



(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)



1-0051762

(51)^{2022.01} A61M 5/00; A61M 5/36; A61M 5/168

(13) B

(21) 1-2023-00244

(22) 16/06/2021

(86) PCT/US2021/037623 16/06/2021

(87) WO2021/257699 23/12/2021

(30) 62/705,250 18/06/2020 US

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/04/2023 421A

(73) BAYER HEALTHCARE LLC (US)

100 Bayer Boulevard, Whippany, New Jersey 07981-0915, United States of America

(72) COWAN, Kevin (US); DEDIG, James (US); SPOHN, Michael (US); HAURY, John (US); UBER, Arthur, III (US).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) THIẾT BỊ TREO BỌT KHÍ TRONG ĐƯỜNG DẪN CHẤT LỎNG CỦA HỆ
THỐNG BƠM TIÊM CHẤT LỎNG VÀ HỆ THỐNG BƠM TIÊM CHẤT LỎNG

(21) 1-2023-00244

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị treo bột khí trong đường dẫn chất lỏng của hệ thống bơm tiêm chất lỏng bao gồm khoang bên trong có thành bên trong cong được xác định bên trong vỏ, đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong và đường dẫn chất lỏng ra được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong. Đường dẫn chất lỏng vào mở rộng vào khoang theo phương tiếp tuyến với thành bên trong cong và đường dẫn chất lỏng ra cách đường dẫn chất lỏng vào sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua đường dẫn chất lỏng vào được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra. Khoang bên trong được cấu hình để tạo ra xoáy chất lỏng bên trong trong chất lỏng tiêm vào khoang bên trong từ đường dẫn chất lỏng vào và trong đó xoáy chất lỏng bên trong ít nhất treo tạm thời một hoặc nhiều bột khí trong chất lỏng ở xoáy bên trong và làm chậm sự di chuyển của một hoặc nhiều bột khí đến đường dẫn chất lỏng ra.

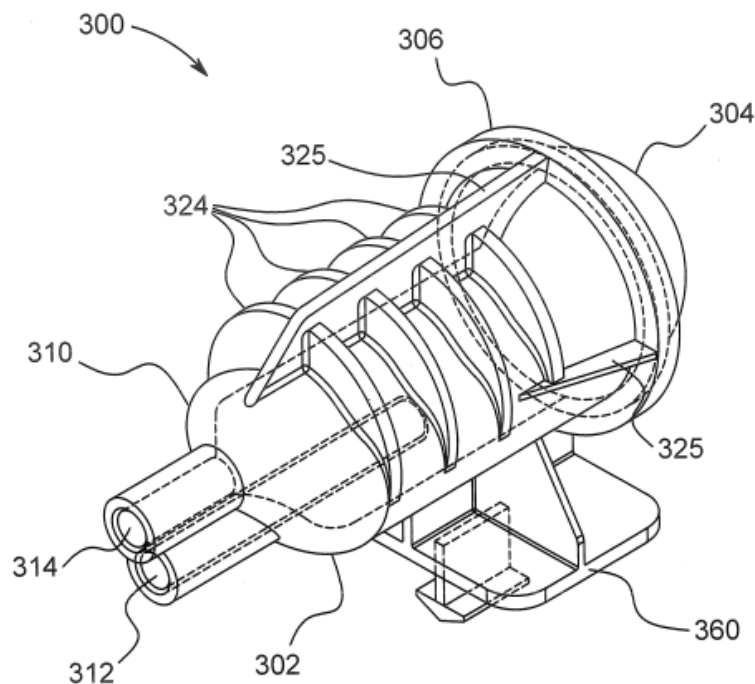


FIG. 3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế nói chung đề cập đến hệ thống bơm tiêm chất lỏng và các chi tiết của đường dẫn chất lỏng liên quan để bơm chất lỏng y tế cao áp. Cụ thể hơn, sáng chế mô tả hệ thống phân phối chất lỏng có ít nhất một thiết bị treo bọt khí. Các phương án khác liên quan đến các tính năng của thiết bị treo bọt khí phù hợp để sử dụng trong các quy trình bơm chất lỏng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong nhiều quy trình chẩn đoán và chữa trị y học, bác sỹ y khoa, chẳng hạn như bác sỹ y khoa vật lý, tiêm vào người bệnh với một hoặc nhiều chất lỏng y học. Nhiều ống tiêm kích hoạt bởi dụng cụ tiêm và dụng cụ tiêm chất lỏng chạy bằng điện để tiêm áp lực các chất lỏng y khoa, như dung dịch thuốc cản quang (thường được gọi đơn giản là “thuốc cản quang”), chất làm sạch như nước muối, hoặc Ringer lactat, và các chất lỏng y tế khác đã được phát triển để sử dụng trong các quy trình như chụp mạch máu, chụp cắt lớp vi tính (CT), siêu âm, chụp cộng hưởng từ (MRI), chụp cắt lớp phát xạ positron (PET), và các quy trình chẩn đoán hình ảnh khác. Nói chung là, các dụng cụ tiêm chất lỏng này được tạo kết cấu để phân phối lượng chất lỏng được thiết lập trước ở áp suất và/hoặc lưu lượng được thiết lập trước.

Thông thường, dụng cụ tiêm chất lỏng có ít nhất một chi tiết dẫn động, như pittông, nó kết nối với ống tiêm, ví dụ, thông qua sự kết nối với đầu đập pittông hoặc phương tiện khớp lên thành đầu gần của ống tiêm. Ống tiêm có thể bao gồm thân ống cứng với đầu đập pittông của ống tiêm được bố trí có thể trượt được bên trong thân ống. Các chi tiết dẫn động dẫn động các đầu đập pittông theo hướng về phía gần và/hoặc hướng xa so với trục dọc của thân ống để kéo chất lỏng vào trong hoặc phân phối chất lỏng từ thân ống tiêm. Trong một số ứng dụng, chẳng hạn như chụp mạch, chất lỏng y tế được tiêm trực tiếp vào hệ thống động mạch ở áp suất chất lỏng lên đến 1200 psi (8,273 kPa).

Trong một số quy trình tiêm nhất định ở những áp suất chất lỏng cao với chất lỏng được truyền trực tiếp vào hệ thống tim, điều bắt buộc là không được tiêm đồng thời không khí với chất lỏng y tế vì có thể gây hại cho bệnh nhân. Do đó, cần tìm ra

các phương pháp và thiết bị mới để ngăn chặn việc vô tình bơm không khí vào trong quy trình bơm chất lỏng cao áp. Hơn nữa, ở áp suất lên tới 1200 psi (8,273 kPa) trong một số lần bơm CV, không khí trong đường dẫn chất lỏng sẽ bị nén lại; tuy nhiên, nếu ngừng bơm khi phát hiện có không khí, thể tích khí có thể giãn ra nhanh chóng do áp suất giảm. Ngoài ra, việc dỡ bỏ sự tuân thủ hệ thống khi ngừng tiêm có thể dẫn đến dòng chất lỏng tiếp tục chảy vì thể tích tuân thủ được giải phóng khi không có áp suất chất lỏng. Do đó, các hệ thống bơm chất lỏng cao áp phải giải quyết các hiện tượng này khi ngăn chặn việc bơm không khí ngoài ý muốn.

Bản chất kĩ thuật của sáng chế

Theo quan điểm đã nói ở trên, cần có các thiết bị, hệ thống và phương pháp để ngăn không khí được đưa vào bệnh nhân trong quá trình tiêm. Các phương án của sáng chế đề cập đến thiết bị dùng để treo bọt khí trong đường dẫn chất lỏng của hệ thống bơm tiêm chất lỏng. Thiết bị này bao gồm vỏ, khoang bên trong có thành bên trong cong được xác định bên trong vỏ, đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng vào mở rộng vào khoang theo phương tiếp tuyến với thành bên trong cong, và một đường dẫn chất lỏng ra liên thông với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng ra cách xa đường dẫn chất lỏng vào sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua đường dẫn chất lỏng vào được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra. Khoang bên trong được cấu hình để tạo ra xoáy chất lỏng bên trong trong chất lỏng tiêm vào khoang bên trong từ đường dẫn chất lỏng vào và trong đó xoáy chất lỏng bên trong ít nhất treo tạm thời một hoặc nhiều bọt khí trong chất lỏng ở xoáy bên trong và làm chậm sự di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí đến đường dẫn chất lỏng ra.

Theo một số phương án, đường dẫn chất lỏng ra kéo dài từ khoang bên trong theo hướng vuông góc với đường chảy của chất lỏng bên trong khoang bên trong.

Theo một số phương án, ít nhất một phần của đường dẫn chất lỏng ra có tiết diện lớn hơn tiết diện của đường dẫn chất lỏng vào để giảm vận tốc chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng ra so với vận tốc chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng vào.

Theo một số phương án, đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như song song với đường dẫn chất lỏng vào. Theo một số phương án, khoang bên trong ít nhất là một phần hình cầu hoặc hình bán cầu.

Theo một số phương án, thiết bị này còn bao gồm một hốc kéo dài hướng tâm ra ngoài từ khoang bên trong.

Theo một số phương án, thiết bị này còn bao gồm một van được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong để xả không khí tích tụ trong khoang bên trong.

Theo một số phương án, phần vỏ bao gồm phần vỏ thứ nhất bao gồm đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra, và phần vỏ thứ hai bao gồm ít nhất một phần của khoang bên trong. Một trong những phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai bao gồm một mặt bích để nhận phần còn lại của phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai.

Theo một số phương án, phần vỏ bao gồm ít nhất một gân tăng cường kéo dài hướng tâm ra ngoài từ đường dẫn chất lỏng ra.

Theo một số phương án, thiết bị này còn bao gồm một màn chắn được bố trí trong đường dẫn chất lỏng ra sao cho chất lỏng chảy ra khỏi khoang bên trong sẽ đi qua màn chắn.

Theo một số phương án, vỏ bao gồm vật liệu truyền ánh sáng được cấu hình để chiếu sáng bọt khí trong khoang bên trong.

Theo một số phương án, vỏ bao gồm một tay nối được cấu hình để gắn vào vỏ bơm tiêm của hệ thống bơm tiêm chất lỏng.

Theo một số phương án, thiết bị này còn bao gồm một van có thể điều chỉnh để thay đổi tiết diện của ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án khác của sáng chế đề cập đến thiết bị dùng để treo bọt khí trong đường dẫn chất lỏng của hệ thống bơm tiêm chất lỏng. Thiết bị này bao gồm vỏ xác định khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng ra được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong; và một ống nối dài được lưu thông chất lỏng với đường dẫn chất lỏng vào và kéo dài vào khoang bên trong. Ống nối dài bao gồm một đầu được đặt cách xa đường dẫn chất lỏng ra sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua ống nối dài được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra.

Theo một số phương án, thiết bị này còn bao gồm một màn chắn chia khoang bên trong khoang bên trong thành phần đầu vào và phần đầu ra. Màn chắn này bao gồm ít nhất một lỗ tạo ra khả năng giao tiếp linh hoạt giữa phần đầu vào và phần đầu

ra. Chất lỏng chảy vào khoang bên trong từ ống nổi dài phải chảy qua ít nhất một lỗ của màn chắn để đến đường dẫn chất lỏng ra.

Theo một số phương án, phần thứ nhất của màn chắn liền kề với đầu của ống nổi dài là không thấm chất lỏng, và phần thứ hai của màn chắn liền kề với đường dẫn chất lỏng ra bao gồm ít nhất một lỗ. Theo một số phương án, màn chắn bao gồm một phễu xác định ít nhất một lỗ, phễu này thuôn nhọn từ tiết diện tối đa liền kề với phần đầu vào của khoang bên trong đến đường kính tối thiểu kéo dài đến phần đầu ra của khoang bên trong.

Theo một số phương án, màn chắn bao gồm nắp che ít nhất một phần che ít nhất một khe hở sao cho chất lỏng phải chảy xung quanh nắp che để chảy qua ít nhất một khe hở. Trong một số phương án, màn chắn bao gồm lưới. Theo một số phương án, ít nhất một lỗ bao gồm hai hoặc nhiều lỗ được sắp xếp theo hình vòng cung.

Trong một số phương án, phần vỏ bao gồm phần vỏ thứ nhất bao gồm mặt bích được cấu hình để nhận màn chắn và phần vỏ thứ hai được nhận trong mặt bích của phần vỏ thứ nhất để chụp màn chắn giữa phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai.

Theo một số phương án, đường dẫn chất lỏng vào thuôn nhọn từ tiết diện nhỏ hơn sang tiết diện lớn hơn theo hướng chất lỏng chảy qua đường dẫn chất lỏng vào để giảm vận tốc dòng chảy của chất lỏng chảy qua đường dẫn chất lỏng vào.

Theo một số phương án, ống nổi dài kéo dài song song với thành trong của khoang bên trong. Theo một số phương án, đường dẫn chất lỏng ra kéo dài ở một góc nhọn so với đường dẫn chất lỏng vào.

Theo một số phương án, vỏ bao gồm vật liệu truyền ánh sáng được cấu hình để chiếu sáng bọt khí trong khoang bên trong.

Theo một số phương án, vỏ bao gồm một tay nối được cấu hình để gắn vào vỏ bơm tiêm của hệ thống bơm tiêm chất lỏng.

Theo một số phương án, thiết bị này còn bao gồm một van có thể điều chỉnh để thay đổi tiết diện của ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra.

Theo các phương án khác, sáng chế đề xuất hệ thống bơm tiêm chất lỏng bao gồm ít nhất một đồ chứa chất lỏng được cấu hình để bơm chất lỏng y tế và ít nhất một thiết bị treo bọt khí được lưu thông chất lỏng với ít nhất một đồ chứa chất lỏng. Ít nhất

một thiết bị treo bọt khí bao gồm vỏ xác định khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong và đường dẫn chất lỏng ra được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng ra được đặt cách đường dẫn chất lỏng vào sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua đường dẫn chất lỏng vào được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng còn bao gồm ít nhất một máy dò khí được cấu hình để phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong đường dẫn chất lỏng nối ít nhất một đồ chứa chất lỏng với ít nhất một thiết bị treo bọt khí và ít nhất một van ngắt phía sau của ít nhất một thiết bị treo bọt khí và được cấu hình để di chuyển từ vị trí mở sang vị trí đóng để đáp ứng với máy dò khí phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong đường dẫn chất lỏng. Khoang bên trong được cấu hình để tạo ra xoáy chất lỏng bên trong trong chất lỏng tiêm vào khoang bên trong từ đường dẫn chất lỏng vào và trong đó xoáy chất lỏng bên trong ít nhất treo tạm thời một hoặc nhiều bọt khí trong chất lỏng ở xoáy bên trong và làm chậm sự di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí đến đường dẫn chất lỏng ra. Các đặc điểm của các phương án khác nhau của thiết bị treo bọt khí phù hợp để sử dụng với các hệ thống bơm tiêm chất lỏng được mô tả trong bản mô tả này.

Theo một số phương án, thiết bị treo bọt khí có thể di chuyển giữa vị trí bơm trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như theo phương thẳng đứng xuống từ khoang bên trong sao cho lực nổi của bọt khí trong khoang bên trong tiếp tục tạo ra một hoặc nhiều bọt khí ở trạng thái lơ lửng trong xoáy chất lỏng bên trong khoang bên trong và vị trí môi trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như theo phương thẳng đứng hướng lên trên từ khoang sao cho lực nổi của bọt khí trong khoang bên trong làm cho bọt khí chảy từ xoáy chất lỏng bên trong qua đường dẫn chất lỏng ra.

Theo một số phương án, hệ thống này còn bao gồm van có thể điều chỉnh để thay đổi tiết diện của ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra.

Các khía cạnh hoặc ví dụ khác của công bố hiện tại được mô tả trong các mệnh đề được đánh số sau:

Phương án 1. Thiết bị treo bọt khí trong đường dẫn chất lỏng của hệ thống bơm tiêm chất lỏng, thiết bị bao gồm: vỏ; một khoang bên trong có một thành bên trong cong được xác định trong vỏ; đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với

khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng vào mở rộng vào khoang tại một tiếp tuyến với thành bên trong cong; và đường dẫn chất lỏng ra được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng ra cách đường dẫn chất lỏng vào sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua đường dẫn chất lỏng vào được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra, trong đó khoang bên trong là được cấu hình để tạo ra một xoáy chất lỏng bên trong trong chất lỏng tiêm vào khoang bên trong từ đường dẫn chất lỏng vào, và trong đó xoáy chất lỏng bên trong ít nhất treo tạm thời một hoặc nhiều bọt khí trong chất lỏng ở xoáy bên trong và làm chậm quá trình đi qua của bọt khí. hoặc nhiều bọt khí vào đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 2. Thiết bị theo phương án 1, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài từ khoang bên trong theo hướng vuông góc với đường chảy của chất lỏng bên trong khoang bên trong.

Phương án 3. Thiết bị theo phương án 1 hoặc 2, trong đó ít nhất một phần của đường dẫn chất lỏng ra có tiết diện lớn hơn tiết diện của đường dẫn chất lỏng vào để giảm vận tốc chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng ra một cách tương đối đến vận tốc chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng vào.

Phương án 4. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 3, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như song song với đường dẫn chất lỏng vào.

Phương án 5. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 4, trong đó khoang bên trong ít nhất là một phần hình cầu hoặc hình bán cầu.

Phương án 6. Thiết bị theo bất kỳ phương án nào trong các phương án từ 1 đến 5, ngoài ra còn bao gồm một hốc kéo dài hướng tâm ra ngoài từ khoang bên trong.

Phương án 7. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 6, ngoài ra còn bao gồm một van được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong để thoát khí tích tụ trong khoang bên trong.

Phương án 8. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 7, trong đó vỏ bao gồm: phần vỏ thứ nhất bao gồm đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra; và phần vỏ thứ hai bao gồm ít nhất một phần của khoang bên trong, trong đó một trong số phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai bao gồm mặt bích để nhận phần còn lại của phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai.

Phương án 9. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 8, trong đó vỏ bao gồm ít nhất một gân tăng cường kéo dài hướng tâm ra ngoài từ đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 10. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 1 đến 9, ngoài ra còn bao gồm một màn chắn được bố trí trong đường dẫn chất lỏng ra sao cho chất lỏng chảy ra khỏi khoang bên trong đi qua màn chắn.

Phương án 11. Thiết bị theo bất kỳ phương án nào trong số các phương án từ 1 đến 10, trong đó vỏ bao gồm vật liệu truyền ánh sáng được cấu hình để chiếu sáng bọt khí trong khoang bên trong.

Phương án 12. Thiết bị theo bất kỳ phương án nào trong số các phương án từ 1 đến 11, trong đó vỏ bao gồm một cần đầu nối được cấu hình để gắn vào vỏ bộ bơm của hệ thống bơm tiêm chất lỏng.

Phương án 13. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án 1 đến 12, ngoài ra còn bao gồm một van điều chỉnh được để thay đổi tiết diện của ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 14. Thiết bị treo bọt khí trong đường dẫn chất lỏng của hệ thống bơm tiêm chất lỏng, thiết bị bao gồm: vỏ xác định khoang bên trong; một đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong; một đường dẫn chất lỏng ra được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong; và ống nối dài được lưu thông chất lỏng với đường dẫn chất lỏng vào và kéo dài vào khoang bên trong, ống nối dài bao gồm một đầu được đặt cách xa đường dẫn chất lỏng ra sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua ống nối dài được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 15. Thiết bị theo phương án 14, còn bao gồm màn chắn phân chia khoang bên trong của khoang bên trong thành phần đầu vào và phần đầu ra, trong đó màn chắn bao gồm ít nhất một lỗ cung cấp sự được lưu thông chất lỏng giữa phần đầu vào và phần đầu ra, và trong đó chất lỏng chảy vào khoang bên trong từ ống nối dài phải chảy qua ít nhất một lỗ của màn chắn để đến đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 16. Thiết bị theo phương án 14 hoặc 15, trong đó phần thứ nhất của màn chắn liền kề với đầu của ống kéo dài là không thấm chất lỏng, và trong đó phần thứ hai của màn chắn liền kề với đường dẫn chất lỏng ra bao gồm ít nhất một lỗ.

Phương án 17. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 16, trong đó màn chắn bao gồm một phễu xác định ít nhất một lỗ, phễu này thuôn nhọn từ tiết diện tối đa liền kề với phần đầu vào của khoang bên trong đến đường kính tối thiểu kéo dài vào phần đầu ra của khoang bên trong.

Phương án 18. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 14 đến 17, trong đó màn chắn bao gồm một nắp che ít nhất một phần che ít nhất một lỗ sao cho chất lỏng phải chảy xung quanh nắp để chảy qua ít nhất một lỗ.

Phương án 19. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 18, trong đó màn chắn bao gồm lưới.

Phương án 20. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 14 đến 19, trong đó ít nhất một lỗ bao gồm hai hoặc nhiều lỗ được sắp xếp theo hình vòng cung.

Phương án 21. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 14 đến 20, trong đó vỏ bao gồm: phần vỏ thứ nhất bao gồm mặt bích được kết cấu để nhận màn chắn; và phần vỏ thứ hai nhận được trong mặt bích của phần vỏ thứ nhất để chụp màn chắn giữa phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai.

Phương án 22. Thiết bị theo bất kỳ phương án nào trong số các phương án từ 14 đến 21, trong đó đường dẫn chất lỏng vào thuôn nhọn từ tiết diện nhỏ hơn sang tiết diện lớn hơn theo hướng của dòng chất lỏng qua đường dẫn chất lỏng vào để giảm tốc độ dòng chảy của chất lỏng chảy qua đường dẫn chất lỏng vào.

Phương án 23. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 22, trong đó ống nổi dài kéo dài song song với thành trong của khoang bên trong.

Phương án 24. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 23, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài ở một góc nhọn so với đường dẫn chất lỏng vào.

Phương án 25. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 14 đến 24, trong đó vỏ bao gồm vật liệu truyền ánh sáng được cấu hình để chiếu sáng bọt khí trong khoang bên trong.

Phương án 26. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 14 đến 25, trong đó vỏ bao gồm một cần đầu nổi được cấu hình để gắn vào vỏ bộ bơm của hệ thống bộ bơm chất lỏng.

Phương án 27. Thiết bị theo phương án bất kỳ trong số các phương án 14 đến 26, còn bao gồm một van điều chỉnh được để thay đổi tiết diện của ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 28. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng bao gồm: ít nhất một đồ chứa chất lỏng được cấu hình để bơm chất lỏng y tế; ít nhất một thiết bị treo bọt khí được lưu thông chất lỏng với ít nhất một bể chứa chất lỏng; ít nhất một thiết bị treo bọt khí bao gồm: vỏ xác định khoang bên trong; một đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong; và đường dẫn chất lỏng ra thông với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng ra cách đường dẫn chất lỏng vào sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua đường dẫn chất lỏng vào được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra; ít nhất một máy dò khí được cấu hình để phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong đường dẫn chất lỏng nối ít nhất một đồ chứa chất lỏng với ít nhất một thiết bị treo bọt khí; và ít nhất một van ngắt ở phía sau của ít nhất một thiết bị treo bọt khí và được cấu hình để di chuyển từ vị trí mở sang vị trí đóng để đáp ứng với thiết bị phát hiện không khí phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong đường dẫn chất lỏng, trong đó khoang bên trong là được cấu hình để tạo ra một xoáy chất lỏng bên trong trong chất lỏng tiêm vào khoang bên trong từ đường dẫn chất lỏng vào, và trong đó xoáy chất lỏng bên trong ít nhất treo tạm thời một hoặc nhiều bọt khí trong chất lỏng ở xoáy bên trong và làm chậm quá trình đi qua của bọt khí. hoặc nhiều bọt khí vào đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 29. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án 28, trong đó thiết bị treo bọt khí có thể di chuyển giữa: vị trí bơm trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như theo phương thẳng đứng xuống từ khoang bên trong sao cho lực nổi của bọt khí trong khoang bên trong gây ra thêm một hoặc nhiều bọt khí vẫn lơ lửng trong dòng xoáy chất lỏng bên trong khoang bên trong; và vị trí môi trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như theo phương thẳng đứng lên trên từ khoang sao cho lực nổi của bọt khí trong khoang bên trong làm cho bọt khí chảy từ xoáy chất lỏng bên trong qua đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 30. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm 28 hoặc 29, trong đó khoang bên trong bao gồm ít nhất một thành bên trong cong, trong đó đường dẫn chất lỏng vào kéo dài vào khoang bên trong tại một tiếp tuyến với thành bên trong cong.

Phương án 31. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 30, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài từ khoang bên trong theo hướng gần như vuông góc với đường chảy của chất lỏng trong xoáy chất lỏng bên trong khoang bên trong.

Phương án 32. Hệ thống đầu bơm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 31, trong đó ít nhất một phần của đường dẫn chất lỏng ra có tiết diện lớn hơn tiết diện của đường dẫn chất lỏng vào để giảm vận tốc chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng ra so với vận tốc chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng vào.

Phương án 33. Hệ thống đầu bơm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 32, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như song song với đường dẫn chất lỏng vào.

Phương án 34. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 33, trong đó khoang bên trong ít nhất là một phần hình cầu hoặc hình bán cầu.

Phương án 35. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 34, trong đó thiết bị treo bọt khí còn bao gồm một hốc kéo dài hướng tâm ra ngoài từ khoang bên trong theo hướng gần như đối diện với đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 36. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 35, ngoài ra còn bao gồm một van trên hốc và được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong để thoát khí tích tụ trong hốc.

Phương án 37. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 36, trong đó vỏ của thiết bị treo bọt khí bao gồm: phần vỏ thứ nhất bao gồm ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra; và phần vỏ thứ hai bao gồm ít nhất một phần của khoang bên trong, trong đó một trong số phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai bao gồm mặt bích để nhận phần còn lại của phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai.

Phương án 38. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 37, trong đó vỏ của thiết bị treo bọt khí bao gồm ít nhất một gân tăng cường kéo dài hướng tâm ra ngoài từ đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 39. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 38, trong đó thiết bị treo bọt khí còn bao gồm một màn chắn được bố trí gần với đường dẫn chất lỏng ra sao cho chất lỏng chảy ra khỏi khoang bên trong đi qua màn chắn.

Phương án 40. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 39, trong đó một hoặc nhiều trong số một hoặc nhiều bọt khí tạm thời bám vào một bề mặt của màn chắn khi chất lỏng đi qua màn chắn.

Phương án 41. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 40, trong đó màn chắn bao gồm lớp phủ ưa nước trên ít nhất một phần của bề mặt của màn chắn.

Phương án 42. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 41, trong đó thiết bị treo bọt khí còn bao gồm một ống nổi dài được lưu thông chất lỏng với đường dẫn chất lỏng vào và kéo dài vào khoang bên trong, ống nổi dài bao gồm một đầu được đặt cách xa nhau đường dẫn chất lỏng ra sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua ống nổi dài được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 43. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 42, trong đó màn chắn chia khoang bên trong thành phần đầu vào và phần đầu ra, trong đó màn chắn bao gồm ít nhất một lỗ cung cấp sự được lưu thông chất lỏng giữa phần đầu vào và phần đầu ra, và trong đó chất lỏng chảy vào khoang bên trong từ đường dẫn chất lỏng vào phải chảy qua ít nhất một lỗ của màn chắn để đến được đường dẫn chất lỏng ra.

Phương án 44. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 43, trong đó phần thứ nhất của màn chắn liền kề với đầu của ống nổi dài là không thấm chất lỏng, và trong đó phần thứ hai của màn chắn liền kề với đường dẫn chất lỏng ra bao gồm ít nhất một lỗ.

Phương án 45. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 44, trong đó màn chắn bao gồm phễu xác định ít nhất một lỗ, phễu này thuôn nhọn từ tiết diện tối đa liền kề với phần đầu vào của khoang bên trong đến đường kính tối thiểu mở rộng vào phần đầu ra của khoang bên trong.

Phương án 46. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 45, trong đó màn chắn bao gồm nắp chụp ít nhất một phần che ít nhất một lỗ sao cho chất lỏng phải chảy xung quanh nắp để chảy qua ít nhất một lỗ.

Phương án 47. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 46, trong đó màn chắn bao gồm lưới.

Phương án 48. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 47, trong đó ít nhất một lỗ bao gồm hai hoặc nhiều lỗ được sắp xếp theo hình vòng cung.

Phương án 49. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo bất kỳ phương án nào trong số các phương án từ 28 đến 48, trong đó thiết bị treo bọt khí làm chậm quá trình di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí đến đường dẫn chất lỏng ra ít nhất 100 mili giây.

Phương án 50. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 49, trong đó vỏ bao gồm: phần vỏ thứ nhất bao gồm mặt bích được kết cấu để nhận màn chắn; phần vỏ thứ hai nhận được trong mặt bích của phần vỏ thứ nhất để chụp màn chắn giữa phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai.

Phương án 51. Hệ thống đầu bơm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 50, trong đó đường dẫn chất lỏng vào thôn nhọn từ tiết diện nhỏ hơn sang tiết diện lớn hơn theo hướng dòng chất lỏng đi qua đường dẫn chất lỏng vào để giảm lưu lượng vận tốc của chất lỏng chảy qua đường dẫn chất lỏng vào.

Phương án 52. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 51, trong đó ống nối dài kéo dài song song với thành trong của khoang bên trong.

Phương án 53. Hệ thống đầu bơm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 52, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài ở một góc nhọn so với đường dẫn chất lỏng vào.

Phương án 54. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 53, trong đó vỏ của thiết bị treo bọt khí bao gồm vật liệu truyền ánh sáng được cấu hình để chiếu sáng bọt khí trong khoang bên trong.

Phương án 55. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo phương án bất kỳ trong số các phương án từ 28 đến 54, trong đó vỏ của thiết bị treo bột khí bao gồm một tay nối được kết cấu để gắn vào vỏ bơm tiêm của hệ thống bơm tiêm chất lỏng.

Phương án 56. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 28 đến 55, ngoài ra còn bao gồm van điều chỉnh được để thay đổi tiết diện của ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra.

Các chi tiết và ưu điểm khác của các ví dụ khác nhau được mô tả chi tiết ở đây sẽ trở nên rõ ràng khi xem xét mô tả chi tiết sau đây về các ví dụ khác nhau cùng với các hình vẽ đi kèm.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig. 1 là hình chiếu phối cảnh của hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo một phương án của sáng chế;

Fig. 2 là hình vẽ sơ đồ của hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo một phương án của sáng chế;

Fig. 3 là hình chiếu phối cảnh của thiết bị treo bột khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 4 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bột khí trên Fig. 3 ở vị trí tiêm;

Fig. 5 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bột khí trên Fig. 3 ở vị trí môi;

Fig. 6 là hình vẽ mặt cắt ngang của thiết bị treo bột khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 7 là hình chiếu phối cảnh của thiết bị treo bột khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 8 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bột khí trên Fig. 7 ở vị trí tiêm;

Fig. 9 là hình chiếu phối cảnh của thiết bị treo bột khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 10 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bột khí trên Fig. 9 tại khoảng thời gian đầu tiên của quy trình tiêm;

Fig. 11 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bọt khí trên Fig. 9 tại khoảng thời gian thứ hai của quy trình tiêm;

Fig. 12 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bọt khí trên Fig. 9 tại khoảng thời gian thứ ba của quy trình tiêm;

Fig. 13 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bọt khí trên Fig. 9 ở khoảng thời gian thứ tư của quy trình tiêm;

Fig. 14 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bọt khí trên Fig. 9 ở vị trí mới;

Fig. 15 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 16 là hình chiếu phối cảnh của thiết bị treo bọt khí trên Fig. 15;

Fig. 17 là hình chiếu cạnh mặt cắt ngang của thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 18 là hình chiếu phối cảnh nổi tung của thiết bị treo bọt khí trên Fig. 17;

Fig. 19 là hình chiếu phối cảnh của màn chắn dành cho thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 20 là hình chiếu phối cảnh của màn chắn dành cho thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 21 là hình chiếu phối cảnh của màn chắn dành cho thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 22 là hình chiếu phối cảnh của màn chắn dành cho thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 23 là hình chiếu phối cảnh của màn chắn dành cho thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế;

Fig. 24 là hình chiếu trước của màn chắn dành cho thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế; và

Fig. 25 là hình chiếu phối cảnh của thiết bị treo bọt khí theo một phương án của sáng chế.

Khi xem xét các hình vẽ trong đó các ký tự tham chiếu giống nhau đề cập đến các bộ phận giống nhau trong một số hình chiếu của chúng, sáng chế nói chung đề cập đến thiết bị treo bọt khí nội tuyến để sử dụng với hệ thống bơm tiêm chất lỏng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Đối với các mục đích của phần mô tả dưới đây, các thuật ngữ “bên trên”, “bên dưới”, “bên phải”, “bên trái”, “thẳng đứng”, “nằm ngang”, “trên đỉnh”, “dưới đáy”, “ở bên”, “theo chiều dọc”, và các biến thể của chúng sẽ đề cập đến sáng chế vì nó được định hướng trên các hình vẽ. Các thuật ngữ về không gian và hướng, như “trái”, “phải”, “trong”, “ngoài”, “trên”, “dưới”, và các thuật ngữ tương tự, không được xem như là giới hạn vì sáng chế có thể giả định các hướng thay thế khác.

Như được sử dụng ở đây, dạng số ít “một” (của “a”, “an”, và “the”) bao gồm cả dạng số nhiều trừ khi ngữ cảnh đó quy định rõ ràng theo cách khác. Tất cả các số được sử dụng trong bản mô tả này và các yêu cầu bảo hộ sẽ được hiểu là được điều chỉnh bởi thuật ngữ “khoảng” trong tất cả các trường hợp. Các thuật ngữ “xấp xỉ”, “khoảng” và “về cơ bản” có nghĩa là một khoảng cộng hoặc trừ mười phần trăm của giá trị đã nêu.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “ít nhất một trong số” là đồng nghĩa với “một hoặc nhiều trong số”. Ví dụ, cụm từ “ít nhất một trong số A, B, và C” có nghĩa là bất kỳ một trong số A, B, và C, hoặc kết hợp bất kỳ trong số bất kỳ hai hoặc nhiều trong số A, B, và C. Ví dụ, “ít nhất một trong số A, B, và C” bao gồm một hoặc nhiều trong số một mình A; hoặc một hoặc nhiều một mình B; hoặc một hoặc nhiều trong số một mình C; hoặc một hoặc nhiều A và một hoặc nhiều B; hoặc một hoặc nhiều A và hoặc một hoặc nhiều C; hoặc một hoặc nhiều B và một hoặc nhiều C; hoặc một hoặc nhiều trong số tất cả A, B, và C. Tương tự, như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “ít nhất hai trong số” là đồng nghĩa với “hai hoặc nhiều trong số”. Ví dụ, cụm từ “ít nhất hai trong số D, E, và F” có nghĩa là kết hợp bất kỳ của hai hoặc nhiều trong số D, E, và F. Ví dụ, “ít nhất hai trong số D, E, và F” bao gồm một hoặc nhiều D và một hoặc nhiều E; hoặc một hoặc nhiều D và một hoặc nhiều F; hoặc một hoặc nhiều E và một hoặc nhiều F; hoặc một hoặc nhiều trong số tất cả D, E, và F.

Cũng cần phải hiểu rằng các thiết bị và các quy trình cụ thể được minh họa trong các hình vẽ kèm theo, và được mô tả trong phần mô tả dưới đây, chỉ là các ví dụ minh họa một cách đơn giản của sáng chế. Do đó, các kích thước cụ thể và các đặc tính vật lý khác liên quan đến các ví dụ được bộc lộ trong bản mô tả này không được xem là giới hạn.

Khi được sử dụng liên quan đến thành phần của hệ thống phân phối chất lỏng, như ngăn chứa chất lỏng, ống tiêm, thiết bị tạo huyền phù khí, hoặc đường dẫn chất lỏng, thuật ngữ “xa” để chỉ một phần của thành phần nêu trên gần nhất với bệnh nhân. Khi được sử dụng liên quan đến thành phần của hệ thống tiêm, như ngăn chứa chất lỏng, ống tiêm, thiết bị tạo huyền phù khí, hoặc đường dẫn chất lỏng, thuật ngữ “gần” để chỉ một phần của thành phần nêu trên gần nhất với dụng cụ tiêm của hệ thống tiêm (tức là, phần của thành phần nêu trên ở xa bệnh nhân nhất). Khi được sử dụng liên quan đến bộ phận của hệ phân phối chất lỏng như bể chứa chất lỏng, ống tiêm, thiết bị tạo huyền phù khí hoặc đường dẫn chất lỏng, thuật ngữ “ngược chiều” đề cập đến hướng đi xa khỏi bệnh nhân và hướng về phía thiết bị tiêm của hệ thiết bị tiêm. Ví dụ, nếu như thành phần thứ nhất được đề cập là “đầu dòng” của thành phần thứ hai, thành phần thứ nhất nằm ở gần hơn với dụng cụ tiêm so với thành phần thứ hai với dụng cụ tiêm. Khi được sử dụng liên quan đến bộ phận của hệ phân phối chất lỏng như bể chứa chất lỏng, ống tiêm, thiết bị tạo huyền phù khí hoặc đường dẫn chất lỏng, thuật ngữ “xuôi chiều” đề cập đến hướng về phía bệnh nhân và đi xa khỏi phía thiết bị tiêm của hệ phân phối chất lỏng. Ví dụ, nếu thành phần thứ nhất được đề cập là “xuôi dòng” của thành phần thứ hai, thành phần thứ nhất nằm ở gần hơn với bệnh nhân so với thành phần thứ hai với bệnh nhân.

Như được sử dụng ở đây, thuật ngữ “điện dung” và “trở kháng” được sử dụng thay thế cho nhau để chỉ sự giãn nở thể tích của các bộ phận bộ cấy, chẳng hạn như đồ chứa chất lỏng, ống tiêm, đường dẫn chất lỏng và/hoặc các bộ phận khác của hệ thống phân phối chất lỏng do kết quả của chất lỏng có áp suất với các thành phần như vậy và/hoặc hấp thụ độ chùng cơ học bằng lực tác dụng lên các thành phần. Điện dung và trở kháng có thể là do áp suất bơm cao, có thể ở mức 1200 psi (8,273 kPa) trong một số quy trình chụp mạch và có thể dẫn đến thể tích chất lỏng được giữ trong một phần của bộ phận vượt quá lượng mong muốn đã chọn cho quy trình tiêm hoặc thể tích nghỉ của thành phần. Ngoài ra, điện dung của các bộ phận khác nhau, nếu không được tính đúng cách, có thể ảnh hưởng bất lợi đến độ chính xác của cảm biến áp suất của hệ thống bơm tiêm vì sự giãn nở thể tích của các bộ phận có thể gây ra sự sụt giảm áp suất giả tạo đo được của các bộ phận đó.

Các thuật ngữ “đầu tiên”, “thứ hai” và những thuật ngữ tương tự không nhằm mục đích đề cập đến bất kỳ thứ tự hoặc niên đại cụ thể nào, mà đề cập đến các điều kiện, tính chất hoặc yếu tố khác nhau. Tất cả các tài liệu được đề cập ở đây là toàn bộ “được kết hợp bằng cách tham chiếu”. Thuật ngữ “ít nhất” đồng nghĩa với “lớn hơn hoặc bằng”. Thuật ngữ “không lớn hơn” đồng nghĩa với “nhỏ hơn hoặc bằng”.

Cần hiểu rằng việc bộc lộ có thể giả định các biến thể thay thế và trình tự các bước, trừ khi được quy định rõ ràng ngược lại. Cũng cần hiểu rằng các thiết bị và quy trình cụ thể được minh họa trong các hình vẽ đính kèm và được mô tả trong thông số kỹ thuật sau đây chỉ đơn giản là các khía cạnh mẫu mực của công bố thông tin. Do đó, các kích thước cụ thể và các đặc điểm vật lý khác liên quan đến các ví dụ được bộc lộ ở đây không được coi là giới hạn.

Mặc dù các hệ thống và thiết bị được mô tả trong bản mô tả này có liên quan đến hệ thống tiêm chụp động mạch (CV), các cách thức tiêm áp suất khác, chẳng hạn như chụp cắt lớp vi tính (CT), siêu âm, chụp cắt lớp phát xạ positron (PET) và chụp cộng hưởng từ (MRI) cũng có thể kết hợp các phương án khác nhau được mô tả trong bản mô tả này để ngăn việc bơm không khí vào.

Khi xem xét các hình vẽ trong đó các ký tự tham chiếu giống nhau đề cập đến các bộ phận giống nhau trong một số hình chiếu của chúng, sáng chế nói chung đề cập đến hệ thống bơm tiêm chất lỏng và thiết bị treo bọt khí để làm chậm chuyển động của một hoặc nhiều bọt khí qua đường chất lỏng hướng về bệnh nhân và ngăn chặn việc tạo ra một hoặc nhiều bọt khí có thể vô tình xảy ra trong quá trình tiêm.

Đầu tiên đề cập đến Fig. 1, một phương án của hệ thống bơm tiêm chụp động mạch ống tiêm kép 2000 được minh họa. Hệ thống bơm chụp mạch 2000 được cấu hình để bơm hai chất lỏng y tế qua đường dẫn chất lỏng đầu tiên 210A cho chất lỏng y tế, chẳng hạn như phương tiện chụp ảnh tương phản cho quy trình tiêm chụp mạch máu và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B cho chất lỏng đỡ bồng, chẳng hạn như nước muối hoặc Ringer's lactat. Hệ thống ống tiêm chụp động mạch ống tiêm kép 2000 có thể bao gồm vỏ bơm tiêm 12 có hai cổng ống tiêm 15 được cấu hình để gắn hai ống tiêm 10A, 10B. Theo một số phương án, ống tiêm 10A, 10B có thể được giữ lại bên trong áo chịu áp lực tương ứng 17A, 17B chẳng hạn để ngăn chặn hiện tượng phồng do áp suất gây ra và khả năng gây nổ ống tiêm 10A, 10B.

Hệ thống tiêm chất lỏng 2000 có thể còn bao gồm ít nhất một giao diện người dùng đồ họa (GUI) 11 mà qua đó người vận hành có thể xem và kiểm soát tình trạng của quy trình tiêm. GUI 11 có thể hoạt động giao tiếp với bộ điều khiển 900 (xem Fig. 2) gửi và nhận các lệnh giữa GUI 11 và hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000. GUI 11 có thể được cung cấp trên vỏ bơm tiêm 12 hoặc có thể được gắn từ xa từ vỏ bơm tiêm 12.

Hệ thống bơm tiêm chụp động mạch ống tiêm kép 2000 có thể còn bao gồm ít nhất một bộ phát hiện khí ngược dòng 200 được kết nối với đường dẫn chất lỏng 210A,B để phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong vùng ống phát hiện không khí 250 của đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B. Ví dụ, vùng ống phát hiện không khí 250, có thể được kết hợp với phần gần hoặc ngược dòng của đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B. Theo một số phương án, ít nhất một máy dò không khí 200 có thể là một mô-đun đơn lẻ có ít nhất một cảm biến được liên kết hoạt động với mỗi trong số đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B. Theo một số phương án, ít nhất một máy dò không khí 200 có thể bao gồm ít nhất hai mô-đun riêng biệt, mỗi mô-đun được liên kết hoạt động với một trong số các đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B. Ít nhất một máy dò không khí 200 có thể đang hoạt động liên lạc với bộ điều khiển 900 (xem Fig. 2) sao cho bộ điều khiển 900 có thể nhận tín hiệu từ ít nhất một máy dò không khí 200 cho biết việc phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong một hoặc cả hai đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và/hoặc đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B. Sau khi nhận được (các) tín hiệu, bộ điều khiển 900 có thể gửi tín hiệu hoặc lệnh đến bơm tiêm chất lỏng 2000 để dừng quy trình bơm chất lỏng, ví dụ, bằng cách đóng một hoặc nhiều van ngắt (xem Fig. 2, 215A, 215B và/hoặc 390) xuôi dòng của ít nhất một máy dò không khí 200 để ngăn bọt khí phát hiện được không tiêm vào bệnh nhân. Ít nhất một máy dò không khí 200 có thể bao gồm cảm biến siêu âm và cảm biến quang học, hoặc được bố trí cảm biến phù hợp khác, được cấu hình để phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong đường dẫn chất lỏng.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig. 1, hệ thống bơm tiêm chụp động mạch ống tiêm kép 2000 có thể còn bao gồm các đồ chứa chất lỏng lớn 19A và 19B để nạp và nạp lại các ống tiêm tương ứng 10A, 10B tương ứng với để nạp đầy và nạp đầy lại các ống tiêm tương ứng 10A, 10B lần lượt bằng chất cản quang ghi hình ảnh và chất lỏng làm

sạch. Các đồ chứa chất lỏng lớn 19A và 19B có thể được lưu thông chất lỏng chọn lọc với các ống tiêm 10A, 10B thông qua các đường dẫn chất lỏng lớn tương ứng 216A và 216B và các van chất lỏng lớn 215A và 215B.

Các chi tiết khác và ví dụ về hệ thống bơm tiêm chạy bằng điện không giới hạn phù hợp, bao gồm ống tiêm, áo áp suất và cơ chế giữ áo áp suất, ống dẫn, van ngắt, bộ điều khiển và máy dò khí, được mô tả trong patent Mỹ số 5,383,858; 7,553,294; 7,666,169; 8,945,051; 10,022,493; và 10,507,319, và đơn PCT số PCT/US2013/061275; PCT/US2018/034613; PCT/US2020/049885; PCT/US2021/035273; và PCT/US2021/029963, các bậc lộ của chúng được đưa vào đây bằng cách tham chiếu toàn bộ. Mặc dù hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000 được mô tả trong bản mô tả này trong ngữ cảnh của bộ tiêm chụp động mạch ống tiêm kép (CV), cần hiểu rằng hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000 có thể được điều chỉnh cho các cấu hình ống tiêm đơn và nhiều ống tiêm của quy trình tiêm bất kỳ (ví dụ, CT, PET, MRI, siêu âm, v.v.)

Bây giờ đề cập đến Fig. 2, sơ đồ nguyên lý của hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000 được thể hiện trên Fig. 1 được minh họa. Hệ thống bơm tiêm 2000 bao gồm một pittông 13A, 13B tương ứng được liên kết với từng ống tiêm 10A, 10B và áo áp suất tương ứng 17A, 17B của chúng (xem Fig. 1). Mỗi pittông 13A, 13B được cấu hình để dẫn động pittông tương ứng 14A, 14B trong thùng của ống tiêm tương ứng 10A, 10B. Bộ điều khiển 900 được kết hợp một cách có hiệu quả với hệ thống bơm tiêm 2000, ví dụ để kích hoạt các pittông 13A, 13B để di chuyển tịnh tiến các pittông 14A, 14B trong các ống tiêm 10A, 10B và do đó thực hiện và dừng quy trình tiêm. Đặc biệt, bộ điều khiển 900 có thể bao gồm ít nhất một bộ xử lý được lập trình hoặc định cấu hình để khởi động các pittông 13A, 13B và nhiều thành phần khác của hệ thống bơm tiêm 2000, chẳng hạn như một hoặc nhiều van ngắt, như được mô tả trong bản mô tả này, để lấy và phân phối chất lỏng y tế theo một cách thức được lập trình cho một quy trình tiêm. Bộ điều khiển 900 có thể bao gồm phương tiện có thể đọc được bằng máy tính, chẳng hạn như bộ nhớ, trên đó một hoặc nhiều cách thức tiêm có thể được lưu trữ để thực thi bởi ít nhất một bộ xử lý.

Bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để thực hiện thao tác nạp trong đó pittông 13A, 13B liên kết với mỗi ống tiêm 10 A, 10B được rút về phía đầu

gần của ống tiêm 10 A, 10B để hút chất lỏng tiêm F (ví dụ, độ tương phản hình ảnh môi trường và chất lỏng xả) vào ống tiêm 10 A, 10B từ đồ chứa chất lỏng lớn 19A, 19B. Trong quá trình vận hành nạp như vậy, bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để khởi động có chọn lọc các van chất lỏng lớn 215A và 215B để thiết lập lưu thông chất lỏng giữa các ống tiêm tương ứng 10A, 10B và các đồ chứa chất lỏng lớn 19A, 19B thông qua các đường dẫn chất lỏng lớn 216A và 216B để kiểm soát việc nạp chất lỏng tiêm F thích hợp vào các ống tiêm 10A, 10B. Sau khi hoàn thành thao tác nạp, và tùy chọn thao tác môi để loại bỏ không khí bất kỳ ra khỏi ống tiêm 10A, 10B và các phương án khác nhau của thiết bị treo bột khí được mô tả trong bản mô tả này (ví dụ, bằng cách môi không khí bất kỳ như vậy trở lại đồ chứa chất lỏng lớn 19A, 19B hoặc thông qua ống môi), bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để khởi động có chọn lọc các van chất lỏng lớn 215A và 215B để chặn sự truyền chất lỏng giữa các ống tiêm tương ứng 10A, 10B và đồ chứa chất lỏng rời 19A, 19B qua đường dẫn chất lỏng rời 216A và 216B.

Sau thao tác nạp và thao tác môi, bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để thực hiện thao tác phân phối trong đó pittông 13A, 13B được kết hợp với một hoặc cả hai ống tiêm 10A, 10B được di chuyển về phía đầu xa của ống tiêm để tiêm chất lỏng bơm F vào đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B. Bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để khởi động có chọn lọc các van chất lỏng lớn 215A và 215B để thiết lập lưu thông chất lỏng giữa các ống tiêm 10A, 10B và bệnh nhân, thông qua các đường dẫn chất lỏng 210A, 210B. Đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B cuối cùng hợp nhất thành một đường dẫn chất lỏng cho bệnh nhân 210C được lưu thông chất lỏng với mạch máu của bệnh nhân. Theo các phương án khác nhau, đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B có thể hợp nhất tại đầu nối trộn chất lỏng cung cấp sự trộn hỗn loạn của chất lỏng thứ nhất và chất lỏng thứ hai, chẳng hạn như đầu nối trộn chất lỏng được mô tả trong Công bố đơn quốc tế số PCT/US2021/019507 và PCT/US2014/026324, các bậc lộ của chúng được đưa vào đây bằng cách tham chiếu.

Bộ điều khiển 900 có thể liên lạc hiệu quả với ít nhất một bộ phát hiện không khí 200 sao cho bộ điều khiển 900 có thể dừng hoạt động của các pittông 13A, 13B để

đáp ứng với bộ phát hiện không khí 200 phát hiện sự có mặt của một hoặc nhiều bọt khí trong ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và/hoặc đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B. Bộ điều khiển 900 có thể tiếp tục liên lạc hiệu quả với ít nhất một van ngắt tự động phía sau 390 sao cho bộ điều khiển 900 có thể kích hoạt ít nhất một van ngắt phía sau 390 để ngăn chất lỏng chảy qua ít nhất một van ngắt xuôi dòng 390 và vào hệ thống mạch máu của bệnh nhân. Ít nhất một van ngắt xuôi dòng 390 có thể được kích hoạt bởi bộ điều khiển 900 giữa các vị trí khác nhau, chẳng hạn như vị trí mở trong đó chất lỏng y tế có thể chảy vào bệnh nhân, vị trí đóng trong đó chất lỏng chảy vào bệnh nhân bị ngăn cản, và vị trí theo dõi huyết động trong đó mạch máu của bệnh nhân được lưu thông chất lỏng với một bộ chuyển đổi áp suất và được cách ly với các ống tiêm 10A, 10B. Theo một số phương án, van ngắt xuôi dòng 390 có thể là khóa vò, van kẹp hoặc loại tương tự. Theo các phương án nhất định, các van ngắt xuôi dòng 390 có thể được liên kết với từng đường dẫn chất lỏng 210A và 210B và có thể nằm trước đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B hợp nhất thành đường dẫn chất lỏng bệnh nhân 210C. Các ví dụ phù hợp về van nhúm và cấu hình van nhúm/đường dẫn chất lỏng được mô tả trong Công bố đơn quốc tế số PCT/US2021/029963. Trong quá trình vận hành phân phối bình thường, bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để di chuyển van ngắt xuôi dòng 390 sang vị trí mở để thiết lập lưu thông chất lỏng giữa bệnh nhân và các đường dẫn chất lỏng 210A, 210B. Bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để di chuyển van ngắt xuôi dòng 390 sang vị trí đóng để đáp ứng với việc không khí được phát hiện bởi ít nhất một máy dò không khí 200. Chuyển động của các pittông 13A, 13B cũng có thể bị dừng do không khí được phát hiện bởi ít nhất một bộ phát hiện không khí 200. Ở vị trí dừng, van ngắt phía dưới 390 cách ly chất lỏng bệnh nhân khỏi các đường dẫn chất lỏng 210A, 210B, do đó ngăn không cho không khí bị tiêm vào bệnh nhân.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig. 2, theo một số phương án, mỗi đường dẫn chất lỏng thứ nhất 210A và đường dẫn chất lỏng thứ hai 210B có thể bao gồm thiết bị treo bọt khí 300 được kết cấu để ít nhất treo tạm thời hoặc làm chậm một hoặc nhiều bọt khí chảy qua các đường dẫn chất lỏng 210A, 210B. Mỗi thiết bị treo bọt khí 300 có thể được cung cấp phù hợp với các đường dẫn chất lỏng liên quan 210A, 210B giữa ít

nhất một máy dò không khí 200 và van ngắt xuôi dòng 390, sao cho tất cả dòng chất lỏng chảy qua các đường dẫn chất lỏng 210A, 210B phải đi qua tại ít nhất một thiết bị treo bọt khí 300 để đi đến bệnh nhân.

Theo một số phương án, bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để di chuyển các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt phía dưới 390 đến vị trí đóng để đáp ứng với một hoặc nhiều bọt khí được phát hiện bởi ít nhất một máy dò khí. 200 cùng với việc dừng đồng thời các pittông 13A, 13B. Trong trường hợp không có thiết bị treo bọt khí 300, một hoặc nhiều bọt khí được phát hiện bởi ít nhất một máy dò khí 200 có thể di chuyển qua các đường dẫn chất lỏng 210A, 210B với vận tốc đủ để chảy qua các van chất lỏng lớn 215A, 215B và van ngắt phía dưới 390 trước khi các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt phía dưới 390 đạt đến vị trí đóng. Ví dụ, trong quy trình tiêm CV cao áp (ví dụ, 1200 psi (8,273 kPa)), có thể mất từ 60 mili giây đến 90 mili giây, ví dụ, theo một phương án, khoảng 80 mili giây, để hệ thống bơm 2000 dừng quy trình tiêm sau khi có bọt khí chảy vào vùng phát hiện của ít nhất một máy dò không khí 200. Thời gian cần thiết để dừng quy trình bơm có thể bao gồm: thời gian cần thiết để ít nhất một máy dò không khí 200 liên lạc với bộ điều khiển 900 rằng bọt khí đã được phát hiện, thời gian cần thiết để bộ điều khiển 900 liên lạc với các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390, và thời gian cần thiết để van chất lỏng dạng khối 215A, 215B và/hoặc van ngắt 390 di chuyển từ vị trí mở sang vị trí đóng. Ở áp suất bơm cao (ví dụ 1200 psi (8,273 kPa)) diễn hình của quy trình bơm CV, bọt khí có thể di chuyển từ 2,8 ml đến 3,6 ml thể tích của đường dẫn chất lỏng 210A, 210B trong khoảng thời gian từ 60 mili giây đến 90 mili giây giữa việc phát hiện bọt khí và đóng các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt phía dưới 390. Ví dụ, ở áp suất xấp xỉ 1200 psi (8,273 kPa), bọt khí có thể di chuyển một quãng đường tương ứng với 3,2 ml trong 80 mili giây với tốc độ dòng chảy là 30 ml/giây trong ống có đường kính trong 0,072 in (0,18 cm). Khoảng cách tương đương của thể tích 3,2 ml đối với một phương án như vậy có thể là khoảng 4 feet (1,2m) chiều dài ống di chuyển trong 80 mili giây. Do đó, ngay cả với thời gian phản hồi nhanh của ít nhất một máy dò không khí 200, bộ điều khiển 900 và các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390, bọt khí có thể di chuyển một khoảng cách đáng kể, có khả năng vào trong bệnh nhân, trước khi các van chất

lòng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390 có thể được đóng lại. Ngoài ra, do khả năng nén của chất khí so với chất lỏng, thể tích bọt khí có thể giảm đáng kể dưới áp suất bơm cao. Chỉ có việc dừng dòng chất lỏng bằng cách dừng các piston 13A, 13B mới giải phóng áp suất lên hệ thống giúp bọt khí nở ra về thể tích. Thể tích tăng lên có thể di chuyển bọt khí xuống đường dẫn chất lỏng qua các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390 trước khi các van này được đóng lại.

Các phương án của thiết bị treo bọt khí 300 theo sáng chế được cấu hình để ít nhất tạm thời làm chậm dòng chảy của bọt khí trong đường dẫn chất lỏng 210A, 210B sao cho bộ điều khiển 900 có đủ thời gian để di chuyển các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390 đến vị trí đóng trước khi bọt khí đến van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390. Như đã lưu ý ở đây, trong quy trình bơm CV cao áp (ví dụ, 1200 psi (8,273 kPa)), có thể mất từ 60 mili giây đến 90 mili giây, ví dụ, theo một phương án, khoảng 80 mili giây, để hệ thống 2000 đóng các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390 để đáp ứng với ít nhất một máy dò không khí 200 phát hiện bọt khí trong đường dẫn chất lỏng 210A, 210B. Các phương án của thiết bị treo bọt khí 300 có thể được cấu hình để làm chậm dòng chảy của bọt khí ít nhất là 60 mili giây đến 90 mili giây, ví dụ, trong một phương án ít nhất là 80 mili giây, sao cho các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390 có thể được di chuyển đến vị trí đóng trước khi bọt khí có thể chạm tới van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390. Như vậy, bọt khí không thể chảy xuôi dòng của các van chất lỏng lớn 215A, 215B và/hoặc van ngắt xuôi dòng 390 và vào bệnh nhân. Theo một số phương án, bộ điều khiển 900 được lập trình hoặc cấu hình để di chuyển một hoặc cả hai van chất lỏng lớn 215A, 215B đến vị trí đóng để đáp ứng với ít nhất một máy dò khí 200 phát hiện bọt khí trong đường dẫn chất lỏng 210A, 210B. Theo một số phương án, bộ điều khiển 900 được lập trình hoặc lập cấu hình để di chuyển van ngắt xuôi dòng 390 sang vị trí đóng để đáp ứng với ít nhất một máy dò khí 200 phát hiện bọt khí trong đường dẫn chất lỏng 210A, 210B. Theo một số phương án, bộ điều khiển 900 được lập trình hoặc lập cấu hình để di chuyển một hoặc cả hai van chất lỏng lớn 215A, 215B và van ngắt phía dưới 390 đến vị trí đóng để đáp ứng với ít nhất một máy dò khí 200 phát hiện bọt khí trong đường dẫn chất lỏng 210A, 210B

Đề cập đến các Fig. 3-25, các đặc điểm của các phương án khác nhau của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện theo sáng chế. Nói chung, các phương án của thiết bị treo bọt khí 300 bao gồm vỏ 310 xác định khoang bên trong 320. Khoang bên trong 320 được lưu thông chất lỏng với đường dẫn chất lỏng vào 312 và đường dẫn chất lỏng ra 314. Đường dẫn chất lỏng vào 312 và đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể được cấu hình để được lưu thông chất lỏng với các đường dẫn chất lỏng liên quan 210A, 210B của hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000. Ít nhất một thiết bị treo bọt khí 300 có thể được nối với đường dẫn chất lỏng liên quan 210A, 210B sao cho chất lỏng tiêm được bơm từ ống tiêm liên kết 10A, 10B chảy vào đường dẫn chất lỏng vào 312, qua khoang bên trong 320, và ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra 314. Thiết bị treo bọt khí 300 được đặt ở mỗi trong số các đường dẫn chất lỏng 210A, 210B ở phía sau của ít nhất một máy dò không khí 200 và ở phía trên của van ngắt phía dưới 390 và, theo một số phương án, ở phía trên của các van chất lỏng lớn 215A, 215B. Theo cách này, bọt khí ít nhất tạm thời được treo trong thiết bị treo bọt khí 300 trong một khoảng thời gian để cho phép di chuyển van ngắt phía dưới 390 và/hoặc các van chất lỏng lớn 215A, 215B đến vị trí đóng và dừng quy trình tiêm. Theo một số phương án, thiết bị treo bọt khí 300 có thể được cấu hình để làm chậm di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí từ đường dẫn chất lỏng vào 312 đến đường dẫn chất lỏng ra 314 ít nhất 100 mili giây.

Đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể được định hướng so với khoang bên trong 320 sao cho dòng chất lỏng đi vào khoang bên trong 320 tạo ra xoáy chất lỏng bên trong chất lỏng tiêm vào khoang bên trong 320. Theo một số phương án, đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể được định hướng sao cho chất lỏng tiêm từ đường dẫn chất lỏng vào 312 đi vào khoang bên trong 320 gần như tiếp tuyến với thành bên trong cong hoặc hình bán cầu 322 của khoang bên trong 320, do đó làm cho chất lỏng tiêm chảy dọc theo thành bên trong 322 để tạo ra dòng xoáy chất lỏng. Xoáy chất lỏng bên trong tạo ra một hoặc nhiều bọt khí có thể có trong chất lỏng tiêm tạm thời được giữ lại trong xoáy chất lỏng ở khoang bên trong 320, do đó ít nhất tạm thời làm chậm quá trình di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí đến đường dẫn chất lỏng ra 314 và ra khỏi thiết bị treo bọt khí 300. Xoáy chất lỏng bên trong có thể xác định một đường dòng chảy nói chung là hình tròn hoặc liên tục dọc theo thành bên trong cong hoặc hình bán cầu 322 của khoang bên trong 320, làm cho một hoặc nhiều bọt khí tạm thời lơ lửng trong chất

lòng tiêm vào trong xoáy chất lỏng. Ngoài ra, dòng xoáy chất lỏng có thể khiến một hoặc nhiều bọt khí kết hợp lại thành một số ít bọt khí lớn hơn, ví dụ như do sự va chạm và kết hợp của các bọt khí nhỏ. Thành bên trong cong hoặc hình bán cầu 322 có thể giảm thiểu lực cắt trên một hoặc nhiều bọt khí và do đó, ngăn không cho bọt khí cắt thành các bọt khí nhỏ hơn trong dòng xoáy.

Theo các phương án khác nhau, khoang bên trong 320 có thể có thể tích (tức là dung tích chất lỏng) đủ để làm chậm bọt lên đến 0,5 mililit (ml). Theo các phương án như vậy, khoang bên trong 320 có thể có thể tích (nghĩa là dung tích chất lỏng) nằm trong khoảng từ 2 ml đến 10 ml, theo một số phương án nằm trong khoảng từ 2,8 ml đến 3,6 ml, theo một số phương án khoảng 3,2 ml, và theo một số phương án khoảng 5,4 ml. Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-6, khoang bên trong 320 có thể có thể tích (tức là dung tích chất lỏng) xấp xỉ 6,77 ml để làm chậm bọt lên đến xấp xỉ 0,5 ml. Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 7-8, khoang bên trong 320 có thể có thể tích (tức là dung tích chất lỏng) xấp xỉ 7,00 ml để làm chậm bọt lên đến xấp xỉ 0,5 ml. Theo một số phương án, thể tích của khoang bên trong 320 có thể được tăng lên tương ứng để làm chậm các bọt có thể tích lớn hơn 0,5 ml.

Tiếp tục viện dẫn đến các phương án khác nhau được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-25, đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể được định hướng so với khoang bên trong 320 để ngăn một hoặc nhiều bọt khí lơ lửng trong dòng xoáy chất lỏng bên trong dễ dàng chảy về phía đường dẫn chất lỏng ra 314. Ví dụ, đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể được định hướng sao cho đường dẫn chất lỏng được xác định bởi xoáy chất lỏng hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra 314, hoặc sao cho chất lỏng chảy trong khoang bên trong 320 phải thay đổi hướng để đi vào đường dẫn chất lỏng ra 314 (xem, ví dụ, Fig. 14). Theo một số phương án, đường chất lỏng ra 314 có thể mở rộng gần như vuông góc với thành bên trong 322 của khoang bên trong 320 sao cho dòng chất lỏng trong xoáy chất lỏng đi ngang qua lỗ 315 của đường chất lỏng ra 314 (xem, ví dụ, Fig. 4). Đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể được bố trí sao cho, ở vị trí bơm của thiết bị treo bọt khí 300, đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài ít nhất một phần xuống phía dưới từ khoang bên trong 320. Vì không khí nổi tương đối so với chất lỏng tiêm trong khoang bên trong 320, bất kỳ bọt khí nào có trong khoang bên trong 320 đều được tạo ra bởi lực nổi tương đối của nó để nổi hoặc di chuyển về phía trên cùng của

khoang bên trong 320 cách xa đường dẫn chất lỏng ra 314. Ngoài ra, với cấu hình như vậy đối với thiết bị treo bọt khí 300, thiết bị treo bọt khí 300 có thể được di chuyển (ví dụ, xoay) từ vị trí tiêu chuẩn sang vị trí mới trong đó đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài ít nhất một phần lên trên từ khoang bên trong 320 (xem, Fig. 5). Ở vị trí mới, trong quá trình mới để loại bỏ không khí khỏi đường chất lỏng trước khi bắt đầu quy trình bơm chất lỏng, bọt khí có trong khoang bên trong 320 được tạo ra để nổi về phía đường chất lỏng ra 314 để dưới ảnh hưởng của dòng chất lỏng mới, bọt khí có thể được làm sạch qua đường dẫn chất lỏng ra 314 từ đầu xa của đường dẫn chất lỏng liên quan 210A, 210B.

Đặc biệt tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 3-5, một phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện. Phần vỏ 310 có thể được tạo thành từ phần vỏ thứ nhất 302 và phần vỏ thứ hai 304. Việc tạo thành vỏ 310 từ nhiều phần có thể tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình sản xuất thông qua quy trình ép bơm để tạo thành các tính năng khác nhau của thiết bị treo bọt khí 300. Thiết bị treo bọt khí 300 có thể được làm bằng bất kỳ vật liệu loại y tế phù hợp nào, chẳng hạn như vật liệu polyme loại y tế có khả năng chịu được áp suất chất lỏng cao bên trong thiết bị treo bọt khí 300. Phần vỏ thứ nhất 302 có thể bao gồm ít nhất một trong số các đường dẫn chất lỏng vào 312 và đường dẫn chất lỏng ra 314. Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-5, phần vỏ thứ nhất 302 bao gồm cả đường dẫn chất lỏng vào 312 và đường dẫn chất lỏng ra 314. Đường dẫn chất lỏng vào 312 và đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể kéo dài gần như song song với nhau. Khoang bên trong 320 có thể được xác định bởi phần vỏ thứ nhất 302 và phần vỏ thứ hai 304. Theo phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-5, mỗi phần trong số phần khoang thứ nhất 302 và phần khoang thứ hai 304 xác định một phần khoang bên trong 320. Như thể hiện trong các hình vẽ Fig. 4 và 5, phần vỏ thứ nhất 302 bao gồm mặt bích 306 được cấu hình để nhận tính năng cuối 308, ví dụ như mép, của phần vỏ thứ hai 304. Trong một số phương án, mặt bích 306 có thể được cung cấp trên phần vỏ thứ hai 304 và tính năng kết thúc 308 có thể được cung cấp trên phần vỏ thứ nhất 302. Phần vỏ thứ nhất 302 và phần vỏ thứ hai 304 có thể được nối với nhau bằng chất kết dính, hàn laser, hàn siêu âm, hoặc tương tự. Vỏ 310 có thể bao gồm một hoặc nhiều gân tăng cường 324, 325 nằm ở các vị trí khác nhau để tạo ra sự hỗ trợ chống lại áp suất chất lỏng cao trong vỏ 310. Trong một

số quy trình chụp động mạch (CV), áp suất chất lỏng có thể lên tới khoảng 1200 psi (8,273 kPa). Theo một số phương án, nhiều gân tăng cường 324 có thể kéo dài hướng kính từ ít nhất một phần của đường dẫn chất lỏng vào 312, phần vỏ thứ nhất 302, phần vỏ thứ hai 304, và đường dẫn chất lỏng ra 314. Theo một số phương án, ít nhất một gân tăng cường 325 có thể kéo dài song song với đường dẫn chất lỏng vào 312 và/hoặc đường dẫn chất lỏng ra 314. Theo các phương án nhất định, tay nối 360 có thể còn đóng vai trò là tính năng tăng cường cho đường dẫn chất lỏng vào 314.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 3-5, khoang bên trong 320 có thể có thành bên trong hình bán cầu, cong 322 để làm cho chất lỏng tiêm vào khoang bên trong 320 chảy trong xoáy chất lỏng bên trong, được xác định trên Fig. 4 bằng đường dẫn dòng xoáy B. Theo một số phương án, thành bên trong 322 của khoang bên trong 320 được xác định bởi phần vỏ thứ hai 304 có thể gần như là hình bán cầu hoặc hình vòm. Như thể hiện trên Fig. 4, minh họa thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện ở vị trí bơm, đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể mở rộng vào khoang bên trong 320 gần như tiếp tuyến với thành bên trong 322 để tạo ra xoáy chất lỏng bên trong. Đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể có một lỗ mở 313 vào khoang bên trong 320 sao cho chất lỏng tiêm vào khoang bên trong 320 theo hướng A kết hợp với chất lỏng tiêm vào khoang bên trong 320 chảy theo đường dòng xoáy chất lỏng B. Do đó, chất lỏng tiêm chảy vào khoang bên trong 320 từ đường dẫn chất lỏng vào 312 đi vào dòng xoáy chất lỏng bên trong theo hướng gần như giống với hướng của dòng chảy xoáy B để duy trì dòng xoáy chất lỏng. Do đó, đường dẫn dòng xoáy chất lỏng B chảy liên tục trong khoang bên trong 320 miễn là chất lỏng tiêm tiếp tục được đưa vào khoang bên trong 320 từ đường dẫn chất lỏng vào 312. Thành bên trong 322 có thể được tạo hình để tạo ra sự tuần hoàn của chất lỏng tiêm vào đường dẫn dòng xoáy B.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig. 4, đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể kéo dài từ khoang bên trong 320 gần như vuông góc với thành bên trong 322 và đường dẫn dòng chất lỏng xoáy B, sao cho đường dẫn dòng chất lỏng xoáy B chảy ngang qua lỗ 315 của đường dẫn chất lỏng ra 314. Như vậy, ít nhất một phần chất lỏng tiêm trong đường dẫn chất lỏng xoáy B chảy qua lỗ 315 và quay trở lại về phía lỗ 313 của đường dẫn chất lỏng vào 312 để duy trì dòng xoáy chất lỏng.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig. 4, dòng xoáy chất lỏng bên trong có thể lơ lửng một hoặc nhiều bọt khí 400 trong khoang bên trong 320 trong quy trình tiêm được thực hiện bởi hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000. Khi chất lỏng tiêm được đưa vào khoang bên trong 320 qua đường dẫn chất lỏng vào 312, bất kỳ bọt khí 400 nào có trong chất lỏng tiêm vào sẽ di chuyển về phía vùng áp suất thấp LP được tạo thành bởi dòng xoáy chất lỏng bên trong ở trung tâm của đường dẫn dòng xoáy chất lỏng B. Chất lỏng bơm chảy trong đường dẫn dòng xoáy chất lỏng B tạo thành một ranh giới ít nhất treo tạm thời một hoặc nhiều bọt khí 400 trong vùng áp suất thấp và ít nhất tạm thời làm chậm quá trình di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí 400 về phía đường dẫn chất lỏng ra 314. Một hoặc nhiều bọt khí 400 lơ lửng trong vùng áp suất thấp LP có thể kết hợp lại để tạo thành một hoặc nhiều bọt khí lớn hơn 402. Thành bên trong 322 có thể được tạo hình để tạo ra sự tuần hoàn của chất lỏng tiêm vào đường dẫn dòng xoáy B, và để tạo ra một hoặc nhiều bọt khí 400 thành một dạng chặt chẽ hơn trong đường dẫn dòng xoáy B. Mặc dù vậy, trong quá trình bơm, một hoặc nhiều bọt khí lớn hơn 402 có thể bị lực chất lỏng cắt hoặc cắt nhỏ thành các bọt nhỏ hơn 404 có thể di chuyển ra ngoài đường dòng xoáy B.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig. 4, ở vị trí bơm, khoang 310 được định hướng sao cho đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài gần như theo chiều dọc xuống dưới từ khoang bên trong 320. Như vậy, hướng dòng chảy C của chất lỏng tiêm chảy ra khỏi khoang bên trong 320 gần như được căn chỉnh với hướng của trọng lực G. Vì không khí nổi tương đối so với chất lỏng tiêm, nên lực nổi của bọt khí 400, 402 trong khoang bên trong 320 tạo ra một hoặc nhiều bọt khí 400, 402 có xu hướng dâng lên ngược với hướng của trọng lực G về phía vùng trên của khoang bên trong 320, và do đó bọt khí 400, 402 có xu hướng vẫn lơ lửng trong dòng xoáy chất lỏng bên trong khoang bên trong 320 trong một khoảng thời gian dài hơn. Hơn nữa, ngay cả các bọt khí bị cắt 404 đi qua ranh giới được tạo thành bởi đường dòng chất lỏng xoáy B cũng được tạo ra bởi lực nổi để có xu hướng chảy ngược với hướng của trọng lực G và do đó bị làm chậm hơn nữa khi di chuyển qua đường chất lỏng ra 314.

Theo một số phương án, ít nhất một phần của đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể có đường kính mặt cắt ngang Do lớn hơn đường kính mặt cắt ngang Di của đường dẫn chất lỏng vào 312. Đường kính lớn hơn Do của đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể

làm giảm tốc độ dòng chảy ở đường dẫn chất lỏng ra 314 của chất lỏng thoát ra khỏi khoang bên trong 320. Do đó, vận tốc dòng chảy giảm làm giảm lực cản trên các bọt 404 bên ngoài ranh giới được tạo thành bởi đường dòng chảy xoáy chất lỏng B, do đó lực nổi của các bọt 404 có thể có xu hướng thắng các lực cản tạo ra các bọt 404 về phía đường chất lỏng ra 314. Do đó, các bọt 404 ít nhất có thể tạm thời bị làm chậm chảy ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra 314.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig. 4, theo một số phương án, đường kính Di của đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể được chọn để kiểm soát tốc độ dòng chảy của chất lỏng tiêm, bao gồm các bọt khí 400 có trong đó, vào khoang bên trong 320. Đặc biệt, giảm đường kính Di làm tăng vận tốc dòng chảy. Đường kính Di của đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể được chọn để tạo ra vận tốc dòng chảy tương đối cao, vận tốc này có tác dụng phá vỡ một hoặc nhiều bọt khí 400. Theo một số phương án, đường kính Di của đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể xấp xỉ 3,7 mm (0,145 inso).

Nhắc lại một lần nữa đến Fig. 5, thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện ở vị trí môi để thực hiện thao tác môi hoặc tẩy trong đó chất lỏng được bơm vào để môi/làm sạch thiết bị treo bọt khí 300 và các đường dẫn chất lỏng liên quan 210A, 210B trước quy trình bơm để loại bỏ bất kỳ không khí nào khỏi thiết bị treo bọt khí 300 và các đường dẫn chất lỏng liên quan 210A, 210B. Ở vị trí môi, vỏ 310 được định hướng sao cho đường dẫn chất lỏng vào 312 và đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài gần như theo chiều dọc lên trên từ khoang bên trong 320. Như vậy, hướng dòng chảy A của chất lỏng tiêm chảy vào khoang bên trong 320 qua đường dẫn chất lỏng vào 312 gần như là phù hợp với hướng của trọng lực G. Đường kính Di của đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể đủ nhỏ để vận tốc dòng chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể mang theo bọt khí 400 ngược với hướng nổi của bọt khí 400. Tức là, vận tốc dòng chảy qua đường kính Di tạo ra đủ lực kéo lên một hoặc nhiều bọt 400 để thắng lực có bản chất nổi của bọt khí 400 và kéo chúng vào khoang bên trong 329. Kết quả là, một hoặc nhiều bọt 400 được chất lỏng tiêm vận chuyển vào khoang bên trong 320.

Ở vị trí môi, đường dẫn chất lỏng ra 314 cũng kéo dài gần như theo chiều dọc lên trên từ khoang bên trong 320, sao cho hướng dòng chảy C của chất lỏng tiêm chảy ra khỏi khoang bên trong 320 gần như ngược với hướng của trọng lực G. Lực nổi của bọt khí 400 trong khoang bên trong 320 làm cho bọt khí 400, 402 nổi lên trên từ xoáy

chất lỏng bên trong qua đường dẫn chất lỏng ra 314, hoạt động cùng với lực cản liên quan đến dòng chất lỏng và do đó làm sạch bọt khí. thiết bị treo bọt khí 300.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 3-5, thiết bị treo bọt khí 300 có thể bao gồm tay nối 360 kéo dài từ vỏ 300. Tay nối 360 có thể được cấu hình để kết nối với khoang bộ cấy 12 hoặc tính năng khác được liên kết với đường dẫn dòng chảy hoặc bộ cấy (xem Fig. 1-2). Cụ thể, tay nối 360 có thể được cấu hình để giao tiếp với bộ dẫn động trong giao tiếp với bộ điều khiển 900 (xem Fig. 2) của hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000. Bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để xoay thiết bị treo bọt khí 300 giữa vị trí tiêm và vị trí môi thông qua tay nối 360 theo cách thức tiêm. Ngoài ra, tay nối 360 có thể được cấu hình để gắn vào hệ thống bơm tiêm chất lỏng ở vị trí bơm hoặc môi và có thể được cấu hình để người dùng xoay thiết bị treo bọt khí 300 bằng tay giữa vị trí bơm và vị trí môi thông qua tay nối 360, chẳng hạn như để đáp ứng lời nhắc của hệ thống trên GUI, để chuẩn bị bơm tiêm chất lỏng cho quy trình bơm chất lỏng.

Bây giờ đề cập đến Fig. 6, một phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện. Phương án của thiết bị treo bọt khí được thể hiện trên Fig. 6 gần như có thể tương tự với phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-5 và chỉ có sự khác biệt giữa chúng sẽ được thảo luận bên dưới. Phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện trên Fig. 6 có thể bao gồm một van làm sạch không khí 350 trên vỏ 310 được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong 320. Đặc biệt, van làm sạch không khí 350 có thể được bố trí để lưu thông chất lỏng với vùng trên cùng của khoang bên trong 320. Van lọc không khí 350 có thể được sử dụng để thoát không khí tích tụ trong khoang bên trong 320, đặc biệt là sau khi hoàn thành quy trình tiêm khi sử dụng thiết lập nhiều bệnh nhân để tiến hành nhiều trình tự tiêm liên tiếp bằng cách sử dụng bộ dùng một lần cho nhiều bệnh nhân và một bệnh nhân dùng một lần. bố trí. Van làm sạch không khí 350 có thể được đặt ở vị trí đóng trong khi thực hiện quy trình bơm sao cho mọi bọt khí 400, 402 có trong chất lỏng tiêm đều lơ lửng trong khoang bên trong 320 theo cách tương tự được mô tả liên quan đến các Fig. 3-5. Sau khi hoàn thành quy trình tiêm và trước khi bắt đầu quy trình tiêm tiếp theo, xoáy chất lỏng bên trong và đường dẫn dòng xoáy B (được thể hiện trên Fig. 4) tiêu tan do không có dòng chất lỏng vào khoang bên trong 320. Như vậy, đường dẫn dòng xoáy B (được thể hiện trên Fig. 4)

không còn thể hiện ranh giới dòng chảy tới một hoặc nhiều bọt khí kết hợp 402 lơ lửng trong khoang bên trong 320. Do đó, một hoặc nhiều bọt khí kết hợp 402 có thể trôi nổi đến khu vực trên cùng của khoang bên trong 320 liền kề với van làm sạch không khí 350. Van lọc không khí 350 có thể được di chuyển đến vị trí mở, bằng tay bởi người vận hành hoặc tự động bởi bộ điều khiển 900 sao cho một hoặc nhiều bọt khí kết hợp 402 có thể chảy ra khỏi khoang bên trong 320 qua van lọc không khí 350, đối với ví dụ với lưu lượng chất lỏng thấp vào khoang để thay thế thể tích không khí được lọc bằng chất lỏng. Theo một số phương án, đầu ra của van làm sạch không khí 350 có thể được nối với nguồn chân không, chẳng hạn như ống tiêm cầm tay (không được thể hiện trên hình vẽ), để hỗ trợ loại bỏ một hoặc nhiều bọt khí kết hợp 402 khỏi khoang bên trong 320. Sau khi một hoặc nhiều bọt khí kết hợp 402 được loại bỏ khỏi khoang bên trong 320, van lọc không khí 350 có thể được đưa trở lại vị trí đóng để chuẩn bị cho quy trình bơm tiếp theo. Van xả khí 350 có thể là khóa vòi, van kẹp, hoặc loại tương tự.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig. 6, một số phương án thiết bị treo bọt khí 300 có thể bao gồm van điều chỉnh được 352 được kết hợp với đường dẫn chất lỏng vào 312 và/hoặc van điều chỉnh được 354 kết hợp với đường dẫn chất lỏng ra 314. Van điều chỉnh được 352 có thể được cấu hình để thay đổi tiết diện của đường dẫn chất lỏng vào 312 và van điều chỉnh được 354 có thể được cấu hình để thay đổi tiết diện của đường dẫn chất lỏng ra 314. Việc giảm tiết diện của đường dẫn chất lỏng vào 312 và/hoặc đường dẫn chất lỏng ra 314 làm tăng tốc độ dòng chảy, trong khi việc tăng tiết diện của đường dẫn chất lỏng vào 312 và/hoặc đường dẫn chất lỏng ra 314 làm giảm vận tốc dòng chảy. Theo một số phương án, có thể mong muốn tăng tiết diện của đường dẫn chất lỏng vào 312, do đó làm giảm tốc độ dòng chảy qua đường dẫn chất lỏng vào 312, vì tốc độ dòng chảy giảm có thể ít có khả năng đánh bật các bọt khí bám trên bề mặt của đường dẫn chất lỏng vào 312. Theo một số phương án, có thể mong muốn tăng tiết diện của đường dẫn chất lỏng ra 314, do đó, làm giảm vận tốc dòng chảy qua đường dẫn chất lỏng ra 314, vì vận tốc dòng chảy giảm có thể ít có khả năng mang theo bọt khí từ dòng xoáy chất lỏng 402 qua đường dẫn chất lỏng ra 314. Các van điều chỉnh 352, 354 có thể là khóa vòi, van kẹp, hoặc loại tương tự.

Bây giờ xem xét các hình vẽ từ Fig. 7-8, một phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện. Phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 7-8 gần như có thể tương tự với các phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-6 và chỉ có sự khác biệt sẽ được thảo luận bên dưới. Phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 7-8 có thể bao gồm hốc 326 được xác định trong thành bên trong 322 và mở rộng hướng kính ra ngoài từ vùng trên cùng của khoang bên trong 320 gần như đối diện với đường dẫn chất lỏng ra 314. Hốc 326 có thể nhận và giữ lại một hoặc nhiều bọt khí 408. Hốc 326 có thể được điều chỉnh đặc biệt để nhận và giữ lại một hoặc nhiều bọt khí 408 ở dạng bọt khí siêu nhỏ được tạo ra bằng cách thoát khí của chất lỏng y tế. Theo một số phương án, van lọc không khí 350 như được mô tả liên quan đến Fig. 6 có thể được bố trí trong hốc 326 sao cho một hoặc nhiều bọt khí 408 tích tụ trong hốc 326 có thể được thoát ra khỏi hốc 326.

Bây giờ xem xét các hình vẽ từ Fig. 9-14, một phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện. Phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 9-14 có thể bao gồm một số tính năng và thành phần phổ biến với các phương án được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-8 và bất kỳ thành phần nào không được mô tả cụ thể liên quan đến các hình vẽ từ Fig. 9-14 được hiểu là gần như tương tự như các phần tử tương tự của các phương án của các Fig. 3-8. Theo phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 9-14, phần vỏ 310 bao gồm một màn chắn 328 chia khoang bên trong 320 thành phần đầu vào 332 và phần đầu ra 334. Các phương án khác nhau của màn chắn 328 được mô tả trong bản mô tả này liên quan đến các hình vẽ từ Fig. 19-24. Màn chắn 328 có thể được bố trí gần đường dẫn chất lỏng ra 314. Màn chắn 328 có thể bao gồm ít nhất một khe 340 tạo ra khả năng lưu thông chất lỏng giữa phần đầu vào 332 và phần đầu ra 334. Chất lỏng bơm chảy vào khoang bên trong 320 từ đường dẫn chất lỏng vào 312 sau đó phải chảy qua ít nhất một khe 340 của màn chắn 328 để đến đường dẫn chất lỏng ra 314. Theo một số phương án, màn chắn 328 có thể bao gồm ít nhất một khe hình phễu 342 xác định ít nhất một khe 340. Phễu 342 có thể thuôn nhọn từ tiết diện tối đa liền kề phần đầu vào 332 của khoang trong 320 đến đường kính tối thiểu mở rộng vào phần đầu ra 334 của khoang trong 320. Theo một số phương án, ít nhất một phần của màn chắn

328 có thể có lớp phủ ưa nước tạo ra các bọt khí trong chất lỏng tiêm bám vào màn chắn 328, và ít nhất là tạm thời làm chậm dòng chảy của các bọt khí này về phía đường dẫn chất lỏng ra 314.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 9-14, thiết bị treo bọt khí 300 có thể còn bao gồm ống nối dài 370 được lưu thông chất lỏng với và kéo dài từ đường dẫn chất lỏng vào 312 vào khoang bên trong 320. Ống nối dài 370 có thể bao gồm một đầu 372 được đặt cách xa và đi qua trục dòng chảy của đường dẫn chất lỏng ra 314 sao cho chất lỏng tiêm chảy vào khoang bên trong 320 qua ống nối dài 370 được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra 314. Theo một số phương án, ống nối dài 370 có thể kéo dài qua ít nhất một khe 340 trong màn chắn 328 làm cho chất lỏng tiêm chảy vào khoang bên trong 320 từ đường dẫn chất lỏng vào 312 để chảy vào đường dẫn dòng xoáy B trước khi đạt đến ít nhất một lỗ 340. Phần đầu vào 332 của khoang trong 320 có thể có ít nhất một phần hình bán cầu hoặc hình vòm ở đó đường dẫn dòng xoáy B chảy dọc theo thành bên trong 322 của khoang trong 320.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 9-14, đường dẫn chất lỏng vào 312 và ống nối dài 370 có thể được định hướng theo một góc nhọn so với đường dẫn chất lỏng ra 314 sao cho chất lỏng tiêm vào khoang bên trong 320 từ ống nối dài 370 được hướng ra khỏi lỗ 315 của đường dẫn chất lỏng ra 314.

Tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 10-13, trình tự thể hiện hiện thân của hiệu ứng huyền phù bọt trong khoang bên trong 320 trong khi thực hiện quy trình tiêm được thể hiện. Đầu tiên đề cập đến Fig. 10, chất lỏng tiêm có thể chảy theo hướng A qua đường dẫn chất lỏng vào 312 và ống nối dài 370 vào khoang bên trong 320. Một hoặc nhiều bọt khí 400 có thể được vận chuyển cùng với chất lỏng tiêm vào khoang bên trong 320. Hướng của ống nối dài 370 hướng chất lỏng tiêm và một hoặc nhiều bọt 400 vào đường dẫn dòng xoáy B. Ngoài ra, lực nổi của một hoặc nhiều bọt 400 so với chất lỏng tiêm sẽ ức chế dòng chảy của một hoặc nhiều bọt khí qua ít nhất một khe 340 trong màn chắn 328 về phía đường dẫn chất lỏng ra 314.

Bây giờ đề cập đến Fig. 11, khi chất lỏng tiêm chảy trong đường dòng xoáy B, một hoặc nhiều bọt khí 400 có thể di chuyển về phía vùng áp suất thấp LP ở trung tâm của đường dòng xoáy B, do đó ít nhất trở thành lơ lửng tạm thời trong khoang bên trong 320. Hơn nữa, một hoặc nhiều bọt khí 400 có thể kết hợp lại thành một hoặc

nhiều bọt khí kết hợp thể tích lớn hơn 402 trong vùng áp suất thấp LP, trong khi chất lỏng tiêm và bọt khí bổ sung 400 tiếp tục đi vào khoang bên trong 320 qua ống nổi dài 370 (xem Fig. 12).

Fig. 13 thể hiện thiết bị treo bọt khí 300 sau khi dòng chất lỏng chảy vào khoang bên trong 320 đã dừng lại, ví dụ như sau khi hoàn thành quy trình bơm. Không có chất lỏng tiêm mới nào được đưa vào khoang bên trong 320 để duy trì dòng xoáy chất lỏng bên trong, đường dẫn dòng xoáy B (được thể hiện trên các Fig. 9-12) tiêu tan và không còn tạo ra ranh giới dòng chảy cho một hoặc nhiều bọt khí kết hợp 402 treo trong khoang bên trong 320. Do đó, một hoặc nhiều bọt khí kết hợp 402 có thể nổi lên vùng trên cùng của khoang bên trong 320 do sự nổi của một hoặc nhiều bọt khí kết hợp 402 so với chất lỏng tiêm. Theo một số phương án, thiết bị treo bọt khí 300 có thể bao gồm van làm sạch không khí 350 (gần như như được mô tả trong bản mô tả này liên quan đến Fig. 6) được lưu thông chất lỏng với vùng trên cùng của khoang bên trong 320 để tạo điều kiện loại bỏ một hoặc nhiều phần kết tụ. bọt khí 402 từ khoang bên trong 320 chẳng hạn như giữa hai quy trình tiêm khi sử dụng trình tự tiêm cho nhiều bệnh nhân.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 9-14, thiết bị treo bọt khí 300 có thể được xoay khoảng 180° so với vị trí bơm được thể hiện trên các Fig. 10-13 đến vị trí sơn lót như thể hiện trên Fig. 14. Ở vị trí tiêm, đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài gần như theo chiều dọc xuống dưới từ khoang bên trong 320. Như vậy, hướng dòng chảy C của chất lỏng tiêm chảy ra khỏi khoang bên trong 320 gần như được căn chỉnh với hướng của trọng lực G. Vì không khí nổi tương đối so với chất lỏng tiêm, lực nổi của bọt khí 400, 402 trong khoang bên trong 320 tạo ra một hoặc nhiều bọt khí 400, 402 có xu hướng nổi ngược với hướng của trọng lực G về phía vùng trên của khoang bên trong 320, và do đó bọt khí 400, 402 có xu hướng vẫn lơ lửng trong xoáy chất lỏng bên trong khoang bên trong 320. Hơn nữa, ngay cả các bọt khí đi qua ranh giới được tạo thành bởi đường dẫn dòng xoáy chất lỏng B cũng được tạo ra để chảy ngược hướng của trọng lực G và qua màn chắn 328 và do đó tiếp tục bị làm chậm khi đến đường dẫn chất lỏng ra 314.

Ở vị trí mới, được minh họa trên Fig. 14, đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài gần như theo phương thẳng đứng lên trên từ khoang bên trong 320 sao cho hướng dòng chảy C của chất lỏng tiêm chảy ra khỏi khoang bên trong 320 gần như ngược với

hướng của trọng lực G. Lực nổi của bọt khí 400, 402 trong khoang bên trong 320 làm cho bọt khí 400, 402 chảy từ khoang 320 qua đường dẫn chất lỏng ra 314, do đó làm sạch không khí trong thiết bị treo bọt khí 300.

Với tham chiếu đến Fig. 9, thiết bị treo bọt khí 300 có thể bao gồm tay nối 360 kéo dài từ vỏ 300. Tay nối 360 có thể được cấu hình để kết nối với khoang bộ cấy 12 hoặc tính năng khác được liên kết với đường dẫn dòng chảy hoặc hệ thống bơm tiêm 2000 (xem Fig. 1-2). Cụ thể, tay nối 360 có thể được cấu hình để giao tiếp với bộ dẫn động trong giao tiếp với bộ điều khiển 900 (xem Fig. 2) của hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000. Bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để xoay thiết bị treo bọt khí 300 giữa vị trí tiêm và vị trí môi thông qua tay nối 360 theo cách thức tiêm. Ngoài ra, tay nối 360 có thể được cấu hình để gắn vào hệ thống bơm tiêm chất lỏng ở vị trí bơm hoặc môi và có thể được cấu hình để người dùng xoay thiết bị treo bọt khí 300 bằng tay giữa vị trí bơm và vị trí môi thông qua tay nối 360, chẳng hạn như để đáp ứng lời nhắc của hệ thống trên GUI 11, để chuẩn bị bơm tiêm chất lỏng cho quy trình bơm chất lỏng.

Bây giờ xem xét các hình vẽ từ Fig. 15 và 16, một phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện. Phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 15 và 16 có thể bao gồm nhiều đặc điểm và thành phần chung với các phương án khác nhau được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-13 và bất kỳ thành phần nào không được mô tả cụ thể liên quan đến các hình vẽ từ Fig. 15 và 16 được hiểu là gần như giống với các phần tử tương tự của phương án bất kỳ trong số các phương án của các Fig. 3-13. Theo phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 15 và 16, phần khoang 310 có thể được tạo thành trên phần khoang thứ nhất 302 và phần khoang thứ hai 304, trong đó phần khoang thứ nhất 302 bao gồm đường dẫn chất lỏng vào 312, ống nối dài 370, và đường dẫn chất lỏng ra 314. Đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể kéo dài ở một góc nhọn so với đường dẫn chất lỏng ra 314. Phần vỏ thứ hai 304 có thể là hình bán cầu hoặc hình vòm sao cho đường dòng xoáy B chảy dọc theo thành bên trong 322 của khoang bên trong 320 theo hình tròn hoặc cách khác liên tục. Phần vỏ thứ nhất 302 có thể bao gồm mặt bích 306 được cấu hình để nhận tính năng cuối 308, ví dụ như mép, của phần vỏ thứ hai 304. Trong một số phương án, mặt bích 306 có thể được cung cấp trên phần vỏ thứ hai 304

và tính năng kết thúc 308 có thể được cung cấp trên phần vỏ thứ nhất 302. Phần vỏ thứ nhất 302 và phần vỏ thứ hai 304 có thể được nối với nhau bằng chất kết dính, hàn laze, hàn siêu âm, hoặc tương tự.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 15 và 16, ống nối dài 370 có thể kéo dài qua lỗ 315 của đường dẫn chất lỏng ra 314 sao cho chất lỏng tiêm vào khoang bên trong 320 được dẫn vào đường dòng xoáy B cách xa đường dẫn chất lỏng ra 314. Như với các phương án được thể hiện trong các hình vẽ từ Fig. 3-13, đường dẫn dòng xoáy B tạo ra một ranh giới mà ít nhất là tạm thời làm chậm quá trình di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí 400 lơ lửng trong khoang bên trong 320 đến đường dẫn chất lỏng ra 314. Theo một số phương án, lỗ 315 của đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể được định vị so với ống nối dài 370, ví dụ bên dưới ống nối dài 370, sao cho ống nối dài 370 tạo ra sự cản trở dòng chảy đối với chất lỏng và/hoặc bọt khí 400 chảy về phía đường dẫn chất lỏng ra 314.

Theo các phương án nhất định, đường kính trong của đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể được làm thon sao cho tiết diện gần Ap của đường dẫn chất lỏng vào phía trên 312 nhỏ hơn tiết diện Ad của đường dẫn chất lỏng vào phía dưới 312. Theo một số phương án, tiết diện gần nhất Ap có thể gần như là hình tròn, và tiết diện xa Ad có thể gần như là hình elip hoặc hình bầu dục. Theo một số phương án, bằng cách tăng tiết diện phía dưới Ad so với tiết diện phía trên Ap, tốc độ dòng chất lỏng (ví dụ, trong khoảng 0,1 ml/giây đến 30 ml/giây) trong đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể chậm lại, cho phép bọt khí 410 trong đường dẫn chất lỏng vào 312 bám vào thành bên 317 có tiết diện lớn hơn Ad, ví dụ như bằng sức căng bề mặt. Tốc độ dòng chất lỏng giảm trong đường dẫn chất lỏng vào 312 do tiết diện phía xa Ad có thể không đủ để đánh bật ngay lập tức các bọt khí dính 410 khỏi thành bên 317. Nghĩa là, lực bám dính của bọt khí 410 với thành bên 317 có thể lớn hơn lực tác động lên bọt khí 410 bởi chất lỏng bơm chảy qua tiết diện Ad. Như vậy, các bọt khí 410 ít nhất tạm thời bị làm chậm khi chảy vào khoang bên trong 320 và do đó làm chậm quá trình chảy ra ngoài của chất lỏng 314. Theo một số phương án, tiết diện phía xa được mở rộng Ad của đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể cho phép chất lỏng tiêm chảy xung quanh bọt khí 410 được dính vào thành bên 317, thay vì chảy vào và có khả năng đánh bật các bọt khí 410 được dính vào thành bên 317. Theo một số phương án, tiết diện xa được mở rộng

Ad của đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể cho phép bọt khí 410 bám vào thành bên 317 ít nhất một phần bên ngoài đường chảy chính của chất lỏng tiêm qua đường dẫn chất lỏng vào 312. Theo một số phương án, bề mặt bên trong của đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể được cấu hình để thu hút và dính các bọt khí, chẳng hạn như bằng cách xử lý bề mặt được áp dụng cho thành bên 317. Các đặc điểm như vậy liên quan đến các tiết diện khác nhau của đường dẫn chất lỏng vào 312 cũng có thể áp dụng cho các phương án khác của thiết bị treo bọt khí 300 được mô tả trong bản mô tả này.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 15 và 16, thiết bị treo bọt khí 300 có thể được xoay khoảng 180° so với vị trí bơm được thể hiện trên Fig. 15 đến vị trí sơn lót, tương tự như các hình vẽ từ Fig. 5 hoặc 14. Ở vị trí tiêm, đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài gần như theo chiều dọc xuống dưới từ khoang bên trong 320. Như vậy, hướng dòng chảy C của chất lỏng tiêm chảy ra khỏi khoang bên trong 320 gần như được căn chỉnh với hướng của trọng lực G. Vì không khí nổi tương đối so với chất lỏng tiêm, lực nổi của bọt khí 400, 402 trong khoang bên trong 320 tạo ra một hoặc nhiều bọt khí 400, 402 có xu hướng nổi ngược với hướng của trọng lực G về phía vùng trên của khoang bên trong 320, và do đó bọt khí 400, 402 vẫn lơ lửng trong xoáy chất lỏng bên trong khoang bên trong 320. Hơn nữa, ngay cả những bọt khí vượt qua ranh giới được hình thành bởi đường dẫn dòng xoáy chất lỏng B được tạo ra để chảy ngược với hướng của trọng lực G và xuyên qua màn chắn 328 và do đó tiếp tục bị làm chậm khi đến đường dẫn chất lỏng ra 314.

Ở vị trí mới, đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài gần như theo chiều dọc lên trên từ khoang bên trong 320 sao cho hướng dòng chảy C của chất lỏng tiêm chảy ra khỏi khoang bên trong 320 gần như ngược với hướng của trọng lực G. Lực nổi của bọt khí 400, 402 trong khoang bên trong 320 làm cho bọt khí 400, 402 chảy từ khoang 320 qua đường dẫn chất lỏng ra 314, do đó làm sạch không khí trong thiết bị treo bọt khí 300.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ Fig. 15 và 16, thiết bị treo bọt khí 300 có thể bao gồm tay nối 360 kéo dài từ vỏ 300. Tay nối 360 có thể được cấu hình để kết nối với khoang bộ cấy 12 hoặc tính năng khác được liên kết với đường dẫn dòng chảy hoặc hệ thống bơm tiêm 2000 (xem Fig. 1-2). Cụ thể, tay nối 360 có thể được cấu hình để giao tiếp với bộ dẫn động trong giao tiếp với bộ điều khiển 900 (xem Fig. 2) của hệ

thống bơm tiêm chất lỏng 2000. Bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để xoay thiết bị treo bột khí 300 giữa vị trí tiêm và vị trí môi thông qua tay nối 360 theo cách thức tiêm. Ngoài ra, tay nối 360 có thể được cấu hình để gắn vào hệ thống bơm tiêm chất lỏng ở vị trí bơm hoặc môi và có thể được cấu hình để người dùng xoay thiết bị treo bột khí 300 bằng tay giữa vị trí bơm và vị trí môi thông qua tay nối 360, chẳng hạn như để đáp ứng lời nhắc của hệ thống trên GUI 11, để chuẩn bị bơm tiêm chất lỏng cho quy trình bơm chất lỏng.

Bây giờ xem xét các hình vẽ từ Fig. 17-18, một phương án của thiết bị treo bột khí 300 được thể hiện. Phương án của thiết bị treo bột khí 300 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 17-18 có thể bao gồm nhiều đặc điểm và thành phần phổ biến với các phương án khác nhau được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 3-16 và đặc biệt là các hình vẽ từ Fig. 9-14 và bất kỳ yếu tố nào không được mô tả cụ thể liên quan đến các hình vẽ từ Fig. 17-18 được hiểu là gần như tương tự với các phần tử tương tự của phương án bất kỳ trong số các phương án của các Fig. 3-16. Theo phương án của thiết bị treo bột khí 300 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 17-18, phần vỏ 310 có thể được tạo thành bởi phần vỏ thứ nhất 302 và phần vỏ thứ hai 304, trong đó phần vỏ thứ nhất 302 bao gồm đường dẫn chất lỏng vào 312, ống nối dài 370, và đường dẫn chất lỏng ra 314. Đường dẫn chất lỏng vào 312 có thể kéo dài ở một góc nhọn so với đường dẫn chất lỏng ra 314. Phần vỏ thứ hai 304 có thể là hình bán cầu hoặc hình vòm sao cho đường dẫn dòng xoáy chất lỏng B chảy dọc theo thành bên trong 322 của khoang bên trong 320 theo hình tròn hoặc cách khác liên tục. Phần vỏ thứ nhất 302 có thể bao gồm mặt bích 306 được cấu hình để nhận tính năng cuối 308, ví dụ như mép, của phần vỏ thứ hai 304. Trong một số phương án, mặt bích 306 có thể được cung cấp trên phần vỏ thứ hai 304 và tính năng kết thúc 308 có thể được cung cấp trên phần vỏ thứ nhất 302. Phần vỏ thứ nhất 302 và phần vỏ thứ hai 304 có thể được nối với nhau bằng chất kết dính, hàn laze, hàn siêu âm, hoặc tương tự.

Tiếp tục tham chiếu đến các hình vẽ từ Fig. 17-18, một màn chắn 328 có thể được cung cấp giữa phần vỏ thứ nhất 302 và phần vỏ thứ hai 304. Theo một số phương án, màn chắn 328 có thể được nhận trong mặt bích 306 sao cho tính năng cuối 308 giữ màn chắn 328 ở vị trí giữa phần vỏ thứ nhất 302 và phần vỏ thứ hai 304. Màn chắn 328 có thể chia khoang bên trong 320 thành phần đầu vào 332 và phần đầu ra 334.

Màn chắn 328 có thể bao gồm ít nhất một khe 340 (như được thể hiện trên các Fig. 19-24) tạo ra khả năng được lưu thông chất lỏng giữa phần đầu vào 332 và phần đầu ra 334. Chất lỏng bơm chảy vào khoang bên trong 320 từ đường dẫn chất lỏng vào 312 sau đó phải chảy qua ít nhất một khe 340 của màn chắn 328 để đến phần đầu ra 334 và đường dẫn chất lỏng ra 314. Theo một số phương án, màn chắn 328 có thể có lớp phủ ưa nước tạo ra bọt khí 400 trong chất lỏng tiêm để bám vào màn chắn 328, ví dụ, bằng cách tăng sức căng bề mặt hoặc độ bám dính giữa chúng, và do đó, ít nhất là tạm thời làm chậm hơn nữa dòng chảy của bọt khí dính 400 về phía đường dẫn chất lỏng ra 314. Ống nối dài 370 có thể được định vị bên trong khoang bên trong 320 sao cho chất lỏng tiêm vào khoang bên trong được hướng về phía đường dòng xoáy B và cách xa một hoặc nhiều khe 340 của màn chắn 328. Ví dụ, một hoặc nhiều khe 340 của màn chắn 328 có thể nằm trên một phần của màn chắn 328 ở gần đầu ra xa của ống nối dài 370.

Bây giờ xem xét các hình vẽ từ Fig. 19-24 các phương án khác nhau của màn chắn 328 được thể hiện phù hợp để sử dụng trong các phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được mô tả trong bản mô tả này liên quan đến các Fig. 13-9 và 17-18. Đề cập đến Fig. 19, màn chắn 328 có thể bao gồm nhiều khe 340 được phân bố gần như đồng đều trên màn chắn 328.

Xem xét tiếp đến các hình vẽ từ Fig. 20-24, màn chắn 328 có thể bao gồm phần đặc 380 không thấm chất lỏng và không khí, và một hoặc nhiều khe 340 nằm bên ngoài phần đặc 380, ví dụ, nằm trên phần của màn chắn 328 ở gần đầu ra xa của ống nối dài 370 khi lắp ráp. Màn chắn 328 có thể được định vị trong thiết bị treo bọt khí 300 sao cho phần đặc 380 tiếp giáp với ống nối dài 370. Do đó, chất lỏng tiêm vào khoang bên trong 320 qua ống nối dài 370 phải đi vào đường dẫn dòng xoáy B và lưu thông bên trong khoang bên trong 320 ít nhất một lần trước khi đến một hoặc nhiều khe 340. Theo phương án được thể hiện trên Fig. 20, phần đặc 380 chiếm khoảng một nửa màn chắn 328 và một hoặc nhiều khe 340 chiếm khoảng một nửa màn chắn 328. Theo phương án được thể hiện trên Fig. 21, phần đặc 380 chiếm tỷ lệ màn chắn lớn hơn 328 so với một hoặc nhiều khe 340. Theo một số phương án, một hoặc nhiều khe 340 có thể được sắp xếp theo mẫu bất kỳ như lưới, cung hoặc đường. Theo một số phương án, một hoặc nhiều khe 340 có thể được phân bố không đồng đều trên màn chắn 328.

Theo phương án được thể hiện trên Fig. 22, màn chắn 328 bao gồm một độ mở ống kính duy nhất 340 lệch khỏi đường trung tâm CL của màn chắn 328. Phần đặc 380 chiếm phần còn lại của màn chắn 328. Việc dịch chuyển khe 340 từ đường tâm CL của màn chắn 328 có thể buộc các bọt khí trong khoang bên trong 320 (xem các Fig. 17-18) thay đổi hướng để tiếp cận và đi qua khe 340, do đó làm chậm thêm luồng không khí bọt ra khỏi bọt khí thiết bị treo 300.

Đề cập tiếp đến Fig. 23, màn chắn 328 có thể bao gồm ít nhất một phễu 342 xác định ít nhất một khe 340. Phễu 342 có thể thuôn nhọn từ tiết diện tối đa liền kề phần đầu vào 332 của khoang trong 320 đến đường kính tối thiểu mở rộng vào phần đầu ra 334 của khoang trong 320 (xem các Fig. 9-14 và 17-18).

Đề cập tiếp đến Fig. 24, theo một số phương án của màn chắn 328, mỗi khe trong số một hoặc nhiều khe 340 có thể bị che một phần bởi nắp che 344. Mỗi nắp 344 có thể kéo dài từ màn chắn 328 vào phần đầu vào 332 của khoang bên trong 320 (xem các Fig. 17-18), và ngược với hướng dòng chất lỏng sao cho chất lỏng và bất kỳ bọt khí liên quan nào trong phần đầu vào 332 phải chảy xung quanh mũi 344 để đi qua khe liên kết 340. Theo một số phương án, các nắp 344 có thể được cấu hình sao cho các bọt khí bám vào các nắp 344, ví dụ như thông qua sức căng bề mặt, để làm chậm dòng bọt khí thoát ra khỏi phần đầu vào 332.

Trong tất cả các phương án của màn chắn 328 được thể hiện trên các hình vẽ từ Fig. 19-24, màn chắn 328 có thể có lớp phủ ưa nước tạo ra các bọt khí trong chất lỏng tiêm bám vào màn chắn 328, và do đó, ít nhất là tạm thời làm chậm dòng chảy của các bọt khí đó về phía đường dẫn chất lỏng ra 314. Theo các phương án khác nhau, các bề mặt khác của khoang bên trong 320 có thể được phủ ít nhất một phần bằng lớp phủ ưa nước. Hơn nữa, bất kỳ phần nào của màn chắn 328 hoặc các tính năng khác nhau của chúng có thể được cấu hình sao cho bọt khí bám vào màn chắn 328, ví dụ như thông qua sức căng bề mặt, để làm chậm dòng chảy của bọt khí qua một hoặc nhiều khe 340. Theo một số phương án, màn chắn 328 có thể là lưới, ví dụ, được làm từ vật liệu dễ dàng kết dính các bọt khí lên bề mặt của chúng.

Theo các phương án nhất định, sự thay đổi áp suất chất lỏng trên màn chắn 328 gần như có thể bằng không, do đó, không có sự thay đổi đáng kể nào về vận tốc chất lỏng ở màn chắn 328 mà có thể đánh bật bất kỳ bọt khí nào dính vào màn chắn 328.

Thay vào đó, chất lỏng tiêm có thể chảy tự do qua các khe khác 340 hoặc các đường dẫn trong màn chắn thay vì đánh bật bất kỳ bọt khí nào dính vào màn chắn 328. Ví dụ, thể tích của phần đầu vào 332 (xem các Fig. 17-18) ở phía trước của màn chắn 328 gần như có thể giống với thể tích của phần đầu ra 334 (xem các Fig. 17-18) ngay phía dưới của màn chắn 328 sao cho không có thay đổi đáng kể về áp suất chất lỏng do hạn chế đường dẫn dòng chảy.

Cần hiểu rằng các đặc điểm của các phương án khác nhau của màn chắn 328 được thể hiện trong các phương án của các Fig. 19-24 có thể được kết hợp với nhau và vẫn thuộc phạm vi của sáng chế.

Bây giờ đề cập đến Fig. 25, các phương án khác nhau của thiết bị treo bọt khí 300 có thể bao gồm vỏ hình trụ nói chung 310 mà từ đó đường dẫn chất lỏng vào 312 và đường dẫn chất lỏng ra 314 kéo dài. Đường dẫn chất lỏng vào 312 và đường dẫn chất lỏng ra 314 có thể thông chất lỏng với các đầu đối diện của khoang bên trong 320. Khi chất lỏng tiêm được đưa vào khoang bên trong 320 thông qua đường dẫn chất lỏng vào 312 theo hướng tiếp tuyến đáng kể với cung của vỏ hình trụ 310, một dòng xoáy chất lỏng bên trong được tạo ra ở dạng đường dẫn dòng xoáy xoắn ốc hoặc xoắn ốc B chảy dọc theo vách bên trong 322 của khoang bên trong 320. Một hoặc nhiều bọt khí 400 được mang theo bởi chất lỏng tiêm di chuyển về phía vùng áp suất thấp LP ở trung tâm của đường dòng xoáy B. Chất lỏng bơm trong đường dẫn dòng xoáy B tạo thành một ranh giới ít nhất là tạm thời ngăn một hoặc nhiều bọt khí 400 chảy vào đường dẫn chất lỏng ra 314. Chiều dài của đường dẫn dòng xoáy xoắn ốc hoặc xoắn ốc B có thể tỷ lệ thuận với chiều cao của vỏ 310. Do đó, chiều cao của vỏ 310 có thể tỷ lệ thuận với thời gian mà dòng chảy của bọt khí 400 bị làm chậm trong khoang bên trong 320. Do đó, việc tăng chiều cao hình trụ của vỏ 310 có thể dẫn đến tăng thời gian treo của một hoặc nhiều bọt khí 400 trong đường dẫn dòng xoáy xoắn ốc B.

Tiếp tục tham chiếu đến Fig. 25, thiết bị treo bọt khí 300 có thể được xoay từ vị trí bơm sang vị trí môi bằng bộ điều khiển 900 (xem Fig. 2) hoặc bằng tay bởi người dùng. Ở vị trí tiêm thể hiện trên Fig. 25, thiết bị treo bọt khí 300 có thể được định hướng sao cho đường dẫn chất lỏng ra 314 được đặt bên dưới đường dẫn chất lỏng vào 312. Như vậy, lực nổi của một hoặc nhiều bọt khí 400 trong khoang bên trong 320 làm cho một hoặc nhiều bọt khí 400 nổi lên trên trong khoang bên trong 320, ngược

với hướng của trọng lực G và hướng của đường dòng xoáy B và ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra 314.

Ở vị trí môi, thiết bị treo bọt khí 300 có thể được định hướng sao cho đường dẫn chất lỏng ra 314 được định vị phía trên đường dẫn chất lỏng vào 312, ví dụ bằng cách xoay thiết bị treo bọt khí 300 khoảng 180° quanh trục bên. Như vậy, lực nổi của một hoặc nhiều bọt khí 400 trong khoang bên trong 320 làm cho một hoặc nhiều bọt khí 400 nổi lên trên trong khoang bên trong 120 về phía đường dẫn chất lỏng ra 314, do đó làm sạch khoang bên trong 320 của không khí dưới dòng chảy của chất lỏng môi.

Thiết bị treo bọt khí 300 có thể bao gồm tay nối 360 kéo dài từ vỏ 300. Tay nối 360 có thể được cấu hình để kết nối với khoang bộ cấy 12 hoặc tính năng khác được liên kết với đường dẫn dòng chảy hoặc hệ thống bơm tiêm 2000 (xem Fig. 1-2). Cụ thể, tay nối 360 có thể được cấu hình để giao tiếp với bộ dẫn động trong giao tiếp với bộ điều khiển 900 (xem Fig. 2) của hệ thống bơm tiêm chất lỏng 2000. Bộ điều khiển 900 có thể được lập trình hoặc cấu hình để xoay thiết bị treo bọt khí 300 giữa vị trí tiêm và vị trí môi thông qua tay nối 360 theo cách thức tiêm. Ngoài ra, tay nối 360 có thể được cấu hình để gắn vào hệ thống bơm tiêm chất lỏng ở vị trí bơm hoặc môi và có thể được cấu hình để người dùng xoay thiết bị treo bọt khí 300 bằng tay giữa vị trí bơm và vị trí môi thông qua tay nối 360, chẳng hạn như để đáp ứng lời nhắc của hệ thống trên GUI 11, để chuẩn bị bơm tiêm chất lỏng cho quy trình tiêm.

Theo một số phương án, bề mặt xa của vỏ 300 có thể bao gồm phần nhô ra 384 kéo dài lên trên vào khoang bên trong 320. Phần nhô ra 384 có thể có bề mặt xấp xỉ hình vòm, hình nón và/hoặc bề mặt Gauss. Phần nhô ra 384 có thể mở rộng chiều cao bất kỳ trong khoang bên trong 320. Theo một số phương án, phần nhô ra 384 có thể kéo dài đến một nửa chiều cao của khoang bên trong 320. Phần nhô ra 384 có thể được cấu hình để cản trở dòng chảy của một hoặc nhiều bọt khí 400 về phía lỗ 315 của đường dẫn chất lỏng đi ra 314 bằng cách kéo dài vào vùng áp suất thấp LP của dòng xoáy chất lỏng và ngăn chặn một hoặc nhiều bọt khí 400 trong vùng áp suất thấp LP di chuyển xuống dưới qua phần nhô ra 384 về phía đường dẫn chất lỏng ra 314. Do đó, phần nhô ra 384 tiếp tục treo một hoặc nhiều bọt khí 400 trong khoang bên trong 320 song song với hệ thống treo bọt khí được cung cấp bởi xoáy chất lỏng.

Theo một số phương án, khoang 300 có thể bao gồm hốc hình vòm hoặc hình nón 326 kéo dài từ bề mặt gần nhất của khoang bên trong 320, có chức năng tương tự như hốc 326 của các Fig. 7-8. Hốc 326 có thể nhận và giữ lại một hoặc nhiều bọt khí 400 nổi lên trên trong khoang bên trong 320 dưới ảnh hưởng của lực nổi để loại bỏ một hoặc nhiều bọt khí 400 khỏi đường dòng chảy xoáy B. Hốc 326 cũng có thể được điều chỉnh để nhận và giữ lại một hoặc nhiều bọt khí ở dạng bọt siêu nhỏ được tạo ra bằng cách thoát khí của chất lỏng y tế. Theo một số phương án, van lọc không khí 350 như được mô tả liên quan đến Fig. 6 có thể được bố trí trên phần vỏ 300 được lưu thông chất lỏng với phần lõm 326 sao cho một hoặc nhiều bọt khí 400 tích tụ trong phần lõm 326 có thể được loại bỏ khỏi phần lõm 326 như được mô tả trong bản mô tả này.

Trong tất cả các phương án của thiết bị treo bọt khí 300 được mô tả trong bản mô tả này, vỏ 310 ít nhất có thể được cấu tạo một phần bằng vật liệu truyền ánh sáng trong suốt hoặc bán trong suốt, chẳng hạn như polycacbonat, có thể hoạt động như một ống đèn. Bằng cách hướng nguồn sáng tới vỏ 310, một hoặc nhiều bọt 400, 402, 404, 406, 408 có thể được chiếu sáng sao cho người vận hành có thể dễ dàng nhận thấy sự có mặt của bọt khí trong thiết bị treo bọt khí 300.

Cần hiểu rằng các đặc điểm của các phương án khác nhau của thiết bị treo bọt khí 300 thể hiện trong các phương án của các hình vẽ từ Fig. 3-25 có thể được kết hợp với nhau và vẫn thuộc phạm vi của công bố hiện tại.

Mặc dù các ví dụ khác nhau về sáng chế đã được cung cấp trong phần mô tả ở trên, nhưng những người có kỹ năng trong lĩnh vực này có thể thực hiện các sửa đổi và thay đổi đối với các ví dụ này mà không rời khỏi phạm vi và ý tưởng của sáng chế. Ví dụ, cần phải hiểu rằng các đặc điểm của các phương án khác nhau được mô tả trong bản mô tả này có thể được điều chỉnh cho phù hợp với các phương án khác được mô tả trong bản mô tả này. Theo đó, phần mô tả ở trên nhằm mục đích minh họa hơn là hạn chế. Sáng chế được mô tả trên đây được xác định bằng các yêu cầu bảo hộ kèm theo, và tất cả các thay đổi đối với sáng chế mà nằm trong ý nghĩa và phạm vi tương đương với các yêu cầu bảo hộ sẽ được bao hàm trong phạm vi của yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị treo bọt khí trong đường dẫn chất lỏng của hệ thống bơm tiêm chất lỏng, thiết bị này bao gồm:

vỏ;

khoang bên trong có thành bên trong cong, hình bán cầu được xác định bên trong vỏ, trong đó khoang bên trong ít nhất là một phần hình cầu hoặc hình bán cầu;

đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng vào này mở rộng vào khoang bên trong tại một tiếp tuyến với thành bên trong cong, hình bán cầu; và

đường dẫn chất lỏng ra được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng ra này cách đường dẫn chất lỏng vào sao cho chất lỏng tiêm chảy vào khoang bên trong qua đường dẫn chất lỏng vào được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra,

trong đó khoang bên trong được cấu hình để tạo ra xoáy chất lỏng bên trong trong chất lỏng tiêm vào khoang bên trong từ đường dẫn chất lỏng vào, và trong đó xoáy chất lỏng bên trong xác định đường dẫn dòng xoáy chất lỏng tuần hoàn (B) dọc theo thành bên trong cong, hình bán cầu, trong đó đường dẫn dòng xoáy chất lỏng tuần hoàn (B) chảy ngang qua lỗ của đường dẫn chất lỏng đầu ra, và trong đó xoáy chất lỏng bên trong ít nhất tạm thời treo một hoặc nhiều bọt khí trong vùng áp suất thấp ở trung tâm của đường dẫn dòng xoáy chất lỏng tuần hoàn (B) và làm chậm sự di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí đến đường chất lỏng ra.

2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài từ khoang bên trong theo hướng vuông góc với đường dẫn xoáy chất lỏng tuần hoàn (B) của chất lỏng bên trong khoang bên trong.

3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó ít nhất một phần của đường dẫn chất lỏng ra có tiết diện lớn hơn tiết diện của đường dẫn chất lỏng vào để giảm vận tốc chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng ra so với vận tốc chất lỏng trong đường dẫn chất lỏng vào.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như song song với đường dẫn chất lỏng vào.

5. Thiết bị theo điểm 1, trong đó vỏ bao gồm:

phần vỏ thứ nhất bao gồm đường dẫn chất lỏng vào và đường dẫn chất lỏng ra;
và

phần vỏ thứ hai bao gồm ít nhất một phần của khoang bên trong,
trong đó một trong số phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai bao gồm mặt bích
để tiếp nhận tính năng kết thúc của phần vỏ kia của phần vỏ thứ nhất và phần
vỏ thứ hai.

6. Thiết bị theo điểm 5, trong đó vỏ bao gồm ít nhất một gân tăng cường kéo dài hướng
tâm ra ngoài từ ít nhất một phần của đường dẫn chất lỏng vào, đường dẫn chất lỏng
ra, phần vỏ thứ hai hoặc phần vỏ thứ nhất.

7. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm một màn chắn được bố trí
trong đường dẫn chất lỏng ra sao cho chất lỏng chảy ra khỏi khoang bên trong đi qua
màn chắn.

8. Thiết bị theo điểm 1, trong đó vỏ bao gồm vật liệu truyền ánh sáng được cấu hình
để chiếu sáng bọt khí trong khoang bên trong.

9. Thiết bị theo điểm 1, trong đó thiết bị này còn bao gồm

ống nối dài được lưu thông chất lỏng với đường dẫn chất lỏng vào và kéo dài
vào khoang bên trong, ống nối dài này bao gồm một đầu được đặt cách xa
đường dẫn chất lỏng ra sao cho chất lỏng chảy vào khoang bên trong qua ống
nối dài được hướng ra xa khỏi đường dẫn chất lỏng ra.

10. Thiết bị theo điểm 9, trong đó thiết bị này còn bao gồm một màn chắn chia khoang
bên trong thành phần đầu vào và phần đầu ra,

trong đó màn chắn này bao gồm ít nhất một lỗ cung cấp khả năng lưu thông
chất lỏng giữa phần đầu vào và phần đầu ra, và

trong đó chất lỏng chảy vào khoang bên trong từ ống nối dài phải chảy qua ít
nhất một lỗ của màn chắn để đến đường dẫn chất lỏng ra.

11. Thiết bị theo điểm 10, trong đó phần thứ nhất của màn chắn liền kề với đầu của
ống kéo dài là không thấm chất lỏng, và trong đó phần thứ hai của màn chắn liền kề
với đường dẫn chất lỏng ra bao gồm ít nhất một lỗ.

12. Thiết bị theo điểm 9, trong đó vỏ bao gồm:

phần vỏ thứ nhất bao gồm mặt bích được cấu hình để nhận màn chắn; và

phần vỏ thứ hai có tính năng kết thúc nhận được trong mặt bích của phần vỏ thứ nhất để chụp màn chắn giữa phần vỏ thứ nhất và phần vỏ thứ hai.

13. Thiết bị theo điểm 9, trong đó đường dẫn chất lỏng vào thuôn nhọn từ tiết diện nhỏ hơn sang tiết diện lớn hơn theo hướng dòng chất lỏng chảy qua đường dẫn chất lỏng vào để giảm vận tốc dòng chảy của chất lỏng chảy qua đường dẫn chất lỏng vào.

14. Thiết bị theo điểm 9, trong đó ống nối dài kéo dài song song với thành trong của khoang bên trong.

15. Thiết bị theo điểm 9, trong đó vỏ bao gồm vật liệu truyền ánh sáng được cấu hình để chiếu sáng bọt khí trong khoang bên trong.

16. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng, bao gồm:

ít nhất một bình chứa chất lỏng được cấu hình để bơm chất lỏng y tế;

ít nhất một thiết bị treo bọt khí được lưu thông chất lỏng với ít nhất một bình chứa chất lỏng; ít nhất một thiết bị treo bọt khí bao gồm:

vỏ xác định khoang bên trong, trong đó khoang bên trong có thành bên trong cong, hình bán cầu và trong đó khoang bên trong ít nhất là một phần hình cầu hoặc hình bán cầu;

đường dẫn chất lỏng vào được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong, trong đó đường dẫn chất lỏng vào này mở rộng vào khoang bên trong tại một tiếp tuyến với thành bên trong cong, hình bán cầu;

đường dẫn chất lỏng ra được lưu thông chất lỏng với khoang bên trong, đường dẫn chất lỏng ra cách đường dẫn chất lỏng vào sao cho chất lỏng bơm chảy vào khoang bên trong qua đường dẫn chất lỏng vào được hướng ra khỏi đường dẫn chất lỏng ra;

ít nhất một máy dò khí ngược dòng được cấu hình để phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong vùng ống phát hiện không khí nổi ít nhất một bình chứa chất lỏng với ít nhất một thiết bị treo bọt khí; và

ít nhất một van ngắt phía sau của ít nhất một thiết bị treo bọt khí và được cấu hình để di chuyển từ vị trí mở sang vị trí đóng để đáp ứng với ít nhất một máy dò khí ngược dòng phát hiện một hoặc nhiều bọt khí trong vùng ống phát hiện không khí,

trong đó khoang bên trong được cấu hình để tạo ra xoáy chất lỏng bên trong trong chất lỏng tiêm vào khoang bên trong từ đường dẫn chất lỏng vào, và trong đó xoáy chất lỏng bên trong xác định đường dẫn dòng xoáy chất lỏng tuần hoàn (B) dọc theo thành bên trong cong, hình bán cầu, trong đó đường dẫn dòng xoáy chất lỏng tuần hoàn (B) chảy ngang qua lỗ của đường dẫn chất lỏng đầu ra, và trong đó xoáy chất lỏng bên trong ít nhất tạm thời treo một hoặc nhiều bọt khí trong vùng áp suất thấp trong chất lỏng tiêm ở trung tâm của đường dẫn dòng xoáy chất lỏng tuần hoàn (B) và làm chậm sự di chuyển của một hoặc nhiều bọt khí đến đường chất lỏng ra.

17. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm 16, trong đó ít nhất một thiết bị treo bọt khí có thể di chuyển giữa:

vị trí bơm trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như theo phương thẳng đứng xuống từ khoang bên trong sao cho lực nổi của một hoặc nhiều bọt khí trong khoang bên trong tiếp tục tạo ra một hoặc nhiều bọt khí lơ lửng trong dòng xoáy chất lỏng bên trong khoang bên trong; và

vị trí môi trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như theo chiều thẳng lên trên từ khoang bên trong sao cho lực nổi của một hoặc nhiều bọt khí trong khoang bên trong làm cho một hoặc nhiều bọt khí chảy từ xoáy chất lỏng bên trong qua đường dẫn chất lỏng ra.

18. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm 16, trong đó đường dẫn chất lỏng vào kéo dài vào khoang bên trong tại một tiếp tuyến với ít nhất một thành bên trong cong, hình bán cầu.

19. Hệ thống bơm chất lỏng theo điểm 16, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài từ khoang bên trong theo hướng gần như vuông góc với đường dẫn dòng xoáy chất lỏng tuần hoàn (B) của chất lỏng trong xoáy chất lỏng bên trong khoang bên trong.

20. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm 16, trong đó đường dẫn chất lỏng ra kéo dài gần như song song với đường dẫn chất lỏng vào.

21. Hệ thống bơm tiêm chất lỏng theo điểm 16, trong đó khoang bên trong ít nhất là một phần hình cầu hoặc hình bán cầu.

1/22

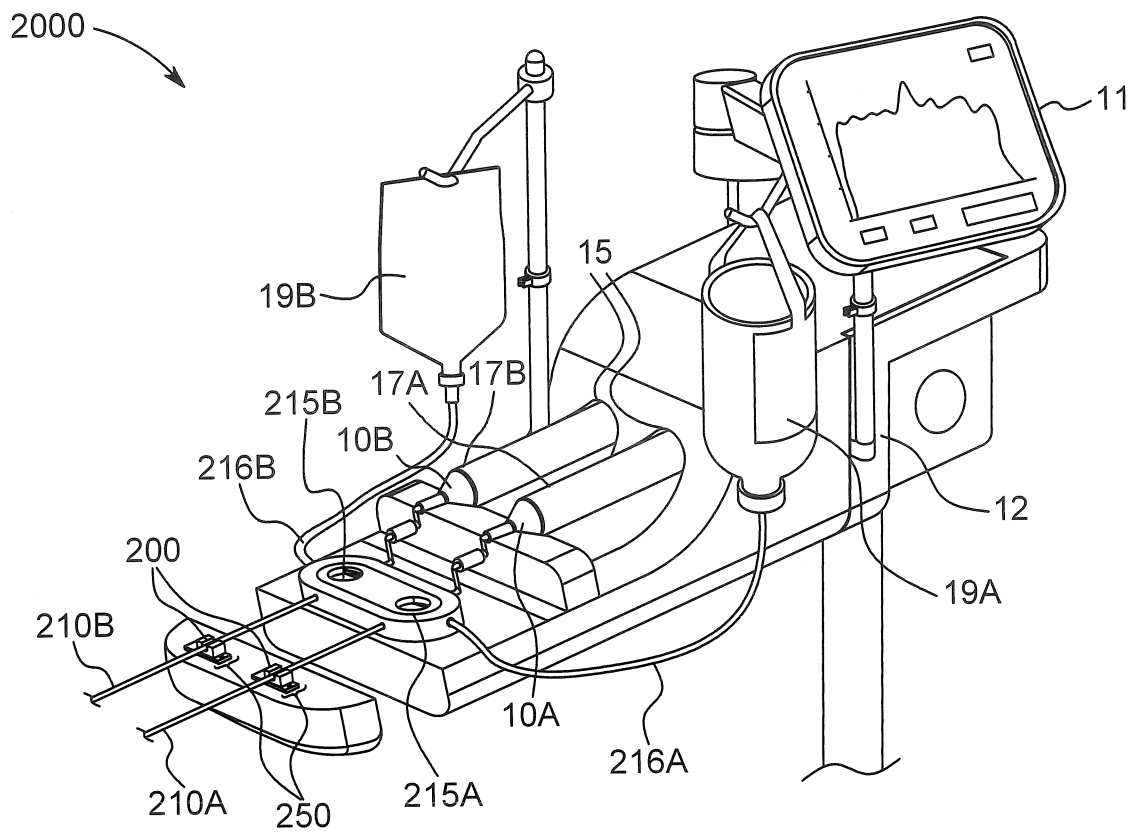


FIG. 1

2/22

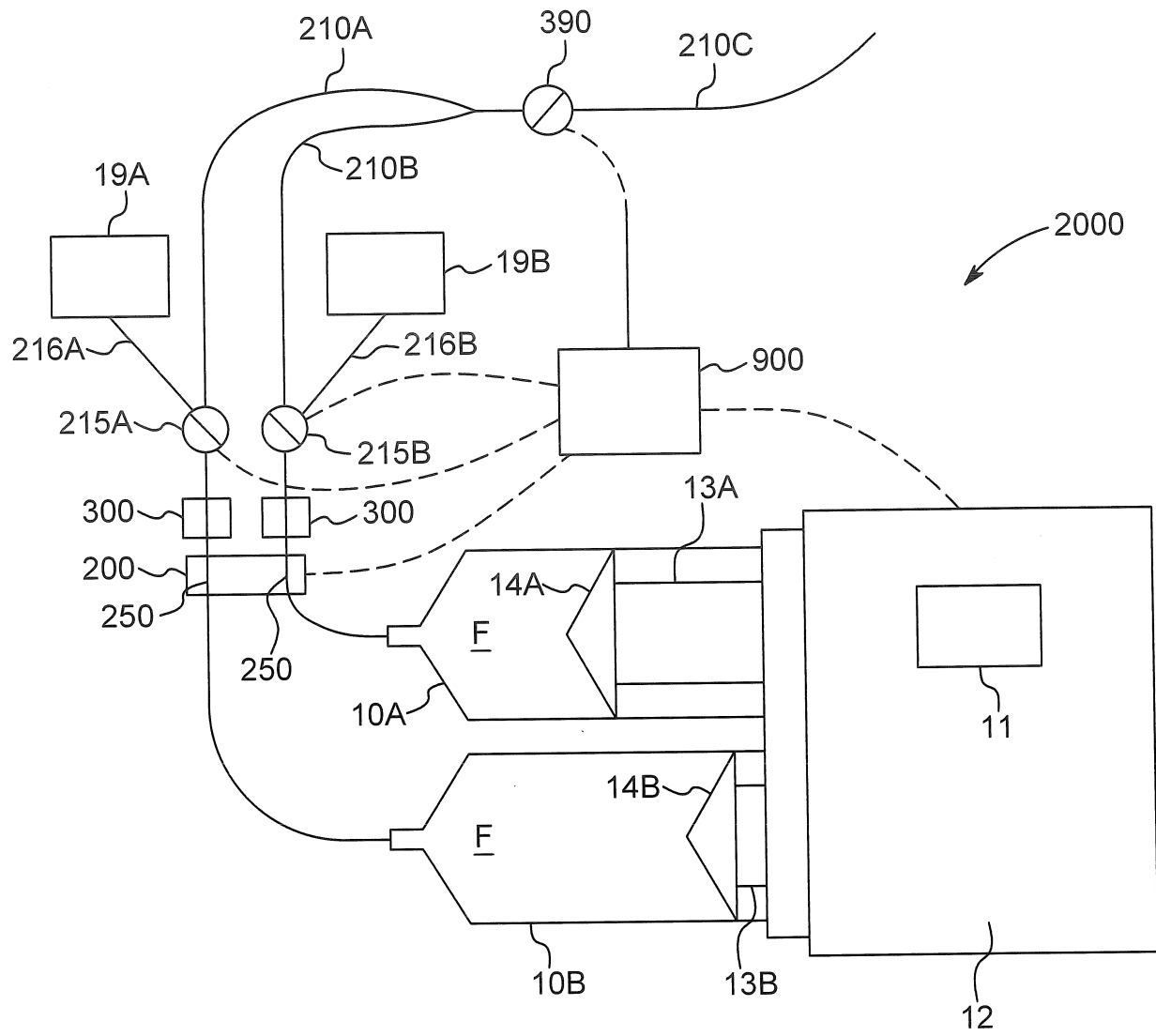


FIG. 2

3/22

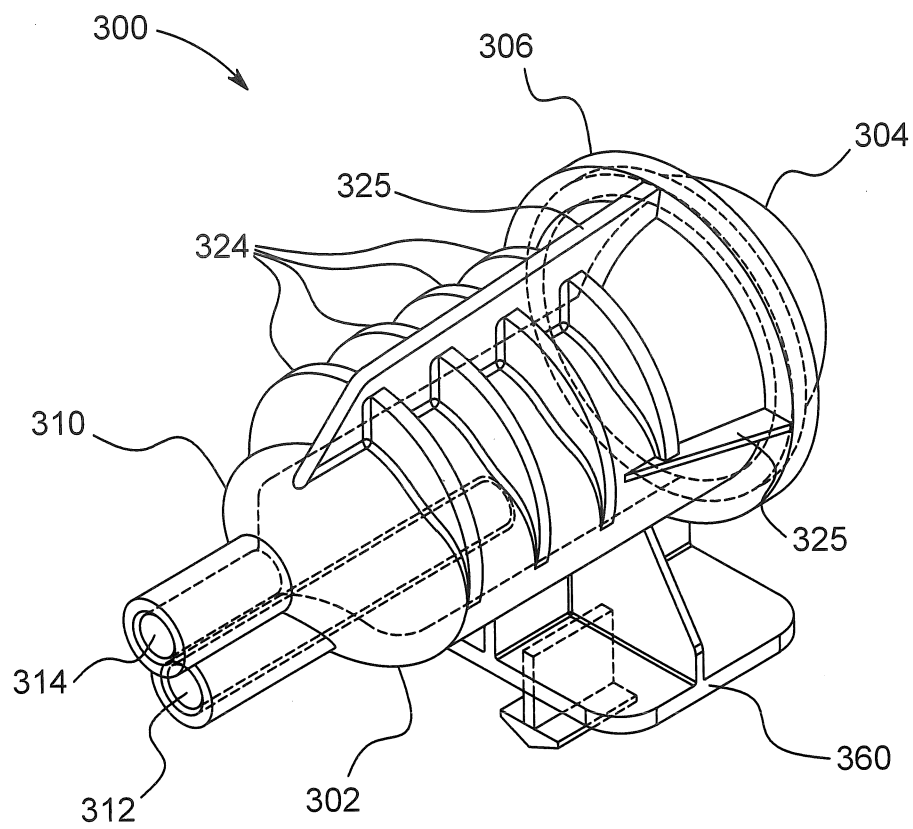


FIG. 3

4/22

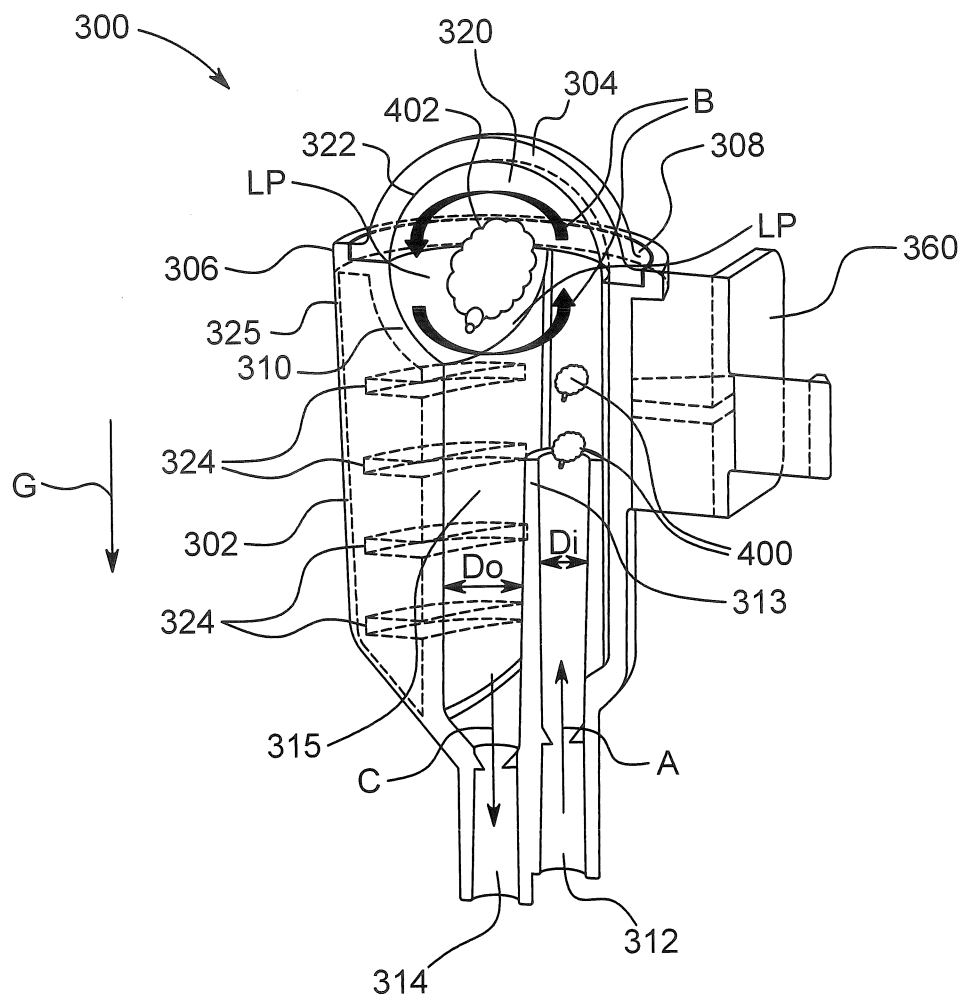


FIG. 4

7/22

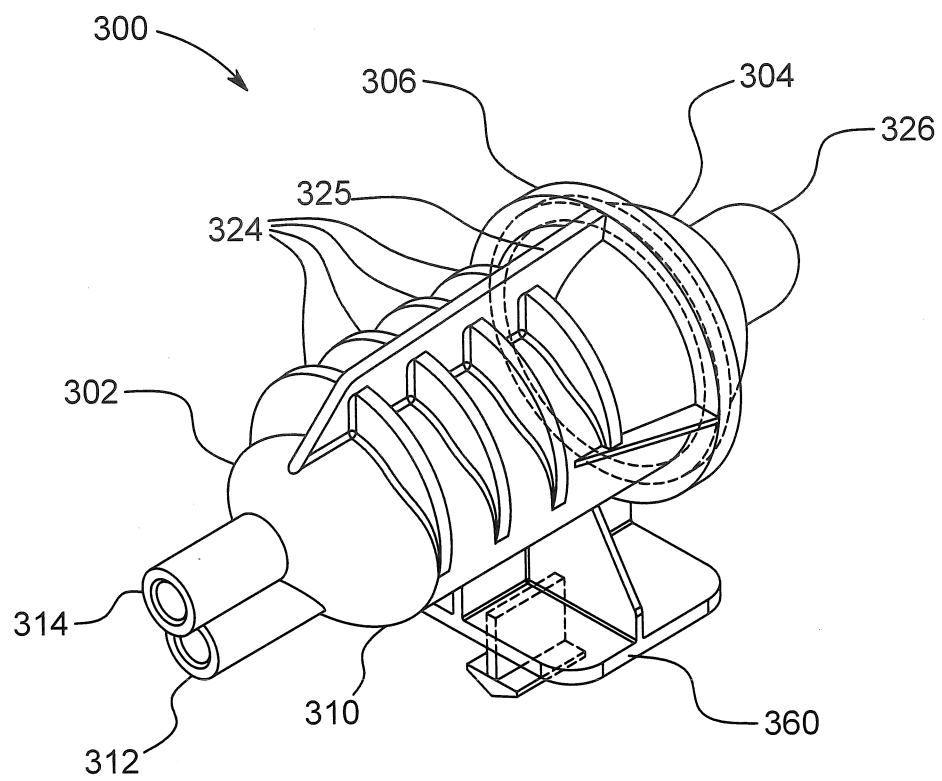


FIG. 7

8/22

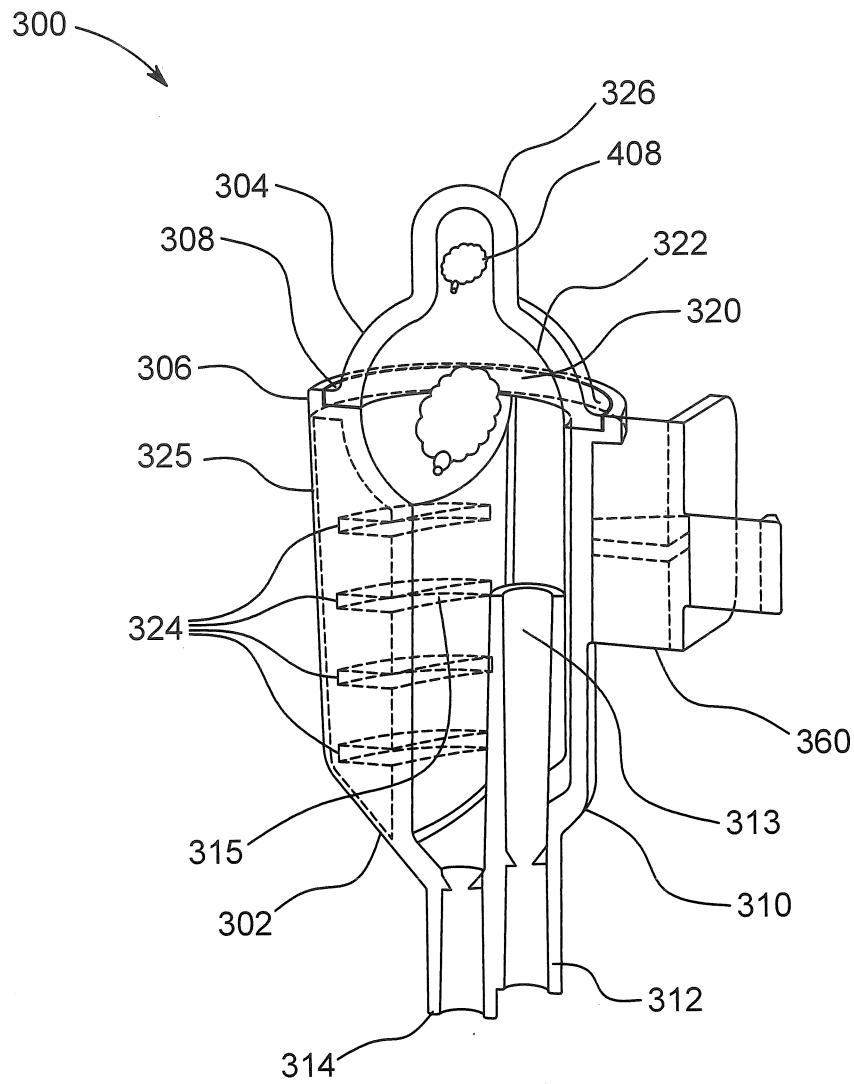


FIG. 8

9/22

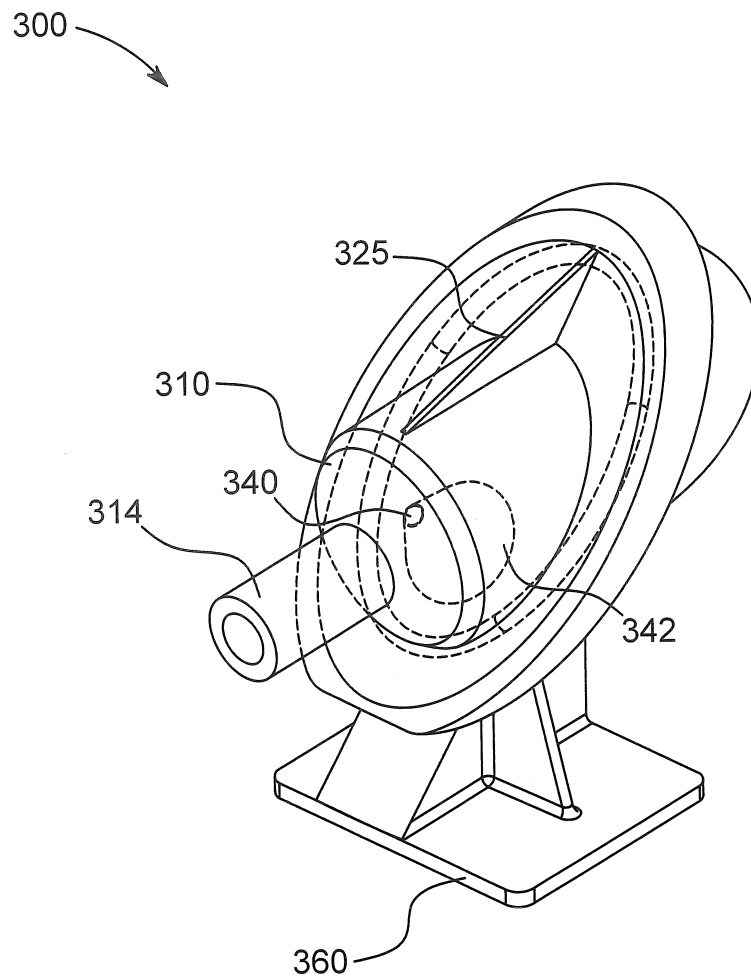


FIG. 9

10/22

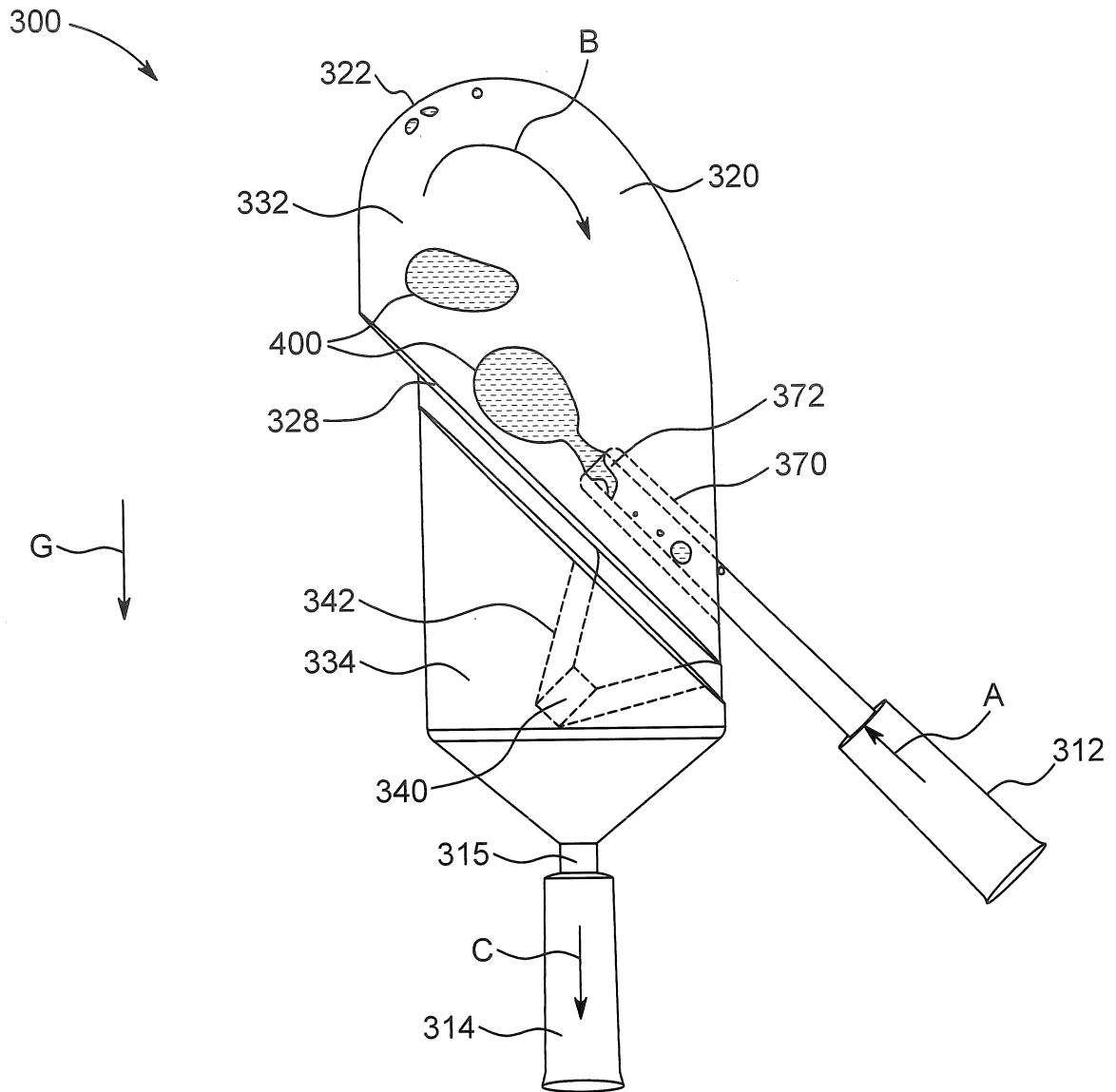


FIG. 10

11/22

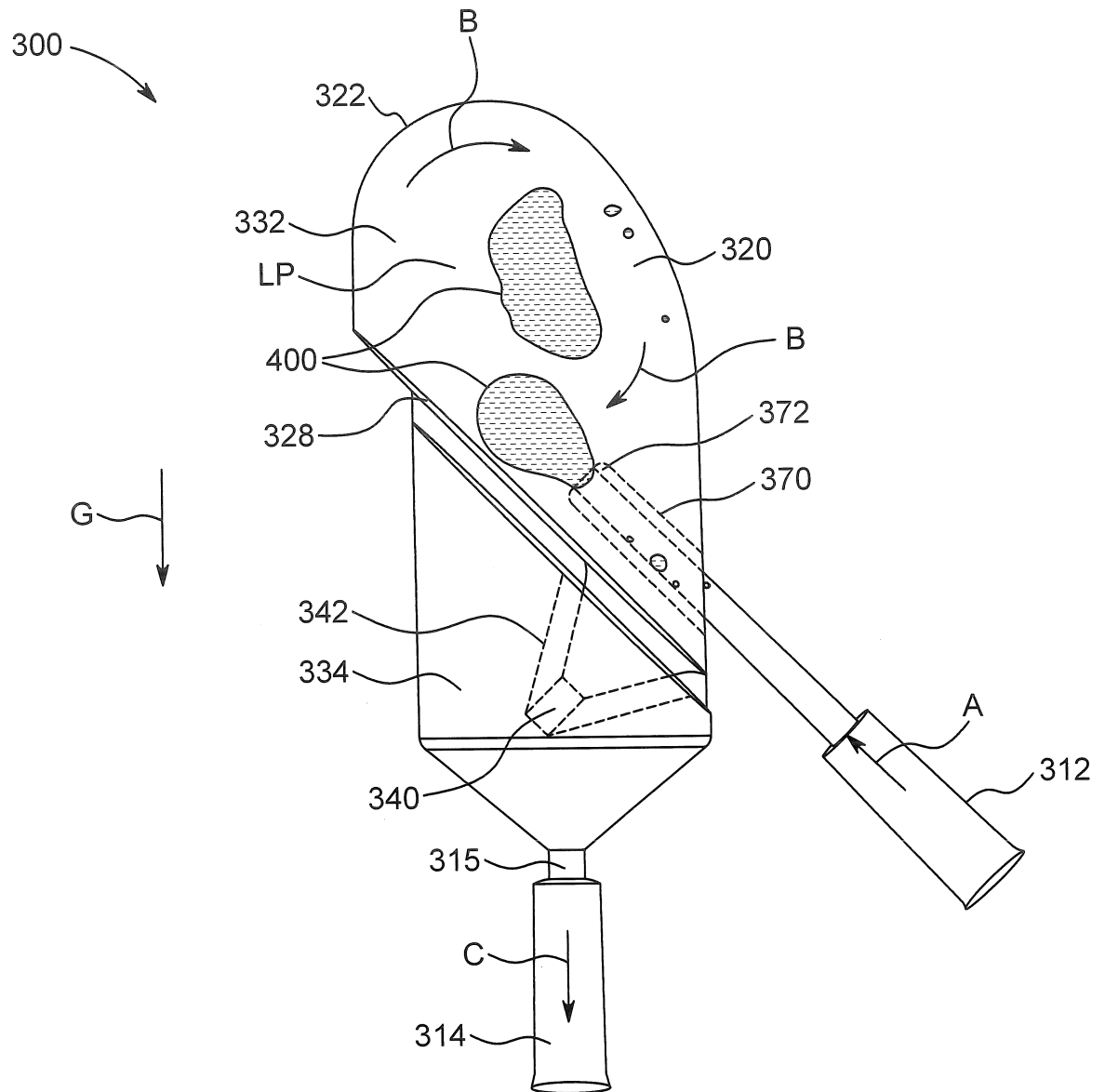


FIG. 11

12/22

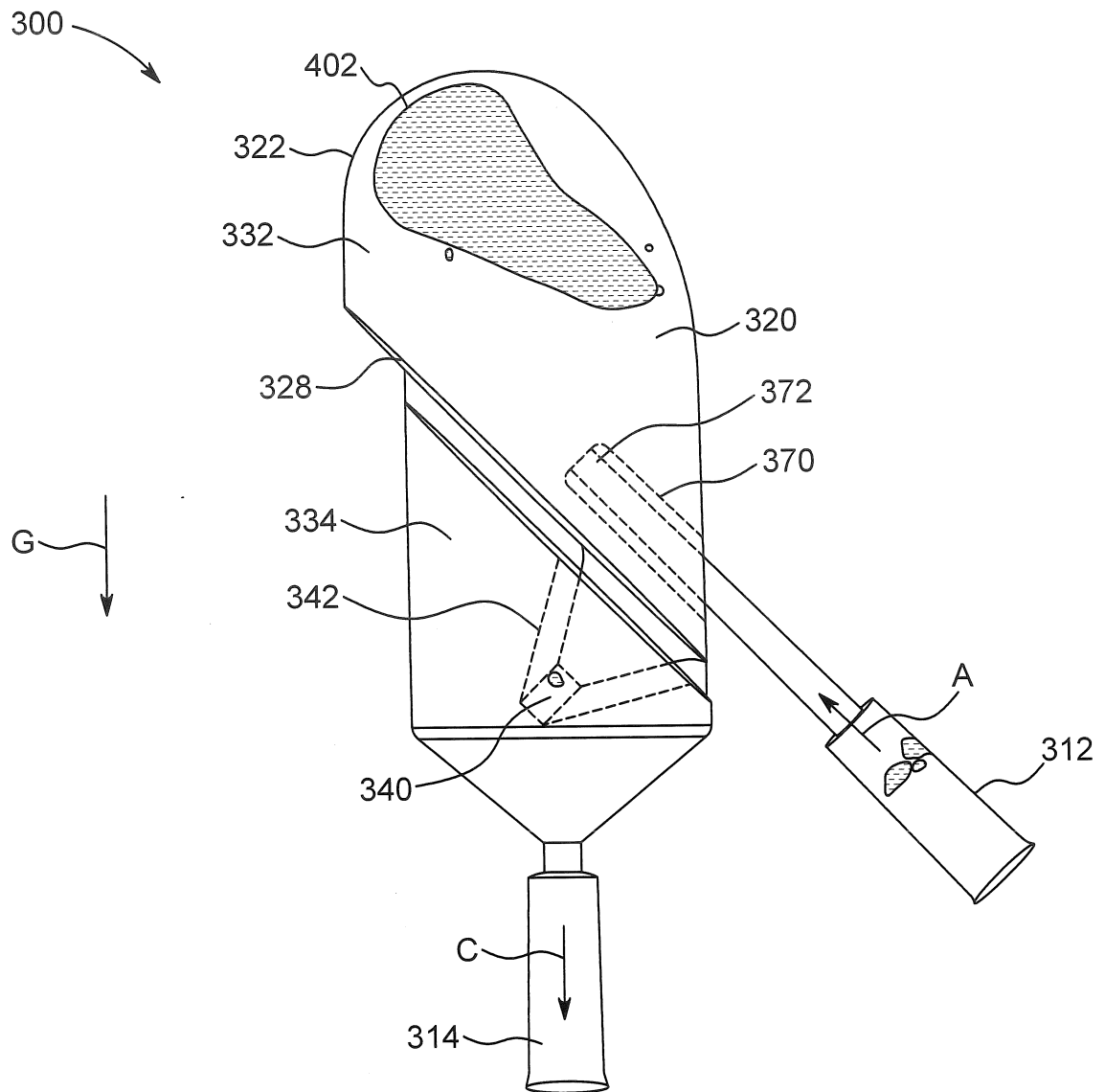


FIG. 12

13/22

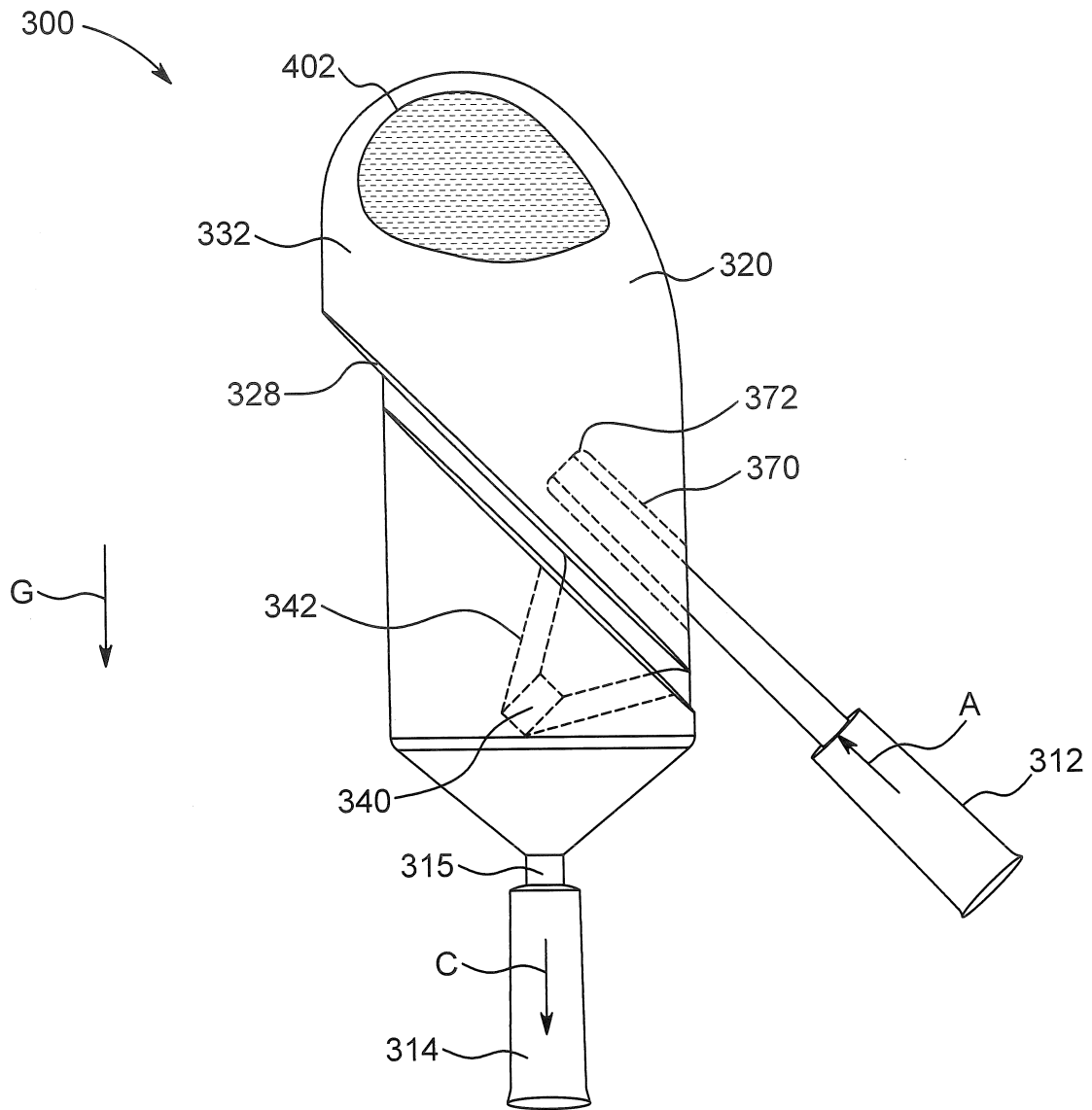


FIG. 13

14/22

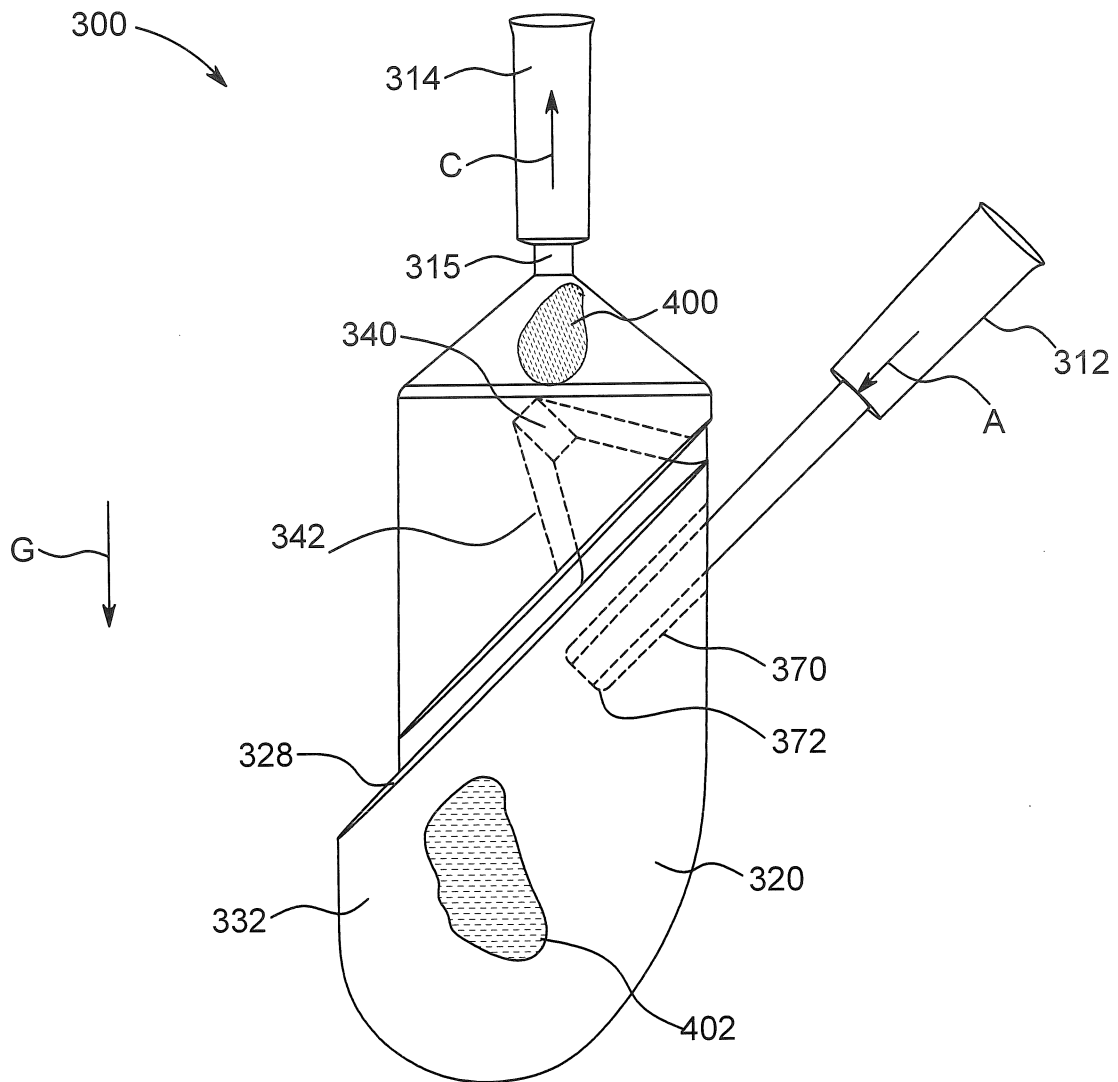


FIG. 14

15/22

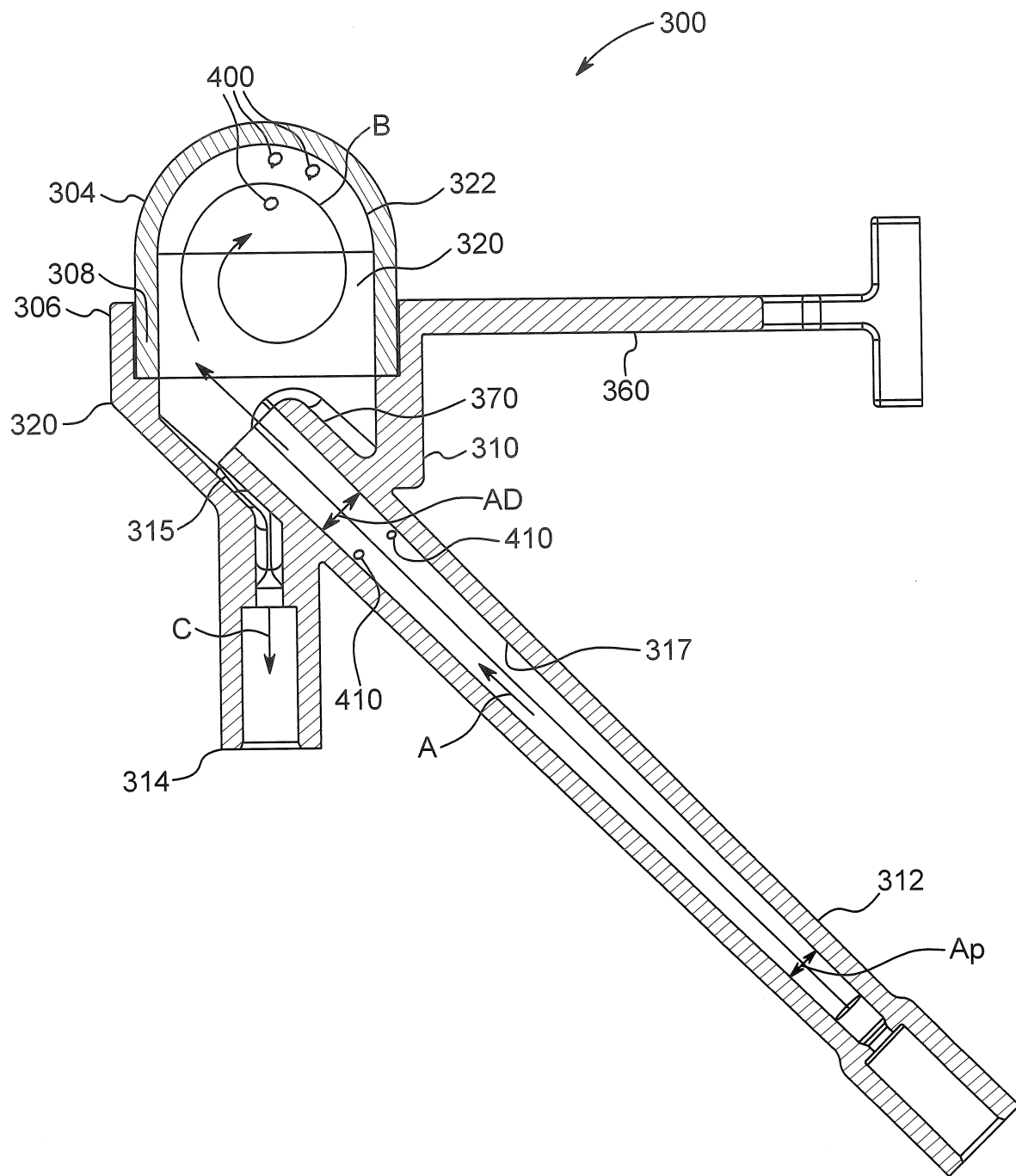


FIG. 15

16/22

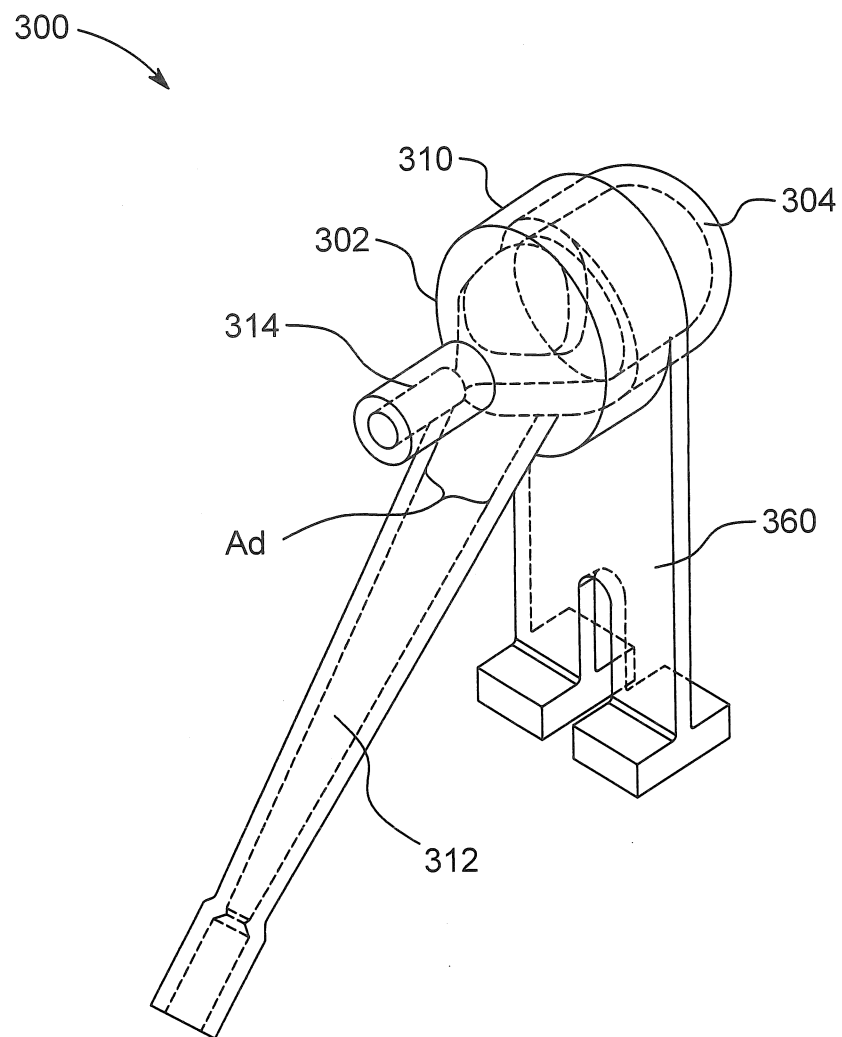


FIG. 16

17/22

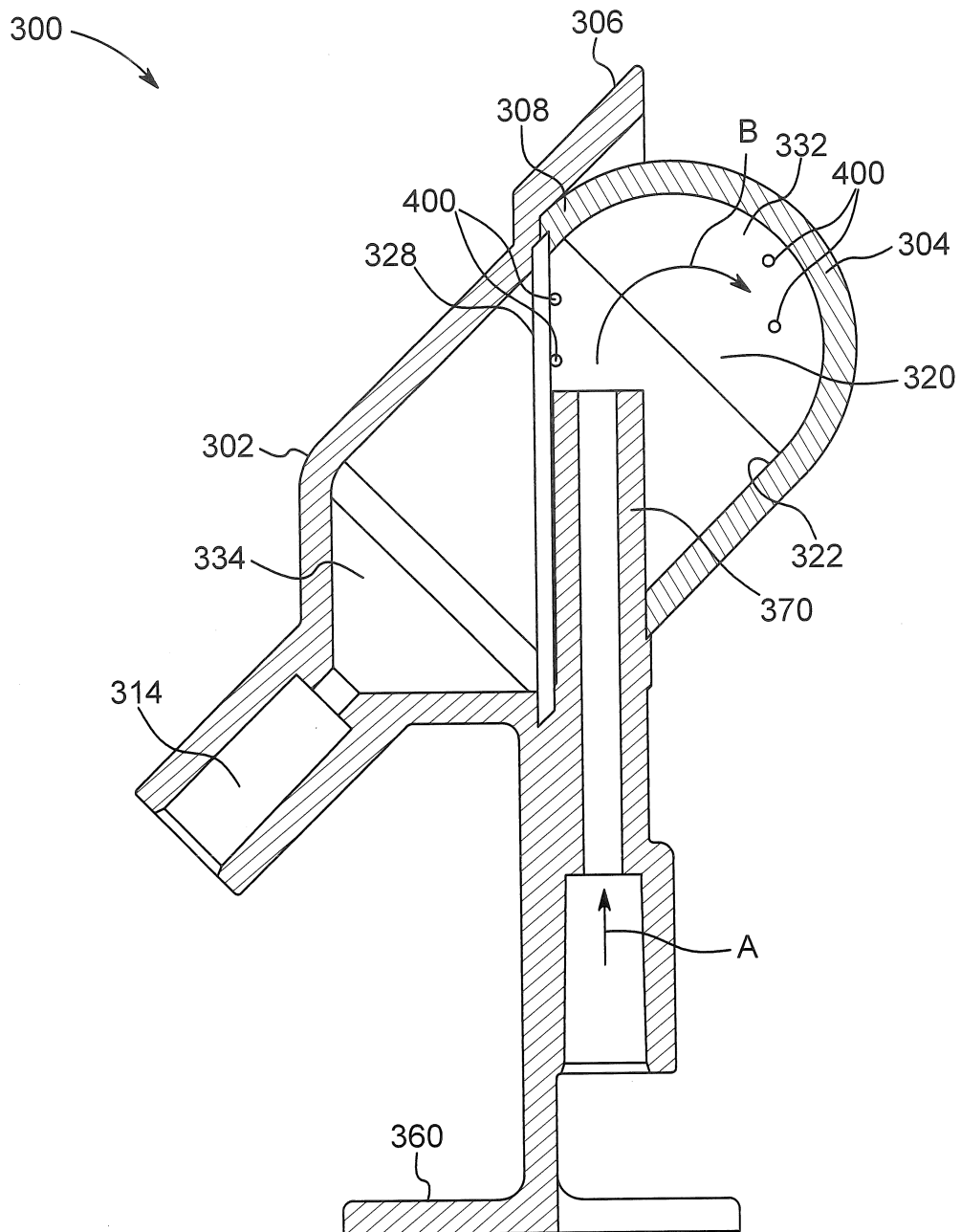


FIG. 17

18/22

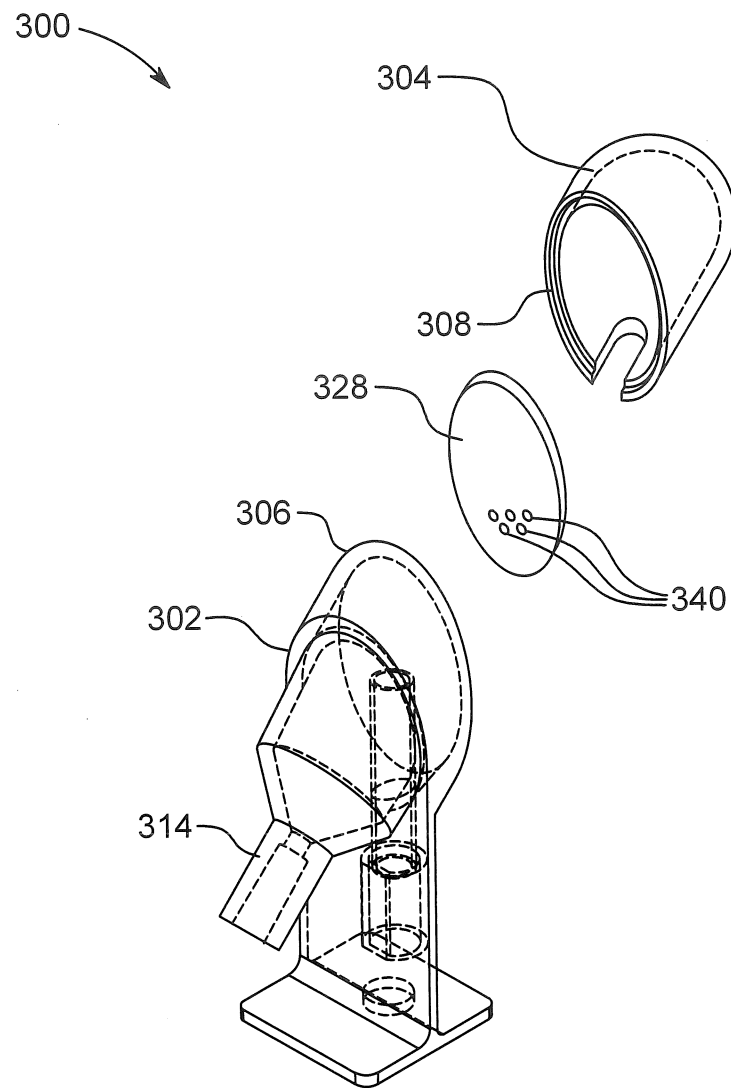


FIG. 18

19/22

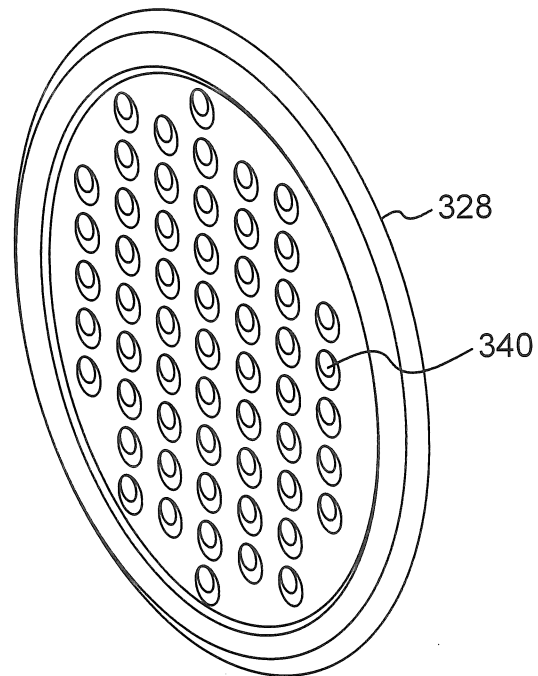


FIG. 19

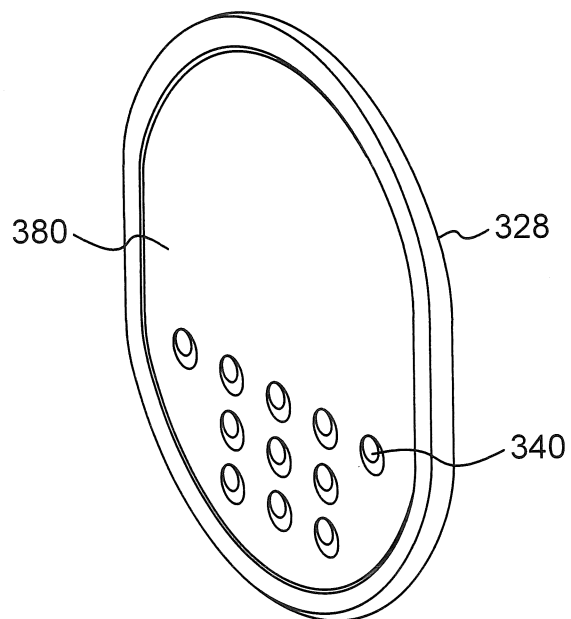


FIG. 20

20/22

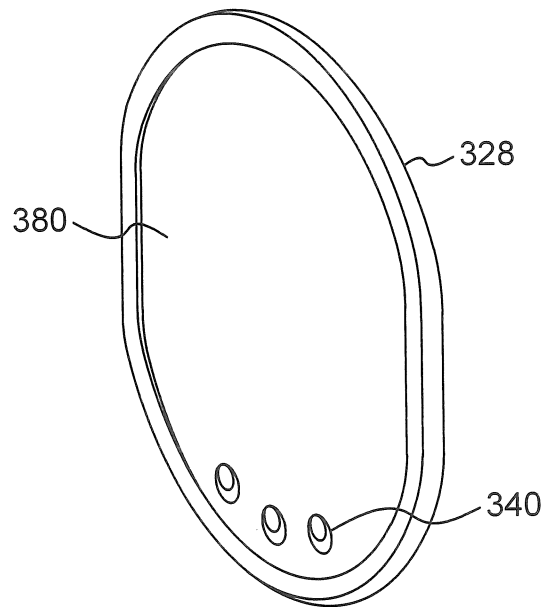


FIG. 21

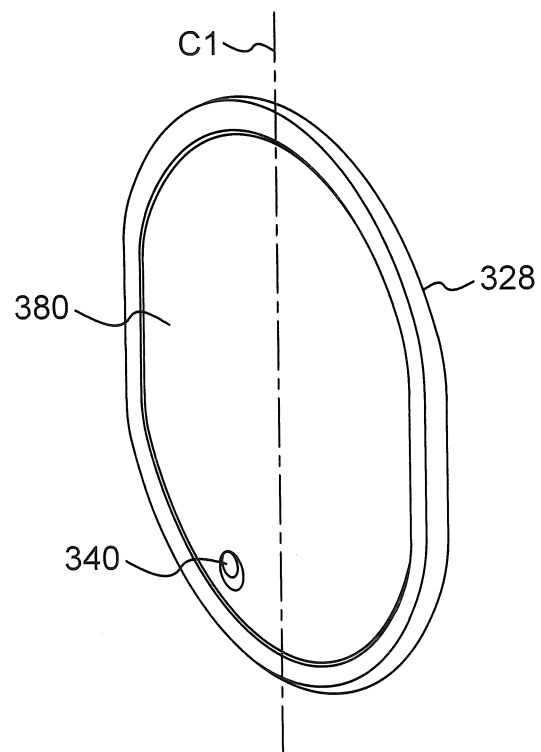


FIG. 22

21/22

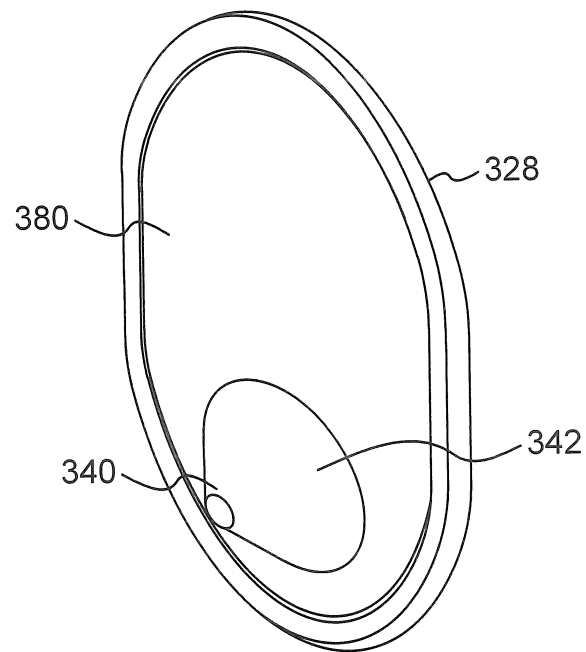


FIG. 23

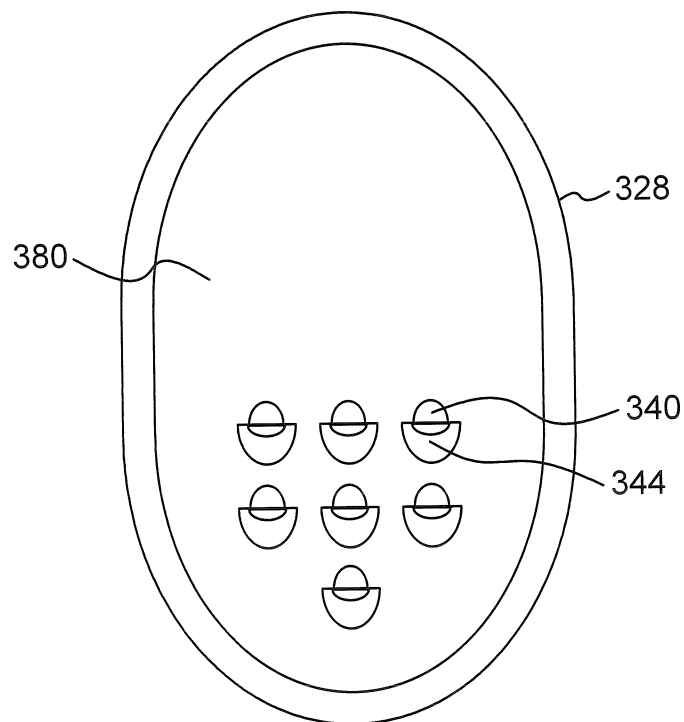


FIG. 24

22/22

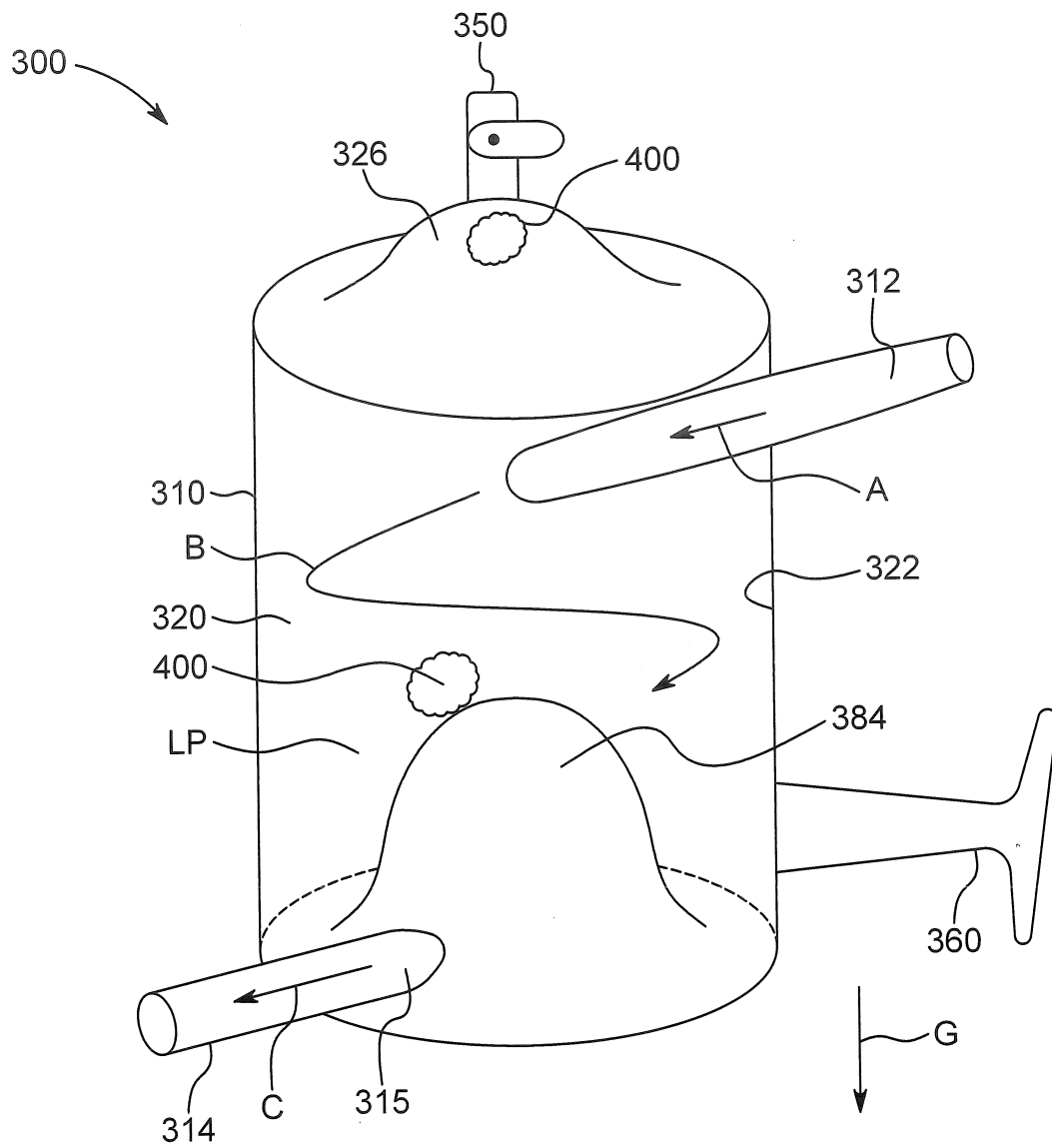


FIG. 25