng phải gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ. Lưu ý rằng như được sử dụng trong bản mô tả này, “gần như tương đương” có nghĩa là các tỷ lệ của thể tích chất lỏng và thể tích khí nén khác nhau không quá $\pm 10\%$.

Theo các phương án nhất định, các thể tích của ống dẫn vào và ống dẫn khí nén là không đáng kể lần lượt so với các thể tích của buồng thử nghiệm và buồng không khí. Đặc biệt, như được sử dụng trong bản mô tả này, “không đáng kể” có nghĩa là thể tích của ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng bao gồm không quá 10% thể tích của buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng, và tương tự, thể tích của ống dẫn khí nén của đường dẫn chất lỏng bao gồm không quá 10% thể tích của buồng không khí của đường dẫn chất lỏng. Do đó, theo các phương án như vậy, thể tích chất lỏng của buồng mẫu được bao gồm từ, với phần lớn, thể tích của buồng thử nghiệm, và với phần nhỏ, thể tích của ống dẫn vào. Tương tự, theo các phương án như vậy, thể tích khí nén của ngăn khí nén được bao gồm từ, với phần lớn, thể tích của buồng không khí, và với phần nhỏ, thể tích của ống dẫn khí nén.

Theo một số phương án, thể tích chất lỏng của một hoặc nhiều đường dẫn chất lỏng của dụng cụ có thể khác nhau. Ví dụ, thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng thứ nhất của dụng cụ có thể lớn hơn thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng thứ hai của dụng cụ. Sự khác biệt này về các thể tích chất lỏng qua các đường dẫn chất lỏng của dụng cụ có thể là kết quả của sự khác biệt về các thể tích của các buồng thử nghiệm và/hoặc sự khác biệt về các thể tích của các ống dẫn vào của các đường dẫn chất lỏng.

Theo các phương án trong đó thể tích chất lỏng của một hoặc nhiều đường dẫn chất lỏng của dụng cụ khác nhau, thể tích khí nén của một hoặc nhiều đường dẫn chất lỏng của dụng cụ cũng sẽ khác nhau vì các lý do được bàn luận chi tiết hơn dưới đây. Sự khác biệt về các thể tích khí nén qua các đường dẫn chất lỏng của dụng cụ có thể là kết quả của sự khác biệt về các thể tích của các buồng không khí và/hoặc sự khác biệt về các thể tích của các ống dẫn khí nén của các đường dẫn chất lỏng.

Theo các phương án trong đó các thể tích của các ống dẫn vào và các ống dẫn khí nén của đường dẫn chất lỏng là không đáng kể so với các thể tích của các buồng thử nghiệm và các buồng không khí, để cho phép việc nạp đồng thời của buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng, tỷ lệ của thể tích của buồng thử nghiệm và buồng không khí của đường dẫn chất lỏng có thể gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng.

Các phương pháp

Các Fig. 2A-2F mô tả dụng cụ của Fig. 1 ở nhiều thời điểm liên tiếp trong khi nạp đồng thời của các buồng mẫu bằng mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng chung, theo một phương án. Theo một số phương án, dụng cụ được định hướng trong khi nạp của các buồng mẫu sao cho mẫu lỏng đi chuyển vào trong các buồng mẫu chống lại lực hấp dẫn. Như được mô tả trên đây dựa vào Fig. 1, thể tích chất lỏng của mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ có thể thay đổi. Do đó, để cho phép việc nạp đồng thời của buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ, tỷ lệ của thể tích chất lỏng và thể tích khí nén là gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ.

Như được thể hiện trên chú thích ở góc dưới bên tay trái của các Fig. 2A-2F, không khí được biểu thị trong đường dẫn chất lỏng bằng khoảng không màu trắng. Ngược lại, mẫu lỏng được biểu thị trong nguồn chất lỏng chung và đường dẫn chất lỏng bằng khoảng không màu đen.

Fig. 2A mô tả dụng cụ 200 tại thời điểm A. Tại thời điểm A, các đường dẫn chất lỏng được nạp bằng không khí 250. Không khí được chứa trong các đường dẫn chất lỏng tại thời điểm A có áp lực không khí ban đầu mà góp phần, ít nhất một phần, vào áp lực bên trong của các đường dẫn chất lỏng. Tại thời điểm A, nguồn chất lỏng chung 201 cung cấp mẫu lỏng 260 đến các đường dẫn chất lỏng ở áp lực cung cấp mà lớn hơn áp lực bên trong trong các đường dẫn chất lỏng. Bởi vì áp lực cung cấp của mẫu lỏng lớn hơn áp lực bên trong trong các đường dẫn chất lỏng, mẫu lỏng tiến về phía trước từ nguồn chất lỏng chung về phía ống dẫn vào 222 của mỗi đường dẫn chất lỏng. Khi mẫu lỏng tiến về phía trước trong dụng cụ, không khí được chứa trong các đường dẫn chất lỏng được dịch chuyển bởi mẫu lỏng về phía các buồng không khí của dụng cụ. Sự dịch chuyển này của

không khí vào trong thể tích nhỏ hơn khiến áp lực của không khí, và do đó, áp lực bên trong, tăng lên. Khi áp lực bên trong tăng, không khí gây ra lượng áp lực tăng dần lên mẫu lỏng tiến về phía trước, nhờ đó làm chậm tốc độ dòng của mẫu lỏng.

Fig. 2B mô tả dụng cụ 200 tại thời điểm B tiếp sau thời điểm A. Tại thời điểm B, nguồn chất lỏng chung 201 tiếp tục cung cấp mẫu lỏng 260 đến đường dẫn chất lỏng ở áp lực cung cấp.

Theo một số phương án, trong toàn bộ việc nạp của buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng, áp lực cung cấp của mẫu lỏng được tác động ở áp lực không đổi. Nói cách khác, áp lực cung cấp tại một thời điểm là tương đương với áp lực cung cấp tại tất cả các thời điểm khác.

Theo các phương án thay thế, áp lực cung cấp được tác động theo kiểu dốc, sao cho áp lực cung cấp tăng theo thời gian từ áp lực thấp hơn đến áp lực cao hơn. Nói cách khác, áp lực cung cấp tại thời điểm thứ nhất lớn hơn áp lực cung cấp tại thời điểm thứ hai tiếp sau thời điểm thứ nhất. Theo các phương án như vậy trong đó áp lực cung cấp được tác động theo kiểu dốc, áp lực cung cấp có thể tăng tuyến tính theo thời gian từ áp lực thấp hơn đến áp lực cao hơn. Theo các phương án thay thế, độ dốc của áp lực cung cấp có thể theo quỹ đạo parabol. Theo các phương án thay thế, độ dốc của áp lực cung cấp có thể theo quỹ đạo thay thế bất kỳ. Theo các phương án trong đó áp lực cung cấp được tác động theo kiểu dốc, độ dốc này của áp lực cung cấp có thể làm bật các bọt không khí mà có thể được tạo ra trong buồng mẫu trong khi nạp, bởi vì áp lực cung cấp tăng dần nén và tách các bọt khí khỏi vị trí của chúng trong buồng mẫu, cho phép các bọt khí được giải phóng vào trong ngăn khí nén. Theo các phương án cụ thể trong đó mẫu lỏng di chuyển vào trong các buồng mẫu chống lại lực hấp dẫn, sự định hướng này của dụng cụ trợ giúp các bọt khí đã được tách trong việc di chuyển lên trên cùng của buồng mẫu và vào trong ngăn khí nén.

Quay trở lại Fig. 2B, tại thời điểm B, áp lực cung cấp vẫn lớn hơn áp lực bên trong trong các đường dẫn chất lỏng. Bởi vì áp lực cung cấp của mẫu lỏng vẫn lớn hơn áp lực bên trong trong các đường dẫn chất lỏng, mẫu lỏng tiếp tục tiến vào trong mỗi đường dẫn chất lỏng về phía buồng không khí 231 của đường dẫn chất lỏng. Cụ thể, như được thể hiện trên Fig. 2B, mẫu lỏng tiến vào trong ít nhất ống dẫn vào 222 của mỗi đường dẫn chất lỏng. Ngoài ra, mẫu lỏng tiến vào trong các buồng thử nghiệm 221 của phần của các đường dẫn chất lỏng. Do đó, không khí được giữ trong các đường dẫn chất lỏng. Khi thể tích của mẫu lỏng được cung cấp vào các đường dẫn chất lỏng thông qua nguồn chất lỏng chung tăng, và do đó, khi mẫu lỏng tiến về phía trước trong các đường dẫn chất lỏng về phía các buồng không khí, không khí được chứa trong mỗi đường dẫn chất lỏng được

dịch chuyển vào trong thể tích nhỏ hơn trong đường dẫn chất lỏng. Do đó, áp lực bên trong của đường dẫn chất lỏng tăng. Kết quả của sự tăng áp lực bên trong này của mỗi đường dẫn chất lỏng, không khí gây ra lượng áp lực tăng dần trên mẫu lỏng tiến về phía trước trong đường dẫn chất lỏng, nhờ đó làm giảm tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng.

Tuy nhiên, áp lực bên trong trong mỗi đường dẫn chất lỏng không tăng đồng đều qua tất cả các đường dẫn chất lỏng của dụng cụ. Thay vào đó, áp lực bên trong của đường dẫn chất lỏng phụ thuộc vào thể tích mà không khí được dịch chuyển vào đó. Cụ thể là, khi chất lỏng di chuyển thông qua mỗi trong số các kênh, không khí phía trước của chất lỏng bị nén lại. Khí bị nén tạo ra áp lực ngược mà kháng lại dòng chất lỏng tiến về phía trước. Áp lực ngược này tỷ lệ nghịch với tỷ lệ của thể tích được chứa trên thể tích ban đầu theo định luật khí lý tưởng. Ví dụ, chất lỏng trong kênh mà được nối với thể tích khí nén lớn sẽ trải qua áp lực ngược cao hơn so với chất lỏng thông qua kênh có cùng chiều dài mà được nối với thể tích khí nén nhỏ hơn.

Về phần mình, vận tốc của chất lỏng tỷ lệ thuận với sự chênh lệch giữa áp lực được tác động vào kênh, và áp lực ngược mà sinh ra do khí nén trong thể tích khí nén và kênh phía trước. Như vậy, chất lỏng trong kênh với thể tích khí nén lớn hơn sẽ di chuyển nhanh hơn so với chất lỏng trong kênh có cùng kích thước với thể tích khí nén nhỏ hơn.

Ngoài ra, khi thể tích khí phía trước được nén nữa, áp lực ngược tăng theo tỷ lệ. Vì vận tốc của chất lỏng tỷ lệ thuận với sự chênh lệch áp lực, vận tốc của chất lỏng giảm một cách từ từ khi các kênh nạp. Dòng chất lỏng ngừng khi áp lực được tác động vào chất lỏng bằng áp lực ngược từ các thể tích khí nén được nén.

Như được mô tả trên đây dựa vào Fig. 1, để cho phép việc nạp đồng thời của buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng, theo một số phương án về dụng cụ, mỗi đường dẫn chất lỏng được cấu hình sao cho thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng. Ví dụ, đường dẫn chất lỏng với thể tích chất lỏng tương đối lớn cũng có thể tích khí nén tương đối lớn. Do đó, theo các phương án như vậy, bởi vì tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng tỷ lệ thuận với thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng, tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng cũng tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng. Nói cách khác, đường dẫn chất lỏng với thể tích chất lỏng lớn hơn trải qua tốc độ dòng của mẫu lỏng lớn hơn tương đối so với các đường dẫn chất lỏng với thể tích chất lỏng nhỏ hơn. Hiện tượng này có thể được thấy trên Fig. 2B. Cụ thể là, như được thấy trên Fig. 2B, tại thời điểm B, các đường dẫn chất lỏng với các thể tích chất lỏng lớn hơn chứa thể tích mẫu lỏng lớn hơn so với các đường dẫn chất lỏng với các thể tích chất lỏng nhỏ hơn bởi vì các đường

dẫn chất lỏng với các thể tích chất lỏng lớn hơn trải qua tốc độ dòng của mẫu lỏng lớn hơn tương đối so với các đường dẫn chất lỏng với các thể tích chất lỏng nhỏ hơn.

Như được bàn luận tiếp dựa vào Fig. 1, để đạt được việc nạp đồng thời của buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ, theo một số phương án, sự tỷ lệ giữa thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng và thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng là giống nhau đối với tất cả các đường dẫn chất lỏng của dụng cụ. Cụ thể là, tỷ lệ của thể tích chất lỏng và thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ. Dựa trên sự tương đương đáng kể này giữa các đường dẫn chất lỏng, buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng nạp ở tốc độ gần như tỷ lệ, nhờ đó cho phép việc nạp đồng thời của các buồng mẫu. Như được đề cập đến trong bản mô tả này, “gần như tỷ lệ” có nghĩa là các tốc độ tại đó các buồng mẫu nạp khác nhau không quá $\pm 10\%$. Hiện tượng này cũng có thể được thấy trên Fig. 2C. Cụ thể là, như có thể thấy trên Fig. 2C, tại thời điểm C, tỷ lệ giống nhau của buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng được nạp bằng mẫu lỏng. Việc nạp đồng thời này của các buồng mẫu xảy ra không chỉ tại thời điểm C, mà trong toàn bộ quá trình nạp của các buồng mẫu như được bàn luận chi tiết hơn dưới đây dựa vào các Fig. 2C và 2D.

Fig. 2C mô tả dụng cụ 200 tại thời điểm C tiếp sau thời điểm B. Tại thời điểm C, nguồn chất lỏng chung 201 tiếp tục cung cấp mẫu lỏng 260 đến các đường dẫn chất lỏng ở áp lực cung cấp mà lớn hơn áp lực bên trong trong các đường dẫn chất lỏng. Bởi vì áp lực cung cấp của mẫu lỏng vẫn lớn hơn áp lực bên trong trong các đường dẫn chất lỏng, mẫu lỏng tiếp tục tiến vào trong mỗi đường dẫn chất lỏng về phía buồng không khí 231 của đường dẫn chất lỏng. Cụ thể là, như được thể hiện trên Fig. 2C, mẫu lỏng tiến vào trong buồng thử nghiệm 221 của mỗi trong số các đường dẫn chất lỏng của dụng cụ.

Không khí bị giữ trong mỗi đường dẫn chất lỏng được giữ ở áp lực theo thể tích trong đó không khí được chứa. Đặc biệt, không khí được chứa trong thể tích nhỏ hơn có áp lực lớn hơn so với không khí được chứa trong thể tích lớn hơn tương đối.

Ngoài ra, không khí bị giữ trong mỗi đường dẫn chất lỏng ảnh hưởng đến tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng theo áp lực bên trong của đường dẫn chất lỏng mà phụ thuộc, ít nhất một phần, vào áp lực của không khí bị giữ. Đặc biệt, không khí ở áp lực cao hơn làm giảm tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng nhiều hơn không khí ở áp lực thấp hơn tương đối. Do đó, bởi vì áp lực không khí tỷ lệ nghịch với thể tích trong đó không khí được chứa, không khí được chứa trong thể tích nhỏ hơn làm giảm tốc độ dòng của mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng nhiều hơn không khí trong thể tích lớn hơn.

Theo phương án về dụng cụ được thể hiện trên Fig. 2C, mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ được cấu hình sao cho thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng, và tỷ lệ giữa thể tích chất lỏng và thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng là gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ. Kết quả là, buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng nạp ở tốc độ gần như tỷ lệ, nhờ đó cho phép việc nạp đồng thời của các buồng mẫu của dụng cụ.

Fig. 2D mô tả dụng cụ 200 tại thời điểm D tiếp sau thời điểm C. Tại thời điểm D, nguồn chất lỏng chung 201 tiếp tục cung cấp mẫu lỏng 260 đến đường dẫn chất lỏng ở áp lực cung cấp. Tuy nhiên, tại thời điểm D, áp lực bên trong trong mỗi đường dẫn chất lỏng tăng lên sao cho áp lực bên trong trong mỗi đường dẫn chất lỏng bằng áp lực cung cấp. Do sự tương đương này giữa áp lực cung cấp và áp lực bên trong trong mỗi đường dẫn chất lỏng, mẫu lỏng ngừng tiến về phía trước trong các đường dẫn chất lỏng.

Theo phương án được thể hiện trên Fig. 2D, mẫu lỏng ngừng chảy vào trong mỗi đường dẫn chất lỏng khi mẫu lỏng về căn bản nạp buồng thử nghiệm 221 của đường dẫn chất lỏng. Như được bàn luận trên đây, để làm mẫu lỏng ngừng chảy vào trong đường dẫn chất lỏng khi buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng về căn bản được nạp, áp lực bên trong trong thể tích khí nén và áp lực cung cấp của mẫu lỏng phải bằng nhau khi buồng thử nghiệm về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng. Để thực hiện điều này, thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng, áp lực không khí ban đầu trong đường dẫn chất lỏng, và áp lực cung cấp của mẫu lỏng có thể được chọn một cách chủ ý. Theo cách này, mẫu lỏng có thể được giữ ở các buồng thử nghiệm của dụng cụ.

Như được thể hiện thêm nữa trên Fig. 2D, buồng thử nghiệm của mỗi đường dẫn chất lỏng hoàn thành việc nạp tại cùng thời điểm D. Nói cách khác, việc nạp của các buồng mẫu trên Fig. 2D là đồng thời. Như được bàn luận trên đây, việc nạp đồng thời này của các buồng mẫu là kết quả của thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng tỷ lệ thuận với thể tích chất lỏng của đường dẫn chất lỏng, và tỷ lệ giữa thể tích chất lỏng và thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng là gần như tương đương đối với mỗi đường dẫn chất lỏng của dụng cụ.

Fig. 2E mô tả dụng cụ 200 tại thời điểm E tiếp sau thời điểm D. Tại thời điểm E, mẫu lỏng 260 ngừng chảy vào trong các đường dẫn chất lỏng, và buồng mẫu của mỗi đường dẫn chất lỏng về căn bản được nạp. Mức của mẫu lỏng trong mỗi đường dẫn chất lỏng được duy trì bởi sự cân bằng giữa áp lực cung cấp của mẫu lỏng và áp lực bên trong trong ngăn khí nén của đường dẫn chất lỏng.

Để duy trì mức này của mẫu lỏng trong mỗi đường dẫn chất lỏng mà không tiếp tục tác động áp lực cung cấp bởi nguồn chất lỏng chung 201, một phần của ống dẫn vào 222 của mỗi đường dẫn chất lỏng có thể được bịt. Một phương pháp chấp nhận được để bịt các ống dẫn vào là hàn gắn bằng nhiệt bằng bộ phận đã được gia nhiệt 284 sao cho đường dẫn chất lỏng được bịt kín khỏi nguồn chất lỏng chung. Lưu ý rằng áp lực cung cấp của mẫu lỏng được duy trì trong quá trình hàn gắn bằng nhiệt như được thể hiện trên Fig. 2E.

Theo một số phương án, màng thứ nhất được dính vào bề mặt của ít nhất một phần của dụng cụ, sao cho màng thứ nhất tạo ra một thành của ống dẫn vào của mỗi đường dẫn chất lỏng. Theo một cách thức thực hiện, màng thứ nhất có điểm nóng chảy tương tự như đế của dụng cụ.

Theo các phương án nữa, màng thứ hai được dính vào màng thứ nhất. Theo các phương án như vậy, màng thứ hai có điểm nóng chảy cao hơn so với màng thứ nhất và bề mặt của dụng cụ sao cho khi nhiệt được đưa vào dụng cụ thông qua bộ phận đã được gia nhiệt để hàn gắn bằng nhiệt ống dẫn vào của mỗi đường dẫn chất lỏng, màng thứ nhất và bề mặt của dụng cụ nóng chảy trước màng thứ hai. Điểm nóng chảy cao hơn này của màng thứ hai ngăn cản mẫu lỏng đã được tạo áp lực khỏi thoát khỏi các đường dẫn chất lỏng khi màng thứ nhất và bề mặt của dụng cụ được làm nóng chảy. Kết quả của quá trình hàn gắn bằng nhiệt này là màng thứ nhất được làm nóng chảy, mà tạo ra tấm hàn gắn bằng nhiệt 203 như được mô tả trên Fig. 2F.

Quá trình bịt làm cho mỗi đường dẫn chất lỏng là hệ thống kín hoàn toàn từ đó vật chất không thể di chuyển vào trong hoặc ra ngoài, và đối với chúng, không có các biến thay đổi bất kỳ, áp lực bên trong trong mỗi đường dẫn chất lỏng giữ không đổi.

Theo các phương án trong đó buồng thử nghiệm của mỗi đường dẫn chất lỏng được cấu hình để chứa mẫu thử nghiệm, việc bịt các ống dẫn vào là có lợi bởi vì nó cách ly đường dẫn chất lỏng khỏi môi trường sao cho thử nghiệm có thể được thực hiện trong thể tích được chứa đựng và được kiểm soát mà không nhiễm bẩn qua các đường dẫn chất lỏng hoặc vào môi trường. Ngoài ra, áp lực bên trong không đổi được khóa vào trong đường dẫn chất lỏng bằng cách hàn gắn bằng nhiệt làm giảm đến mức tối thiểu sự tạo thành các bọt khí trong các buồng thử nghiệm trong khi vận hành thử nghiệm.

Fig. 2F mô tả dụng cụ 200 tại thời điểm F tiếp sau thời điểm E. Tại thời điểm F, quá trình hàn gắn bằng nhiệt hoàn thành, và tấm hàn gắn bằng nhiệt 203 ở đúng vị trí sao cho mỗi đường dẫn chất lỏng được bịt kín khỏi nguồn chất lỏng chung 201. Kết quả của việc hàn gắn bằng nhiệt, áp lực bên trong trong mỗi đường dẫn chất lỏng giữ không đổi

sao cho mức của mẫu lỏng được duy trì trong mỗi đường dẫn chất lỏng mà không cần sự trợ giúp của áp lực cung cấp từ nguồn chất lỏng chung. Do đó, như được thể hiện trên Fig. 2F, áp lực cung cấp từ nguồn chất lỏng chung được giải phóng. Ở giai đoạn này, dụng cụ được chuẩn bị để sử dụng trong một hoặc nhiều thử nghiệm.

Fig. 2G là mặt cắt ngang của ống dẫn cửa vào có đặc điểm ống dẫn như bộ nhô trong vùng hàn gắn bằng nhiệt.

Fig. 2H là hình phối cảnh và hình chiếu mặt cắt của dụng cụ thể hiện đặc điểm ống dẫn trong vùng hàn gắn bằng nhiệt đối với đường ống dẫn lỏng chung. Fig. 2I là hình chiếu mặt cắt ngang của đường ống dẫn lỏng chung của Fig. 2H thể hiện bộ nhô trong vùng hàn gắn bằng nhiệt.

Fig. 2J là hình nhìn từ trên xuống của dụng cụ biểu thị vùng hàn gắn bằng nhiệt dọc theo mỗi trong số các ống dẫn chất lỏng độc lập. Fig. 2K là mặt cắt ngang của một trong số các ống dẫn chất lỏng độc lập trên Fig. 2J thể hiện đặc điểm ống dẫn hoặc bộ nhô để tạo thuận lợi cho việc hàn gắn bằng nhiệt rãnh này.

Các thiết bị

Fig. 3A là hình minh họa đường dẫn chất lỏng độc lập 310, theo một phương án. Đường dẫn chất lỏng độc lập bao gồm buồng mẫu 320 và ngăn khí nén 330. Buồng mẫu bao gồm ống dẫn vào 322 và buồng thử nghiệm 221. Buồng mẫu bao gồm thể tích chất lỏng. Ngăn khí nén bao gồm ống dẫn khí nén 332 và buồng không khí 331. Ngăn khí nén bao gồm thể tích khí nén.

Thể tích chất lỏng và thể tích khí nén của đường dẫn chất lỏng được cấu hình để chứa không khí 350 và/hoặc mẫu lỏng 360. Như được thể hiện trên FIG. 3A, không khí được biểu thị trong đường dẫn chất lỏng bằng khoảng không màu trắng. Ngược lại, mẫu lỏng được biểu thị trong đường dẫn chất lỏng theo kiểu khắc đường chéo song song.

Theo phương án được thể hiện trên Fig. 3A, thể tích chất lỏng về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng, và thể tích khí nén được nạp bằng không khí. Tuy nhiên, theo các phương án thay thế, thể tích chất lỏng và thể tích khí nén có thể được nạp bằng tỷ lệ bất kỳ của mẫu lỏng và/hoặc không khí. Ví dụ, trước khi đưa mẫu lỏng vào đường dẫn chất lỏng, toàn bộ đường dẫn chất lỏng có thể được nạp bằng không khí. Quá trình nhờ đó đường dẫn chất lỏng được nạp bằng mẫu lỏng được bàn luận chi tiết dưới đây dựa vào các Fig. 2A-2F.

Ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng được cấu hình để vận chuyển mẫu lỏng từ nguồn chất lỏng chung vào trong buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng. Phần của

ống dẫn vào mà nối ống dẫn vào với buồng thử nghiệm được gọi là đầu cuối ống dẫn vào 323.

Buồng thử nghiệm được cấu hình để chứa mẫu thử nghiệm. Theo một số phương án, buồng thử nghiệm có thể bao gồm các đặc điểm để tạo thuận lợi cho thử nghiệm. Ví dụ, như được bàn luận chi tiết hơn dưới đây dựa vào Fig. 3B, buồng thử nghiệm được cấu hình để làm giảm đến mức tối thiểu sự tạo ra bọt khí trong khi truyền mẫu lỏng vào trong buồng thử nghiệm.

Ống dẫn khí nén nối buồng thử nghiệm với buồng không khí của đường dẫn chất lỏng. Phần của ống dẫn khí nén mà nối ống dẫn khí nén với buồng thử nghiệm được gọi là đầu cuối ngăn khí nén 333.

Như được mô tả dưới đây dựa vào Fig. 1, ngăn khí nén được cấu hình để kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng vào trong buồng thử nghiệm của đường dẫn chất lỏng theo áp lực bên trong trong ngăn khí nén.

Đường dẫn chất lỏng độc lập là hệ thống liên tục. Cụ thể là, ống dẫn vào được nối với, và thông chất lỏng với, buồng thử nghiệm. Buồng thử nghiệm được nối với, và thông chất lỏng với, ống dẫn khí nén. Ống dẫn khí nén được nối với, và thông chất lỏng với, buồng không khí.

Kết quả của tính liên tục của đường dẫn chất lỏng độc lập, mẫu lỏng có thể di chuyển trong toàn bộ đường dẫn chất lỏng. Đặc biệt, mẫu lỏng có thể di chuyển thông qua ống dẫn vào, vào trong buồng thử nghiệm, thông qua ống dẫn khí nén, và vào trong buồng không khí của mỗi đường dẫn chất lỏng.

Ngoại trừ khe hở ở một đầu của ống dẫn vào, đường dẫn chất lỏng độc lập là hệ thống kín. Nói cách khác, vật chất được chứa trong đường dẫn chất lỏng không thể di chuyển vào trong hoặc ra ngoài đường dẫn chất lỏng, ngoại trừ thông qua một khe hở của ống dẫn vào. Do đó, bằng cách bịt kín một khe hở của ống dẫn vào, đường dẫn chất lỏng trở thành hệ thống kín hoàn toàn từ đó vật chất không thể di chuyển vào trong hoặc ra ngoài, và đối với chúng, không có các biến thay đổi bất kỳ, áp lực bên trong trong đường dẫn chất lỏng giữ không đổi.

Fig. 3B là hình minh họa buồng thử nghiệm 321, theo một phương án. Buồng thử nghiệm bao gồm thể tích buồng thử nghiệm. Theo một số phương án, thể tích buồng thử nghiệm nằm trong khoảng từ 1 μ l đến 35 μ l.

Như được thể hiện trên chú thích ở góc dưới bên tay trái của Fig. 3B, không khí 350 được biểu thị trong thể tích buồng thử nghiệm bằng khoảng không màu trắng. Ngược

lại, mẫu lỏng 360 được biểu thị trong thể tích buồng thử nghiệm theo kiểu khắc đường chéo song song. Theo phương án về buồng thử nghiệm được mô tả trên Fig. 3B, buồng mẫu về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng. Nói cách khác, ít nhất 90% thể tích của buồng mẫu chứa mẫu lỏng, và nhiều nhất 10% của ngăn khí nén chứa mẫu lỏng.

Như được mô tả trên đây dựa vào Fig. 1, theo một số phương án, buồng thử nghiệm được cấu hình để chứa mẫu thử nghiệm. Theo các phương án như vậy, buồng thử nghiệm có thể bao gồm các đặc điểm để tạo thuận lợi cho thử nghiệm. Ví dụ, theo phương án về buồng thử nghiệm được mô tả trên Fig. 3B, buồng thử nghiệm được cấu hình để làm giảm đến mức tối thiểu sự tạo ra bọt khí trong khi truyền mẫu lỏng vào trong buồng thử nghiệm. Đặc điểm này là có lợi trong khi vận hành thử nghiệm bởi vì bọt khí làm biến đổi thể tích hiệu quả của buồng thử nghiệm và có thể gây nhiễu các kết quả của thử nghiệm.

Theo phương án được thể hiện trên Fig. 3B, để làm giảm đến mức tối thiểu sự tạo ra bọt khí trong khi truyền mẫu lỏng vào trong buồng thử nghiệm, buồng thử nghiệm bao gồm buồng dạng côn kép 340. Vai trò của buồng dạng côn kép trong việc làm giảm đến mức tối thiểu sự tạo ra bọt khí được bàn luận chi tiết hơn dưới đây. Buồng dạng côn kép bao gồm cửa vào dạng côn 341, cửa ra dạng côn 342, đường biên uốn cong thứ nhất 344, và đường biên uốn cong thứ hai 345.

Cửa vào dạng côn là cửa vào của buồng dạng côn kép được cấu hình để nhận mẫu lỏng từ ống dẫn vào. Cụ thể, cửa vào dạng côn được nối với, và thông chất lỏng với, ống dẫn vào thông qua đầu cuối ống dẫn vào 323. Như đã nêu trên, đầu cuối ống dẫn vào là phần của ống dẫn vào mà nối ống dẫn vào với buồng thử nghiệm. Do đó, để nhận mẫu lỏng trong buồng dạng côn kép, mẫu lỏng di chuyển thông qua đầu cuối ống dẫn vào và vào trong buồng dạng côn kép thông qua cửa vào dạng côn.

Cửa ra dạng côn là cửa ra của buồng dạng côn kép mà được nối với, thông chất lỏng với, ngăn khí nén thông qua đầu cuối ngăn khí nén 333. Như đã nêu trên, đầu cuối ngăn khí nén là phần của ống dẫn khí nén của ngăn khí nén mà nối ngăn khí nén với buồng thử nghiệm. Cửa vào dạng côn và cửa ra dạng côn được tách biệt bởi chiều lớn nhất 348 của thể tích buồng thử nghiệm.

Theo các phương án trong đó buồng dạng côn kép về căn bản được nạp bằng mẫu lỏng, như được thể hiện trên Fig. 3B, không khí có thể được chứa trong ngăn khí nén, bao gồm trong đầu cuối ngăn khí nén. Theo các phương án như vậy, cửa ra dạng côn có thể có chức năng nối mẫu lỏng được đặt trong buồng dạng côn kép và không khí được đặt trong ngăn khí nén, sao cho mẫu lỏng có mặt tiếp giáp với không khí. Mặt tiếp giáp

này giữa mẫu lỏng và không khí có thể được sử dụng để kiểm soát tốc độ dòng của mẫu lỏng, như được bàn luận chi tiết trên đây dựa vào các Fig. 1-2D.

Buồng dạng côn kép bao gồm hai đường biên uốn cong, đường biên uốn cong thứ nhất và đường biên uốn cong thứ hai. Mỗi đường biên uốn cong kéo dài từ cửa vào dạng côn đến cửa ra dạng côn sao cho hai đường biên uốn cong chứa đựng thể tích buồng thử nghiệm. Do đó, chỉ các đường dẫn ở trong hoặc ngoài buồng dạng côn kép là thông qua cửa vào dạng côn và cửa ra dạng côn, như được mô tả trên đây.

Mỗi đường biên uốn cong của buồng dạng côn kép bao gồm điểm giữa. Cụ thể, đường biên uốn cong thứ nhất bao gồm điểm giữa đường biên uốn cong thứ nhất 346 và đường biên uốn cong thứ hai bao gồm điểm giữa đường biên uốn cong thứ hai 347. Khoảng cách giữa hai đường biên uốn cong giảm khi các đường biên cong từ điểm giữa về phía cửa vào dạng côn và từ điểm giữa về phía cửa ra dạng côn. Nói cách khác, mỗi đường biên uốn cong lõm xuống đối với điểm trung tâm 343 của thể tích buồng thử nghiệm. Theo một số phương án, sự giảm dần này về khoảng cách giữa hai đường biên uốn cong khi các đường biên đường cong từ các điểm giữa của chúng về phía cửa vào dạng côn và cửa ra dạng côn của buồng thử nghiệm dạng côn kép, xảy ra ở tốc độ giống nhau về phía cả cửa vào dạng côn và cửa ra dạng côn, sao cho đường biên uốn cong là đối xứng quanh điểm giữa của đường biên uốn cong. Theo các phương án nữa, sự giảm dần này về khoảng cách giữa hai đường biên uốn cong khi các đường biên đường cong từ các điểm giữa của chúng về phía cửa vào dạng côn và cửa ra dạng côn của buồng thử nghiệm dạng côn kép, xảy ra ở tốc độ giống nhau về phía cả cửa vào dạng côn và cửa ra dạng côn đối với cả hai đường biên uốn cong thứ nhất và đường biên uốn cong thứ hai, sao cho hai đường biên uốn cong là đối xứng với nhau quanh chiều lớn nhất của thể tích buồng thử nghiệm.

Như đã nêu trên, cấu hình của buồng thử nghiệm như buồng dạng côn kép được thể hiện trên Fig. 3B làm giảm đến mức tối thiểu sự tạo ra bọt khí trong khi truyền mẫu lỏng vào trong buồng thử nghiệm. Cụ thể, khi mẫu lỏng chảy vào trong buồng dạng côn kép, mặt tiếp giáp giữa mẫu lỏng và không khí trong buồng dạng côn kép bao gồm mặt khum 361. Mặt khum của mẫu lỏng bao gồm mặt trước dẫn đầu 362. Mặt trước dẫn đầu của mặt khum là phần của mặt khum mà dẫn sự tiến về phía trước của mẫu lỏng trong buồng thử nghiệm. Theo các phương án trong đó mẫu lỏng về căn bản nạp buồng thử nghiệm, như phương án được mô tả trên Fig. 3B, mặt trước dẫn đầu của mặt khum là phần của mặt khum mà gần nhất với cửa ra dạng côn.

Để làm giảm đến mức tối thiểu sự tạo ra bọt khí trong khi truyền mẫu lỏng vào trong buồng thử nghiệm, khi mẫu lỏng chảy vào trong buồng dạng côn kép, hai đường

biên uốn cong của buồng dạng côn kép làm chậm tốc độ tiến về phía trước của mẫu lỏng ở mặt trước dẫn đầu của mặt khum của mẫu lỏng, sao cho khi mẫu lỏng đi đến cửa ra dạng côn, mặt khum của mẫu lỏng gần như đối xứng so với chiều lớn nhất của buồng thử nghiệm. Như được sử dụng trong bản mô tả này, “gần như đối xứng” có nghĩa là ở điểm mà mặt trước dẫn đầu của mặt khum của mẫu lỏng đi đến cửa ra dạng côn, mặt trước kéo theo của mặt khum đã tiến tới ít nhất một nửa của khoảng cách từ điểm giữa của đường biên uốn cong đến cửa ra dạng côn. Đảm bảo rằng mặt khum của mẫu lỏng gần như đối xứng so với chiều lớn nhất của thể tích buồng thử nghiệm lúc mẫu lỏng đi đến cửa ra dạng côn, làm giảm đến mức tối thiểu việc giữ bọt khí trong buồng thử nghiệm trong khi nạp.

Fig. 4 là minh họa một phần của dụng cụ 400, theo một phương án. Tương tự như các phương án về các dụng cụ được nêu trên dựa vào các Fig. 1-3A, dụng cụ được mô tả trên Fig. 4 bao gồm nhiều đường dẫn chất lỏng. Ngoài ra, mỗi đường dẫn chất lỏng là đường dẫn chất lỏng độc lập, liên tục mà bao gồm ống dẫn vào 422, buồng thử nghiệm 421, ống dẫn khí nén 432, và buồng không khí 431. Nguồn chất lỏng chung và mỗi phần gắn của đường dẫn chất lỏng vào đó đã được cắt khỏi hình minh họa trên Fig. 4.

Như đã nêu trên dựa vào các Fig. 1 và 3A, ngoại trừ việc nối giữa nguồn chất lỏng chung và ống dẫn vào của đường dẫn chất lỏng, mỗi đường dẫn chất lỏng là hệ thống kín. Theo một số phương án, để tạo cấu hình đường dẫn chất lỏng để là hệ thống kín, đường dẫn chất lỏng bao gồm một hoặc nhiều bề mặt giới hạn. Ví dụ, như được bàn luận trên đây dựa vào các Fig. 2E và 2F, bề mặt giới hạn của mỗi ống dẫn vào của dụng cụ có thể màng thứ nhất và/hoặc màng thứ hai.

Theo phương án về dụng cụ được thể hiện trên Fig. 4, buồng thử nghiệm của mỗi đường dẫn chất lỏng bao gồm hai bề mặt giới hạn, sao cho buồng thử nghiệm là hệ thống kín ngoại trừ chỗ nối của buồng thử nghiệm với ống dẫn vào và chỗ nối của buồng thử nghiệm với ống dẫn khí nén. Cụ thể, như được thể hiện trên Fig. 4, buồng thử nghiệm của mỗi đường dẫn chất lỏng bao gồm bề mặt giới hạn thứ nhất được tạo ra trong đế nguyên khối 402, và bề mặt giới hạn thứ hai được tạo ra bởi nắp nút đẩy 472. Nắp nút đẩy là một phần của nút đẩy (được đánh dấu trên các Fig. 6A-7) mà nhô vào trong đế nguyên khối ở một độ sâu. Nút đẩy được đặt trong khe hở của đế nguyên khối. Cùng nhau, đế nguyên khối và nắp nút đẩy tạo thành bề mặt giới hạn liên tục của buồng thử nghiệm.

Theo một số cách thức thực hiện, mỗi buồng thử nghiệm còn bao gồm bề mặt giới hạn thứ ba mà được tạo ra bởi màng. Trong các cách thức thực hiện như vậy, cùng nhau, đế nguyên khối, nút đẩy, và màng chứa đựng thể tích buồng thử nghiệm.

Theo các phương án nhất định, như được thể hiện trên các Fig. 4-7, nắp nút đẩy bao gồm gờ nổi 473. Gờ nổi bao gồm vành nhô của nắp nút đẩy mà có thể được hàn và/hoặc được dính vào bề mặt của buồng thử nghiệm, nhờ đó làm ổn định vị trí của nút đẩy trong khe hở của đế nguyên khối của buồng thử nghiệm sao cho nút đẩy không bị bật ra khỏi khe hở trong khi tạo áp lực của các thành phần trong buồng thử nghiệm. Các cấu hình của đế nguyên khối và nắp nút đẩy được bàn luận chi tiết hơn dưới đây dựa vào các Fig. 5-6B.

Fig. 5 là hình minh họa ba chiều của buồng thử nghiệm 521, theo một phương án. Như được bàn luận chi tiết trên đây, buồng thử nghiệm được nối với, và thông chất lỏng với, cả ống dẫn vào 522, và ống dẫn khí nén 532. Ngoài ra, buồng thử nghiệm được giới hạn bởi đế nguyên khối 502 và nắp nút đẩy 572.

Theo cách thức thực hiện ưu tiên, đế nguyên khối của buồng thử nghiệm là thành phần kết cấu đơn. Theo một số phương án, đế nguyên khối được đúc áp lực. Theo một số phương án, như phương án được mô tả trên Fig. 5, đế nguyên khối có thể tạo thành một phần hoặc tất cả của buồng dạng côn kép, như được bàn luận trên đây dựa vào Fig. 3B. Cụ thể, đế nguyên khối có thể tạo thành hai đường biên uốn cong của buồng dạng côn kép, như được bàn luận trên đây dựa vào Fig. 3B.

Như đã nêu trên dựa vào Fig. 4, nắp nút đẩy là thành phần của nút đẩy (được đánh dấu trên các Fig. 6A-7). Như cũng được lưu ý trên đây, theo một số phương án, nắp nút đẩy bao gồm gờ nổi 573 mà có thể được hàn và/hoặc được dính vào bề mặt của buồng thử nghiệm để làm ổn định vị trí của nút đẩy trong khe hở của đế nguyên khối của buồng thử nghiệm. Nút đẩy nhô vào trong đế nguyên khối ở độ sâu sao cho thành phần của nút đẩy mà có thể nhìn thấy được ở bên ngoài của buồng thử nghiệm là nắp nút đẩy. Theo các phương án trong đó nắp nút đẩy bao gồm gờ nổi, gờ nổi này cũng có thể nhìn thấy được trên mặt ngoài của buồng thử nghiệm như được thể hiện trên các Fig. 4 và 5. Theo một số phương án, như các phương án trong đó buồng thử nghiệm được sử dụng để chứa mẫu thử nghiệm, nút đẩy là trong suốt sao cho mẫu thử nghiệm trong buồng thử nghiệm có thể phát hiện được về mặt quang học từ bên ngoài của buồng thử nghiệm.

Fig. 6A là hình minh họa ba chiều của nút đẩy 670, theo một phương án. Nút đẩy bao gồm nắp nút đẩy 672 và thân nút đẩy. Theo một số phương án, như phương án được thể hiện trên Fig. 6A, nắp nút đẩy cũng bao gồm gờ nổi 673. Theo các phương án nữa, như phương án được thể hiện trên Fig. 6A, nắp nút đẩy cũng bao gồm khoang bên trong 674, được bàn luận chi tiết hơn dưới đây.

Theo một số phương án, như các phương án được thể hiện trên các Fig. 4 và 5, nút đáy bao gồm bề mặt giới hạn của buồng thử nghiệm. Đặc biệt, nút đáy có thể được đặt trong khe hở của đế nguyên khối của buồng thử nghiệm sao cho nắp nút đáy tạo thành bề mặt giới hạn của buồng thử nghiệm và thân nút đáy nhô vào trong đế nguyên khối, và cũng vào trong buồng thử nghiệm, ở một độ sâu. Theo một số phương án, thể tích của buồng thử nghiệm phụ thuộc ít nhất một phần vào độ sâu tại đó thân nút đáy nhô vào trong đế nguyên khối để tạo thành bề mặt giới hạn của buồng thử nghiệm. Đặc biệt, độ sâu mà thân nút đáy nhô vào trong buồng thử nghiệm càng lớn, thể tích của buồng thử nghiệm càng nhỏ.

Như đã nêu trên, theo một số phương án, nắp nút đáy bao gồm gờ nổi được thể hiện trên Fig. 6A. Gờ nổi có thể được hàn và/hoặc được dính vào bề mặt của buồng thử nghiệm để làm ổn định vị trí của nút đáy trong khe hở của đế nguyên khối của buồng thử nghiệm.

Như cũng được lưu ý trên đây, theo các cách thức thực hiện nhất định, nắp nút đáy có thể bao gồm khoang bên trong, như được thể hiện trên Fig. 6A. Bề mặt của nắp, bao gồm khoang bên trong tùy ý, là thông chất lỏng với buồng thử nghiệm. Theo các phương án nhất định, đặc biệt là theo các phương án mà buồng thử nghiệm được sử dụng để chứa mẫu thử nghiệm, khoang bên trong của thân nút đáy có thể chứa một hoặc nhiều chất phản ứng đã được làm khô (được đánh dấu trên Fig. 7). Theo các phương án như vậy, buồng thử nghiệm có thể được sử dụng để hydrat hóa lại và/hoặc làm hòa tan một hoặc nhiều chất phản ứng đã được làm khô, như được bàn luận chi tiết hơn dưới đây dựa vào Fig. 7.

Fig. 6B là hình minh họa mặt cắt ngang của nút đáy 670, theo một phương án.

Fig. 6C là hình phóng to của hình chiếu mặt cắt ngang trên Fig. 6B. Fig. 6C là hình chiếu mặt cắt ngang của nút đáy 670. Nút đáy 670 có bề mặt đáy 676 và khoang 674 chứa các chất phản ứng đã được làm khô 75. Vành 680 được tạo thành trên bề mặt đáy 676 xung quanh chu vi của khoang 674. Khoang 674 bắt đầu với góc ban đầu 686 mà được đo từ bề mặt đáy của nút đáy về phía bề mặt khoang. Góc ban đầu có thể thay đổi tùy thuộc vào mong muốn về các chất phản ứng đã được làm khô cần được giữ trong khoang 674. Hình dạng hình học của khoang và góc ban đầu 686 cũng có thể được chọn để làm giảm đến mức tối thiểu ảnh hưởng đến chất lượng truyền của nút đáy 670. Hình dạng của khoang bao gồm góc ban đầu có thể được chọn để tối ưu hóa khả năng của nút đáy để có thể truyền bước sóng kích thích và bước sóng phát xạ trong phổ được sử dụng với dụng cụ. Theo một khía cạnh làm ví dụ, các bước sóng kích thích và phát xạ thuộc ít nhất một trong số phổ màu đỏ, phổ màu xanh lam và phổ màu xanh lục.

Theo các phương án khác nhau, góc ban đầu 686 được chọn để thu được khoảng 674 có các độ sâu khác nhau. Theo một phương án, có khoảng có độ sâu mà nhỏ hơn 90% độ dày nút đẩy 685. Theo một phương án khác, có khoảng có độ sâu mà nhỏ hơn 70% độ dày nút đẩy 685. Theo một phương án khác nữa, có khoảng có độ sâu mà nhỏ hơn 50% độ dày nút đẩy 685. Theo các phương án khác nữa, góc ban đầu 686 là 60 độ hoặc nhỏ hơn. Theo một phương án khác, góc ban đầu 686 là 30 độ hoặc nhỏ hơn. Theo một phương án khác nữa, góc ban đầu 686 là 20 độ hoặc nhỏ hơn. Theo một phương án khác nữa, góc ban đầu 686 là 10 độ hoặc nhỏ hơn.

Fig. 7A là hình minh họa ba chiều, mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm 721, theo một phương án. Fig. 7B là hình phóng to của bên trong của buồng thử nghiệm và bi trộn của Fig. 7A. Fig. 7C và 7D là hình phối cảnh và hình chiếu mặt cắt ngang của nút đẩy, bi trộn và màng được sử dụng khi lắp ráp phương án của buồng thử nghiệm của Fig. 7A.

Như được mô tả trên đây, buồng thử nghiệm được nối với, và thông chất lỏng với, cả ống dẫn vào 722 và ống dẫn khí nén 732. Cũng như được mô tả trên đây, buồng thử nghiệm được giới hạn bởi đế nguyên khối 702 và nút đẩy 770. Cụ thể là, nút đẩy được cố định trong khe hở trong đế nguyên khối sao cho thân nút đẩy 771 nhô vào trong đế nguyên khối ở một độ sâu, và nắp nút đẩy 772 tạo thành bề mặt giới hạn của buồng thử nghiệm. Thê tích của buồng thử nghiệm phụ thuộc, một phần, vào độ sâu tại đó thân nút đẩy nhô vào trong đế nguyên khối. Theo các phương án nữa, buồng thử nghiệm cũng có thể được giới hạn bởi màng.

Như được bàn luận trên đây, buồng thử nghiệm có thể bao gồm các đặc điểm để tạo thuận lợi cho thử nghiệm. Chẳng hạn, theo một số phương án, nút đẩy là trong suốt sao cho bên trong của buồng thử nghiệm có thể phát hiện được về mặt quang học từ bên ngoài của buồng thử nghiệm. Như được lưu ý trên đây, theo một số phương án, nắp nút đẩy bao gồm gờ nổi 773. Gờ nổi có thể được hàn và/hoặc được dính vào bề mặt của buồng thử nghiệm để làm ổn định vị trí của nút đẩy trong khe hở của đế nguyên khối của buồng thử nghiệm. Như cũng được lưu ý trên đây, theo các cách thức thực hiện nhất định, nắp nút đẩy bao gồm khoang bên trong 774. Theo một số phương án, khoang bên trong của nắp nút đẩy có thể chứa các chất phản ứng đã được làm khô 775 để sử dụng trong thử nghiệm. Các chất phản ứng đã được làm khô có thể được hydrat hóa lại và/hoặc được làm hòa tan bằng mẫu lỏng mà đi vào buồng thử nghiệm thông qua ống dẫn vào như được bàn luận trên đây.

Để làm giảm lượng thời gian cần thiết để hydrat hóa lại và/hoặc làm hòa tan các chất phản ứng đã được làm khô, bên trong của buồng thử nghiệm có thể chứa bộ phận trộn từ tính 781 mà có khả năng quay tròn. Sự quay tròn của bộ phận trộn từ tính có thể

trợ giúp trong việc trộn các thành phần được chứa trong buồng thử nghiệm, và do đó, có thể trợ giúp trong việc hydrat hóa lại và/hoặc làm hòa tan các chất phản ứng đã được làm khô. Theo một số phương án, bộ phận trộn từ tính có thể có dạng hình cầu. Theo các phương án thay thế, bộ phận trộn từ tính có thể bao gồm dạng thay thế bất kỳ.

Để làm cho bộ phận trộn từ tính quay tròn trong buồng thử nghiệm, nam châm bên ngoài 782 mà có khả năng quay có thể được đặt bên ngoài buồng thử nghiệm. Để làm cho nam châm bên ngoài quay sao cho nam châm bên ngoài gây ra sự quay tròn của bộ phận trộn từ tính, theo một số phương án, nam châm bên ngoài có thể được ghép cơ học với mô tơ 783 có khả năng điều khiển sự quay của nam châm bên ngoài. Bằng cách làm quay nam châm bên ngoài, sự quay tròn của bộ phận trộn từ tính trong buồng thử nghiệm được gây ra.

Theo các phương án trong đó nam châm bên ngoài được đặt trên trung tâm của buồng thử nghiệm, nam châm bên ngoài có thể gây ra sự quay cân bằng của bộ phận trộn từ tính trong buồng thử nghiệm. Sự quay cân bằng là không hiệu quả trong việc trộn các thành phần. Do đó, để tránh sự quay cân bằng của bộ phận trộn từ tính sao cho các thành phần được chứa trong buồng thử nghiệm được trộn một cách hiệu quả hơn, theo một số phương án, như các phương án được thể hiện trên các Fig. 7A-7D, nam châm bên ngoài được đặt lệch tâm của buồng thử nghiệm. Bằng cách đặt nam châm bên ngoài và lệch tâm của buồng thử nghiệm, bộ phận trộn từ tính không làm quay theo kiểu cân bằng một cách hoàn toàn trong trung tâm của buồng thử nghiệm, mà thay vào đó di chuyển xung quanh buồng thử nghiệm trong chuyển động quay tròn. Điều này trộn một cách hiệu quả hơn các thành phần được chứa trong buồng thử nghiệm.

Các Fig. 7A-7D cung cấp nhiều hình chiếu của buồng thử nghiệm 721, theo một phương án. Như được minh họa trên Fig. 7B, buồng thử nghiệm được nối với, và thông chất lỏng với, cả ống dẫn vào 722 và ống dẫn khí nén 732. Theo cách thức thực hiện này, buồng thử nghiệm được giới hạn bởi nút đẩy 770, màng 712 và đế nguyên khối 702, trong đó đường biên uốn cong thứ nhất 744 và đường biên uốn cong thứ hai 745 được tạo thành. Nút đẩy được cố định trong khe hở trong đế nguyên khối sao cho thân nút đẩy 771 nhô vào trong đế nguyên khối ở một độ sâu. Bề mặt đáy của nút đẩy 776 có khoang 774 tạo thành một bề mặt giới hạn của buồng thử nghiệm. Đế nguyên khối xác định bề mặt giới hạn thứ hai và màng xác định bề mặt giới hạn cuối của buồng thử nghiệm. Thể tích của buồng thử nghiệm phụ thuộc, một phần, vào độ sâu tại đó thân nút đẩy nhô vào trong đế nguyên khối.

Như được bàn luận trên đây, buồng thử nghiệm có thể bao gồm các đặc điểm để tạo thuận lợi cho thử nghiệm. Để làm giảm lượng thời gian cần thiết để hydrat hóa lại

và/hoặc làm hòa tan các chất phản ứng đã được làm khô, bên trong của buồng thử nghiệm có thể chứa bộ phận trộn từ tính **781** mà có khả năng quay tròn. Sự quay tròn của bộ phận trộn từ tính có thể trợ giúp trong việc trộn các thành phần được chứa trong buồng thử nghiệm, và do đó, có thể trợ giúp trong việc hydrat hóa lại và/hoặc làm hòa tan các chất phản ứng đã được làm khô. Theo một số phương án, bộ phận trộn từ tính có thể có dạng hình cầu. Theo các phương án thay thế, bộ phận trộn từ tính có thể bao gồm dạng thay thế bất kỳ.

Fig. 7A là hình minh họa mặt cắt ngang, ba chiều của hệ thống trộn theo sáng chế. Để làm cho bộ phận trộn từ tính **781** quay tròn trong buồng thử nghiệm, nam châm bên ngoài **782** mà có khả năng quay có thể được đặt bên ngoài buồng thử nghiệm. Để làm cho nam châm bên ngoài quay sao cho nam châm bên ngoài gây ra sự quay tròn của bộ phận trộn từ tính, theo một số phương án, nam châm bên ngoài có thể được ghép cơ học với mô tơ **783** có khả năng điều khiển sự quay của nam châm bên ngoài. Bằng cách làm quay nam châm bên ngoài, sự quay tròn của bộ phận trộn từ tính trong buồng thử nghiệm được gây ra.

Theo các phương án trong đó nam châm bên ngoài được đặt trên trung tâm của buồng thử nghiệm, nam châm bên ngoài có thể gây ra sự quay cân bằng của bộ phận trộn từ tính trong buồng thử nghiệm. Sự quay cân bằng là không hiệu quả trong việc trộn các thành phần. Do đó, để tránh sự quay cân bằng của bộ phận trộn từ tính sao cho các thành phần được chứa trong buồng thử nghiệm được trộn một cách hiệu quả hơn, theo một số phương án, như các phương án được thể hiện trên Fig. 7A, nam châm bên ngoài được đặt lệch tâm của buồng thử nghiệm. Bằng cách đặt nam châm bên ngoài lệch tâm của buồng thử nghiệm, bộ phận trộn từ tính không làm quay theo kiểu cân bằng một cách hoàn toàn trong trung tâm của buồng thử nghiệm, mà thay vào đó di chuyển xung quanh buồng thử nghiệm trong chuyển động quay tròn. Điều này trộn một cách hiệu quả hơn các thành phần được chứa trong buồng thử nghiệm. Theo một phương án thay thế, nam châm bên ngoài có thể di chuyển theo đường không phải hình tròn bất kỳ, ví dụ, từ bên này sang bên kia, để gây ra sự di chuyển của bộ phận trộn trong buồng trộn. Theo một cách thức thực hiện khác nữa, sự di chuyển của bộ phận trộn có thể được gây ra bởi lực không phải từ tính, ví dụ, bởi sự dao động hoặc di chuyển khác của cơ cấu chứa buồng trộn.

Fig. 7C đưa ra hình minh họa ba chiều nhìn từ một bên tách rời các phần của buồng trộn. Fig. 7D minh họa cùng cấu hình tách rời các phần theo hướng mặt cắt ngang, trong đó mặt cắt ngang được thực hiện vuông góc với chiều của dòng chất lỏng, tức là từ cửa vào đến cửa ra. Các phần của buồng trộn có thể được lắp ráp theo thứ tự bất kỳ mà người có hiểu biết trung bình có thể thấy hữu ích và thuận tiện đối với cách thức thực hiện cụ

thể. Theo một phương pháp về việc lắp ráp, phương pháp này bao gồm bước thứ nhất là cung cấp đế nguyên khối có ống dẫn cửa vào 722, ống dẫn cửa ra, đường biên uốn cong thứ nhất, đường biên uốn cong thứ hai và khe hở đối với nút đẩy 798 được tạo thành trong đó. Ở bước thứ hai, màng 712 được gắn vào bề mặt của đế nguyên khối mà là đối diện của khe hở đối với nút đẩy. Màng có thể được gắn vào đế nguyên khối bằng cách sử dụng phương pháp bất kỳ đã biết trong lĩnh vực này, ví dụ, bằng chất kết dính hoặc hàn, như hàn gắn bằng nhiệt hoặc hàn laze. Ở bước thứ ba, bi được đặt trong buồng trộn được giới hạn bởi đế nguyên khối 702 và màng 712. Ở bước thứ tư, nút đẩy 770 được chèn vào trong khe hở trong đế nguyên khối để tạo thành bề mặt giới hạn cuối của buồng trộn. Nút đẩy có thể bao gồm một hoặc nhiều chất phản ứng đã được làm khô được đặt trong khoang 774 của nút đẩy hoặc nếu không trên bề mặt đáy của nút đẩy. Tùy ý, phương pháp này có thể còn bao gồm bước hàn nút đẩy vào đế nguyên khối. Việc hàn như vậy bịt mặt tiếp giáp giữa đế nguyên khối và nút đẩy để loại bỏ khả năng rò rỉ nếu hoặc khi buồng trộn được tạo áp lực.

Một phương pháp lắp ráp thay thế bao gồm việc cung cấp đế nguyên khối như được mô tả trong bản mô tả này, chèn nút đẩy vào trong khe hở trong đế nguyên khối 798, đặt bộ phận trộn trong buồng trộn được tạo thành bởi đế và nút đẩy, và gắn màng vào đế. Tùy ý, nút đẩy có thể được hàn vào đế nguyên khối ở điểm bất kỳ sau khi chèn.

Một phương pháp lắp ráp khác nữa bao gồm việc cung cấp nút đẩy 770, tùy ý có chất phản ứng đã được làm khô trên đó, đặt bộ phận trộn trong khoang 774 của nút đẩy, chèn nút đẩy vào trong khe hở của đế nguyên khối có đặc điểm như được mô tả trong bản mô tả này, và sau đó, gắn màng vào đế trên mặt đối diện với mặt trong đó nút đẩy được chèn vào.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Một vài thử nghiệm riêng rẽ được thực hiện để xác định các khoảng hoạt động của bộ phận trộn từ tính được mô tả trên đây dựa vào Fig. 7A.

Ví dụ 1: Trộn một chiều

Thử nghiệm thứ nhất bao gồm việc hydrat hóa lại các chất phản ứng đã được làm khô bằng cách sử dụng việc quay tròn một chiều trong thiết bị như được minh họa trên Fig. 7A trong 60 giây ở 1.030 vòng/phút và 2.060 vòng/phút. Các chất phản ứng đã được làm khô bổ sung được hydrat hóa lại bằng cách sử dụng quy trình thí nghiệm để bàn chuẩn để sử dụng làm đối chứng dương tính. Các chất phản ứng đã được hydrat hóa lại này được sử dụng để khuếch đại các trình tự axit nucleic bằng cách sử dụng LAMP. Hiệu

quả của đối chứng dương tính được sử dụng làm mức cơ sở mà các kết quả của hai điều kiện hydrat hóa lại của thiết bị được so sánh với nó.

Các kết quả của thử nghiệm thứ nhất được mô tả dưới đây trong bảng 1. Xem xét độ lệch chuẩn của thời gian đến dương tính (Time-to-Positive - Tp) và tỷ lệ phần trăm phản ứng mà thu được sự khuếch đại, các kết quả thử nghiệm chứng tỏ rằng 1.030 vòng/phút là không đủ để hydrat hóa lại các chất phản ứng đã được làm khô khi sử dụng việc quay tròn một chiều trong 60 giây. Việc tăng dần tốc độ quay tròn đến 2.060 vòng/phút làm giảm độ lệch chuẩn và thu được độ khuếch đại 100%, gợi ý tốc độ quay tròn tăng là cần thiết để trộn một chiều.

Bảng 1

Điều kiện	Tp trung bình (phút)	Độ lệch chuẩn (phút)	Mức độ phản ứng được khuếch đại
Thiết bị - quay tròn 1.030 vòng/phút (n=3)	15,0	4,04	83%
Thiết bị - quay tròn 2.060 vòng/phút (n=3)	10,9	2,11	100%
Đối chứng dương (n=4)	10,0	0,29	100%

Ví dụ 2: Quay tròn qua lại tốc độ thấp

Thử nghiệm thứ hai - được thực hiện trong hai bộ phận riêng biệt - bao gồm việc đổi chiều quay tròn mỗi 15 giây trong 60 giây bằng cách sử dụng tốc độ quay tròn 1.030 vòng/phút. Các chất phản ứng đã được làm khô bổ sung được hydrat hóa lại bằng cách sử dụng quy trình thí nghiệm để bàn chuẩn để sử dụng làm đối chứng dương tính. Các chất phản ứng đã được hydrat hóa lại này được sử dụng để khuếch đại các trình tự axit nucleic bằng cách sử dụng LAMP. Hiệu quả của đối chứng dương tính được sử dụng làm mức cơ sở mà các kết quả của điều kiện hydrat hóa lại của thiết bị được so sánh với nó.

Các kết quả của thử nghiệm thứ hai được mô tả dưới đây trong bảng 2. So với các kết quả của sự quay tròn một chiều 1.030 vòng/phút trong ví dụ 1, các kết quả này chứng tỏ rằng việc đổi chiều quay tròn mỗi 15 giây cải thiện hiệu quả hydrat hóa lại của thiết bị và cho phép tốc độ quay tròn thấp hơn được sử dụng.

Bảng 2

Điều kiện	Tp trung bình (phút)	Độ lệch chuẩn (phút)	Mức độ phản ứng được khuếch đại
Thiết bị - quay tròn 1.030 vòng/phút (n=3)	9,7	0,33	100%
Đối chứng dương tính (n=6)	9,4	0,74	100%

Ví dụ 3: Quay tròn qua lại tốc độ trung bình

Thử nghiệm thứ ba bao gồm việc đổi chiều quay tròn mỗi 15 giây trong 60 giây bằng cách sử dụng tốc độ quay tròn 2.060 vòng/phút. Phần còn lại của quy trình là giống với thử nghiệm thứ hai.

Các kết quả của thử nghiệm thứ ba được mô tả dưới đây trong bảng 3. Trái với các kết quả của sự quay tròn một chiều 2.060 vòng/phút trong ví dụ 1, các kết quả này chứng tỏ rằng việc đổi chiều quay tròn mỗi 15 giây cải thiện hiệu quả hydrat hóa lại của thiết bị ngay cả ở 2.060 vòng/phút bằng cách làm giảm độ lệch chuẩn của thời gian các chất phản ứng được hydrat hóa lại đến dương tính. Các kết quả này còn cho thấy rằng sự cất tăng gây ra bởi việc đổi chiều quay tròn không phá hủy một cách đáng kể enzym được hydrat hóa lại.

Bảng 3

Điều kiện	Tp trung bình (phút)	Độ lệch chuẩn (phút)	Mức độ phản ứng được khuếch đại
2.060 vòng/phút, đổi chiều quay tròn (n=3)	9,49	0,633	100%
Đối chứng dương (n=4)	8,88	0,304	100%

Mức độ hydrat hóa lại của các chất phản ứng đã được làm khô được hydrat hóa lại bằng thiết bị sử dụng sự quay tròn qua lại 2.060 vòng/phút trong 60 giây được so sánh với đối chứng được hydrat hóa lại bằng cách sử dụng quy trình thí nghiệm để bàn chuẩn. Nồng độ của các dung dịch thu được được định lượng dựa trên đường cong chuẩn bằng cách sử dụng máy đo quang phổ. Các kết quả của thử nghiệm thứ tư được mô tả dưới đây trong bảng 4. Các kết quả này cho thấy thêm rằng thiết bị có khả năng khớp hiệu quả hydrat hóa lại của quy trình thí nghiệm để bàn chuẩn.

Bảng 4

Điều kiện	Tỷ lệ phần trăm của 1x nồng độ	Độ lệch chuẩn
Thiết bị (n=4)	82,2%	2,2%
Đối chứng (n=2)	91,0%	1,8%

Ví dụ 4: Quay tròn qua lại mở rộng

Thử nghiệm thứ tư bao gồm việc quay tròn một chiều ở 2.060 vòng/phút trong 30 giây và 45 giây chứ không phải khoảng thời gian 60 giây được sử dụng bởi ba thử nghiệm tiến hành. Phần còn lại của quy trình là giống với thử nghiệm được mô tả trong ví dụ 2 và ví dụ 3.

Các kết quả của thử nghiệm thứ tư được mô tả dưới đây trong bảng 5. Các kết quả này chứng tỏ rằng thiết bị có khả năng hydrat hóa lại các chất phản ứng đã được làm khô đến mức độ chấp nhận được trong ít hơn 60 giây. Kết hợp các kết quả của ví dụ 2, việc bổ sung việc đổi chiều quay tròn có tiềm năng tăng cường hơn nữa khả năng này.

Bảng 5

Mẫu	T _p trung bình	T _p độ lệch chuẩn
45 giây	10,27	0,712
30 giây	10,01	0,390
Đối chứng khô dần (n=4)	9,23	0,327

Ví dụ 5: Không mất mát axit nucleic

Để xác nhận rằng không có axit nucleic bị mất bởi việc trộn trong thiết bị như được mô tả trong các Fig. 1-7A, nồng độ đã biết của đích axit nucleic được nạp vào trong thiết bị mà không có mặt các chất phản ứng đã được làm khô trong 60 giây với sự quay tròn qua lại 2.060 vòng/phút và không quay tròn. Nồng độ của các dung dịch axit nucleic thu được được so sánh với dung dịch đầu vào ban đầu thông qua RT-qPCR.

Các kết quả của thử nghiệm thứ nhất được mô tả dưới đây trong bảng 6, mà chứng tỏ rằng không phải bề mặt của bản thân thiết bị hay tác động quay tròn hạt trộn dẫn đến sự mất mát hoặc thiệt hại axit nucleic có thể phát hiện được.

Bảng 6

	Trung bình của tất cả các C_q phần phân ước giữa	Độ lệch chuẩn của tất cả các C_q phần phân ước giữa
2.060 vòng/phút; qua lại	25,31	0,167
Không trộn	25,44	0,223
Đối chứng dương tính	24,97	0,611

Ví dụ 6: Hàn gắn bằng nhiệt

Một thử nghiệm được thực hiện để chứng minh hiệu quả của việc hàn gắn dụng cụ bằng nhiệt, như được mô tả dựa vào các Fig. 2E và 2F.

Mẫu thí nghiệm được xây dựng, bao gồm năm lỗ, mỗi lỗ được nối với ngăn khí nén của riêng nó. Các thể tích của các lỗ (bao gồm các kênh dẫn vào trong các lỗ từ đường chung và ống dẫn khí nén dẫn đến buồng không khí từ buồng thử nghiệm) lần lượt là 5,28 mm³, 7,56 mm³, 13,12 mm³, 5,32 mm³, và 9,96 mm³. Các thể tích của các buồng không khí lần lượt là 9,24 mm³, 13,22 mm³, 22,96 mm³, 9,29 mm³ và 17,43 mm³. Nước được nạp vào trong mẫu thí nghiệm ở áp lực dốc là 9,2 và 10 psi. Các buồng thử nghiệm được nạp một cách đồng đều, và không có bọt khí đáng kể được gây ra bởi chính quá trình nạp. Ở 9,2 psi, các lỗ gần như tất cả được nạp và ở 10 psi, các lỗ được nạp hoàn toàn và chất lỏng được mở rộng vào trong ống dẫn khí nén nối các lỗ với các buồng không khí. Do đó, áp lực ở giữa hai trị số này (chẳng hạn 9,6 psi) được giả định là lý tưởng để nạp hoàn toàn.

Sau khi hàn gắn bằng nhiệt, các đường dẫn chất lỏng giữ áp lực trên cả hai bên; không khí và nước (đến 10 psig). Ngoài ra, các đường dẫn chất lỏng vẫn giữ áp lực 10 ngày sau khi hàn gắn bằng nhiệt (như được quan sát bởi sự tạo vòm của các lỗ được tạo áp lực và không rò rỉ chất lỏng.)

Ví dụ 7: Sự khuếch đại và phát hiện

Một thử nghiệm được thực hiện để chứng tỏ rằng sau khi hàn gắn bằng nhiệt các đường dẫn chất lỏng được mô tả dựa vào các Fig. 1-7A, việc làm nóng các đường dẫn chất lỏng không gây ra sự tạo ra bọt khí đáng kể trong buồng mẫu. Mẫu thí nghiệm được xây dựng, bao gồm năm lỗ, như được mô tả trong ví dụ 6.

Dung dịch đệm khuếch đại đẳng nhiệt (New England Biolabs) được bổ sung $MgCl_2$, dNTP, đoạn mồi LAMP, mẫu dò báo hiệu phân tử FAM, Bst 2 polymeraza (New England Biolabs), và RTx Warmstart (enzym phiên mã ngược; New England Biolabs), và 100.000 bản sao của ADN CT 23S (làm khuôn mẫu) được nạp vào trong mẫu thí nghiệm với áp lực dốc dần đến 13 psi. Sau đó, mẫu được hàn gắn bằng nhiệt và được làm nóng đến $64^{\circ}C$. Các bọt khí rất nhỏ được tạo ra trong một số buồng thử nghiệm trong vài phút đầu ở nhiệt độ cao. Trong giai đoạn 30 phút, các bọt khí nhỏ xíu này ổn định và không gây nhiều sự khuếch đại hoặc quá trình xử lý hình ảnh. Sự khuếch đại trong mỗi trong số năm lỗ có thể phát hiện được bằng mắt thường trong vòng 9-15 phút tiếp xúc ở $64^{\circ}C$.

Fig. 8 là hình chiếu mặt cắt ngang của nút đẩy có bề mặt đáy bằng.

Fig. 9A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 8 có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v1 dọc theo toàn bộ bề mặt đáy của nút đẩy. Fig. 9B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 9A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v1 dọc theo bề mặt đáy.

Fig. 10A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 8 có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v2 che một phần bề mặt đáy của nút đẩy có chiều rộng tương tự như khe hở trung tâm nút đẩy. Fig. 10B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 10A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v2 dọc theo bề mặt đáy.

Fig. 11A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 8 có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v3 dọc theo bề mặt đáy của nút đẩy có chiều rộng nhỏ hơn chiều rộng của khe hở trung tâm nút đẩy. Fig. 11B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 11A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v3 dọc theo bề mặt đáy trong chiều rộng của khe hở trung tâm nút đẩy.

Các Fig. 12A và 12B minh họa đặc điểm dọc theo bề mặt đáy của nút đẩy để giữ thể tích của chất phản ứng đã được làm khô. Fig. 12A minh họa đặc điểm nhô lên có mặt cắt ngang hình chữ nhật. Fig. 12B minh họa đặc điểm lõm có mặt cắt ngang hình chữ nhật.

Các Fig. 13A và 13B minh họa đặc điểm dọc theo bề mặt đáy của nút đẩy để giữ thể tích của chất phản ứng đã được làm khô. Fig. 13A minh họa đặc điểm nhô lên có mặt cắt ngang hình tròn. Fig. 13B minh họa đặc điểm lõm có mặt cắt ngang hình tròn.

Fig. 14A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 13A có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v1 dọc theo toàn bộ bề mặt đáy của nút đẩy giữa các đặc điểm nhô

lên. Fig. 14B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 14A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v1 dọc theo bề mặt đáy trong biên của đặc điểm nhô lên.

Fig. 15A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 13A có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v2 dọc theo một phần của bề mặt đáy của nút đẩy giữa các đặc điểm nhô lên. Fig. 15B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 15A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v2 dọc theo bề mặt đáy trong biên của đặc điểm nhô lên có chiều rộng gần giống như phần trung tâm khe hở của nút đẩy.

Fig. 16A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy trên Fig. 13A có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v3 dọc theo một phần của bề mặt đáy của nút đẩy giữa các đặc điểm nhô lên. Fig. 16B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 16A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v3 dọc theo bề mặt đáy trong biên của đặc điểm nhô lên có chiều rộng nhỏ hơn chiều rộng của phần trung tâm khe hở của nút đẩy.

Fig. 17A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy có khoang như trên các Fig. 6A và 6B có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v3. Khoang che gần như tất cả bề mặt đáy của nút đẩy. Fig. 17B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 17A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v1 dọc theo bề mặt đáy trong khoang.

Fig. 18A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy có khoang như trên các Fig. 6A và 6B có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v2. Khoang che nhỏ hơn tất cả bề mặt đáy của nút đẩy và rộng hơn so với khe hở trung tâm nút đẩy. Fig. 18B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 18A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v2 dọc theo bề mặt đáy trong khoang.

Fig. 19A là hình chiếu mặt cắt của nút đẩy có khoang như trên các Fig. 6A và 6B có chất phản ứng đã được làm khô có thể tích v3. Khoang che nhỏ hơn tất cả bề mặt đáy của nút đẩy và không rộng bằng khe hở trung tâm nút đẩy. Fig. 19B là hình chiếu từ dưới lên của nút đẩy của Fig. 19A thể hiện chất phản ứng đã được làm khô thể tích v3 dọc theo bề mặt đáy trong khoang.

Fig. 20 là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có phần lõm để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 21 là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có phần lõm để phù hợp với khoang trong nút đẩy. Chiều cao của vai được thể hiện trên Fig. 21 nhỏ hơn chiều cao của vai của Fig. 20.

Fig. 22 là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua điểm giữa của buồng thể hiện vai hỗ trợ nút đẩy và các thành bên dạng côn kép về phía cửa ra.

Fig. 23 là hình chiếu mặt cắt ngang của khe hở trên mặt quang học của dụng cụ được tạo kích thước để nhận nút đẩy cần được hỗ trợ bởi vai. Khe hở được che bởi lớp màng thứ nhất và lớp màng thứ hai.

Fig. 24 là hình chiếu mặt cắt ngang của khe hở trên mặt quang học của dụng cụ được tạo kích thước để nhận nút đẩy cần được hỗ trợ bởi vai. Vai và thành bên dạng côn có thể nhìn thấy được trên hình chiếu này. Nút đẩy được thể hiện được chèn vào trong khe hở nhưng không tựa vào vai.

Fig. 25 là hình phối cảnh của mặt quang học của dụng cụ thể hiện năm khe hở của nút đẩy. Các vòng đỡ nút đẩy được thể hiện xung quanh mỗi trong số các khe hở. Các vai được sử dụng để hỗ trợ các nút đẩy có thể nhìn thấy được trong mỗi trong số các khe hở.

Fig. 26A là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 26B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 26A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng. Cấu hình vai và nút đẩy được minh họa trên các Fig. 26A và 26B tạo ra lỗ 7,5 μl .

Fig. 27A là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 27B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 27A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng. Cấu hình vai và nút đẩy được minh họa trên các Fig. 27A và 27B tạo ra lỗ 3,9 μl . Các nút đẩy và các kích thước lỗ khoan của tổ hợp nút đẩy và vai trong các phương án minh họa của các Fig. 26A-27B có khe hở lỗ khoan giống nhau là 4,7 mm được đo ở đầu chất lỏng của thân. Một cách có lợi, các ví dụ này về minh họa cách thức các kích thước vai khác nhau (như chiều cao vai) có thể được sử dụng để thu được các thể tích khác nhau.

Fig. 28A là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 28B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 28A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng. Cấu hình vai và nút đẩy được minh họa trên các Fig. 28A và 28B tạo ra lỗ 18,5 μl .

Fig. 29A là hình chiếu mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 29B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 29A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng. Cấu hình vai và nút đẩy được minh họa trên các Fig. 29A và 29B tạo ra lỗ 13,8 μl .

Fig. 30A là hình phối cảnh mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 30B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 30A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng. Cấu hình vai và nút đẩy được minh họa trên các Fig. 30A và 30B tạo ra lỗ 13,8 μl .

Fig. 30C thể hiện hình dạng và thể tích của buồng thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cấu hình nút đẩy và vai của các Fig. 30A và 30B.

Như được mô tả chi tiết trên đây, các Fig. 28A, B và các Fig. 31A-C tạo ra lỗ 18,5 μl . Các Fig. 29A, 29B và các Fig. 30A-30C tạo ra lỗ 13,8 μl . Kích thước nút đẩy trong mỗi trong số các cấu hình nút đẩy và chiều cao vai khác nhau này là 5,9 mm. Một cách có lợi, nhiều thể tích buồng khác nhau có thể đạt được bằng cách sử dụng kích thước hoặc cấu hình nút đẩy chung dựa trên sự điều chỉnh của cấu hình và kích thước vai, như ví dụ, chiều cao, để tạo ra dụng cụ với sự phân loại các thể tích buồng khác nhau.

Fig. 31A là hình phối cảnh mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 31B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 31A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 31C thể hiện hình dạng và thể tích của buồng thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cấu hình nút đẩy và vai của các Fig. 31A và 31B. Cấu hình vai và nút đẩy được minh họa trên các Fig. 31A và 31B tạo ra lỗ 18,5 μl .

Fig. 32A là hình phối cảnh mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 32B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 32A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 32C thể hiện hình dạng và thể tích của buồng thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cấu hình nút đẩy và vai của các Fig. 32A và 32B.

Các Fig. 32D và 32E là các hình phối cảnh và hình chiếu mặt cắt ngang của nút đẩy và khoang được sử dụng trong nút đẩy, vai và buồng thử nghiệm được thể hiện trên các Fig. 32A, 32B và 32C.

Fig. 33A là hình phối cảnh mặt cắt ngang của buồng thử nghiệm được lấy thông qua cửa vào và cửa ra mà thể hiện bề mặt đáy của nút đẩy được hỗ trợ bởi vai. Vai có chiều cao vai để gài nút đẩy để thu được độ sâu của buồng. Có phần lõm trong vai để phù hợp với khoang trong nút đẩy.

Fig. 33B là hình chiếu từ mặt không phải quang học của tổ hợp nút đẩy và vai trên Fig. 33A. Các vai hỗ trợ nút đẩy, giữ thành bên dạng côn và tạo ra chỗ lõm sao cho khoang và các chất phản ứng đã được làm khô được để lộ ra trong buồng.

Fig. 33C thể hiện hình dạng và thể tích của buồng thử nghiệm được tạo ra bằng cách sử dụng cấu hình nút đẩy và vai của các Fig. 33A và 33B.

Các Fig. 33D và 33E là các hình phối cảnh và hình chiếu mặt cắt ngang của nút đáy và khoang được sử dụng trong nút đáy, vai và buồng thử nghiệm được thể hiện trên các Fig. 33A, 33B và 33C.

Các Fig. 34A và 34B lần lượt là các hình chiếu mặt không phải quang học và mặt quang học của dụng cụ có hỗn hợp gồm các nút đáy có đặc tính truyền quang trong vùng quang học và ít nhất một nút đáy không có đặc tính quang học trong một vùng khác của dụng cụ trong đó các khả năng quang học là không cần thiết.

Các Fig. 35A và 35B lần lượt là các hình chiếu mặt không phải quang học và mặt quang học của dụng cụ chỉ có các nút đáy có đặc tính truyền quang.

Các Fig. 36A – 36K là chuỗi ví dụ về việc nạp mẫu lỏng vào trong buồng mẫu như được thực hiện trước các trạng thái của buồng đã nạp được nêu làm ví dụ được thể hiện trên các Fig. 3A và 3B.

Ví dụ sau được mô tả trên các Fig. 36A-36K là trình tự của việc nạp mẫu lỏng vào trong buồng mẫu ở 0,2 μl /phút. Các Fig. 36A-36K minh họa quy trình trước khi đến trạng thái được nạp được thể hiện trên các Fig. 3A và 3B. Buồng mẫu có cửa vào dạng côn thông chất lỏng với nguồn chất lỏng và cửa ra dạng côn thông chất lỏng với ngăn khí nén. Buồng mẫu cũng có bề mặt giới hạn được tạo thành bởi nút đáy trong suốt về mặt quang học với các chất phản ứng đã được làm khô cần thiết để thực hiện thử nghiệm sinh học. Việc nạp của buồng mẫu được quan sát trên mặt màng như được minh họa trên Fig. 8A và Fig. 9A.

Fig. 36A thể hiện buồng thử nghiệm trước khi nạp mẫu lỏng. Mỗi đường dẫn chất lỏng trong thiết bị, bao gồm mỗi buồng thử nghiệm, được nạp bằng không khí. Hình tròn không đều nhìn thấy được là mép của các chất phản ứng đã được làm khô **3675** được sử dụng để thực hiện thử nghiệm sinh học. Diện tích trong hình tròn không đều chứa các chất phản ứng đã được làm khô trên khoang bên trong của nút đáy **3674** còn diện tích bên ngoài của hình tròn không đều là không chứa chất phản ứng.

Fig. 36B thể hiện buồng thử nghiệm ngay sau khi áp lực được tác động lên mẫu lỏng, khiến nó chảy từ nguồn chất lỏng chung (không được thể hiện trên hình vẽ), thông qua ống dẫn vào và sau đó, vào trong buồng mẫu thông qua cửa vào dạng côn **3641**. Khi mẫu lỏng chảy vào trong buồng thử nghiệm, nó dịch chuyển không khí có mặt trong buồng, cưỡng bức không khí về phía cửa ra dạng côn và vào trong ngăn khí nén (không được thể hiện trên hình vẽ). Mặt khum **3661** của mẫu lỏng, mà là đại diện của chất lỏng để tiếp giáp với không khí, tiếp xúc với cả hai cạnh của buồng dọc theo phần cửa vào dạng côn của buồng thử nghiệm. Trên hình chiếu được minh họa trên Fig. 36B, mặt khum

của mẫu lỏng tiến về phía trước vượt quá vành phẳng của bề mặt đáy của nút đẩy, tiếp xúc khoang bên trong **3674** nhưng không đạt tới mép của các chất phản ứng đã được làm khô **3675** được đặt trong khoang bên trong.

Fig. 36C thể hiện mẫu lỏng tiếp tục nạp buồng thử nghiệm khi mặt khum **3661** tiếp tục tiến về phía trước qua khoang bên trong **3674**, tiếp xúc mép của các chất phản ứng đã được làm khô. Trên hình chiếu này, trung tâm của mặt khum **3661** nhẹ nhàng dẫn về phía trước của các mép tiếp xúc với buồng thử nghiệm. Điều này có thể là do một số các yếu tố khác. Ví dụ, các chất phản ứng đã được làm khô trong khoang bên trong **3674** ưu tiên ướt khắp vùng không chứa chất phản ứng của nút đẩy. Theo cách khác hoặc ngoài ra, buồng thử nghiệm tăng độ sâu khi mặt khum di chuyển về phía điểm giữa **3643** của buồng thử nghiệm và tăng về chiều rộng, vuông góc với dòng chất lỏng, sao cho phần rộng nhất và sâu nhất của buồng thử nghiệm được đặt ở điểm giữa **3643** giữa cửa vào dạng côn và cửa ra dạng côn. Các chất phản ứng đã được làm khô tách một cách từ từ khỏi khoang bên trong **3674** khi mặt dẫn của mẫu lỏng tạo ra sự trộn của chất lỏng mẫu để quá trình hydrat hóa lại và hòa tan bắt đầu. Vượt quá mặt khum **3661**, và gần nhất với ngăn khí nén, các chất phản ứng đã được làm khô trên mặt không khí của mặt khum không tham gia vào sự hydrat hóa lại. Không khí trong buồng thử nghiệm và ngăn khí nén còn được nén, tạo nên áp lực.

Fig. 36D thể hiện mặt khum **3661** còn tiến về phía trước để nạp buồng thử nghiệm. Sự di chuyển của mặt khum **3661** là tương đối đồng đều trong buồng mẫu sao cho tất cả các phần của mặt dẫn tiến về phía trước theo cách gần như đồng đều khi mặt khum tiếp cận phần sâu nhất của khoang bên trong **3674** và phần rộng nhất của buồng mẫu, chiều rộng của buồng được xác định là vuông góc với tổng thể dòng chất lỏng. Các chất phản ứng đã được làm khô tiếp tục rơi khỏi bề mặt của khoang bên trong **3674** và trộn với mẫu lỏng. Xấp xỉ một nửa của buồng mẫu được nạp bằng mẫu lỏng và một nửa vẫn được nạp bằng không khí.

Fig. 36E minh họa cách thức mà mặt khum **3661** có thể di chuyển gần như không đồng đều. Mép bên trái của mặt khum di chuyển ở tốc độ nhanh hơn so với mép bên phải của mặt khum. Điều này, một phần, có thể do sự thấm ướt ưu tiên của các chất phản ứng đã được làm khô so với bề mặt nút đẩy không chứa chất phản ứng. Trong trường hợp này, mép của các chất phản ứng đã được làm khô được đặt hơi lệch tâm một chút về phía phần bên trái của buồng thử nghiệm. Được tiếp xúc ít hơn với các chất phản ứng đã được làm khô **3675**, mép bên phải của mặt khum **3661** trễ so với mép bên trái. Các bọt không khí và việc nạp chưa hoàn toàn có thể bắt nguồn từ sự di chuyển không đều của mặt khum qua buồng mẫu. Nếu một mép của mặt khum đạt đến cửa ra trước phần còn lại, cửa ra có

thể trở nên được nạp chất lỏng, do đó, giữ không khí trong buồng thử nghiệm. Việc nạp một phần và việc giữ các bọt không khí được giảm bằng cửa vào và cửa ra dạng côn của buồng mẫu, mà làm chậm tốc độ tại đó mặt khum tiến về phía trước khi nó tiếp cận cửa ra. Cuối cùng, sự hydrat hóa lại và sự hòa tan của các chất phản ứng đã được làm khô tiếp tục xảy ra.

Fig. 36F minh họa mẫu lỏng chảy dọc theo phần cửa ra dạng côn **3642** của buồng thử nghiệm. Khi mép bên trái của mặt khum **3661** chạm đi khi nó đi vào cửa ra dạng côn, mép bên phải của mặt khum bắt đầu bắt kịp với phần bên trái. Mặt khum đi qua kích thước sâu nhất và rộng nhất của buồng mẫu và lúc này chảy vào trong cửa ra dạng côn. Khi mặt khum chảy qua cửa ra dạng côn, độ sâu và chiều rộng của buồng mẫu giảm đều đặn. Cấu hình này gây ra sự tăng về lực làm chậm bề mặt tác động lên phần bên trái dẫn đầu của mặt khum và thu được sự phân bố lực cân bằng hơn. Sự hòa tan của các chất phản ứng đã được làm khô **3675** là dễ dàng rõ rệt. Các chất phản ứng đã được làm khô mà thứ nhất được cho tiếp xúc mẫu lỏng khi nạp có lượng thời gian lớn nhất được tạo huyền phù trong mẫu lỏng và trải qua sự hòa tan lớn nhất. Điều này được thể hiện bởi các đường sọc được định hướng về phía trung tâm của buồng mẫu theo chiều của dòng chất lỏng.

Fig. 36G thể hiện mẫu lỏng tiếp tục chảy thông qua phần cửa ra dạng côn **3642** của buồng thử nghiệm. Mép bên phải của mặt khum gần như song song với mép bên trái khi toàn bộ mặt khum **3661** tiến triển thành dạng côn. Độ sâu và chiều rộng của buồng thử nghiệm tiếp tục giảm khi mặt khum tiếp cận cửa ra dạng côn dẫn đến ngăn khí nén. Phần lớn các chất phản ứng đã được làm khô tiếp xúc với mẫu lỏng và tiếp tục hòa tan.

Fig. 36H thể hiện rằng khi chất lỏng tiếp cận đầu cuối ngăn khí nén, sự di chuyển của mặt khum **3661** lúc này là đồng đều và các phần bên trái và bên phải tiến về phía trước gần như đồng đều. Mặt khum của mẫu lỏng lúc này đã đi qua toàn bộ các chất phản ứng đã được làm khô sao cho tất cả diện tích của các chất phản ứng đã được làm khô được phơi ra mẫu lỏng và có khả năng hydrat hóa lại và hòa tan.

Fig 36I thể hiện buồng thử nghiệm ngay khi nó đã đạt tới trạng thái được nạp của nó. Tất cả không khí mà ngay khi bị chiếm đường dẫn chất lỏng và buồng thử nghiệm đã được đẩy đến ngăn khí nén. Việc nạp một phần và giữ bọt khí đã được tránh và sự hydrat hóa lại và sự hòa tan tiếp tục xảy ra.

Fig. 36J thể hiện buồng mẫu 20 giây sau khi nạp. Các chất phản ứng đã được làm khô tiếp tục hòa tan khi lượng thời gian các chất phản ứng đã được làm khô tiếp xúc với

mẫu lỏng tăng. Các đường sọc mờ nhạt vẫn có thể nhìn thấy được khi các hạt dư của chất phản ứng đã được làm khô lưu thông trong buồng thử nghiệm và tiếp tục hòa tan.

Fig. 36K thể hiện buồng mẫu sau tổng số 40 giây sau khi nạp. Các lượng nhỏ của chất phản ứng đã được làm khô dư là ít đáng chú ý, trong khi phần lớn các chất phản ứng lúc này được tạo huyền phù trong mẫu lỏng.

Sau khi việc nạp được hoàn thành, có thể muốn tạo ra quá trình trộn hơn nữa giữa các chất phản ứng và mẫu lỏng. Theo một cách thức thực hiện, sự di chuyển đối lưu của mẫu lỏng được gây ra bởi sự tuần hoàn nhiệt của các buồng mẫu đã được nạp để trộn các chất phản ứng đã được làm khô và thu được dung dịch đồng nhất. Bộ gia nhiệt tiếp xúc với các buồng mẫu được sử dụng để tạo ra sự tuần hoàn nhiệt. Tốt hơn là, bộ gia nhiệt được đặt trên mặt không tạo ảnh của dụng cụ, mà có thể được bịt bằng màng. Để gây ra sự di chuyển đối lưu trong buồng, bộ gia nhiệt được thiết đặt đến nhiệt độ thứ nhất trong khoảng thời gian thứ nhất và sau đó, được thiết đặt đến nhiệt độ thứ hai trong khoảng thời gian thứ hai. Chu kỳ này của nhiệt độ thứ nhất tiếp theo là nhiệt độ thứ hai có thể được lặp đi lặp lại ít nhất hai lần, tốt hơn nữa là ít nhất ba lần. Theo một số cách thức thực hiện, chu kỳ này được lặp đi lặp lại năm lần, hoặc số lần bất kỳ cần thiết để thu được lượng trộn mong muốn. Nhiệt độ thứ nhất và nhiệt độ thứ hai là không giống nhau. Tốt hơn là, nhiệt độ thứ nhất lớn hơn nhiệt độ thứ hai ít nhất 5°C , và tốt hơn nữa là lớn hơn ít nhất 7°C và thậm chí tốt hơn nữa là lớn hơn ít nhất 10°C . Theo một cách thức thực hiện, các buồng mẫu được tuần hoàn nhiệt giữa nhiệt độ thấp là 55°C và nhiệt độ cao là 65°C . Theo cách thức thực hiện được ưu tiên, các buồng mẫu được tuần hoàn nhiệt giữa nhiệt độ thấp là 60°C và nhiệt độ cao là 70°C . Theo một cách thức thực hiện khác, việc trộn hơn nữa của các chất phản ứng đã được làm khô và mẫu lỏng được tạo ra bằng đưa qua đưa lại khôn ngoan mẫu chất lỏng qua lại qua khoang bên trong của nút đậy để tạo ra sự chảy rối. Sự di chuyển này của chất lỏng có thể được thực hiện bằng cách sử dụng lực chuyển động dương, lực chuyển động âm bất kỳ, hoặc tổ hợp của cả hai lực này.

Theo một cách thức thực hiện, áp lực không đổi được tác động vào mẫu lỏng để cho nó chảy thông qua buồng mẫu. Theo cách thức thực hiện thay thế, buồng mẫu được nạp bằng cách sử dụng dốc áp lực. Ví dụ, từ 0 đến 1 giây nguồn áp lực được thiết đặt đến 0 kPa. Ở 1 giây, nguồn áp lực được thiết đặt đến 60 kPa. Sau 1 giây, nguồn áp lực được tăng lên 0,44 kPa trong mỗi 0,2 bước thời gian thứ hai cho đến khi áp lực cuối là 115 kPa đạt được sau tổng số 26 giây. Trong khi cách thức thực hiện này được mô tả trong ngữ cảnh của áp lực, việc nạp của buồng mẫu có thể được thực hiện bằng cách sử dụng lực chuyển động bất kỳ. Theo một cách thức thực hiện, lực chuyển động dương được sử dụng. Theo một cách thức thực hiện khác, lực chuyển động âm được sử dụng.

Theo một mục đích sử dụng được nêu làm ví dụ của phương án về dụng cụ, sáng chế đề xuất phương pháp nạp một cách đồng thời nhiều buồng mẫu. Phương pháp được nêu làm ví dụ bao gồm bước tạo áp lực mẫu lỏng trong đường dẫn chất lỏng chung. Tiếp theo, có bước đưa mẫu lỏng vào trong nhiều ống dẫn vào từ đường dẫn chất lỏng chung. Tiếp theo có bước cho mẫu lỏng chảy dọc theo mỗi trong số các ống dẫn vào về phía đầu cuối ống dẫn vào trong mỗi trong số các ống dẫn vào, mỗi ống dẫn vào được nối với buồng mẫu; Sau đó, có bước cho mẫu lỏng chảy dọc theo phần cửa vào dạng côn của mỗi buồng mẫu và sau đó, bước của cho mẫu lỏng chảy sát với một cặp các vai và dọc theo nút đậy trong mỗi buồng mẫu. Phương pháp này tiếp tục bởi việc cho mẫu lỏng chảy dọc theo phần cửa ra dạng côn của mỗi buồng mẫu về phía đầu cuối ngăn khí nén. Trong các bước trên đây, sự chảy của chất lỏng chuyển vị khí được chứa trong mỗi ống dẫn vào và mỗi buồng mẫu vào trong buồng khí nén thông với mỗi đầu cuối ngăn khí nén.

Theo một khía cạnh, phương pháp nạp được thực hiện trong đó bước ép mẫu lỏng được thực hiện ở áp lực không đổi. Áp lực không đổi có thể là một trong số 5, 10, 20, 40 hoặc 60 psi tùy thuộc vào phương án và cấu hình dụng cụ cụ thể. Tùy ý, các bước phương pháp là bước tạo áp lực chất lỏng có thể bao gồm việc ép mẫu lỏng ở một chuỗi mức áp lực tăng dần. Theo một cách thức thực hiện, mỗi mức áp lực tăng dần được tác động trong khoảng thời gian nhất quán. Theo một cách thức thực hiện, mức áp lực tăng dần được tăng lên bởi lượng không đổi. Theo một cách thức thực hiện cụ thể, dụng cụ được định hướng khi sử dụng sao cho buồng khí nén ở trên buồng mẫu sao cho các bước gồm cho mẫu lỏng chảy dọc theo phần cửa ra dạng côn của buồng mẫu về phía đầu cuối ngăn khí nén và dịch chuyển khí được chứa trong mỗi ống dẫn vào được thực hiện chống lại lực hấp dẫn. Ngoài ra, hoặc tùy ý, khi sử dụng trong phương pháp nạp, nhiều buồng mẫu được định hướng sao cho mỗi buồng khí nén liên quan đến buồng mẫu cụ thể trong số nhiều buồng mẫu được bố trí ở trên buồng mẫu.

Fig. 37 là hình chiếu mặt quang học của dụng cụ có năm nút đậy truyền quang. Các kết quả được quan sát thông qua mỗi trong số các nút đậy cho thấy rằng ba buồng có tín hiệu có thể phát hiện được và hai buồng thì không. Tín hiệu có thể phát hiện được thông qua các nút đậy có thể là tín hiệu huỳnh quang, đáp ứng với ánh sáng kích thích được cung cấp cho buồng thử nghiệm thông qua nút đậy truyền quang. Theo cách khác, tín hiệu có thể là sự phát sáng thu được từ phản ứng hóa học và/hoặc enzym diễn ra trong buồng thử nghiệm. Theo một cách thức thực hiện khác nữa, tín hiệu có thể phát hiện được thông qua nút đậy truyền quang có thể đơn giản là sự thay đổi màu sắc thu được từ thử nghiệm đo màu. Để làm hiện các thay đổi màu sắc tốt hơn, theo một số cách thức thực

hiện, ánh sáng, ví dụ, ánh sáng trắng, có thể được sử dụng để làm sáng các lỗ thông qua các nút đẩy.

Như được minh họa bằng ví dụ này, thân của các nút đẩy truyền quang tùy ý được tạo ra từ vật liệu có thể truyền được bước sóng kích thích và bước sóng phát xạ trong ít nhất một trong số phổ màu đỏ, phổ màu xanh lam và phổ màu xanh lục.

Khi đặc điểm hoặc phần tử trong bản mô tả này được gọi là “nằm trên” một đặc điểm hoặc phần tử khác, nó có thể trực tiếp trên đặc điểm hoặc phần tử khác hoặc các đặc điểm và/hoặc các phần tử xen giữa cũng có thể có mặt. Ngược lại, khi đặc điểm hoặc phần tử được gọi là “trực tiếp nằm trên” một đặc điểm hoặc phần tử khác, không có các đặc điểm hoặc phần tử xen giữa có mặt. Cũng sẽ cần hiểu rằng, khi đặc điểm hoặc phần tử được gọi là “được nối”, “được gắn” hoặc “được ghép đôi” với một đặc điểm hoặc phần tử khác, nó có thể trực tiếp được nối, được gắn hoặc được ghép đôi với đặc điểm hoặc phần tử khác hoặc các đặc điểm hoặc các phần tử xen giữa có thể có mặt. Ngược lại, khi đặc điểm hoặc phần tử được gọi là “được nối trực tiếp”, “được gắn trực tiếp” hoặc “được ghép đôi trực tiếp” với một đặc điểm hoặc phần tử khác, không có các đặc điểm hoặc các phần tử xen giữa có mặt. Mặc dù được mô tả hoặc được thể hiện dựa vào một phương án, các đặc điểm và các phần tử được mô tả hoặc được thể hiện có thể áp dụng cho các phương án khác. Cũng sẽ cần hiểu bởi người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này rằng việc đề cập đến cấu trúc hoặc đặc điểm mà được bố trí “sát với” một đặc điểm khác có thể có các phần chồng nhau hoặc nằm dưới đặc điểm liền kề.

Các thuật ngữ được sử dụng trong bản mô tả này chỉ để nhằm mục đích mô tả các phương án cụ thể chứ không nhằm giới hạn sáng chế. Ví dụ, như được sử dụng trong bản mô tả này, các dạng số ít “một” (“a”, “an” and “the” trong bản mô tả tiếng Anh) được dự định còn bao gồm cả dạng số nhiều, trừ khi ngữ cảnh chỉ rõ khác. Cần hiểu thêm rằng các từ ngữ như “bao gồm” và/hoặc “gồm có”, như được sử dụng trong bản mô tả này, là xác định sự có mặt của các đặc điểm, các bước, các hoạt động, các phần tử, và/hoặc các thành phần được nêu, nhưng không loại trừ sự có mặt hoặc bổ sung thêm của một hoặc nhiều đặc điểm, bước, hoạt động, phần tử, thành phần khác, và/hoặc các nhóm của chúng. Như được sử dụng trong bản mô tả này, thuật ngữ “và/hoặc” bao gồm bất kỳ và tất cả các tổ hợp của một hoặc nhiều mục được liệt kê có liên quan và có thể được viết tắt dưới dạng “/”.

Các thuật ngữ tương đối về mặt không gian, như “bên dưới”, “dưới”, “phía dưới”, “bên trên”, “phía trên” và các thuật ngữ tương tự, có thể được sử dụng trong bản mô tả này để tiện cho việc mô tả để mô tả mối quan hệ của một phần tử hoặc đặc điểm với một phần tử hoặc đặc điểm khác như được minh họa trên các hình vẽ. Sẽ phải hiểu rằng các

thuật ngữ tương đối về mặt không gian được dự định để bao hàm các định hướng khác nhau của thiết bị khi sử dụng hoặc hoạt động ngoài sự định hướng được mô tả trên các hình vẽ. Ví dụ, nếu thiết bị trên các hình vẽ được đảo ngược, các phần tử được mô tả dưới dạng “bên dưới” hoặc “dưới”, các phần tử hoặc các đặc điểm khác sau đó sẽ được định hướng “bên trên” các phần tử hoặc các đặc điểm còn lại. Do đó, từ ngữ được nêu làm ví dụ “bên dưới” có thể bao hàm cả sự định hướng bên trên và lẫn sự định hướng bên dưới. Thiết bị có thể được định hướng theo cách khác (được quay 90 độ hoặc có sự định hướng khác) và dấu hiệu mô tả tương đối về mặt không gian được sử dụng trong bản mô tả này được hiểu theo đó. Tương tự, các thuật ngữ “hướng lên”, “hướng xuống”, “thẳng đứng”, “nằm ngang” và các thuật ngữ tương tự được sử dụng trong bản mô tả này chỉ nhằm mục đích giải thích trừ khi có chỉ dẫn cụ thể khác.

Mặc dù các thuật ngữ “thứ nhất” và “thứ hai” có thể được sử dụng trong bản mô tả này để mô tả các đặc điểm/các phần tử khác nhau (kể cả các bước), các đặc điểm/các phần tử này không bị giới hạn bởi các thuật ngữ này, trừ khi ngữ cảnh chỉ ra khác. Các thuật ngữ này có thể được sử dụng để phân biệt một đặc điểm/phần tử với một đặc điểm/phần tử khác. Do đó, đặc điểm/phần tử thứ nhất được bàn luận dưới đây có thể được gọi bằng thuật ngữ đặc điểm/phần tử thứ hai, và tương tự, đặc điểm/phần tử thứ hai được bàn luận dưới đây có thể được gọi bằng thuật ngữ đặc điểm/phần tử thứ nhất mà không vượt quá những phần bộc lộ của sáng chế.

Trong toàn bộ bản mô tả này và yêu cầu bảo hộ kèm theo, trừ khi có quy định khác trong ngữ cảnh, từ ngữ “bao gồm”, và những sự biến thiên như “gồm có” và “gồm” có nghĩa là các thành phần khác nhau có thể được dùng đồng thời với nhau trong các phương pháp và các vật phẩm (ví dụ, các chế phẩm và các dụng cụ bao gồm thiết bị và các phương pháp). Ví dụ, thuật ngữ “bao gồm” sẽ được hiểu để ám chỉ sự bao gồm của bất kỳ các phần tử hoặc các bước được nêu nhưng không phải sự loại trừ của bất kỳ các phần tử hoặc các bước khác.

Như được sử dụng ở đây trong bản mô tả và yêu cầu bảo hộ, bao gồm như được sử dụng trong các ví dụ và trừ khi được chỉ rõ khác, tất cả các số có thể được đọc như thể được mở đầu bằng từ ngữ “khoảng” hoặc “xấp xỉ,” ngay cả khi thuật ngữ này không xuất hiện một cách rõ ràng. Cụm từ “khoảng” hoặc “xấp xỉ” có thể được sử dụng khi mô tả độ lớn và/hoặc vị trí để chỉ ra rằng trị số và/hoặc vị trí được mô tả là nằm trong khoảng trị số và/hoặc vị trí được dự tính hợp lý. Ví dụ, giá trị số có thể có trị số mà $\pm 0,1\%$ của giá trị (hoặc khoảng giá trị) được nêu, $\pm 1\%$ của giá trị (hoặc khoảng giá trị) được nêu, $\pm 2\%$ của giá trị (hoặc khoảng giá trị) được nêu, $\pm 5\%$ của giá trị (hoặc khoảng giá trị) được nêu, $\pm 10\%$ của giá trị (hoặc khoảng giá trị) được nêu, v.v. Các giá trị bằng số bất

kỳ đã cho trong bản mô tả này cũng cần được hiểu là bao gồm khoảng hoặc xấp xỉ trị số đó, trừ khi ngữ cảnh chỉ ra khác. Ví dụ, nếu trị số “10” được bộc lộ, thì “khoảng 10” cũng được bộc lộ. Khoảng bằng số bất kỳ được trích dẫn trong bản mô tả này được dự định bao gồm tất cả các khoảng con được gộp vào trong đó. Cũng cần phải hiểu rằng khi trị số được bộc lộ rằng “nhỏ hơn hoặc bằng” trị số, “lớn hơn hoặc bằng trị số” và các khoảng có thể giữa các trị số cũng được bộc lộ, như được hiểu một cách thích hợp bởi người có hiểu biết trung bình. Ví dụ, nếu trị số “X” được bộc lộ thì “nhỏ hơn hoặc bằng X” cũng như “lớn hơn hoặc bằng X” (ví dụ, trong đó X là giá trị bằng số) cũng được bộc lộ. Cũng cần phải hiểu rằng trong toàn bộ ứng dụng, dữ liệu được đề xuất ở một số các định dạng khác nhau, và dữ liệu này, thể hiện điểm kết thúc và điểm bắt đầu, và các khoảng đối với tổ hợp bất kỳ của các điểm dữ liệu. Ví dụ, nếu điểm dữ liệu cụ thể “10” và điểm dữ liệu cụ thể “15” được bộc lộ, cần phải hiểu rằng lớn hơn, lớn hơn hoặc bằng, nhỏ hơn, nhỏ hơn hoặc bằng, và bằng 10 và 15 được coi là được bộc lộ cũng như giữa 10 và 15. Cũng cần phải hiểu rằng mỗi đơn vị giữa hai đơn vị cụ thể cũng được bộc lộ. Ví dụ, nếu 10 và 15 được bộc lộ, thì 11, 12, 13, và 14 cũng được bộc lộ.

Mặc dù các phương án minh họa khác nhau được mô tả trên đây, số lượng thay đổi bất kỳ có thể được thực hiện đối với các phương án khác nhau mà không vượt quá phạm vi của sáng chế như được mô tả bởi yêu cầu bảo hộ. Ví dụ, thứ tự trong đó các bước phương pháp được mô tả khác nhau được thực hiện có thể thường được thay đổi theo các phương án thay thế, và theo các phương án thay thế khác, một hoặc nhiều bước phương pháp có thể được bỏ qua hoàn toàn. Các dấu hiệu tùy ý của các phương án khác nhau về thiết bị và hệ thống có thể được bao gồm trong một số phương án và không bao gồm trong các phương án khác. Do đó, phần mô tả nêu trên được đề xuất chủ yếu nhằm các mục đích được nêu làm ví dụ và không được hiểu là giới hạn phạm vi của sáng chế như được nêu trong yêu cầu bảo hộ.

Các ví dụ và các hình vẽ minh họa được bao gồm trong bản mô tả này thể hiện, bằng cách minh họa và không giới hạn, các phương án cụ thể trong đó đối tượng có thể được thực hiện. Như được đề cập, các phương án khác có thể được áp dụng và được suy ra từ đó, sao cho các thay thế và các thay đổi về cấu trúc và logic có thể được thực hiện mà không vượt quá phạm vi của sáng chế. Các phương án đó của sáng chế có thể được gọi một cách riêng lẻ hoặc gộp chung trong bản mô tả này bằng thuật ngữ “sáng chế”, chỉ để cho thuận tiện chứ không nhằm tự giới hạn phạm vi của sáng chế ở bất kỳ phần mô tả hoặc khái niệm sáng tạo đơn lẻ nào, nếu có nhiều hơn một phần mô tả hoặc khái niệm sáng tạo được bộc lộ, mà trên thực tế là như vậy. Do đó, mặc dù các phương án cụ thể đã được minh họa và được mô tả trong bản mô tả này, sự bố trí bất kỳ được tính toán

để đạt được cùng mục đích có thể được thay cho các phương án cụ thể được thể hiện. Sáng chế được dự định bao hàm bất kỳ và tất cả các phương án thích ứng hoặc biến thể của các phương án khác nhau. Các tổ hợp của các phương án nêu trên, và các phương án khác không được mô tả cụ thể trong bản mô tả này, sẽ rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này khi xem xét phần mô tả nêu trên.

Danh mục số chỉ dẫn

Mục	2 chữ số cuối
dụng cụ	00
nguồn chất lỏng chung	01
đế nguyên khối	02
hàn gắn bằng nhiệt	03
bệ nhô	05
đường dẫn chất lỏng độc lập	10
màng thứ nhất	12
màng thứ hai	14
buồng mẫu	20
buồng thử nghiệm	21
ống dẫn vào	22
đầu cuối ống dẫn vào	23
ngăn khí nén	30
buồng không khí	31
ống dẫn khí nén	32
đầu cuối ngăn khí nén	33
buồng dạng côn kép	40
cửa vào dạng côn	41
cửa ra dạng côn	42
điểm trung tâm của buồng dạng côn kép	43
đường biên uốn cong thứ nhất	44
đường biên uốn cong thứ hai	45
điểm giữa đường biên uốn cong thứ nhất	46
điểm giữa đường biên uốn cong thứ hai	47
chiều lớn nhất	48
không khí	50
chỗ lõm	52
mẫu lỏng	60
mặt khum	61
mặt trước dẫn đầu	62
nút đẩy	70
thân nút đẩy	71
nắp nút đẩy	72
gờ nổi nắp nút đẩy	73
khoang bên trong nắp nút đẩy	74
các chất phản ứng đã được làm khô	75
bề mặt đáy của nút đẩy	76

khe hở trung tâm	77
thành bên khe hở trung tâm	78
đáy khe hở trung tâm	79
vành phẳng	80
bộ phận trộn từ tính	81
nam châm bên ngoài	82
mô tơ	83
bộ phận đã được gia nhiệt	84
độ dày nút đậy	85
Góc ban đầu	86
đặc điểm nhô lên	87
đặc điểm lõm	88
chiều cao vai	92
vai	95
thể tích buồng thử nghiệm	96
vòng đỡ/vành nhô lên	97
khe hở trong đế nguyên khối đối với nút đậy	98

YÊU CẦU BẢO HỘ

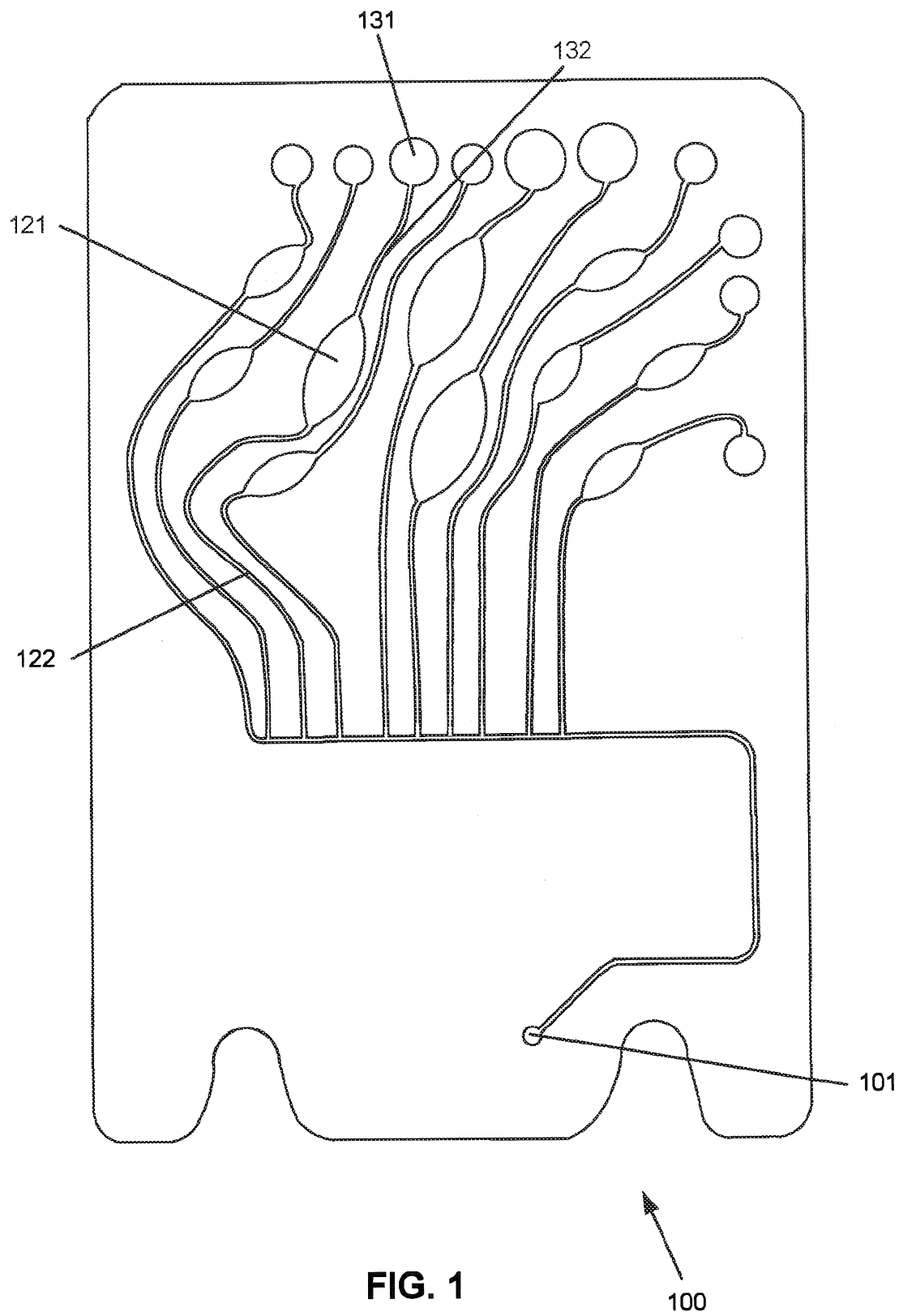
1. Nút đẩy bao gồm:
Thân có bề mặt đáy;
Khe hở trung tâm trong thân;
Chất phản ứng đã được làm khô trên bề mặt đáy, trong đó thân được tạo ra từ vật liệu có thể truyền được bước sóng kích thích và bước sóng phát xạ trong ít nhất một trong số phổ màu đỏ, phổ màu xanh lam và phổ màu xanh lục; và
Khoang ở bề mặt đáy trong đó chất phản ứng đã được làm khô trên bề mặt đáy là ở trong khoang.
2. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó chiều rộng của khe hở trung tâm rộng hơn phần của bề mặt đáy chứa chất phản ứng đã được làm khô.
3. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó nút đẩy này còn bao gồm độ dày nút đẩy giữa đáy khe hở trung tâm và đáy của thân của nút đẩy trong đó độ sâu của khoang nhỏ hơn 90% độ dày nút đẩy.
4. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó nút đẩy này còn bao gồm độ dày nút đẩy giữa đáy khe hở trung tâm và đáy của thân của nút đẩy trong đó độ sâu của khoang nhỏ hơn 70% độ dày nút đẩy.
5. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó nút đẩy này còn bao gồm độ dày nút đẩy giữa đáy khe hở trung tâm và đáy của thân của nút đẩy trong đó độ sâu của khoang nhỏ hơn 50% độ dày nút đẩy.
6. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó nút đẩy này còn bao gồm vành trên bề mặt đáy của nút đẩy từ mép ngoài của thân của nút đẩy đến chu vi của khoang.
7. Nút đẩy theo điểm 6, trong đó vành bao quanh hoàn toàn chu vi của khoang.
8. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó khoang còn bao gồm chu vi trong bề mặt đáy trong đó góc ban đầu của khoang được đo từ chu vi so với bề mặt đáy và góc ban đầu là 60 độ hoặc nhỏ hơn.
9. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó khoang rộng hơn khe hở trung tâm của thân của nút đẩy.
10. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó khe hở trung tâm của thân của nút đẩy rộng hơn khoang.

11. Nút đẩy theo điểm 1, trong đó bề mặt đáy của thân của nút đẩy còn bao gồm diện tích được giới hạn trên bề mặt đáy của thân của nút đẩy trong đó chất phản ứng đã được làm khô nằm trong diện tích được giới hạn.
12. Nút đẩy theo điểm 11, trong đó diện tích được giới hạn trên bề mặt đáy của nút đẩy được tạo ra bởi đặc điểm trên bề mặt đáy của thân của nút đẩy.
13. Nút đẩy theo điểm 12, trong đó đặc điểm này là nhô lên phía trên bề mặt đáy của nút đẩy hoặc lõm vào trong bề mặt đáy của nút đẩy.
14. Nút đẩy theo điểm 12, trong đó đặc điểm này có mặt cắt ngang cong hoặc mặt cắt ngang hình chữ nhật.
15. Nút đẩy theo điểm 11, trong đó chiều rộng của diện tích được giới hạn lớn hơn chiều rộng của khe hở trung tâm của thân, chiều rộng của diện tích được giới hạn nhỏ hơn chiều rộng của khe hở trung tâm của thân, hoặc chiều rộng của diện tích được giới hạn bằng khoảng giống như chiều rộng của khe hở trung tâm của thân.
16. Nút đẩy theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1-15, trong đó nút đẩy có lớp hoàn thiện được đánh bóng hoặc nhẵn tạo điều kiện thuận lợi cho việc truyền bước sóng kích thích và bước sóng phát xạ.
17. Nút đẩy theo điểm 16, trong đó nút đẩy này còn bao gồm gờ nổi trên thân của nút đẩy xung quanh khe hở trung tâm trong thân của nút đẩy.
18. Nút đẩy theo điểm 16, trong đó chất phản ứng đã được làm khô được chọn từ nhóm bao gồm chất phản ứng tổng hợp axit nucleic, chất phản ứng tổng hợp peptit, chất phản ứng tổng hợp polyme, axit nucleic, nucleotit, bazơ nitơ, nucleosit, peptit, axit amin, monome, chất phản ứng phát hiện, chất xúc tác hoặc kết hợp của chúng.
19. Nút đẩy theo điểm 16, trong đó chất phản ứng đã được làm khô là màng liên tục dính vào bề mặt đáy của nút đẩy.
20. Nút đẩy theo điểm 16, trong đó chất phản ứng đã được làm khô là chất phản ứng được làm đông khô.
21. Nút đẩy theo điểm 16, trong đó chất phản ứng đã được làm khô bao gồm nhiều giọt nhỏ dính vào bề mặt đáy của nút đẩy.
22. Buồng thử nghiệm, bao gồm:

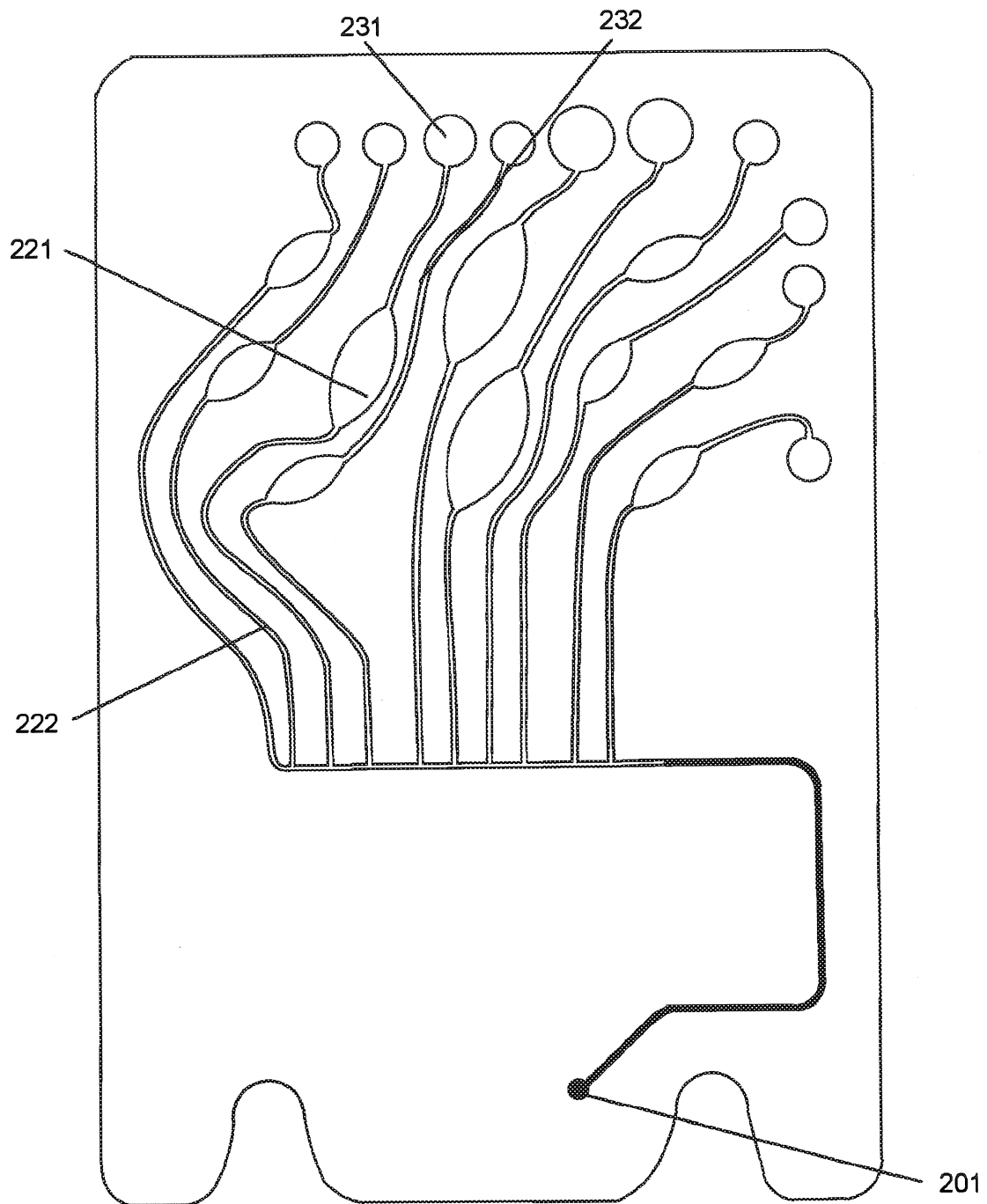
- a. cửa vào dạng côn;
 - b. cửa ra dạng côn;
 - c. nút đẩy bao gồm bề mặt đáy và khe hở trung tâm trong thân, khoang ở bề mặt đáy trong đó thân được tạo ra từ vật liệu có thể truyền được bước sóng kích thích và bước sóng phát xạ trong ít nhất một trong số phổ cực tím, phổ màu xanh lam, phổ màu xanh lục và phổ màu đỏ và ngoài ra trong đó chất phản ứng đã được làm khô trên bề mặt đáy là ở trong khoang;
 - d. hai đường biên uốn cong, trong đó mỗi đường biên uốn cong kéo dài từ cửa vào dạng côn đến cửa ra dạng côn sao cho cùng nhau, hai đường biên uốn cong và nút đẩy chứa đựng thể tích của buồng thử nghiệm; và
 - e. vai kéo dài từ mỗi đường biên uốn cong trong đó nút đẩy tiếp xúc với mỗi vai sao cho đường biên của buồng thử nghiệm được tạo ra bởi hai đường biên uốn cong, các vai kéo dài từ mỗi trong số hai đường biên uốn cong và nút đẩy.
23. Buồng thử nghiệm theo điểm 22, trong đó khoang trên nút đẩy được bố trí giữa mỗi trong số các vai.
24. Buồng thử nghiệm theo điểm 23, trong đó phần của các đường biên uốn cong hoặc của các vai được tạo hình để tuân theo chu vi của khoang.
25. Buồng thử nghiệm theo điểm 22, trong đó chất phản ứng đã được làm khô trên nút đẩy được bố trí giữa mỗi trong số các vai.
26. Buồng thử nghiệm theo điểm 22, trong đó phần phẳng của đáy của thân của nút đẩy tiếp xúc với các vai.
27. Buồng thử nghiệm theo điểm 22, trong đó chiều cao của mỗi trong số các vai được sử dụng để điều chỉnh thể tích của buồng thử nghiệm.
28. Buồng thử nghiệm theo điểm 27, trong đó chiều cao của mỗi trong số các vai là 100 micromet hoặc lớn hơn.
29. Buồng thử nghiệm theo điểm 27, trong đó chiều cao của mỗi trong số các vai không lớn hơn khoảng cách của hai đường biên uốn cong với nhau ở điểm gần cách lớn nhất.
30. Buồng thử nghiệm theo điểm bất kỳ trong số các điểm 22-29, trong đó các vai được tạo hình để duy trì đường biên uốn cong tổng thể của buồng thử nghiệm từ cửa vào dạng côn đến cửa ra dạng côn.

31. Buồng thử nghiệm theo điểm 22, trong đó hai đường biên uốn cong và các vai được tạo ra trong đế nguyên khối.
32. Buồng thử nghiệm theo điểm 31, trong đó buồng thử nghiệm này còn bao gồm màng được dính vào bề mặt của đế nguyên khối, trong đó màng tạo ra một thành của buồng thử nghiệm.
33. Buồng thử nghiệm theo điểm bất kỳ trong số các điểm 22-29 và 31-32, có nút đẩy như trong điểm 16.
34. Buồng thử nghiệm theo điểm 30, trong đó buồng thử nghiệm này có nút đẩy như trong điểm 16.

1 / 50



2 / 50



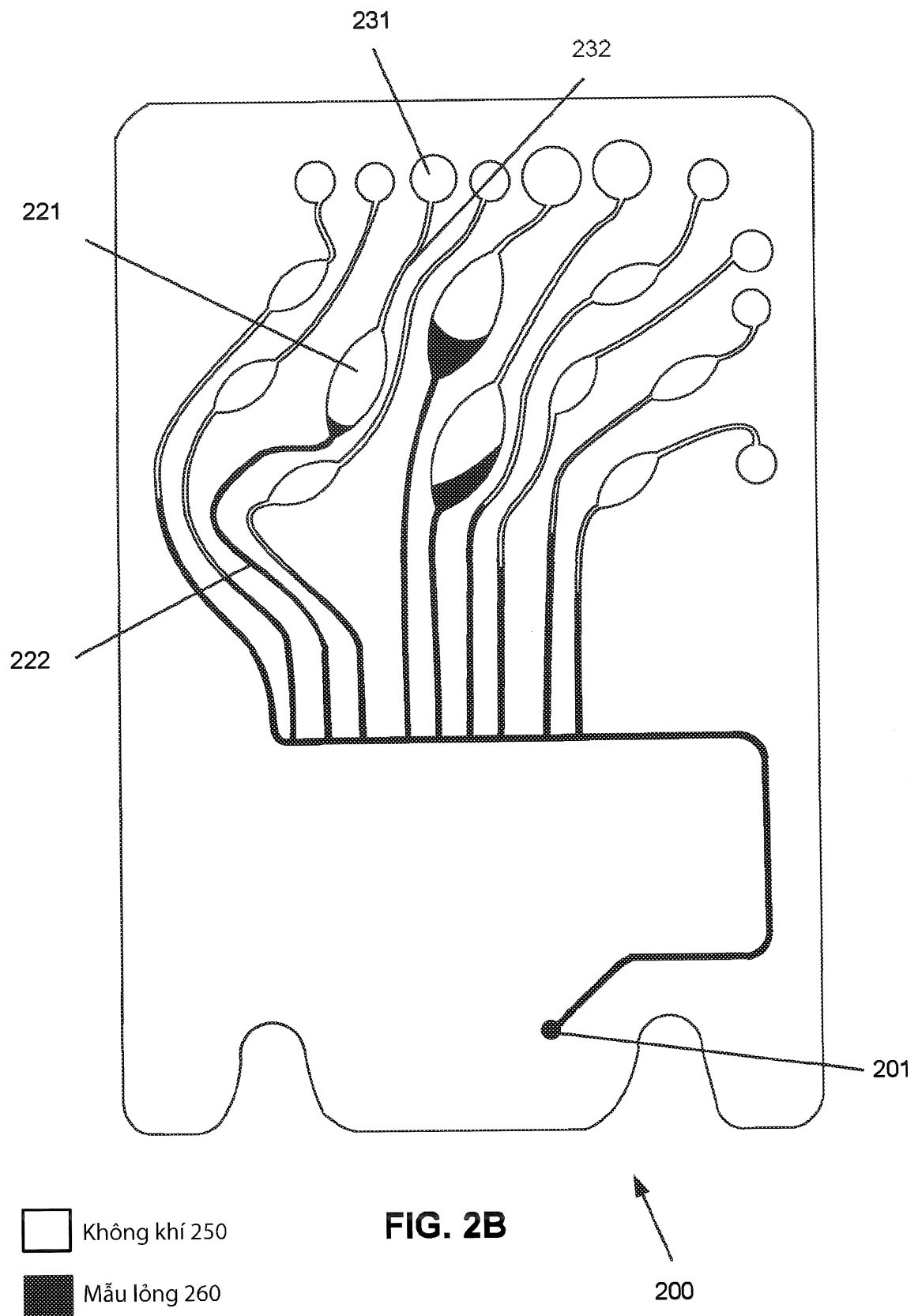
□ Không khí 250

■ Mẫu lỏng 260

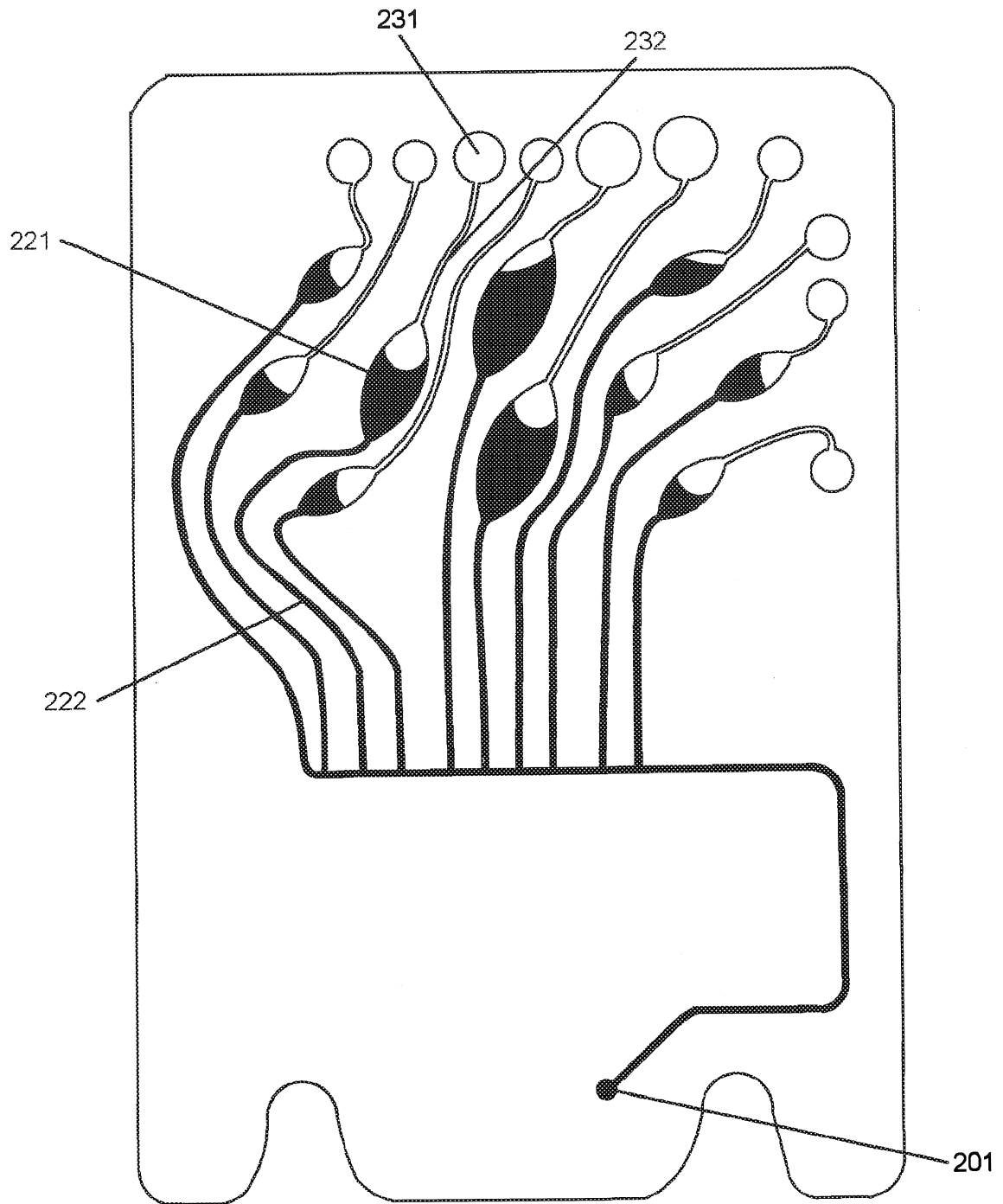
FIG. 2A

200

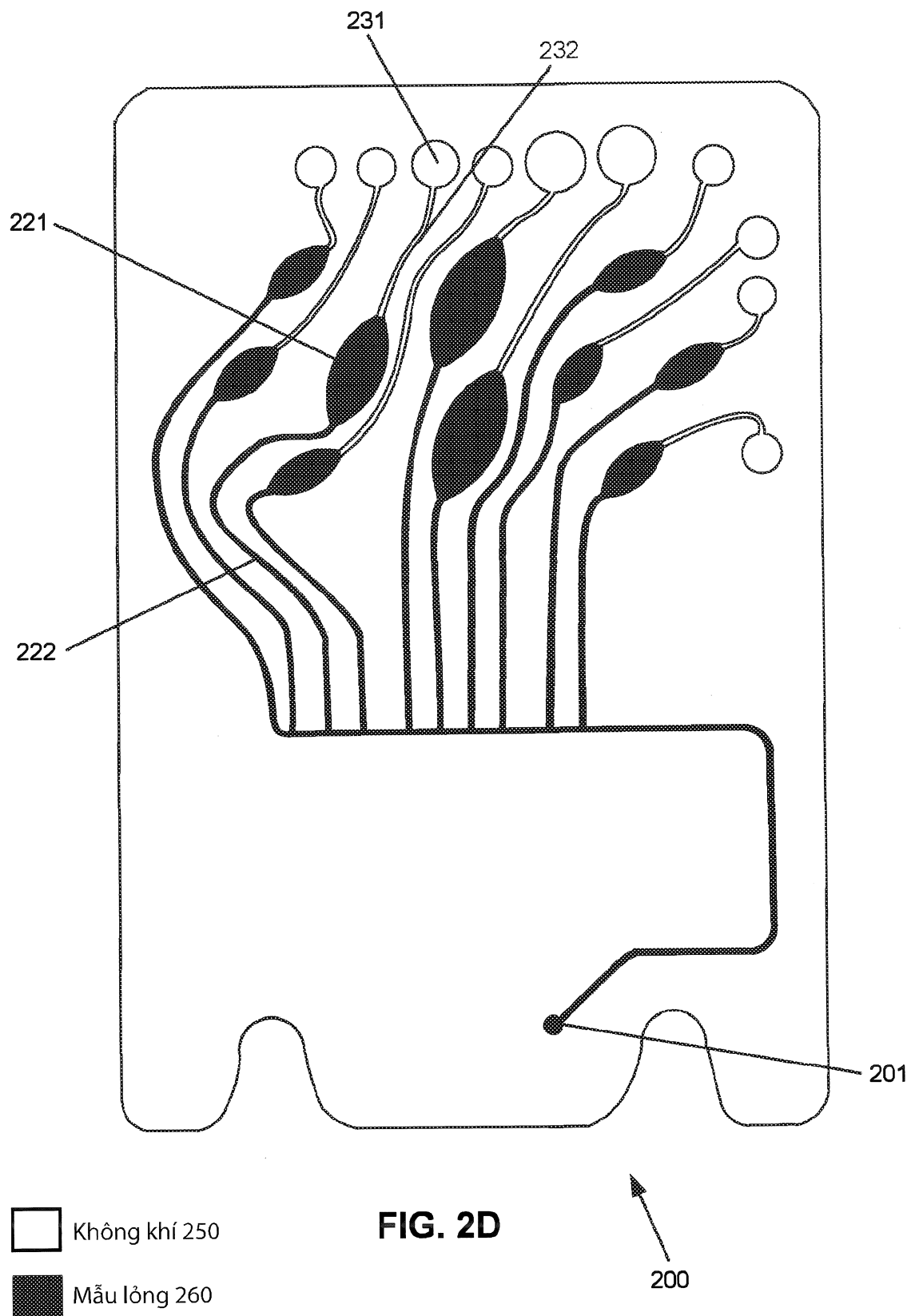
3 / 50



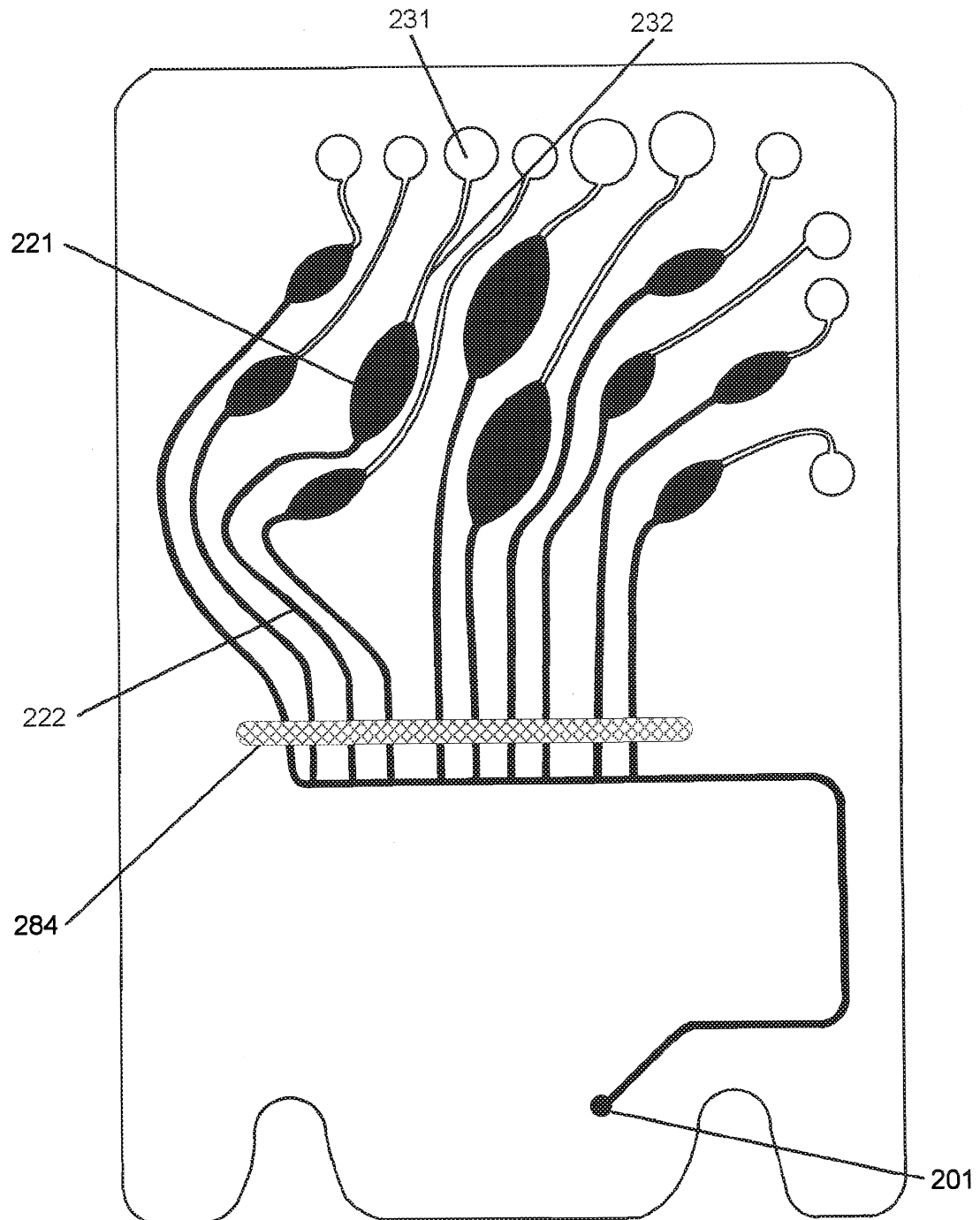
4 / 50

**FIG. 2C**

5 / 50



6 / 50



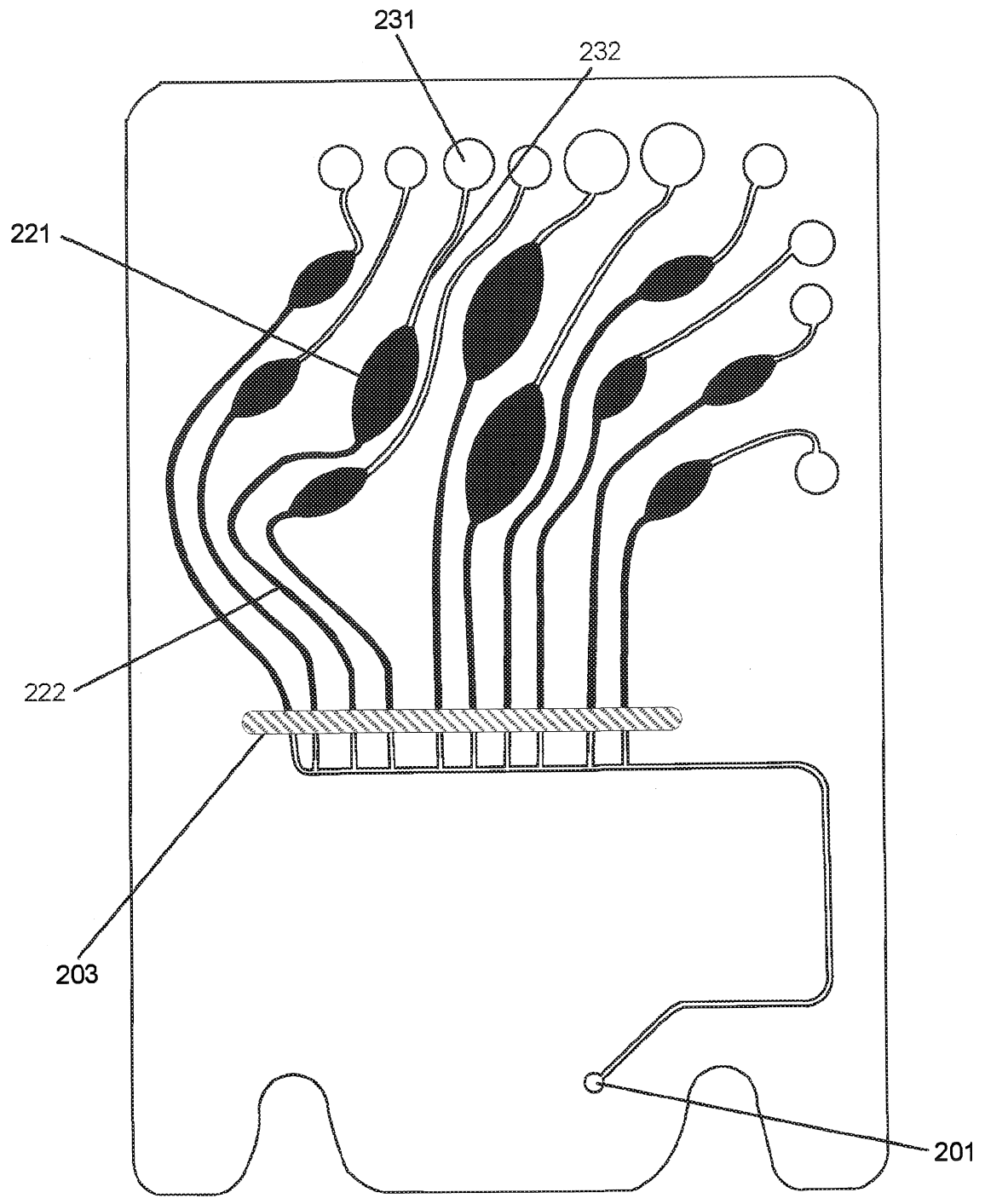
□ Không khí 250

■ Mẫu lỏng 260

FIG. 2E

200

7 / 50



□ Không khí 250

■ Mẫu lỏng 260

FIG. 2F

200

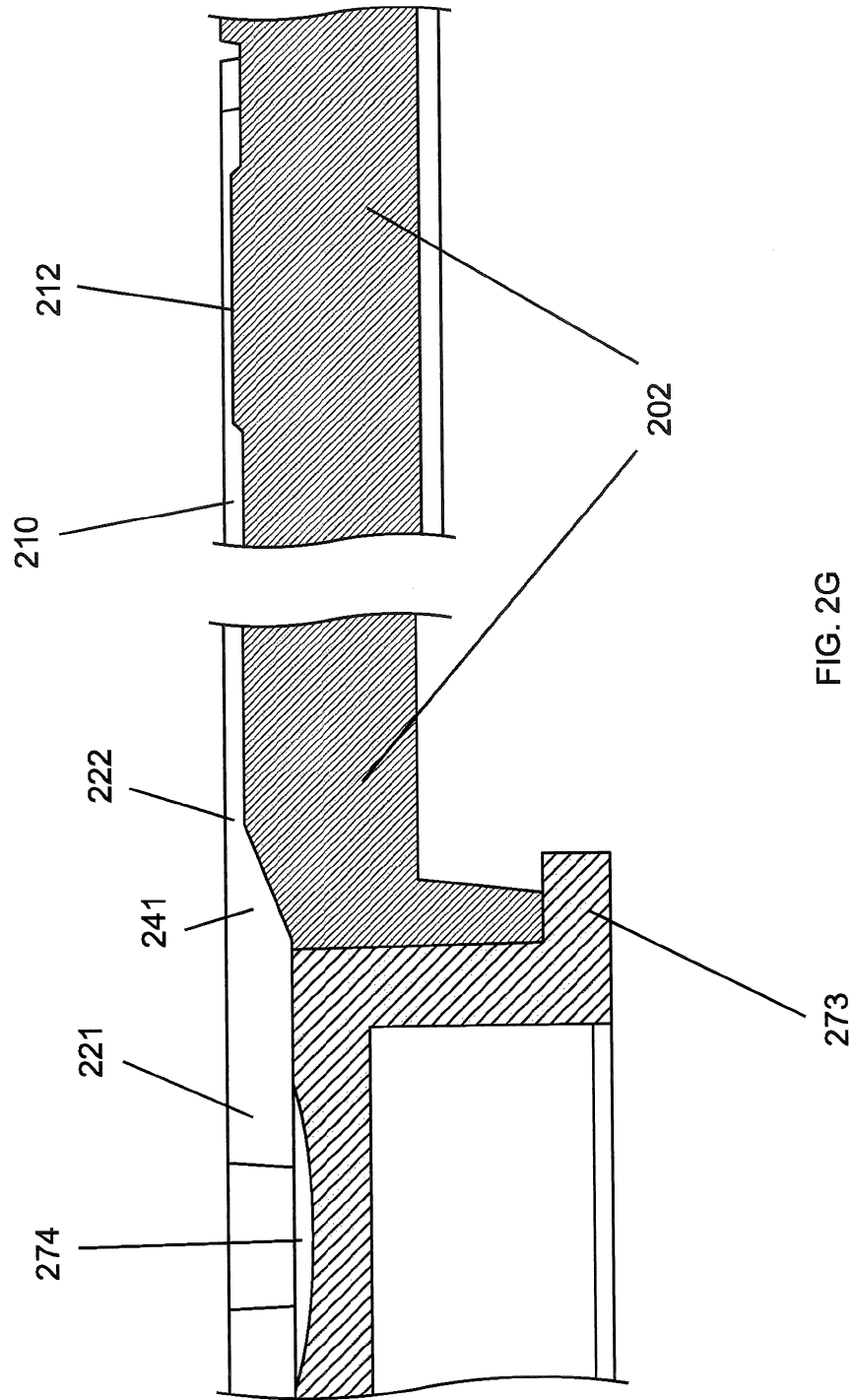


FIG. 2G

FIG. 2H

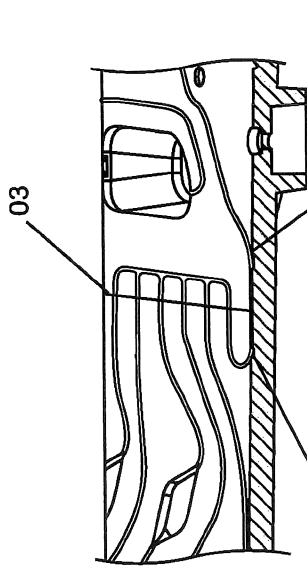


FIG. 2J

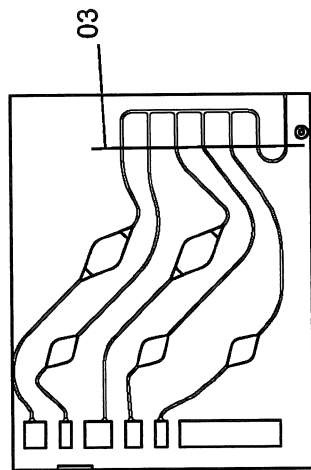


FIG. 2I

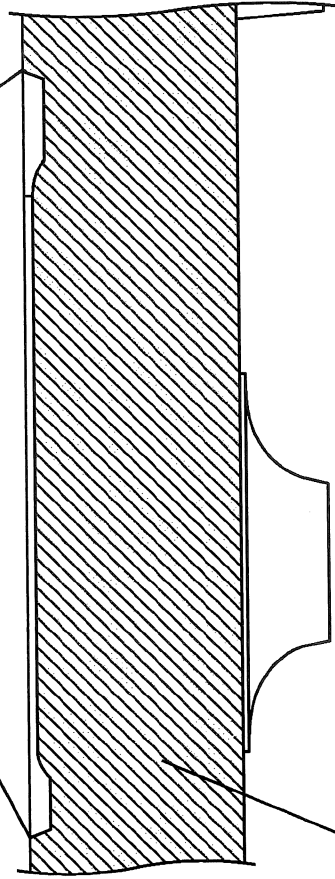
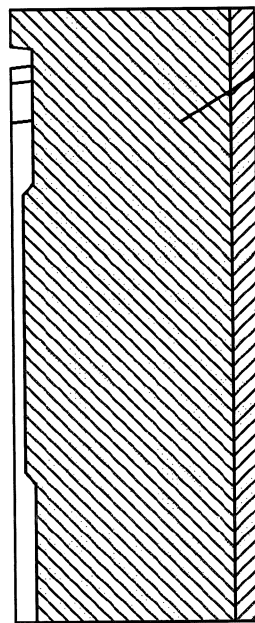
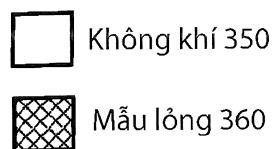
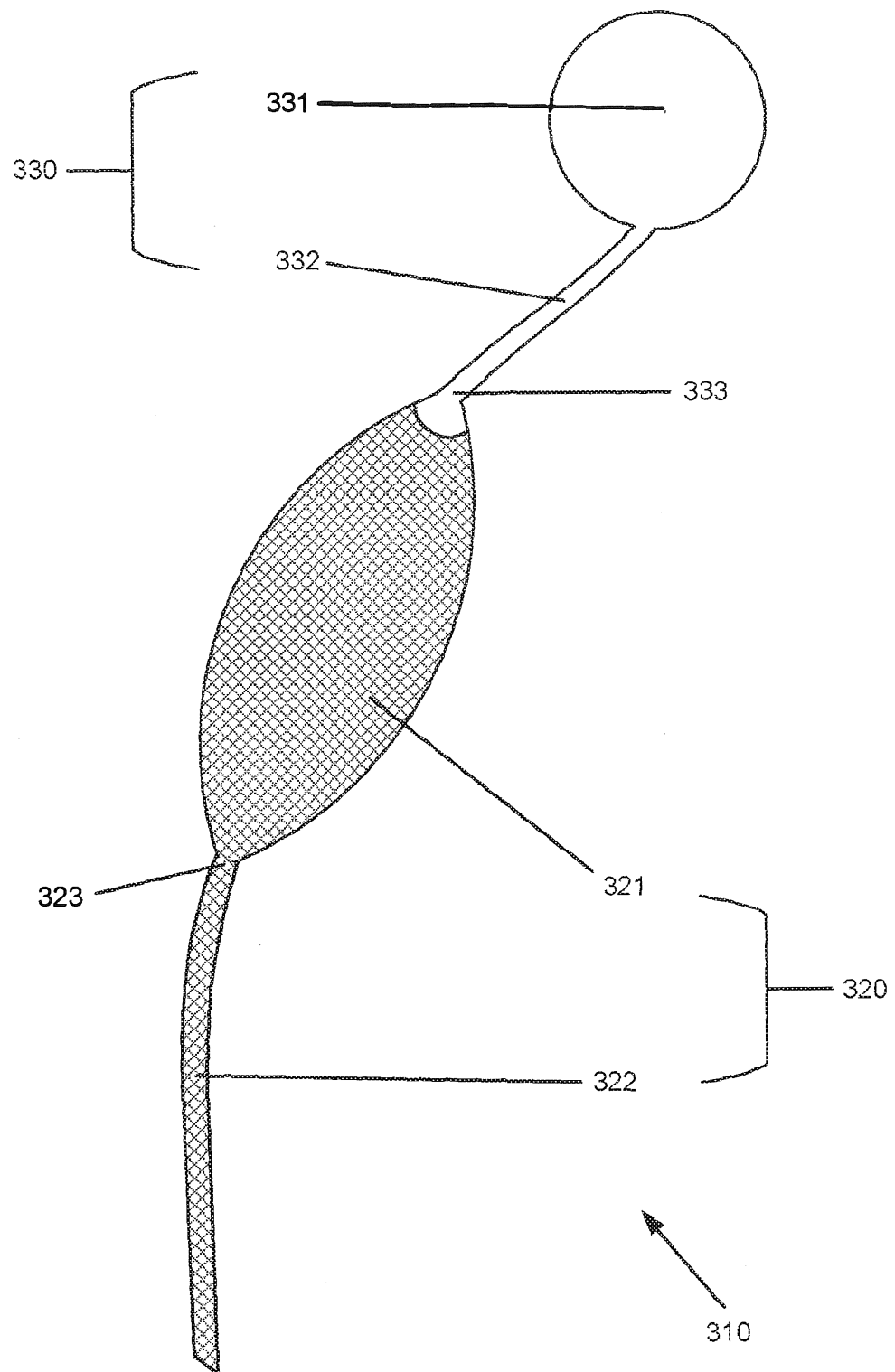


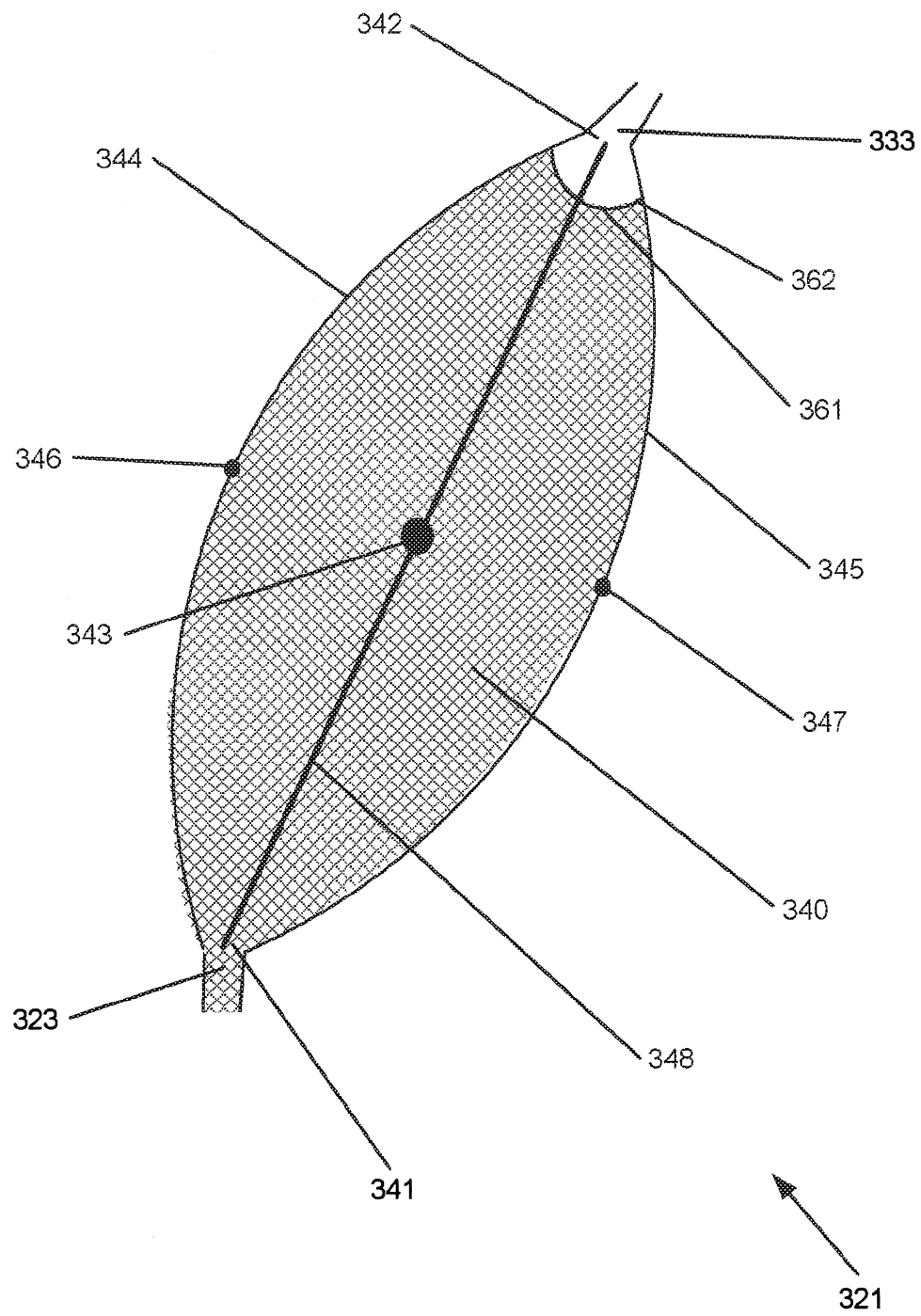
FIG. 2K



10 / 50

**FIG. 3A**

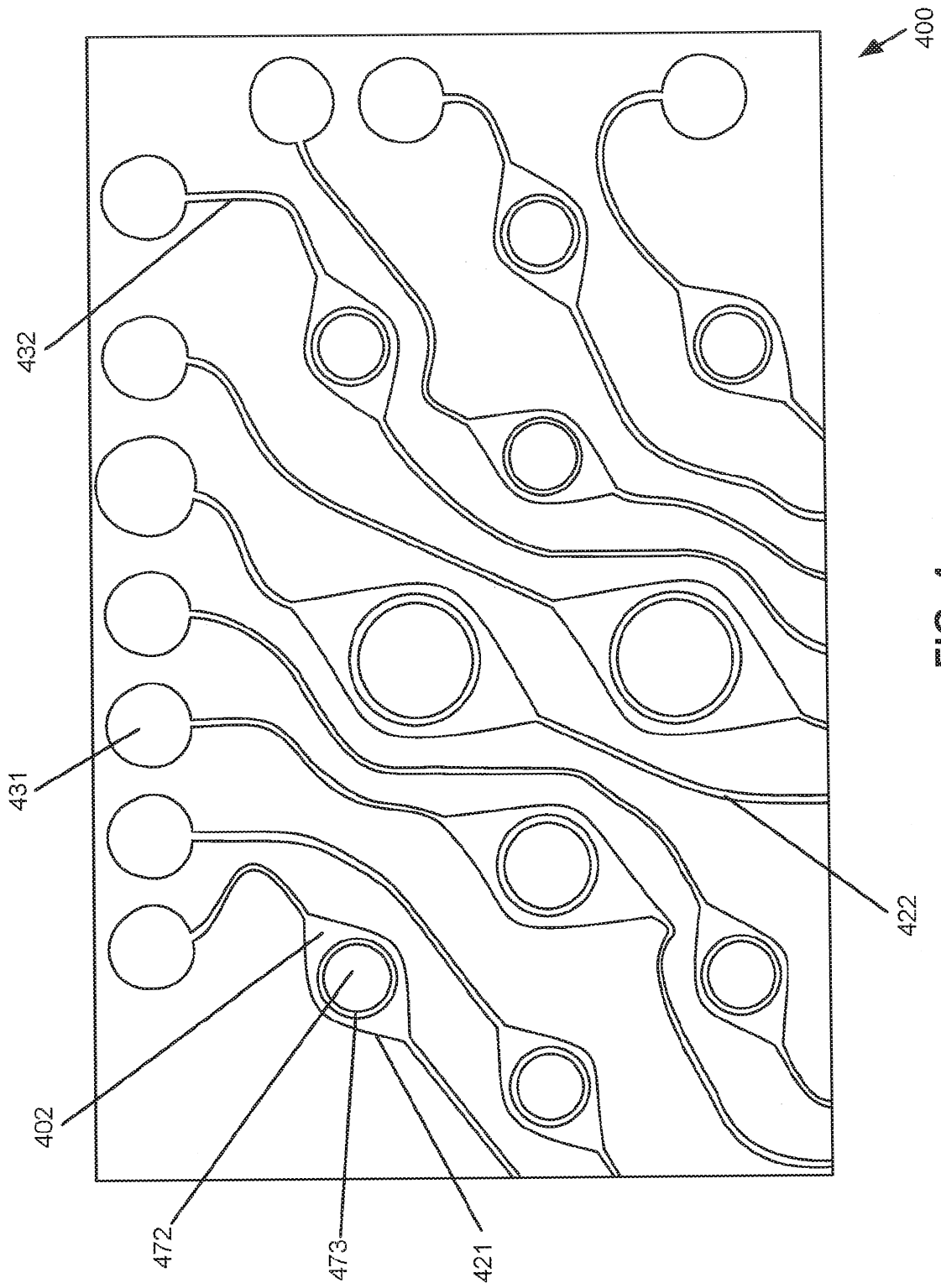
11 / 50

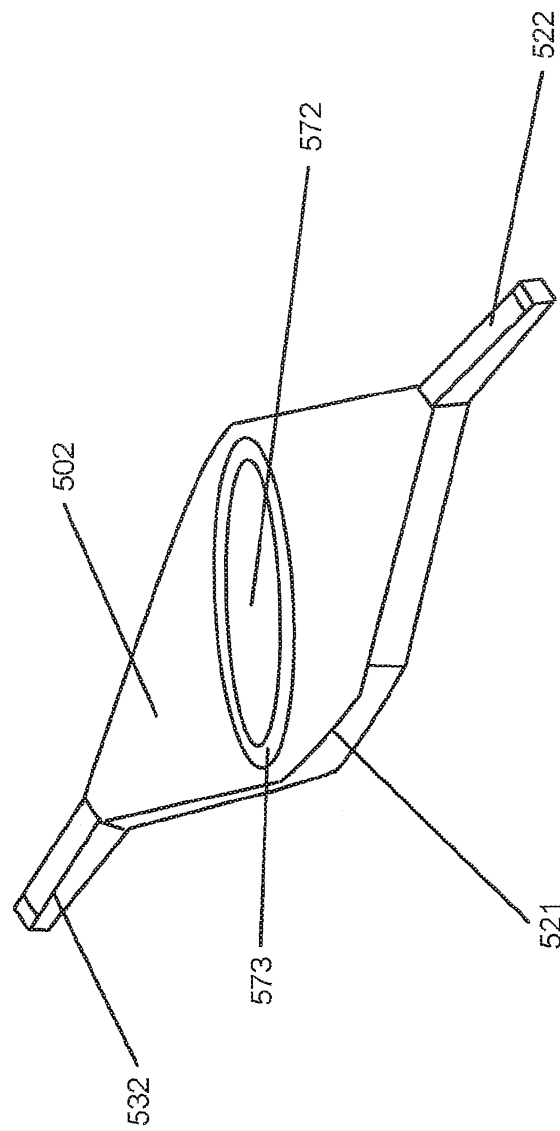


□ Không khí 350

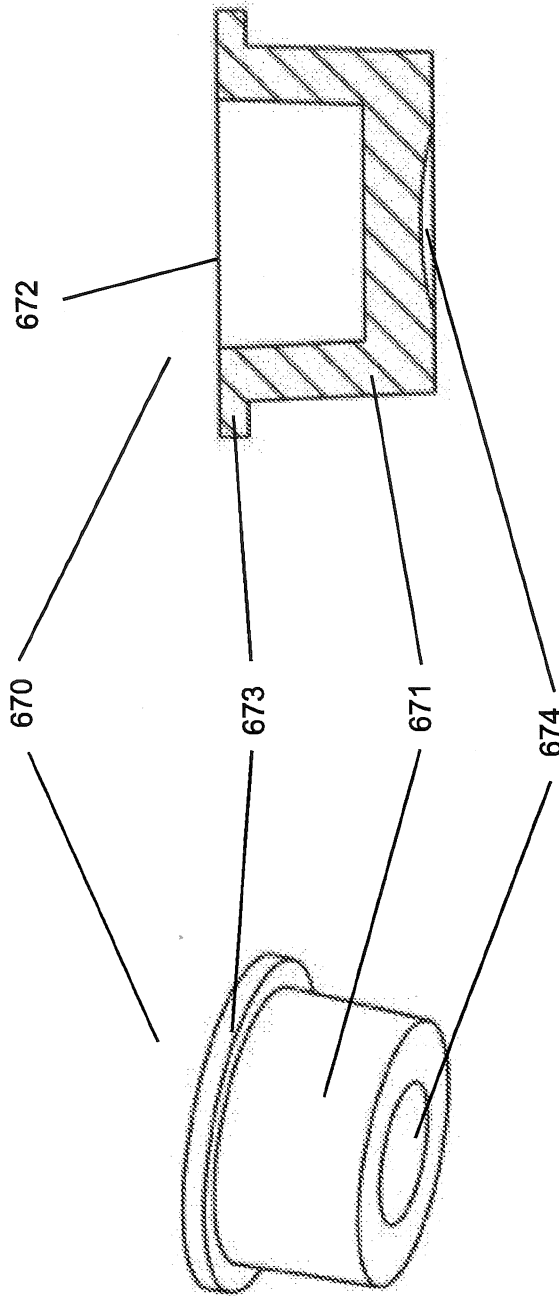
▨ Mẫu lỏng 360

FIG. 3B

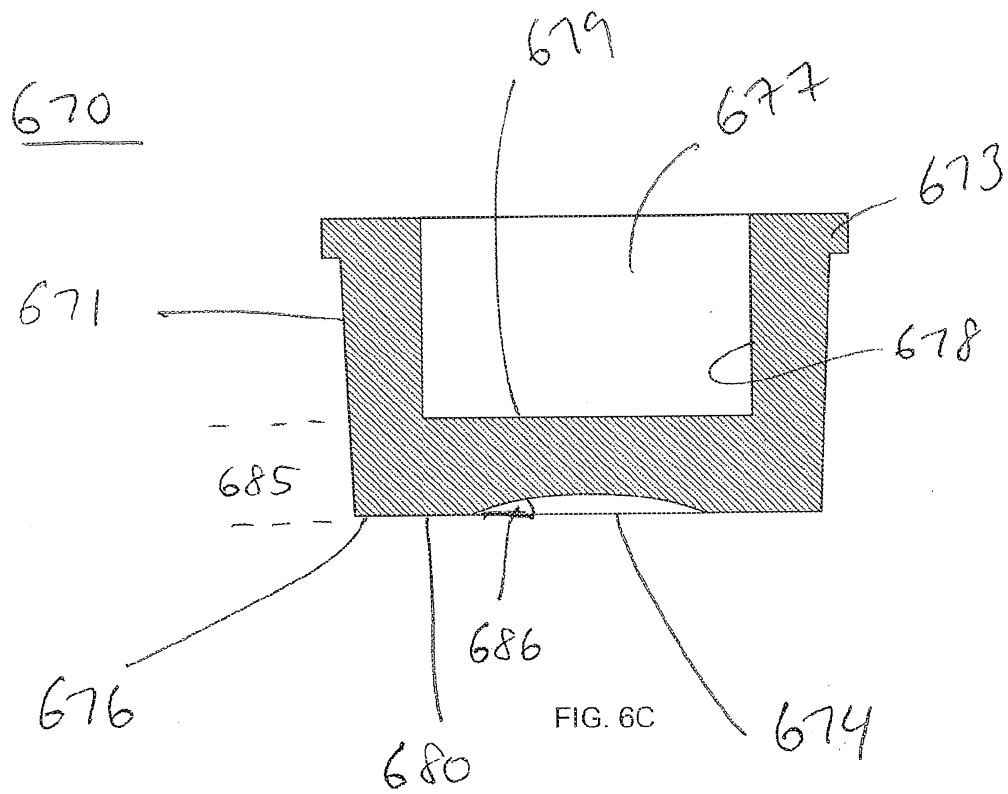




9
10
11
12
13



15 / 50



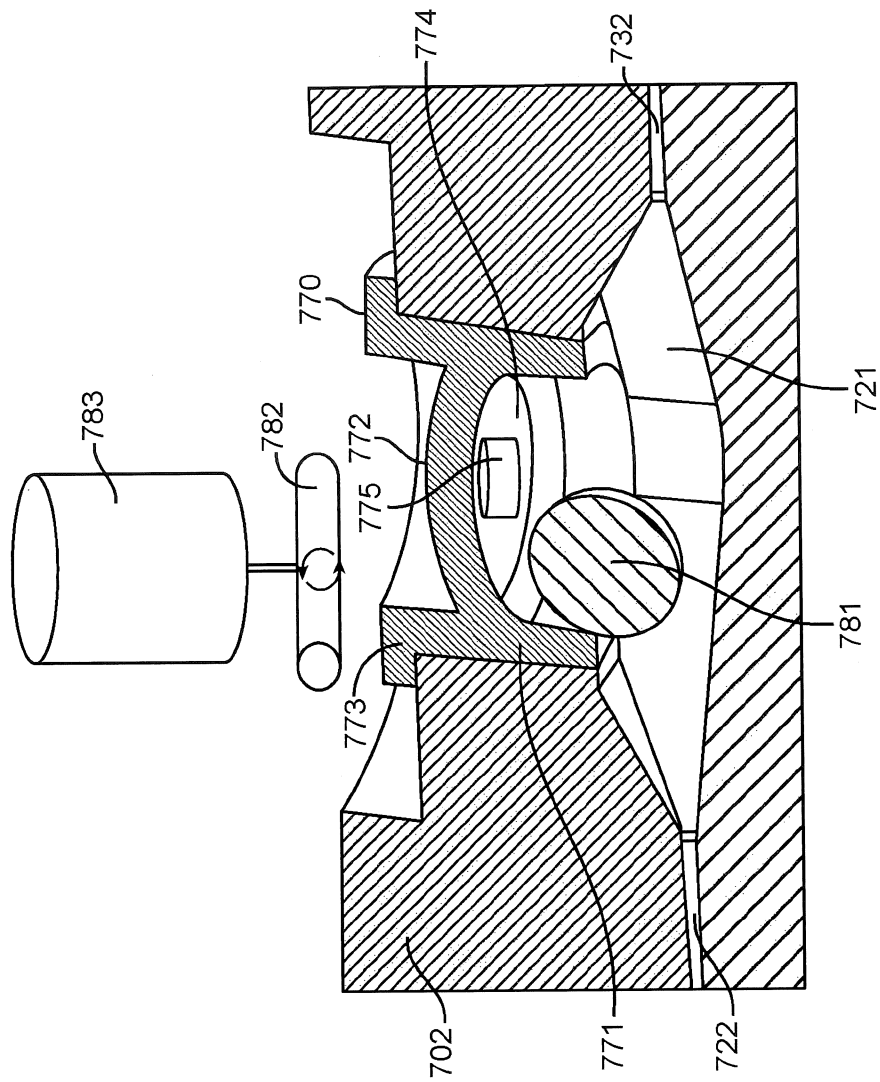


FIG. 7A

17 / 50

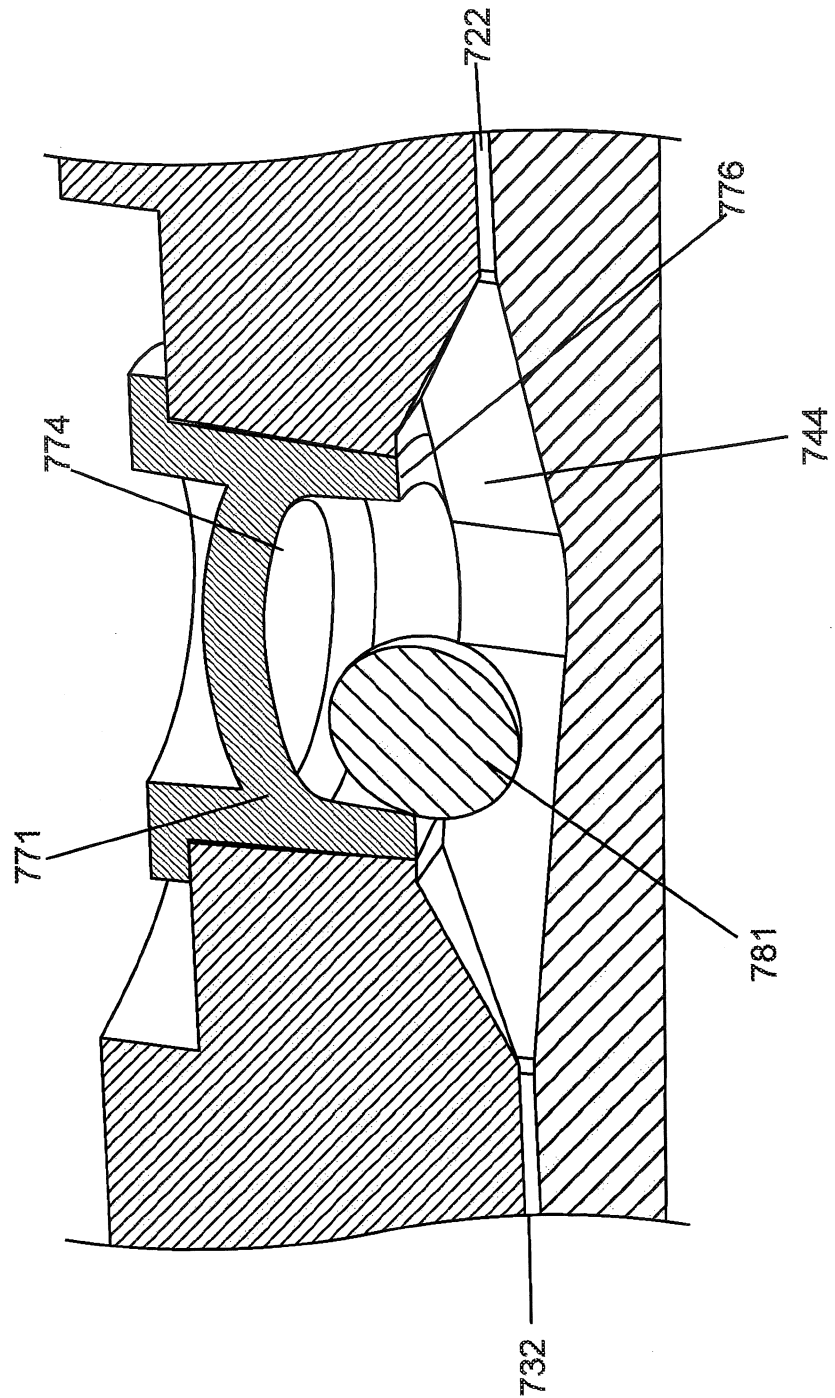


FIG. 7B

18 / 50

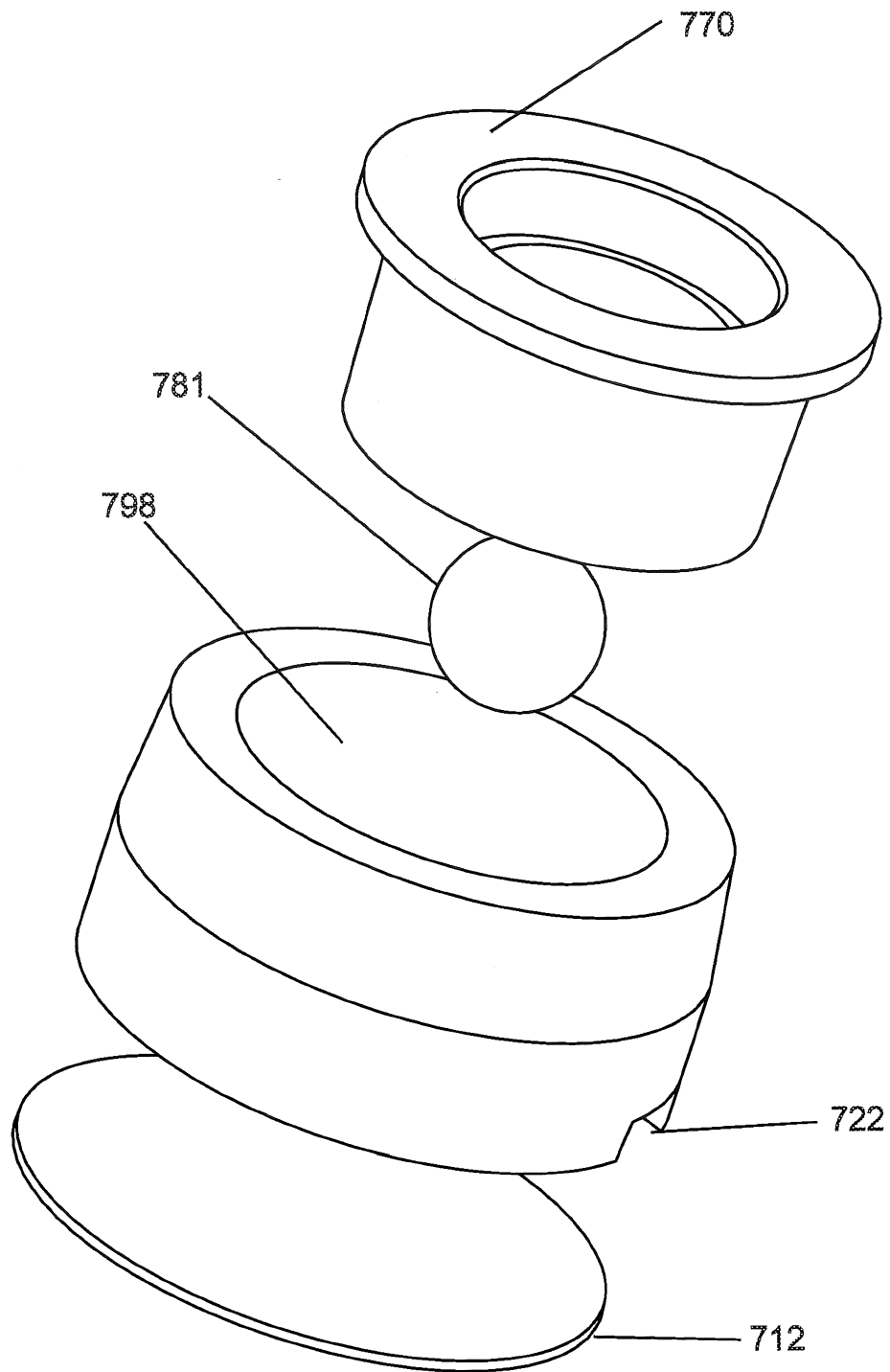


FIG. 7C

19 / 50

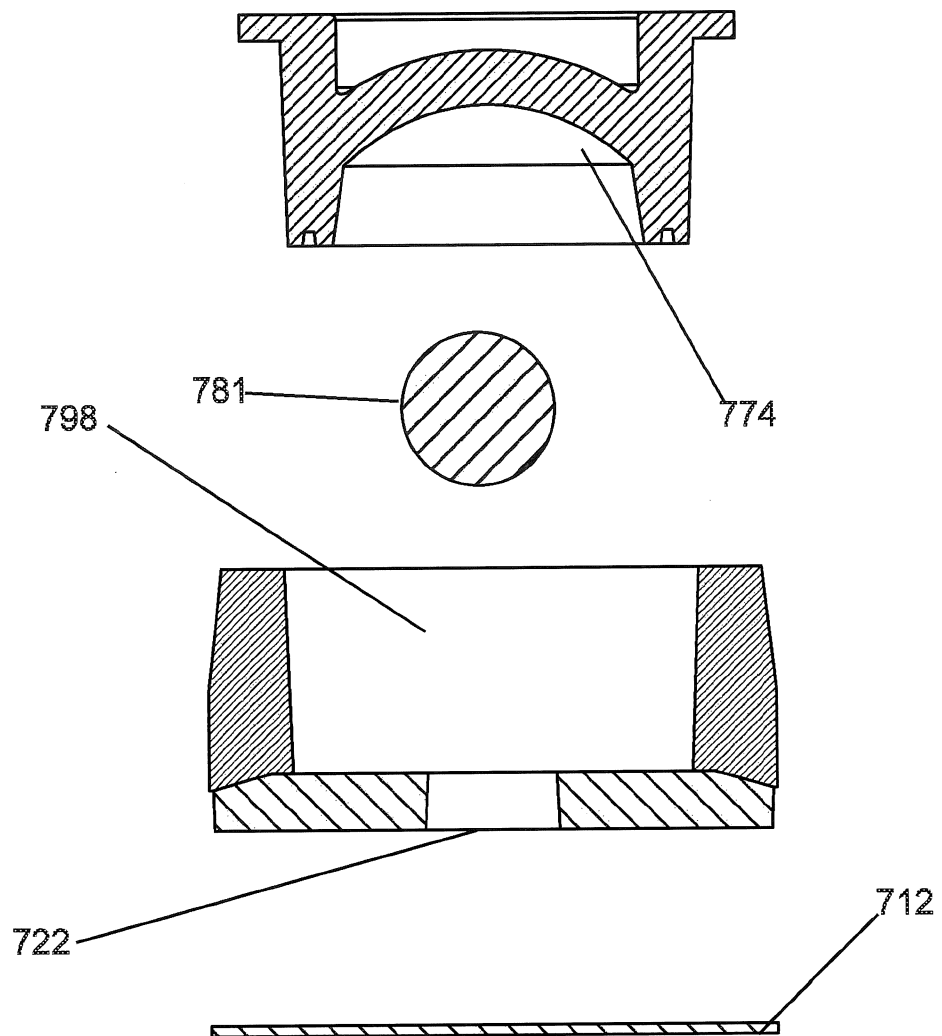


FIG. 7D

20 / 50

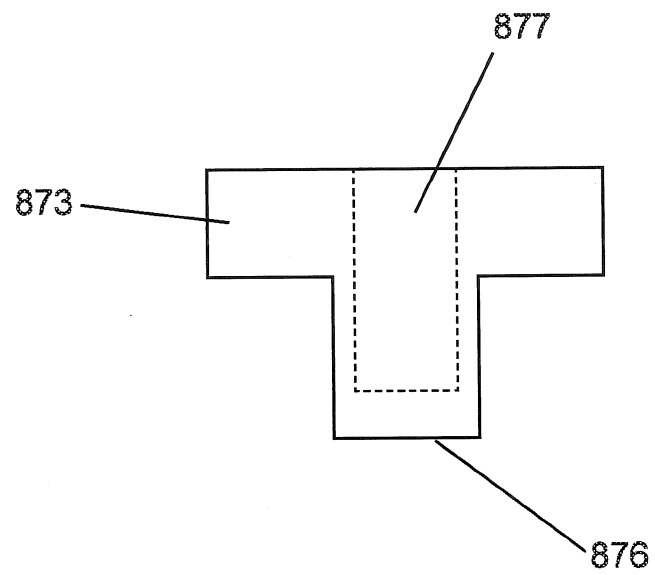


FIG. 8

21 / 50

FIG. 9A

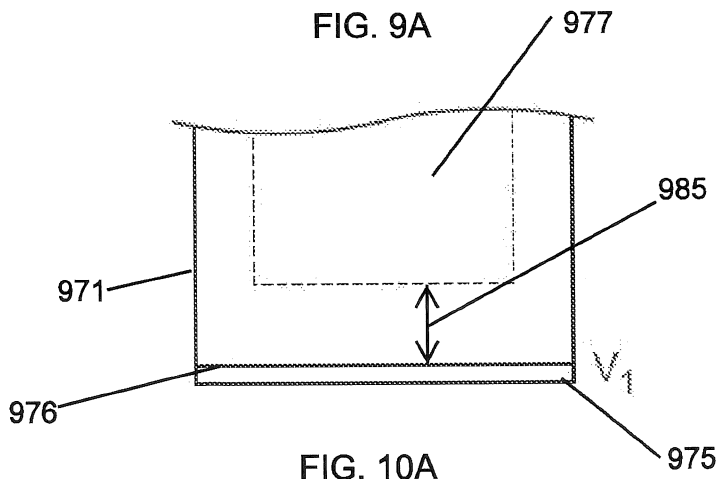


FIG. 10A

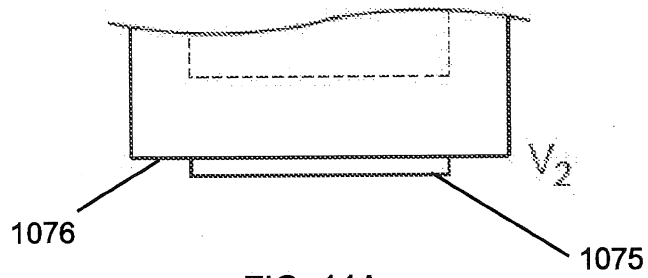


FIG. 11A

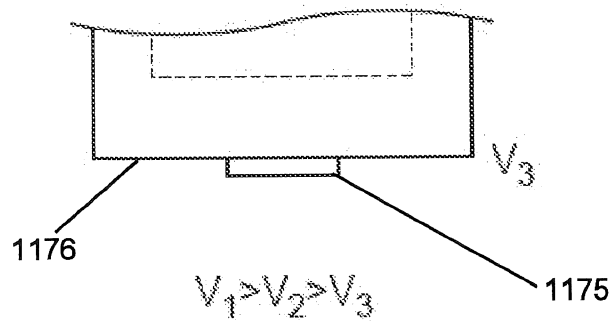


FIG. 9B

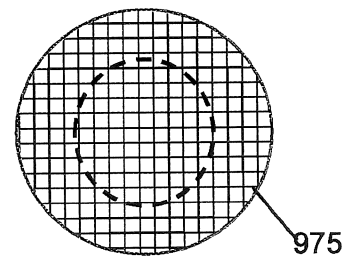


FIG. 10B

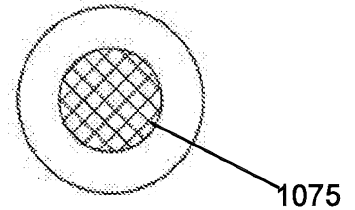
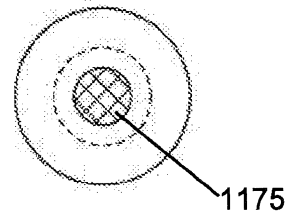


FIG. 11B



22 / 50

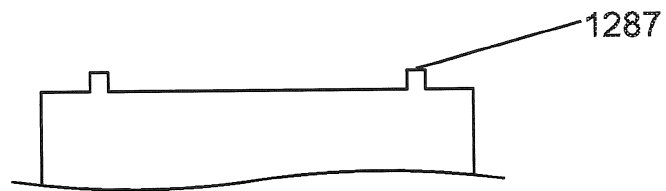


FIG. 12A

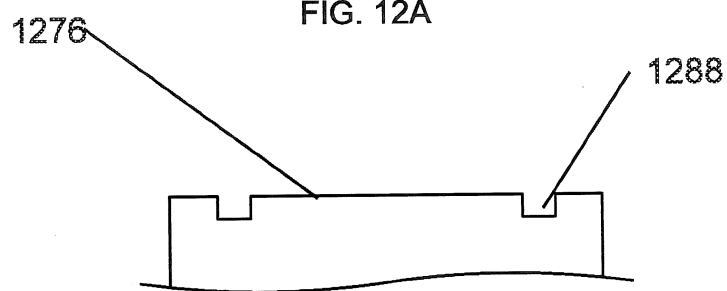


FIG. 12B

23 / 50

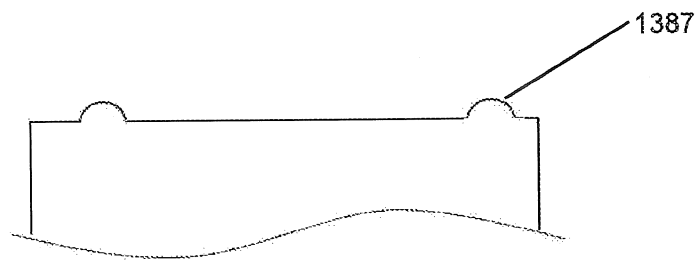


FIG. 13A

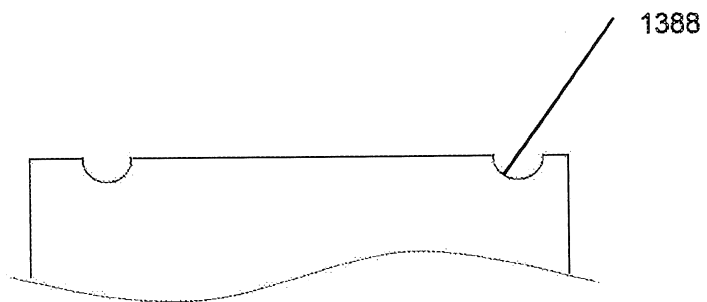


FIG. 13B

24 / 50

FIG. 14A

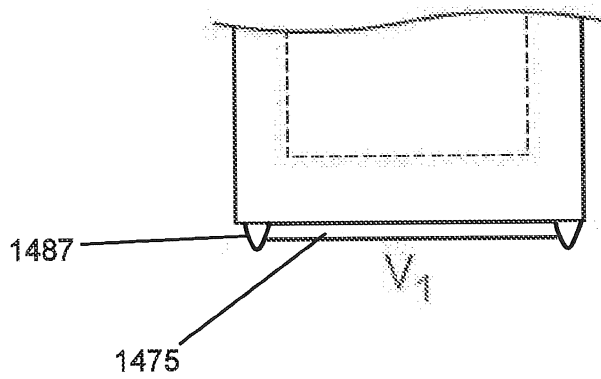


FIG. 14B

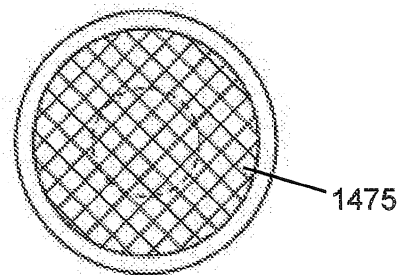


FIG. 15A

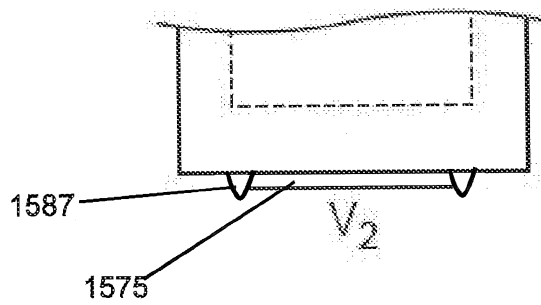


FIG. 15B

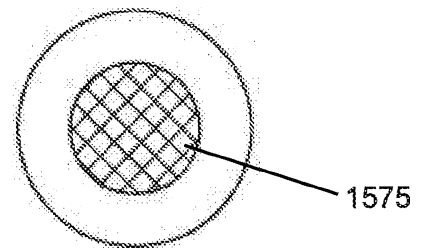


FIG. 16A

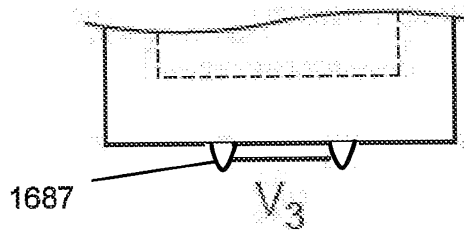
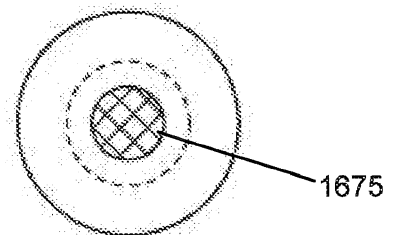
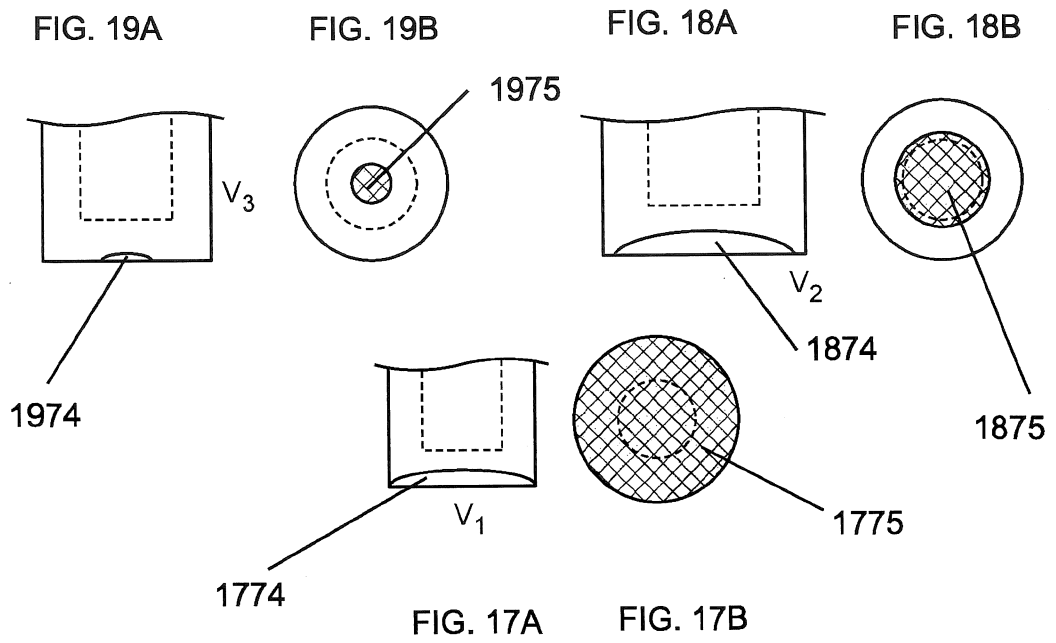


FIG. 16B



$$V_1 > V_2 > V_3$$



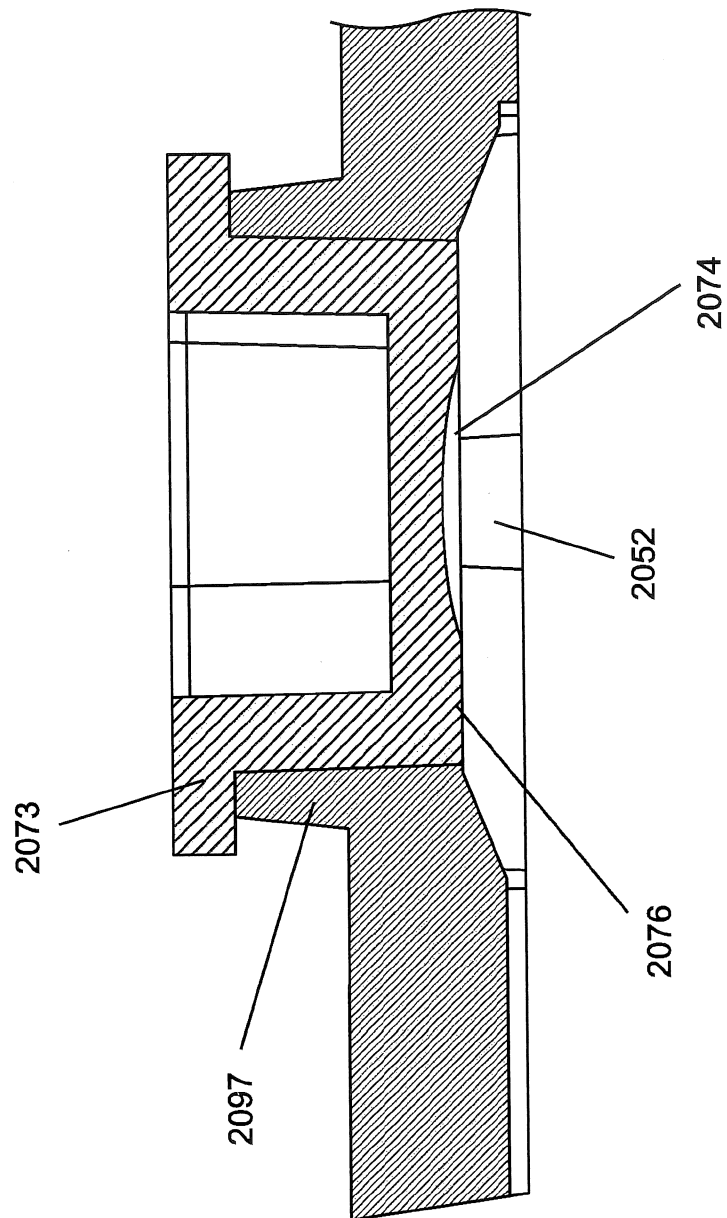
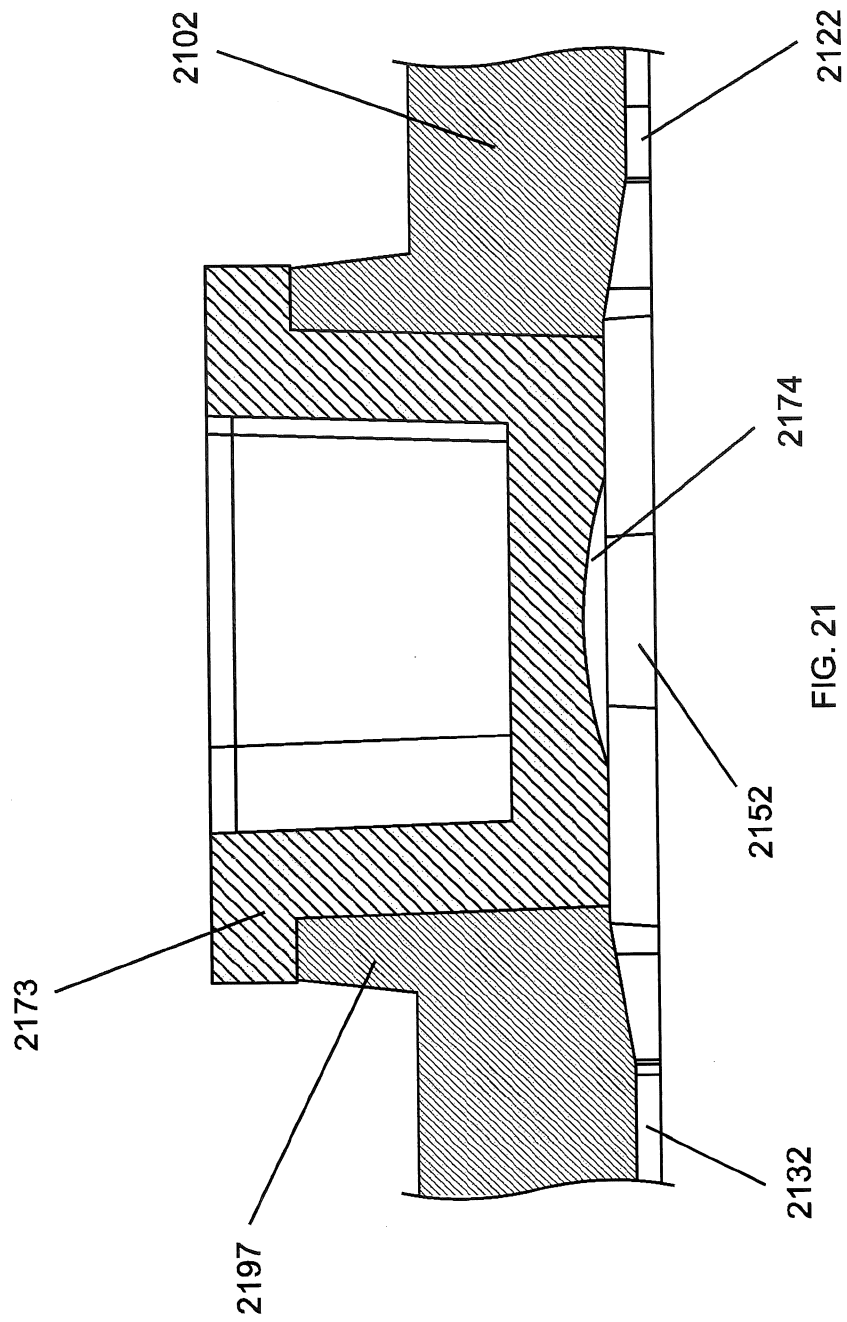


FIG. 20

27 / 50



28 / 50

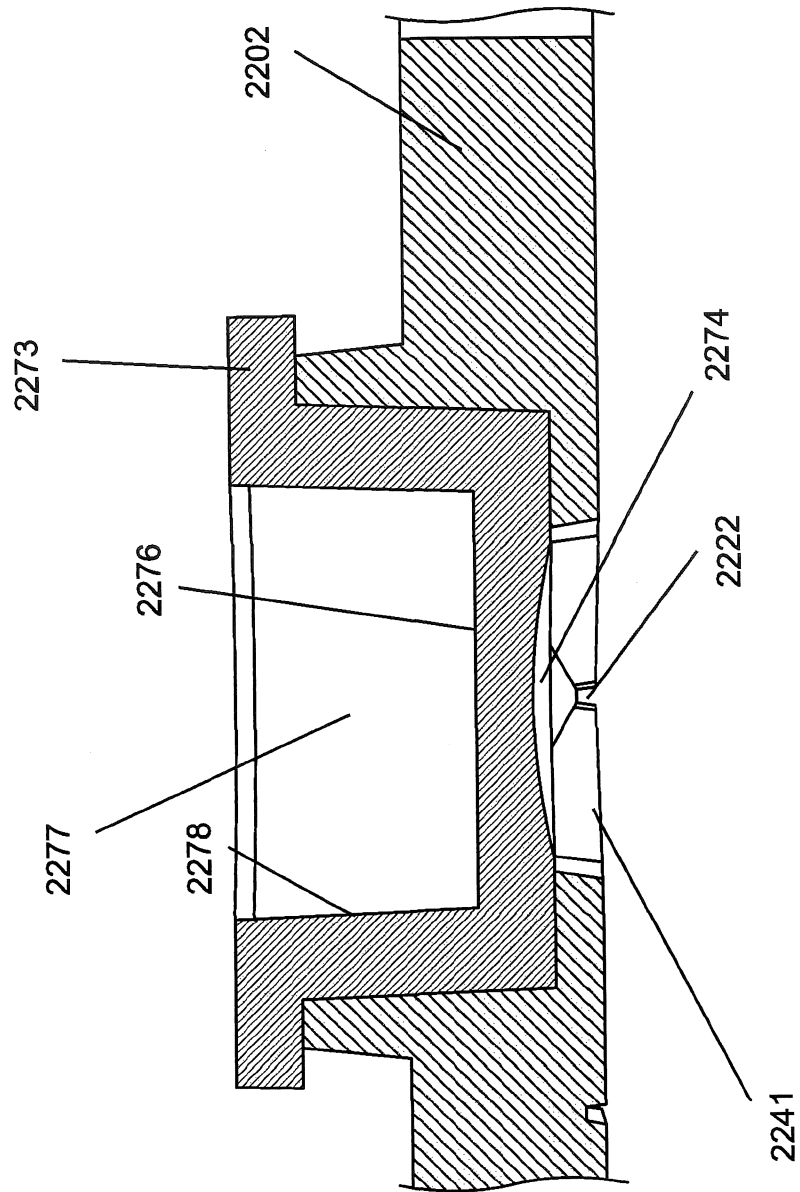


FIG. 22

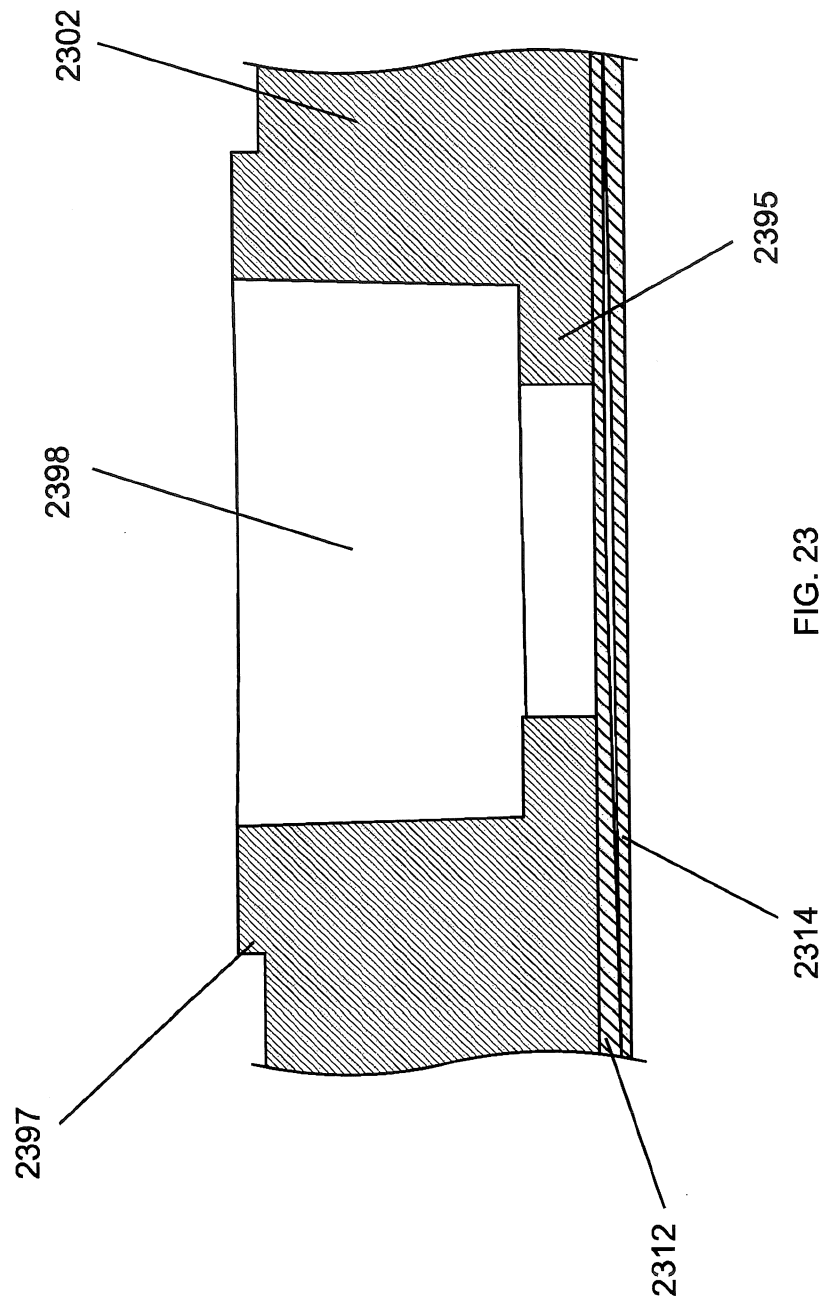
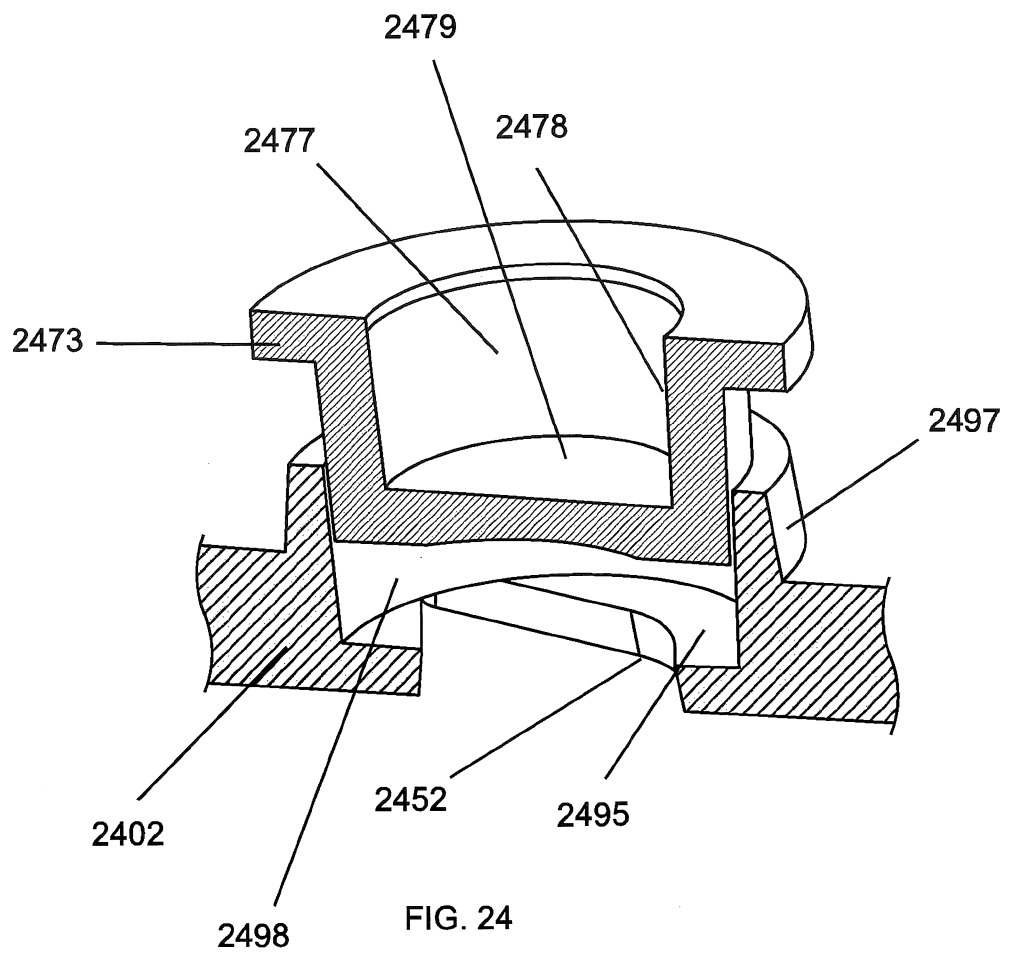


FIG. 23

30 / 50



31 / 50

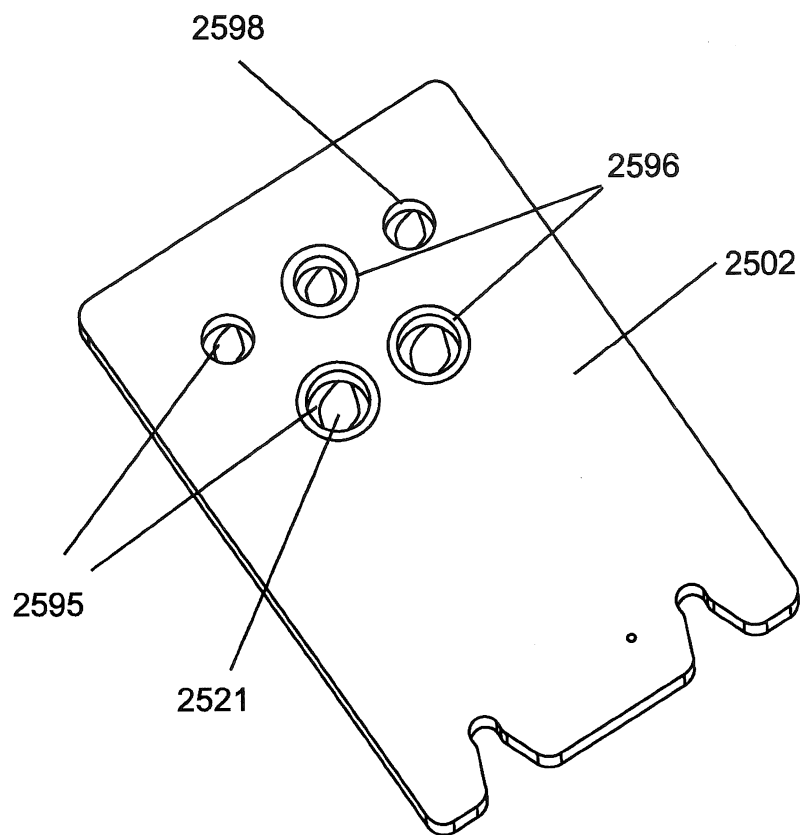


FIG. 25

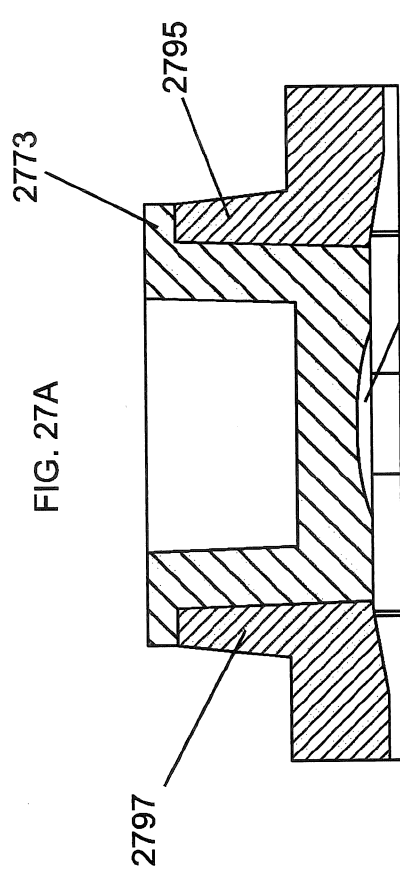


FIG. 27A

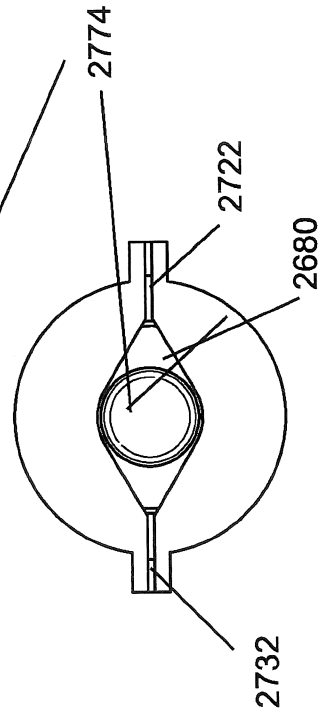


FIG. 27B

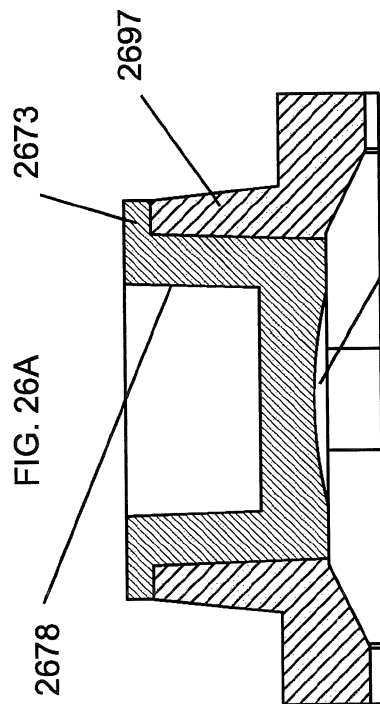


FIG. 26A

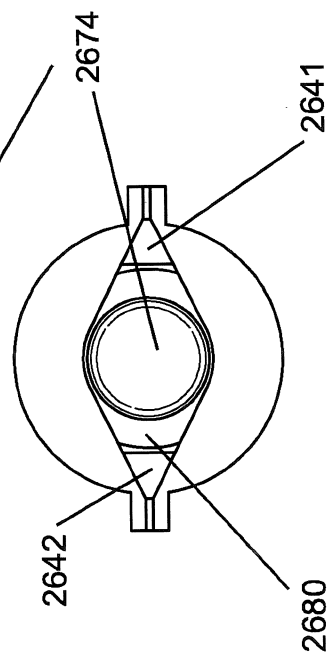


FIG. 26B

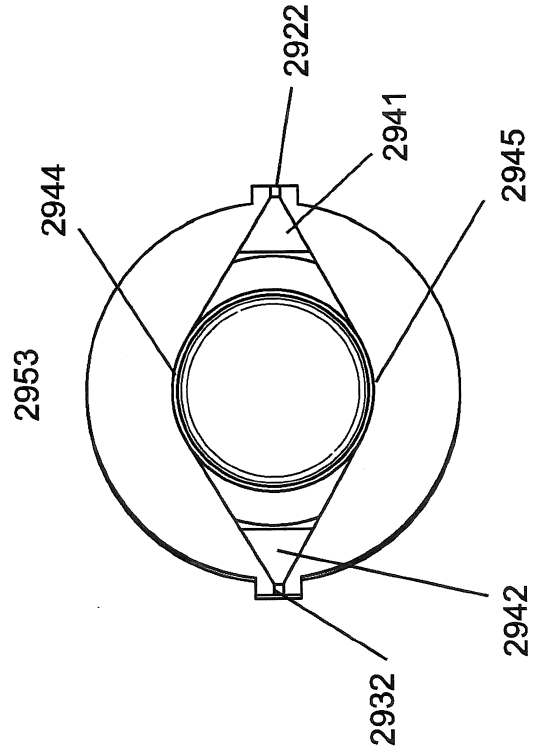
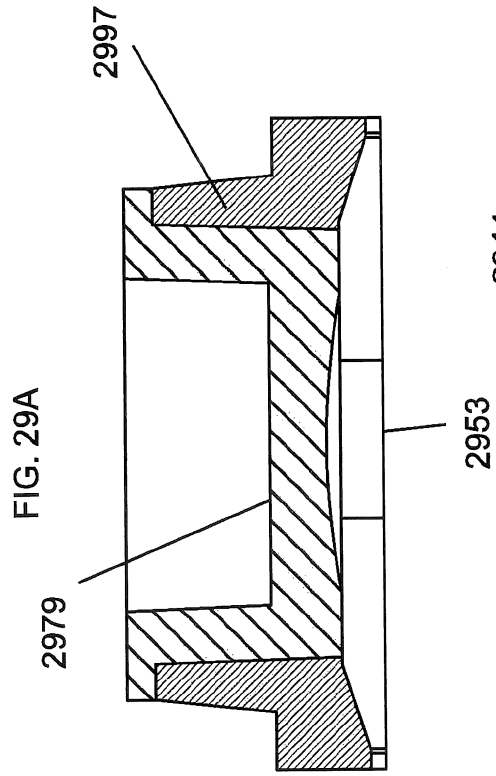
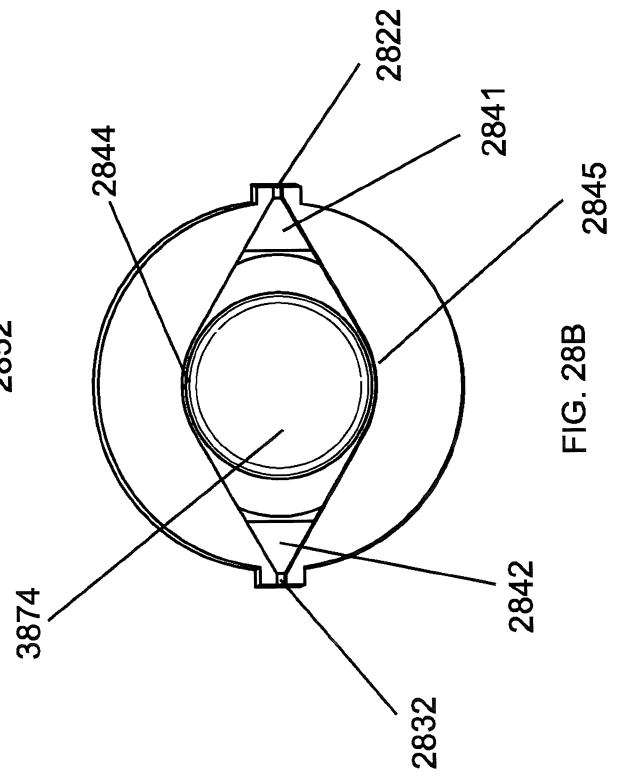
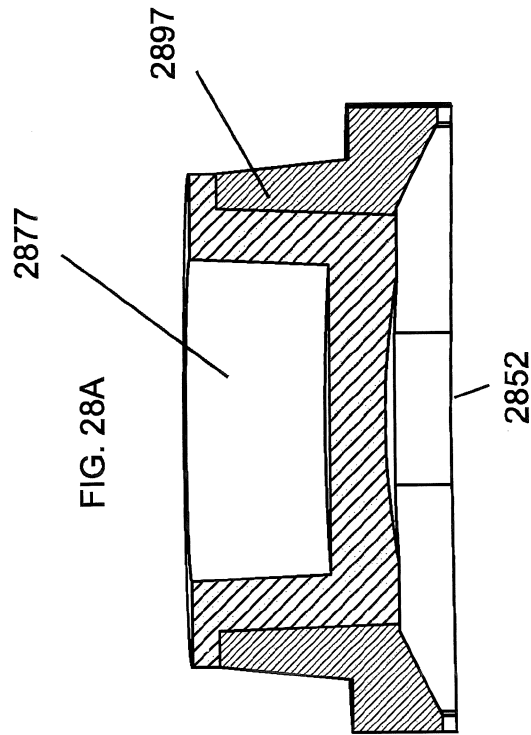


FIG. 30B

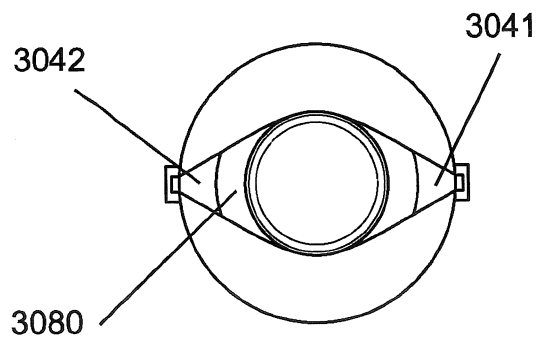


FIG. 31B

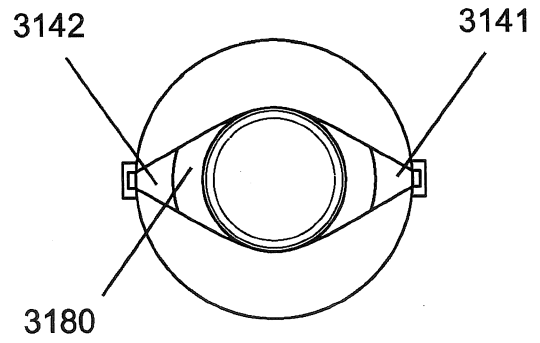


FIG. 30A

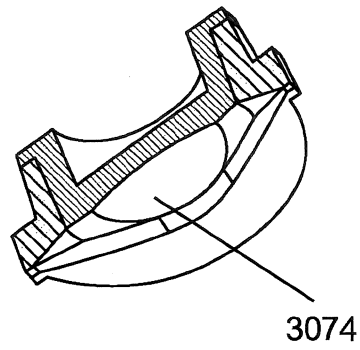


FIG. 31A

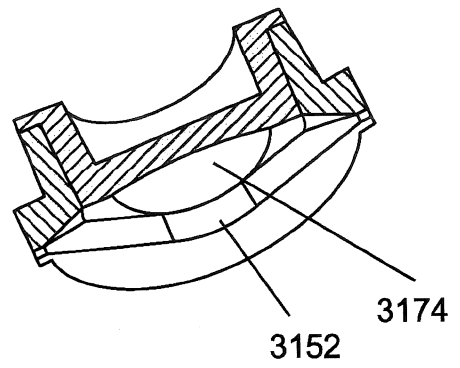


FIG. 30C

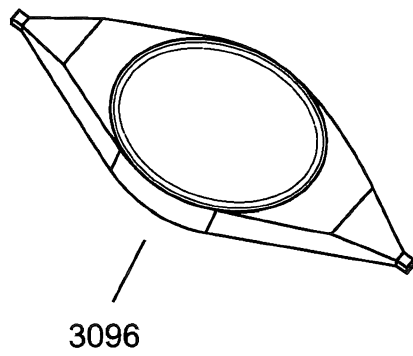
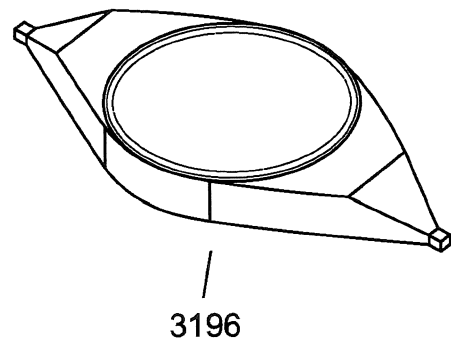
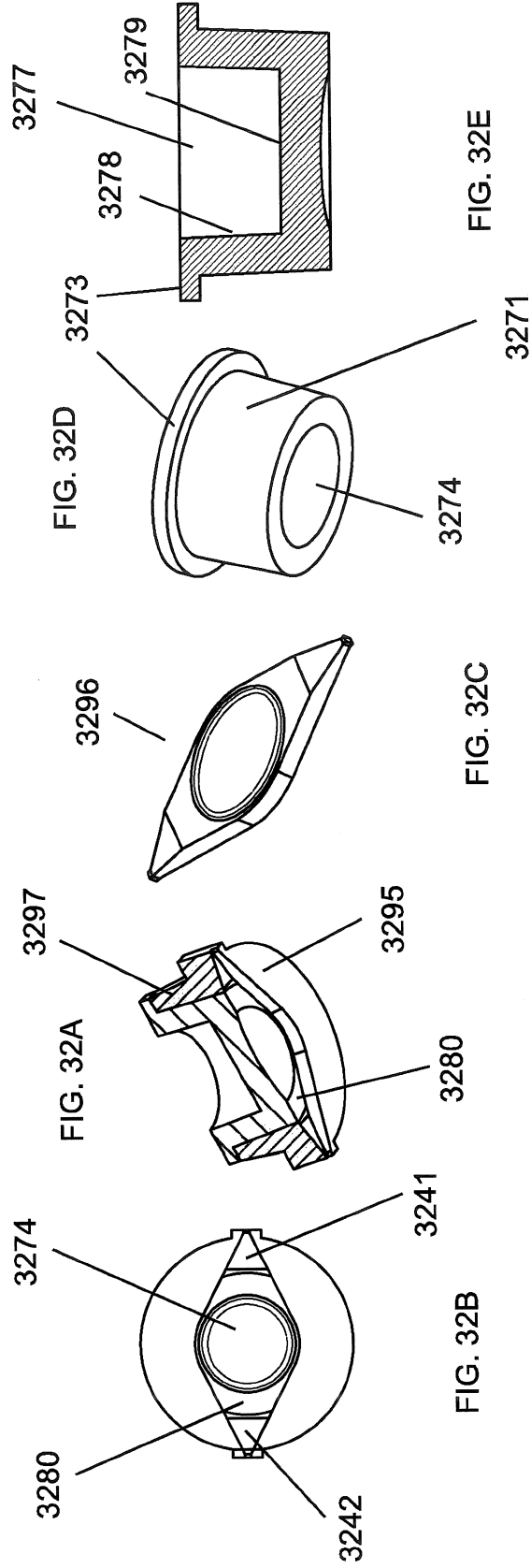
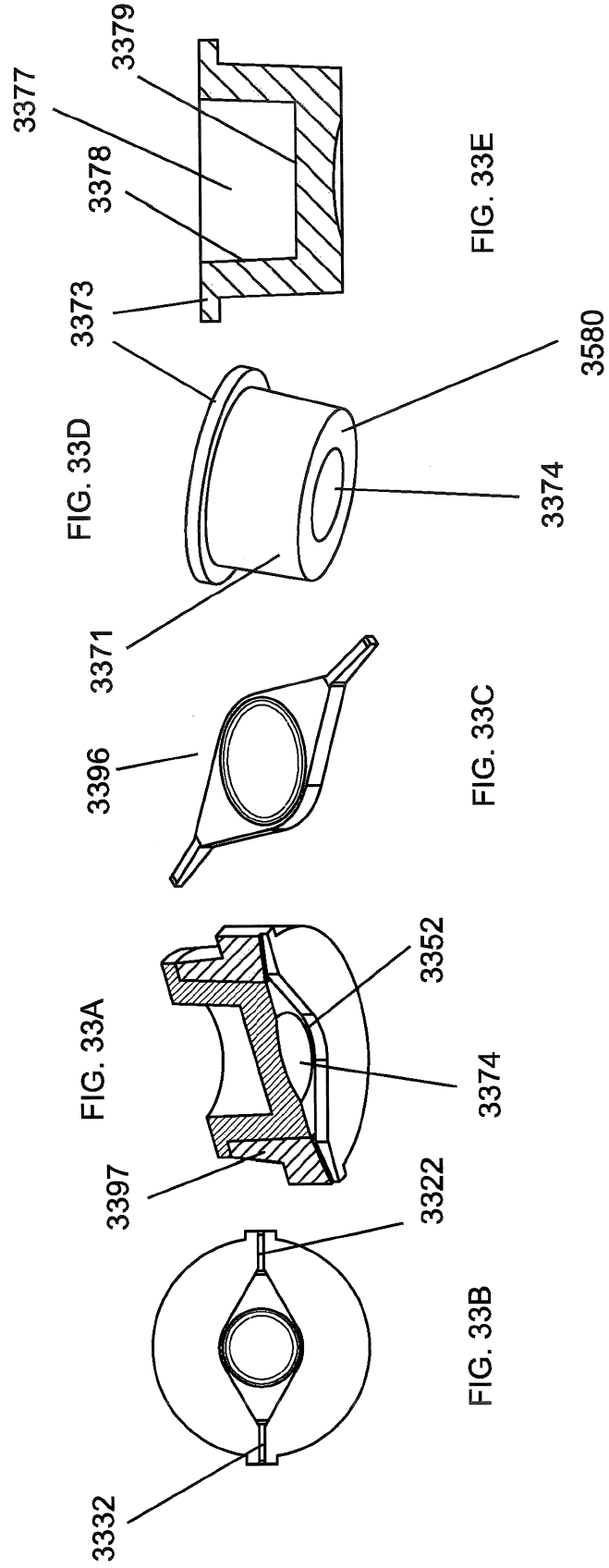


FIG. 31C







37 / 50

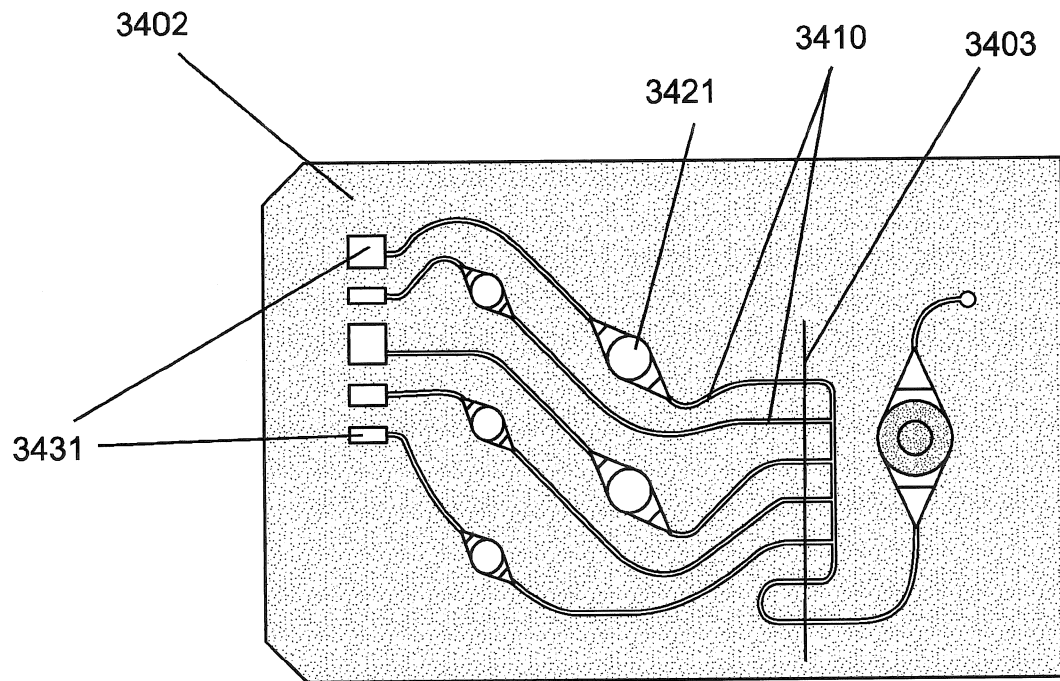


FIG. 34A

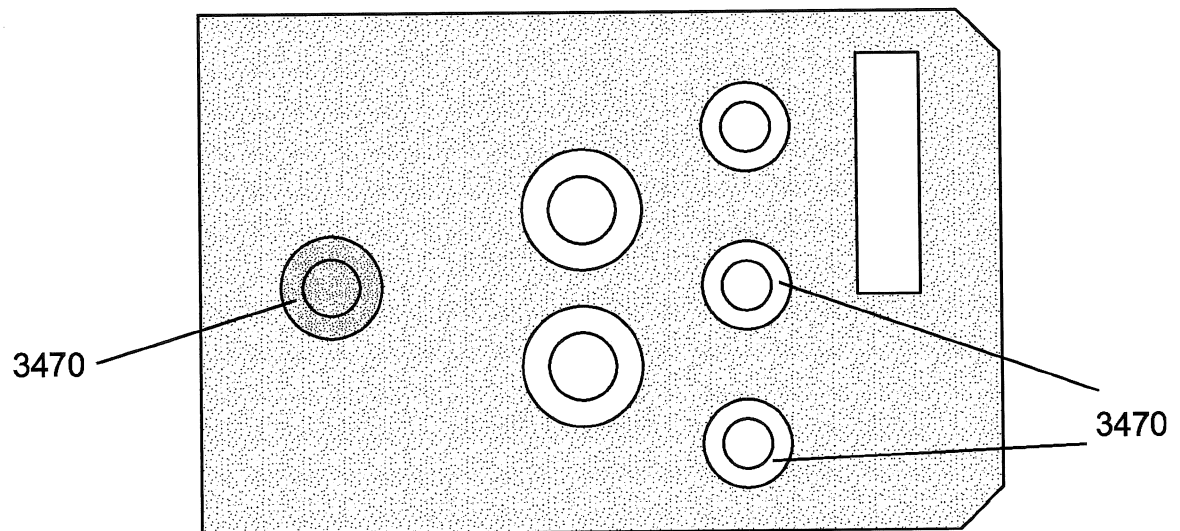
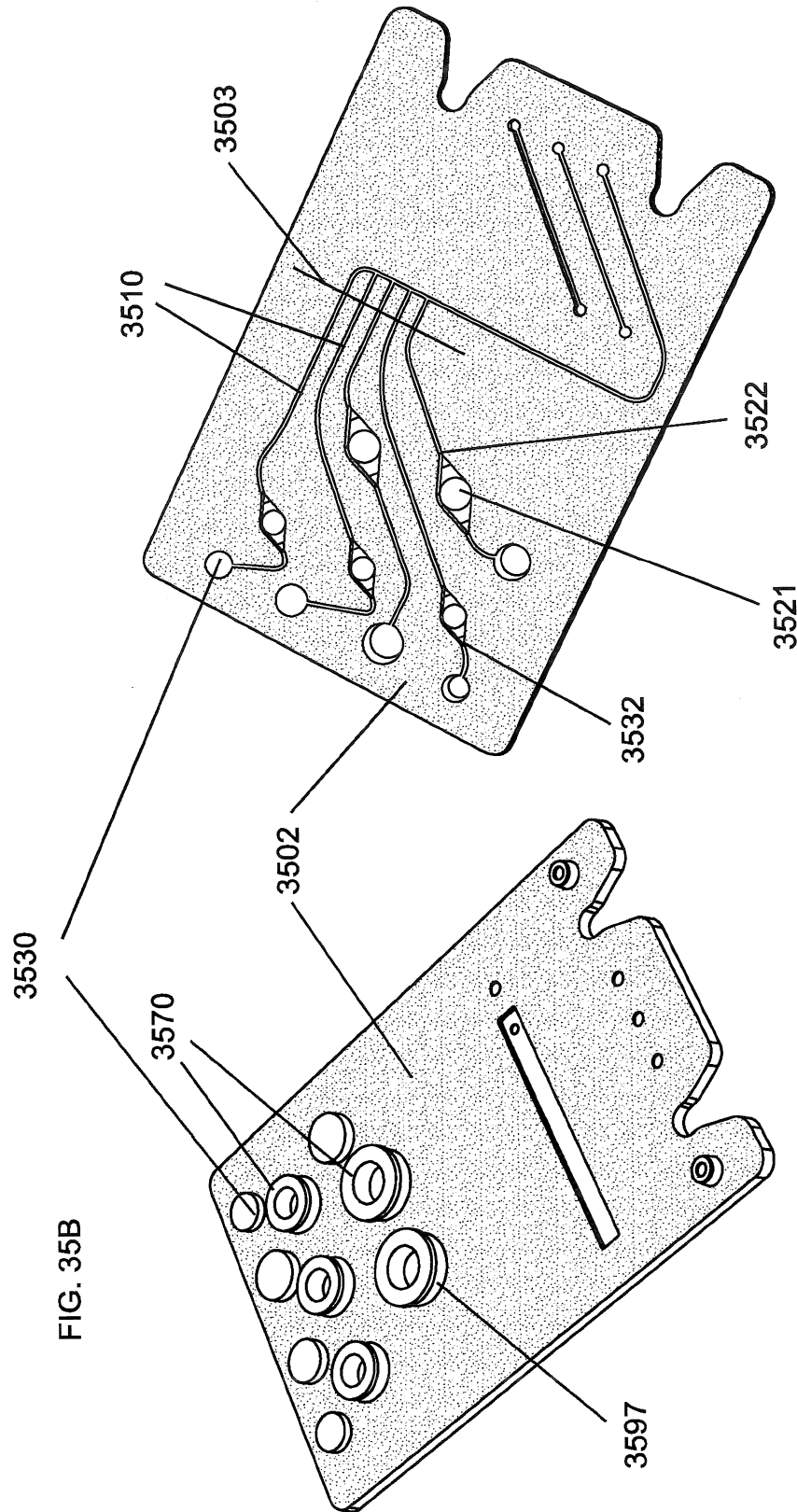


FIG. 34B



39 / 50

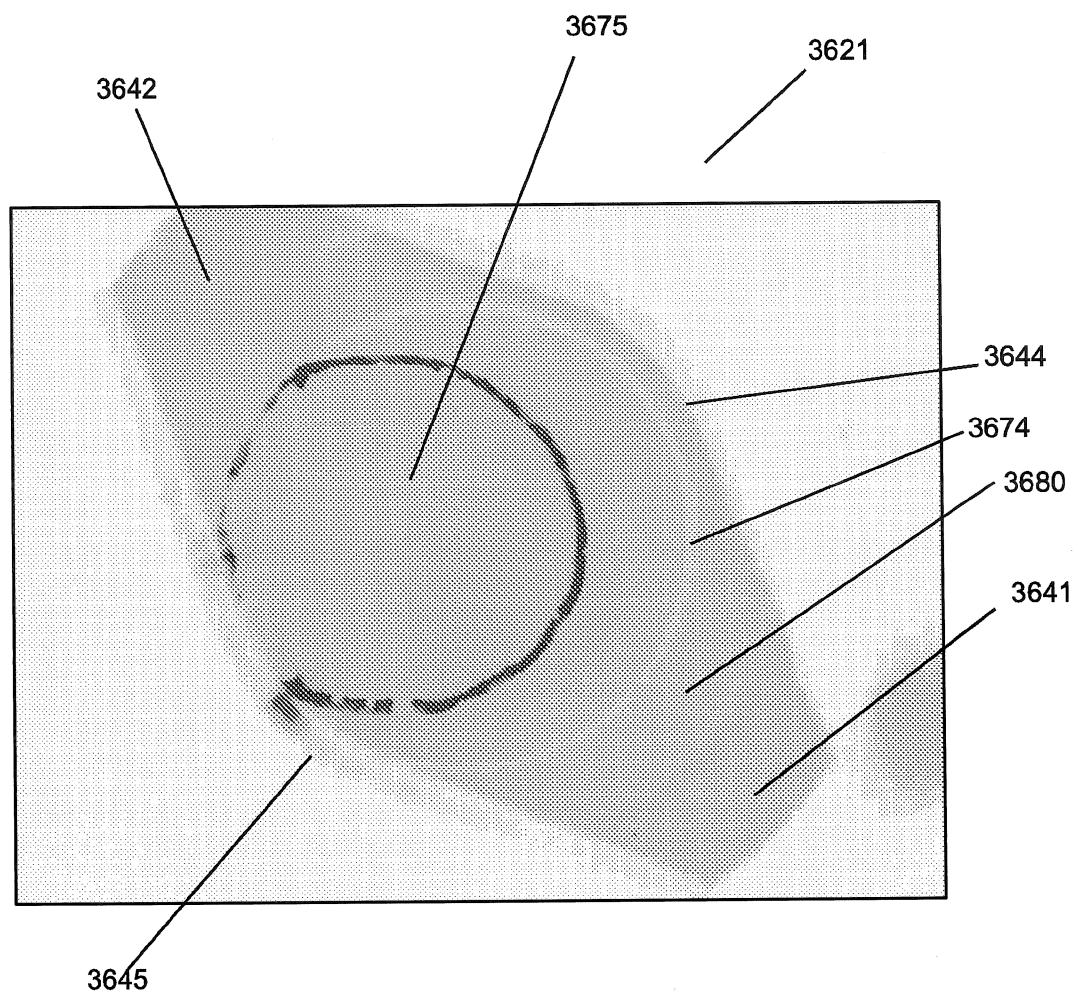


FIG. 36A

40 / 50

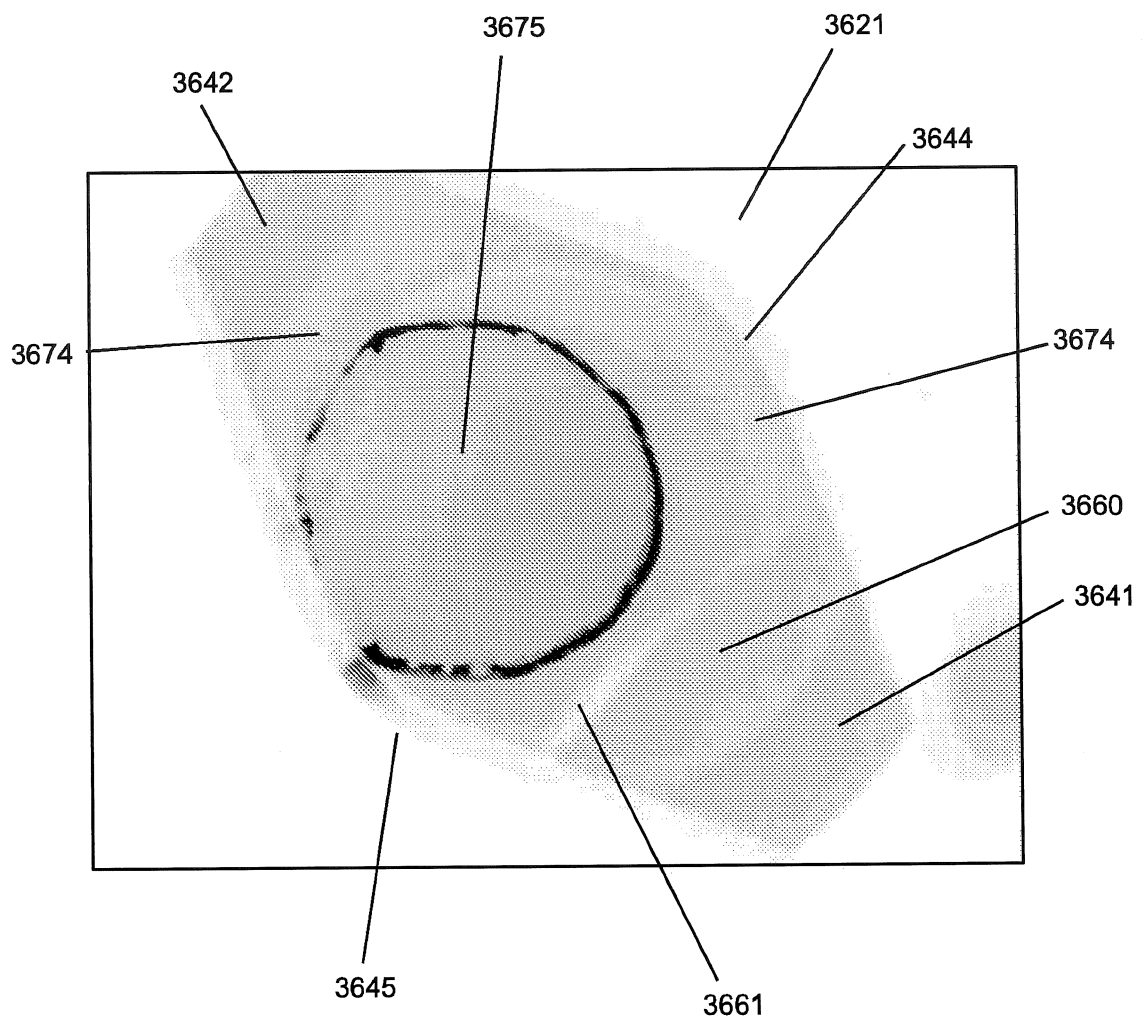


FIG. 36B

41 / 50

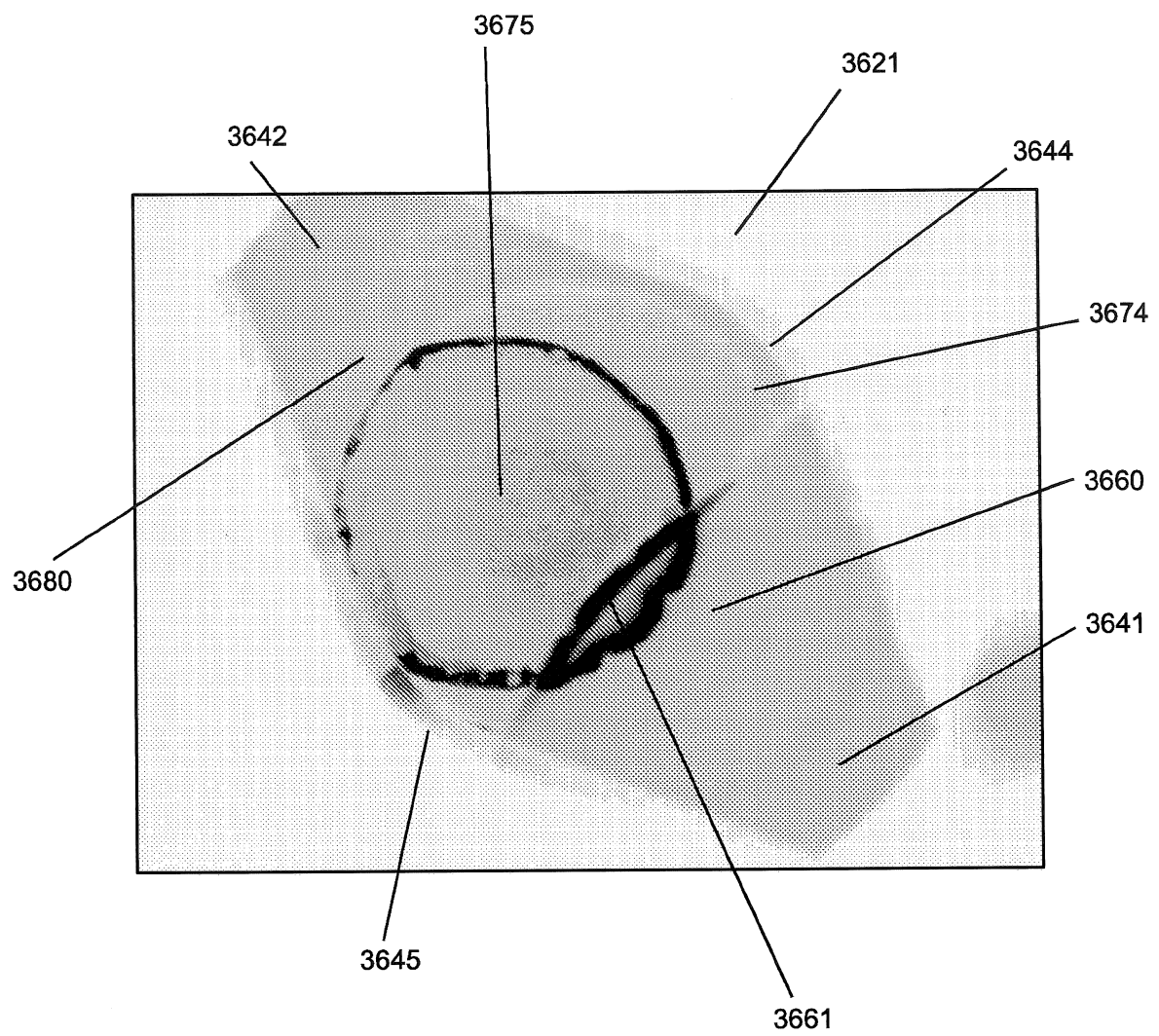


FIG. 36C

42 / 50

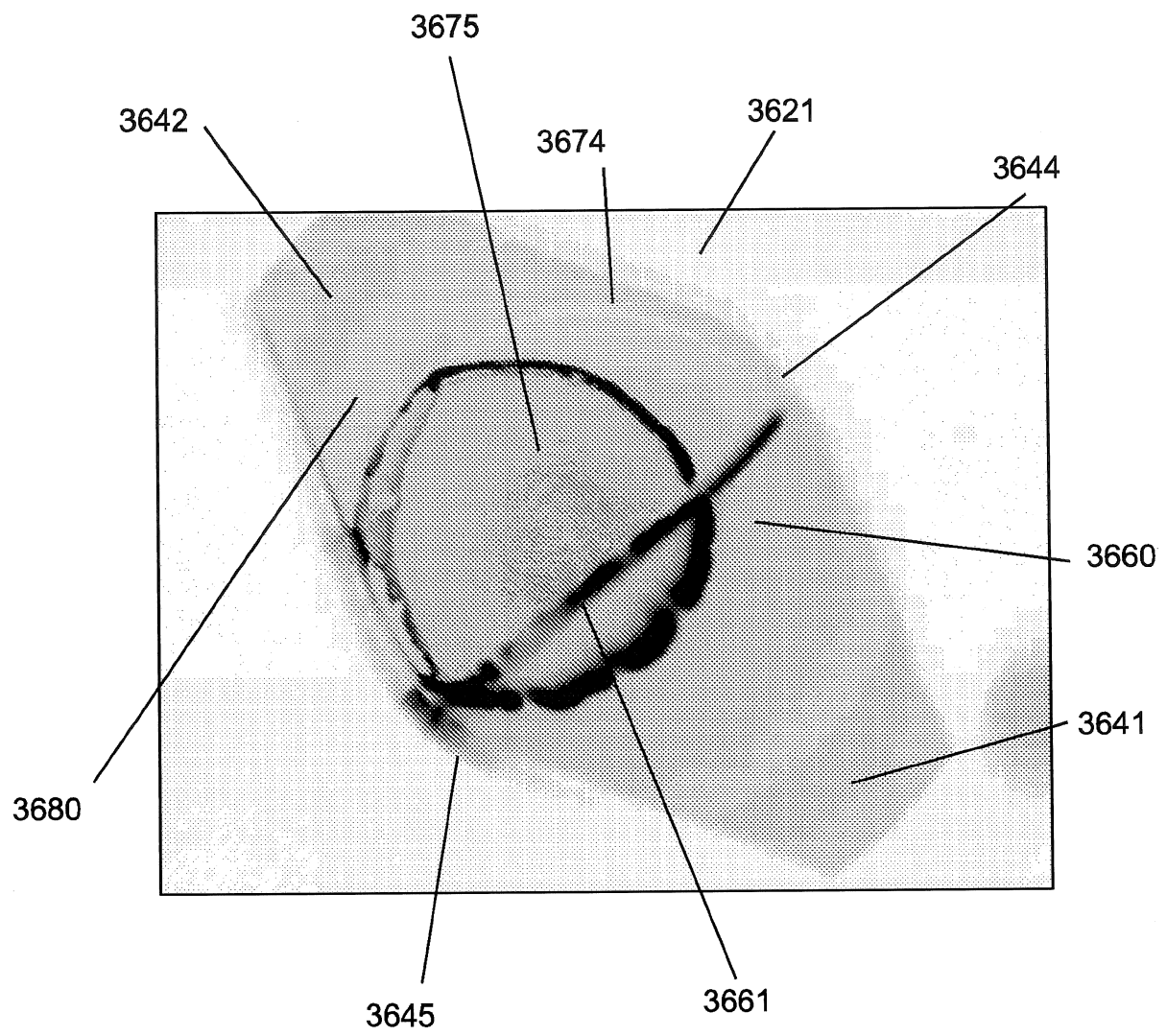


FIG. 36D

43 / 50

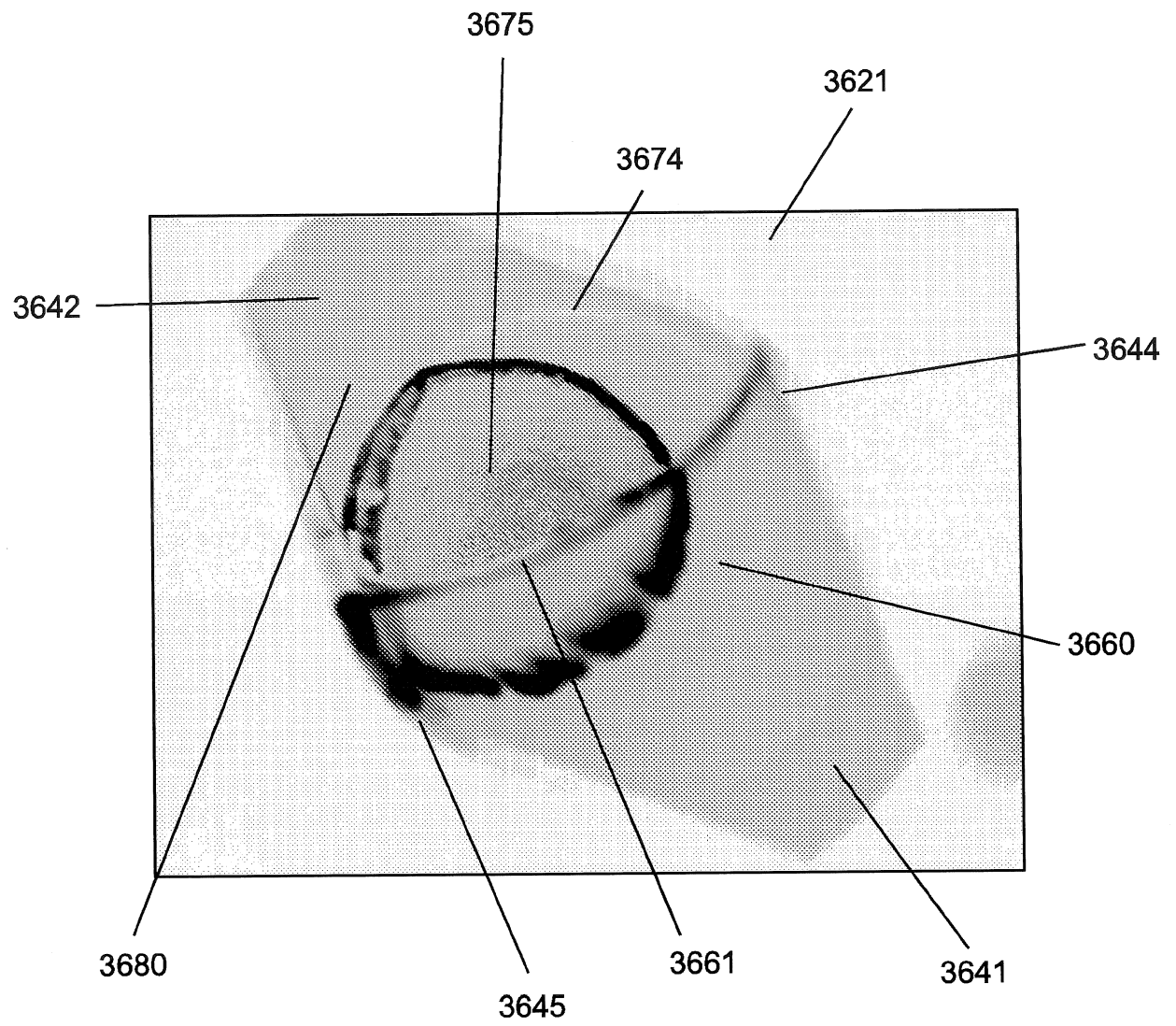


FIG. 36E

44 / 50

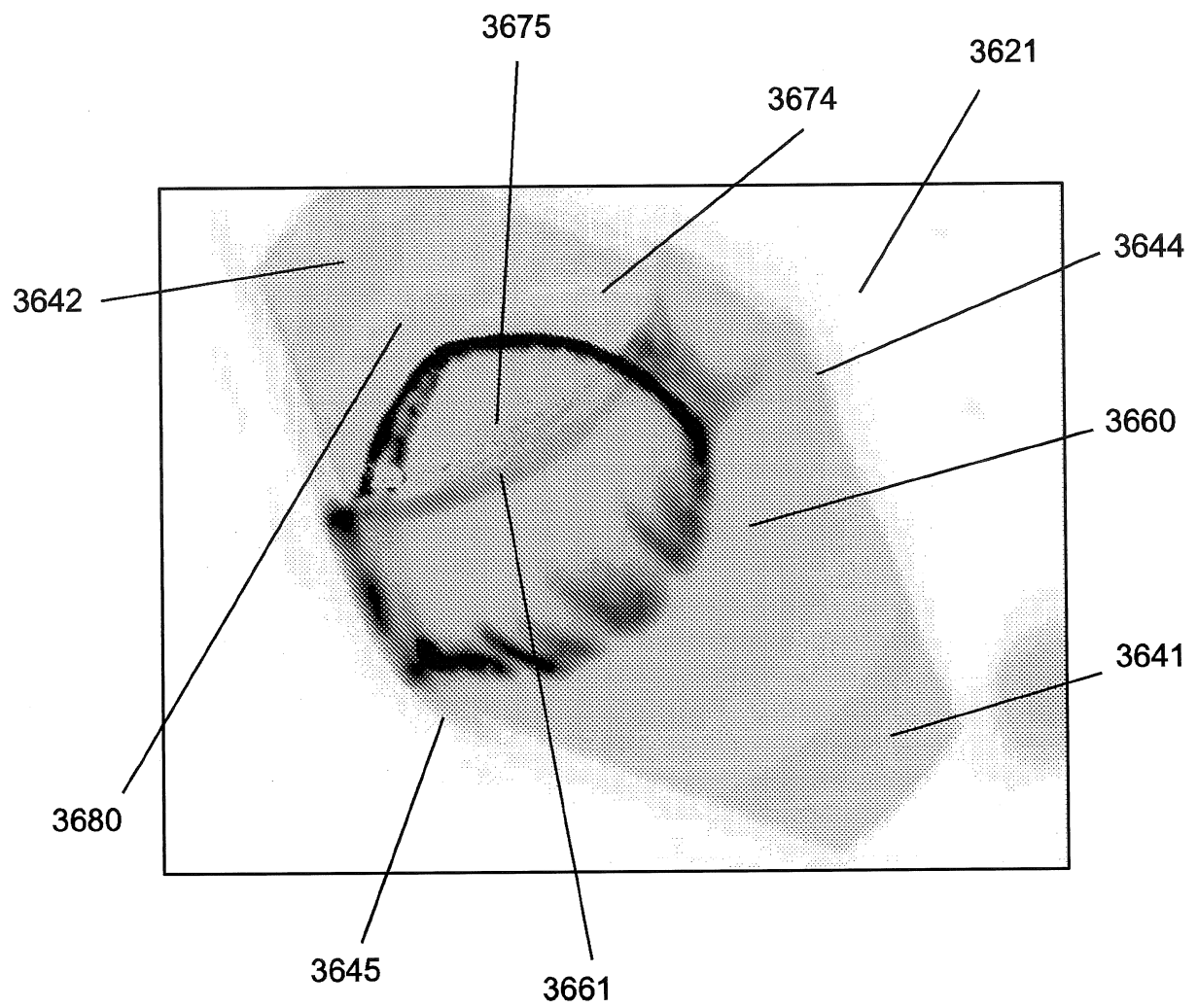


FIG. 36F

45 / 50

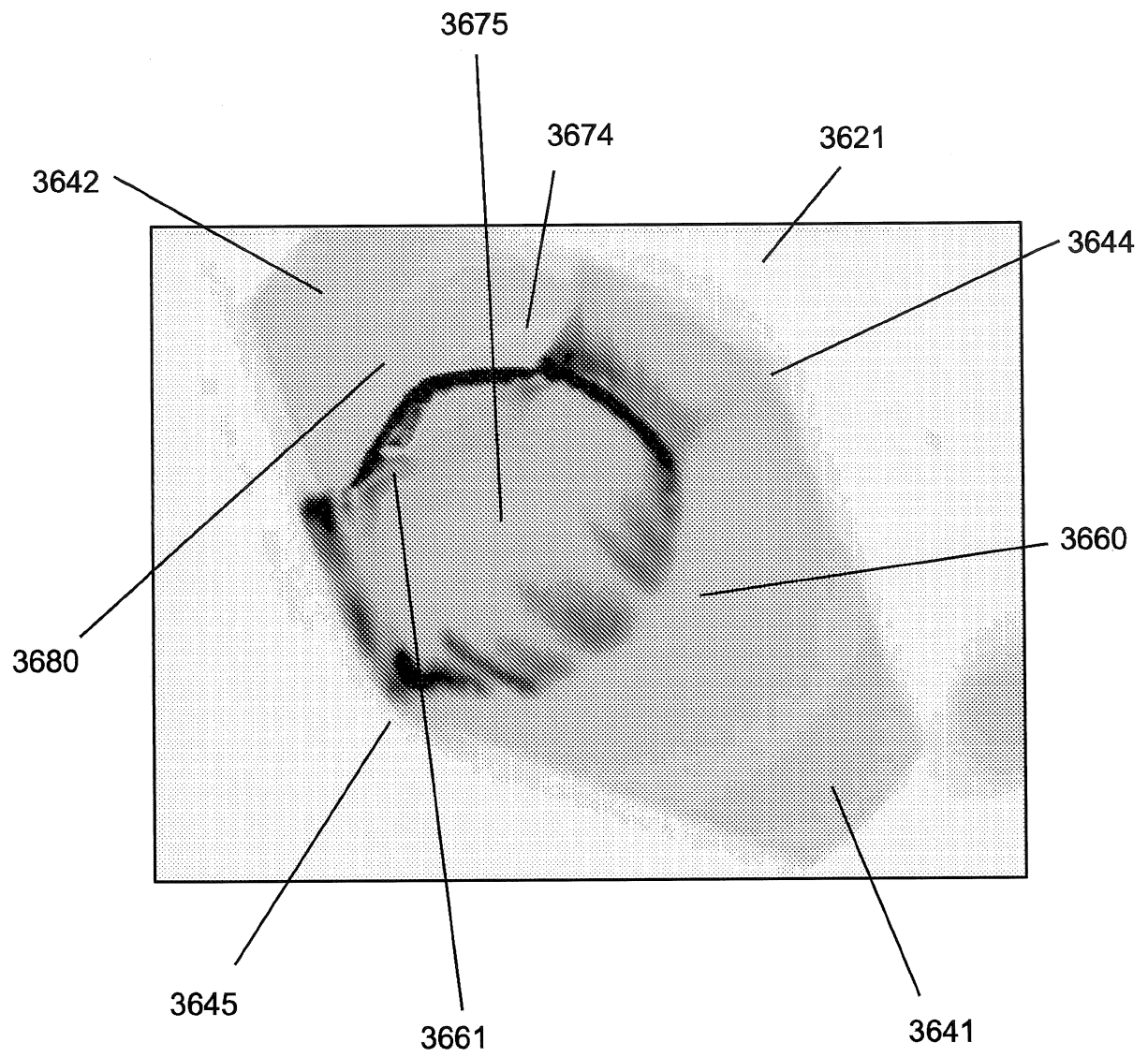


FIG. 36G

46 / 50

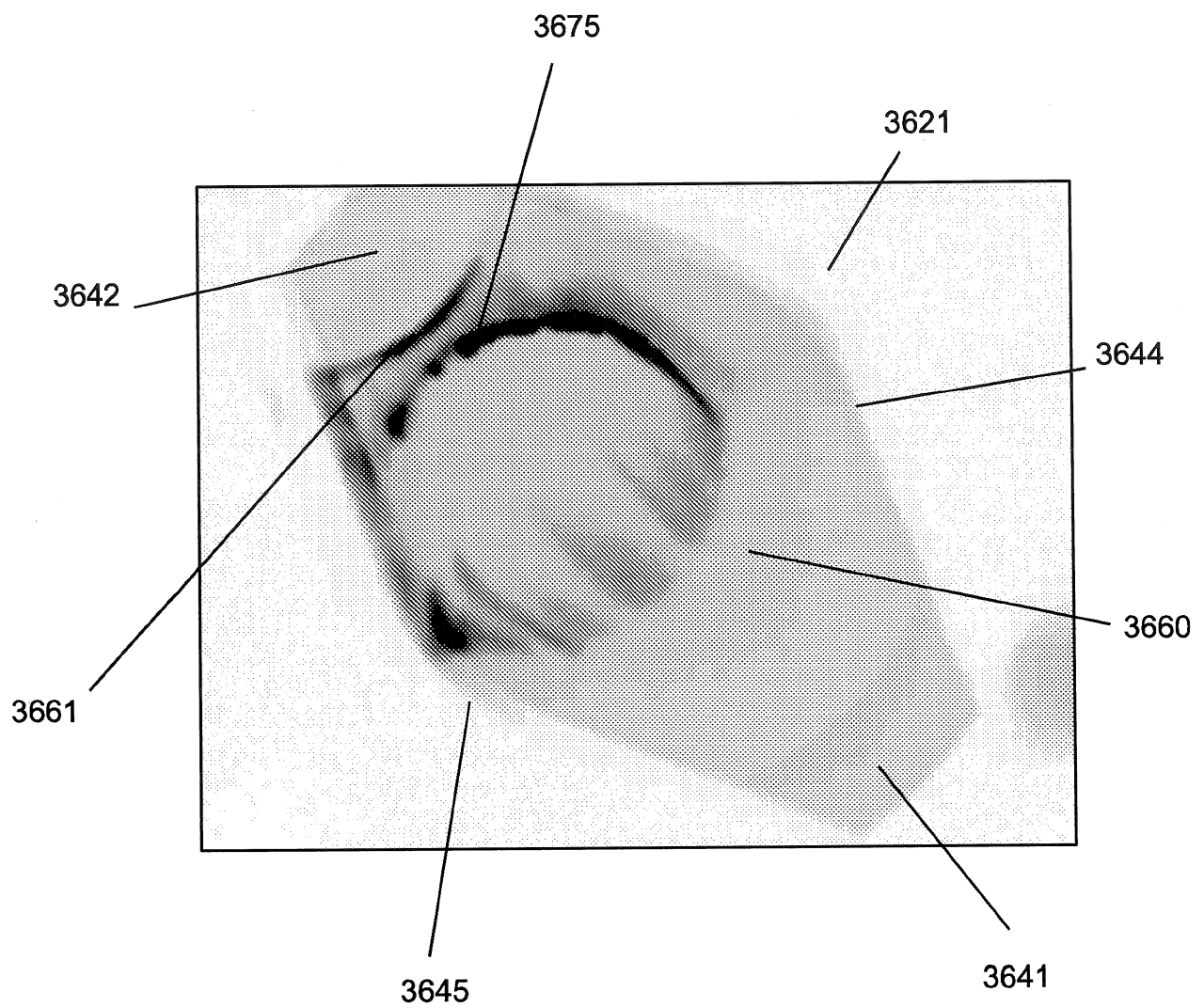


FIG. 36H

47 / 50

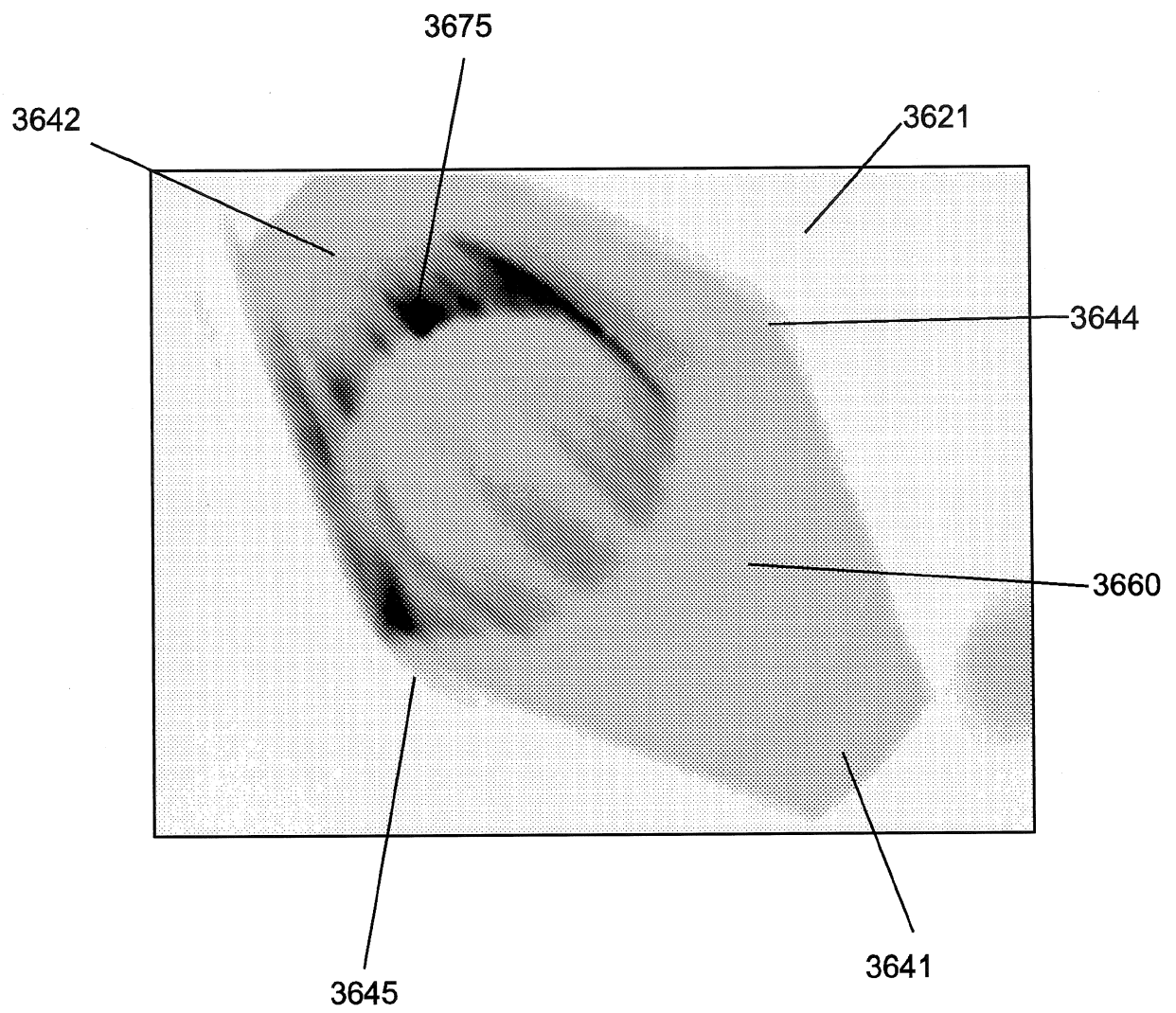


FIG. 36I

48 / 50

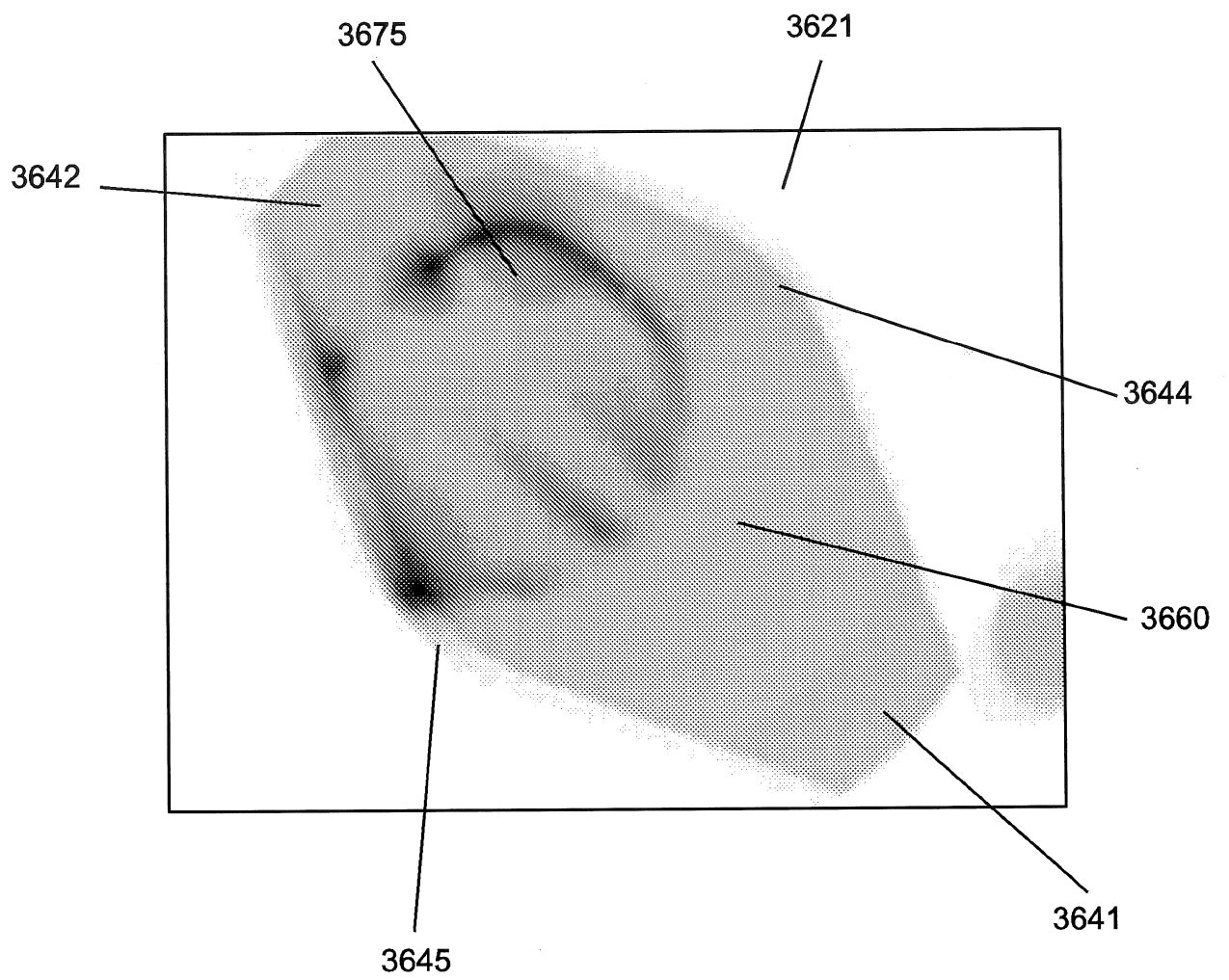


FIG. 36J

49 / 50

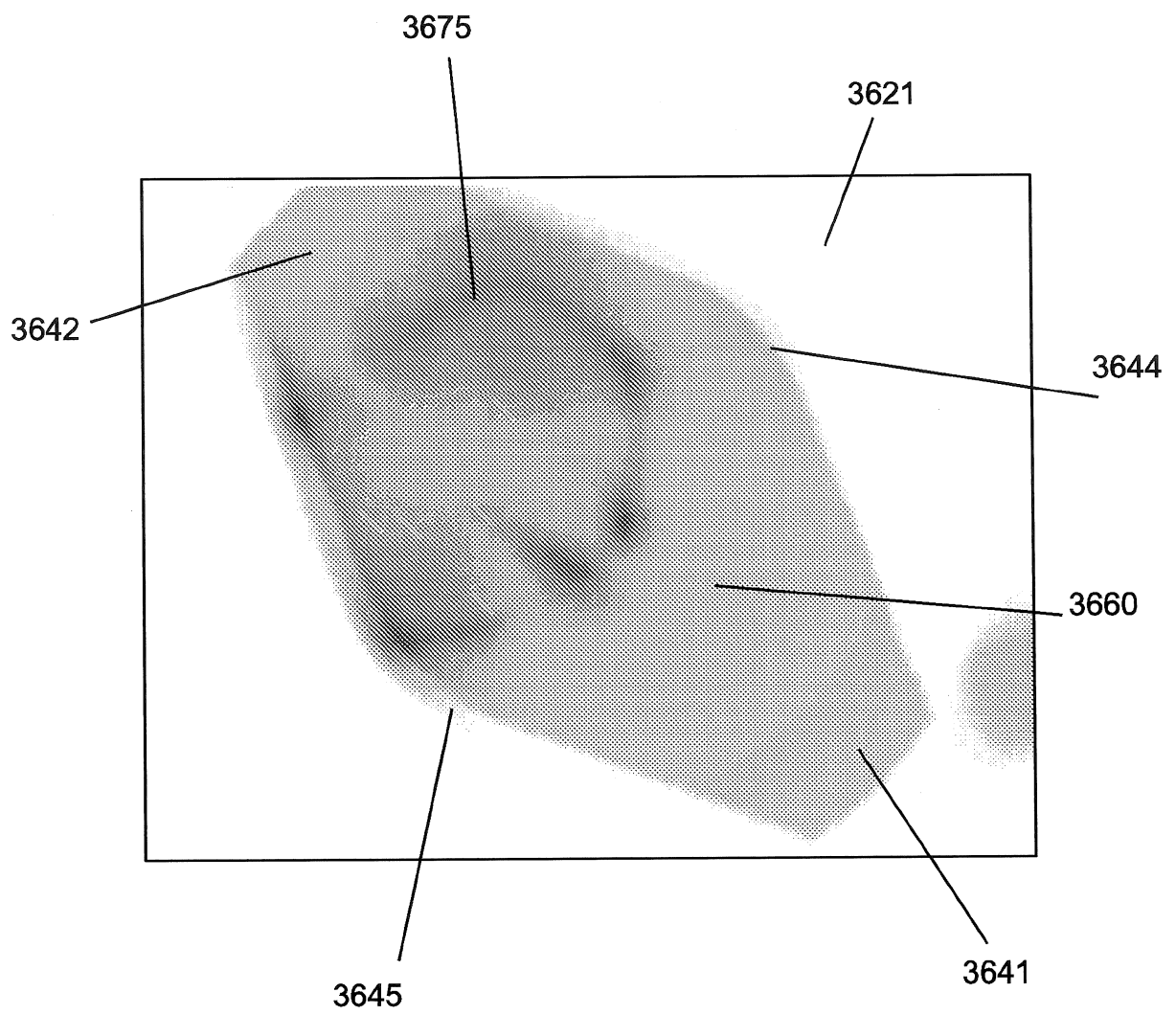


FIG. 36K

50 / 50

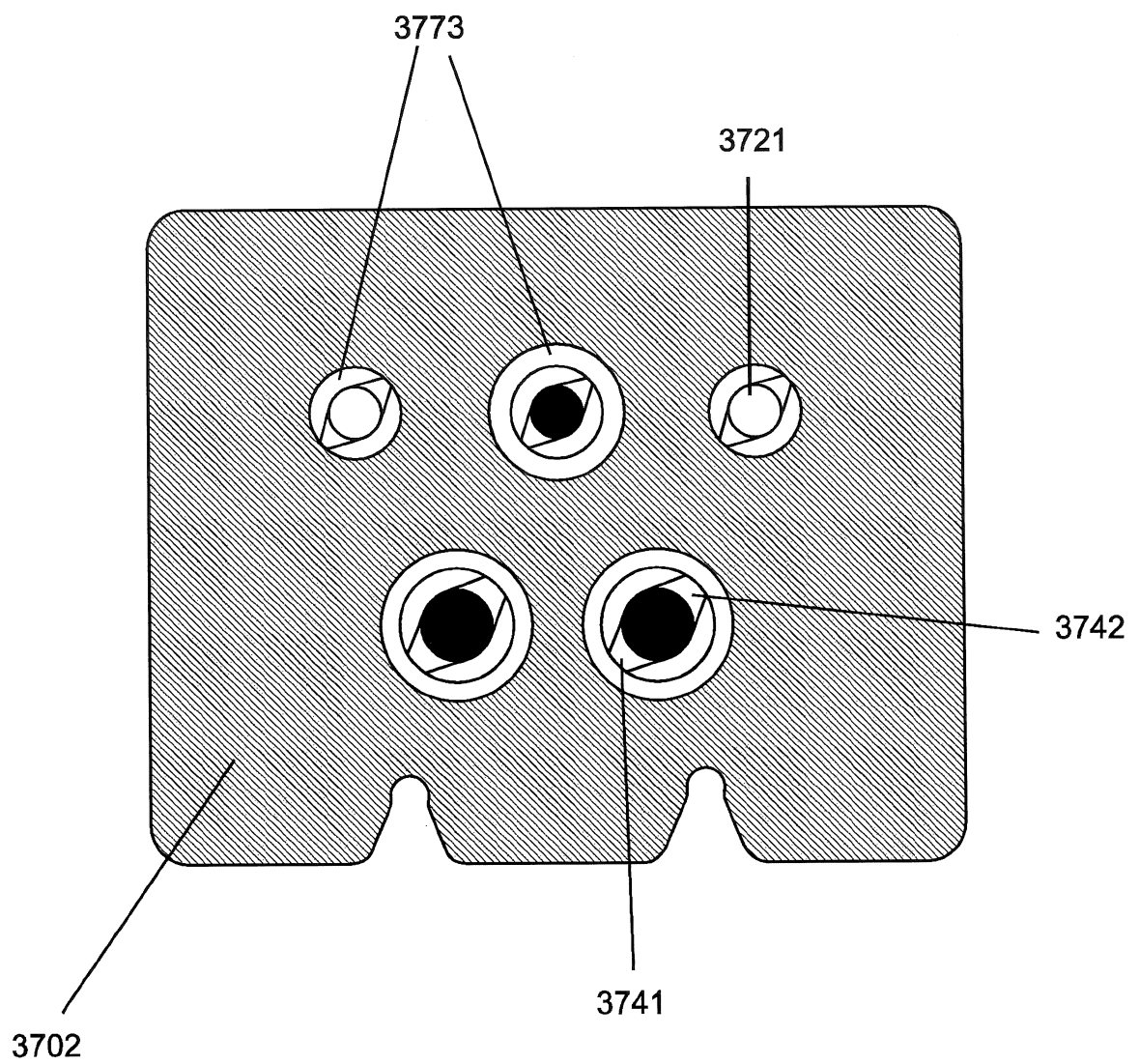


FIG. 37