



(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)



1-0048110

(51)^{2020.01} C23C 16/455; C23C 16/02

(13) B

(21) 1-2022-02294

(22) 24/09/2020

(86) PCT/FI2020/050626 24/09/2020

(87) WO 2021/058872 01/04/2021

(30) 20195816 25/09/2019 FI

(45) 25/06/2025 447

(43) 27/06/2022 411A

(73) BENEQ OY (FI)

Olarinluoma 9, 02200 Espoo, Finland

(72) SÖDERLUND, Mikko (FI); MERILÄINEN, Pasi (FI); RABINZOHN, Patrick (FI);
BOSUND, Markus (FI).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ CỤM THIẾT BỊ XỬ LÝ BỀ MẶT ĐỂ BÁN DẪN

(21) 1-2022-02294

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị xử lý bề mặt đế (100) bằng cụm thiết bị (1) bao gồm buồng vận chuyển (10) và hai hoặc nhiều buồng phản ứng xử lý (20, 30, 40, 60) được kết nối với buồng vận chuyển (10). Phương pháp bao gồm thêm việc cho bề mặt đế (100) tiến hành bước xử lý bề mặt để tạo ra bề mặt đế đã xử lý, cung cấp lớp phân giới trên bề mặt đế đã xử lý của đế (100) để tạo ra bề mặt đế phân giới, và cung cấp lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới đế (100). Các bước xử lý được thực hiện trong ít nhất hai buồng phản ứng xử lý khác nhau (20, 30, 40, 60) được kết nối với buồng vận chuyển (10) để đế (100) được vận chuyển giữa ít nhất hai buồng phản ứng xử lý (20, 30, 40, 60) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không.

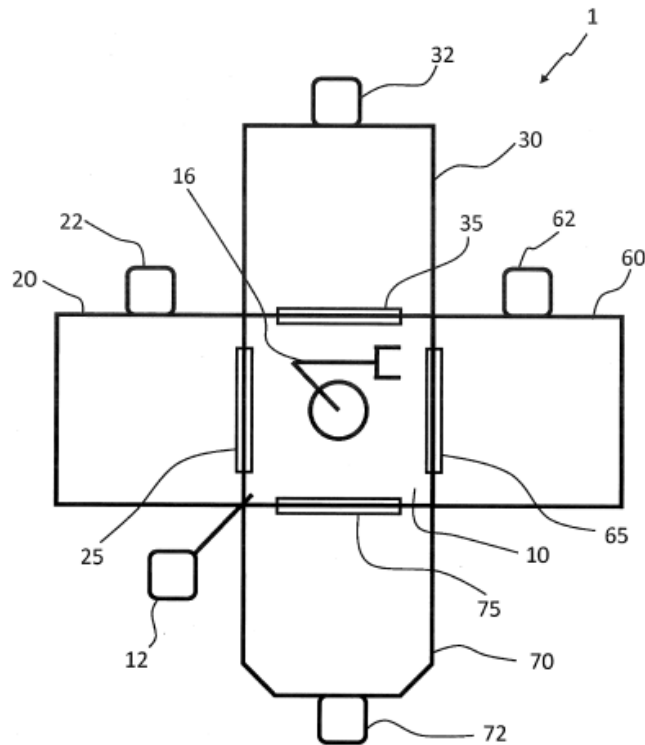


Fig. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp xử lý bề mặt đế bán dẫn và cụ thể hơn, đề cập đến phương pháp theo phần giới thiệu của điểm yêu cầu bảo hộ 1. Sáng chế còn đề cập đến cụm thiết bị xử lý bề mặt đế bán dẫn và cụ thể hơn, đề cập đến thiết bị theo phần giới thiệu của điểm yêu cầu bảo hộ 16.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các đế khác nhau được xử lý để cung cấp các loại đặc tính chức năng khác nhau cho đế. Ví dụ, trong ngành công nghiệp bán dẫn, miếng silic được tiến hành các xử lý phức tạp để cung cấp các đặc tính chức năng mong muốn cho các đế silic hoặc (các) bề mặt đế. Các quy trình xử lý phức tạp tương tự cũng được thực hiện đối với các loại đế khác.

Các loại đế này thường được sản xuất cho các mục đích công nghệ cao và chất lượng của các đặc tính chức năng hoặc bề mặt đế với các lớp hoặc lớp phủ chức năng là cần thiết.

Để đạt được bề mặt chức năng chất lượng cao cần thiết cho đế, bề mặt trước tiên được xử lý bằng quy trình xử lý bề mặt. Bước xử lý bề mặt bao gồm ít nhất việc làm sạch bề mặt đế. Sau khi làm sạch, bề mặt đế được cho tiến hành bước phân giới trong đó lớp vật liệu phân giới được cung cấp trên bề mặt đế. Lớp phân giới dùng làm nền cho lớp hoặc các lớp chức năng hoặc lớp phủ chức năng tiếp sau. Do vậy, sau bước phân giới, lớp vật liệu chức năng được cung cấp trên bề mặt đế và trên lớp vật liệu phân giới.

Các phương pháp trong lĩnh vực trước đây cung cấp bề mặt đế có lớp chức năng, toàn bộ bước xử lý bề mặt, bước phân giới và bước cung cấp lớp vật liệu chức năng được thực hiện dưới dạng các bước xử lý riêng biệt trong các thiết bị xử lý riêng biệt, nghĩa là các thiết bị độc lập. Ngoài ra, mỗi bước xử lý được thực hiện đối với đế đơn tại một thời điểm. Tất cả được thực hiện để đạt được chất lượng cao nhất có thể đối với đế và lớp phủ chức năng trên đế này. Các đế được chuyển từ một thiết bị xử lý này sang thiết bị xử lý khác giữa các bước xử lý.

Thông thường, chất lượng và hiệu quả công nghiệp cao của phương pháp đòi hỏi phải đánh đổi. Việc gia tăng sản xuất hoặc hiệu quả xử lý làm giảm chất lượng của sản phẩm cuối. Do đó, việc xử lý nhiều hơn một đế tại một thời điểm trong cùng thiết bị xử lý có thể làm gia tăng hiệu suất của phương pháp. Tuy nhiên, đồng thời, chất lượng của sản phẩm cuối, đặc biệt với lớp chức năng sẽ giảm và cũng cần phải sử dụng thiết bị xử lý phức tạp hơn đáng kể. Chất lượng giảm ảnh hưởng đến độ nhạy của đế, ví dụ các miếng bán dẫn. Khi đế được xử lý trong các thiết bị xử lý, chúng ở trong môi trường chân không kín và có kiểm soát. Tuy nhiên, khi đế được chuyển từ một thiết bị xử lý sang một thiết bị khác giữa các bước xử lý, đế và các bề mặt của nó khó tránh khỏi bị ô nhiễm từ môi trường xung quanh. Đế thông thường cực kỳ nhạy với ô nhiễm và thậm chí ô nhiễm chút ít có thể làm phá hỏng lớp chức năng và các đặc tính của lớp chức năng. Khi nhiều đế hơn được xử lý trong một quy trình xử lý tại một thời điểm, quãng thời gian mà các đế dễ bị ô nhiễm trong thời gian đó tăng lên vì việc vận chuyển nhiều đế mất nhiều thời gian hơn mà các đế dễ bị ô nhiễm trong quãng thời gian đó.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề cập đến phương pháp và thiết bị nhằm để khắc phục hoặc ít nhất làm giảm bớt các bất lợi trong lĩnh vực trước đây. Mục đích của sáng chế đạt được bằng phương pháp khác biệt bởi nội dung được thông báo trong điểm yêu cầu bảo hộ độc lập 1. Mục đích của sáng chế đạt được nhờ bởi cụm thiết bị khác biệt bởi nội dung được thông báo trong điểm yêu cầu bảo hộ độc lập 16.

Các phương án ưu tiên của sáng chế được bộc lộ trong các điểm yêu cầu bảo hộ phụ thuộc.

Sáng chế dựa trên ý tưởng cung cấp phương pháp xử lý bề mặt đế, phương pháp được thực hiện bằng cụm thiết bị bao gồm buồng vận chuyển và hai hoặc nhiều buồng phản ứng xử lý được kết nối với buồng vận chuyển. Phương pháp bao gồm bước cung cấp môi trường chân không cho buồng vận chuyển và phương pháp bao gồm thêm các bước xử lý sau lần lượt được thực hiện:

- a) cho bề mặt đế tiến hành bước xử lý bề mặt để tạo ra bề mặt đế đã xử lý;
- b) cung cấp lớp phân giới trên bề mặt đế đã xử lý của đế để tạo ra bề mặt đế phân giới; và

c) cung cấp lớp hoặc các lớp chức năng trên bề mặt để phân giới để tạo ra để được phủ theo chức năng.

Theo sáng chế, bước a) bao gồm việc làm sạch sơ bộ bề mặt đế bằng cách sử dụng xử lý plasma trên bề mặt đế để tạo ra bề mặt đế đã xử lý. Ngoài ra, bước b) bao gồm việc cho lắng đọng lớp phân giới trên bề mặt đế đã xử lý bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng tăng cường plasma để tạo ra lớp để phân giới, và bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp chức năng trên bề mặt để phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt đế được phủ theo chức năng. Phương pháp theo sáng chế bao gồm thêm việc thực hiện các bước xử lý a), b) và c) trong ít nhất hai buồng phản ứng xử lý khác nhau được kết nối với buồng vận chuyển, và vận chuyển để giữa ít nhất hai buồng phản ứng xử lý thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không.

Do đó, bề mặt đế được xử lý làm sạch sơ bộ hoặc xử lý plasma từ bước a) được xử lý trong bước b) bằng phương pháp lắng đọng tăng cường plasma để tạo ra lớp để phân giới. Sau đó, để đã xử lý làm sạch sơ bộ hoặc xử lý plasma được cung cấp lớp để phân giới bằng phương pháp lắng đọng tăng cường plasma được xử lý trong bước c) bằng cách lắng đọng lớp chức năng bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử.

Do đó, các đế được vận chuyển giữa các buồng phản ứng xử lý khác nhau trong môi trường chân không. Do vậy, các đế không bị ô nhiễm trong khi vận chuyển giữa các buồng phản ứng xử lý và các bước xử lý. Ngoài ra, tất cả các bước a), b) và c) có thể được thực hiện sao cho các đế được giữ trong môi trường chân không từ khi bắt đầu bước a) tới khi kết thúc bước c).

Xử lý plasma là đủ để làm sạch sơ bộ bề mặt đế.

Trong ngữ cảnh của sáng chế này, lắng đọng lớp nguyên tử nghĩa là phương pháp lắng đọng tuân hoàn trong đó bề mặt đế liên tục được cho tiến hành phản ứng bề mặt xen kẽ của ít nhất các tiền chất thứ nhất và thứ hai. Do vậy, lắng đọng lớp nguyên tử có thể có nghĩa là lắng đọng lớp nguyên tử tinh khiết bao gồm phản ứng các bề mặt bão hòa của ít nhất các tiền chất thứ nhất và thứ hai. Theo cách khác, lắng đọng lớp nguyên tử có thể bao gồm việc định lượng dưới mức sao cho ít nhất một trong số các tiền chất sao cho

toàn bộ bề mặt để không chịu các phản ứng bề mặt bão hòa, hoặc định lượng quá mức sao cho một phần các phản ứng của ít nhất để thứ nhất và thứ hai xuất hiện ở pha khí trên bề mặt để.

Theo một phương án, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý thứ nhất tới buồng phản ứng xử lý thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện các bước b) và c) trong buồng phản ứng xử lý thứ hai. Do vậy, cả hai bước phủ để được cung cấp trong cùng buồng phản ứng xử lý thứ hai.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng xử lý thứ nhất, vận chuyển để sau bước b) từ buồng phản ứng xử lý thứ nhất tới buồng phản ứng xử lý thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không và thực hiện các bước c) trong buồng phản ứng xử lý thứ hai. Cả hai bước xử lý sơ bộ được thực hiện trong cùng buồng phản ứng xử lý thứ nhất và sau đó, lớp chức năng sau cùng được cung cấp trong buồng phản ứng thứ hai.

Trong phương án nêu trên, hiệu quả được gia tăng bằng cách sử dụng duy nhất hai buồng phản ứng xử lý và do vậy, để chỉ được vận chuyển một lần giữa các buồng phản ứng xử lý.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý thứ nhất tới buồng phản ứng xử lý thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng xử lý thứ hai, vận chuyển để sau bước b) từ buồng phản ứng xử lý thứ hai tới buồng phản ứng xử lý thứ ba thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện các bước c) trong buồng phản ứng xử lý thứ ba. Tất cả các bước xử lý được thực hiện trong các buồng phản ứng khác nhau cho phép sử dụng các buồng phản ứng xử lý chuyên biệt trong mỗi bước xử lý.

Theo một phương án của sáng chế, phương pháp bao gồm việc thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng để đơn và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ. Do đó, ví dụ, hai buồng phản ứng để đơn có thể được sử dụng cùng với một buồng phản ứng xử lý theo mẻ để gia tăng hiệu quả của quy trình xử lý.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện các bước a) trong

buồng phản ứng để đơn thứ nhất, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ. Các buồng phản ứng thứ nhất và thứ hai chuyên dụng có thể được sử dụng trong các bước a) và b).

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện các bước a), b) và phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ. Do vậy, hai buồng phản ứng để đơn song song có thể được sử dụng cùng với buồng phản ứng xử lý theo mẻ. Ngoài ra, lớp chức năng được tạo ra trong bước c) thường không dễ bị phản ứng và ô nhiễm. Do vậy, tốt hơn là cung cấp thậm chí phần nhỏ của lớp chức năng trên lớp phân giới trước khi vận chuyển để. Lớp phân giới nhạy hơn đáng kể.

Theo phương án khác nữa, phương pháp bao gồm việc thực hiện các bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ. Phần bộc lộ nêu trên cũng áp dụng cho phương án này cùng với buồng phản ứng để đơn thứ nhất chuyên dụng có thể được sử dụng trong bước a).

Trong ngữ cảnh của sáng chế này, phần thứ nhất của lớp chức năng có độ dày từ 1 đến 10 nm. Do đó, việc thực hiện phần thứ nhất của bước c) bao gồm việc cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng với độ dày từ 1 đến 10 nm trên bề mặt để phân giới. Ngoài ra, phần thứ hai của lớp chức năng có độ dày ít nhất 5 nm. Do đó, việc thực hiện phần thứ hai của bước c) bao gồm việc cung cấp phần thứ hai của lớp chức năng với độ dày 5 nm hoặc dày hơn trên bề mặt để phân giới.

Ngoài ra, theo một phương án của sáng chế, phần thứ nhất của lớp chức năng có độ dày từ 1 đến 10 nm. Do đó, việc thực hiện phần thứ nhất của bước c) bao gồm việc cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng với độ dày từ 1 đến 10 nm trên bề mặt để phân giới. Ngoài ra, phần thứ hai của lớp chức năng có độ dày lớn hơn độ dày của phần thứ nhất của lớp chức năng. Do đó, việc thực hiện phần thứ hai của bước c) bao gồm việc cung cấp phần thứ hai của lớp chức năng với độ dày lớn hơn độ dày của lớp thứ nhất trên bề mặt để phân giới.

Trong ngữ cảnh của sáng chế này, phần thứ nhất của lớp chức năng có độ dày từ

1 đến 10 nm. Do đó, việc thực hiện phần thứ nhất của bước c) bao gồm việc cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng với độ dày từ 1 đến 10 nm trên bề mặt để phân giới. Ngoài ra, phần thứ hai của lớp chức năng có độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 nm, hoặc tốt hơn nằm trong khoảng từ 10 đến 300 nm, hoặc tốt hơn nữa nằm trong khoảng từ 20 đến 50 nm. Do đó, việc thực hiện phần thứ hai của bước c) bao gồm việc cung cấp phần thứ hai của lớp chức năng với độ dày nằm trong khoảng từ 10 đến 1000 nm, hoặc tốt hơn nằm trong khoảng từ 10 đến 300 nm, hoặc tốt hơn nữa nằm trong khoảng từ 20 đến 50 nm trên bề mặt để phân giới.

Các độ dày nêu trên của phần thứ nhất và phần thứ hai của lớp chức năng áp dụng cho tất cả các phương án của sáng chế trong đó phần thứ nhất và phần thứ hai của lớp chức năng được cung cấp riêng biệt.

Theo một phương án, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện các bước b) và c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai. Buồng phản ứng lắng đọng được sử dụng trong các bước b) và c) và bước a) được thực hiện trong buồng phản ứng làm sạch hoặc xử lý chuyên dụng.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, vận chuyển để sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện các bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai. Do vậy, việc vận chuyển để giữa các buồng phản ứng xử lý được tối thiểu hóa.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai, vận chuyển để sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ hai tới buồng phản ứng để đơn thứ ba thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ ba. Do vậy, buồng phản ứng để đơn chuyên dụng có thể được sử dụng trong mỗi bước xử lý.

Theo một phương án, phương pháp bao gồm việc thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, vận chuyển để sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện các bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất. Do vậy, buồng phản ứng theo mẻ được sử dụng để cung cấp lớp chức năng trên hai hoặc nhiều để đồng thời để gia tăng hiệu quả. Do vậy, hai hoặc nhiều buồng phản ứng để đơn có thể được sử dụng trong cùng cụm thiết bị để thực hiện các bước a) và b) đồng thời.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt để phân giới, vận chuyển để sau phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất để cung cấp phần thứ hai của lớp chức năng trên phần thứ nhất của lớp chức năng. Do vậy, lớp phân giới có thể được bảo vệ bằng lớp chức năng nhỏ trước khi vận chuyển để tới buồng phản ứng theo mẻ.

Theo một phương án, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai, vận chuyển để sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ hai tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt để phân giới, vận chuyển để sau phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn thứ hai tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất thông qua

buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất.

Theo một phương án, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện các bước b) và c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất. Điều này cho phép thực hiện bước a) đối với hai hoặc nhiều để đồng thời.

Theo một phương án, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, vận chuyển để sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt để phân giới, vận chuyển để sau phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai.

Theo một phương án, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất, vận chuyển để sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, vận chuyển để sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai. Điều này cho phép thực hiện các bước a) và c) đối với hai hoặc nhiều để đồng thời để gia tăng hiệu quả của phương pháp.

Theo phương án khác, phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất, vận chuyển đế sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới, vận chuyển đế sau phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai thông qua buồng vận chuyển trong môi trường chân không, và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai.

Theo các phương án sử dụng buồng phản ứng xử lý theo mẻ, bước c) bao gồm việc cung cấp lớp chức năng hoặc phần thứ hai của lớp chức năng cho hai hoặc nhiều đế đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất. Buồng phản ứng xử lý theo mẻ được bố trí để tiếp nhận và xử lý hai hoặc nhiều đế đồng thời. Điều này làm gia tăng hiệu quả của phương pháp mà không khiến cho các đế bị ô nhiễm do môi trường chân không trong buồng vận chuyển.

Ngoài ra, trong bước a) sử dụng buồng phản ứng xử lý theo mẻ, phương pháp bao gồm trong bước a) cho bề mặt của hai hoặc nhiều đế đồng thời tiến hành bước xử lý bề mặt trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất.

Theo cách khác, khi các bước a) và c) được thực hiện trong các buồng phản ứng xử lý theo mẻ, phương pháp bao gồm trong bước a) cho bề mặt của hai hoặc nhiều đế đồng thời tiến hành bước xử lý bề mặt trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất, và trong bước c) cung cấp lớp chức năng hoặc phần thứ hai của lớp chức năng cho hai hoặc nhiều đế đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai.

Buồng phản ứng xử lý theo mẻ có thể được sử dụng trong bước a) khi việc xử lý bề mặt hoặc làm sạch sơ bộ được thực hiện bằng cách xử lý pha khí không có plasma.

Theo một phương án, bước a) bao gồm việc làm sạch sơ bộ bề mặt đế bằng xử lý NH_3 – plasma để tạo ra bề mặt đế đã xử lý. Xử lý NH_3 – plasma cung cấp việc xử lý bề mặt và làm sạch hiệu quả bề mặt đế sao cho các ô nhiễm được loại bỏ và bề mặt được xử lý.

Theo phương án khác, bước a) bao gồm việc làm sạch sơ bộ bề mặt đế bằng cách

xử lý plasma sử dụng N_2 –plasma, O_2 –plasma, Ar –plasma, H_2 –plasma, CO –plasma, CO_2 –plasma hoặc hỗn hợp của chúng để tạo ra bề mặt để đã xử lý. Do vậy, việc xử lý plasma được sử dụng để xử lý bề mặt để tạo ra bề mặt để đã xử lý.

Việc xử lý plasma khi tiến hành thực hiện trong buồng phản ứng để đơn trong đó các điện cực plasma được cung cấp và được sử dụng để sinh ra plasma. Quá trình này cung cấp việc xử lý bề mặt chất lượng cao.

Theo một phương án, bước b) bao gồm việc lắng đọng lớp phân giới trên bề mặt để đã xử lý để tạo ra lớp để phân giới. Lớp phân giới được lắng đọng trên bề mặt để đã xử lý bằng phương pháp lắng đọng. Ví dụ, lớp phân giới có thể là lớp AlN (lớp nhôm nitrua). Phương pháp lắng đọng có thể là phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử hoặc phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma.

Thay vì lớp AlN, lớp phân giới của SiO_2 (silic dioxit), Si_3N_4 (silic nitrua), Al_2O_3 (nhôm oxit), TiN (titan nitrua), WN (vonfram nitrua), HfO_2 (hafni dioxit), ZrO_2 (ziricon dioxit), SiC (silic cacbua), SiCN (silic cacbon nitrua), TaC (tantan cacbua) hoặc TiC (titan cacbua) hoặc tương tự có thể được cung cấp ở dạng lớp phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử hoặc phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma.

Lớp phân giới cũng được cung cấp để gia tăng sự kết dính của lớp chức năng sau đó. Ngoài ra, lớp phân giới được cung cấp để loại bỏ hoặc điều chỉnh các trạng thái phân cách điện tử bằng cách loại bỏ oxit tự nhiên. Ngoài ra, lớp phân giới cung cấp bước hoàn thành thiện học bề mặt có kiểm soát của lớp chức năng sau đó.

Bước b) bao gồm việc lắng đọng lớp phân giới trên bề mặt để đã xử lý bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng tăng cường plasma để tạo ra lớp để phân giới. Quá trình lắng đọng tăng cường plasma cho phép làm giảm nhiệt độ xử lý.

Theo phương án khác, bước b) bao gồm việc cho lắng đọng lớp AlN trên bề mặt để đã xử lý bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma để tạo ra lớp để phân giới. Quá trình lắng đọng tăng cường plasma cho phép làm giảm nhiệt độ xử lý ALD và gia tăng khả năng phản ứng của tiền chất nitơ. ALD là phương pháp lắng đọng được ưu tiên do khả năng phù hợp và tính đồng đều của màng được tạo ra, nhất là đối với các đế bán dẫn có các tiêu chuẩn chất lượng cao.

Theo phương án khác, bước b) bao gồm việc cho lắng đọng lớp SiO_2 , lớp Si_3N_4 , lớp Al_2O_3 , lớp TiN , lớp WN , lớp HfO_2 (lớp hafni dioxit), lớp ZrO_2 (lớp zircon dioxit), lớp SiC (lớp silic cacbua), lớp SiCN (lớp silic cacbon nitrua), lớp TaC (lớp tantan cacbua) hoặc lớp TiC (lớp titan cacbua) trên bề mặt để đã xử lý bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma để tạo ra lớp để phân giới.

Theo một phương án, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp chức năng trên bề mặt để phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử nhiệt để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng.

Theo phương án khác nữa, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp chức năng của vật liệu oxit trên bề mặt để phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng. Vật liệu oxit xung cấp lớp phủ thụ động mong muốn.

Theo phương án khác nữa, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp chức năng của vật liệu oxit hoặc nhôm oxit, như Al_2O_3 , trên bề mặt để phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng.

ALD là phương pháp lắng đọng được ưu tiên do khả năng phù hợp và tính đồng đều của màng được tạo ra, nhất là đối với các đế bán dẫn có các tiêu chuẩn chất lượng cao.

Vật liệu nhôm oxit, như Al_2O_3 , cung cấp các đặc tính thụ động hóa và chống nước tốt. Ngoài ra, Al_2O_3 cung cấp lớp điện môi chất lượng cao với điện thế phóng điện cao và sự rò thấp.

Bước c) bao gồm việc cung cấp lớp chức năng điện môi trên bề mặt để phân giới. Do vậy, đặc tính chức năng của lớp chức năng là tính điện môi điện. Lớp chức năng cung cấp trong bước c) là lớp điện môi.

Trong ngữ cảnh của sáng chế này, lớp chức năng là lớp điện môi, lớp thụ động hóa, lớp bao kín, lớp dẫn điện, lớp chắn hóa học hoặc lớp quang học. Do vậy, lớp chức năng cung cấp đặc tính chức năng nhất định cho bề mặt đế.

Theo một phương án, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp điện môi chức năng hằng số k cao của Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 (titan dioxit), AlN , ZrO_2 , Ta_2O_5 (tantan pentoxit) và/hoặc các chồng hoặc phân lớp của chúng trên bề mặt để phân giới bằng cách

sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng. Lớp điện môi hằng số k cao có hằng số điện môi cao.

Theo phương án khác, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp thụ động chức năng của SiO_2 , Al_2O_3 , SiN , AlN và/hoặc các chồng hoặc phân lớp của chúng trên bề mặt để phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng. Lớp thụ động hóa tạo ra bề mặt để được thụ động hóa.

Theo phương án khác, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp bao kín chức năng của Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 , AlN , ZrO_2 , SiN , Ta_2O_5 và/hoặc các chồng hoặc phân lớp của chúng trên bề mặt để phân giới bằng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng.

Theo một số phương án khác, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp dẫn điện chức năng của TiN , WN , Ru (ruteni), Pt (platin), Cu (đồng) và/hoặc các chồng hoặc phân lớp của chúng trên bề mặt để phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng.

Theo phương án khác, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp chắn hóa học chức năng của Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 , AlN , ZrO_2 , SiN , Ta_2O_5 và/hoặc các chồng hoặc phân lớp của chúng trên bề mặt để phân giới bằng cách sử dụng hoặc phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng.

Theo phương án khác nữa, bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp quang học chức năng của Al_2O_3 , HfO_2 , TiO_2 , SiN , Ta_2O_5 và/hoặc các chồng hoặc phân lớp của chúng trên bề mặt để phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt để được phủ theo chức năng.

Theo một phương án, phương pháp được áp dụng cho đế bán dẫn, đế bán dẫn ghép, hoặc đế bán dẫn nhóm iii-v. Phương pháp đặc biệt thích hợp để xử lý các đế bán dẫn nhạy có chất lượng cao và hiệu suất cao hơn.

Theo một số phương án, phương pháp được thực hiện bằng thiết bị như được mô tả dưới đây.

Sáng chế cũng dựa trên ý tưởng cung cấp cụm thiết bị để xử lý bề mặt đế. Cụm thiết bị bao gồm buồng vận chuyển, thiết bị chân không được kết nối với buồng vận chuyển để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng vận chuyển, rôbot vận

chuyển được bố trí bên trong buồng vận chuyển, và hai hoặc nhiều buồng phản ứng xử lý được kết nối với buồng vận chuyển.

Theo sáng chế, hai hoặc nhiều buồng xử lý bao gồm buồng phản ứng xử lý để đơn thứ nhất được bố trí để tiếp nhận một đế, và buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất được bố trí để tiếp nhận hai hoặc nhiều đế. Do vậy, cụm thiết bị được bố trí để xử lý các đế tại một thời điểm trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất và hai hoặc nhiều đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ. Do vậy, hiệu quả xử lý tổng thể và độ linh hoạt của cụm thiết bị được gia tăng.

Theo sáng chế, buồng phản ứng để đơn thứ nhất là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử có buồng phản ứng và bao gồm các điện cực plasma được bố trí để sinh ra plasma bên trong buồng phản ứng. Điều này cho phép thực hiện cả hai bước a) và b) trong cùng buồng phản ứng để đơn và sau đó, sử dụng buồng phản ứng xử lý theo mẻ cho bước c).

Ngoài ra, theo sáng chế, buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử có buồng phản ứng và giá đỡ đế được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế. Do vậy, buồng phản ứng xử lý theo mẻ có thể xử lý nhiều đế đồng thời.

Theo một phương án, hai hoặc nhiều buồng xử lý bao gồm thêm buồng phản ứng để đơn thứ hai được bố trí để tiếp nhận một đế. Điều này làm gia tăng hiệu quả của cụm thiết bị sao cho, ví dụ, trong cả hai buồng phản ứng để đơn thứ nhất và thứ hai có thể được sử dụng để thực hiện các bước a) và b) và sau đó, các đế từ các buồng phản ứng để đơn thứ nhất và thứ hai được vận chuyển tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ để được xử lý cùng nhau đồng thời.

Điều này là đặc biệt thuận lợi, vì bước c) tạo ra lớp chức năng là bước xử lý chậm nhất và chiếm đáng kể nhiều thời gian hơn các bước a) và b).

Do vậy, theo phương án ưu tiên, cụm thiết bị bao gồm hai hoặc nhiều buồng phản ứng để đơn và buồng phản ứng xử lý theo mẻ.

Tuy nhiên, cụm thiết bị có thể cũng bao gồm hai hoặc nhiều buồng phản ứng xử lý theo mẻ và một hoặc nhiều, hoặc hai hoặc nhiều, buồng phản ứng để đơn của mỗi một trong số các buồng phản ứng xử lý theo mẻ.

Buồng phản ứng để đơn thứ nhất bao gồm giá đỡ đế đơn được bố trí để đỡ một

đế.

Ngoài ra, buồng phản ứng đế đơn thứ nhất bao gồm giá đỡ đế đơn được bố trí để đỡ một đế, và buồng phản ứng đế đơn thứ hai bao gồm giá đỡ đế đơn được bố trí để đỡ một đế.

Theo một phương án, hai hoặc nhiều buồng xử lý bao gồm thêm buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai được bố trí để tiếp nhận hai hoặc nhiều đế.

Buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất bao gồm giá đỡ đế được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế.

Ngoài ra, buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất bao gồm giá đỡ đế được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế và buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai bao gồm giá đỡ đế được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế.

Theo một phương án, buồng phản ứng đế đơn thứ hai là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử có buồng phản ứng và bao gồm các điện cực plasma được bố trí để sinh ra plasma bên trong buồng phản ứng. Điều này cho phép xử lý hiệu quả và linh hoạt, vì các bước a) và b) có thể được thực hiện trong cùng buồng phản ứng đế đơn hoặc liên tiếp trong các buồng phản ứng đế đơn thứ nhất và thứ hai.

Theo một phương án, buồng phản ứng theo mẻ thứ hai là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử có buồng phản ứng và giá đỡ đế được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế.

Theo cách khác, buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai có thể là buồng phản ứng lắng đọng pha khí khác như buồng phản ứng lắng đọng hơi hóa học.

Cần lưu ý rằng, cụm thiết bị bao gồm thiết bị chân không được kết nối với buồng vận chuyển để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng vận chuyển.

Thiết bị chân không tương tự có thể được kết nối với các buồng phản ứng xử lý để cung cấp môi trường chân không bên trong các buồng phản ứng xử lý. Theo cách khác, mỗi một hoặc ít nhất một số trong số các buồng phản ứng xử lý bao gồm thiết bị chân không phản ứng riêng biệt.

Do đó, các đế được giữ trong môi trường chân không trong toàn bộ quá trình xử lý.

Theo một số phương án, cụm thiết bị cũng bao gồm buồng đệm được kết nối với

buồng vận chuyển để lưu giữ các đế trong cụm thiết bị.

Các bước a) và b) của phương pháp theo sáng chế là các bước khá nhanh và chỉ mất một khoảng thời gian ngắn. Tuy nhiên, bước c) mất nhiều thời gian hơn. Do đó, buồng đệm có thể được sử dụng để lưu giữ các đế sau các bước a) và b), và có thể sau phần thứ nhất của bước c), trước khi thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ.

Sáng chế đề cập đến phương pháp và thiết bị trong đó chất lượng của các đế và lớp chức năng thu được có thể được gia tăng vì các đế được giữ trong môi trường và điều kiện chân không trong toàn bộ quá trình xử lý từ khi bắt đầu bước a) và kết thúc bước c). Ngoài ra, hiệu quả xử lý được gia tăng nhờ sử dụng cụm thiết bị và các buồng phản ứng riêng biệt được cung cấp cho cụm thiết bị. Việc xử lý theo mẻ được sử dụng thậm chí làm gia tăng thêm nữa hiệu quả kết hợp với việc xử lý đế đơn. Do vậy, sáng chế đạt được chất lượng tăng cao cùng với hiệu quả xử lý cao hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế được mô tả chi tiết thông qua các phương án cụ thể kết hợp tham khảo các hình vẽ kèm theo, trong đó

Fig. 1 thể hiện bằng sơ đồ một phương án về cụm thiết bị theo sáng chế;

Các Fig. 2 đến 4 thể hiện lưu đồ của các phương pháp được thực hiện bởi cụm thiết bị trên Fig. 1;

Fig. 5 thể hiện bằng sơ đồ phương án khác về cụm thiết bị theo sáng chế;

Các Fig. 6 đến 8 thể hiện lưu đồ của các phương pháp được thực hiện bởi cụm thiết bị trên Fig. 5;

Fig. 9 thể hiện bằng sơ đồ phương án khác nữa về cụm thiết bị theo sáng chế;

Các Fig. 10 đến 17 thể hiện lưu đồ của các phương pháp được thực hiện bởi cụm thiết bị trên Fig. 9;

Fig. 18 thể hiện bằng sơ đồ phương án khác về cụm thiết bị theo sáng chế;

Các Fig. 19 đến 21 thể hiện lưu đồ của các phương pháp được thực hiện bởi cụm thiết bị trên Fig. 18;

Các Fig. 22 và 23 thể hiện bằng sơ đồ các phương án khác nhau về buồng phản ứng để đơn;

Fig. 24 thể hiện bằng sơ đồ một phương án về buồng phản ứng xử lý theo mẻ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Fig. 1 thể hiện một phương án về cụm thiết bị 1 theo sáng chế. Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng vận chuyển 10 và cụm thiết bị chân không 12 được kết nối với buồng vận chuyển 10 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng vận chuyển 10. Rôbot vận chuyển 16 được bố trí bên trong buồng vận chuyển 10.

Cụm thiết bị 1 bao gồm thêm buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển thứ nhất 25 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển thứ nhất 25 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không thứ nhất 22 được kết nối với buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20.

Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển thứ hai 55 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển thứ hai 35 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không thứ hai 32 được kết nối với buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng để đơn thứ hai 30.

Theo phương án này, cụm thiết bị 1 bao gồm thêm buồng phản ứng để đơn thứ ba 60 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển thứ ba 65 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng để đơn thứ ba 60 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng để đơn thứ ba 60 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển thứ ba 65 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không thứ ba 62 được kết nối với buồng phản ứng để đơn thứ ba 60 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng để đơn thứ ba 60.

Cụm thiết bị 1 bao gồm thêm buồng đệm 70 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển đệm 75 mà qua đó, để được nạp vào buồng đệm 70

và được đỡ nẹp từ đó, và nhờ nó, buồng đệm 70 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển đệm 75 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không đệm 72 được kết nối với buồng đệm 70 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng đệm 70.

Cần lưu ý rằng, một thiết bị chân không, ví dụ cụm thiết bị chân không 12, có thể được kết nối với tất cả các buồng phản ứng 20, 30, 60 và buồng đệm 70 thay vì mỗi một bao gồm thiết bị chân không riêng. Theo cách khác, hai hoặc nhiều buồng phản ứng 20, 30, 60 có thể có thiết bị chân không chung và buồng đệm 70 và buồng vận chuyển 70 có thiết bị chân không chung. Điều này áp dụng cho tất cả các phương án của sáng chế.

Các Fig. 22 và 23 thể hiện một số phương án minh họa về các buồng phản ứng để đơn 20, 30, 60.

Fig. 22 thể hiện buồng phản ứng để đơn đầu phun 20, 30, 60 bao gồm buồng phản ứng 80 được cung cấp giá đỡ để đỡ một đế 100 bên trong buồng phản ứng 80. Buồng phản ứng để đơn đầu phun 20, 30, 60 bao gồm thêm cửa nạp khí 82 được bố trí ở thành trên cùng của buồng phản ứng 80 để cung cấp dòng khí xử lý A vào trong buồng phản ứng 80. Có thể cũng có một hoặc nhiều cửa nạp khí bổ sung 82 được bố trí ở thành đáy của buồng phản ứng 80 để cung cấp dòng khí xử lý A vào trong buồng phản ứng 80. Cửa nạp khí bổ sung 82 ở thành đáy có thể cũng được bỏ qua. Một hoặc nhiều cửa xả 83, tốt hơn là một, được bố trí ở thành đáy của buồng phản ứng 80 để xả dòng khí xả B ra khỏi buồng phản ứng 80. Buồng phản ứng để đơn đầu phun 20, 30, 60 bao gồm thêm các điện cực plasma thứ nhất và thứ hai 84, 86 được bố trí ở buồng phản ứng 80 giữa cửa nạp khí 82 và giá đỡ đế 81 để sinh ra plasma. Điện cực plasma thứ nhất 84 được kết nối với nguồn điện áp 85 và điện cực plasma thứ hai 86 được nối đất 87.

Fig. 23 thể hiện buồng phản ứng để đơn dòng theo hướng ngang 20, 30, 60 bao gồm buồng phản ứng 80 được cung cấp giá đỡ đế 81 để đỡ một đế 100 bên trong buồng phản ứng 80. Buồng phản ứng để đơn dòng theo hướng ngang 20, 30, 60 bao gồm thêm cửa nạp khí 82 được bố trí ở đầu thứ nhất hoặc thành bên hoặc vùng lân cận của thành bên này của buồng phản ứng 80 để cung cấp dòng khí xử lý A vào trong buồng phản ứng 80. Một hoặc nhiều cửa xả 83 được cung cấp ở đầu thứ hai hoặc thành bên thứ hai hoặc ở vùng lân cận của nó của buồng phản ứng 80 để xả dòng khí xả B ra khỏi buồng phản ứng 80. Buồng phản ứng để đơn dòng theo hướng ngang 20, 30, 60 bao gồm thêm các điện cực plasma thứ nhất và thứ hai 84, 86. Điện cực plasma thứ nhất 84 được kết nối

với nguồn điện áp 85 và được bố trí ở trên giá đỡ đế 81 và đế 100 trong buồng phản ứng. Điện cực plasma thứ hai 86 được nối đất 87 và được bố trí ở dưới đế 100 và giá đỡ đế 81, hoặc ở giá đỡ đế 81.

Trên Fig. 1, cụm thiết bị có thể bao gồm hai hoặc nhiều buồng phản ứng để đơn 20, 30, 60. Ngoài ra, tất cả các buồng phản ứng để đơn có thể giống nhau, hoặc ít nhất một trong số các buồng phản ứng để đơn 20, 30, 60 có thể khác nhau. Ví dụ, không phải tất cả các buồng phản ứng để đơn đều cần phải bao gồm các điện cực plasma và là các buồng phản ứng để đơn plasma.

Cần lưu ý rằng, theo sáng chế, buồng phản ứng để đơn có thể là loại buồng phản ứng bất kỳ được bố trí để xử lý một đế và bao gồm các điện cực plasma để xử lý plasma.

Cụm thiết bị 1 được bố trí để thực hiện phương pháp theo sáng chế. Phương pháp bao gồm các bước sau được thực hiện theo thứ tự sau:

- a) cho bề mặt đế 100 tiến hành bước xử lý bề mặt để tạo ra bề mặt đế đã xử lý;
- b) cung cấp lớp phân giới trên bề mặt đế đã xử lý của đế 100 để tạo ra bề mặt để phân giới; và
- c) cung cấp lớp chức năng trên bề mặt để phân giới đế 100 để tạo ra đế được phủ theo chức năng.

Trong các phương án cụ thể sau, các bước được xem như được bộc lộ dưới đây. Tuy nhiên, các bước và tiền chất và vật liệu sử dụng trong các bước a), b) và c) có thể cũng thay đổi và có thể khác nhau trong phạm vi của sáng chế.

Trong các ví dụ, phương pháp được áp dụng cho đế bán dẫn, đế bán dẫn ghép, hoặc đế bán dẫn nhóm iii-v 100.

Trong bước a), bề mặt đế 100 được cho tiến hành bước xử lý bề mặt mà bước này được thực hiện trong buồng phản ứng plasma để đơn 20, 30, 60 để làm sạch bề mặt đối với bề mặt đế 100. Do vậy, các bước a) bao gồm việc làm sạch plasma được thực hiện riêng biệt đối với một đế tại một thời điểm.

Việc làm sạch plasma trong bước được thực hiện bằng cách sử dụng quy trình xử lý plasma NH_3 trong đó khí NH_3 được cung cấp vào buồng phản ứng plasma để đơn 20, 30, 60 và plasma được đánh lửa bằng các điện cực plasma 84, 86. Bước a) này mất

khoảng từ 2 đến 3 phút để thực hiện.

Theo phương án khác, bước a) được thực hiện bằng cách sử dụng việc làm sạch pha khí H_2S trong buồng phản ứng để đơn 20, 30, 60. Trong trường hợp này, bước a) được thực hiện không cần xử lý plasma. Do vậy, buồng phản ứng để đơn 20, 30, 60 có thể được bố trí hoặc không cần bố trí các điện cực plasma 84, 86 để thực hiện bước 84, 86.

Làm sạch pha khí H_2S có thể được sử dụng đặc biệt đối với đế bán dẫn nhóm iii-v.

Trong bước a), bề mặt đế 100 được tạo ra bề mặt đế đã xử lý.

Trong bước b), lớp phân giới được cung cấp trên bề mặt đế đã xử lý trong buồng phản ứng plasma để đơn 20, 30, 60 để cung cấp lớp vật liệu phân giới trên bề mặt đế đã xử lý. Do vậy, bước b) bao gồm bước lắng đọng tăng cường plasma được thực hiện riêng biệt đối với một đế tại một thời điểm. Bước b) có thể được thực hiện trong cùng buồng phản ứng plasma để đơn 20, 30, 60 như bước a) hoặc trong buồng phản ứng plasma để đơn khác nhau 20, 30, 60 trong cụm thiết bị 1.

Bước lắng đọng tăng cường plasma tốt hơn được thực hiện trong buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma là quá trình lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma.

Theo một số phương án ưu tiên, bước b) được thực hiện trong quá trình lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma và bao gồm việc cho lắng đọng hoặc cung cấp lớp phân giới nhôm nitrua trên bề mặt đế đã xử lý. Trong quy trình này, nhôm clorua $AlCl_3$ hoặc trimetyl nhôm $Al_2(CH_3)_6$, TMA, có thể được sử dụng làm tiền chất nhôm, và amoniac NH_3 làm tiền chất nitơ. Lớp phân giới AlN được gia tăng để có độ dày từ 1 đến 3 nm. Do vậy, đó là bước xử lý khá nhanh chóng.

Theo phương án khác, bước b) được thực hiện trong quá trình lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma và bao gồm việc cho lắng đọng hoặc cung cấp lớp SiO_2 , lớp Si_3N_4 , lớp Al_2O_3 , lớp TiN, lớp WN, hoặc lớp tương tự trên lớp đế phân giới.

Trong bước b), bề mặt đế đã xử lý của đế 100 được cung cấp bề mặt đế phân giới. Bề mặt đế phân giới nghĩa là bề mặt đế có lớp phân giới.

Như đã thảo luận ở trên, cả hai bước a) và bước b) đều là các quy trình xử lý

plasma để đơn và do vậy, các bước này có thể được thực hiện trong cùng buồng phản ứng để đơn hoặc trong các buồng phản ứng để đơn khác nhau trong cụm thiết bị.

Trong bước c), lớp chức năng được lắng đọng trên bề mặt để phân giới trong buồng phản ứng để đơn 20, 30, 60 hoặc trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 được cung cấp cho cụm thiết bị 1.

Bước c) được thực hiện bằng phương pháp lắng đọng pha khí.

Bước c) được thực hiện trong buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử để đơn hoặc tốt hơn trong buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử xử lý theo mẻ.

Do vậy, trường hợp buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử lớp đơn, các bước b) và c) có thể được thực hiện trong cùng buồng phản ứng hoặc trong các buồng phản ứng khác nhau.

Theo một số phương án ưu tiên, bước c) được thực hiện bằng quy trình lắng đọng lớp nguyên tử theo mẻ và bao gồm việc cho lắng đọng hoặc cung cấp lớp chức năng nhôm oxit Al_2O_3 trên bề mặt để phân giới. Trong quy trình này, trimetyl nhôm $Al_2(CH_3)_6$, TMA, có thể được sử dụng làm tiền chất nhôm, và H_2O hoặc O_3 làm tiền chất thứ hai. Lớp chức năng Al_2O_3 được gia tăng để có độ dày từ 30 đến 50 nm. Do vậy, bước c) đòi hỏi thời gian xử lý lâu hơn đáng kể so với các bước a) và b).

Do vậy, lớp chức năng của Al_2O_3 là lớp điện môi.

Lớp điện môi đặc biệt được cung cấp trên để bán dẫn hoặc để bán dẫn nhóm iii-v.

Fig. 2 thể hiện lưu đồ về một phương án theo sáng chế sử dụng cụm thiết bị trên Fig. 1.

Cần lưu ý rằng, tất cả các bước a), b) và c) được thực hiện trong môi trường chân không trong các buồng phản ứng xử lý 20, 30, 40, 60.

Trong bước vận chuyển để 100 theo dòng giữa các buồng phản ứng xử lý 20, 30, 40, 60 và buồng đệm 70 được thực hiện bằng rôbot vận chuyển 16 được cung cấp trong buồng vận chuyển 10 và qua buồng vận chuyển 10.

Phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 trong bước 200, thực hiện bước b) cũng trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất

20 trong bước 300, vận chuyển đế 100 sau bước b) từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 110, và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 trong bước 400.

Bước vận chuyển 110 của đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30.

Theo phương án trên Fig. 2, buồng phản ứng đế đơn plasma có thể được sử dụng trong các bước a) và b) và buồng phản ứng lắng đọng đế đơn không có plasma trong bước c) không có các điện cực plasma. Theo cách khác, các buồng phản ứng đế đơn thứ nhất và thứ hai 20, 30, 60 tất cả có thể đều là buồng phản ứng đế đơn plasma.

Fig. 3 thể hiện lưu đồ của phương án khác về phương pháp đế được thực hiện với cụm thiết bị trên Fig. 1.

Phương pháp theo Fig. 3 bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng đế đơn 20 trong bước 200, vận chuyển đế 100 sau bước a) từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 120 và thực hiện các bước b) và c) trong buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30.

Bước vận chuyển 120 của đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30.

Theo phương án trên Fig. 3, buồng phản ứng đế đơn plasma có thể được sử dụng trong các bước a) và buồng phản ứng lắng đọng đế đơn plasma trong các bước b) và c) với các điện cực plasma. Trong bước c), các điện cực plasma hoặc dấu hiệu plasma có thể không được sử dụng, là mong muốn. Ngoài ra, buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 không cần phải là buồng lắng đọng hoặc buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử. Theo cách khác, các buồng phản ứng đế đơn thứ nhất và thứ hai 20, 30, 60 tất cả có thể đều là buồng phản ứng đế đơn plasma.

Fig. 4 thể hiện lưu đồ của phương án khác về phương pháp đế được thực hiện với cụm thiết bị trên Fig. 1.

Phương pháp theo Fig. 4 bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 trong bước 200, vận chuyển để 100 sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 120, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 trong bước 310, vận chuyển để 100 sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 tới buồng phản ứng để đơn thứ ba 60 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 130 và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ ba 60 trong bước 410.

Bước vận chuyển 120 của để có thể cũng bao gồm việc vận chuyển để 100 từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ để tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển để 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng để đơn thứ hai 30. Tương tự hoặc theo cách khác, bước vận chuyển 130 của để có thể cũng bao gồm việc vận chuyển để 100 từ buồng phản ứng để đơn thứ hai 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ để tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển để 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng để đơn thứ ba 60.

Theo phương án trên Fig. 4, các buồng phản ứng để đơn plasma có thể được sử dụng trong các bước a) và b) và buồng phản ứng lắng đọng để đơn không có plasma trong bước c) không có các điện cực plasma. Theo cách khác, buồng phản ứng để đơn thứ ba 60 có thể hoàn toàn là buồng phản ứng để đơn plasma, nhưng trong bước c), các điện cực plasma hoặc dấu hiệu plasma có thể không được sử dụng, là mong muốn. Ngoài ra, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 không cần phải là buồng lắng đọng hoặc buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử. Buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 là buồng phản ứng lắng đọng plasma hoặc buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma.

Fig. 5 thể hiện phương án khác về cụm thiết bị 1 theo sáng chế. Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng vận chuyển 10 và cụm thiết bị chân không 12 được kết nối với buồng vận chuyển 10 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng vận chuyển 10. Rôbot vận chuyển 16 được bố trí bên trong buồng vận chuyển 10.

Cụm thiết bị 1 bao gồm thêm buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển thứ nhất 25 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 được mở ra và đóng lại. Thiết bị chân không thứ nhất 22

được kết nối với buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20.

Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển theo mẻ 45 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển theo mẻ 45 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không theo mẻ 42 được kết nối với buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40.

Cụm thiết bị 1 trên Fig. 5 bao gồm thêm buồng đệm 70 được kết nối với buồng vận chuyển 10 qua cổng nối vận chuyển đệm 75 mà qua đó, để được nạp vào buồng đệm 70 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng đệm 70 được mở ra và đóng lại. Thiết bị chân không đệm 72 được kết nối với buồng đệm 70 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng đệm 70.

Do đó, cụm thiết bị 1 trên Fig. 5 bao gồm một buồng phản ứng để đơn 20 được bố trí để xử lý một mẻ tại một thời điểm. Ngoài ra, cụm thiết bị bao gồm một buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 được bố trí để xử lý hai hoặc nhiều mẻ đồng thời.

Theo phương án này, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 là buồng phản ứng lắng đọng plasma hoặc buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma bao gồm các điện cực plasma 84, 86.

Buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 có thể là buồng phản ứng như được bộc lộ liên quan đến cụm thiết bị 1 trên Fig. 1 và/hoặc như được thể hiện trên các Fig. 22 và 23.

Các Fig. 24 thể hiện một phương án minh họa về buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40.

Fig. 24 thể hiện buồng phản ứng xử lý theo mẻ bao gồm buồng phản ứng theo mẻ 90 được cung cấp giá đỡ để 93 có hai hoặc nhiều giá đỡ để 94 để đỡ hai hoặc nhiều để 100 tương ứng, bên trong buồng phản ứng theo mẻ 90. Buồng phản ứng xử lý theo mẻ bao gồm thêm cửa nạp khí 91 được bố trí ở thành đáy hoặc đầu thứ nhất hoặc thành bên hoặc vùng lân cận của thành bên này của buồng phản ứng 90 để cung cấp dòng khí xử lý A vào trong buồng phản ứng theo mẻ 90. Một hoặc nhiều cửa xả 92 được bố trí ở

thành đáy hoặc đầu thứ hai hoặc thành bên thứ hai hoặc ở vùng lân cận của thành bên này của buồng phản ứng 90 để xả dòng khí xả B ra khỏi buồng phản ứng theo mẻ 90.

Sáng chế không bị giới hạn ở buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 cụ thể bất kỳ, nhưng buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 là một buồng phản ứng mà được bố trí để xử lý nhiều để đồng thời. Tốt hơn, buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 là buồng phản ứng xử lý theo mẻ lắng đọng lớp nguyên tử.

Khi buồng phản ứng xử lý theo mẻ được sử dụng, bước c) bao gồm việc xử lý hai hoặc nhiều để đồng thời ở buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 bằng cách lắng đọng lớp chức năng lên các bề mặt để phân giới của hai hoặc nhiều để.

Ngoài ra, bước c) được thực hiện bằng phương pháp lắng đọng pha khí xử lý theo mẻ, hoặc buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử xử lý theo mẻ.

Do đó, bước c) có thể bao gồm việc cho lắng đọng hoặc cung cấp lớp chức năng nhôm oxit Al_2O_3 trên bề mặt để phân giới của nhiều để 100 trong buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử xử lý theo mẻ thứ nhất.

Fig. 6 thể hiện bằng sơ đồ việc sử dụng cụm thiết bị 1 trên Fig. 5 để thực hiện phương pháp theo sáng chế. Trước tiên, để được xử lý trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 và rồi sau đó, trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40.

Fig. 7 thể hiện lưu đồ về một phương án theo sáng chế sử dụng cụm thiết bị trên Fig. 5.

Cần lưu ý rằng, tất cả các bước a), b) và c) được thực hiện trong môi trường chân không trong các buồng phản ứng xử lý 20, 40.

Phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 trong bước 200, thực hiện bước b) cũng trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 trong bước 300, vận chuyển để 100 sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 140, và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 trong bước 420.

Bước c) bao gồm thêm việc xử lý hai hoặc nhiều để đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 để cung cấp lớp chức năng trên các bề mặt để phân giới

của hai hoặc nhiều đế 100 trong bước 420.

Bước vận chuyển 140 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40.

Do đó, buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 có thể thực hiện các bước a) và b) cũng trong bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 và lưu giữ các đế 100 bề mặt đế phân giới ở buồng đệm 70.

Fig. 8 thể hiện lưu đồ của phương án khác theo sáng chế sử dụng cụm thiết bị trên Fig. 5.

Phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 trong bước 200, thực hiện bước b) cũng trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 trong bước 300, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới trong bước 430, vận chuyển đế 100 sau bước b) và phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 140, và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 để cung cấp phần thứ hai của lớp chức năng trên phần thứ nhất của lớp chức năng trong bước 440.

Bước vận chuyển 140 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40.

Do vậy, bề mặt đế phân giới được bảo vệ trước khi vận chuyển đế 100 trong bước 140.

Fig. 9 thể hiện phương án khác về cụm thiết bị 1. Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng vận chuyển 10 và cụm thiết bị chân không 12 được kết nối với buồng vận chuyển 10 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng vận chuyển 10. Rôbot vận chuyển 16 được bố trí bên trong buồng vận chuyển 10.

Cụm thiết bị 1 bao gồm thêm buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 được kết nối

với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển thứ nhất 25 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 được mở ra và đóng lại. Thiết bị chân không thứ nhất 22 được kết nối với buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20.

Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 được kết nối với buồng vận chuyển 10 qua cổng nối vận chuyển thứ hai 55 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển thứ hai 35 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không thứ hai 32 được kết nối với buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng để đơn thứ hai 30.

Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển theo mẻ 45 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển theo mẻ 45 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không theo mẻ 42 được kết nối với buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40.

Cụm thiết bị 1 trên Fig. 9 bao gồm thêm buồng đệm 70 được kết nối với buồng vận chuyển 10 qua cổng nối vận chuyển đệm 75 mà qua đó, để được nạp vào buồng đệm 70 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng đệm 70 được mở ra và đóng lại. Thiết bị chân không đệm 72 được kết nối với buồng đệm 70 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng đệm 70.

Do đó, cụm thiết bị 1 trên Fig. 9 bao gồm hai buồng phản ứng để đơn 20, 30 được bố trí để xử lý một mẻ tại một thời điểm. Ngoài ra, cụm thiết bị bao gồm một buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 được bố trí để xử lý hai hoặc nhiều mẻ đồng thời.

Theo phương án này, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 là buồng phản ứng xử lý plasma hoặc buồng phản ứng lắng đọng plasma hoặc buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma bao gồm các điện cực plasma 84, 86. Buồng phản ứng để đơn thứ nhất không nhất thiết phải là buồng phản ứng lắng đọng để cung cấp lớp vật liệu trên bề mặt

để, nhưng vẫn có thể được.

Buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 là buồng phản ứng lắng đọng plasma hoặc buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma bao gồm các điện cực plasma 84, 86. Buồng phản ứng để đơn thứ nhất không nhất thiết phải là buồng phản ứng lắng đọng để cung cấp lớp vật liệu trên bề mặt để.

Các buồng phản ứng để đơn thứ nhất và thứ hai 20 và 30 có thể là buồng phản ứng như được bộc lộ liên quan đến cụm thiết bị 1 trên Fig. 1 và/hoặc như được thể hiện trên các Fig. 22 và 23.

Cần lưu ý rằng, cụm thiết bị trên Fig. 9 có thể được sử dụng để thực hiện phương pháp như được bộc lộ trên các Fig. 6, 7, và 8 sao cho các buồng phản ứng để đơn thứ nhất và thứ hai 20, 30 được sử dụng song song và theo cách tương tự để thực hiện các bước 200, 300 và 200, 300, 430 lần lượt trên các Fig. 7 và 8. Do vậy, hai buồng phản ứng để đơn 20, 30 có thể cung cấp các để được xử lý theo cách tương tự cho buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 để gia tăng hiệu quả.

Fig. 10 thể hiện bằng sơ đồ việc sử dụng cụm thiết bị 1 trên Fig. 9 để thực hiện phương pháp theo sáng chế. Trước tiên, để 100 được xử lý trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20, sau đó, trong buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 và sau cùng, trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40.

Fig. 11 thể hiện lưu đồ về một phương án theo sáng chế sử dụng cụm thiết bị trên Fig. 9.

Cần lưu ý rằng, tất cả các bước a), b) và c) được thực hiện trong môi trường chân không trong các buồng phản ứng xử lý 20, 40.

Phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 trong bước 200, vận chuyển để 100 sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 120, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 trong bước 310, vận chuyển để 100 sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không in 150, và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 trong bước 420.

Bước c) bao gồm thêm việc xử lý hai hoặc nhiều đế đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 để cung cấp lớp chức năng trên các bề mặt đế phân giới của hai hoặc nhiều đế 100 trong bước 420.

Bước vận chuyển 120 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30.

Bước vận chuyển 150 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40.

Theo phương án này, buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 có thể là buồng phản ứng xử lý plasma, hoặc theo cách khác, là buồng phản ứng lắng đọng plasma, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma. Buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 có thể là buồng phản ứng lắng đọng plasma, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma và buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40, buồng phản ứng lắng đọng xử lý theo mẻ như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử xử lý theo mẻ.

Fig. 12 thể hiện lưu đồ về một phương án theo sáng chế sử dụng cụm thiết bị trên Fig. 9.

Cần lưu ý rằng, tất cả các bước a), b) và c) được thực hiện trong môi trường chân không trong các buồng phản ứng xử lý 20, 40.

Phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 trong bước 200, vận chuyển đế 100 sau bước a) từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 120, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 trong bước 310, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới trong bước 430, vận chuyển đế 100 sau bước b) và phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 140, và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 trong bước 420.

Bước c) bao gồm thêm việc xử lý hai hoặc nhiều đế đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 để cung cấp phần thứ hai của lớp chức năng trên các bề mặt để phân giới của hai hoặc nhiều đế 100 trong bước 440.

Bước vận chuyển 120 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30.

Bước vận chuyển 140 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40.

Theo phương án này, buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 có thể là buồng phản ứng xử lý plasma, hoặc theo cách khác, là buồng phản ứng lắng đọng plasma, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma. Buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 có thể là buồng phản ứng lắng đọng plasma, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma và buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40, buồng phản ứng lắng đọng xử lý theo mẻ như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử xử lý theo mẻ.

Fig. 13 thể hiện bằng sơ đồ việc sử dụng cụm thiết bị 1 trên Fig. 9 để thực hiện phương pháp theo sáng chế. Trước tiên, đế 100 được xử lý trong buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40, sau đó, đế ở trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 và sau cùng, trong buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30.

Fig. 14 thể hiện lưu đồ về một phương án theo sáng chế sử dụng cụm thiết bị trên Fig. 9.

Cần lưu ý rằng, tất cả các bước a), b) và c) được thực hiện trong môi trường chân không trong các buồng phản ứng xử lý 20, 30, 40.

Phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 trong bước 210, vận chuyển đế 100 sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 160, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 trong bước 320, vận chuyển đế 100 sau bước b) từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng đế đơn thứ hai 30 thông qua buồng vận

chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 180, và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 trong bước 490.

Bước a) bao gồm thêm việc xử lý hai hoặc nhiều đế đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 để tạo ra bề mặt đế đã xử lý trong bước 210.

Bước vận chuyển 160 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20.

Bước vận chuyển 180 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng để đơn thứ hai 30.

Theo phương án này, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 có thể là buồng phản ứng xử lý plasma, hoặc theo cách khác, là buồng phản ứng lắng đọng plasma, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma. Buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 có thể là buồng phản ứng lắng đọng pha khí hoặc buồng phản ứng lắng đọng plasma, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma và buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 buồng phản ứng lắng đọng xử lý theo mẻ như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử xử lý theo mẻ hoặc buồng phản ứng lắng đọng pha khí khác.

Fig. 15 thể hiện lưu đồ về một phương án theo sáng chế sử dụng cụm thiết bị trên Fig. 9.

Cần lưu ý rằng, tất cả các bước a), b) và c) được thực hiện trong môi trường chân không trong các buồng phản ứng xử lý 20, 30, 40.

Phương pháp bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 trong bước 210, vận chuyển đế 100 sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 160, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 trong bước 320, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 trong bước 492, vận chuyển đế 100 sau bước b) và phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 180,

và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 trong bước 494.

Bước a) bao gồm thêm việc xử lý hai hoặc nhiều đế đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 để tạo ra bề mặt đế đã xử lý trong bước 210.

Bước vận chuyển 160 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20.

Bước vận chuyển 180 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế 100 tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng để đơn thứ hai 30.

Theo phương án này, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 có thể là buồng phản ứng xử lý plasma, hoặc theo cách khác, là buồng phản ứng lắng đọng plasma, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma. Buồng phản ứng để đơn thứ hai 30 có thể là buồng phản ứng lắng đọng pha khí hoặc buồng phản ứng lắng đọng plasma, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma và buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 buồng phản ứng lắng đọng xử lý theo mẻ như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử xử lý theo mẻ hoặc buồng phản ứng lắng đọng pha khí khác.

Fig. 16 thể hiện bằng sơ đồ việc sử dụng cụm thiết bị 1 trên Fig. 9 hoặc Fig. 5 hoặc theo cách khác, trên Fig. 18 để thực hiện phương pháp theo sáng chế. Trước tiên, đế 100 được xử lý trong buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40, sau đó, đế được xử lý trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20.

Fig. 17 thể hiện lưu đồ của phương án khác về phương pháp để được thực hiện với cụm thiết bị trên các Fig. 9, 5 hoặc 18.

Phương pháp theo Fig. 17 bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 trong bước 210, vận chuyển đế 100 sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 160 và thực hiện các bước b) và c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 lần lượt trong các bước 320 và 450.

Bước vận chuyển 160 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ

buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng đệm 70, lưu giữ để tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển để 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20.

Theo phương án trên Fig. 17, buồng phản ứng lắng đọng để đơn plasma đối với các bước b) và c) với các điện cực plasma. Trong bước c), các điện cực plasma hoặc đầu hiệu plasma có thể không được sử dụng, nếu muốn. Ngoài ra, buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40 có thể là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử.

Fig. 18 thể hiện phương án khác về cụm thiết bị 1. Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng vận chuyển 10 và cụm thiết bị chân không 12 được kết nối với buồng vận chuyển 10 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng vận chuyển 10. Rôbot vận chuyển 16 được bố trí bên trong buồng vận chuyển 10.

Cụm thiết bị 1 bao gồm thêm buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển thứ nhất 25 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 được mở ra và đóng lại. Thiết bị chân không thứ nhất 22 được kết nối với buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất 20.

Cụm thiết bị 1 bao gồm buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển theo mẻ 45 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển theo mẻ 45 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không theo mẻ 42 được kết nối với buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40.

Cụm thiết bị 1 bao gồm thêm buồng phản ứng xử lý thứ hai 46 được kết nối với buồng vận chuyển 10 thông qua cổng nối vận chuyển theo mẻ thứ hai 49 mà qua đó, để được nạp vào buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46 được mở ra và đóng lại. Cổng nối vận chuyển theo mẻ thứ hai 49 có thể bao gồm, ví dụ, van cửa. Thiết bị chân không theo mẻ thứ hai 48 được kết nối với buồng phản ứng theo mẻ thứ hai 46 để cung cấp môi trường

chân không bên trong buồng phản ứng theo mẻ thứ hai 46.

Cụm thiết bị 1 trên Fig. 9 bao gồm thêm buồng đệm 70 được kết nối với buồng vận chuyển 10 qua cổng nối vận chuyển đệm 75 mà qua đó, để được nạp vào buồng đệm 70 và được dỡ nạp từ đó, và nhờ nó, buồng đệm 70 được mở ra và đóng lại. Thiết bị chân không đệm 72 được kết nối với buồng đệm 70 để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng đệm 70.

Do đó, cụm thiết bị 1 trên Fig. 18 bao gồm hai buồng phản ứng xử lý theo mẻ 40, 46 được bố trí để xử lý hai hoặc nhiều đế tại một thời điểm. Ngoài ra, cụm thiết bị bao gồm một buồng phản ứng đế đơn 20 được bố trí để xử lý một đế đồng thời.

Theo phương án này, buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 là buồng phản ứng xử lý plasma hoặc buồng phản ứng lắng đọng plasma hoặc buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử plasma bao gồm các điện cực plasma 84, 86. Bước b) của phương pháp được thực hiện trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20.

Fig. 19 thể hiện bằng sơ đồ việc sử dụng cụm thiết bị 1 trên Fig. 18 để thực hiện phương pháp theo sáng chế. Trước tiên, đế 100 được xử lý trong buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất 40, sau đó, đế được xử lý trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 và sau cùng, đế được xử lý trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46.

Fig. 20 thể hiện lưu đồ của phương án khác về phương pháp để được thực hiện với cụm thiết bị trên Fig. 18.

Phương pháp theo Fig. 20 bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 trong bước 210, vận chuyển đế 100 sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 160, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 trong bước 320, vận chuyển đế 100 sau bước a) từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 170 và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46 trong bước 460.

Bước vận chuyển 160 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng đế đơn thứ

nhất 20.

Ngoài ra, bước vận chuyển 170 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46.

Theo phương án trên Fig. 20, buồng phản ứng lắng đọng đế đơn plasma với các điện cực plasma được sử dụng trong bước b). Trong các bước a) và c), các buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất và thứ hai 40, 46 có thể là các buồng phản ứng lắng đọng pha khí, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử.

Fig. 21 thể hiện lưu đồ của phương án khác về phương pháp để được thực hiện với cụm thiết bị trên Fig. 18.

Phương pháp theo Fig. 21 bao gồm việc thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 trong bước 210, vận chuyển đế 100 sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 160, thực hiện bước b) trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 trong bước 320, thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 trong bước 470, vận chuyển đế 100 sau bước a) và phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46 thông qua buồng vận chuyển 10 trong môi trường chân không trong bước 170 và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46 trong bước 480.

Bước vận chuyển 160 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất 40 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20.

Ngoài ra, bước vận chuyển 170 đối với đế có thể cũng bao gồm việc vận chuyển đế 100 từ buồng phản ứng đế đơn thứ nhất 20 tới buồng đệm 70, lưu giữ đế tạm thời ở buồng đệm 70 và vận chuyển đế 100 từ buồng đệm 70 tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai 46.

Theo phương án trên Fig. 20, buồng phản ứng lắng đọng đế đơn plasma với các

điện cực plasma được sử dụng trong bước b). Trong các bước a) và c), các buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất và thứ hai 40, 46 có thể là các buồng phản ứng lắng đọng pha khí, như buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử.

Sáng chế đã được mô tả ở trên kết hợp tham khảo các ví dụ được thể hiện trên các hình vẽ. Tuy nhiên, sáng chế hoàn toàn không bị giới hạn ở các ví dụ nêu trên mà có thể thay đổi trong phạm vi của các yêu cầu bảo hộ kèm theo.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp xử lý bề mặt đế bán dẫn (100), phương pháp được thực hiện bằng cụm thiết bị (1) bao gồm buồng vận chuyển (10) và hai hoặc nhiều buồng phản ứng xử lý (20, 30, 40, 60) được kết nối với buồng vận chuyển (10), phương pháp bao gồm bước cung cấp môi trường chân không cho buồng vận chuyển (10) và phương pháp bao gồm thêm các bước xử lý sau lần lượt được thực hiện:

a) cho bề mặt đế (100) tiến hành bước xử lý bề mặt đế tạo ra bề mặt đế đã xử lý;

b) cung cấp lớp phân giới trên bề mặt đế đã xử lý của đế (100) để tạo ra bề mặt đế phân giới; và

c) cung cấp lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới đế (100) để tạo ra đế được phủ theo chức năng,

khác biệt ở chỗ:

- bước a) bao gồm việc làm sạch sơ bộ bề mặt đế (100) bằng cách sử dụng kỹ thuật xử lý plasma trên bề mặt đế (100) để tạo ra bề mặt đế đã xử lý;

- bước b) bao gồm việc lắng đọng lớp phân giới trên bề mặt đế đã xử lý bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng tăng cường plasma để tạo ra lớp đế phân giới; và

- bước c) bao gồm việc cho lắng đọng lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử để tạo ra bề mặt đế được phủ theo chức năng,

phương pháp bao gồm thêm:

- thực hiện các bước xử lý a), b) và c) trong ít nhất hai buồng phản ứng xử lý khác nhau (20, 30, 40, 60) được kết nối với buồng vận chuyển (10); và

- vận chuyển đế (100) giữa ít nhất hai buồng phản ứng xử lý (20, 30, 40, 60) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không.

2. Phương pháp theo điểm 1, khác biệt ở chỗ, phương pháp bao gồm:

- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý thứ nhất (20);

- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý thứ nhất (20) tới buồng phản ứng xử lý thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường

chân không; và

- thực hiện các bước b) và c) trong buồng phản ứng xử lý thứ hai (30); hoặc
- thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng xử lý thứ nhất (20);
- vận chuyển để (100) sau bước b) từ buồng phản ứng xử lý thứ nhất (20) tới buồng phản ứng xử lý thứ hai (30, 40) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và

- thực hiện các bước c) trong buồng phản ứng xử lý thứ hai (30, 40); hoặc
- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý thứ nhất (20);
- vận chuyển để (100) sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý thứ nhất (20) tới buồng phản ứng xử lý thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không;

- thực hiện bước b) trong buồng phản ứng xử lý thứ hai (30);
- vận chuyển để (100) sau bước b) từ buồng phản ứng xử lý thứ hai (30) tới buồng phản ứng xử lý thứ ba (40, 60) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và

- thực hiện các bước c) trong buồng phản ứng xử lý thứ ba (40, 60).

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, phương pháp bao gồm:

- thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng để đơn (20, 30, 60) và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ (40); hoặc

- thực hiện các bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20), thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) và thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ (40); hoặc

- thực hiện các bước a), b) và phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn (20, 30, 60) và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ (40); hoặc

- thực hiện các bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20), thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30), thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) và thực hiện phần thứ hai của bước c) trong

buồng phản ứng xử lý theo mẻ (40).

4. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, phương pháp bao gồm:

- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn (20);
- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) tới buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và
- thực hiện các bước b) và c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30); hoặc
- thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);
- vận chuyển đế (100) sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) tới buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và
- thực hiện các bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30); hoặc
- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);
- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) tới buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không;
- thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30);
- vận chuyển đế (100) sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) tới buồng phản ứng để đơn thứ ba (60) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và
- thực hiện bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ ba (60).

5. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, phương pháp bao gồm:

- thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);
- vận chuyển đế (100) sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và

- thực hiện các bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40); hoặc
- thực hiện các bước a) và b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);
- thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt để phân giới;
- vận chuyển đế (100) sau phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và
- thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) để cung cấp phần thứ hai của lớp chức năng trên phần thứ nhất của lớp chức năng.

6. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, khác biệt ở chỗ, phương pháp bao gồm:

- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);
- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) tới buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không;
- thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30);
- vận chuyển đế (100) sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và
- thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40); hoặc
- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);
- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) tới buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không;
- thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30);
- thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt để phân giới;
- vận chuyển đế (100) sau phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn

thứ hai (30) tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và

- thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40).

7. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, phương pháp bao gồm:

- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40);
- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và

- thực hiện các bước b) và c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20).

8. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, phương pháp bao gồm:

- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40);
- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không;

- thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);

- vận chuyển đế (100) sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (30) tới buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và

- thực hiện bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30); hoặc

- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40);

- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không;

- thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);

- thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới;

- vận chuyển đế (100) sau phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn

thứ nhất (20) tới buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và

- thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ hai (30).

9. Phương pháp theo điểm 1 hoặc 2, khác biệt ở chỗ, phương pháp bao gồm:

- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40);
- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không;
- thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);
- vận chuyển đế (100) sau bước b) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (30) tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai (46) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và
- thực hiện bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai (46); hoặc
- thực hiện bước a) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40);
- vận chuyển đế (100) sau bước a) từ buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) tới buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không;
- thực hiện bước b) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20);
- thực hiện phần thứ nhất của bước c) trong buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) để cung cấp phần thứ nhất của lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới;
- vận chuyển đế (100) sau phần thứ nhất của bước c) từ buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) tới buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai (46) thông qua buồng vận chuyển (10) trong môi trường chân không; và
- thực hiện phần thứ hai của bước c) trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai (46).

10. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 9, khác biệt ở chỗ:

- bước a) bao gồm việc cho bề mặt của hai hoặc nhiều đế (100) tiến hành bước xử lý bề mặt đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40); hoặc

- bước c) bao gồm việc cung cấp lớp chức năng hoặc phần thứ hai của lớp chức năng lên hai hoặc nhiều đế (100) đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) hoặc trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai (46); hoặc

- bước a) bao gồm việc cho bề mặt của hai hoặc nhiều đế (100) tiến hành bước xử lý bề mặt đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40); và

- bước c) bao gồm việc cung cấp lớp chức năng hoặc phần thứ hai của lớp chức năng lên hai hoặc nhiều đế (100) đồng thời trong buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai (46).

11. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 10, khác biệt ở chỗ, bước a) bao gồm:

- làm sạch sơ bộ bề mặt đế (100) bằng cách xử lý NH_3 – plasma để tạo ra bề mặt đế đã xử lý;

- làm sạch sơ bộ bề mặt đế (100) bằng cách xử lý plasma sử dụng N_2 –plasma, O_2 –plasma, Ar –plasma, H_2 –plasma, CO –plasma, CO_2 –plasma hoặc hỗn hợp của chúng để tạo ra bề mặt đế đã xử lý.

12. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11, khác biệt ở chỗ, bước b) bao gồm:

- cho lắng đọng lớp AlN trên bề mặt đế đã xử lý bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma để tạo ra lớp đế phân giới; hoặc

- cho lắng đọng lớp SiO_2 , lớp Si_3N_4 , lớp Al_2O_3 , lớp TiN, lớp WN, lớp HfO_2 , lớp ZrO_2 , lớp SiC, lớp SiCN, lớp TaC hoặc lớp TiC trên bề mặt đế đã xử lý bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử tăng cường plasma để tạo ra lớp đế phân giới.

13. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12, khác biệt ở chỗ, bước c) bao gồm:

- cho lắng đọng lớp chức năng trên bề mặt đế phân giới bằng cách sử dụng phương pháp lắng đọng lớp nguyên tử nhiệt để tạo ra bề mặt đế được phủ theo chức năng.

14. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 13, khác biệt ở chỗ, phương pháp được áp dụng cho đế bán dẫn, đế bán dẫn ghép, hoặc đế bán dẫn nhóm iii-v.

15. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 14, khác biệt ở chỗ, phương pháp được thực hiện bằng thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 22.

16. Cụm thiết bị xử lý bề mặt đế (100), cụm thiết bị (1) bao gồm buồng vận chuyển (10), thiết bị chân không (12) được kết nối với buồng vận chuyển (10) để cung cấp môi trường chân không bên trong buồng vận chuyển (10), rôbot vận chuyển (16) được bố trí bên trong buồng vận chuyển (10), hai hoặc nhiều buồng phản ứng xử lý (20, 30, 40, 60) được kết nối với buồng vận chuyển (10), hai hoặc nhiều buồng xử lý (20, 30, 40, 60) bao gồm buồng phản ứng xử lý để đơn thứ nhất (20) được bố trí để tiếp nhận một đế (100), và buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) được bố trí để tiếp nhận hai hoặc nhiều đế (100), khác biệt ở chỗ:

- buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử có buồng phản ứng (80) và bao gồm các điện cực plasma (84, 86) được bố trí để sinh ra plasma bên trong buồng phản ứng (80);

- buồng phản ứng theo mẻ thứ nhất (40) là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử có buồng phản ứng (90) và giá đỡ đế (93) được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế (100).

17. Cụm thiết bị theo điểm 16, khác biệt ở chỗ, hai hoặc nhiều buồng xử lý (20, 30, 40, 60) bao gồm thêm buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) được bố trí để tiếp nhận một đế (100).

18. Cụm thiết bị theo điểm 16 hoặc 17, khác biệt ở chỗ:

- buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) bao gồm giá đỡ đế đơn (81) được bố trí để đỡ một đế (100);

- buồng phản ứng để đơn thứ nhất (20) bao gồm giá đỡ đế đơn (81) được bố trí để đỡ một đế (100), và buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) bao gồm giá đỡ đế đơn (81) được bố trí để đỡ một đế (100).

19. Cụm thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 18, khác biệt ở chỗ, hai hoặc nhiều buồng xử lý (20, 30, 40, 60) bao gồm thêm buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai (46) được bố trí để tiếp nhận hai hoặc nhiều đế (100).

20. Cụm thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 19, khác biệt ở chỗ:

- buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) bao gồm giá đỡ đế (93) được bố trí

để đỡ hai hoặc nhiều đế (100); hoặc

- buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ nhất (40) bao gồm giá đỡ đế (93) được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế (100) và buồng phản ứng xử lý theo mẻ thứ hai (46) bao gồm giá đỡ đế (93) được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế (100).

21. Cụm thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 20, khác biệt ở chỗ:

- buồng phản ứng để đơn thứ hai (30) là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử có buồng phản ứng (80) và bao gồm các điện cực plasma (84, 86) được bố trí để sinh ra plasma bên trong buồng phản ứng (80).

22. Cụm thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 16 đến 21, khác biệt ở chỗ:

- buồng phản ứng theo mẻ thứ hai (46) là buồng phản ứng lắng đọng lớp nguyên tử có buồng phản ứng (90) và giá đỡ đế (93) được bố trí để đỡ hai hoặc nhiều đế (100).

2/22

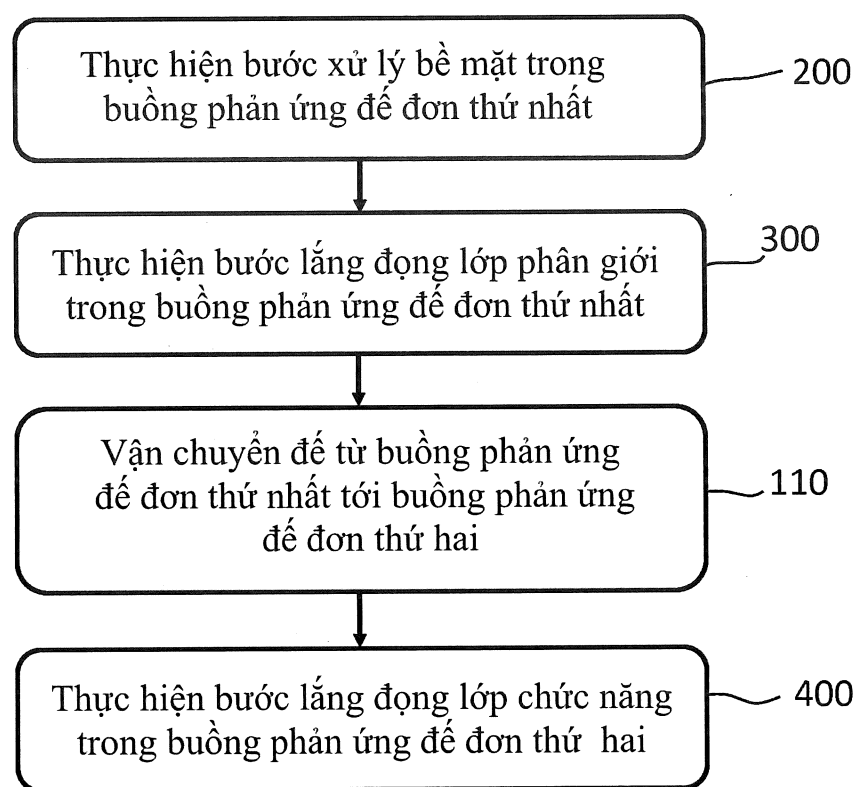


Fig. 2

3/22

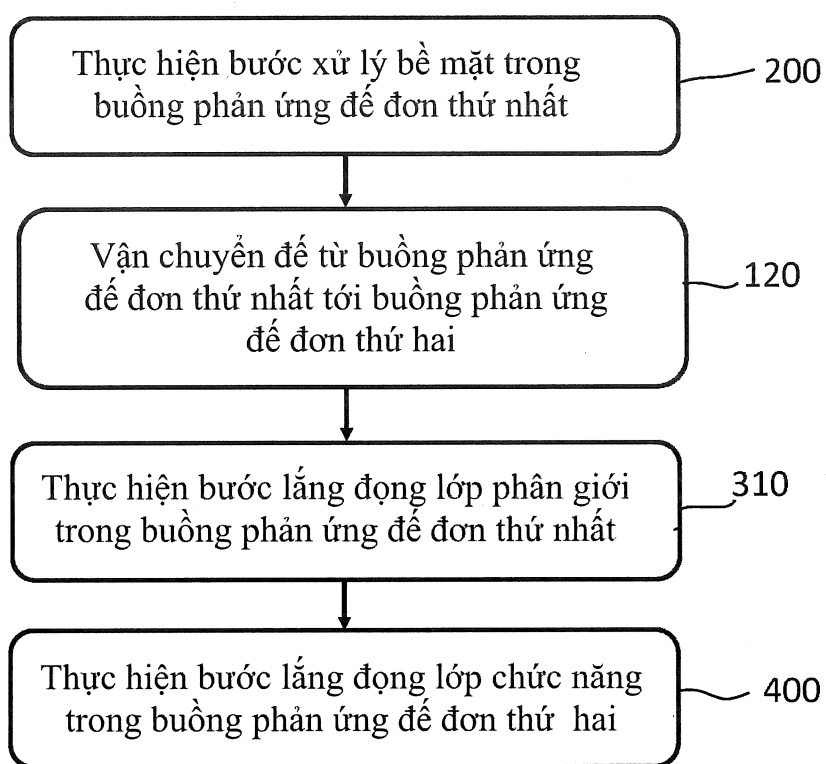


Fig. 3

4/22

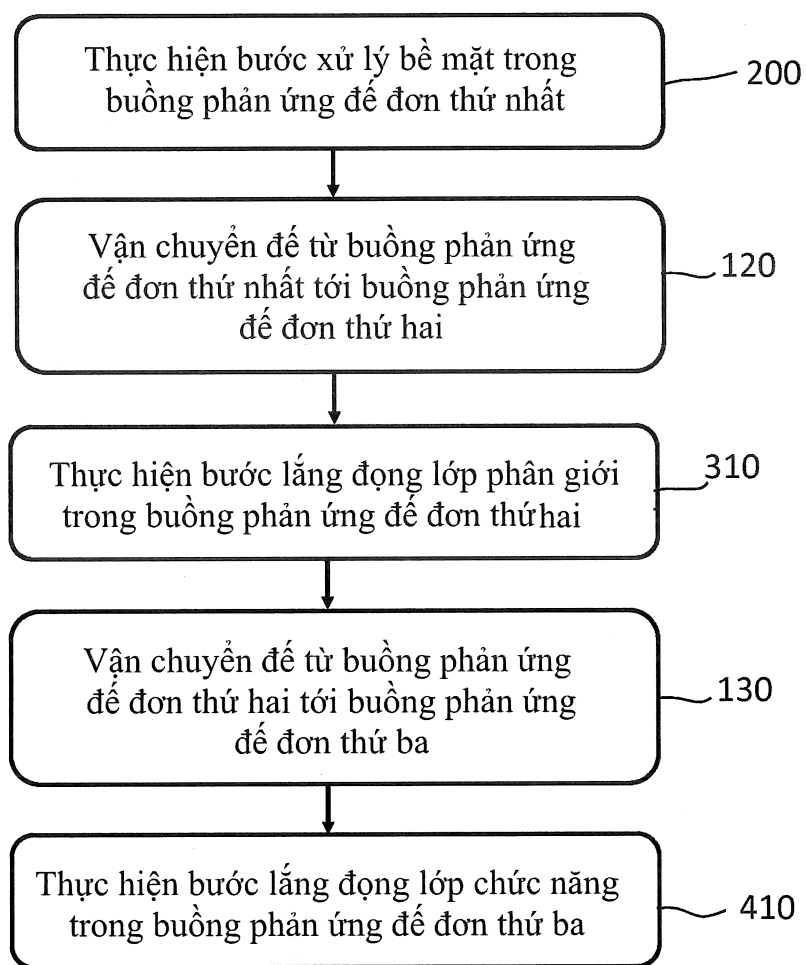


Fig. 4

5/22

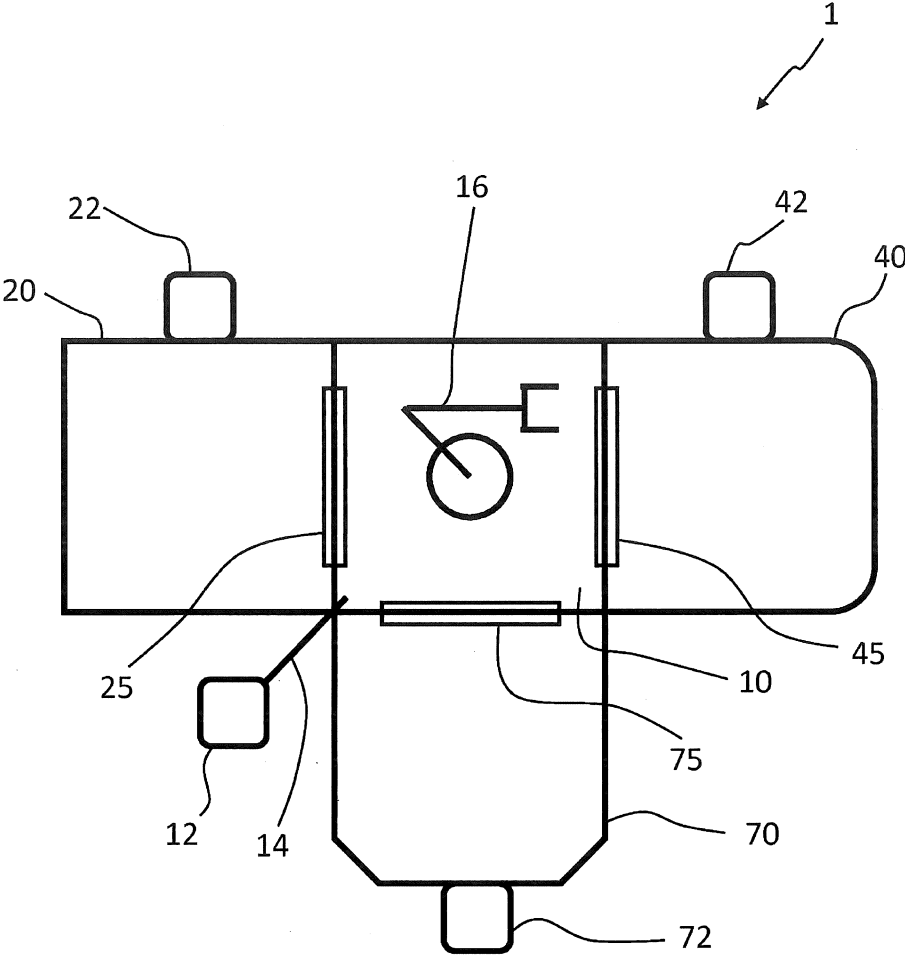


Fig.5

6/22

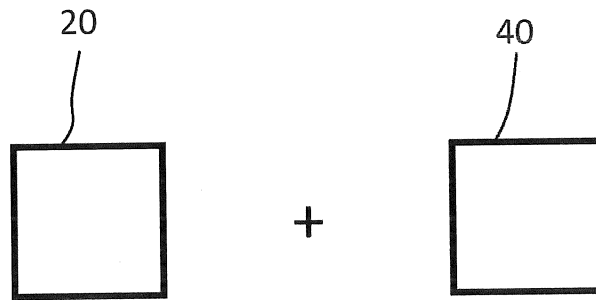


Fig. 6

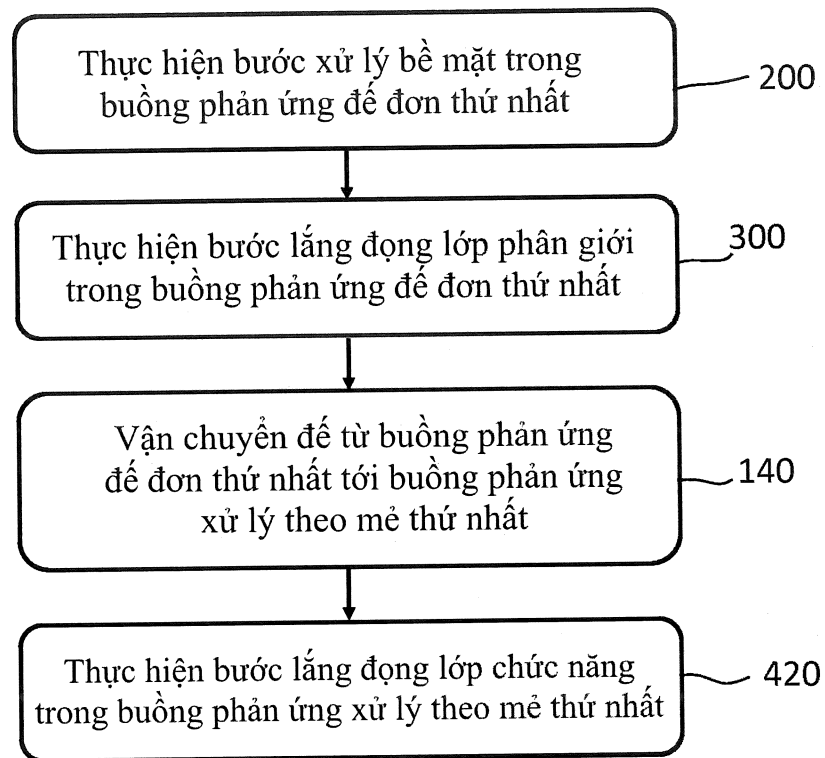


Fig. 7

7/22

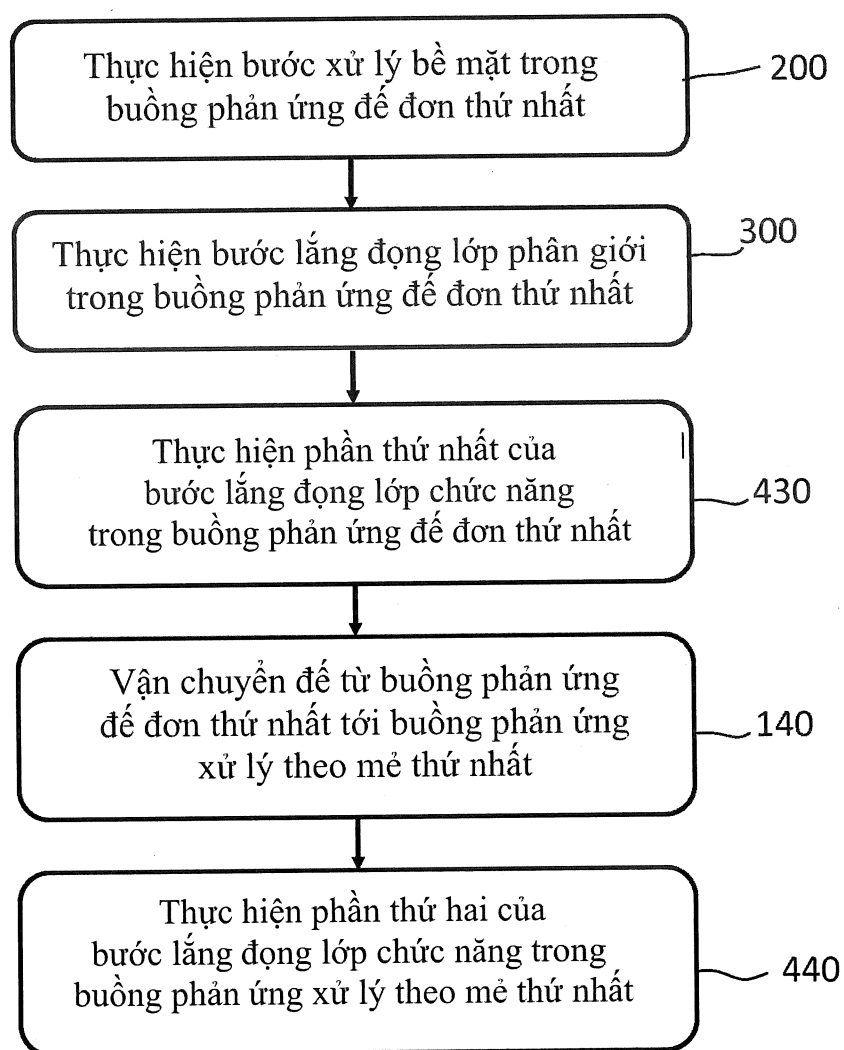


Fig.8

8/22

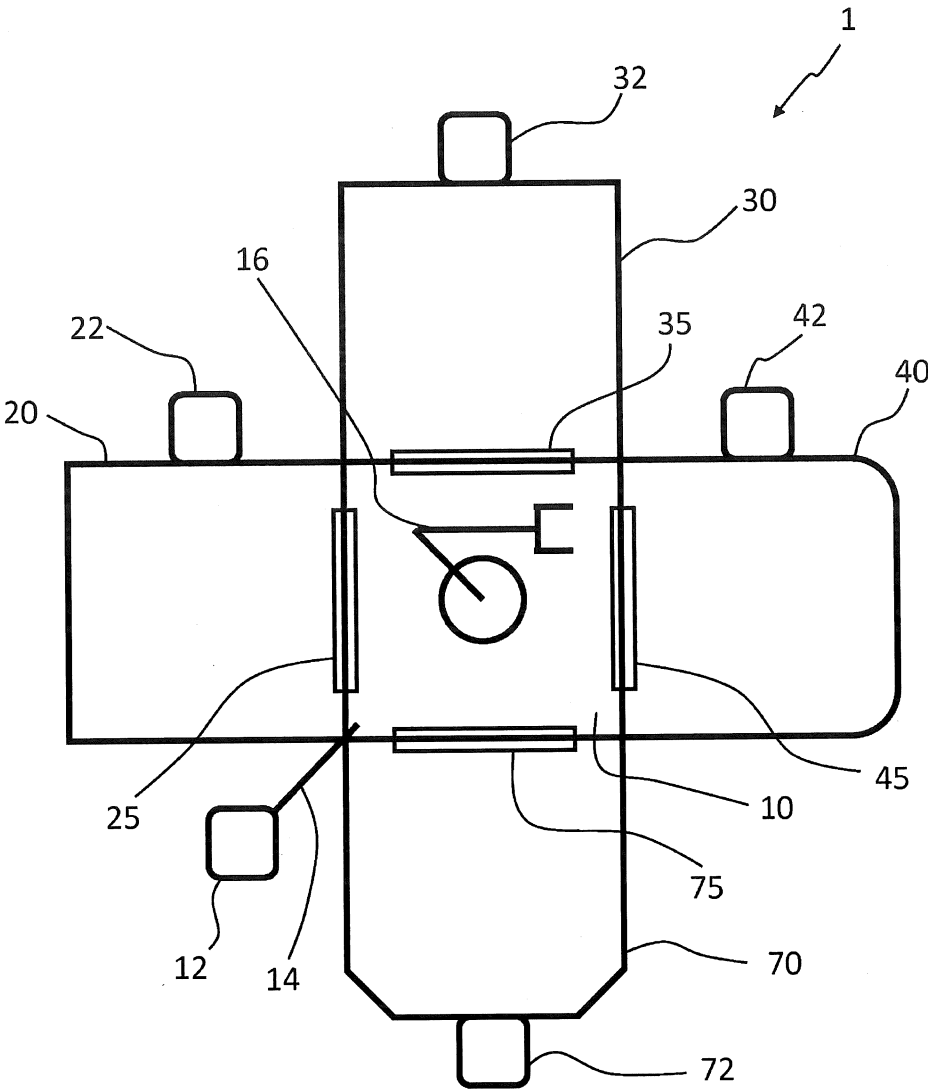


Fig.9

9/22

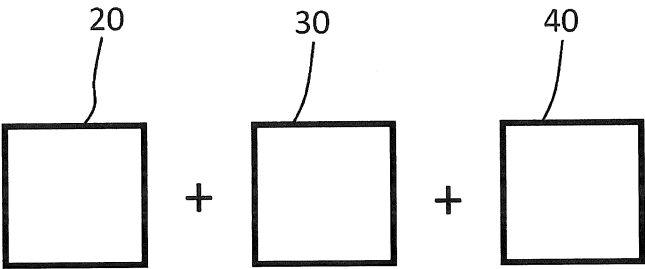


Fig.10

10/22

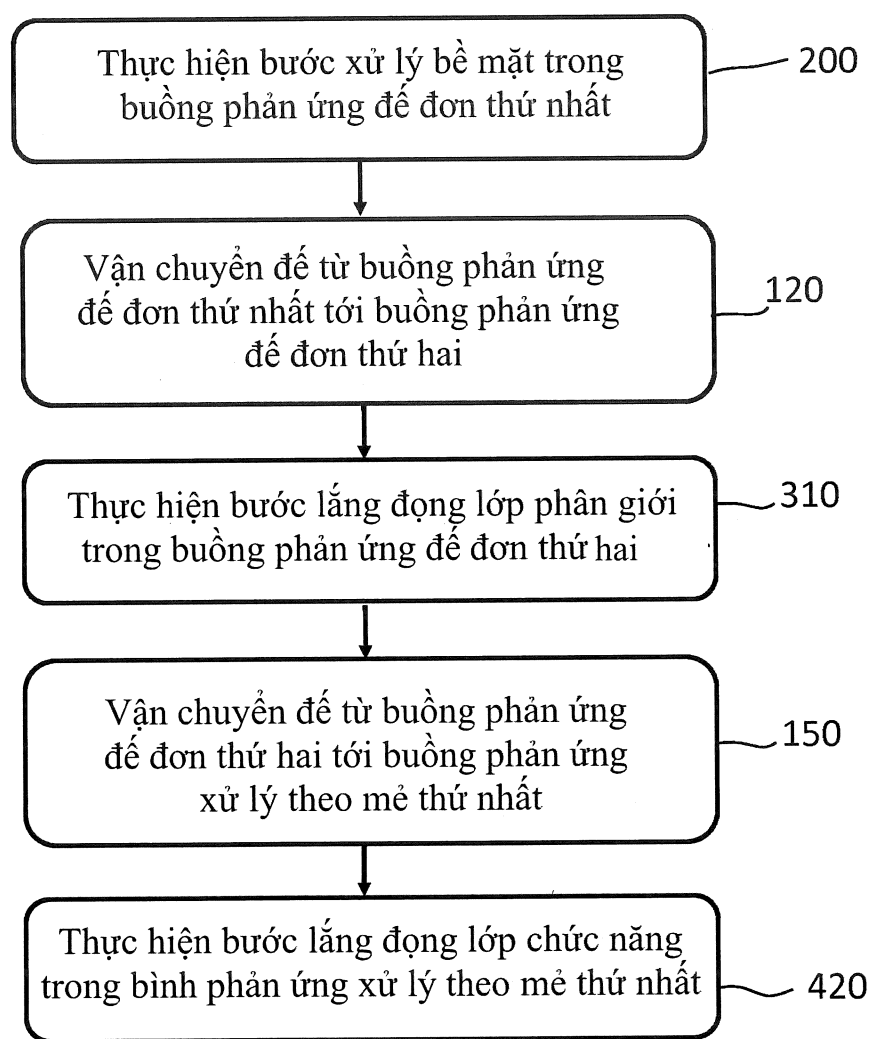


Fig.11

11/22

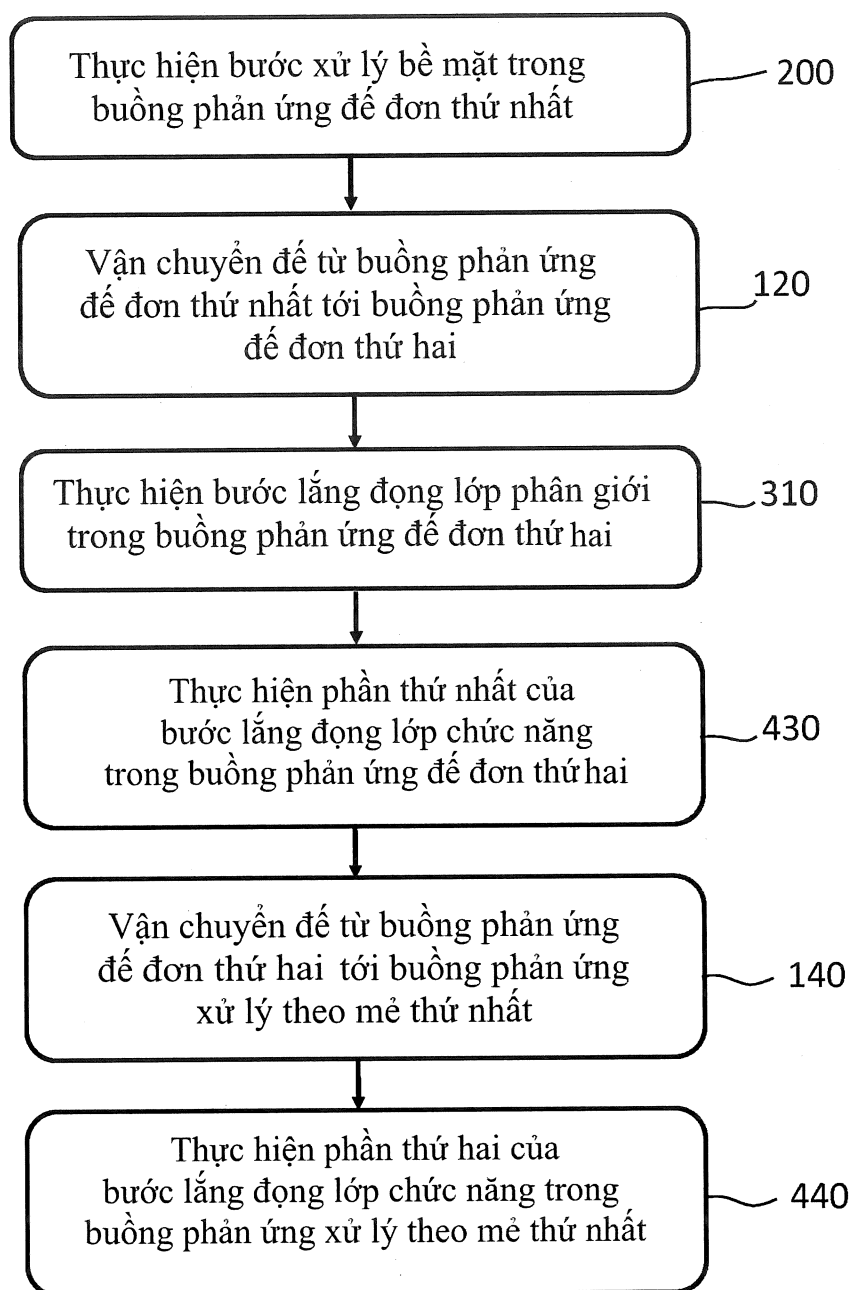


Fig.12

12/22

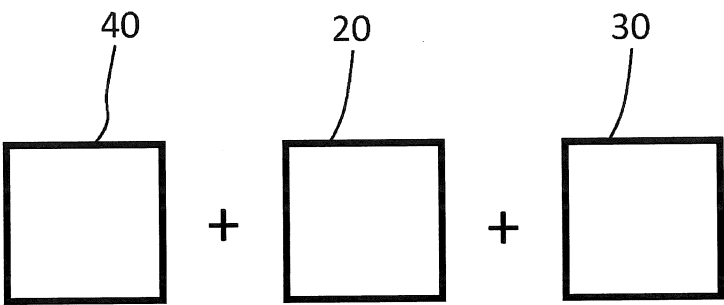


Fig.13

13/22

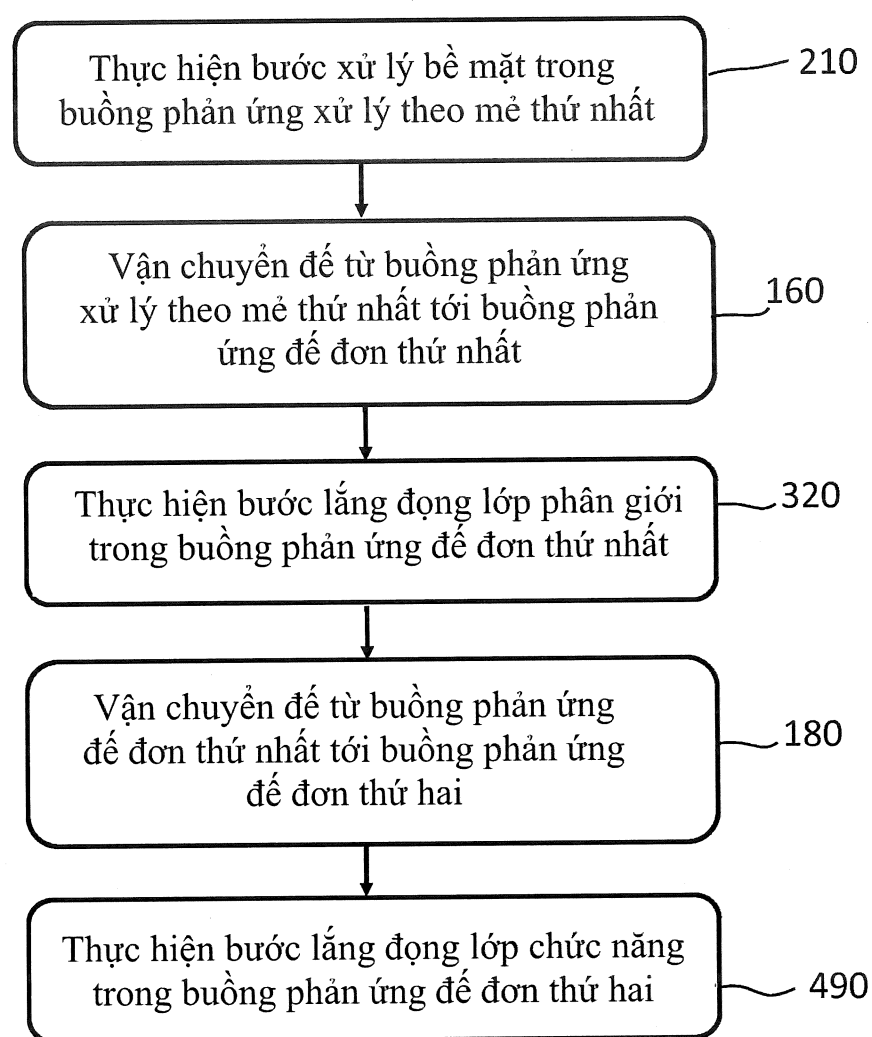


Fig.14

14/22

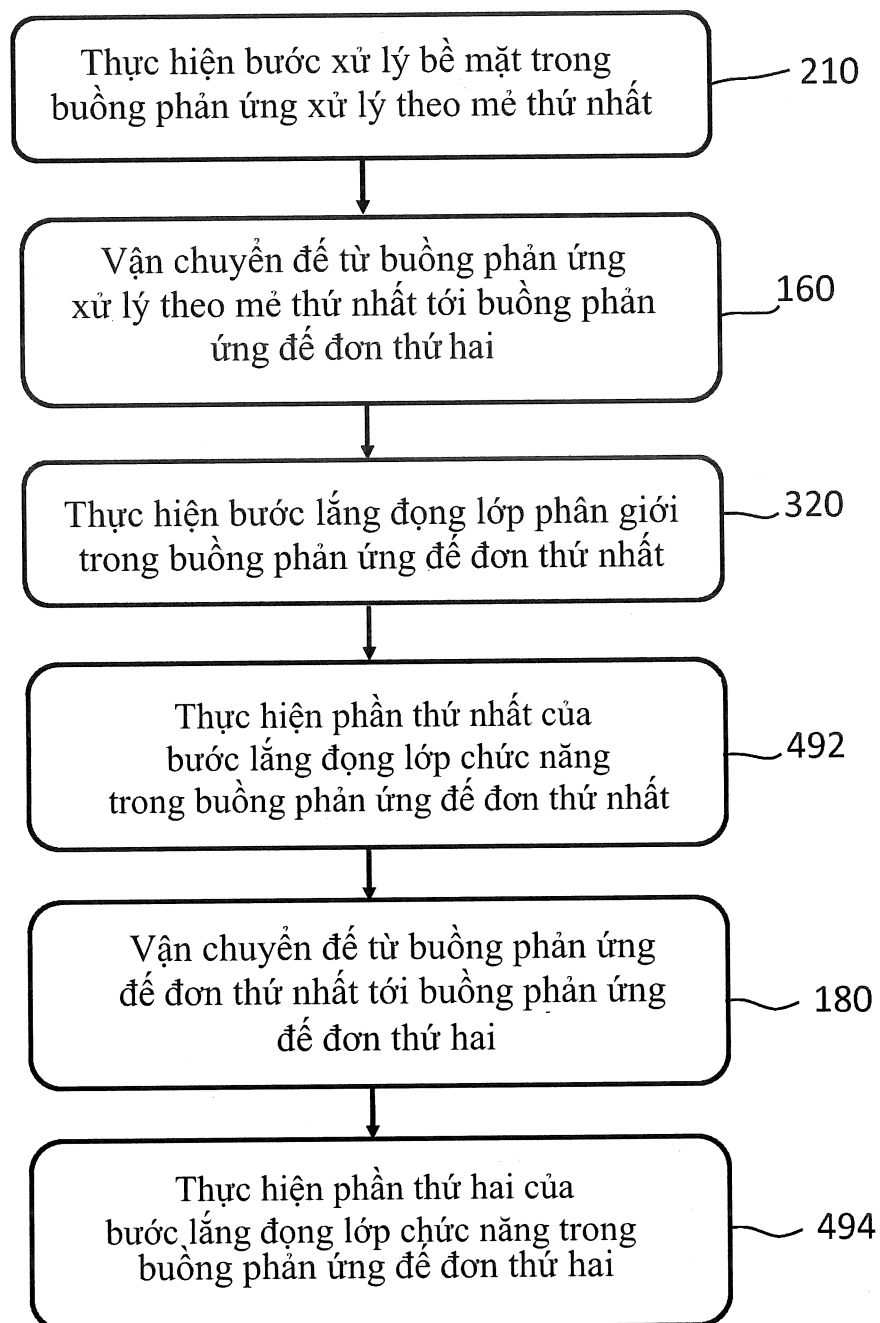


Fig.15

15/22

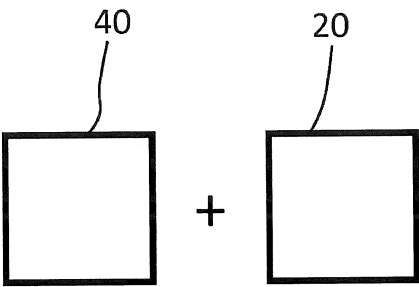


Fig.16

16/22

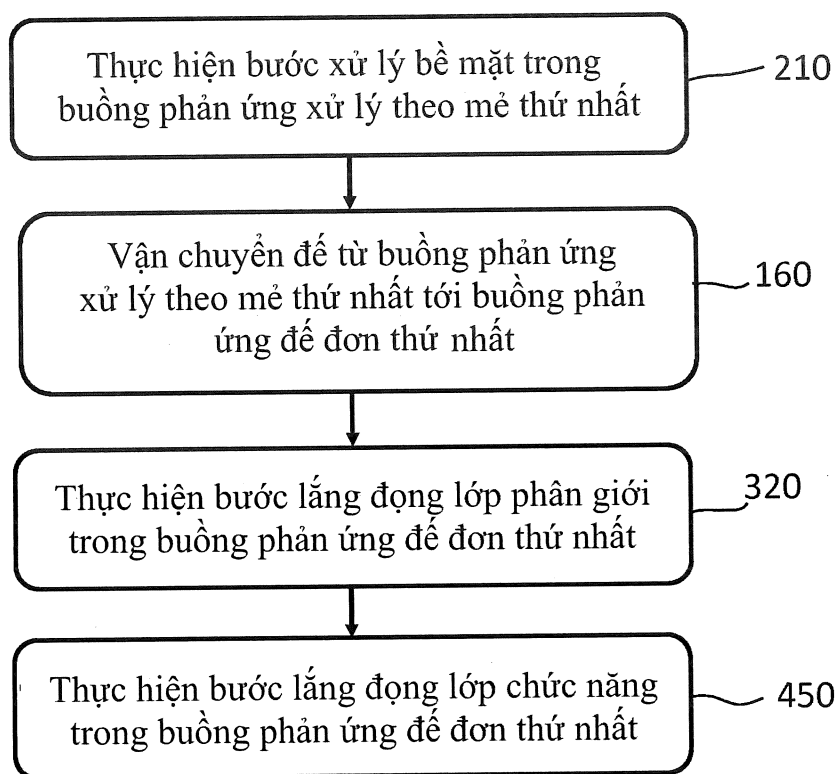


Fig. 17

17/22

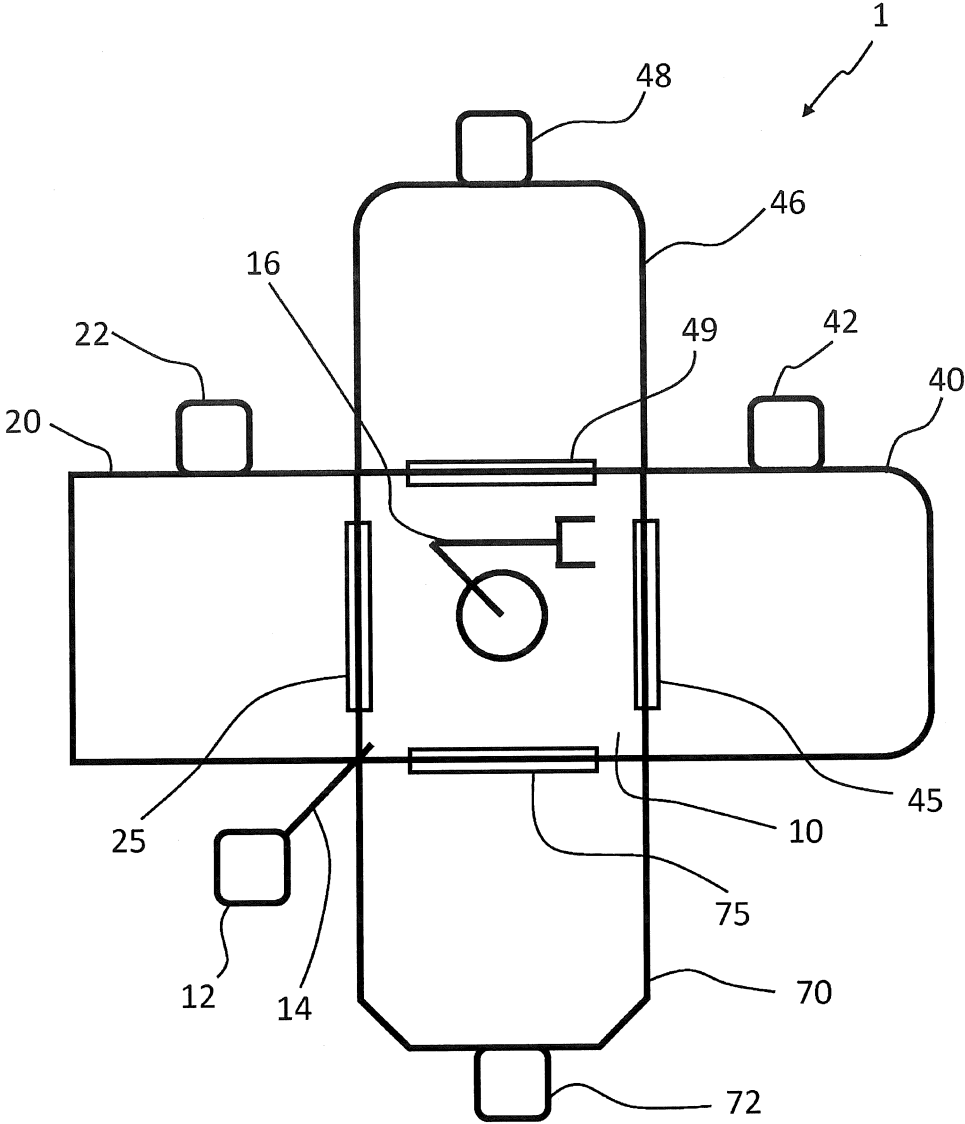


Fig.18

18/22

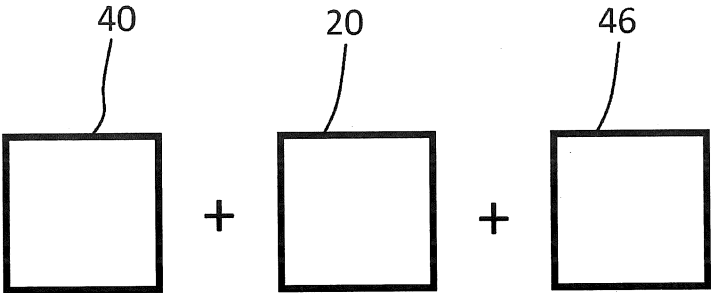


Fig.19

19/22

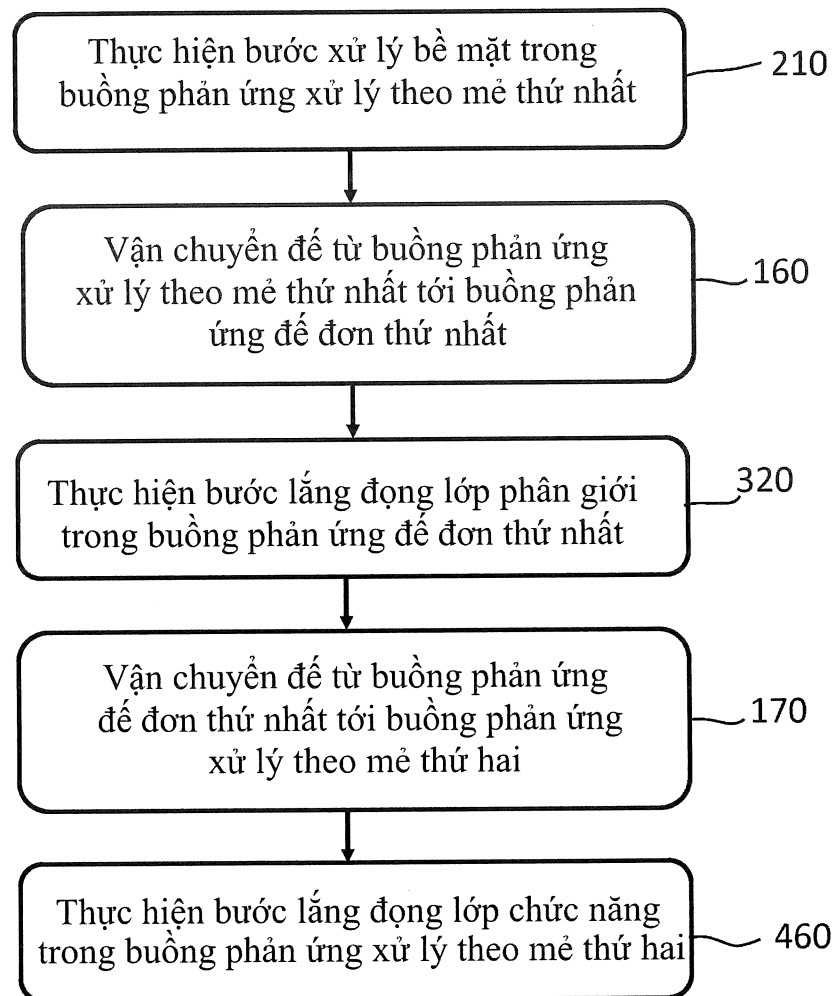


Fig. 20

20/22

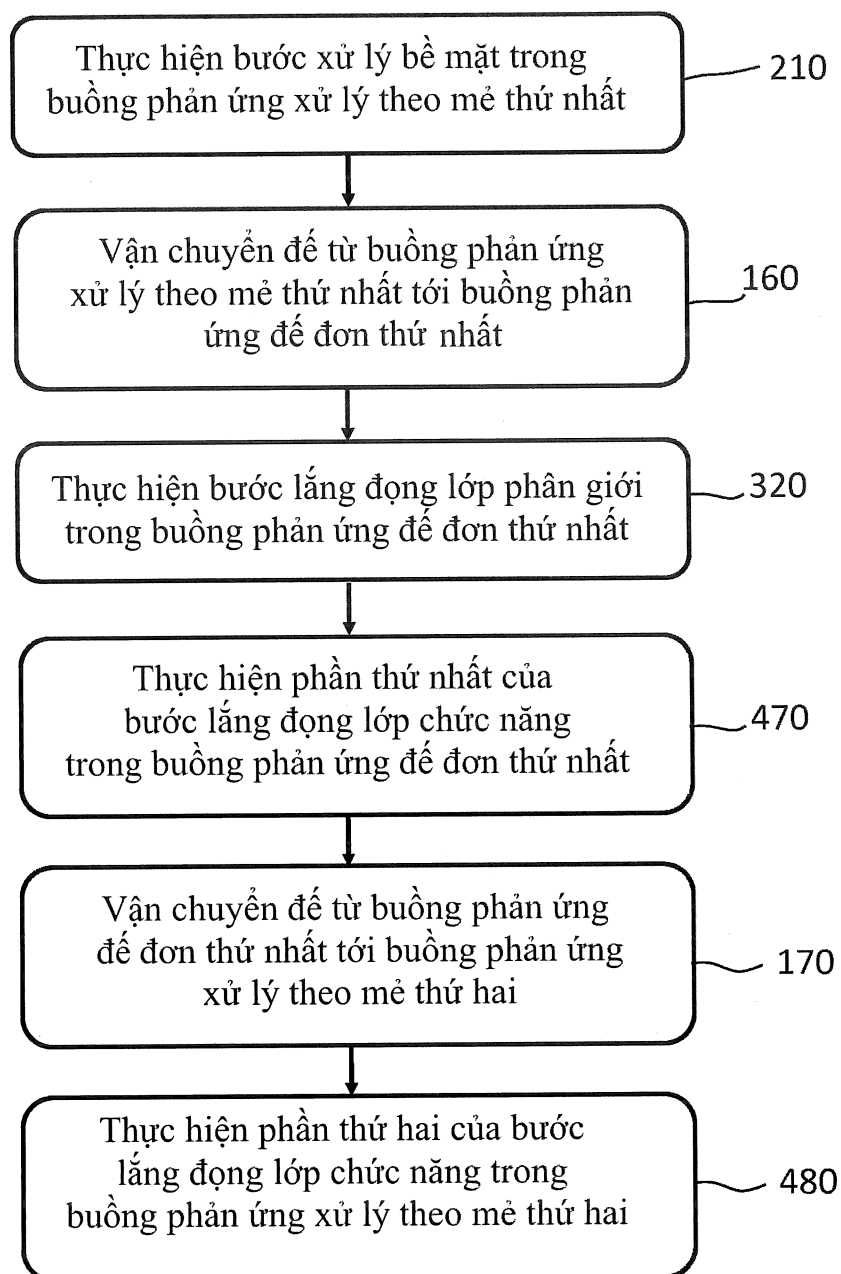


Fig. 21

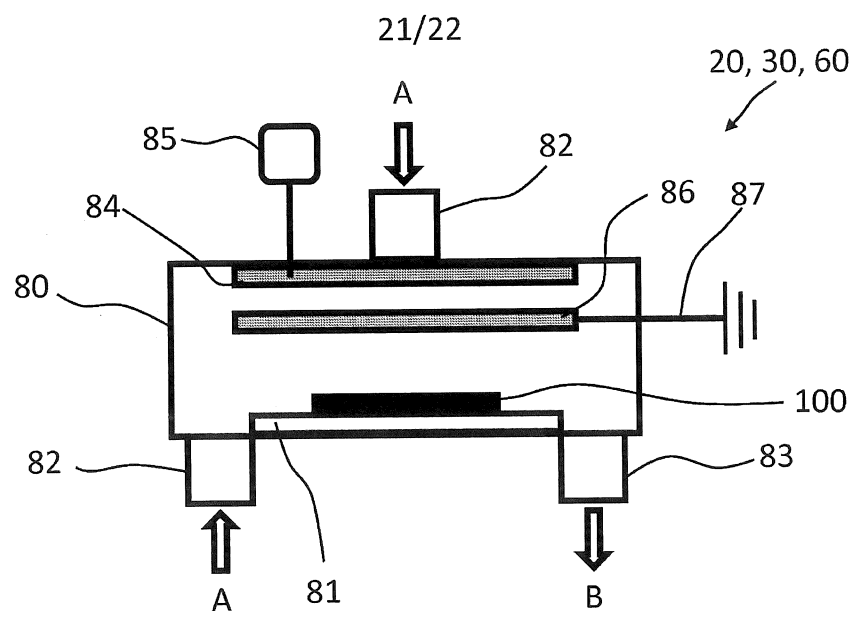


Fig.22

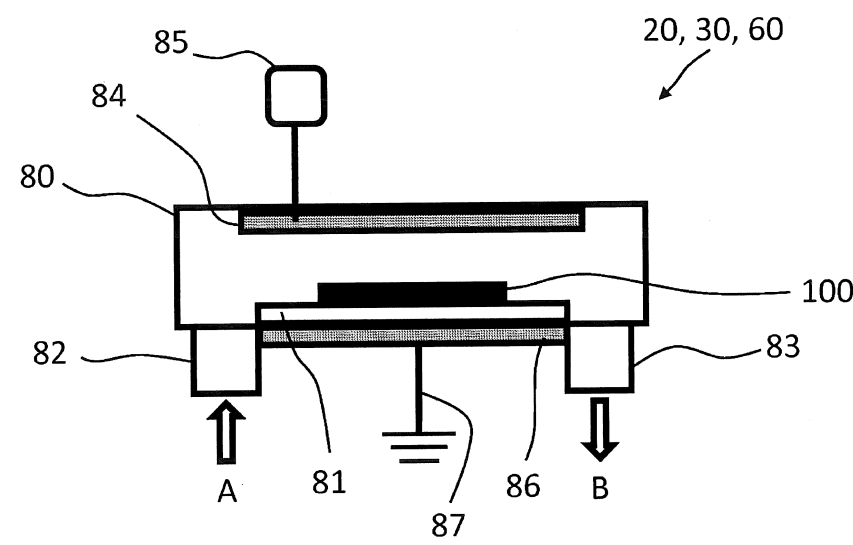


Fig. 23

22/22

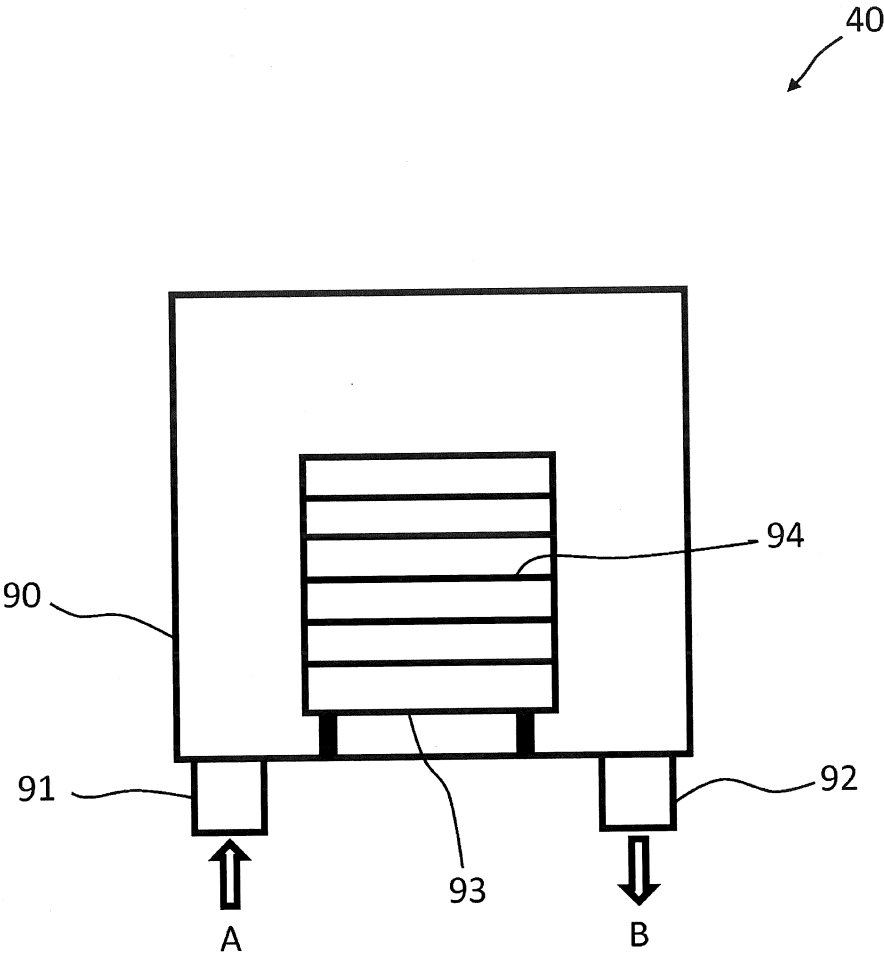


Fig. 24