



(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)



1-0033365

(51)<sup>2017.01</sup> B29C 64/153; B29C 64/165; B29C 64/205; B33Y 40/00; B29C 64/336; B33Y 10/00; B33Y 30/00; B22F 3/26; B29C 64/314 (13) B

(21) 1-2018-04186

(22) 24/02/2017

(86) PCT/US2017/019371 24/02/2017

(87) WO/2017/147434 31/08/2017

(30) 62/300,105 26/02/2016 US; 62/342,290 27/05/2016 US

(45) 26/09/2022 414

(43) 27/05/2019 374A

(73) TRIO LABS, INC. (US)

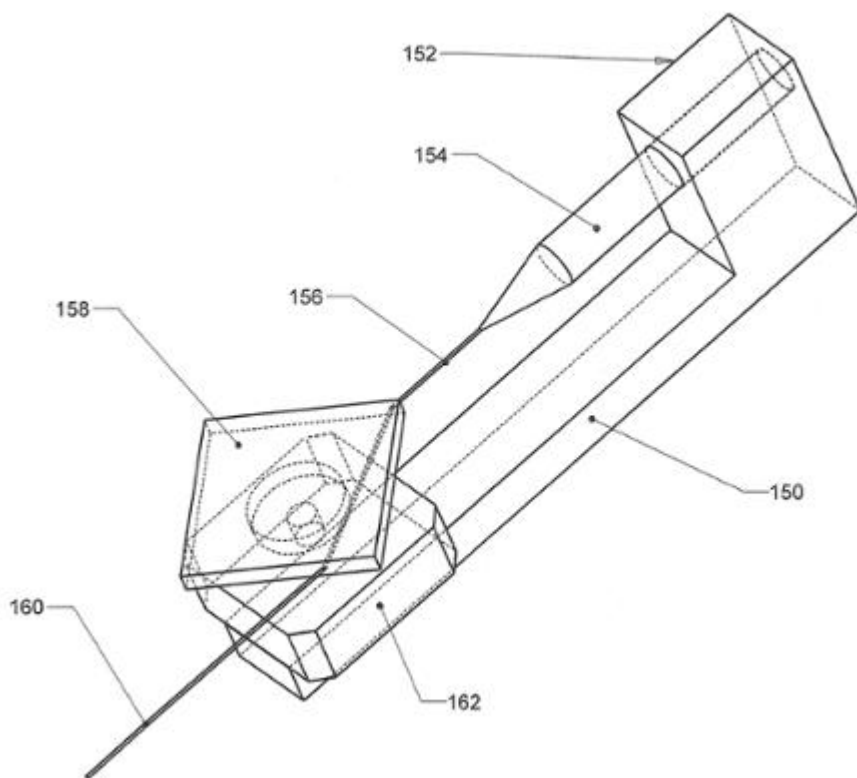
2 Davis Drive Suite 132 Research Triangle Park, NC 27709, United State of America

(72) STEEGE, Adam, T.C. (US).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP CHẾ TẠO COMPOZIT DẠNG BỘT

(57) Sáng chế đề cập đến máy và phương pháp chế tạo composit dạng bột, và phương pháp chế tạo ra vật thể bằng cách tạo khối rắn dạng tự do. Máy chế tạo bao gồm nền để nhận các lớp vật liệu tạo cấu trúc để tạo ra miêu tả khối rắn 3 chiều của mô hình kỹ thuật số, thành phần để làm bồi đắp các lớp vật liệu tạo cấu trúc, và thành phần tạo ảnh để kết dính các phần tương ứng của vật liệu tạo cấu trúc vào các mặt cắt ngang miêu tả các phần dữ liệu có trong mô hình kỹ thuật số. Thành phần hình ảnh thứ nhất có thể là nguồn ánh sáng phẳng có thể lập trình được hoặc bộ phận quét màn hình khúc xạ chuyên dụng, hoặc hệ thống tạo ảnh khác. Nền bao gồm hệ thống pha trộn để cấp nhựa bắt sáng cho thành phần được tạo cấu trúc. Vật thể có thể là thành phần composit dạng bột mà sử dụng loại vật liệu bất kỳ trong số nhiều loại vật liệu dạng bột đa dạng hoặc thành phần chất dẻo.



### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến việc sản xuất khối rắn dạng tự do của các vật thể. Cụ thể hơn là, sáng chế đề cập đến các hệ thống, các thiết bị, và các phương pháp để sản xuất khối rắn dạng tự do của các vật thể từ kim loại, chất dẻo, gốm, và các vật liệu compozit bao gồm các cách kết hợp của một hoặc nhiều loại vật liệu.

### **Tình trạng kỹ thuật của sáng chế**

Chế tạo đắp dần (AM), cũng được biết đến là chế tạo khối rắn dạng tự do (SFF), in 3D (3DP), chế tạo kỹ thuật số trực tiếp (DDM), và tạo ảnh khối, ngày càng trở thành các phương pháp được sử dụng rộng rãi trong việc tạo nguyên mẫu các linh kiện mang cả tính minh họa hình ảnh và chức năng. Trong một số trường hợp, phương pháp này cũng trở thành phương pháp có hiệu suất về chi phí trong chế tạo sản xuất. Có nhiều phương pháp đa dạng để sản xuất các thành phần dựa trên các mô hình kỹ thuật số, và tất cả các phương pháp này đều làm giảm thời gian và chi phí cần thiết cho chu kỳ thiết kế hoàn chỉnh, điều này cải thiện nhịp độ cải tiến trong nhiều ngành công nghiệp.

Thông thường, SFF được hoàn thành theo lớp, trong đó mô hình kỹ thuật số được phân tách thành các lát mỏng theo chiều ngang, và mỗi lát mỏng được tạo ra là hình ảnh 2D trên bề mặt tạo cấu trúc. Việc chế tạo tiếp theo của những lát mỏng này dẫn đến sự thu thập tích lũy của những lớp mỏng cùng nhau tạo ra vật thể 3 chiều được miêu tả bởi mô hình kỹ thuật số. Ngược lại với các kỹ thuật chế tạo truyền thống, như là gia công điều khiển bằng máy tính (CNC), đúc phun ép, và các phương pháp khác, SFF giảm đáng kể thời gian và chi phí sản xuất, và phương pháp này đã được sử dụng rộng rãi cho các mục đích nghiên cứu và phát triển khi mà việc sản xuất với số lượng nhỏ bằng các phương pháp truyền thống sẽ là quá đắt. Ngoài ra, các thiết bị SFF thường yêu cầu chuyên môn để vận hành ít hơn khi so sánh với các máy CNC. Chi phí của các linh kiện đơn lẻ được sản xuất từ các máy CNC thường cao hơn, do thời gian thiết lập lâu hơn và chi phí vận hành máy cao hơn. Các linh kiện được sản xuất bằng CNC sẽ thường có các đặc điểm mạnh hơn và nhiều chi tiết hơn so với các linh kiện sản xuất bằng SFF, điều này có thể làm cho chúng được mong muốn trong một vài ứng dụng. Việc sử dụng SFF trong sản xuất linh kiện vẫn sẽ bị hạn chế, cho đến khi các kỹ

thuật SFF có thể sản xuất ra các linh kiện với độ chính xác và chức năng của các linh kiện sản xuất bằng CNC.

Đúc ép phun bột (PIM) là kỹ thuật sản xuất hàng loạt mà đã được sử dụng rộng rãi là phương pháp sản xuất các thành phần với độ chính xác cao trong các vật liệu mà thông thường sẽ không thể được tạo ra bằng các phương pháp đúc khác. Bột được trộn với chất kết dính nhựa để tạo ra vật liệu cung cấp cho máy để phun, mà được phun vào khuôn đúc, tương tự với đúc phun ép chất dẻo. Linh kiện được sản xuất là linh kiện compozit dạng bột, được gọi là linh kiện "xanh". Linh kiện xanh trải qua quá trình được gọi là khử kết dính, trong đó hầu hết chất kết dính bị loại bỏ. Linh kiện thu được được gọi là linh kiện "nâu". Linh kiện nâu này sau đó trải qua xử lý nhiệt để làm cho các hạt bột thiêu kết cùng nhau. Linh kiện này co lại trong suốt quá trình này, và các lỗ rỗng giữa các hạt bột được loại bỏ. Kết quả cuối cùng là linh kiện có mật độ gần như ở mức cao nhất. Xử lý sau thêm có thể được sử dụng để đạt được mật độ trên 99,5%.

Một số kỹ thuật phổ biến nhất cho SFF bao gồm in li-tô lập thể (SLA), đúc khuôn bồi đắp chọn lọc (SDM), đúc khuôn bồi đắp nóng chảy (FDM), và thiêu kết lazer chọn lọc (SLS). Các phương pháp này khác nhau về loại vật liệu mà chúng sử dụng, cách thức trong đó các lớp được tạo ra, và độ chính xác tiếp theo và chất lượng các linh kiện được sản xuất ra. Thông thường, các lớp được sản xuất trong phương pháp bồi đắp vật liệu khối, hoặc trong phương pháp bồi đắp vật liệu chọn lọc. Trong các kỹ thuật mà sử dụng phương pháp bồi đắp vật liệu khối để sản xuất lớp, tạo ảnh lớp thường được thực hiện bằng quá trình nhiệt, hóa học hoặc quang học. Có một công nghệ, phun chất kết dính, mà sử dụng các đầu phun mực để bồi đắp chất kết dính vào tầng bột để sản xuất ra linh kiện tương tự với linh kiện xanh được mô tả trước đó trong quá trình PIM. Linh kiện xanh này có thể được xử lý sau theo cùng cách thức để sản xuất ra linh kiện cuối cùng. Thật không may, do những sai hỏng trong quá trình sản xuất linh kiện xanh, các thành phần cuối cùng được sản xuất ra qua quá trình này thường không đáp ứng được độ dung sai đối với các ứng dụng chính xác cao.

### **Bản chất kỹ thuật của sáng chế**

Các phương án của thiết bị để chế tạo khối rắn dạng tự do và các phương án kết hợp được bộc lộ ở đây để sản xuất các thành phần (ví dụ như các linh kiện chất dẻo, kim loại, và gốm) cho nhiều ứng dụng khác nhau.

Theo một số phương án, các phương pháp và các thiết bị SFF được bộc lộ ở đây có thể bao gồm bề mặt để nhận các lớp vật liệu để sản xuất miêu tả khối rắn 3 chiều của mô hình kỹ thuật số, một thành phần hoặc các thành phần để bồi đắp các lớp vật liệu tạo cấu trúc cần thiết, và một thành phần hoặc các thành phần để tạo ảnh vật liệu tạo cấu trúc thành các mặt cắt ngang miêu tả dữ liệu có trong mô hình kỹ thuật số. Theo một phương án, vật liệu tạo cấu trúc gồm có vật liệu dạng hạt và vật liệu nhựa bất sáng. Sự kết hợp của những vật liệu này trên bề mặt tạo cấu trúc khắc phục được các hạn chế lưu biến của các thiết bị nêu trên mà được sử dụng để sản xuất các linh kiện composít dạng bột. Theo một phương án khác, các kỹ thuật tạo ảnh được sử dụng để tạo ảnh lớp có thể kéo theo việc sản xuất các thành phần có lỗ rỗng mà có thể được xử lý sau để sản xuất linh kiện cuối cùng.

Ngoài ra, theo một số phương án, các phương pháp và các thiết bị được mô tả dưới đây có thể sử dụng vật liệu dạng hạt (ví dụ như gốm, chất dẻo, hoặc kim loại) là một trong các vật liệu tạo cấu trúc. Các linh kiện được sản xuất ra từ thiết bị này có thể được xử lý sau khi quá trình tạo cấu trúc hoàn thành để cho sự kết dính giữa các hạt gần kề được dễ dàng. Quá trình xử lý như vậy bao gồm nhưng không giới hạn ở xử lý nhiệt, hóa học và áp suất, và sự kết hợp của những quá trình này. Các kết quả của việc chế tạo này và quá trình xử lý bao gồm nhưng không giới hạn ở các linh kiện kim loại đặc, các linh kiện gốm đặc, các linh kiện chất dẻo đặc, các linh kiện kim loại có lỗ rỗng, các linh kiện gốm có lỗ rỗng, các linh kiện chất dẻo có lỗ rỗng, các linh kiện composít đặc, và các linh kiện composít gồm có một hoặc nhiều loại vật liệu.

Sự bồi đắp vật liệu của vật liệu dạng hạt có thể đạt được qua một số phương pháp, bao gồm nhưng không giới hạn ở sự phân tán qua bộ phận lưỡi gạt, bồi đắp tĩnh điện trên bề mặt truyền theo sau bởi bồi đắp đến bề mặt tạo cấu trúc, và bồi đắp tĩnh điện đến con lăn nén theo sau bởi bồi đắp đến bề mặt tạo cấu trúc. Sự pha trộn vật liệu bất sáng (ví dụ như nhựa) có thể đạt được thông qua việc pha trộn qua thân của thành phần được tạo cấu trúc qua nền tạo cấu trúc pha trộn chuyên dụng.

Tạo ảnh lớp có thể đạt được thông qua một số phương pháp, bao gồm nhưng không giới hạn ở tạo ảnh khối với nguồn ánh sáng phẳng có thể lập trình, như là máy chiếu DLP, hoặc tạo ảnh bằng nguồn laze quét mảnh sử dụng lăng kính để đạt được mẫu quét mảnh.

Hơn nữa, theo một khía cạnh, thiết bị chế tạo khối rắn dạng tự do được tạo ra sao cho các vật thể composít cấu tạo gồm có vật liệu dạng hạt và vật liệu nhựa có thể được sản xuất từ miêu tả dữ liệu của vật thể ba chiều cho trước.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị SFF được tạo ra mà sử dụng các kỹ thuật bồi đắp khối để sản xuất các lớp vật liệu.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị SFF được tạo ra mà kết hợp vật liệu dạng hạt với vật liệu nhựa bất sáng để sản xuất các lớp vật liệu composít.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị SFF được tạo ra mà cho phép sự thay thế lẫn nhau của các thành phần vật liệu để làm cho có thể sử dụng nhiều cách kết hợp vật liệu đa dạng.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị SFF được tạo ra mà đạt được việc sản xuất các lớp composít thông qua sự pha trộn in-situ của các lớp bột qua nền tạo cấu trúc pha trộn.

Theo một khía cạnh khác, các vật thể được sản xuất từ thiết bị SFF có thể được xử lý nhiệt, hóa học hoặc cơ học để cải thiện độ bám dính bên trong của các thành phần vật liệu.

Theo một khía cạnh khác, việc xử lý có thể bao gồm điều áp trong buồng chất lỏng, tiếp xúc với dung môi, gia tăng nhiệt độ để sự liên kết của vật liệu dạng hạt được dễ dàng, gia tăng nhiệt độ để làm giảm các ứng suất bên trong gây ra từ quá trình tạo cấu trúc, hoặc sự thiêu kết một phần của vật liệu dạng hạt theo sau bởi sự pha trộn với nguyên liệu bậc ba, mà có thể bao gồm vật liệu gốm và/hoặc kim loại với điểm nóng chảy thấp hơn vật liệu dạng hạt bậc một.

Theo một khía cạnh khác, việc xử lý có thể bao gồm tháo cạn vật liệu lỏng còn lại ra khỏi vật thể đã được in có lỗ rỗng, và pha trộn vật thể có lỗ rỗng với vật liệu bậc hai để làm đầy các lỗ có lỗ rỗng của nó và tạo ra vật thể hoàn thiện.

Theo một khía cạnh khác, thiết bị SFF được tạo ra mà đạt được việc chế tạo của các thành phần bằng cách pha trộn trực tiếp vật liệu dạng bột mà sử dụng năng lượng điều khiển bởi hệ thống quét mảnh khúc xạ.

Mặc dù một số khía cạnh của đối tượng bảo hộ được bộc lộ ở đây đã được nêu trên đây, và các khía cạnh mà đạt được một phần hay toàn bộ bởi đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế, các khía cạnh khác sẽ trở nên rõ ràng khi đọc bản mô tả kết hợp với các hình vẽ kèm theo được mô tả tốt nhất dưới đây.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Các đặc điểm và lợi thế của đối tượng bảo hộ của sáng chế sẽ được hiểu dễ dàng hơn từ phần mô tả chi tiết sau đây phần mà nên được đọc kết hợp với các hình vẽ kèm theo mà được đưa ra chỉ qua ví dụ để giải thích và không mang tính giới hạn, và trong đó:

Hình 1 là hình vẽ phối cảnh phía trước về bên phải của bộ phận quét mảnh khúc xạ để sử dụng với thiết bị để chế tạo khối rắn dạng tự do theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 2 là hình vẽ phối cảnh phía trước về bên phải của máy chế tạo khối rắn dạng tự do sử dụng bộ phận quét mảnh trong Hình 1.

Hình 3 là hình vẽ phối cảnh phía trước về bên trái của máy chế tạo khối rắn dạng tự do sử dụng bộ phận quét mảnh khúc xạ trong kết cấu thứ hai theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 4 là hình vẽ chi tiết phía trước về bên trái của máy trong Hình 3.

Hình 5 là hình vẽ mặt cắt của máy trong Hình 4.

Hình 6 là hình vẽ chi tiết được nâng lên của máy trong Hình 3.

Hình 7 là hình vẽ mặt cắt của máy trong Hình 6.

Hình 8 là hình vẽ chi tiết bên phải nhìn từ dưới lên của máy trong Hình 3.

Hình 9 là hình vẽ mặt cắt được nâng lên bên trái của máy trong Hình 3.

Hình 10 là hình vẽ mặt cắt bên trái nhìn từ dưới lên của máy trong Hình 3.

Hình 11 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của kết cấu thứ nhất của máy chế tạo composit dạng bột ở vị trí thứ nhất theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 12 là hình vẽ mặt cắt của máy trong Hình 11.

Hình 13 là hình vẽ chi tiết của máy trong Hình 12 ở vị trí thứ hai.

Hình 14 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của máy trong Hình 11 ở vị trí thứ ba.

Hình 15 là hình vẽ mặt cắt của máy trong Hình 14.

Hình 16 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của máy trong Hình 11 ở vị trí thứ tư.

Hình 17 là hình vẽ mặt cắt của máy trong Hình 16.

Hình 18 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của kết cấu thứ hai của máy chế tạo composit dạng bột ở vị trí thứ nhất theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 19 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của máy trong Hình 18 ở vị trí thứ hai.

Hình 20 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của kết cấu thứ ba của máy chế tạo composit dạng bột theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 21 là hình vẽ mặt cắt của máy trong Hình 20.

Hình 22 là lưu đồ thuật toán của phương pháp thứ nhất để chế tạo các thành phần composit dạng bột theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 23 là lưu đồ thuật toán của phương pháp thứ hai để chế tạo các thành phần composit dạng bột theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 24 là lưu đồ thuật toán của phương pháp thứ ba để chế tạo các thành phần composit dạng bột theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 25 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của hệ thống hồi tiếp có thể thực hiện được trong bất kỳ máy chế tạo composit dạng bột nào được mô tả trước đó trong các Hình 11-21.

Hình 26 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của thành phần mà có thể được chế tạo bằng cách chế tạo khối rắn dạng tự do theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 27 là hình vẽ mặt cắt của miêu tả bằng giản đồ của phương pháp sản xuất thành phần trong Hình 26.

Hình 28 hình vẽ phối cảnh của thành phần thứ hai mà có thể được chế tạo bằng cách chế tạo khối rắn dạng tự do theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 29 hình vẽ phối cảnh miêu tả bằng giản đồ của phương pháp sản xuất thành phần trong Hình 28.

Hình 30 là hình vẽ mặt cắt của phương pháp tạo cấu trúc được thể hiện trong Hình 29.

Hình 31 là hình vẽ mặt cắt thứ hai của phương pháp tạo cấu trúc được thể hiện trong Hình 29.

Hình 32 là hình vẽ chi tiết của phương pháp tạo cấu trúc được thể hiện trong Hình 31.

Hình 33 là hình vẽ mặt cắt của miêu tả bằng giản đồ của phương pháp thứ hai để sản xuất thành phần trong Hình 27.

Hình 34 là hình vẽ chi tiết của phương pháp tạo cấu trúc được thể hiện trong Hình 33.

Hình 35 là hình vẽ mặt cắt chi tiết của miêu tả bằng giản đồ của phương pháp thứ ba để sản xuất thành phần trong Hình 28.

Hình 36 là hình vẽ mặt cắt chi tiết của miêu tả bằng giản đồ của phương pháp thứ tư để sản xuất thành phần trong Hình 28.

Hình 37 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của máy chế tạo sử dụng kết cấu thay thế của quá trình tạo cấu trúc được mô tả trong Hình 29.

Hình 38 là hình vẽ chi tiết của thiết bị được mô tả trong Hình 37.

Hình 39 là hình vẽ chi tiết của thiết bị được mô tả trong Hình 37 trong quá trình chế tạo thành phần.

Hình 40 là hình vẽ mặt cắt của thiết bị và thành phần được mô tả trong Hình 39.

Hình 41 là hình vẽ nhìn từ phía trên của một lớp của các mẫu quét mảnh được sử dụng trong bất kỳ phương pháp chế tạo trước đó nào để tạo cấu trúc các thành phần composit hoặc chất dẻo theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 42 là hình vẽ nhìn từ phía trên của hai lớp của các mẫu quét mảnh được sử dụng trong bất kỳ phương pháp chế tạo trước đó nào để tạo cấu trúc các thành phần composit hoặc chất dẻo theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 43 là hình vẽ nhìn từ phía trên của bộ mẫu lưu hóa thứ nhất mà có thể được sử dụng để chế tạo thành phần trong Hình 28.

Hình 44 là hình vẽ nhìn từ phía trên của bộ mẫu lưu hóa thứ hai mà có thể được sử dụng để chế tạo thành phần trong Hình 28.

Hình 45 là hình vẽ nhìn từ phía trên của bộ mẫu lưu hóa mà có thể được sử dụng để chế tạo các thành phần bằng các kênh chất lỏng theo mô đun.

Hình 46 là hình vẽ mặt cắt bên trái của lớp thứ nhất của thành phần được chế tạo mà sử dụng phương pháp pha trộn in-situ được sử dụng trong các phương pháp chế tạo được mô tả trước đó theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 47 hình vẽ của lớp thứ nhất và lớp thứ hai của thành phần trong Hình 46.

Hình 48 là hình vẽ mặt cắt bên trái của lớp thứ nhất của thành phần được chế tạo mà sử dụng kết cấu thứ hai của phương pháp pha trộn in-situ được sử dụng trong các phương pháp chế tạo được mô tả trước đó theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 49 là hình vẽ phối cảnh được nâng lên bên trái của máy chế tạo khối rắn dạng tự do mà sử dụng bộ phận quét mảnh khúc xạ để pha trộn trực tiếp vật liệu dạng bột theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 50 hình vẽ phối cảnh của thiết bị được mô tả trong Hình 49.

Hình 51 là lưu đồ thuật toán mô tả phương pháp sản xuất linh kiện xanh composit dạng bột theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 52 là lưu đồ thuật toán mô tả phương pháp thứ hai để sản xuất linh kiện xanh composit dạng bột theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 53 là lưu đồ thuật toán mô tả phương pháp thứ ba để sản xuất linh kiện xanh composit dạng bột theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 54 là lưu đồ thuật toán mô tả phương pháp sản xuất linh kiện nâu có lỗ rỗng theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 55 là lưu đồ thuật toán mô tả phương pháp xử lý sau linh kiện xanh hoặc linh kiện nâu theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

Hình 56 là lưu đồ thuật toán mô tả phương pháp thứ hai để xử lý sau linh kiện xanh hoặc linh kiện nâu theo phương án của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế.

### Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế đề xuất các hệ thống, các thiết bị, và các phương pháp chế tạo khối rắn dạng tự do để sản xuất các thành phần (ví dụ như các linh kiện chất dẻo, kim loại, và gốm) cho nhiều ứng dụng khác nhau. Theo một khía cạnh, đối tượng bảo hộ của sáng chế đề xuất thiết bị tạo ảnh để sử dụng trong việc tạo ảnh các lớp vật liệu bắt sáng. Kỹ thuật phổ biến để tạo ra hình ảnh mà sử dụng laze để lưu hóa các lớp nhựa trong máy SLA là quét mảnh laze trên khắp bề mặt tạo cấu trúc bằng các đường quét mảnh bắt đầu và kết thúc ở các đường bao quanh của các mặt cắt ngang của vật thể được tạo cấu trúc. Các Hình 1-2 mô tả bộ phận quét mảnh (150) để sử dụng trong việc tạo ảnh các lớp nhựa bắt sáng. Như được thể hiện trong các Hình 1 và 2, chùm tia phát xạ chuẩn trực 156 được phát ra từ nguồn 154. Chùm tia này 156 đi vào lăng kính 158 và bị khúc xạ. Khi ra khỏi lăng kính 158, khúc xạ lần thứ hai xảy ra, và kết quả là chùm tia bị dịch chuyển 160. Lăng kính 158 trong trường hợp này là mặt cắt hình vuông có độ dày lớn hơn đường kính của chùm tia 156, nhưng có thể thường là đa giác với số chẵn các mặt song song. Trong một số trường hợp, các mặt của lăng kính 158 có thể không cần song song, tùy thuộc vào sự khúc xạ mong muốn và hành vi dịch chuyển. Trong phương án này, lăng kính 158 được quay bởi bộ phận dẫn động quay 162 điều này làm cho chùm tia bị dịch chuyển 160 quét mảnh khắp bề mặt tạo cấu trúc 102. Bằng cách này, một hoặc nhiều mô đun quét mảnh lăng kính 150 có thể bị chuyển dịch khắp bề mặt tạo cấu trúc 102 như được thể hiện trong Hình 2, và bằng cách này việc tạo ảnh khối có thể đạt được trong khi các nguồn 154 được bật lên và tắt đi theo mặt cắt ngang được tạo ảnh.

Theo một số phương án, khả năng dịch chuyển chùm tia của bộ phận quét mảnh khúc xạ liên quan đến kích thước của lăng kính khúc xạ được sử dụng. Thông thường, tổng độ rộng vạch phổ tạo ra bởi bộ phận được mô tả trước đó sẽ nhỏ hơn khoảng trống chiếm chỗ bởi lăng kính quay, điều này thể hiện thách thức về hình học khi cố gắng sử dụng nhiều bộ phận quét mảnh để bao phủ diện tích tạo cấu trúc. Các Hình 3-10 thể hiện một kết cấu khả thi cho máy SLA, thường được chỉ định 10, mà vượt qua được thách thức này.

Trong kết cấu của các Hình 3-10, máy SLA 10 bao gồm nền tạo cấu trúc 102, thùng chứa tạo cấu trúc 410, và hệ thống tạo ảnh. Nền tạo cấu trúc 102 hạ thấp xuống đi vào thùng chứa tạo cấu trúc 410 mà chứa nhựa bắt sáng. Lớp vật liệu được tạo ảnh,

và nền tạo cấu trúc 102 di chuyển lên trên để cho phép nhựa chảy dưới lớp đó để cho lớp tiếp theo có thể được tạo ảnh. Quá trình này lặp lại cho đến khi thành phần 400 được tạo ra.

Như đã đề cập trước đó, bất kỳ lăng kính đa giác nào có số chẵn các mép có thể có thể được sử dụng dễ dàng trong bộ phận quét mảnh quay liên tục. Trong trường hợp này, trong kết cấu được minh họa trong các Hình 3-10, hai lăng kính bát giác 414, 416 được sử dụng. Mỗi lăng kính được sử dụng để quét mảnh ba chùm tia riêng biệt. Trong bộ phận quét mảnh đa chùm tia, nhiều chùm tia hơn sẽ mở rộng diện tích mà có thể được tạo ảnh bởi lăng kính cho trước, nhưng nó cũng có thể làm phức tạp dạng hình học của việc gắn và căn thẳng các nguồn chùm tia. Trong các kết cấu này, cách bố trí này thường sẽ làm tăng chiều dài đường đi quang học của nguồn chùm tia cho trước, cụ thể là nơi mà các nguồn được gắn hơn nữa từ lăng kính để điều tiết tất cả các nguồn trong phạm vi mô đun, kết quả là điều này sẽ làm tăng các yêu cầu về độ chính xác đối với các nguồn chùm tia. Số lượng chùm tia đi qua lăng kính cho trước có thể được chọn để mang lại việc tạo ảnh toàn bộ diện tích tạo cấu trúc mà không đặt ra các yêu cầu quá mức về độ chính xác đối với các nguồn chùm tia. Kích thước của các chùm tia được sử dụng có thể được tạo kết cấu để cho bất kỳ sự giao thoa nào giữa các chùm tia khi chúng đi qua các lăng kính này không ảnh hưởng đến lượng ra từ mỗi bộ phận quét mảnh.

Cụ thể là, ví dụ, trong kết cấu được thiết kế để sản xuất các thành phần cỡ trung bình và cỡ lớn, không cần thiết phải sử dụng đường kính của chùm tia mà sẽ dẫn đến sự giao thoa giữa các chùm tia trong phạm vi lăng kính. Tuy nhiên, nếu ứng dụng như vậy được mong muốn thì độ dày của lăng kính có thể được tạo kết cấu để cho phép các chùm tia được đặt so le để cho chúng đi qua nhau theo hướng xiên trong phạm vi lăng kính mà không giao cắt nhau, và không có tác động tiêu cực đến chức năng của các thành phần khác của mô đun. Lại đề cập đến kết cấu được thể hiện trong các Hình 3-10, lăng kính thứ nhất 414 có thể được sử dụng để quét mảnh bộ thứ nhất gồm 3 chùm tia từ 3 nguồn chùm tia 430, 432, 436. Lăng kính thứ hai 416 có thể được sử dụng để quét mảnh bộ thứ hai gồm 3 chùm tia từ 3 nguồn chùm tia 434, 438, 440. Các lăng kính này có thể bị dịch chuyển để cho ba mẫu chùm tia quét mảnh từ mỗi lăng kính cùng nhau tạo ảnh toàn bộ vùng tạo cấu trúc, như sẽ được giải thích chi tiết hơn dưới đây. Trong các phương án được minh họa, sự quay của các lăng kính này

414, 416 đạt được qua hệ thống băng tải và ròng rọc, nhưng thường có thể đạt được qua bất kỳ phương pháp dẫn động quay nào. Trong trường hợp này, động cơ 460 dẫn động ròng rọc 462 mà dẫn động băng tải 464, kết quả là truyền chuyển động quay cho hai ròng rọc khác 466, 468 mà dẫn động sự quay của các lăng kính 414, 416. Vị trí góc của các lăng kính này có thể được đo bằng các bộ mã hóa (không được mô tả) hoặc thiết bị đo góc điện tử khác.

Để minh họa chức năng của laze này và dãy lăng kính, sẽ phải chú ý đặc biệt đến một nguồn laze 440 và chùm tia mà nó tạo ra 480. Chùm tia này 480 chiếu tới lăng kính quay thứ hai 416 và tạo ra chùm tia thoát được dịch chuyển 500. Chùm tia thoát 500 được phản xạ bởi gương 426 để cho chùm tia phản xạ được căn thẳng về cơ bản theo chiều thẳng đứng. Thông thường, không nhất thiết cần phải căn thẳng theo chiều thẳng đứng miễn là sáu chùm tia thoát gần như được căn thẳng với nhau để đơn giản hóa quá trình phản xạ chúng bằng gương quay trên bề mặt tạo cấu trúc. Chùm tia 500 được phản xạ bởi gương thứ hai 452 trên dãy gương quét 454.

Năm nguồn chùm tia khác 430, 432, 434, 436, 438 có thể trải qua quá trình tương tự, ngoại trừ việc hai chùm tia thoát 496, 498 không cần có gương để có thể đạt được việc căn thẳng theo chiều thẳng đứng, bởi vì bản thân chúng đã thẳng đứng rồi. Trong kết cấu được minh họa, ba gương khác 420, 422, 424 được sử dụng để đạt được việc căn thẳng theo chiều thẳng đứng lần lượt đối với ba chùm tia thoát khác 492, 494, 496. Gương thứ hai đã được đề cập trước đó 452 phản xạ ba chùm tia thoát đã được căn thẳng theo chiều thẳng đứng 494, 498, 500 lên dãy gương quét 454 trong khi một gương khác 450 phản xạ ba chùm tia thoát đã được căn thẳng theo chiều thẳng đứng còn lại 490, 492, 496 lên dãy gương quét 454.

Mỗi chùm tia sẽ quét mảnh trên vùng được xác định trên bề mặt của thùng chứa tạo cấu trúc 410 để tạo ảnh một phần diện tích tạo cấu trúc. Để tạo ảnh toàn bộ diện tích tạo cấu trúc, mong muốn là có các vùng quét mảnh gần kề chồng lên nhau một chút, và sự chồng chéo này có thể được sửa trong phần mềm điều khiển trong suốt quá trình hiệu chuẩn. Điều này sẽ đảm bảo khả năng tạo hình toàn bộ diện tích tạo cấu trúc, chịu trách nhiệm về độ dung sai hình học của các thành phần của máy. Vì hai chùm tia 494, 500 sử dụng các gương 422, 426 để đạt được việc căn thẳng theo chiều thẳng đứng trong kết cấu này, không có kết cấu dễ dàng đạt được trong đó các mép của những gương này 422, 426 sẽ không gây trở ngại cho việc tạo ra phần chồng chéo

với vùng quét mảnh được xác định bởi chùm tia trung tâm 498 thoát ra từ lăng kính này 416. Thông thường, kết cấu này có các chùm tia này 494, 498, 500 được bố trí cách ra để cho khoảng trống giữa mỗi vùng quét mảnh hẹp hơn một chút so với vùng quét mảnh cho trước. Bộ thứ hai gồm các chùm tia 490, 492, 496 từ lăng kính khác 414 bị chuyển dịch một chút để bao phủ các khoảng trống này và mang lại việc tạo ảnh toàn bộ diện tích tạo cấu trúc.

Dây gương quét 454 có thể được dẫn động bởi động cơ 412 để cho sự quay của nó làm cho các chùm tia quét mảnh trải ngang toàn bộ diện tích tạo cấu trúc. Theo một số phương án, dữ liệu vị trí cho một hoặc nhiều lăng kính 414, 416 và dây gương quét 454 có thể được đo theo thời gian thực, được sử dụng để tính các vị trí của mỗi chùm trong số sáu chùm tia 490, 492, 494, 496, 498, 500, và điều biến mỗi nguồn 430, 432, 434, 436, 438, 440 để tạo ảnh thành phần 400 mà được tạo ra trên nền tạo cấu trúc 102.

Theo một khía cạnh khác, đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế đề xuất các hệ thống SFF, các thiết bị, và các phương pháp mà hình thành nên các thành phần từ sự kết hợp vật liệu composít dạng bột. Các hệ thống, các thiết bị và các phương pháp như vậy có thể được sử dụng với bất kỳ hệ thống nào trong số nhiều hệ thống tạo ảnh đa dạng, bao gồm nhưng không giới hạn ở các hệ thống quét mảnh lăng kính được thảo luận ở trên. Các Hình 11-17 mô tả máy chế tạo composít dạng bột 20 trong kết cấu thứ nhất. Các Hình 11 và 12 mô tả máy 20 này ở vị trí thứ nhất của nó. Theo một số phương án, máy 20 bao gồm buồng cung cấp bột 520 mà chứa pittong cung cấp bột 518 và vật liệu dạng bột 512 để chế tạo vật thể. Buồng tạo cấu trúc 522 chứa nền tạo cấu trúc 517 với kênh dẫn dòng bên trong 515 và buồng phân phối 516 để pha trộn nhựa vào bột. Theo một số phương án, bộ lọc 514 có thể được đặt trên tận cùng của nền tạo cấu trúc 517 để ngăn cản bột chảy ngược vào dãy các lỗ trên tận cùng của nền tạo cấu trúc 517. Các lỗ này được sử dụng để pha trộn bột 512 với nhựa.

Pittong cung cấp bột 518 được nâng lên vị trí thứ hai điều này làm cho bột 512 trôi lên từ buồng cung cấp bột 520. Bột có thể được chuyển tới nền tạo cấu trúc 517 bằng thiết bị truyền bột, như là con lăn 510. Theo một số phương án, con lăn này 510 có thể sử dụng truyền quay ngược hoặc truyền tĩnh điện để chuyển bột 512 từ buồng cung cấp bột 520 đến nền tạo cấu trúc 517. Có thể có lượng bột dư thất thoát trong quá trình này; việc kiểm soát lượng bột dư có thể được thực hiện bằng bất kỳ phương pháp

nào trong số nhiều phương pháp đa dạng được biết đến với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật. Ngoài ra, mặc dù các phương án được thể hiện và được mô tả sử dụng con lăn 510 làm thiết bị truyền bột, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ nhận ra rằng các khái niệm được bộc lộ ở đây có khả năng áp dụng được như nhau với bất kỳ thiết bị nào trong số các thiết bị phân phối/bôi đắp vật liệu đa dạng khác được biết đến trong lĩnh vực kỹ thuật (ví dụ như lưỡi gạt phủ lại, truyền bột tĩnh điện không dùng con lăn).

Các Hình 14 và 15 mô tả máy ở vị trí thứ ba, có thiết bị truyền bột (ví dụ như con lăn 510) được dẫn động hoàn toàn để bôi đắp lớp bột 512 trên nền tạo cấu trúc 517. Ở vị trí này, nhựa có thể được bơm vào kênh dẫn dòng 515 trong nền tạo cấu trúc 517 và vào buồng phân phối 516 mà cho phép nhựa đi vào tất cả các lỗ trên tận cùng của nền tạo cấu trúc 517. Nhựa chảy qua bộ lọc 514 và nhúng vào bột 512. Sự kết hợp của dòng chảy cưỡng bức và các hiệu ứng mao dẫn làm cho pha trộn hoàn toàn lớp bột. Vì lớp bột này được sản xuất ra một cách độc lập với quá trình pha trộn nhựa, và quá trình pha trộn nhựa được điều khiển để không ảnh hưởng đáng kể đến mật độ của lớp bột, nên mật độ của lớp bột có thể được xác định bởi các thông số của quá trình bôi đắp bột, và các mật độ nạp liệu bột có thể đạt được cao hơn nhiều so với các công nghệ SFF dạng bột hiện có.

Như được thể hiện trong các Hình 16 và 17, lớp được pha trộn có thể được tạo ảnh bằng nguồn ánh sáng phẳng có thể lập trình 110, như là máy chiếu DLP, bằng một hoặc nhiều thiết bị tạo ảnh quang học khác, bao gồm hệ thống quét màn hình khúc xạ được mô tả trước đó, hoặc bằng sự kết hợp của các nguồn sáng khác nhau. Để cho phép quá trình pha trộn tiếp tục đến các lớp tiếp theo, hình ảnh mặt cắt ngang mà được chiếu trên lớp thứ nhất của bột được pha trộn có thể được thiết kế để cho phép dòng chảy của nhựa để pha trộn các lớp tiếp theo. Do đó có thể lợi thế là các lớp này được tạo ảnh để cho cấu trúc có lỗ rỗng được chế tạo. Nếu lớp được tạo ảnh là mặt cắt ngang đặc, thì cấu trúc thu được có thể hạn chế dòng chảy của nhựa đến các lớp tiếp theo. Các quá trình tạo ảnh để làm ví dụ mà có thể đạt được cấu trúc có lỗ rỗng như vậy sẽ được mô tả dưới đây có tham chiếu đến các Hình 35-38.

Các Hình 18 và 19 mô tả kết cấu thứ hai của máy SFF composit dạng bột được mô tả trước đó 20. Trong kết cấu này, pittong nén 530 và cánh tay mở rộng 532 được sử dụng để hoá rắn lớp bột (tức là, để có mật độ lớn hơn mật độ tự do sau khi bôi

đắp) trước khi pha trộn. Tùy thuộc vào các thông số bồi đắp bột, mật độ lý tưởng của bột có thể không đạt được trong suốt quá trình bồi đắp, và các phương pháp hoá rắn bột bổ sung có thể được mong muốn. Trong trường hợp này, pittong 530 được sử dụng để nén bột bồi đắp 512 để tăng mật độ nạp tải bột theo thể tích của thành phần thu được. Điều này có thể cải thiện các đặc tính của thành phần khi chúng được xử lý sau, bao gồm nhưng không giới hạn ở việc thiêu kết hoặc các quá trình xử lý nhiệt và/hoặc hóa học khác.

Các Hình 20 và 21 mô tả kết cấu thứ ba của máy SFF composít dạng bột được mô tả trước đó 20. Trong kết cấu này, buồng cung cấp bột bổ sung 546 được sử dụng; nguồn này 546 cung cấp bột nâng đỡ 542 qua pittong bột nâng đỡ 544 trong khi đó bột tạo cấu trúc ban đầu 512 chỉ được sử dụng cho phần thân của vật thể được tạo cấu trúc. Trong trường hợp này, con lăn 510 được sử dụng làm thiết bị tạo ảnh tĩnh điện, bột tạo kết cấu bồi đắp 512 và bột nâng đỡ 542 ở hình dạng phù hợp để đạt được vật thể cuối cùng mong muốn. Lớp có thể được pha trộn và được tạo ảnh như được mô tả trước đó, có thể kèm theo sự hoá rắn bổ sung như được mô tả trước đó.

Lợi thế của việc sử dụng hai nguồn bột và tạo ảnh tĩnh điện, hơn là một nguồn bột đơn lẻ và tạo ảnh quang học, là nhiều loại bột có thể được sử dụng. Ví dụ, có thể mong muốn có bột tạo cấu trúc là polyme có các đặc tính mong muốn để đúc đầu tư, và có bột tạo nâng đỡ là graphít hoặc vật liệu chịu nhiệt độ cao khác, để cho vật thể được in có thể được sử dụng trực tiếp để đúc đầu tư mà không cần điều chỉnh. Hơn nữa, có thể mong muốn sử dụng bột kim loại làm bột tạo cấu trúc, và graphít hoặc vật liệu chịu nhiệt độ cao khác làm bột nâng đỡ, để cho vật thể được in có thể được đặt trong lò nung để thiêu kết mà không cần xử lý sau hoặc làm sạch thêm nữa. Graphít trong trường hợp này sẽ tiếp tục nâng đỡ vật thể trong suốt quá trình thiêu kết, và được loại bỏ dễ dàng sau quá trình thiêu kết vì chất kết dính nhựa sẽ bị đốt cháy hoàn toàn trong suốt quá trình này. Hơn nữa, có thể mong muốn sử dụng bột kim loại làm vật liệu tạo cấu trúc, và bột phi kim (ví dụ như chất dẻo hoặc gốm) làm nguyên liệu nâng đỡ, mà sẽ bị loại bỏ trong suốt quá trình khử kết dính. Hơn nữa, có thể mong muốn sử dụng nhiều hơn hai loại bột, như là bột thép cho cấu trúc của vật thể, bột gốm làm chất cách nhiệt, silicon hoặc bột chất bán dẫn khác làm các thành phần điện chức năng, và bột đồng hoặc bột kim loại khác làm đường dẫn điện. Kích thước và thành phần bột có thể được lựa chọn để cho linh kiện xanh có thể được thiêu kết ở một nhiệt độ thiêu kết;

lợi ích của quá trình này sẽ là khả năng tích hợp các hệ thống điện chức năng vào linh kiện được in.

Có thể mong muốn bao gồm các phụ gia trong nhựa trong một số ứng dụng. Ví dụ, có thể mong muốn bao gồm chất điện phân hoặc phụ gia dẫn điện khác với nhựa, để cho phép hệ thống điều khiển điện tích trên bề mặt tạo cấu trúc. Phụ gia dẫn điện này có thể cải thiện sự vận hành trong việc thực hiện của hệ thống bồi đắp bột chụp điện quang, ví dụ, cụ thể là nếu bột được sử dụng không dẫn điện. Ngoài ra, có thể mong muốn bao gồm chất hoạt động bề mặt, để thay đổi các đặc tính làm ướt của hỗn hợp nhựa khi nó thấm qua nền bột. Sự thay đổi này có thể làm tăng tốc độ pha trộn và đẩy nhanh toàn bộ quá trình chế tạo.

Hình 22 mô tả lưu đồ thuật toán mà nêu chi tiết quá trình chế tạo bột được mô tả trước đó. Thông thường, bất kỳ cơ chế nào mà sản xuất lớp bột khối, pha trộn lớp bột đó in situ theo cách thức không chọn lọc, tạo ảnh lớp để sản xuất lớp có lỗ rỗng mà miêu tả mặt cắt ngang của vật thể được tạo cấu trúc, và lặp lại quá trình này cho đến khi toàn bộ vật thể được tạo cấu trúc, sẽ đạt được các lợi ích được mô tả trước đó. Vật thể này có thể được xử lý sau cùng với sự lưu hóa bổ sung để lưu hóa nhựa lỏng còn lại trong phạm vi vật thể có lỗ rỗng để chuyển đổi nó thành vật thể đặc. Vật thể này cũng có thể được xử lý sau qua xử lý thiêu kết để loại bỏ một phần hoặc toàn bộ chất kết dính nhựa và hoá rắn một phần hoặc toàn bộ bột trong phạm vi. Nếu linh kiện được thiêu kết một phần, linh kiện có lỗ rỗng mới có thể được làm đầy nguyên liệu bậc ba (ví dụ như kim loại có điểm nóng chảy thấp hơn bột được sử dụng trong linh kiện ban đầu) để tạo ra thành phần cuối cùng không có lỗ rỗng.

Hình 23 mô tả lưu đồ thuật toán mà nêu chi tiết quá trình bổ sung làm tăng mật độ của lớp bột bằng phương pháp chế tạo được mô tả trước đó trong Hình 21. Thông thường, các mật độ nạp liệu bột theo thể tích từ 50-60% là phổ biến trong các hỗn hợp nhựa/bột trước khi chế tạo mà sử dụng các chất phân tán để duy trì trạng thái lơ lửng của các hạt bột trong nền nhựa. Tuy nhiên, trong luyện kim bột, các mật độ vượt quá 80% thường là mục tiêu trong các linh kiện xanh mà được chủ định thiêu kết thành các thành phần cuối cùng hoàn toàn đặc. Các mật độ lớn hơn 50-60% (ví dụ như và theo một số phương án vượt quá 70%) có thể đạt được bằng nhiều phương pháp bồi đắp bột đa dạng mà không liên quan đến nhựa; để đạt được các mật độ nạp liệu bột cho linh kiện xanh được ưa thích, sự hoá rắn bổ sung của các lớp bột có thể cần phải

có. Thông thường, mong muốn đạt được mật độ nạp liệu hạt càng cao càng tốt trong linh kiện xanh mà được chế tạo bằng kỹ thuật số. Tuy nhiên, điều này bị hạn chế bởi thực tế là độ nén của hạt bột có thể gây ra sự bám dính, mà sẽ gây trở ngại đến quá trình loại bỏ vật liệu chưa được lưu hóa dư ra khỏi linh kiện xanh sau khi chế tạo. Quá trình loại bỏ vật liệu dư có thể được hỗ trợ bằng nhiều phương pháp đa dạng, bao gồm nhưng không giới hạn ở khuấy, rung siêu âm, hoặc xử lý bằng dung môi hoặc hợp chất hóa học khác. Thông thường, mật độ nạp liệu hạt cao nhất mà không liên quan đến việc giảm khả năng loại bỏ vật liệu dư trong suốt quá trình xử lý sau là mật độ nạp liệu hạt được mong muốn nhất. Điều này có thể đạt được qua nhiều phương pháp đa dạng, bao gồm nhưng không giới hạn ở cơ chế nén bột được mô tả trước đó. Thông thường, độ nén và các thông số pha trộn có thể được lựa chọn để cho một quá trình không gây trở ngại đến quá trình khác.

Hình 24 mô tả lưu đồ thuật toán mà nêu chi tiết quá trình áp dụng bột tạo cấu trúc và bột nâng đỡ để tạo ảnh tĩnh điện lớp, theo sau bởi sự pha trộn và tạo ảnh của phân có lỗ rỗng để hoàn thành quá trình chế tạo lớp. Việc hoá rắn bổ sung có thể được sử dụng, và thông thường bột nâng đỡ và tạo cấu trúc có thể được bồi đắp theo bất kỳ trình tự nào hoặc cùng lúc. Như được mô tả trước đó, điều này cho phép việc sử dụng nhiều sự kết hợp đa dạng các loại bột; ngoài ra, nó cho phép quá trình tạo ảnh không phụ thuộc vào dạng hình học của linh kiện, điều này có thể là lợi thế trong việc đơn giản hóa quá trình tạo ảnh. Thông thường, bất kỳ nguồn sáng nào mà có thể tạo ra mẫu tạo ảnh mà sản xuất ra thành phần có lỗ rỗng có thể được sử dụng; không cần tạo ra hình ảnh đồng dạng với linh kiện được sản xuất, vì các lớp linh kiện được tạo ảnh tĩnh điện trong suốt quá trình bồi đắp bột.

Hình 25 mô tả hệ thống hồi tiếp sử dụng máy ảnh 511 hoặc cơ chế phản hồi bằng hình ảnh khác để thu thập các hình ảnh của bột 512 trên bề mặt tạo cấu trúc. Đối với một số công thức và kết cấu, như bột 512 được pha trộn với nhựa, nó sẽ làm sẫm màu, điều này có thể phát hiện được bằng máy ảnh 511 để xác nhận rằng quá trình pha trộn được hoàn toàn và đồng nhất. Sự xác nhận này có thể giúp đảm bảo rằng sự pha trộn được hoàn thành trước khi tạo ảnh bằng thiết bị tạo ảnh 110. Khi không có máy ảnh 511, lượng nhựa xác định trước có thể được pha trộn vào lớp bột 512 mà có thể dẫn đến bột 512 bị pha trộn quá mức hoặc không đủ, tùy thuộc vào lượng và độ sai số trong việc dự đoán lượng nhựa cần thiết.

Các Hình 26 và 27 mô tả thành phần và phương pháp sản xuất thành phần đó mà sử dụng các phương pháp SFF composít dạng bột được mô tả trước đó với sự cải thiện trong việc làm giảm lượng bột hao phí. Trong phương pháp được mô tả trước đó, toàn bộ bột trong phạm vi diện tích tạo cấu trúc được pha trộn với nhựa. Một khi bột được trộn lẫn với nhựa, có thể khó thu hồi bột đó cho lần sử dụng sau. Nhiều loại bột, cụ thể là các bột kim loại và bột gốm, rất đắt, và xét về lợi ích của việc giảm vật liệu hao phí và chi phí chế tạo, lợi thế là hạn chế lượng bột mà được pha trộn với nhựa trong suốt quá trình tạo cấu trúc.

Như trong phương pháp SFF được mô tả trước đó, nền tạo cấu trúc 602 được sử dụng mà có kênh pha trộn nhựa 604 để pha trộn nhựa được bồi đắp trên bề mặt của nó. Trong suốt thời gian tạo kết cấu này của quá trình tạo cấu trúc, lớp phủ 606 được tạo ảnh mà đặc và không cho phép nhựa thấm lên trên đường bao quanh của nó. Lớp phủ này 606 được tạo ảnh bằng cách điều biến kỹ thuật số các mô đun laze để tạo ra lớp đường bao quanh đặc (ví dụ không có lỗ rỗng). Thông thường, điều này có thể đạt được với bộ phận quét mảnh được mô tả ở đây, hoặc có thể đạt được bằng cách sử dụng bộ phận tạo ảnh bậc hai, như là máy chiếu hoặc điện kế laze. Chức năng của lớp phủ 606 không phụ thuộc vào các phương pháp sản xuất. Lớp phủ này 606 bắt đầu dọc theo bề mặt của nền tạo cấu trúc 602 và giới hạn lỗ rỗng nào của nền tạo cấu trúc 602 có thể cấp nhựa cho vật thể 600 và cấu trúc nâng đỡ 610 được chế tạo trong suốt quá trình tạo cấu trúc. Trong trường hợp này, cả vật thể 600 và cấu trúc nâng đỡ 610 đều có lỗ rỗng, để cho phép nhựa chảy qua trong suốt quá trình chế tạo. Lợi ích của việc sử dụng lớp phủ đặc 606 trong suốt quá trình chế tạo là có một lượng đáng kể bột không được pha trộn 608 mà có thể được thu hồi và được sử dụng trong suốt quá trình tạo cấu trúc tiếp theo. Trong sản xuất dựa trên bột thông thường, trong đó laze được sử dụng để làm nóng chảy bột cùng nhau để tạo cấu trúc linh kiện, các hiệu ứng nhiệt của quá trình pha trộn này có tác động tiêu cực lên tính có ích của bột còn lại. Để duy trì chất lượng trong các lần tạo cấu trúc tiếp theo, thường cần phải loại bỏ toàn bộ bột không được sử dụng. Các loại bột kim loại rất nhỏ rất đắt, và phương pháp sản xuất này cho phép thu hồi một lượng đáng kể bột không sử dụng sau quá trình tạo cấu trúc, do đó giảm lãng phí và chi phí trong quá trình sản xuất. Chi tiết hơn nữa của quá trình tạo ảnh được sử dụng để đạt được kết quả này được mô tả trong các Hình 41-44.

Theo một khía cạnh khác, như được mô tả trong các Hình 28-32, đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế đề xuất một phương pháp SFF khác mà có thể được sử dụng để sản xuất các thành phần chất dẻo đặc (ví dụ không phải các thành phần composit dạng bột), mà tận dụng lợi thế của các kỹ thuật tạo ảnh có lỗ rỗng được đề cập trước đó. Thành phần 620 được chế tạo trên nền tạo cấu trúc 602 mà sử dụng kênh pha trộn 604 để tạo ra nhựa nhả pha trộn trên bề mặt tạo cấu trúc. Quá trình này có thể được thực hiện trong phạm vi buồng tạo cấu trúc 624 với cửa sổ truy cập tạo ảnh 626 mà trong suốt để cho phép sự truy cập tạo ảnh bởi bất kỳ hệ thống tạo ảnh quang học nào có khả năng lưu hóa nhựa mà được sử dụng trong quá trình tạo cấu trúc, nhưng không thấm được về mặt hóa học để cho phép điều khiển môi trường được cô lập trong phạm vi buồng tạo cấu trúc 624.

Tương tự với các phương pháp được thảo luận ở trên, thành phần 620 có thể được làm cho có lỗ rỗng, với lớp phủ đặc 622. Tuy nhiên, trái ngược với các cấu trúc composit dạng bột tạo ra bằng các phương pháp trước đó, không có bột, và các lớp mới của nhựa lỏng được sản xuất bằng cách bơm nhựa qua thành phần 610 đến bề mặt tạo ảnh trên cùng, nơi mà bề mặt chất lỏng hình thành 628. Lợi thế của quá trình này là nó đẩy nhanh quá trình sản xuất các lớp mới của nhựa, vì lớp mới được tạo ảnh không bị mắc kẹt ở đáy của thùng chứa tạo cấu trúc, và không cần phải phân tách lớp trước khi chế tạo lớp tiếp theo, như thường thấy trong các kết cấu tạo cấu trúc đảo chiều, như được mô tả trước đó. Trong trường hợp này, sức căng bề mặt giữ lớp lỏng 628 ở bề mặt trên cùng của thành phần 620 được tạo cấu trúc; điều này có thể ảnh hưởng đến dạng hình học của lớp được sản xuất, như sẽ được giải quyết ở dưới đây.

Các Hình 33 và 34 mô tả kết cấu xen kẽ trong đó chất lỏng nâng đỡ bậc hai 634 được thêm vào buồng tạo cấu trúc 630 qua cổng chất lỏng nâng đỡ 632. Chất lỏng này thường không thể trộn lẫn được với nhựa được sử dụng, và có mật độ thấp hơn nhựa được sử dụng, để cho có thể ngăn cản sự tràn ra của nhựa từ trên cùng của vật thể 620 được tạo cấu trúc. Ngoài ra, chất lỏng nâng đỡ có thể được chọn để cho các hiệu ứng mép hình học trong việc hình thành bề mặt lỏng 628 được giảm.

Hình 35 mô tả một kết cấu nữa trong đó việc điều khiển môi trường được sử dụng để làm tăng nồng độ oxy trong phạm vi buồng tạo cấu trúc 630. Oxy hòa tan ức chế sự trùng hợp gốc tự do, mà là phản ứng thường được sử dụng trong phạm vi các loại nhựa polyme quang hoạt. Oxy bổ sung này tạo ra vùng chết trùng hợp 638 trong

đó rất ít hoặc không có sự trùng hợp nào có thể xảy ra. Do đó, sự trùng hợp của lớp tạo cấu trúc mới sẽ thường xảy ra chỉ trong phạm vi vùng kích hoạt 636 của lớp lỏng 628. Trong khi oxy trong môi trường là đủ để ít nhất ức chế một phần sự trùng hợp, thì có thể có lợi thế làm tăng nồng độ oxy để điều khiển độ dày của vùng kích hoạt và vùng chết. Trong trường hợp này, chất lỏng nâng đỡ 634 cũng có tác dụng làm lớp chắn oxy, để vô hiệu hóa các hiệu ứng mép về độ chênh lệch nồng độ oxy có thể có trong lớp lỏng 628. Ngoài ra, việc điều khiển oxy trong môi trường cũng có thể được sử dụng trong kết cấu được mô tả trong các Hình 28-32 nếu xác định được rằng các hiệu ứng mép về độ chênh lệch nồng độ sẽ không làm giảm độ chính xác của thành phần vượt quá những gì được yêu cầu đối với ứng dụng cụ thể.

Hình 36 mô tả một kết cấu nữa nơi mà nhựa được cung cấp qua nền tạo cấu trúc 602 để cấu tạo nên linh kiện có lỗ rỗng 620 có lớp phủ đặc 622. Trong trường hợp này, nhựa tràn ra 625 xung quanh linh kiện 620. Chất lỏng làm đầy 627 mà không thể trộn lẫn được với nhựa, mà cũng có các đặc tính mong muốn về độ nhớt, quang học và nhiệt, được cung cấp qua dây các cổng vào 621 và ra khỏi buồng tạo cấu trúc qua các cổng thoát 623. Chất lỏng làm đầy này 627 làm đầy khoảng trống giữa nhựa tràn ra 625 và cửa sổ tạo ảnh 626. Chất lỏng làm đầy 627 có thể là nước theo một số phương án thực hiện, hoặc chất lỏng khác với các đặc tính cần phải có. Trái ngược với chất lỏng nâng đỡ 634 được mô tả ở trên, mà được lựa chọn để có mật độ lớn hơn mật độ của nhựa được sử dụng, chất lỏng làm đầy 627 có thể được lựa chọn để có mật độ thấp hơn mật độ của nhựa. Bằng cách này, xét rằng chất lỏng nâng đỡ 634 được thiết kế để chiếm chỗ nhiều khoảng trống trong phạm vi buồng tạo cấu trúc 630 xung quanh linh kiện 620 và ngăn cản nhựa ở lớp trên cùng tràn ra, chất lỏng làm đầy 627 có thể được sử dụng trong các tình huống khi mà buồng tạo cấu trúc 630 sẽ gần như được làm đầy bằng nhựa, và chất lỏng làm đầy 627 có thể được thiết kế để chảy khắp phần trên cùng của nhựa tràn ra 625, điều này đảm bảo sự phân bố đồng đều của nhựa mới trên tất cả các bề mặt của linh kiện 620 được tạo cấu trúc.

Ngoài ra, theo một số phương án, chất lỏng làm đầy 627 được tạo cấu trúc để hấp thụ năng lượng nhiệt được tạo ra trong suốt quá trình tạo ảnh. Trong suốt quá trình chế tạo nhanh liên quan đến nhựa polyme quang hoạt, lượng nhiệt đáng kể được tạo ra, và nhiệt này có thể ảnh hưởng tiêu cực đến các đặc tính cơ học của linh kiện 620 được tạo cấu trúc. Việc thêm lớp chất lỏng làm đầy này 627 để làm mát cho quá

trình này làm giảm nhẹ vấn đề này. Khả năng làm mát cụ thể của chất lỏng cho trước sẽ thay đổi tùy thuộc vào tương tác nhiệt giữa nhựa và chất lỏng làm mát; các chất lỏng nhất định có thể phù hợp hơn đối với các loại nhựa nhất định. Việc lựa chọn chất lỏng làm mát cần được thực hiện để tối ưu hóa các hiệu quả làm mát (độ cản nhiệt ở mặt phân giới thấp nhất) trong khi cũng sử dụng các tương tác về độ nhớt để hỗ trợ phân phối nhựa. Trong khi chất lỏng làm đầy 627 trong hình ảnh này làm đầy hoàn toàn khoảng trống giữa nhựa tràn ra 625 và cửa sổ tạo ảnh 626, trong một số trường hợp khoảng trống không khí giữa chất lỏng 627 và cửa sổ tạo ảnh 626 có thể chấp nhận được. Thông thường, số lượng các mặt phân giới quang học mà qua đó quang năng phải truyền đi để tạo ảnh lớp vật liệu bị giảm nếu không có khoảng trống không khí, và quang năng ít có khả năng bị đứt đoạn hoặc mất tính chính xác nếu không có khoảng trống không khí, nhưng theo các đặc tính của chất lỏng 627 và tốc độ mà nó đi qua buồng tạo cấu trúc 624, khoảng trống không khí có thể được mong muốn.

Theo một khía cạnh khác của đối tượng bảo hộ được bộc lộ trong sáng chế, các Hình 37-40 mô tả kết cấu xen kẽ mà sử dụng hệ thống tạo cấu trúc từ dưới lên, tương tự với kết cấu được mô tả trong các Hình 3-10. Một trong các thách thức cơ bản với kết cấu tạo cấu trúc từ dưới lên là yêu cầu rằng lớp lưu hóa của vật liệu được phân tách lớp từ đáy của thùng chứa tạo cấu trúc trước khi nhựa mới có thể chảy phía dưới linh kiện để cho lớp mới được tạo ảnh. Trong kết cấu này, đáy của thùng chứa tạo cấu trúc 410 có chứa hai lớp, cửa sổ trong suốt cố định 413 và cửa sổ trong suốt linh động 411 được tách biệt với cửa sổ trong suốt cố định bởi khoảng trống (ví dụ như khoảng trống không khí). Khi linh kiện 603 được rút ra từ cửa sổ linh động 411, chỗ uốn của cửa sổ 411 cho phép cửa sổ được bóc ra từ lớp mới hơn là được kéo ra luôn một lúc, điều này có thể dẫn đến quá trình phân tách lớp tương đối nhẹ hơn. Theo một số phương án, bộ cảm biến áp suất 415 có thể được bố trí nối thông với khoảng trống, và bộ cảm biến áp suất 415 có thể được sử dụng là phép đo gián tiếp thể tích của không khí trong khoảng trống giữa cửa sổ linh động 411 và cửa sổ cố định 413 để xác định thời điểm khi cửa sổ linh động 411 quay về vị trí ban đầu (tức là không bị biến dạng), và lớp tiếp theo có thể được tạo ảnh.

Để cải thiện hơn nữa vấn đề bị phân lớp, theo một số phương án, nhựa được bơm qua nền tạo cấu trúc 602 và qua linh kiện có lỗ rỗng 603 như được mô tả trong các kết cấu trước đó. Bằng cách cấp nhựa qua linh kiện 603, điều này làm giảm thách

thức để vượt qua sức cản nhót khi tạo ra các lớp mới của vật liệu, mà là yếu tố giới hạn đáng kể khi tối ưu hóa tốc độ của loại hệ thống chế tạo này. Cấu trúc bên trong có lỗ rỗng của linh kiện 603 được chế tạo sẽ tạo ra chênh lệch áp suất nhựa theo chiều thẳng đứng, điều này sẽ gây ra áp suất chất lỏng thấp hơn trên bề mặt tạo cấu trúc, và áp suất tạo cấu trúc cao hơn trong phạm vi nền tạo cấu trúc 602. Để giảm chênh lệch áp suất, và làm giảm bất kỳ ứng suất nào có thể gây ra cho linh kiện 603, một hoặc nhiều kênh nhựa bổ sung 605 có thể được chế tạo trong suốt quá trình tạo cấu trúc, và được loại bỏ trong suốt quá trình xử lý sau. Thậm chí nếu chênh lệch áp suất theo chiều thẳng đứng không thể được giảm hoàn toàn, việc đưa vào một hoặc nhiều kênh nhựa bổ sung 605 có thể hữu ích để làm giảm áp suất tới mức độ mà sẽ không có khả năng gây tổn hại cho linh kiện 603. Kênh 605 được mô tả ở đây là đường ống cấp nhựa rỗng, với lượng thất thoát áp suất nhựa không đáng kể dọc theo chiều cao của nó khi so sánh với chênh lệch áp suất thường có trong linh kiện 603 được tạo cấu trúc. Phương pháp này thường có thể được áp dụng cho bất kỳ phương pháp nào trong số các phương pháp và kết cấu được mô tả trước đó để chế tạo các thành phần có lỗ rỗng bằng cách cấp nhựa qua nền tạo cấu trúc 602.

Trong các phương pháp chế tạo chất dẻo kể trên, linh kiện có lỗ rỗng được sản xuất ra. Linh kiện này có thể cần lưu hóa sau để hoá rắn nhựa lỏng còn lại trong phạm vi của linh kiện. Ngoài ra, nhựa lỏng còn lại có thể được tháo rút, và linh kiện có thể được làm đầy bằng polyme khác và được lưu hóa. Polyme này có thể là nhựa bất sáng, nhựa epoxy, hoặc chất làm đầy khác được chọn để đạt được các đặc tính cơ học mong muốn. Ngoài ra, độ rỗng của linh kiện này có thể là lợi thế trong quá trình đúc đầu tư, trong đó các đặc tính khi được đốt cháy hoàn toàn của thành phần sẽ được cải thiện đáng kể do sự khử của vật liệu trong phạm vi thành phần.

Theo một khía cạnh khác, đối tượng bảo hộ của sáng chế đề xuất phương pháp tạo ra vật thể bằng cách chế tạo khối rắn dạng tự do. Không kể đến loại quá trình SFF cụ thể nào được sử dụng, mức độ độ rỗng mong muốn có thể có thể đạt được bằng cách điều khiển sự chiếu xạ của các vật liệu bất sáng. Theo một số phương án, ví dụ, thiết bị tạo ảnh được sử dụng để chiếu xạ các vật liệu bất sáng có thể được kích hoạt để tạo ảnh chỉ phần được lựa chọn (ví dụ như nhỏ hơn 40-70 phần trăm) mặt cắt ngang của vật thể được tạo cấu trúc. Cụ thể là, các Hình 41-44 mô tả bộ các mẫu quét có thể tạo ra được bằng bất kỳ hệ thống nào trong số nhiều hệ thống tạo ảnh đa dạng, bao

gồm hệ thống tạo ảnh được mô tả trong các Hình 3-10. Hình 41 mô tả mẫu lưu hóa thứ nhất 640 được sử dụng trên lớp thứ nhất, và Hình 42 mô tả mẫu lưu hóa thứ hai 642 được sử dụng trên lớp thứ hai. Cho rằng các tham số lưu hóa được chọn đúng, và quá trình tạo cấu trúc xen kẽ các mẫu lưu hóa thứ nhất 640 và thứ hai 642 giữa các lớp gần kề, kết quả cuối cùng sẽ là cấu trúc lưới với độ rỗng lớn hơn 40-60%, cho phép vật thể có cấu trúc lành lặn mà dễ dàng cho phép chất lỏng chảy qua nó. Cần chú ý rằng trong khi độ rỗng danh định của cấu trúc được lưu hóa có thể lớn hơn 60%, mong muốn nên bột có độ rỗng càng thấp càng tốt, như được thảo luận trước đó. Độ rỗng kết hợp của vật thể được tạo cấu trúc, khi kỹ thuật này được áp dụng cho chế tạo composít dạng bột, sẽ có nhiều khả năng thấp hơn 15-25%. Thông thường, mật độ nạp liệu bột cao hơn sẽ mang lại các thành phần có chất lượng cao hơn, nhưng sẽ hạn chế nhựa chảy đến mức độ lớn hơn; do đó mong muốn sử dụng mẫu lưu hóa mà tạo ra lượng tối thiểu của tính toàn vẹn về cấu trúc cần thiết để thành phần duy trì nguyên vẹn trong suốt quá trình tạo cấu trúc và xử lý sau, trong khi tối đa hóa độ rỗng của mẫu lưu hóa để giảm sức cản đối với dòng nhựa.

Hình 43 mô tả những mẫu lưu hóa này như được áp dụng cho phương pháp chế tạo chất dẻo được mô tả trong các Hình 28-32. Phương pháp này lưu hóa lớp phủ đặc 652 xung quanh cấu trúc bên trong có lỗ rỗng 650. Phương pháp lưu hóa này có thể đạt được bằng cách sử dụng một hoặc nhiều nguồn sáng có thể lập trình được, bao gồm hệ thống được mô tả trong các Hình 3-10. Ngoài ra, bất kỳ nguồn sáng nào trong số nhiều nguồn sáng có thể lập trình được đa dạng, mà được sử dụng riêng lẻ hoặc kết hợp cùng nhau, có thể được sử dụng để đạt được mẫu lưu hóa mong muốn. Hình 44 mô tả ứng dụng của những mẫu lưu hóa này như được ứng dụng cho phương pháp chế tạo composít được mô tả trong các Hình 26 và 27. Như được chỉ ra trước đó, cấu trúc có lỗ rỗng 650 được tạo ảnh, với lớp bao quanh 654 phân tách thành phần với lớp phủ đặc 652. Bột không được pha trộn 656 có thể được giữ lại cho lần sử dụng sau. Trong trường hợp này, lớp phủ đóng vai trò làm đường ống dẫn chất lỏng dọc theo lớp bao quanh. Nếu có các vùng nhô ra trong vật thể được tạo cấu trúc mà sẽ thường cần có cấu trúc nâng đỡ, thì cấu trúc này có thể được thay thế bằng các cấu trúc dẫn dòng chất lỏng mà cho phép nhựa pha trộn những vùng nhô ra này mà không gắn bất kỳ cấu trúc nâng đỡ nào vào chúng. Lớp phủ sẽ vẫn điều khiển dòng nhựa để giữ lại bột không sử dụng, và đường bao giữa lớp phủ và vật thể được tạo cấu trúc cho phép vật thể được

nâng đỡ bằng bột bao quanh (cả hai loại được pha trộn và không được pha trộn) mà không cần nâng đỡ vật lý mà được nối trực tiếp với vật thể được tạo cấu trúc. Kết quả là, bề mặt của vật thể sẽ không bị làm xước bởi các điểm kết nối từ vật liệu nâng đỡ, giống như thường xảy ra trong các quá trình chế tạo SLA khác. Sự tách lớp phủ 652 ra khỏi vật thể 650 tạo ra dòng chất lỏng bổ sung để pha trộn, và có thể làm giảm lượng xử lý sau cần phải có khi làm sạch thành phần trước khi thiêu kết hoặc xử lý khác.

Hình 45 mô tả mẫu lưu hóa mà có thể được sử dụng trong bất kỳ phương pháp và kết cấu nào trong số các phương pháp và kết cấu chế tạo composít dạng bột hoặc polyme có lỗ rỗng được mô tả trước đó. Trong một số trường hợp, có thể mong muốn sản xuất ra thành phần có nhiều phần phụ có lỗ rỗng 657, 658. Cho rằng các vách ngăn 659 mà phân chia các phần phụ này 657, 658 đủ mỏng để cho nhựa chảy trong các lớp tiếp theo không bị hạn chế quá mức, điều này có thể được thực hiện mà không lệch về cơ bản với các phương pháp chế tạo và các kết cấu được mô tả trước đó. Có một số ứng dụng mà trong đó phương pháp tạo ảnh này có lợi thế. Ví dụ, khi in công cụ để đúc phun ép, thường mong muốn tạo ra các kênh làm mát bảo giác để điều khiển nhiệt độ của công cụ trong suốt quá trình phun. Những phần phụ có lỗ rỗng này có thể được sử dụng là các kênh làm mát bảo giác để cải thiện hiệu quả của công cụ. Hơn nữa, các phương pháp được mô tả trước đó để lọc thành phần trong suốt quá trình xử lý sau có thể được cải thiện nếu các đặc tính cơ học khác nhau được mong muốn trong các phần khác nhau của thành phần được in. Các phần phụ có lỗ rỗng có thể được tháo rút nhựa không được lưu hóa và lọc bằng các vật liệu khác nhau để tạo ra tính linh động, độ cứng, độ dai, độ bền, hoặc các đặc tính khác được nâng cao mà được mong muốn cho các vùng cụ thể của linh kiện được in. Trong ví dụ của công cụ được in, vùng có thể được xác định bằng bề mặt bên trong của công cụ với độ dày cụ thể; vùng này có thể được cấu tạo nên là vùng có lỗ rỗng được tách ra, mà có thể được làm đầy bằng vật liệu chịu nhiệt để tăng hiệu quả của công cụ trong khi các vùng bổ sung bên trên vùng thứ nhất được cấu tạo nên là các kênh làm mát bảo giác xung quanh vùng bên trong.

Các Hình 46 và 47 thể hiện tương tác giữa lớp được pha trộn và lớp thứ hai trong suốt quá trình pha trộn. Như được mô tả trước đó, hạt bột 660 được bồi đắp trên nền tạo cấu trúc 602 và được pha trộn với nhựa. Dạng mặt khum 662 giữa các hạt này 660, mà cho phép các khoảng trống trong đó nhiều hạt hơn có thể được bồi đắp, nhưng vẫn tạo ra đủ nhựa mà có thể được tạo ảnh để kết dính bột với nhau trong cấu trúc có

lỗ rỗng. Lớp thứ hai của các hạt bột 664 được pha trộn với nhựa, và các mặt khum mới 666 được tạo thành trong suốt quá trình pha trộn lớp thứ hai. Quá trình này được lặp lại cho đến khi toàn bộ thành phần được sản xuất ra.

Hình 48 thể hiện phương pháp thay thế cho phép sự pha trộn và tạo ảnh của các lớp bột. Nếu môi trường của diện tích tạo cấu trúc được điều khiển để cho các mực oxy được nâng cao, thì vùng chết trùng hợp hình thành ở mỗi mặt khum 662 trong lớp cho trước. Điều này hạ thấp bề mặt 668 mà ở đó sự trùng hợp có thể xảy ra. Lợi thế của phương pháp này là nó cho phép có thêm khoảng trống để bột mới được bồi đắp mà không làm tổn hại đến khả năng kết dính bột với nhau của hệ thống. Về điểm này, hệ thống này có thể tạo ra sự kết dính bền vững giữa các hạt bột trong đó dòng nhựa không bị cản trở, và sự sắp xếp bột trong thành phần tạo cấu trúc là đồng nhất. Điều này tạo ra linh kiện xanh tốt nhất có thể để thiêu kết trong suốt quá trình xử lý sau.

Các Hình 49 và 50 mô tả kết cấu xen kẽ trong đó bột được làm nóng chảy trực tiếp để sản xuất ra thành phần được in. Trong các ứng dụng thiêu kết laze thông thường, điện kế laze được sử dụng để làm nóng chảy các phần của các lớp bột để chế tạo các thành phần, nhưng các hệ thống như vậy có thể thường đạt được tốc độ quét nhỏ hơn 10 m/s. Lợi thế trong các ứng dụng này là có tốc độ quét mảnh cao hơn để hạn chế các hiệu ứng nhiệt mà làm tổn hại đến độ chính xác (ví dụ như các đường hàn hình thành trong suốt quá trình kết dính do bão hòa nhiệt). Vì mô đun quét mảnh 150 được mô tả trước đó khác với bước sóng của năng lượng được sử dụng, nên có thể thực hiện với bất kỳ bước sóng nào của năng lượng, cho rằng vật liệu khúc xạ phù hợp có thể được lựa chọn làm lăng kính 158. Trong cách thực hiện này, chùm tia thoát 160 từ mô đun quét mảnh 150 được phản xạ từ gương cố định 670 và chiếu lên gương quét 674 được điều khiển bởi bộ phận dẫn động quay 672, tương tự với hệ thống tạo ảnh được mô tả trong các Hình 3-10. Chùm tia thu được 676 tiếp theo được quét mảnh khắp lớp bột 512 trên nền tạo cấu trúc, và được điều biến kỹ thuật số để tạo ảnh một phần của linh kiện. Ngoài ra, xét rằng các hệ thống điện kế laze có thể thường chỉ đạt được tốc độ quét nhỏ hơn 10 m/s, mô đun quét mảnh được bộc lộ 150 có thể được vận hành ở các tốc độ trên 100 m/s trong khi vẫn duy trì độ chính xác rất cao trong việc điều chỉnh vị trí của chùm tia.

Hình 51 mô tả phương pháp sản xuất linh kiện xanh composit dạng bột sử dụng bất kỳ phương pháp và kết cấu nào được mô tả trước đó. Trong các phương pháp

và kết cấu được mô tả trước đó, nhựa được pha trộn vào bột qua nền tạo cấu trúc. Tốc độ của quá trình này phụ thuộc một phần vào tốc độ của quá trình pha trộn này. Tốc độ này có thể được cải thiện bằng cách thêm chất làm giảm độ nhớt (VRA) vào nhựa. Các dung môi hữu cơ như là các loại rượu có thể đảm nhiệm mục đích này. Lý tưởng là, VRA này có áp suất hơi cao, để cho khi tiếp xúc với bề mặt tạo cấu trúc, và nhiệt được tạo ra trong suốt quá trình tạo ảnh, VRA sẽ bốc hơi, tạo ra chênh lệch nồng độ trong đó nồng độ VRA cao trong nhựa mà có chứa trong thân của linh kiện được in, và nồng độ VRA thấp trên bề mặt tạo cấu trúc.

Hình 52 mô tả phương pháp thứ hai để sản xuất linh kiện xanh. Trong các phương pháp và kết cấu được mô tả trước đó, lớp phủ và cấu trúc bên trong có lỗ rỗng được tạo ảnh để cấu tạo nên linh kiện xanh. Thông thường, có thể không cần thiết phải cấu tạo nên cấu trúc bên trong có lỗ rỗng hoàn toàn; có thể đủ để cấu tạo nên cấu trúc khung bên trong. Như đã được thảo luận trước đó, tầm quan trọng của cấu trúc bên trong của linh kiện xanh là để mang lại sự nâng đỡ về cấu trúc trong suốt quá trình sản xuất và các pha xử lý sau; bất kỳ cấu trúc nào mà đủ cho công tác này, trong khi cần càng ít vật liệu được lưu hóa càng tốt, sẽ tối ưu hóa thời gian tạo cấu trúc cho thành phần cho trước. Trong một số trường hợp, lưu hóa sau có thể cần thiết để mang lại tính toàn vẹn về cấu trúc cho linh kiện xanh để tiếp tục tồn tại được sau quá trình khử dính kết và thiêu kết.

Hình 53 mô tả phương pháp thứ ba để sản xuất linh kiện xanh. Đây là biến đổi thêm về phương pháp được mô tả trong Hình 52. Trong phương pháp này, chỉ có lớp phủ của linh kiện được tạo ảnh. Điểm khác biệt quan trọng giữa phương pháp này và các phương pháp trước đó, là trong trường hợp này, “lớp phủ” mà được tạo ảnh được xác định để cho bề mặt bên trong của lớp phủ này là bề mặt bên ngoài của linh kiện được sản xuất ra. Quá trình tạo ảnh lớp phủ để lại một lượng đáng kể nhựa không được lưu hóa trong phạm vi linh kiện được tạo cấu trúc. Nhựa này có thể được tháo rút hoặc bơm ra khỏi linh kiện sau khi quá trình in được hoàn thành, và thành phần thu được có thể được pha trộn với sáp hoặc phương tiện dính kết khác. Lớp phủ có thể được loại bỏ bằng việc xử lý hóa học, dẫn đến linh kiện xanh mà chứa chỉ có bột và phương tiện dính kết thứ hai. Phương pháp này có thể được mong muốn trong các tình huống mà các đặc tính khi được đốt cháy hoàn toàn của các polyme quang hoạt gần điểm tối ưu. Cụ thể là, nhiều polyme quang hoạt điển hình có hàm lượng tro có thể đo được còn lại

sau quá trình đốt cháy hoàn toàn khi được sử dụng để đúc đầu tư. Hàm lượng tro này thường được đo là một phần thể tích ban đầu của vật liệu. Mặc dù các loại nhựa được chủ định cụ thể cho các mục đích đúc có thể có các định mức về hàm lượng tro khoảng 0,1%-0,25%, điều này có thể vẫn được xem là quá cao trong một số trường hợp, trong đó trường hợp sử dụng sáp hoặc phương tiện dính kết thứ hai khác có thể có lợi. Trong chế tạo PIM, ví dụ, các loại sáp và các polyme khác mà có thể được loại bỏ hoàn toàn (ví dụ, có hàm lượng tro không đáng kể) trong suốt quá trình khử dính kết và thiêu kết thường được sử dụng. Một số polyme quang hoạt đã được tạo ra với các đặc tính tốt khi đốt cháy hoàn toàn, nhưng không có polyme nào mang lại hiệu quả tốt như các polyme thường được sử dụng trong chế tạo PIM; quá trình này tận dụng lợi thế của các đặc tính của tất cả các vật liệu liên quan. Theo một số phương án thực hiện, lớp phủ có thể được tạo ảnh như trong các kết cấu trước đó, và không cần phải loại bỏ trước khi xử lý sau. Việc thực hiện tối ưu của phương pháp này sẽ phụ thuộc vào vật liệu dính kết và vật liệu dạng bột được sử dụng.

Hình 54 mô tả phương pháp sản xuất linh kiện có lỗ rỗng, có thể sử dụng kết cấu được mô tả trong các Hình 49 và 50. Thay vì sản xuất linh kiện xanh, mà được dính kết bởi chất dính kết polyme, phương pháp này sử dụng sự pha trộn trực tiếp của nguyên liệu bột để sản xuất ra thành phần có lỗ rỗng được thiêu kết một phần. Thông thường, trong các ứng dụng thiêu kết bằng laze, có các ứng suất nội đáng kể được tạo ra trong suốt quá trình thiêu kết do các lớp vật liệu bị co lại khi chúng được thiêu kết. Bằng cách thiêu kết một phần các lớp vật liệu, các ứng suất này có thể tránh được đáng kể. Điều này sẽ sản xuất ra linh kiện mà sự sắp xếp của các hạt bột chỉ bám dính nhẹ với nhau, tương tự với linh kiện nâu được sản xuất ra sau khi khử dính kết linh kiện xanh như được mô tả trước đó. Thông thường, linh kiện này có thể được xử lý sau theo cùng cách thức để sản xuất ra thành phần cuối cùng được hoá rắn. Vì quá trình xử lý sau này liên quan đến gia nhiệt đồng nhất nên không có ứng suất nhiệt bổ sung được tạo ra trong suốt quá trình này.

Các Hình 55 và 56 mô tả các phương pháp cải thiện độ chính xác trong quá trình thiêu kết mà có thể được áp dụng cho bất kỳ phương pháp và kết cấu nào nêu trên có khả năng sản xuất các linh kiện nâu để thiêu kết. Thông thường, mong muốn đạt được mật độ nạp liệu bột cao nhất có thể trong linh kiện xanh. Mật độ này được tính bằng thể tích của bột trong linh kiện xanh so với tổng thể tích của linh kiện. Mật độ

này cũng dự đoán lượng co lại mà sẽ xảy ra trong suốt quá trình thiêu kết. Lượng co lại lớn hơn có thể làm biến dạng linh kiện, làm hỏng độ chính xác. Thông thường, các phương pháp pha trộn tầng bột có thể dễ dàng đạt được khoảng 60-65% mật độ nạp liệu bột. Sau khi chế tạo và khử dính kết, linh kiện nâu được sản xuất ra. Linh kiện này có thể cũng được sản xuất ra theo các phương pháp và kết cấu được mô tả trong các Hình 49, 50, và 54. Linh kiện này có thể cũng đặc khoảng 65% thể tích. Bột đa mô đun, trong đó sự phân bố kích thước hạt có chứa nhiều đỉnh, có thể được sử dụng để làm tăng mật độ ban đầu này. Ngoài ra, mật độ có thể được tăng bằng cách để linh kiện nâu trải qua quá trình pha trộn thứ hai. Để tăng mật độ nạp liệu bột của linh kiện nâu, bột có thể được pha trộn với các hạt nano thuộc cùng vật liệu như bột ban đầu được sử dụng trong suốt quá trình chế tạo. Các hạt mà đủ nhỏ để tự do đi qua các lỗ rỗng còn lại trong linh kiện nâu có thể được đưa vào bằng cách cho di chuyển thể huyền phù của các hạt trong chất mang lỏng vào linh kiện nâu, hoặc để cho linh kiện nâu tiếp xúc với bề hạt dưới kích thích siêu âm để nâng cao độ chảy của hạt. Cần chú ý rằng việc di chuyển các hạt hoặc thể huyền phù lỏng của các hạt trên khắp bề mặt là quá trình mài mòn; để giữ gìn tính toàn vẹn về cấu trúc của linh kiện, có thể cần thiết để cho linh kiện trải qua quá trình thiêu kết một phần ban đầu để dính kết hơn nữa các hạt với nhau trong khi duy trì đủ độ rỗng để cho phép quá trình pha trộn dạng hạt thứ hai này. Khi linh kiện nâu được thiêu kết một phần và được pha trộn với các hạt, phần trống rỗng của nó (phần thể tích của vật liệu không phải dạng bột trong linh kiện) có thể bị giảm từ khoảng 35% xuống khoảng 10-12%, do đó làm giảm lượng co lại cần thiết để thu được linh kiện được hoá rắn và cũng giảm sự biến dạng có thể xảy ra.

Các phương pháp thêm vật chất dạng hạt này để làm tăng phần thể tích của bột trong linh kiện xanh có thể cũng có các hiệu quả có lợi cụ thể khi được kết hợp với phương pháp được mô tả trước đó trong việc tạo ảnh các vùng có lỗ rỗng rời rạc trong phạm vi linh kiện trong suốt quá trình chế tạo. Ví dụ, việc phân tách các vùng khác nhau trong linh kiện xanh có thể cho phép các phần cụ thể được pha trộn với vật liệu dạng hạt trước khi thiêu kết hoàn toàn để đạt được các mật độ khác nhau trong các vùng khác nhau của linh kiện hoàn thiện. Linh kiện có thể cần có lớp phủ đặc, nhưng có lợi từ phía bên trong có lỗ rỗng; điều này có thể được áp dụng cho công cụ kim loại được in bằng các kênh làm mát bảo giác được tạo kết cấu vào mặt trong của công cụ. Điều này có thể cũng áp dụng cho các công cụ như là mũi khoan, mũi nghiền, mũi bào,

và tương tự, mà sẽ cần có bề mặt bên ngoài đặc hoàn toàn để tạo ra lưới cắt, nhưng có thể có lợi từ phía bên trong có lỗ rỗng phần nào để cho phép chất làm mát được bơm qua công cụ. Trong trường hợp này, các vùng có lỗ rỗng nhỏ sẽ phải để lại làm các cổng thoát cho dòng chất làm mát, và kết quả cuối cùng sẽ là công cụ cắt có hiệu quả cao mà có thể được chế tạo kỹ thuật số bằng dạng hình học bất kỳ.

Trong nhiều phương pháp được mô tả trước đó, tham chiếu đến các loại bột kim loại và bột gốm được sử dụng làm vật liệu tạo cấu trúc bậc một, cụ thể là để chế tạo các linh kiện xanh mà được thiêu kết thành các thành phần đặc một phần hoặc hoàn toàn. Thông thường, bất kỳ loại bột hay hỗn hợp các loại bột nào có thể được sử dụng, và bất kỳ nhựa nào có các đặc tính dòng chảy mong muốn phù hợp với bột hoặc hỗn hợp bột có thể được sử dụng trong quá trình tạo cấu trúc này. Một số tùy chọn bổ sung được mô tả ở dưới đây.

Hỗn hợp bột chất dẻo và bột graphit có thể được sử dụng để cho sản phẩm cuối cùng có thể được tự bôi trơn về bản chất. Ngoài ra, các hỗn hợp của bột kim loại và bột graphit có thể được sử dụng để đạt được sản phẩm cuối cùng có các đặc tính tương tự. Hỗn hợp của bột chất dẻo và bột kim loại, trong đó tỉ lệ của chất dẻo so với kim loại là hơn 5:1, có thể được sử dụng để cho quá trình xử lý sau qua cảm ứng điện hoặc xử lý bằng lò vi sóng gây ra sự nóng chảy bổ sung của các hạt chất dẻo gần kề do nhiệt phát ra bởi các hạt kim loại. Các cách kết hợp bổ sung của bột có thể được sử dụng để làm bột tạo cấu trúc, và các cách kết hợp bổ sung của bột có thể được sử dụng làm bột nâng đỡ, tùy thuộc vào các bước xử lý sau và sản phẩm cuối cùng mong muốn.

Đối tượng bảo hộ của sáng chế có thể được thể hiện dưới các dạng khác mà không xa rời bản chất và các đặc tính thiết yếu của nó. Do đó, các phương án được mô tả được xem xét ở tất cả các khía cạnh để minh họa và không mang tính hạn chế. Mặc dù đối tượng bảo hộ của sáng chế được mô tả xét về các phương án được ưu tiên nhất định, các phương án khác rõ ràng đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật cũng nằm trong phạm vi của đối tượng bảo hộ của sáng chế.

## YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp chế tạo composit dạng bột, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:
  - phân phối vật liệu dạng bột đến nền tạo cấu trúc;
  - pha trộn vật liệu dạng bột với vật liệu bất sáng được phân phối qua nền tạo cấu trúc;
  - kích hoạt có chọn lọc thiết bị tạo ảnh để chiếu xạ vật liệu bất sáng để ít nhất hoá rắn một phần lớp của thành phần composit dạng bột; và
  - lặp lại các bước phân phối vật liệu dạng bột, pha trộn vật liệu dạng bột với vật liệu bất sáng, và chiếu xạ có chọn lọc vật liệu bất sáng để tạo ra thành phần composit dạng bột, trong đó vật liệu bất sáng được phân phối thông qua một hoặc nhiều vùng mà vật liệu dạng bột được trộn với vật liệu bất sáng chưa lưu hóa và được phân phối trước
2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc phân phối vật liệu dạng bột đến nền tạo cấu trúc bao gồm các bước:
  - phun ra lượng đo được của vật liệu dạng bột từ buồng cung cấp bột; và
  - truyền lượng đo được của vật liệu dạng bột đến nền tạo cấu trúc.
3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc phân phối vật liệu dạng bột đến nền tạo cấu trúc bao gồm việc điều khiển mật độ của vật liệu dạng bột.
4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó việc điều khiển mật độ của vật liệu dạng bột bao gồm việc làm tăng mật độ nạp tải bột theo thể tích của vật liệu dạng bột để lớn hơn mật độ tự do sau khi bồi đắp.
5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc phân phối vật liệu dạng bột đến nền tạo cấu trúc bao gồm việc phân phối các vật liệu dạng bột khác nhau từ nhiều nguồn cung cấp bột đến nền tạo cấu trúc.
6. Phương pháp theo điểm 5, trong đó các vật liệu dạng bột khác nhau được chọn lọc từ nhóm chỉ bao gồm bột chất dẻo, bột kim loại, bột gốm, và bột chất bán dẫn.
7. Phương pháp theo điểm 5, trong đó việc phân phối các vật liệu dạng bột khác nhau từ nhiều nguồn cung cấp bột bao gồm việc phân phối bột tạo cấu trúc và bột nâng đỡ cho nền tạo cấu trúc.
8. Phương pháp theo điểm 7, trong đó bột tạo cấu trúc bao gồm bột kim loại và bột nâng đỡ bao gồm bột phi kim.

9. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sự kích hoạt có chọn lọc thiết bị tạo ảnh bao gồm việc chiếu xạ vật liệu bất sáng trên phần được lựa chọn của mặt cắt ngang tương ứng của thành phần compozit dạng bột để ít nhất hoá rắn một phần lớp của thành phần compozit dạng bột để có độ rỗng đủ để cho phép vật liệu bất sáng đi qua lớp này trong suốt các bước được lặp lại của việc phân phối vật liệu bất sáng; và

trong đó, việc lặp lại các bước phân phối vật liệu dạng bột, pha trộn vật liệu dạng bột với vật liệu bất sáng, và chiếu xạ có chọn lọc vật liệu bất sáng bao gồm một cách có lặp lại các bước:

phân phối vật liệu dạng bột trên tận cùng của một hoặc nhiều lớp đã được chiếu xạ trước đó của thành phần compozit dạng bột;

phân phối vật liệu bất sáng qua một hoặc nhiều lớp đã được chiếu xạ trước đó của thành phần compozit dạng bột để pha trộn vật liệu dạng bột; và

kích hoạt có chọn lọc thiết bị tạo ảnh để chiếu xạ vật liệu bất sáng để ít nhất làm hoá rắn một phần lớp tiếp theo của thành phần compozit dạng bột.

10. Phương pháp theo điểm 9, trong đó việc chiếu xạ vật liệu dạng bột và vật liệu bất sáng trên phần được lựa chọn của mặt cắt ngang tương ứng của thành phần compozit dạng bột bao gồm việc chiếu xạ ít hơn 70 phần trăm của mặt cắt ngang tương ứng của thành phần compozit dạng bột.

11. Phương pháp theo điểm 1, trong đó sự kích hoạt có chọn lọc thiết bị tạo ảnh bao gồm việc chiếu xạ chỉ lên đường bao quanh của mặt cắt ngang tương ứng của thành phần compozit dạng bột để hình thành lớp phủ xung quanh vật liệu dạng bột và vật liệu bất sáng; và

trong đó, sau khi hoàn thiện lớp phủ, phương pháp còn bao gồm các bước:

loại bỏ vật liệu bất sáng ra khỏi vật liệu dạng bột;

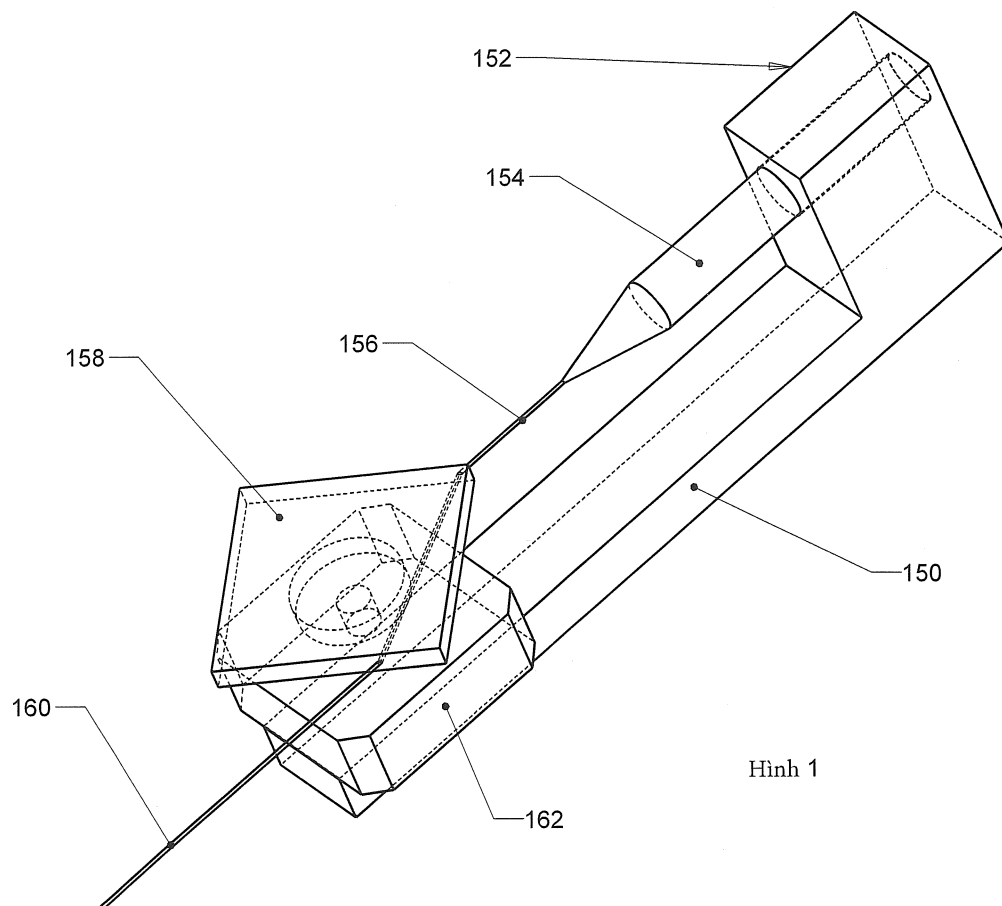
pha trộn vật liệu dạng bột với phương tiện kết dính;

loại bỏ lớp phủ để giải phóng phần xanh bao gồm vật liệu dạng bột và phương tiện kết dính.

12. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc hạ thấp nền tạo cấu trúc một lượng khối thiết bị tạo ảnh trước khi lặp lại các bước phân phối vật liệu dạng bột, pha trộn vật liệu dạng bột, và chiếu xạ có chọn lọc vật liệu dạng bột, trong đó mỗi lớp của thành phần compozit dạng bột được hình thành trên tận cùng của lớp liền trước.

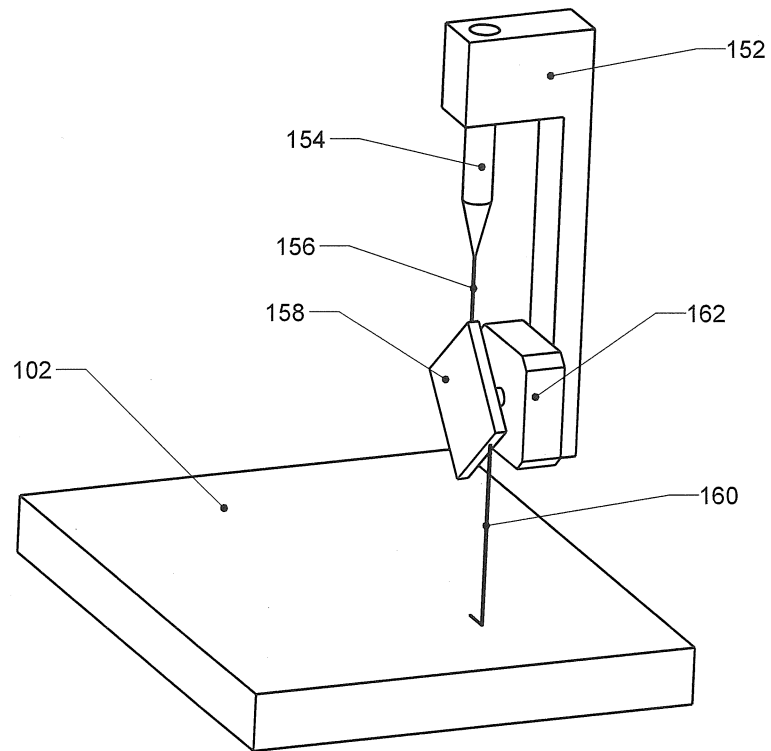
13. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp này còn bao gồm việc tiến hành xử lý sau để loại bỏ một phần hoặc hoàn toàn vật liệu bất sáng từ thành phần composit dạng bột.

1/56



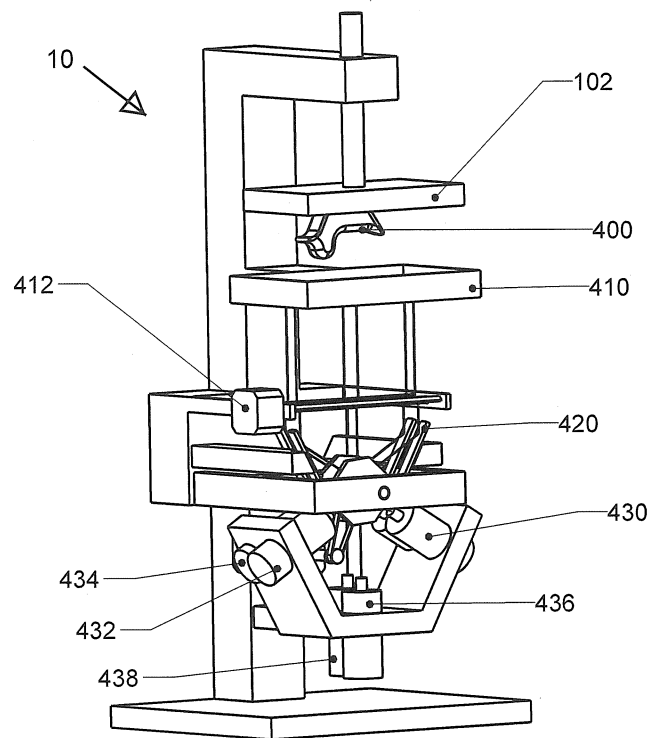
Hình 1

Hình 2

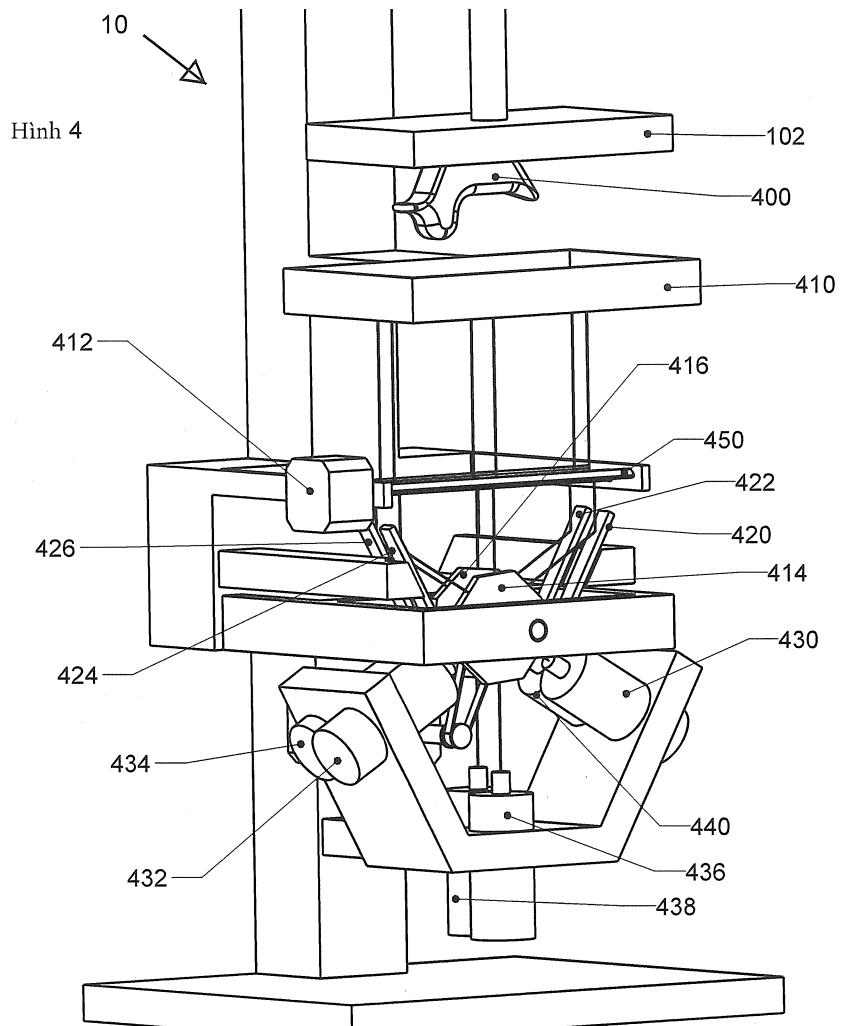


3/56

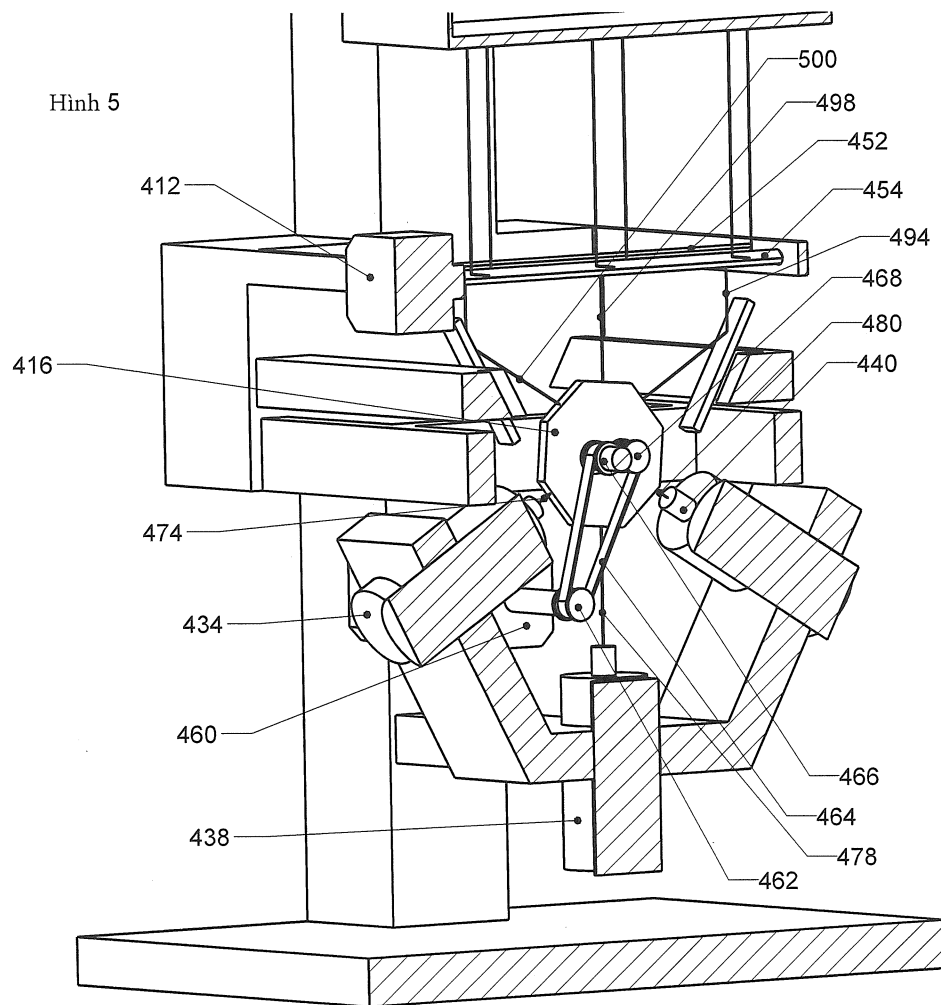
Hình 3



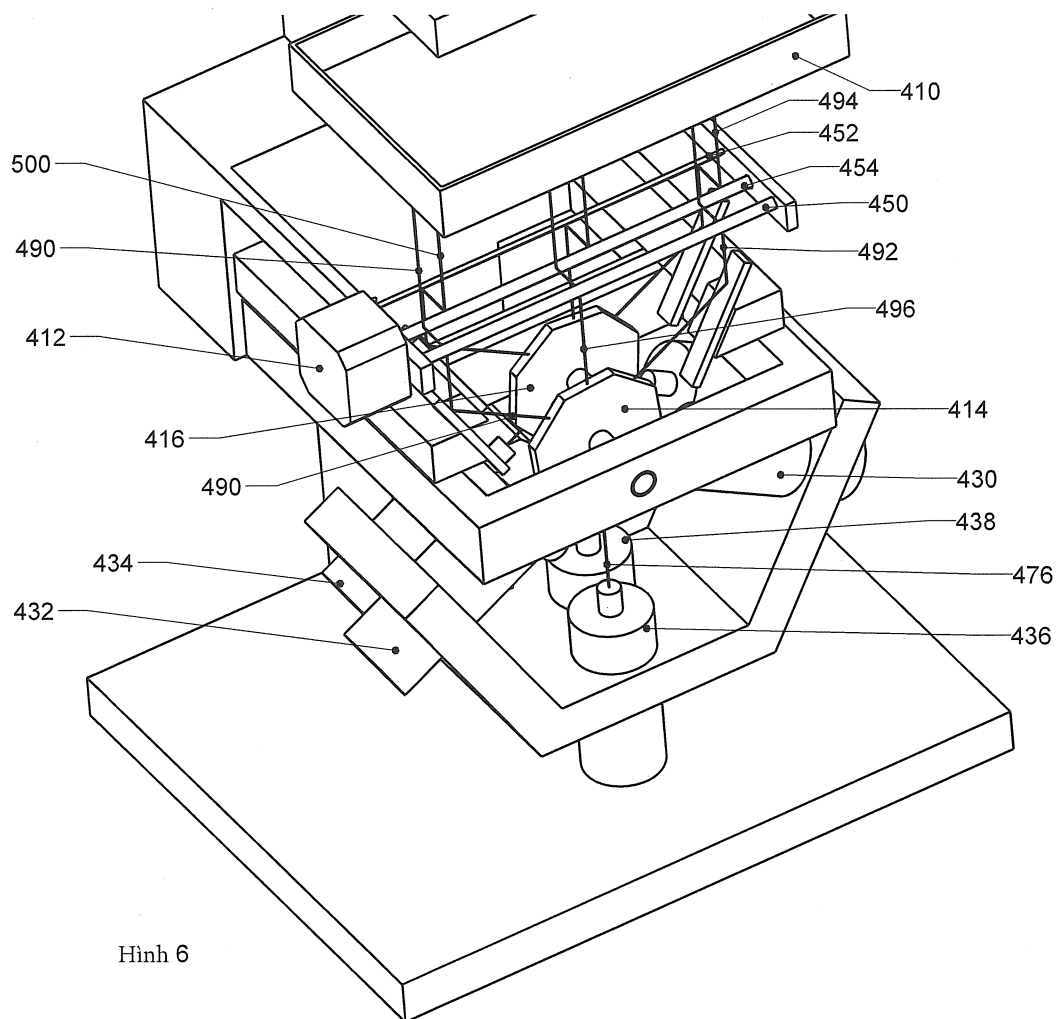
4/56



5/56

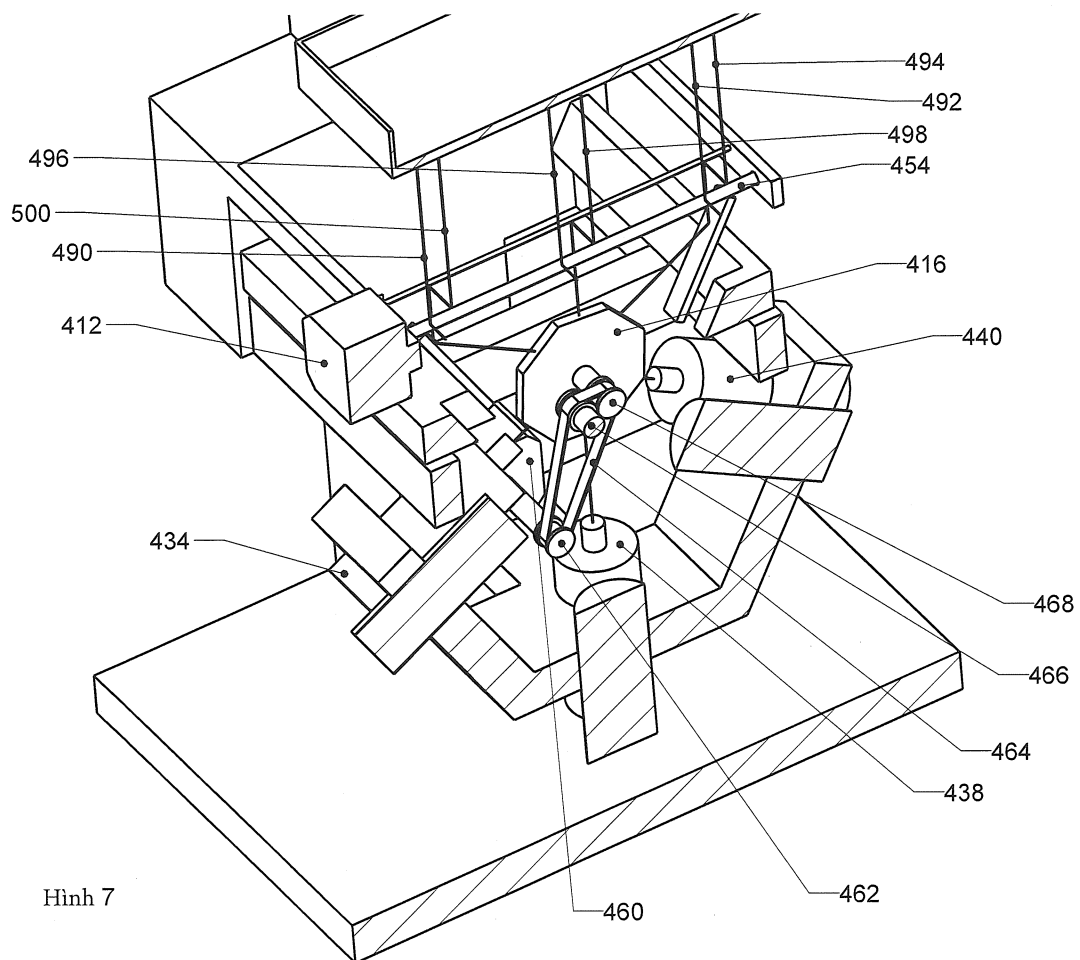


6/56

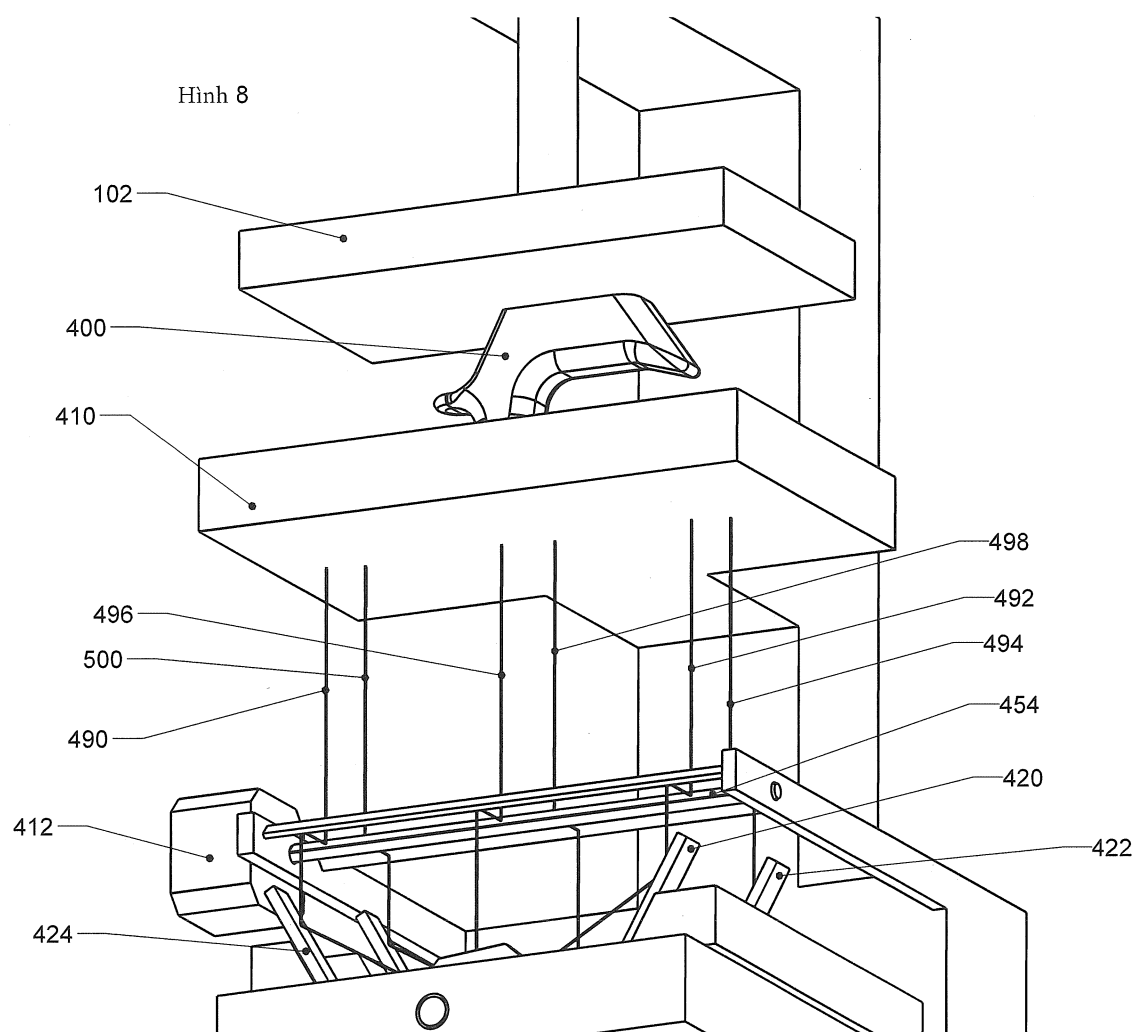


Hình 6

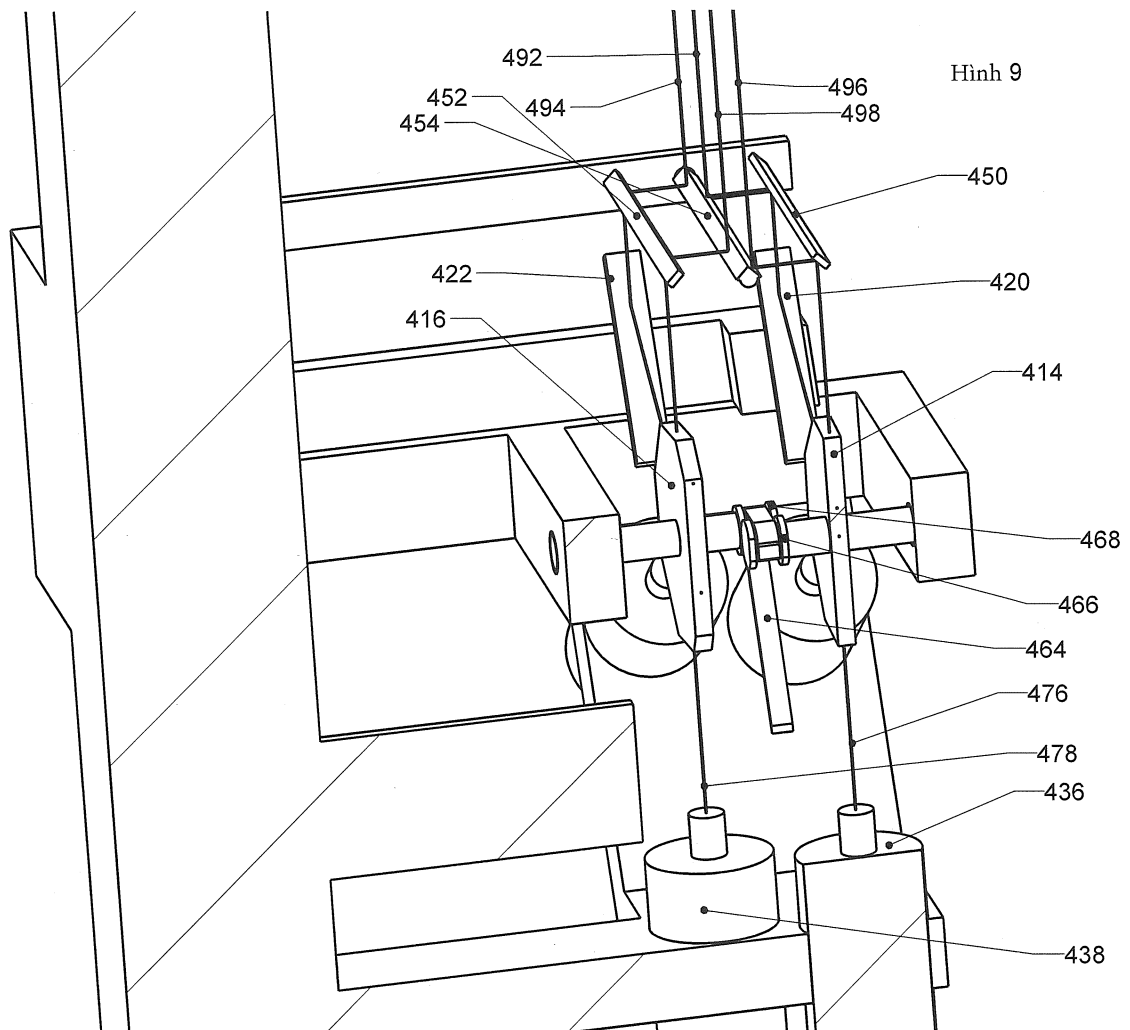
7/56



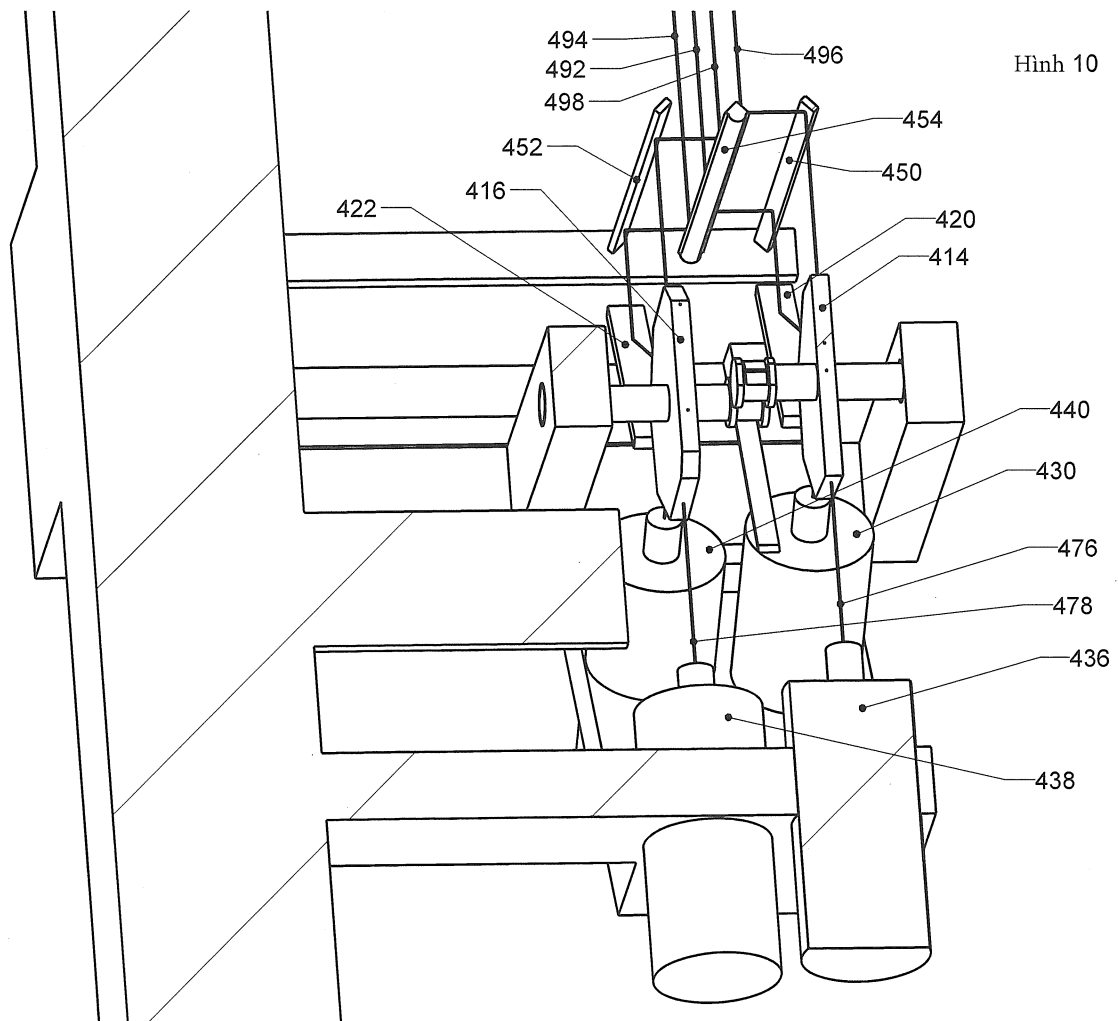
8/56



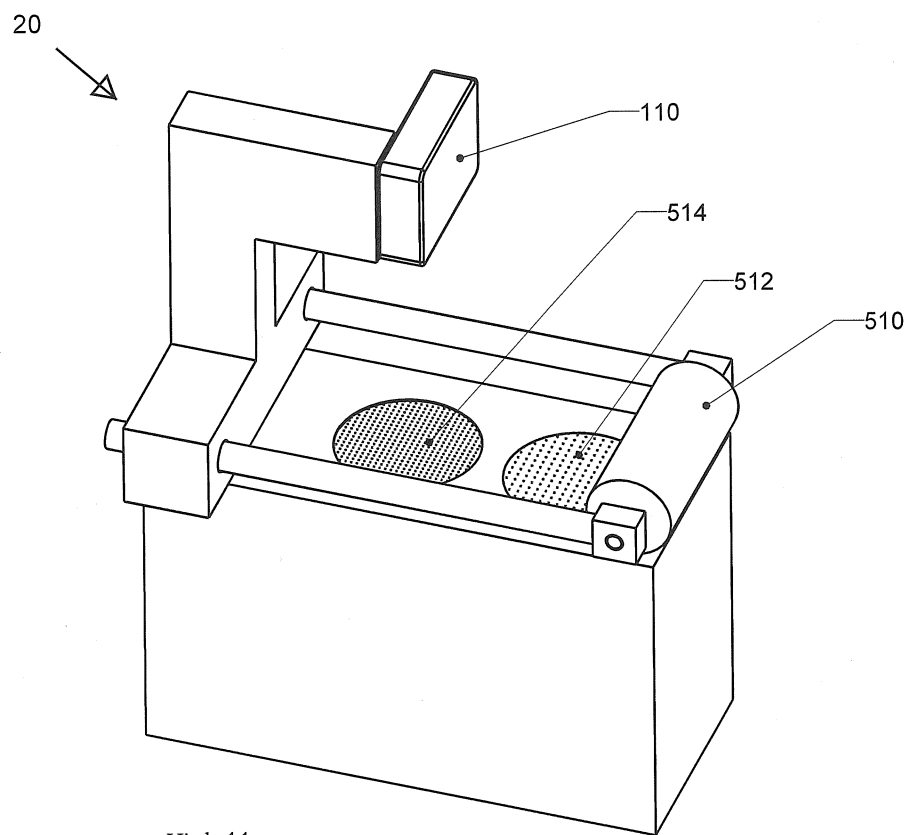
9/56



10/56

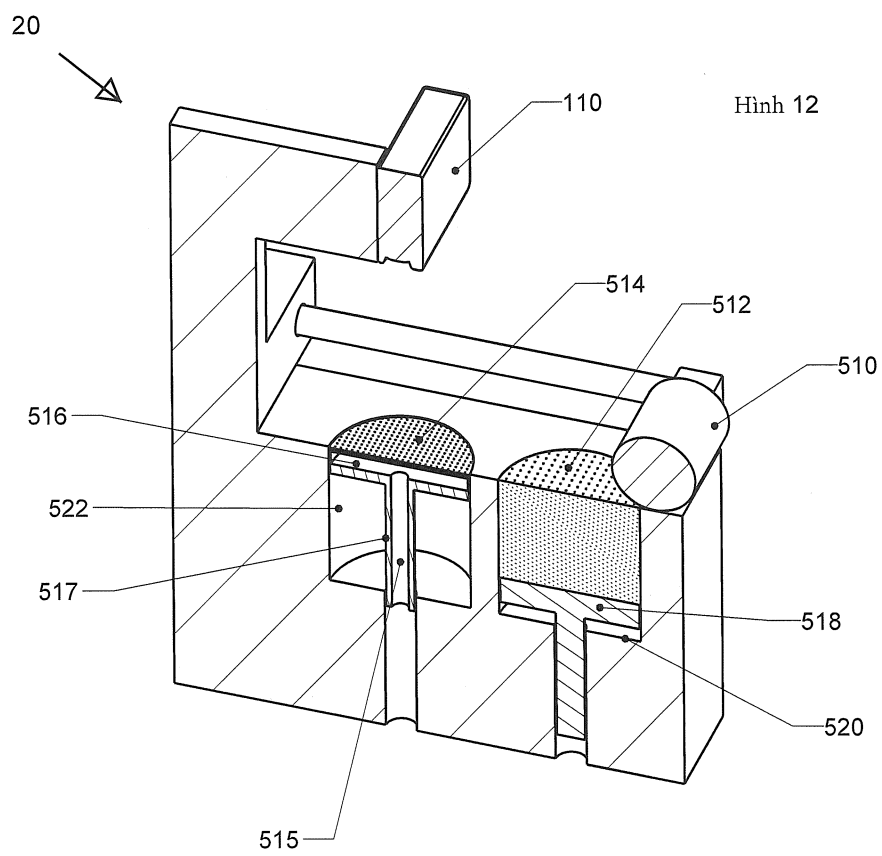


11/56



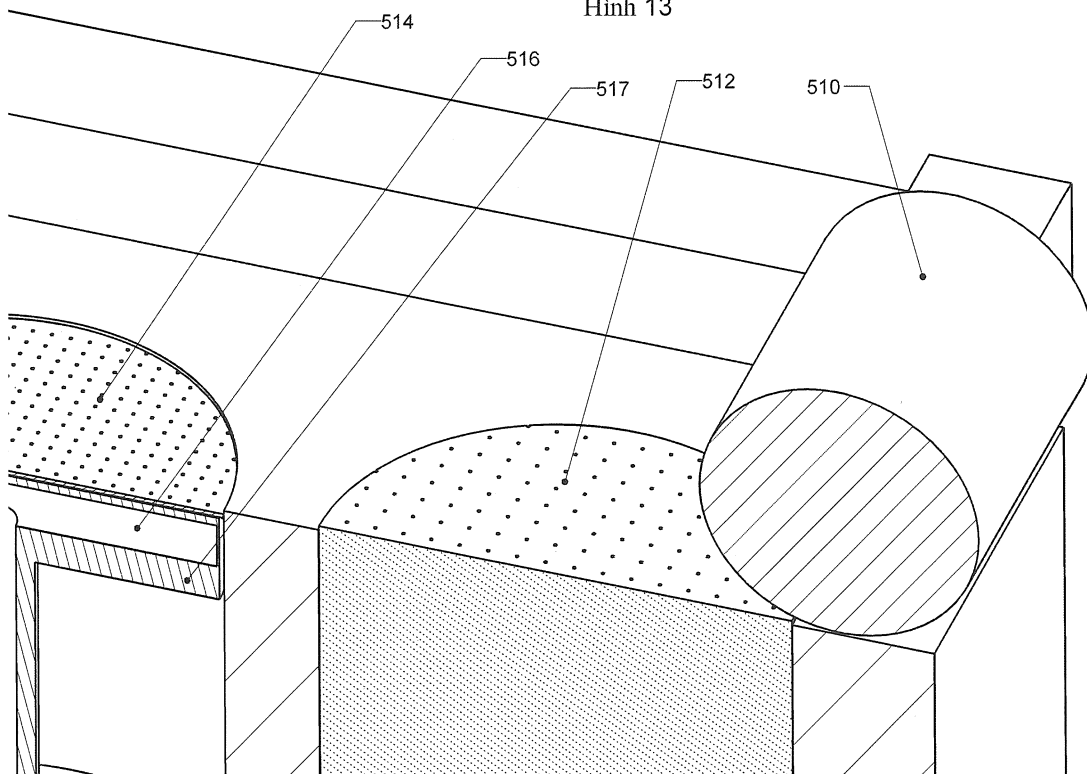
Hình 11

12/56

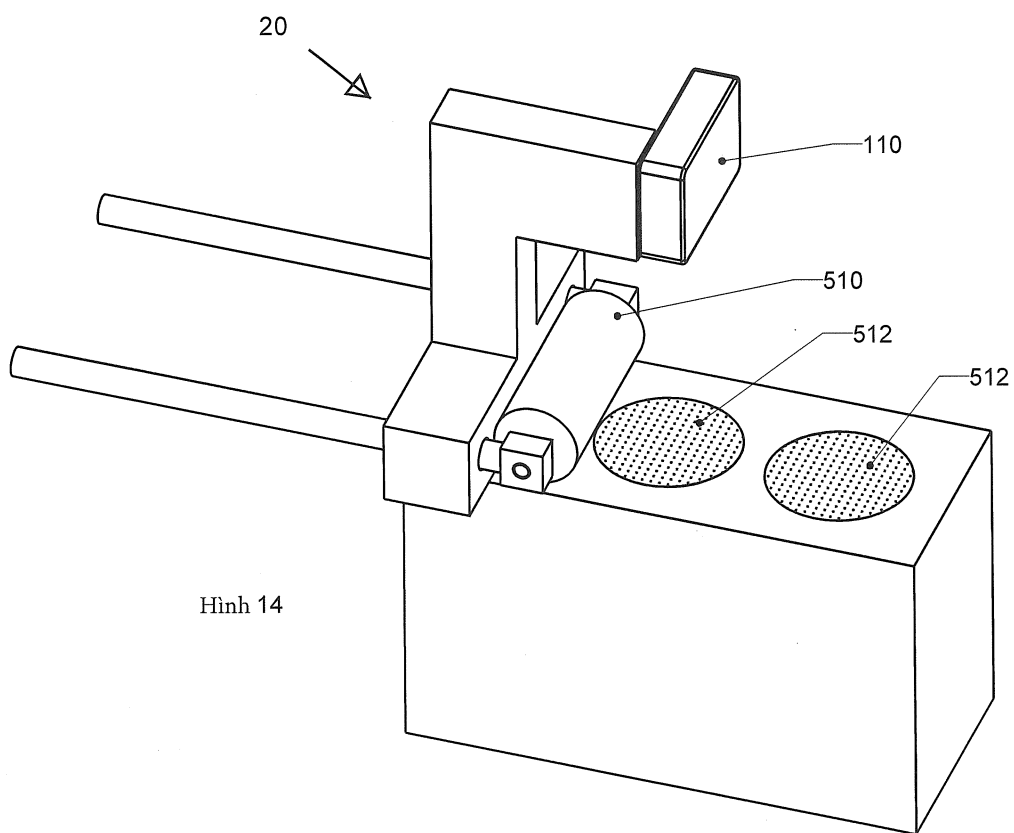


13/56

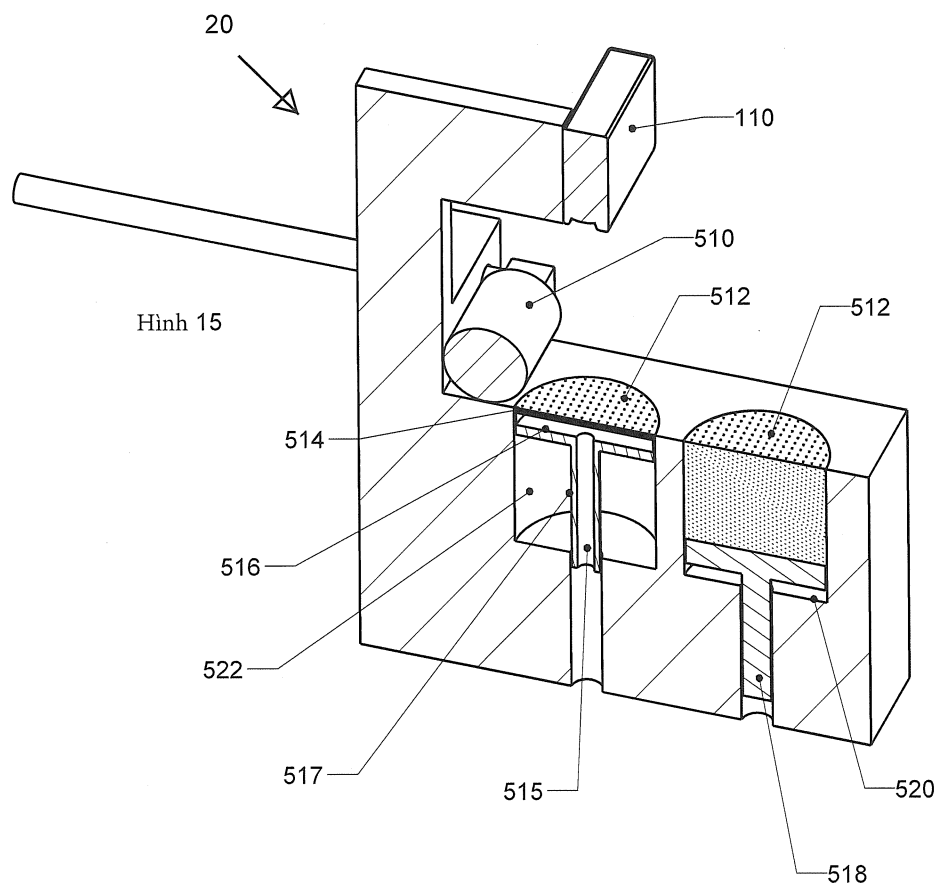
Hình 13



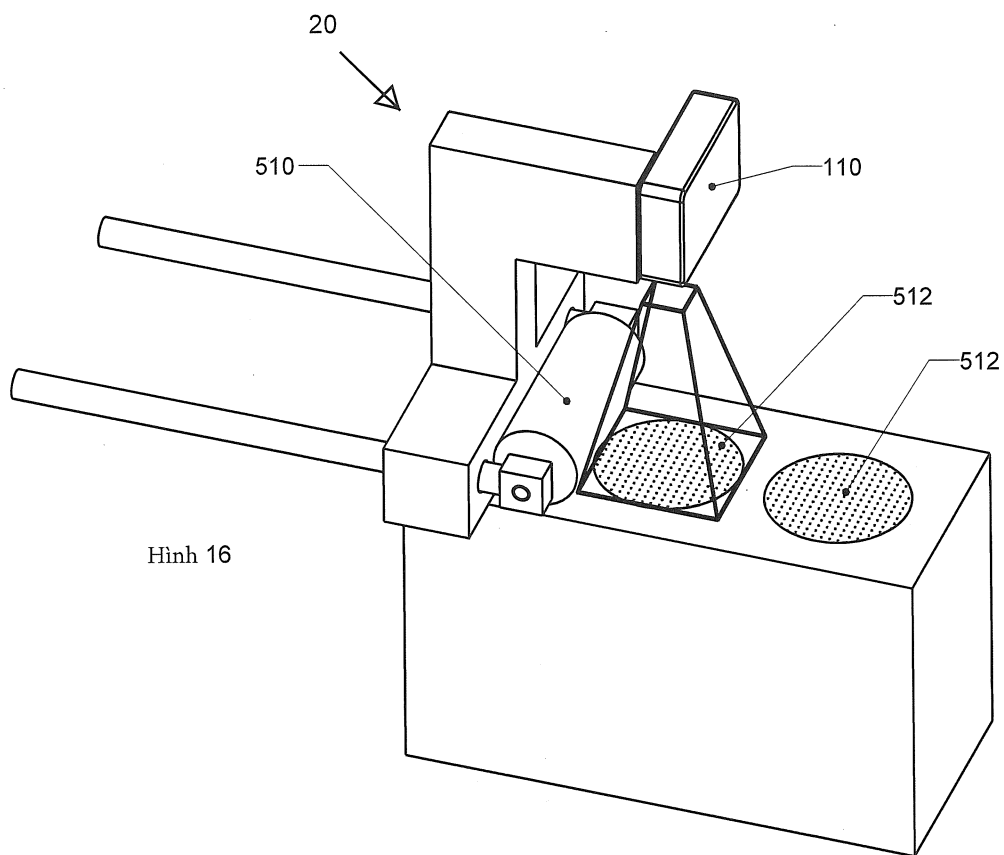
14/56



Hình 14

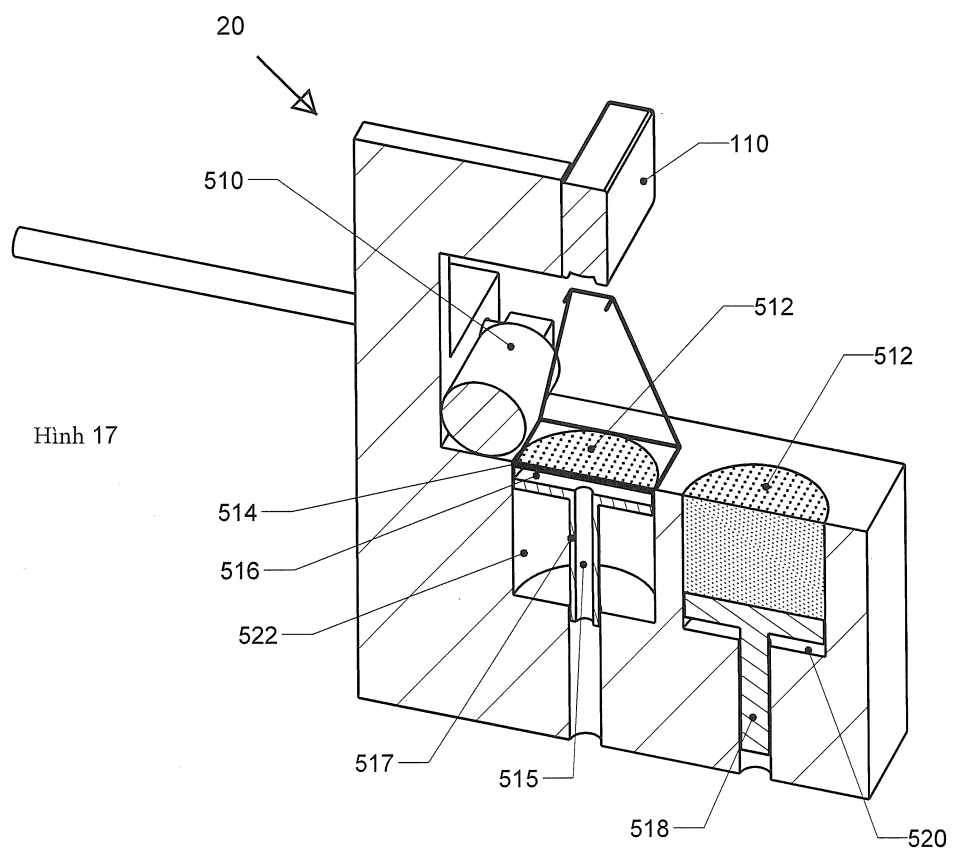


16/56

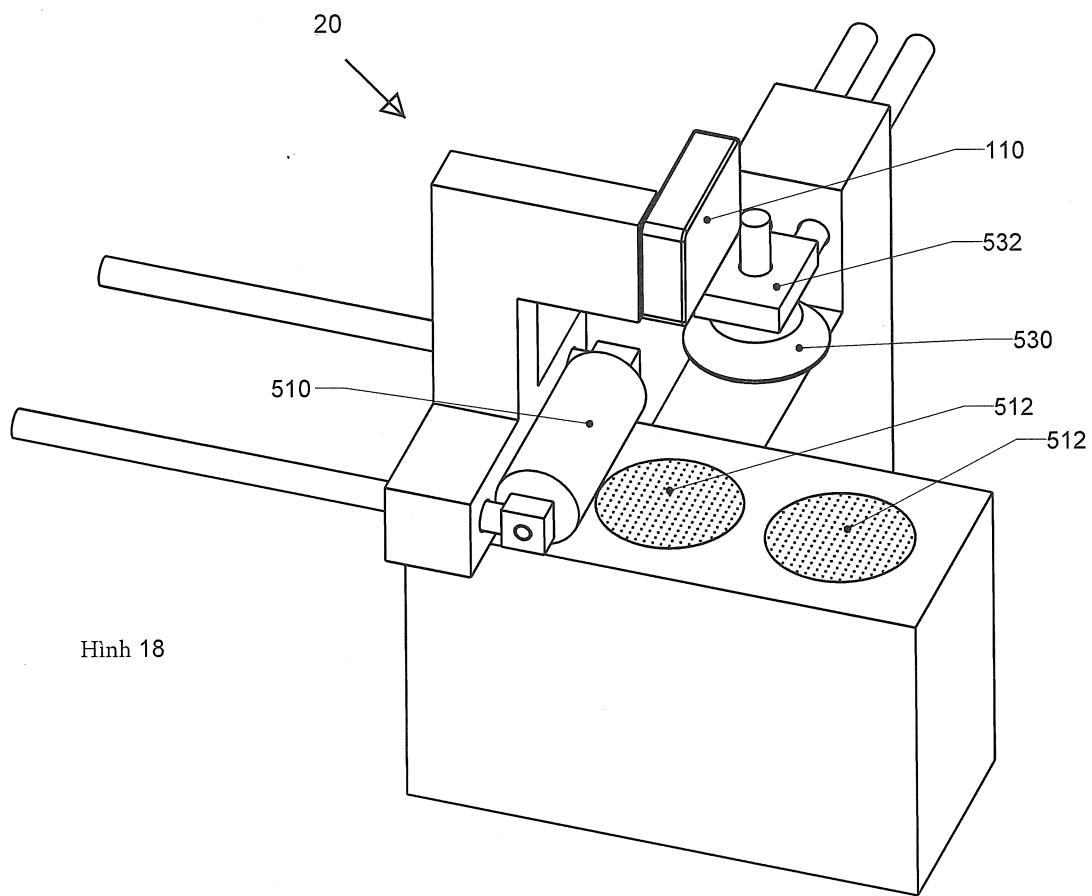


Hình 16

17/56

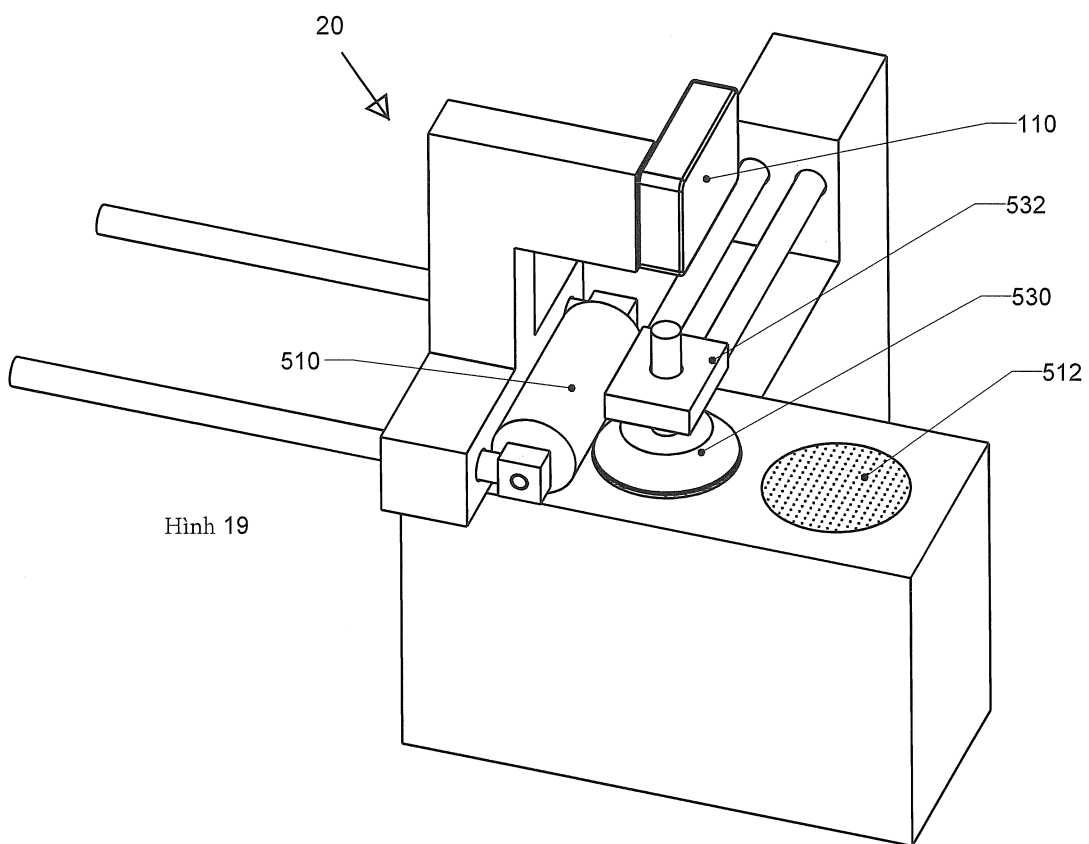


18/56

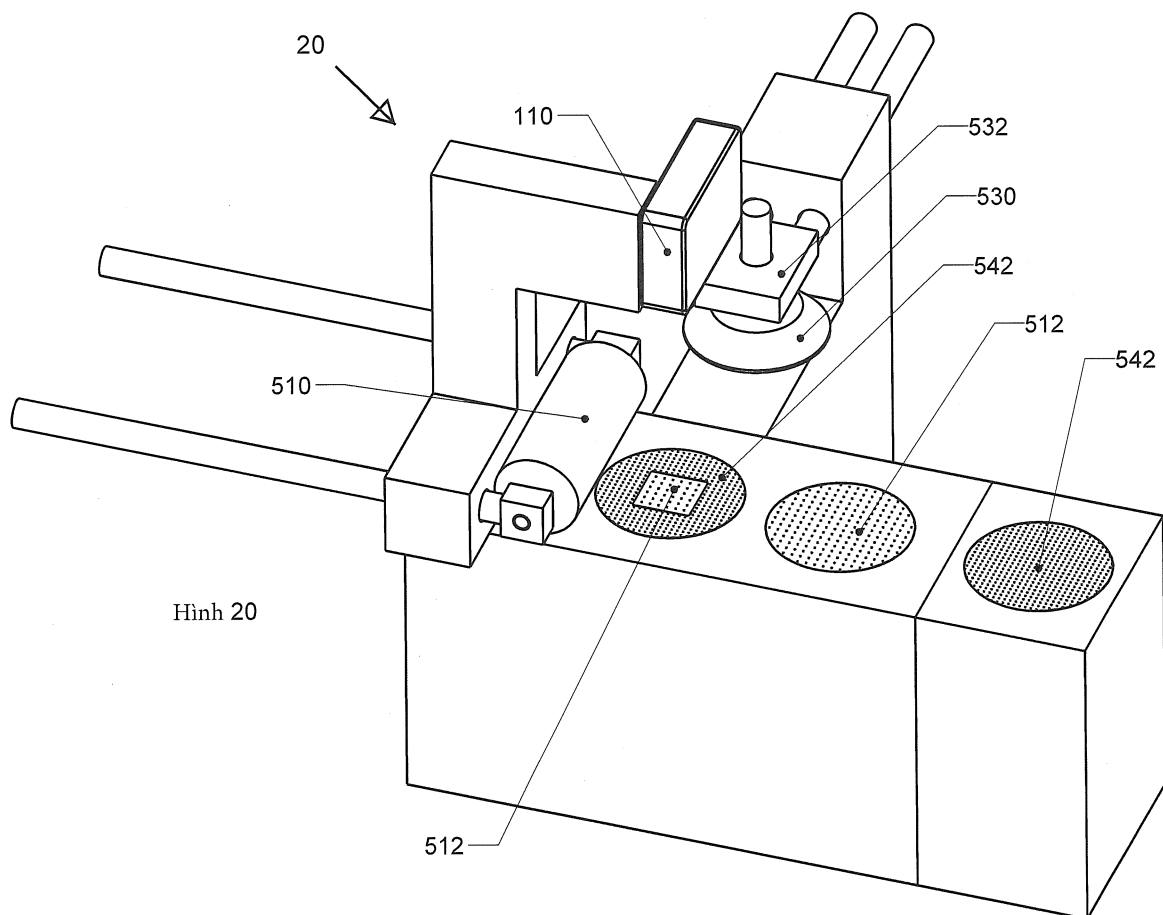


Hình 18

19/56

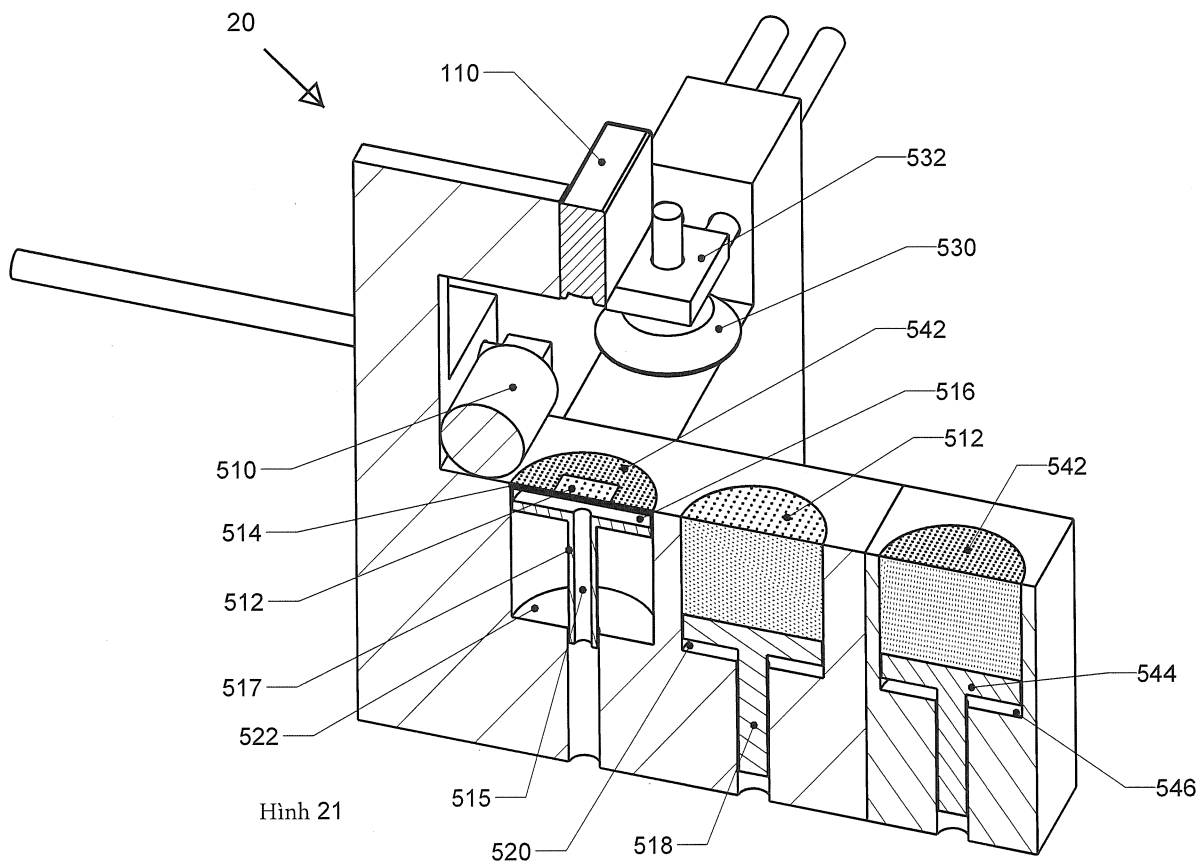


20/56



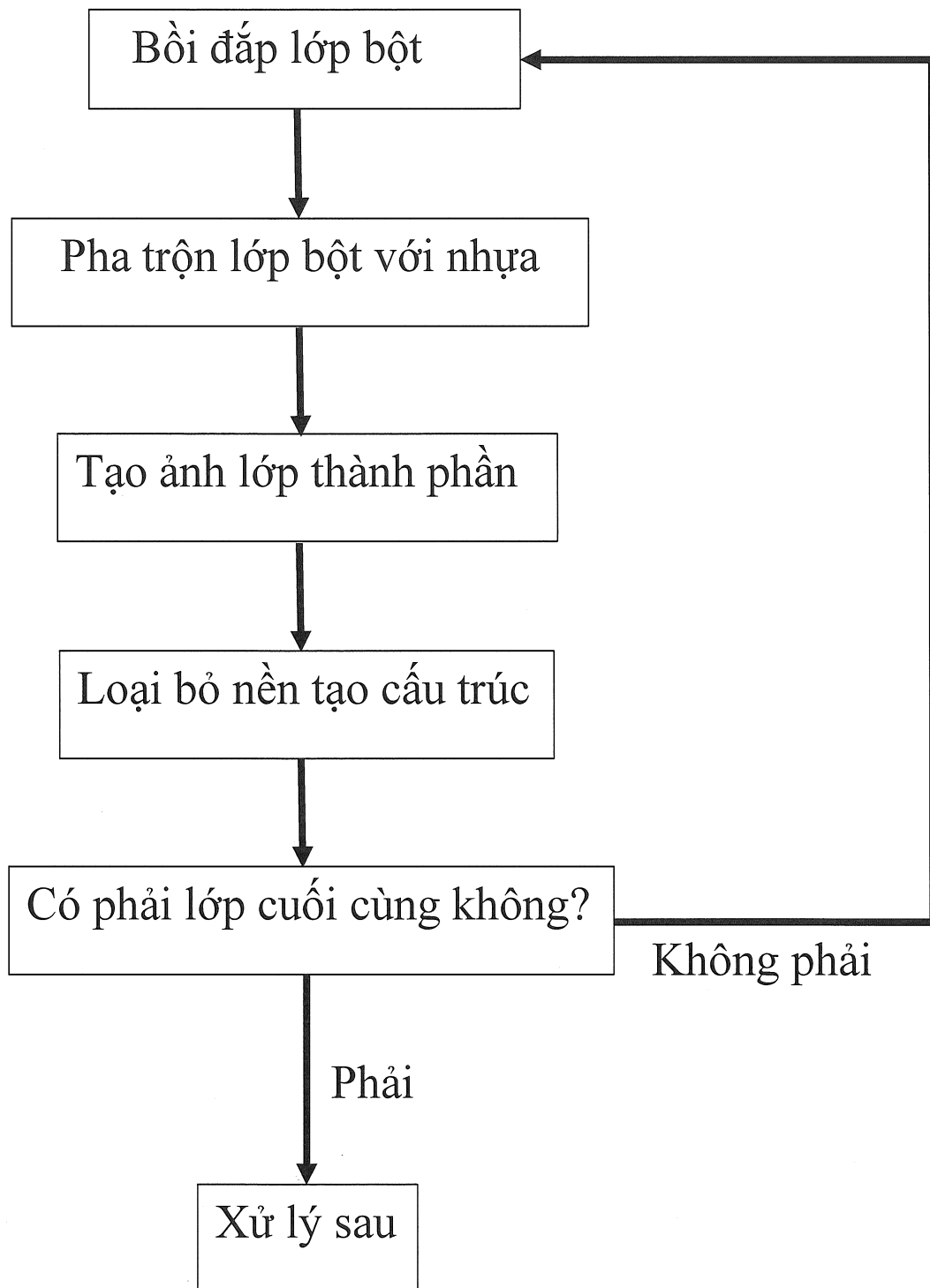
Hình 20

21/56

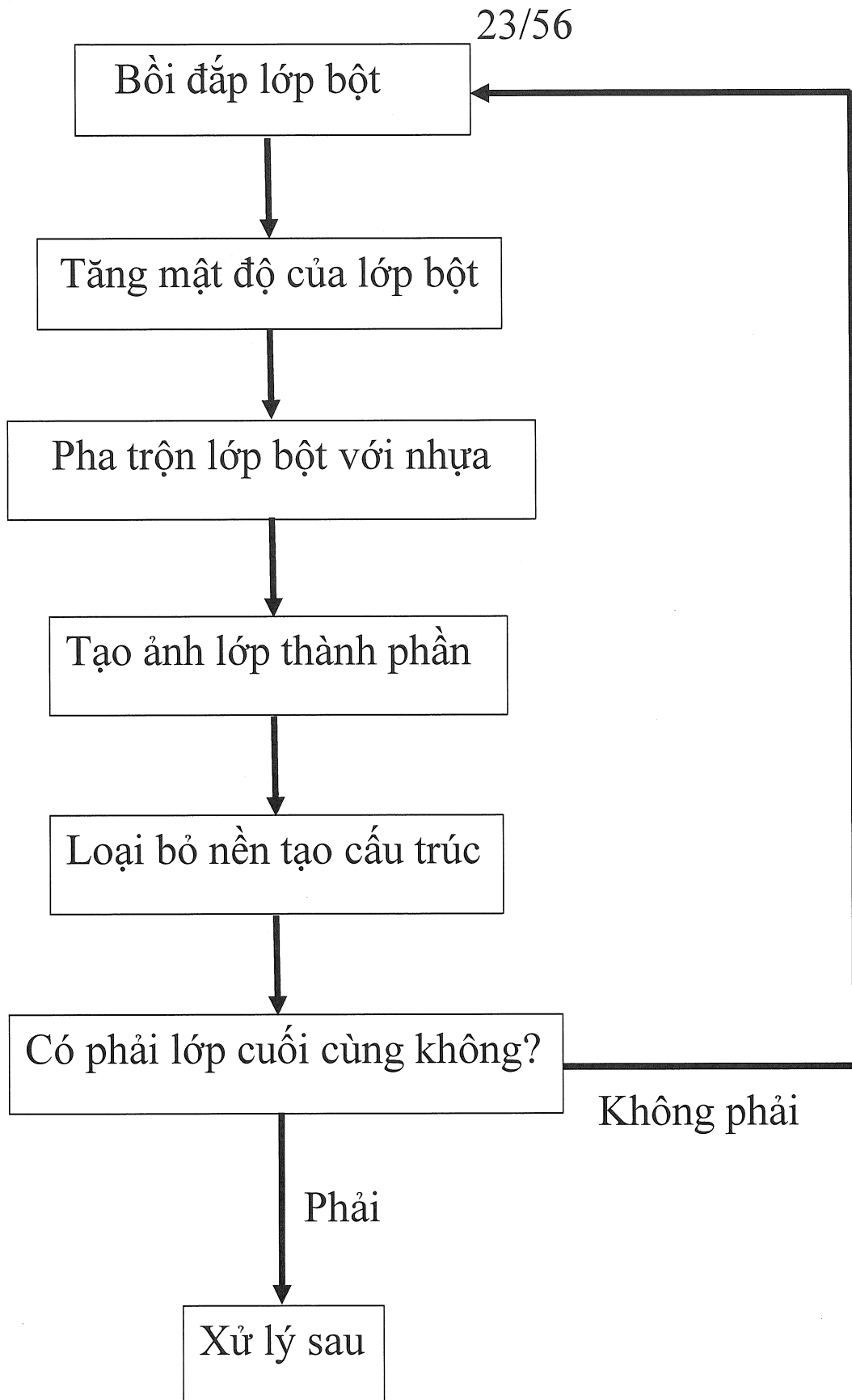


Hình 22

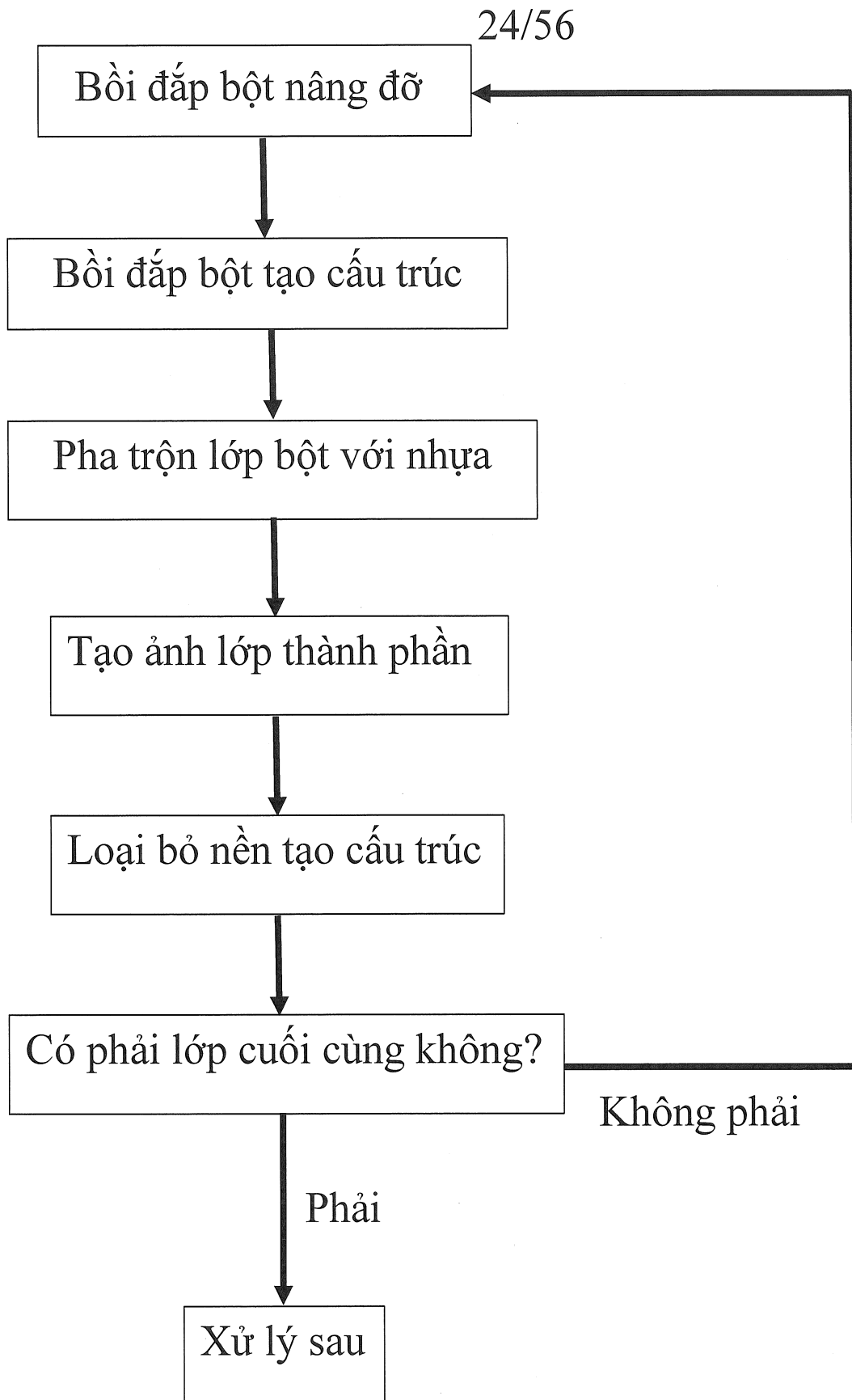
22/56



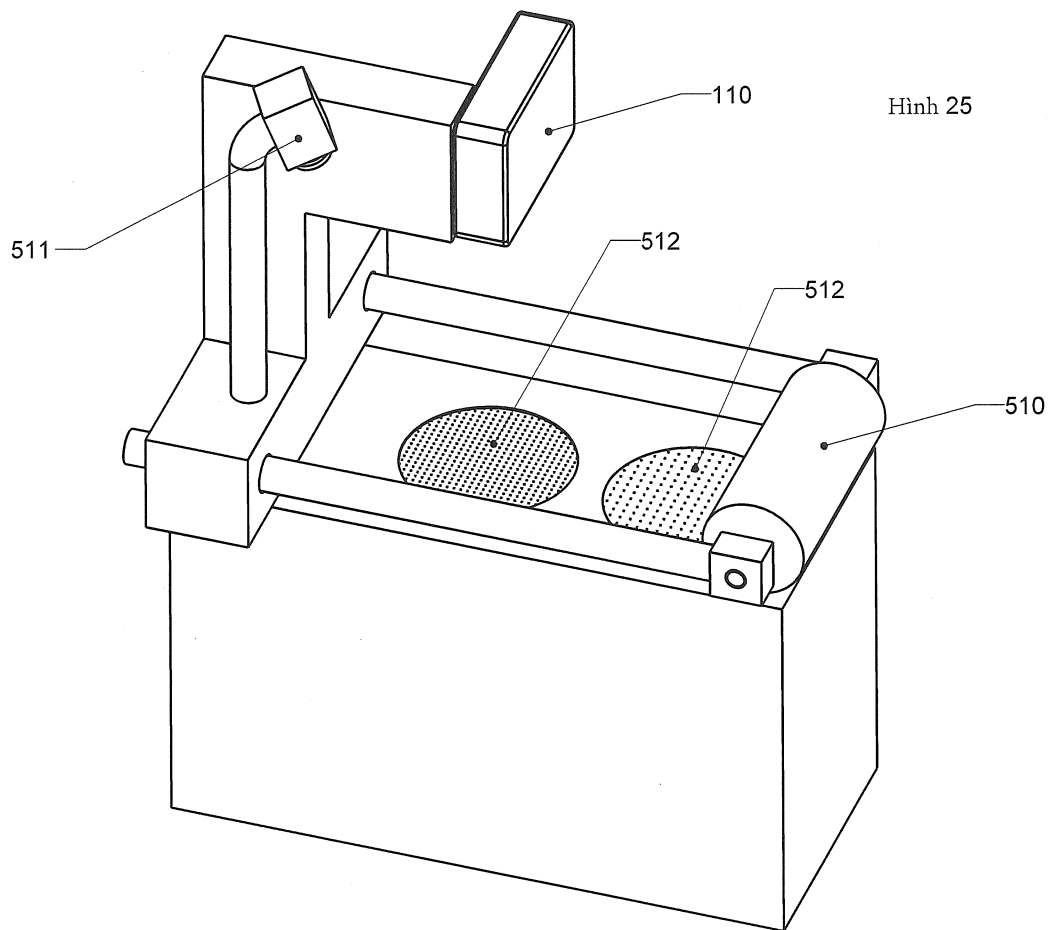
Hình 23



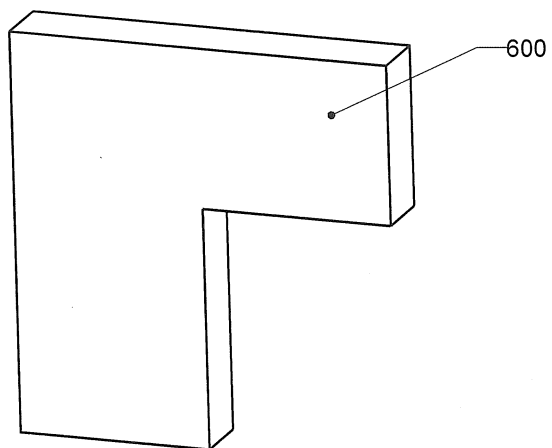
Hình 24



25/56



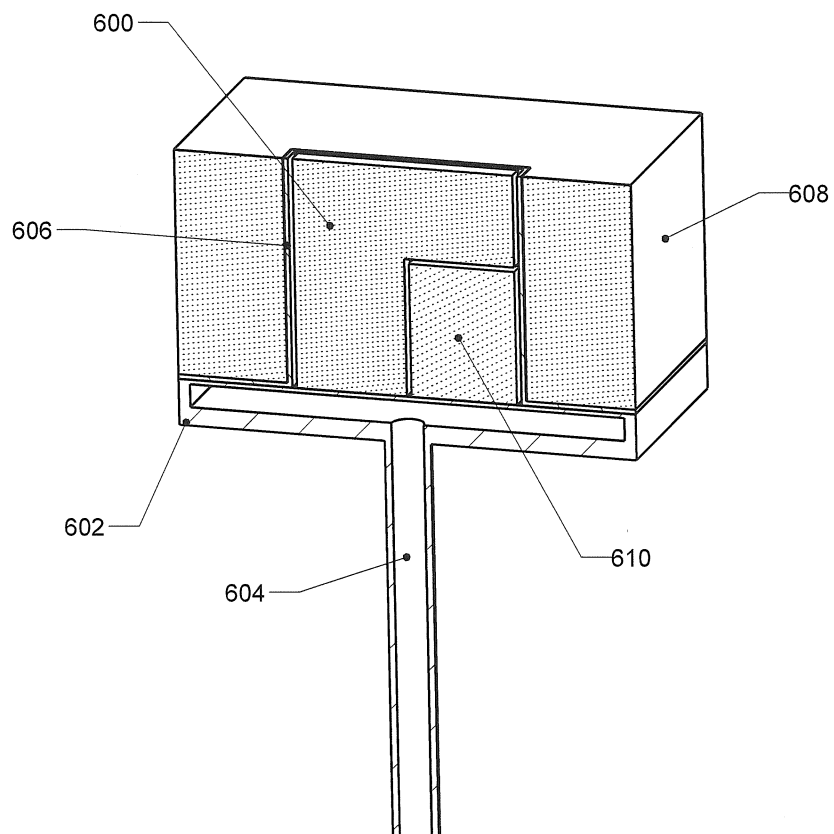
26/56



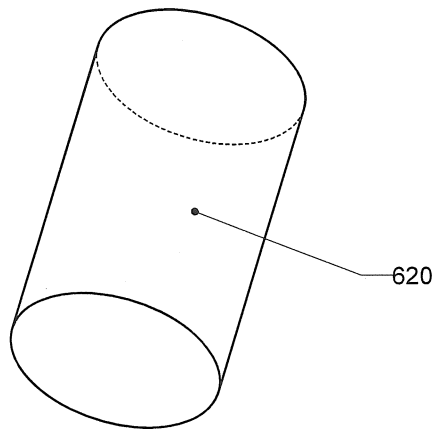
Hình 26

27/56

Hình 27

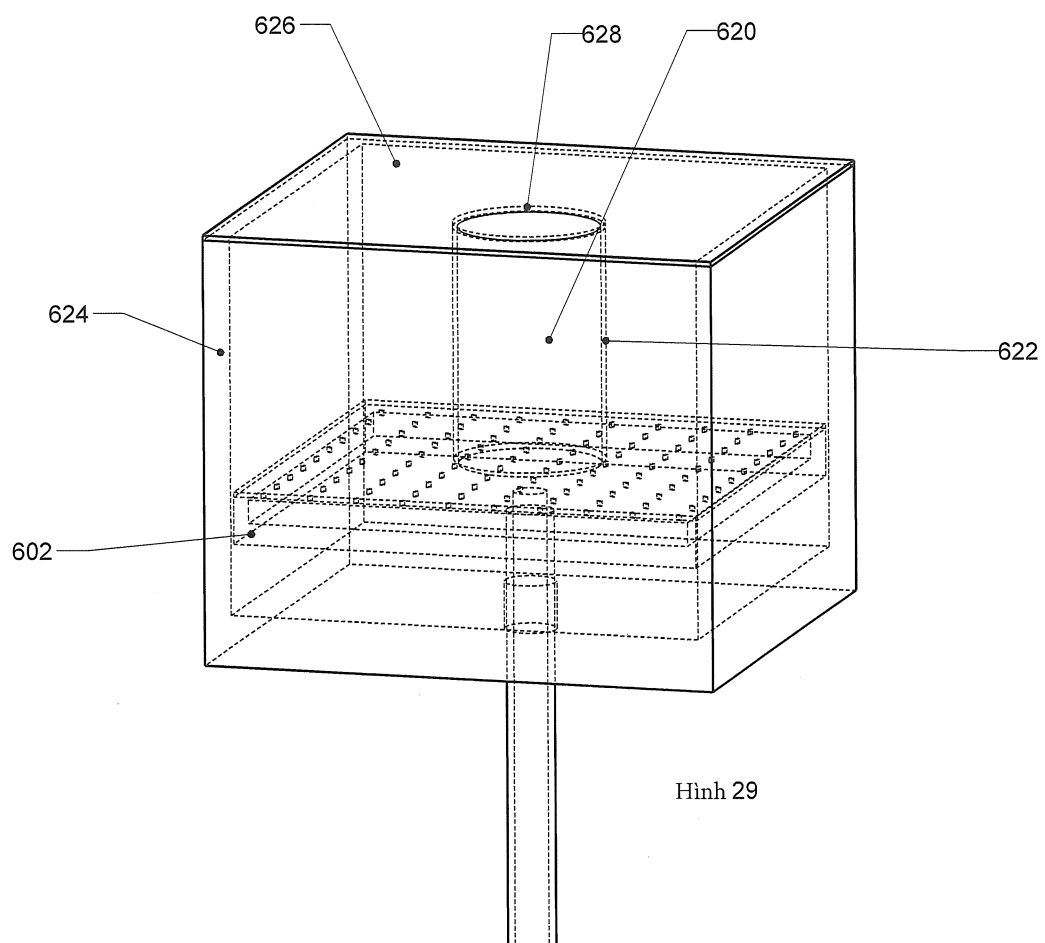


28/56



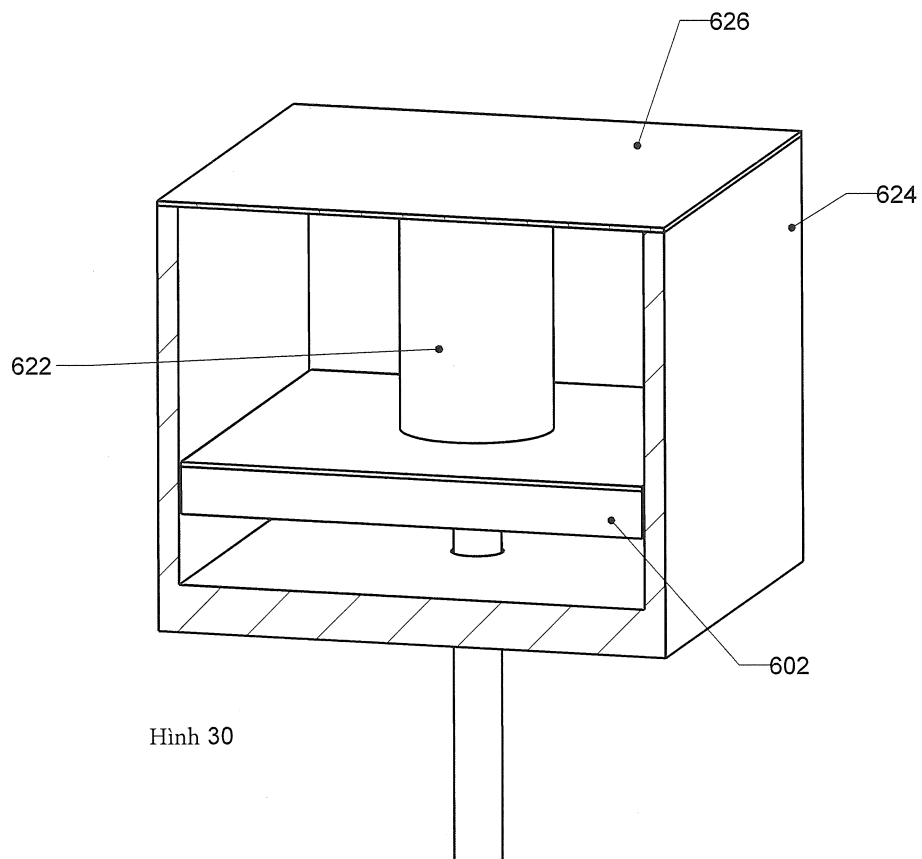
Hình 28

29/56



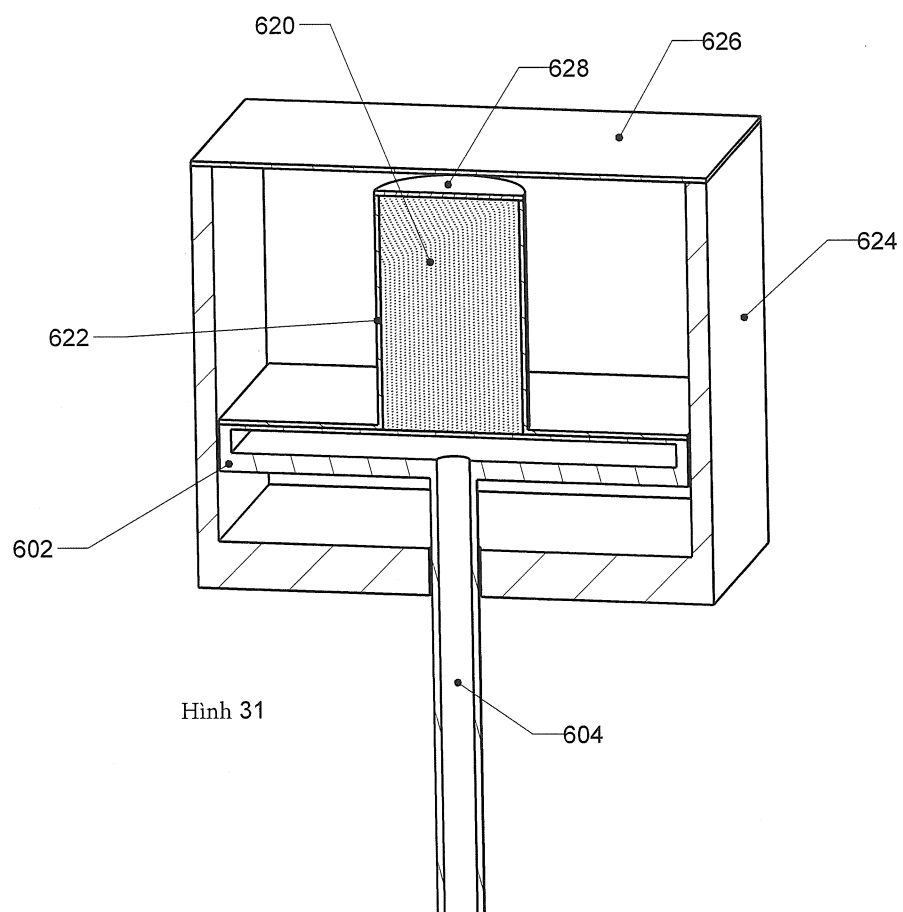
Hình 29

30/56



Hình 30

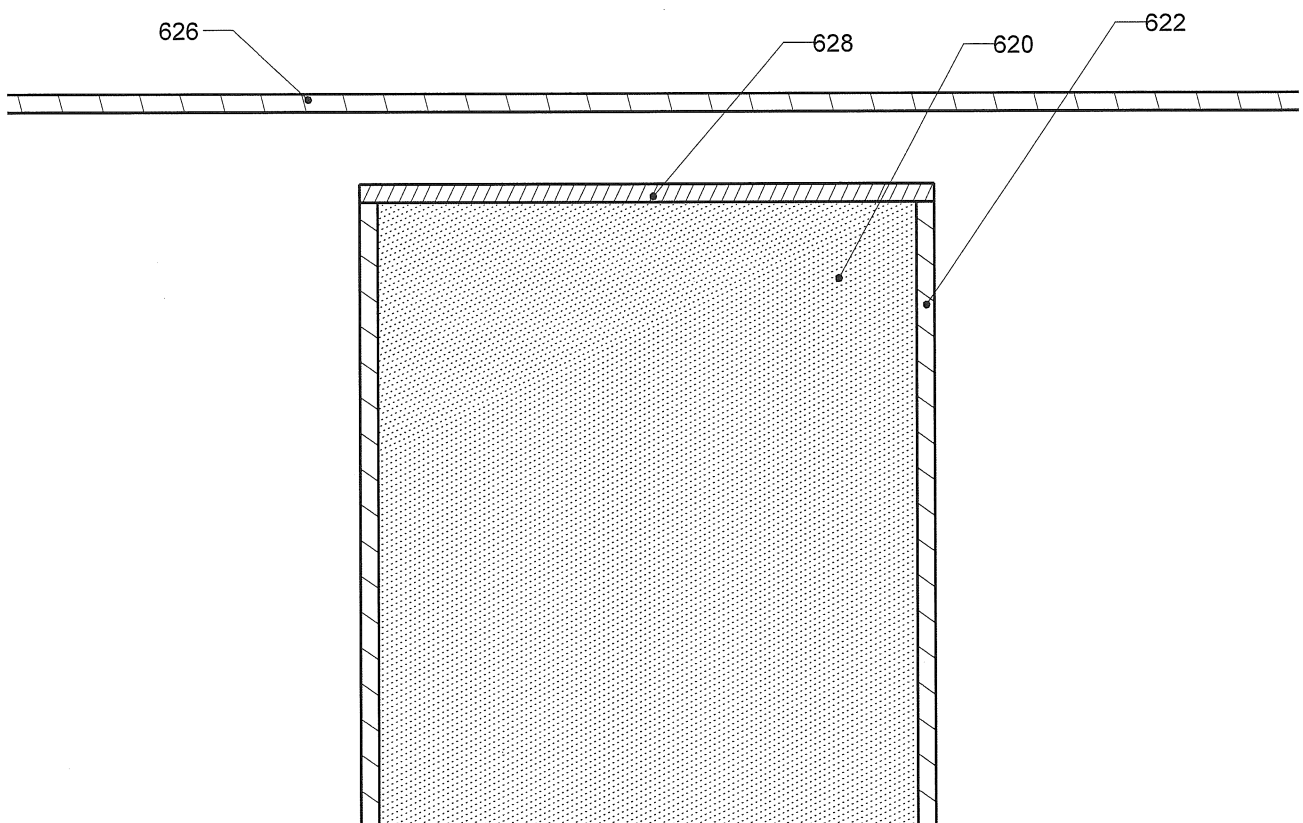
31/56



Hình 31

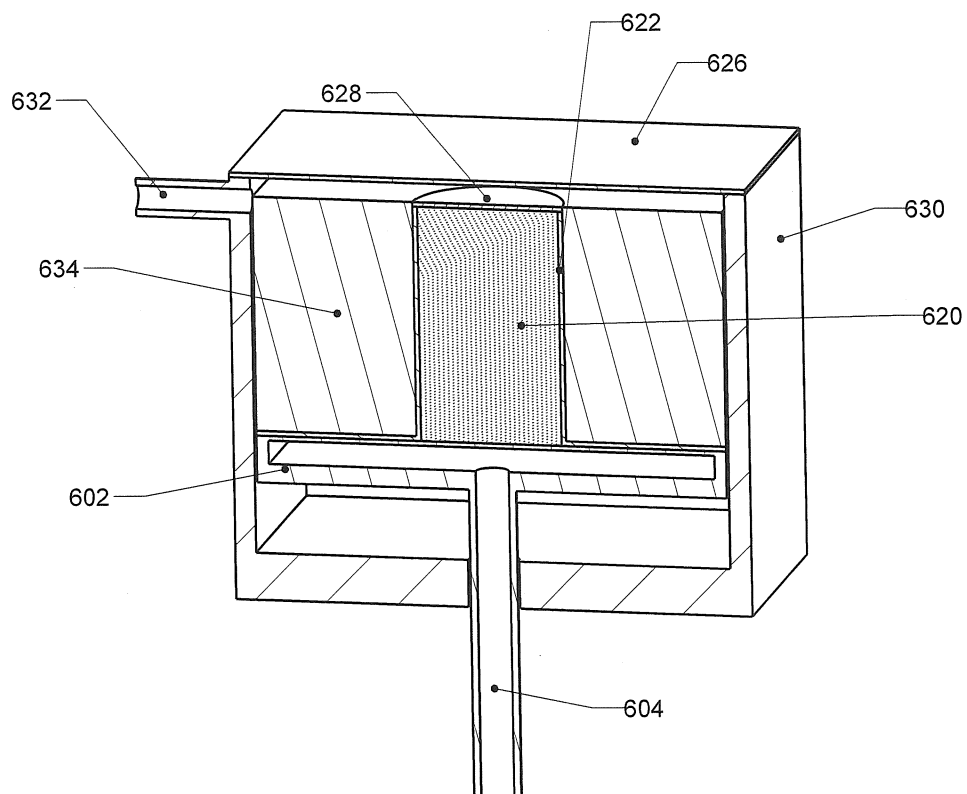
32/56

Hình 32



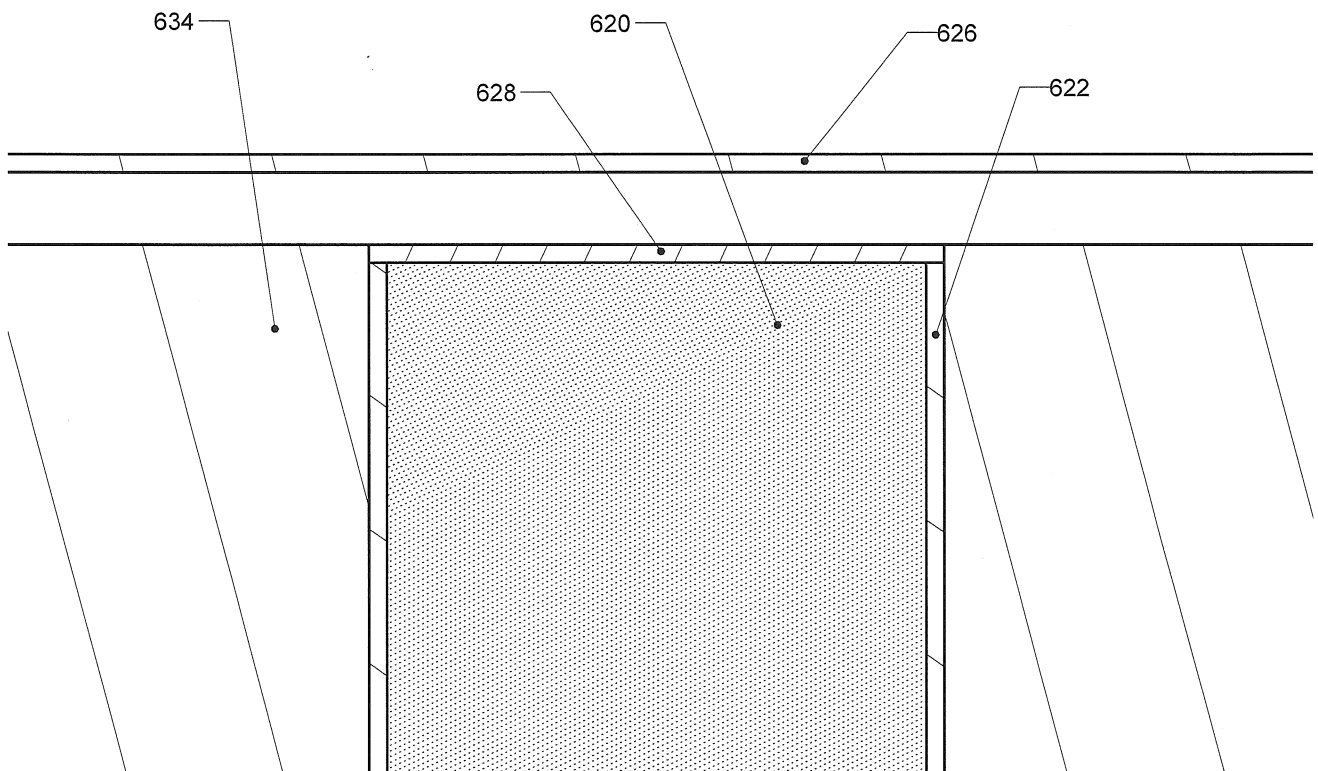
33/56

Hình 33



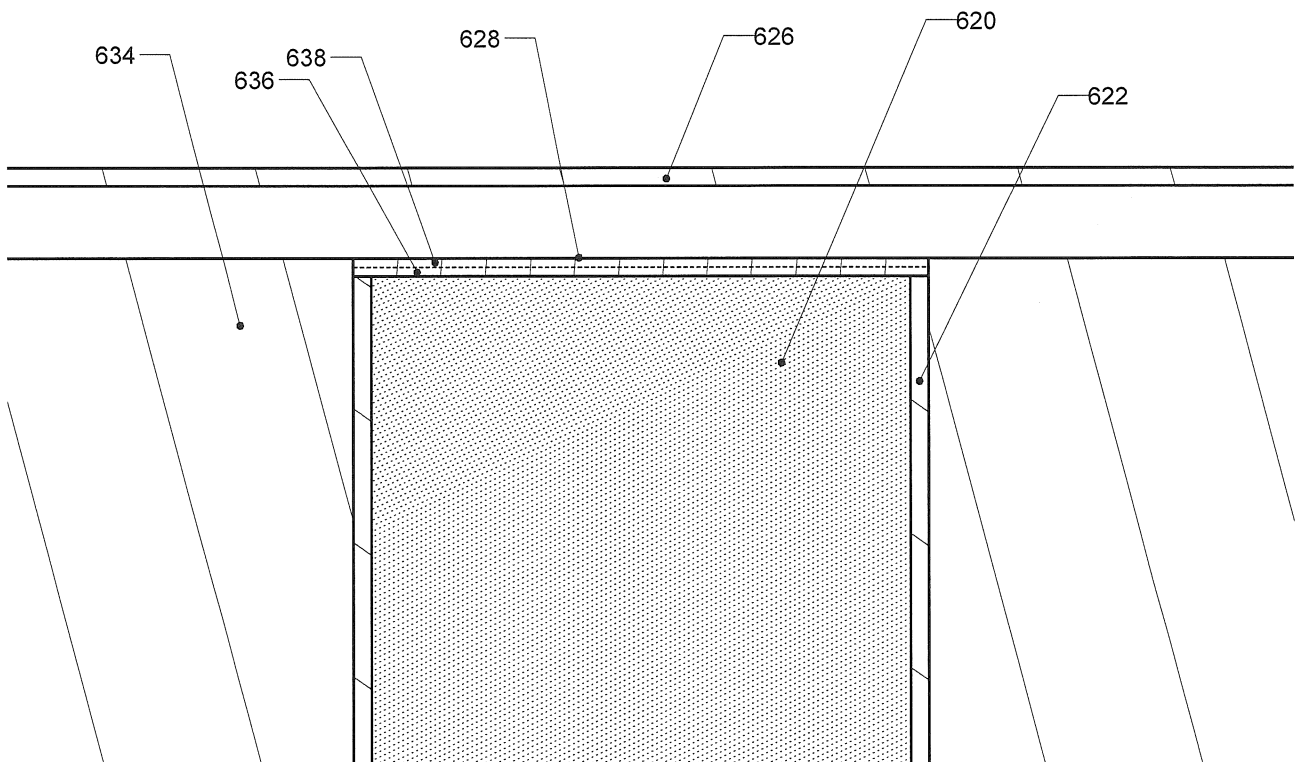
34/56

Hình 34

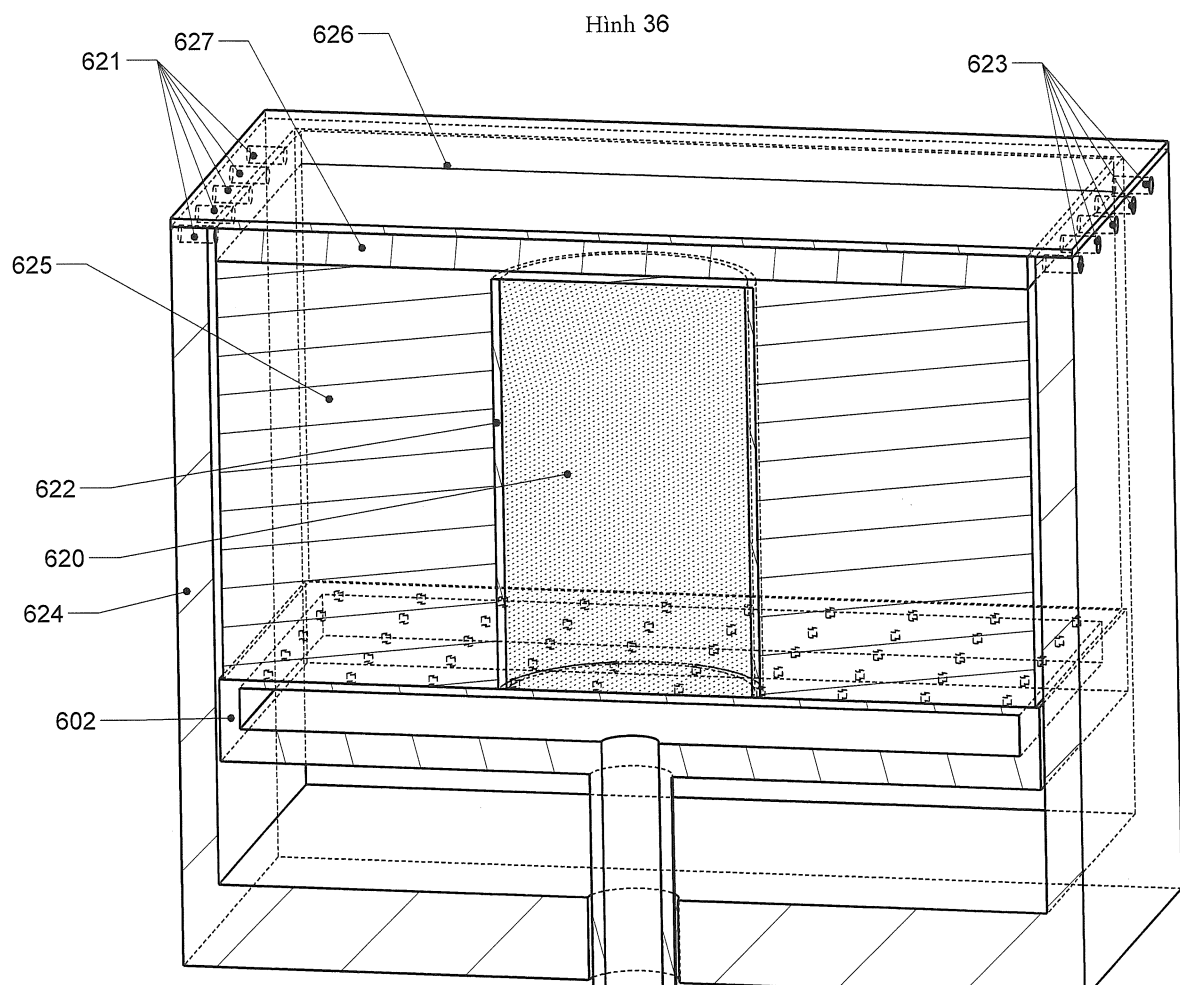


35/56

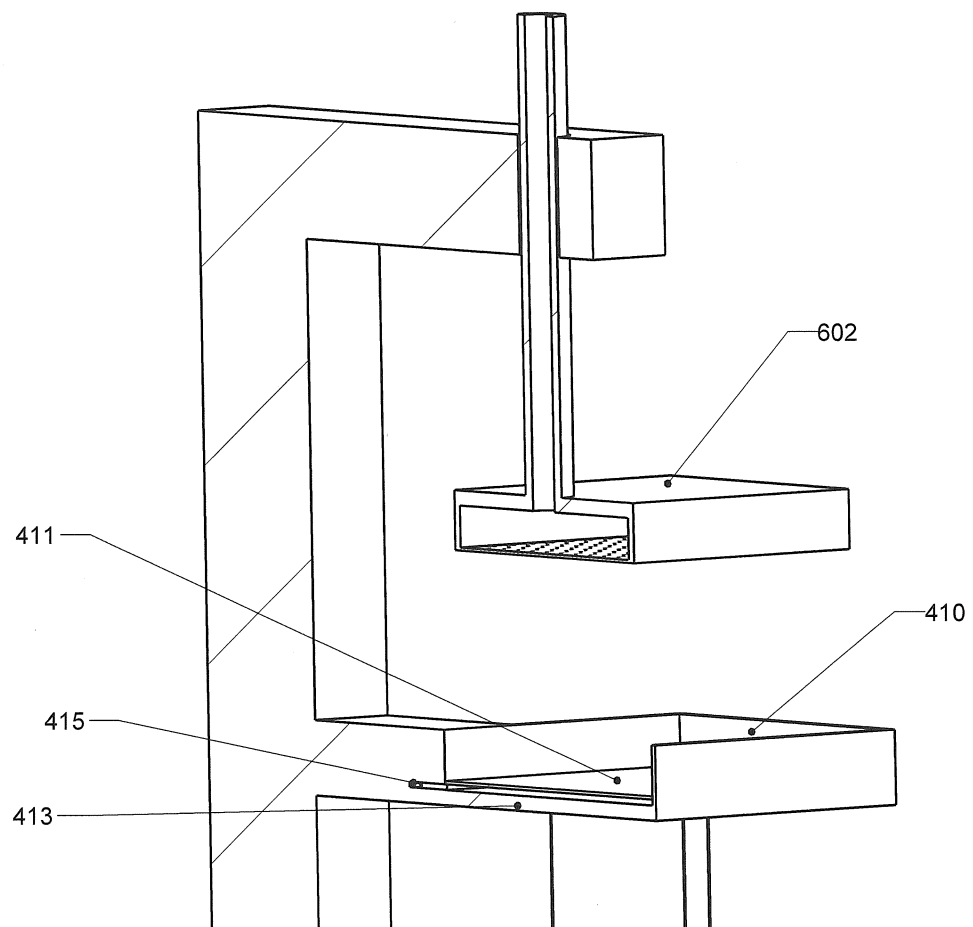
Hình 35



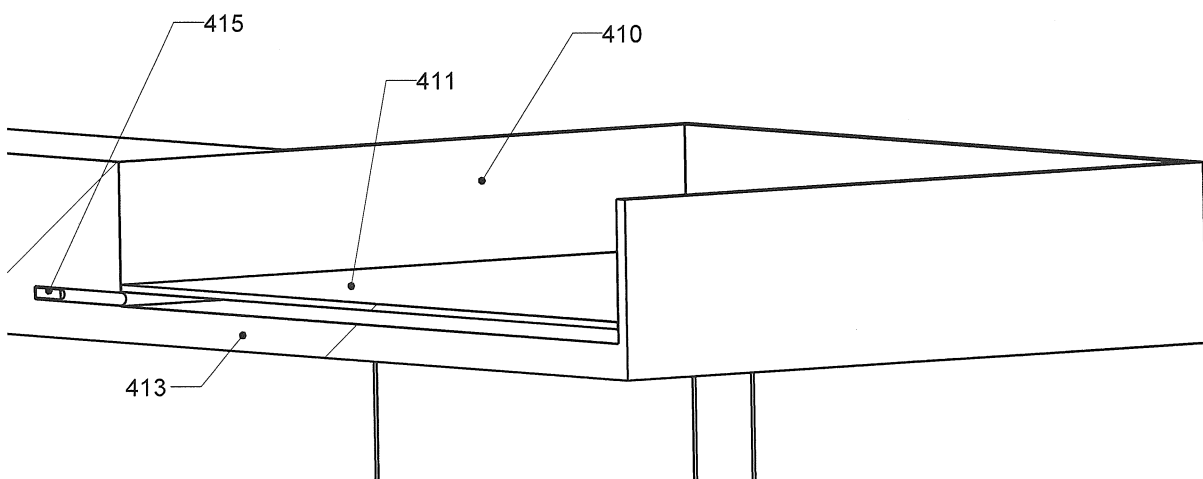
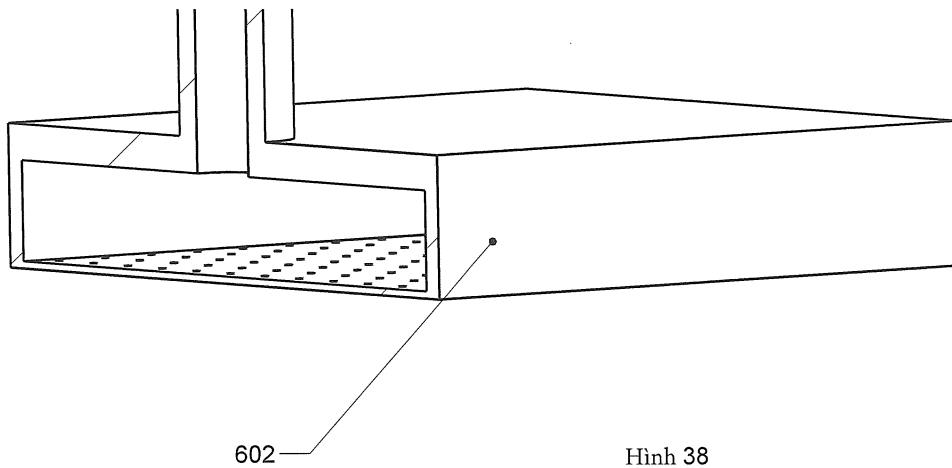
36/56



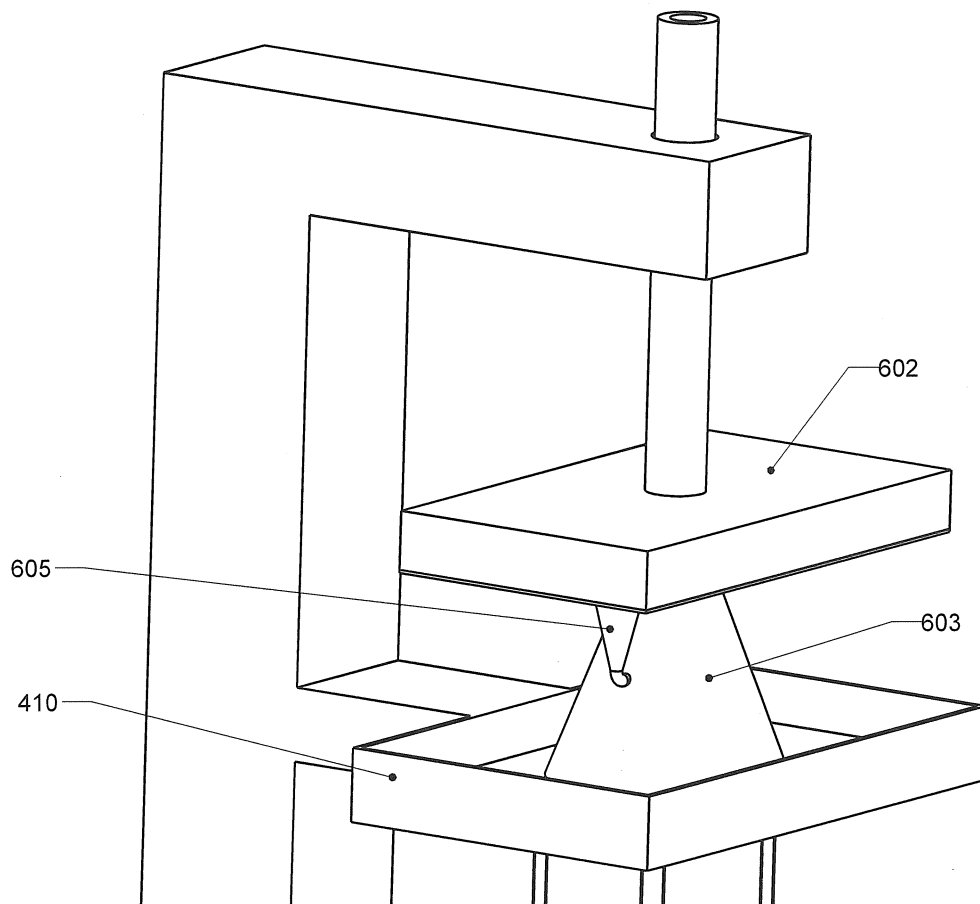
Hình 37



38/56

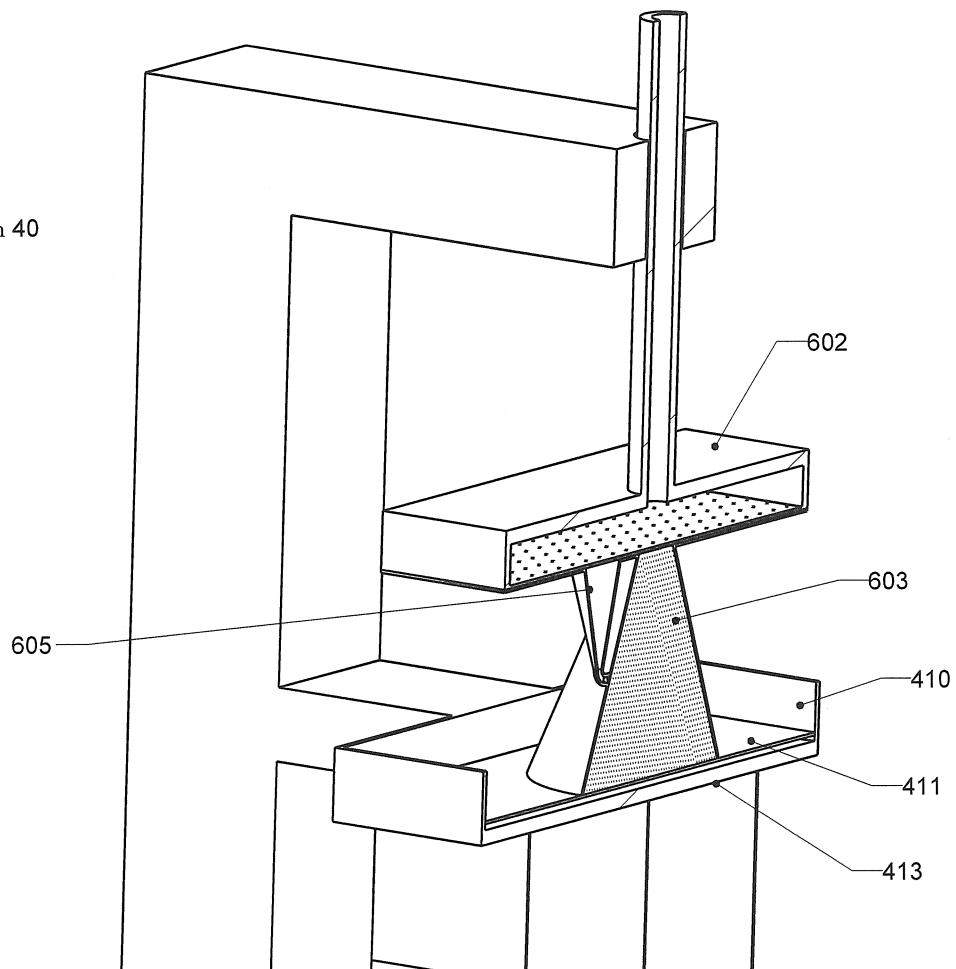


Hình 39

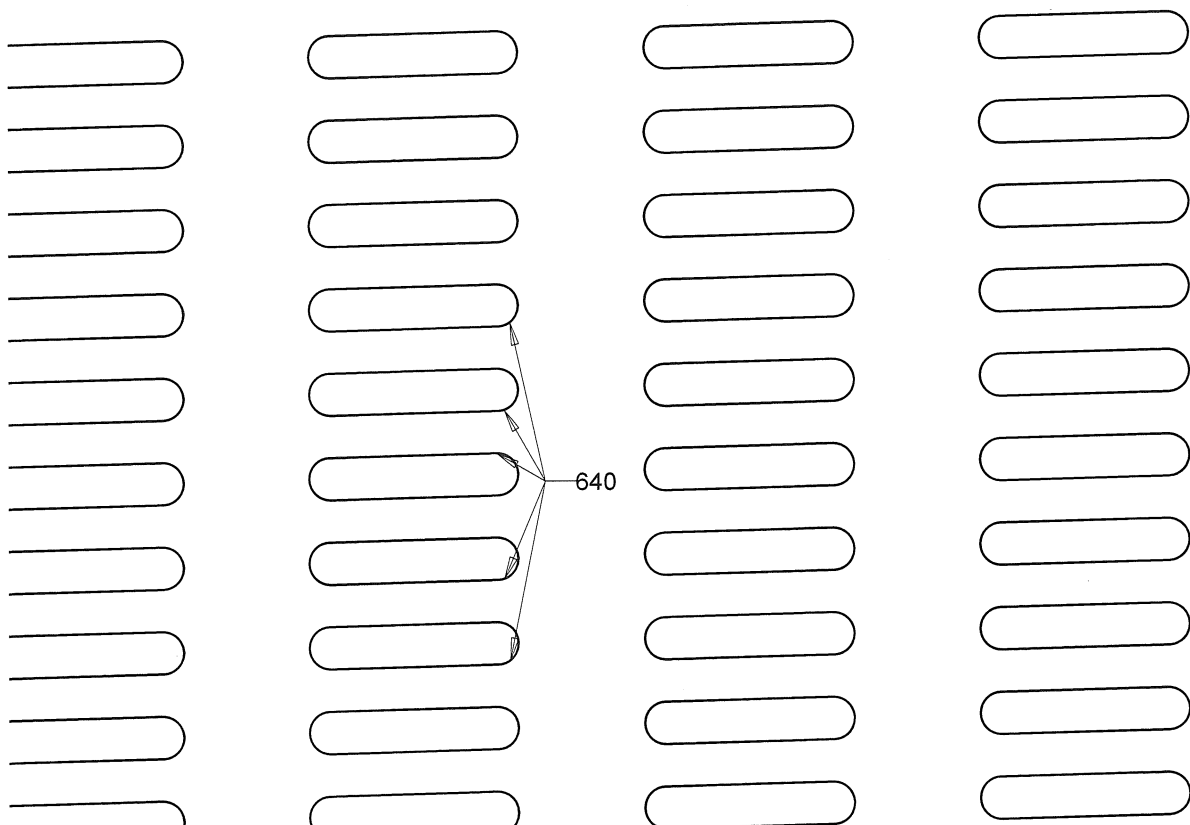


40/56

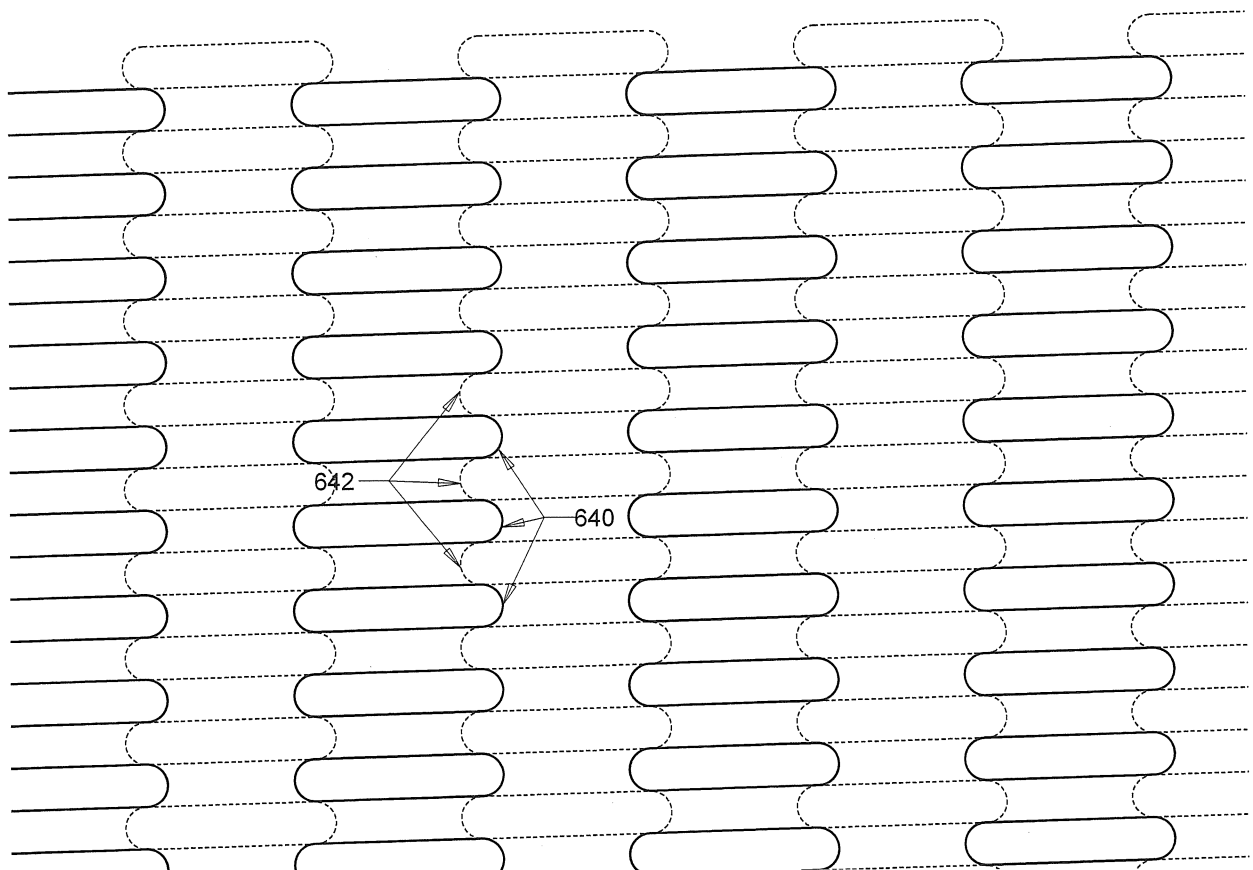
Hình 40



Hình 41

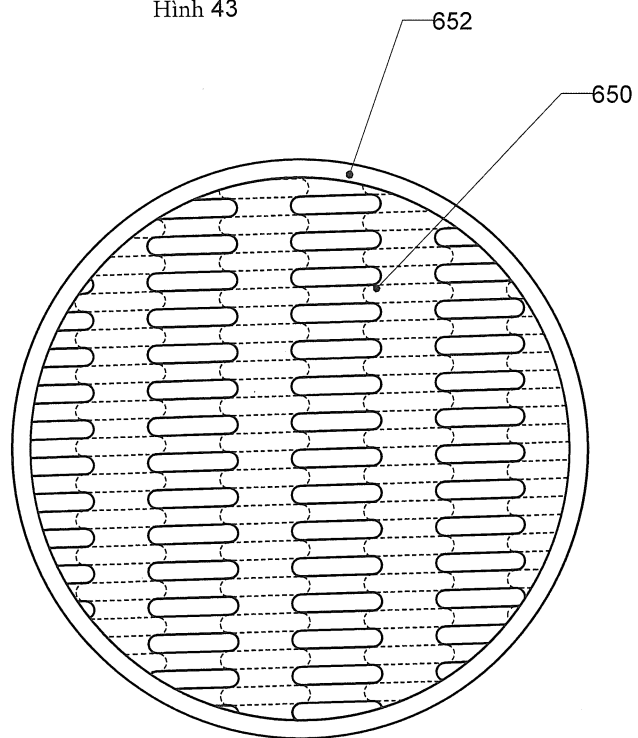


Hình 42



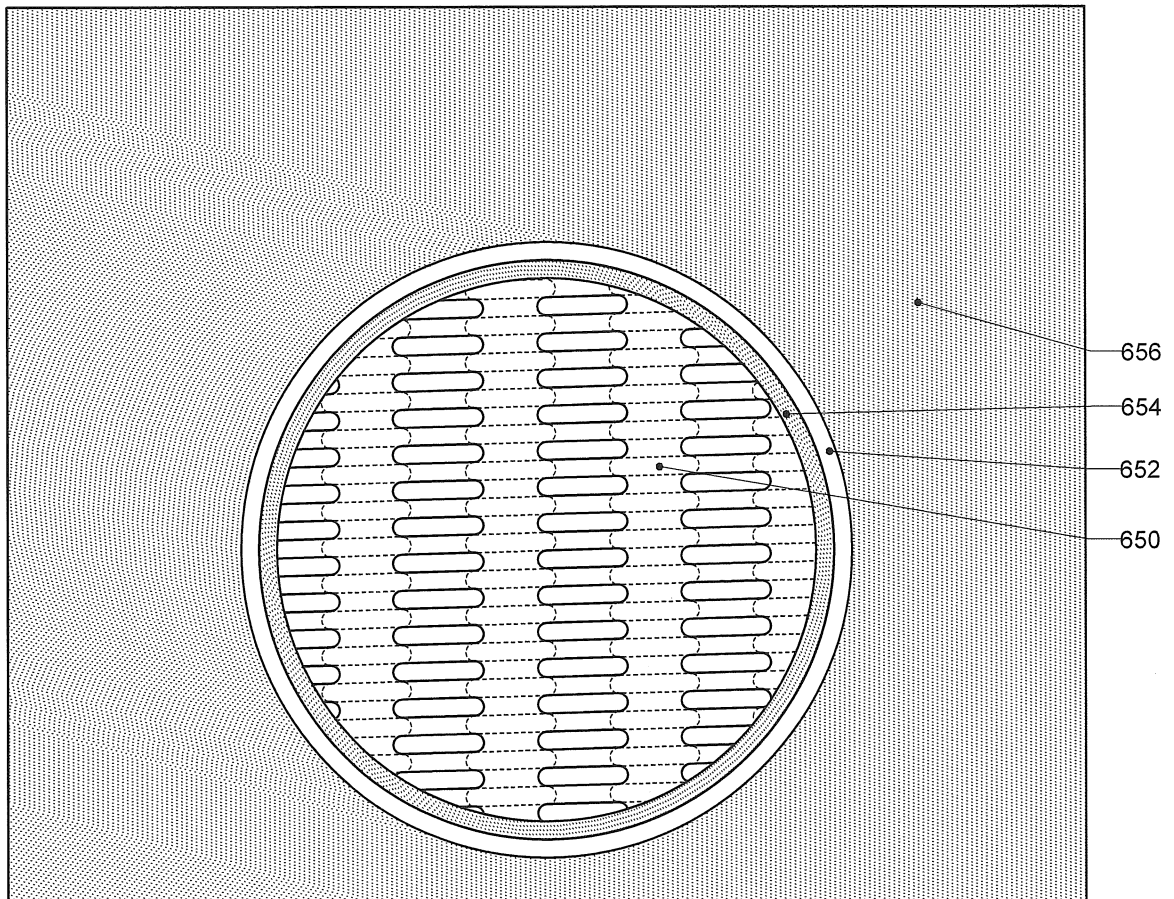
43/56

Hình 43



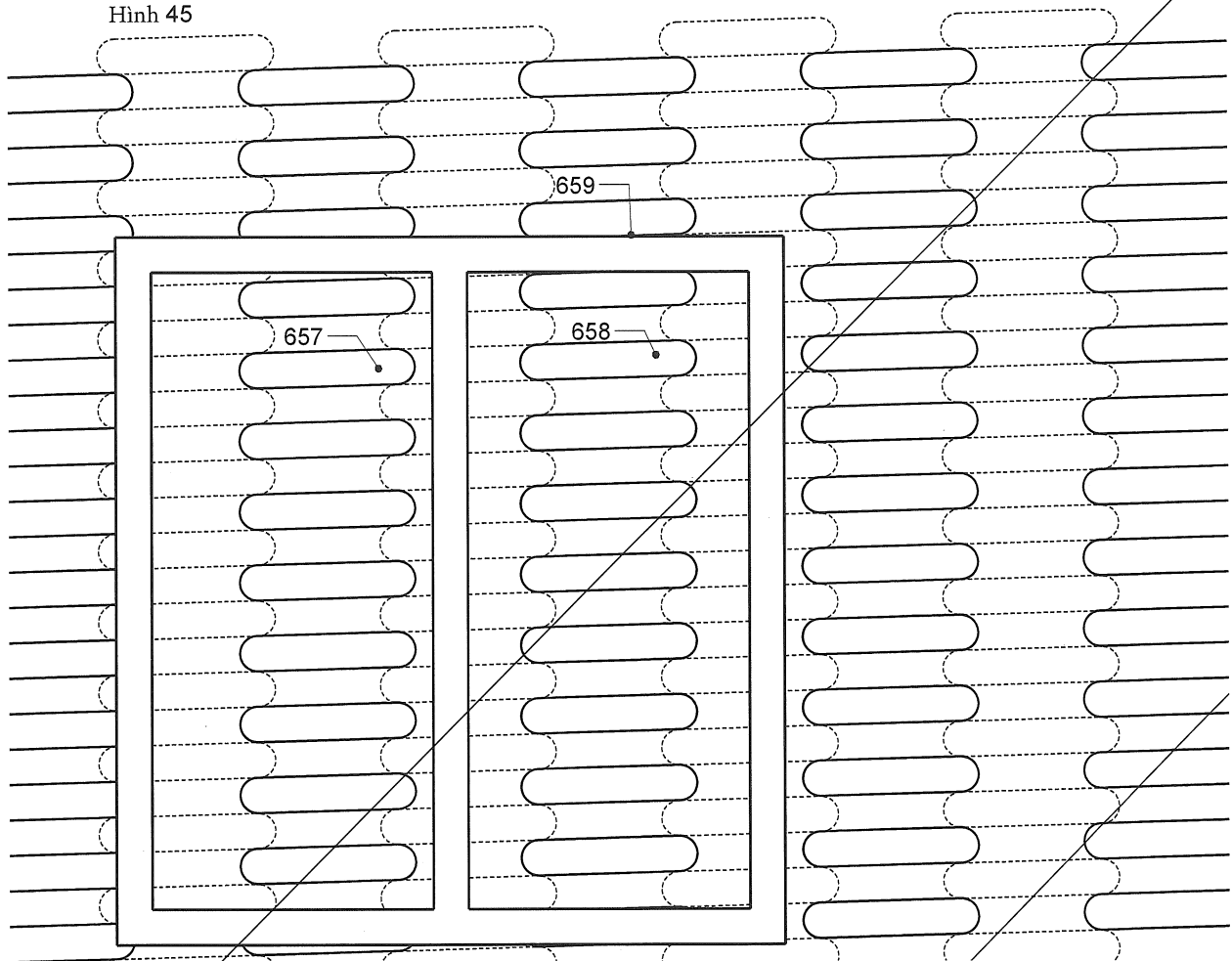
44/56

Hình 44

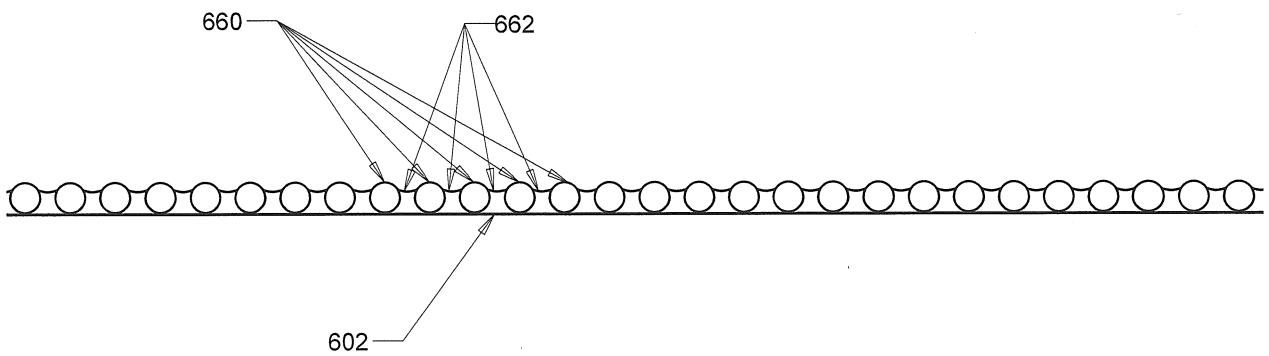


45/56

Hình 45

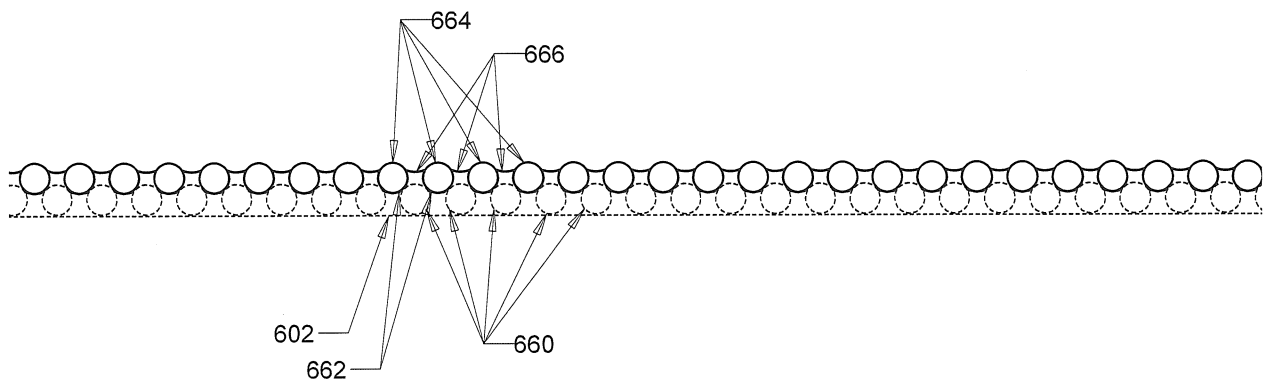


Hình 46



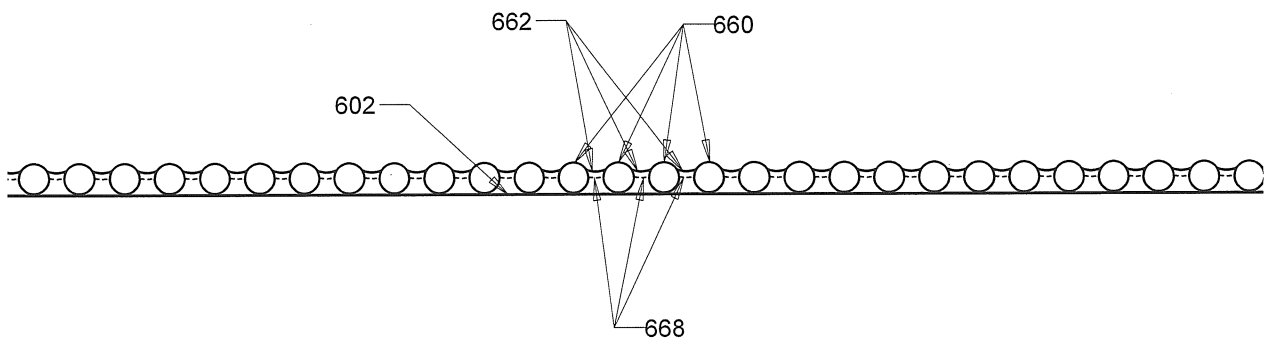
47/56

Hình 47

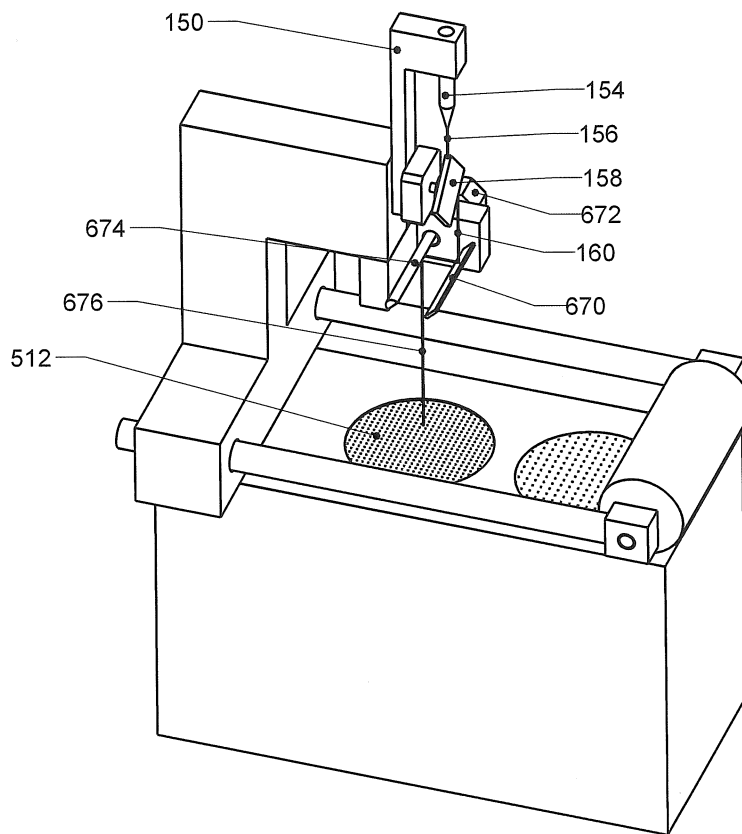


48/56

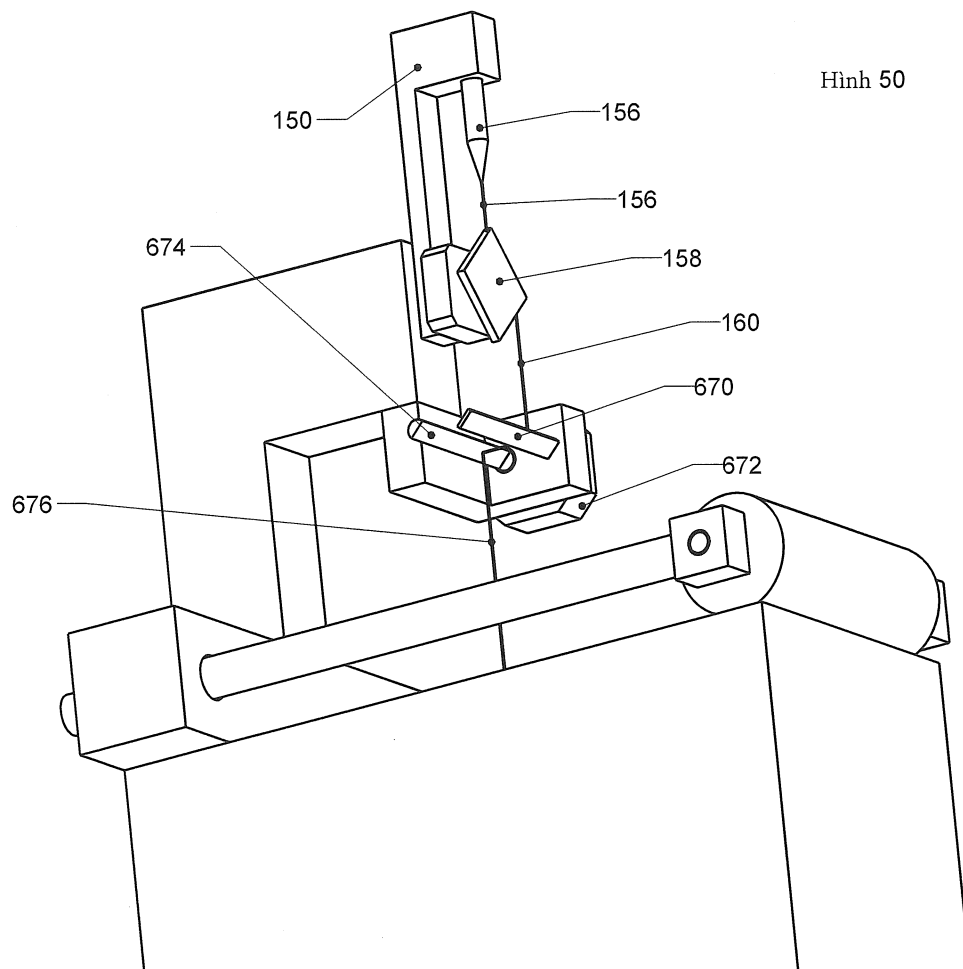
Hình 48



Hình 49

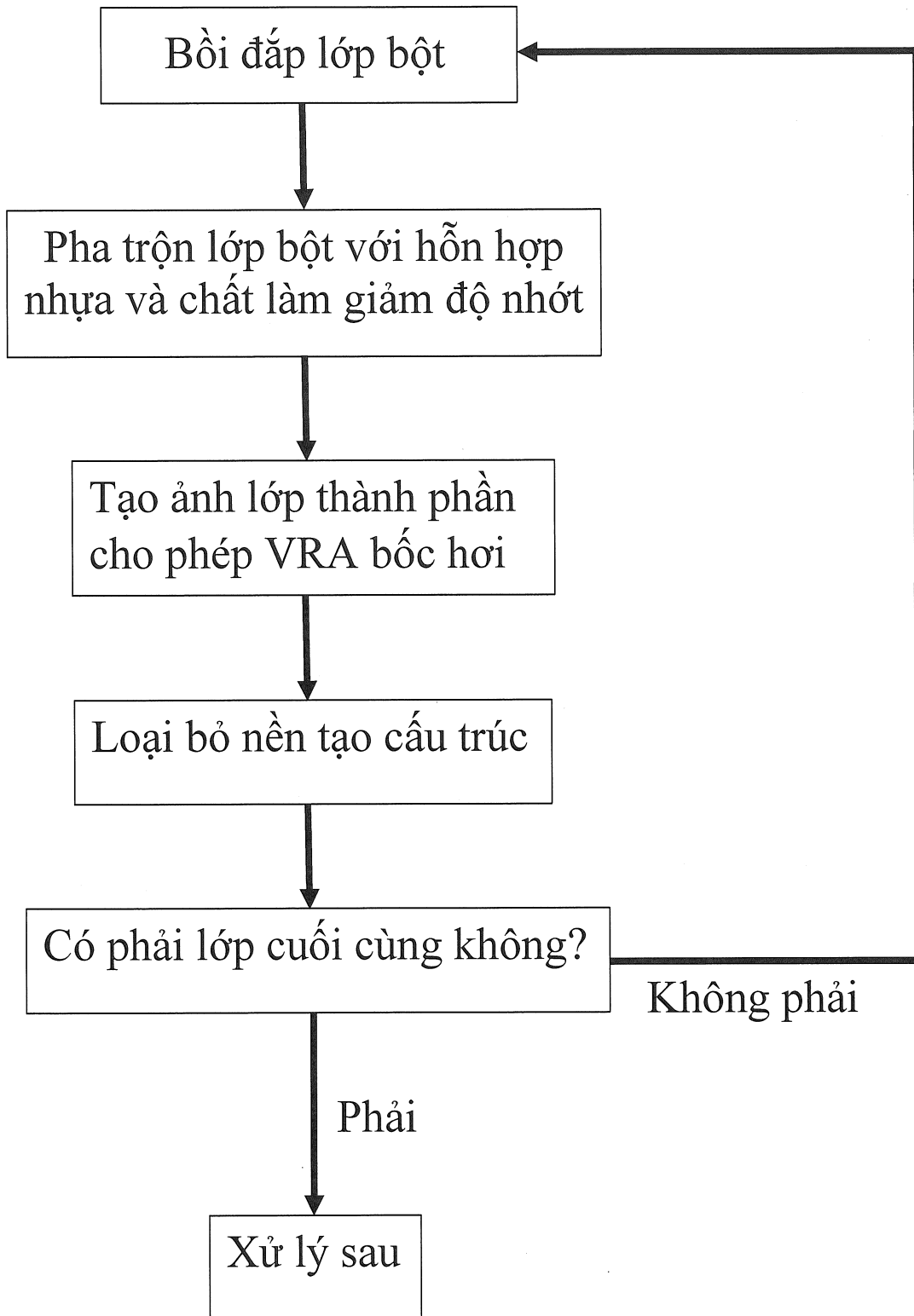


50/56



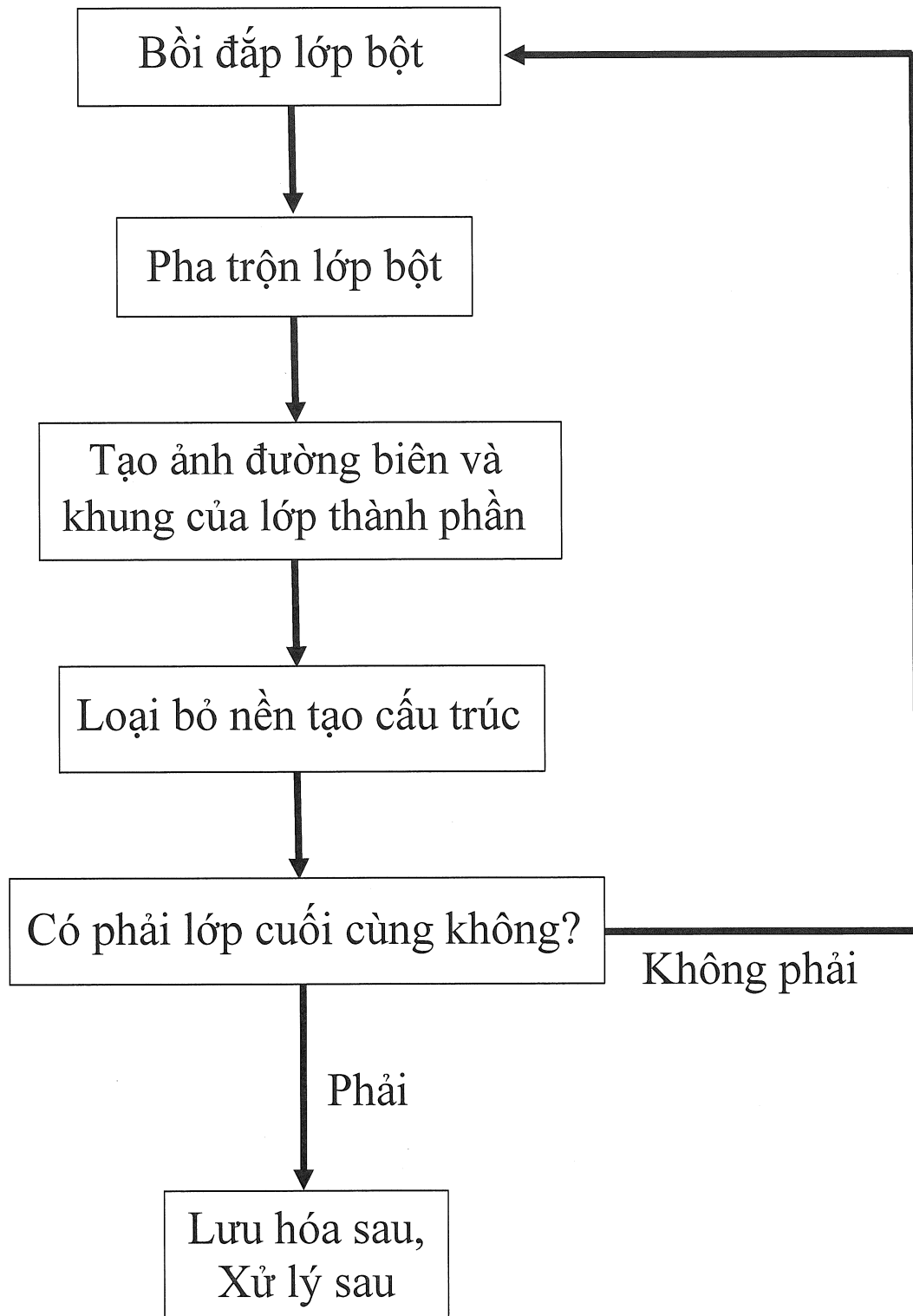
Hình 51

51/56

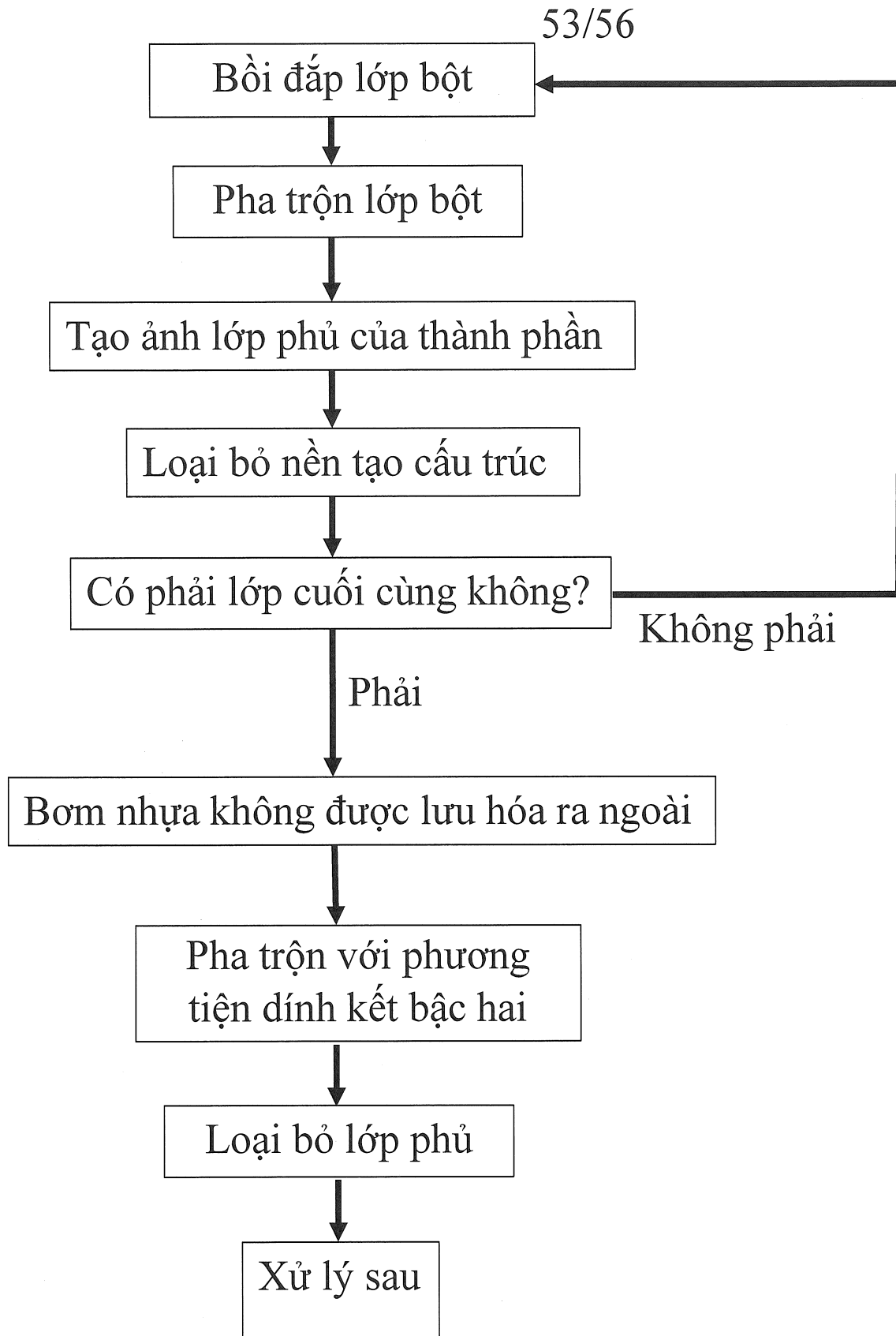


Hình 52

52/56

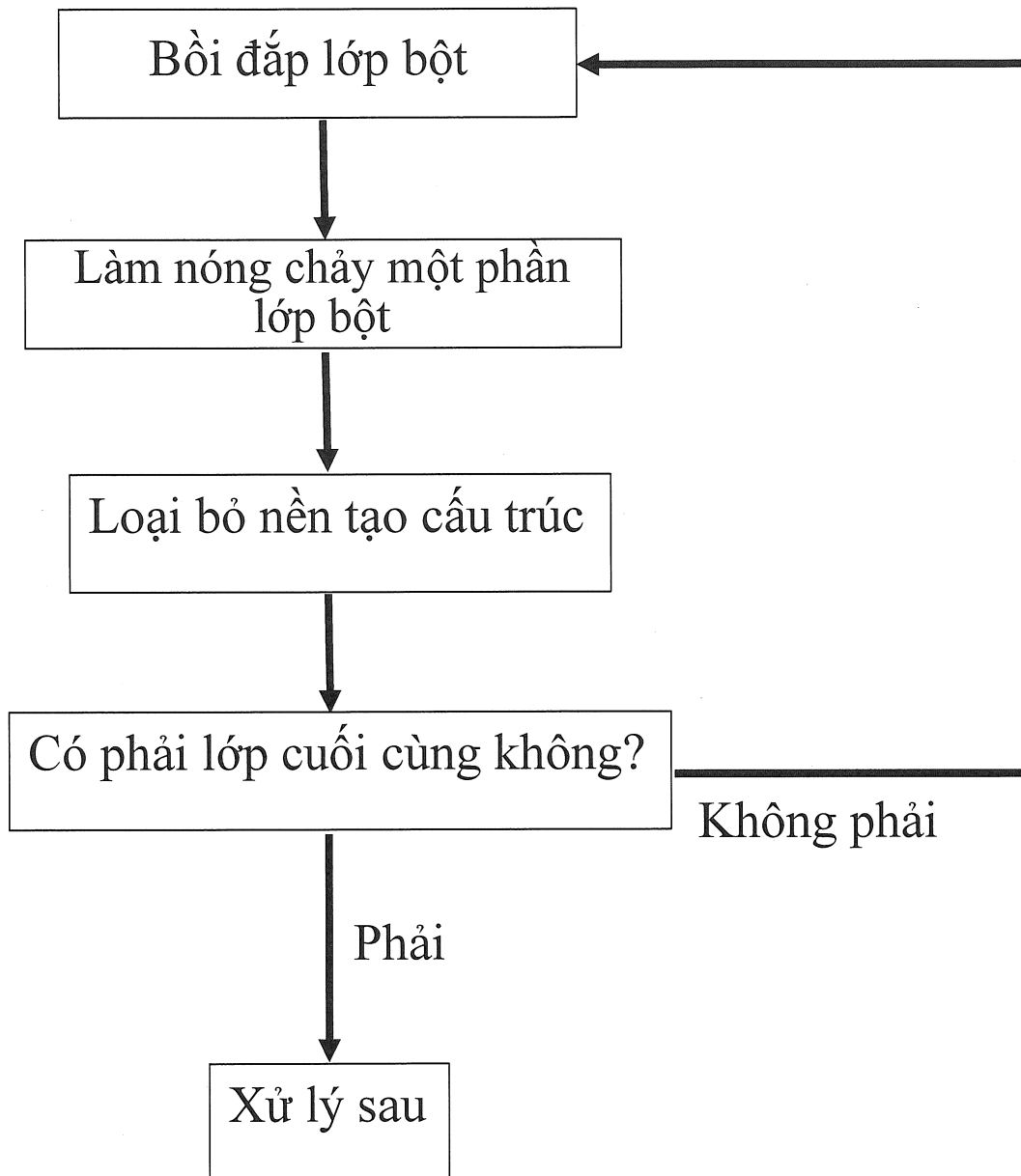


Hình 53



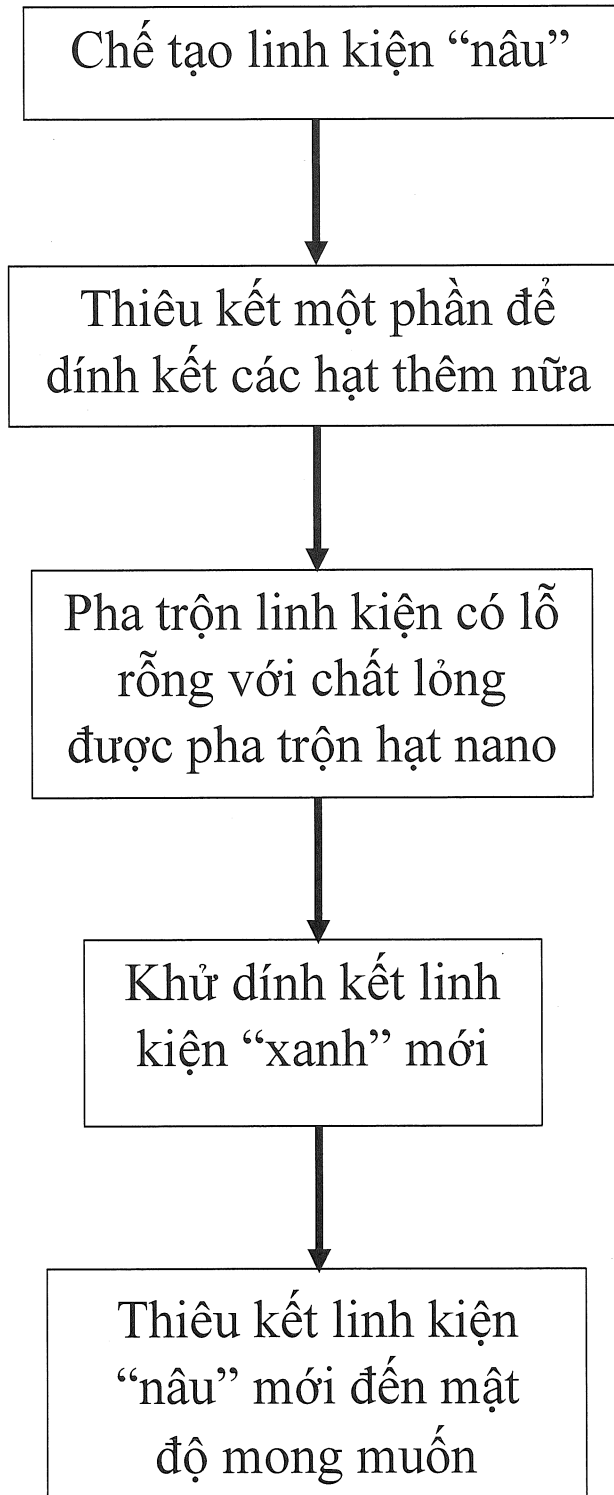
Hình 54

54/56



Hình 55

55/56



Hình 56

56/56

