



(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)



1-0052574

(51)^{2021.01} C23C 16/511; H05H 1/24

(13) B

(21) 1-2022-06881

(22) 23/03/2021

(86) PCT/JP2021/012030 23/03/2021

(87) WO 2021/193651 30/09/2021

(30) 2020-054661 25/03/2020 JP

(45) 27/10/2025 451

(43) 26/12/2022 417A

(73) SUNTORY HOLDINGS LIMITED (JP)

1-40, Dojimahama 2-chome, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 5308203, Japan

(72) NISHIYAMA, Masanori (JP); AKANUMA, Yasuhiko (JP); SUZUKI, Tetsuya (JP);
SHIRAKURA, Akira (JP); TANAKA, Takumi (JP); MIKAMOTO, Kotonon (JP).

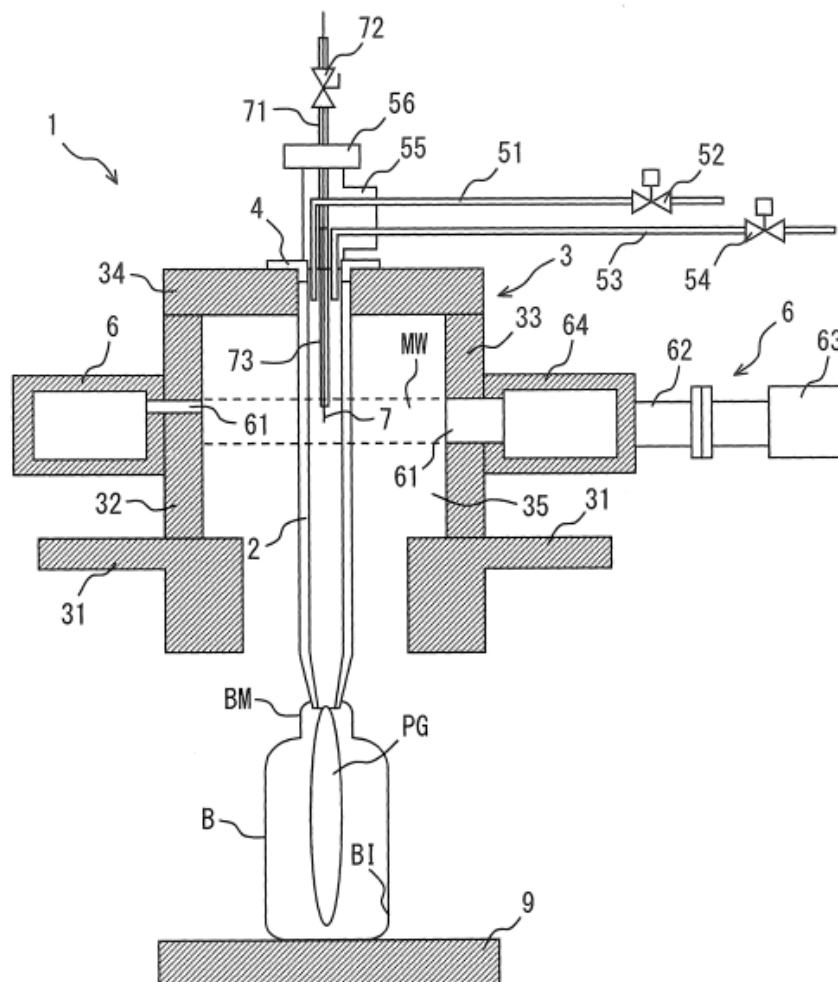
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ LẮNG HƠI HÓA HỌC (CVD) PLASMA TỪ XA DƯỚI ÁP SUẤT KHÍ
QUYỀN, PHƯƠNG PHÁP TẠO LỚP PHỦ, VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT
CHAI NHỰA

(21) 1-2022-06881

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị CVD plasma bao gồm nền có hình dạng ba chiều như chai và có thể tạo thành lớp phủ trên bề mặt của nhiều loại nền khác nhau dưới áp suất khí quyển, và phương pháp tạo lớp phủ. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển được cung cấp buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong và cửa ra plasma, và thiết bị tạo plasma tạo ra plasma trong không gian bên trong. Cửa ra plasma được cung cấp vòi phun có diện tích lỗ mở nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí trong không gian bên trong.

FIG. 1



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển, phương pháp tạo lớp phủ, và phương pháp sản xuất chai nhựa. Cụ thể hơn, sáng chế đề cập đến thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển có lớp phủ chức năng này, như lớp phủ có tính chất chặn khí cao, có thể được tạo thành bằng cách chuyển khí nguyên liệu thô thành plasma ở áp suất khí quyển hoặc áp suất gần áp suất khí quyển, cũng như phương pháp tạo lớp phủ và phương pháp sản xuất chai nhựa sử dụng thiết bị này.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Lớp phủ có màng cacbon hoặc màng vô cơ để cải thiện tính chất chặn khí hoặc tính chất bảo vệ bề mặt của sản phẩm nhựa, như màng, tấm, và sản phẩm đúc, là đã biết. Ví dụ, sự tạo thành lớp phủ trên bề mặt trong của chai nhựa được dùng cho đồ uống hoặc tương tự là đã biết. Làm lớp phủ như vậy, màng cacbon, như màng cacbon giống kim cương (DLC, còn được gọi là cacbon vô định hình hydro hóa), và màng vô cơ, màng như silic oxit (SiO_x), là đã biết. Khi plasma nhiệt được tạo ra ở gần áp suất khí quyển được sử dụng để tạo thành lớp phủ màng DLC hoặc màng SiO_x , vật liệu nhựa phân hủy hoặc biến dạng, và do đó, sự lắng hơi hóa học (chemical vapor deposition - CVD) với plasma nhiệt độ thấp trong chân không (vài Pa đến vài chục Pa) được sử dụng phổ biến. Ví dụ, polyetylen terephthalat (PET) có nhiệt độ biến dạng nhiệt xấp xỉ 80°C và bị phân hủy hoặc bị biến dạng bởi plasma nhiệt, và do đó, lớp phủ CVD với plasma nhiệt độ thấp được yêu cầu.

Để tạo ra plasma bên trong chai nhựa bằng cách chiếu bức xạ cao tần hoặc vi sóng, cần phải giảm áp suất bên trong chai nhựa đến 100 Pa hoặc thấp hơn. Tuy nhiên, xét về giá thành của bơm chất không hiệu suất cao và thiết bị chân không cần để thu được độ chân không cao, cũng như năng lượng và thời gian đạt được độ chân không này, việc xử lý ở độ chân không cao bằng 100 Pa hoặc thấp hơn khá là bất lợi so với việc xử lý dưới

áp suất khí quyển hoặc xử lý dưới độ chân không thấp bằng 1000 Pa (xấp xỉ 0,01 atm) hoặc cao hơn, mà có thể đạt được trong thời gian ngắn sử dụng bơm quay đơn giản.

Khi phủ chai nhựa, không gian để chứa chai, ví dụ, buồng giữ vi sóng, phải được khử áp đến áp suất sao cho chai không bị nghiền bởi áp suất bên ngoài và plasma không bị kích thích bên ngoài chai, ví dụ, xấp xỉ 10.000 Pa (xấp xỉ 0,1 atm). Do đó, cần thiết là chai nhựa phải có độ bền để chịu được chênh lệch giữa áp suất bên ngoài và áp suất bên trong và duy trì được hình dạng của nó, và việc xử lý plasma nhiệt độ thấp dưới môi trường chân không của chai mỏng và nhẹ hoặc chai mỏng dung tích lớn bằng 1 lít hoặc lớn hơn là khó khăn.

Để tạo ra plasma nhiệt độ thấp mà có thể được sử dụng để tạo ra lớp phủ trên chai nhựa dưới áp suất khí quyển mà không sử dụng độ chân không cao, cần phải ức chế sự tạo thành plasma nhiệt dưới áp suất khí quyển và tạo thành plasma không cân bằng trong đó nhiệt độ electron là cao nhưng ion được duy trì ở nhiệt độ thấp. Việc phủ chai nhựa bằng màng chắn nhờ phương pháp plasma nhiệt độ thấp ở áp suất khí quyển là đã biết.

Tài liệu patent 1 (JP 2005-313939 A) mô tả phương pháp sản xuất chai nhựa được phủ màng mỏng chắn khí, bao gồm ít nhất là bước tạo ra, sử dụng phương pháp plasma áp suất khí quyển, plasma của khí nguyên liệu thô của màng mỏng chắn khí để tiếp xúc hoặc gần như tiếp xúc với bề mặt ngoài của chai, và phun khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma lên trên toàn bộ bề mặt ngoài từ khoảng cách gần để tạo ra màng mỏng chắn khí.

Tài liệu patent 2 (JP 2012-172208 A) mô tả phương pháp xử lý bề mặt trong của chai nhựa, bao gồm bước bố trí chai nhựa cần được xử lý bên trong buồng giữ vi sóng, đưa vi sóng vào phía bên trong buồng giữ vi sóng, và chuyển khí chứa khí nguyên liệu thô được cấp qua đường ống cấp khí được bố trí bên trong chai nhựa thành plasma, trong đó đường ống cấp khí được tạo ra bằng cách bố trí chi tiết hình que mỏng gồm vật dẫn bên trong thân đường ống cấp gồm chất điện môi hình trụ, và vi sóng được đưa vào bằng hộp cộng hưởng hình khuyên thông qua các ăngten rãnh, mà được bố trí xung quanh buồng giữ vi sóng và được cung cấp trên bề mặt quay mặt vào buồng giữ vi sóng, vào phía bên trong của buồng giữ vi sóng để làm cho chi tiết hình que mỏng phóng điện và

đốt plasma, nhờ đó plasma được tạo ra bên trong chai nhựa, và sự tạo thành plasma được duy trì bằng cách đưa vi sóng vào để chuyển khí chứa khí nguyên liệu thô được cấp bởi đường ống cấp khí thành plasma.

Tài liệu trích dẫn

Tài liệu patent

[PTL 1] JP 2005-313939 A

[PTL 2] JP 2012-172208 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Theo phương pháp được mô tả trong Tài liệu patent 1, vì cần thiết là khoảng cách giữa điện cực và bề mặt của chai nhựa là vài milimét, sự tạo thành lớp phủ bị giới hạn ở bề mặt ngoài của chai, và thiết bị để quay chai cũng được yêu cầu. Theo phương pháp được mô tả trong Tài liệu patent 2, vì chai nhựa được bố trí bên trong buồng giữ vi sóng, cần phải thiết kế buồng giữ vi sóng theo kích thước và hình dạng của chai, và dụng cụ và thời gian để đặt và lấy các chai ra là cần thiết. Do đó, bất lợi về mặt giảm chi phí khi xử lý lượng lớn các chai nhựa có các có kích thước và hình dạng khác nhau.

Mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị CVD plasma và phương pháp tạo lớp phủ mà bằng phương pháp này lớp phủ có thể được tạo thành dưới áp suất khí quyển trên bề mặt của nhiều nền khác nhau bao gồm các nền có hình dạng ba chiều, như chai nhựa, mà không cần thiết kế buồng lắng theo kích thước và hình dạng của nền, và không cần thiết bị và thời gian để đặt và lấy nền ra.

Giải quyết vấn đề

Sáng chế bao gồm các khía cạnh từ [1] đến [16] dưới đây.

[1]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển, bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra plasma trong không gian bên trong, trong đó cửa ra plasma bao gồm vòi phun có diện tích lỗ mở nhỏ

hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong.

[2]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo khía cạnh [1], trong đó buồng điện môi có dạng ống, và theo hướng dọc của buồng điện môi, cửa khí vào được bố trí ở một đầu của buồng điện môi và cửa ra plasma được bố trí ở đầu còn lại của buồng điện môi.

[3]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo khía cạnh [1] hoặc [2], trong đó buồng điện môi bao gồm ít nhất một loại được chọn từ nhóm gồm thủy tinh, thạch anh, và nhựa flo.

[4]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo bất kỳ một trong các khía cạnh từ [1] đến [3], trong đó bộ tạo plasma là thiết bị chiếu vi sóng.

[5]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo bất kỳ một trong các khía cạnh từ [1] đến [4], trong đó diện tích lỗ mở của vòi phun bằng từ 0,01 đến 0,1 lần diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong.

[6]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo bất kỳ một trong các khía cạnh từ [1] đến [5], còn bao gồm vật dẫn có thể được bố trí trong, được chèn vào, và được lấy ra khỏi không gian bên trong.

[7]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo [6], trong đó vật dẫn bao gồm vỏ cách ly kéo dài từ cửa khí vào của buồng điện môi.

[8]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo bất kỳ một trong các khía cạnh từ [1] đến [7], còn bao gồm đường cấp khí nguyên liệu thô mở ra ở phần phía trước, phần giữa, hoặc phần phía sau của không gian bên trong, trong đó khí mang được kích thích bằng plasma và khí nguyên liệu thô được trộn trong không gian bên trong.

[9]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo bất kỳ một trong các khía cạnh từ [1] đến [8], bao gồm cơ cấu cấp nguyên liệu thô để đưa đối tượng có dạng hình que nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt hydrocacbon vào không gian bên trong.

[10]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo bất kỳ một trong các khía cạnh từ [1] đến [9], còn bao gồm vật dẫn được bố trí phía sau cửa ra plasma và điện áp âm có thể được đặt vào đó, trong đó vật dẫn có cấu hình sao cho nên được bố trí giữa cửa ra plasma và vật dẫn này.

[11]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo bất kỳ một trong các khía cạnh từ [1] đến [10], trong đó buồng điện môi có nhiều cửa ra plasma, và tổng diện tích lỗ mở của các vòi phun của nhiều cửa ra plasma nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong.

[12]

Phương pháp tạo thành lớp phủ trên bề mặt của nền, bao gồm các bước:

cung cấp thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra plasma trong không gian bên trong, cửa ra plasma bao gồm vòi phun có diện tích lỗ mở nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong,

bố trí nền ở phía sau của cửa ra plasma,

đưa khí mang vào từ cửa khí vào,

chuyển khí mang thành plasma trong không gian bên trong,
 đưa khí nguyên liệu thô vào từ cửa khí vào,
 trộn khí nguyên liệu thô và khí mang đã được kích thích bằng plasma để tạo ra khí
 nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma, và
 phun khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma từ cửa ra plasma về phía nền
 để tạo thành lớp phủ trên bề mặt của nền.

[13]

Phương pháp sản xuất chai nhựa có bề mặt trong được phủ, bao gồm các bước:
 cung cấp thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển bao gồm buồng điện
 môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra
 plasma trong không gian bên trong, cửa ra plasma bao gồm vòi phun có diện tích lỗ mở
 nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi
 của khí của không gian bên trong,

bố trí chai nhựa ở phía sau của cửa ra plasma,
 đưa khí mang vào từ cửa khí vào,
 chuyển khí mang thành plasma trong không gian bên trong,
 đưa khí nguyên liệu thô vào từ cửa khí vào,
 trộn khí nguyên liệu thô và khí mang đã được kích thích bằng plasma để tạo ra khí
 nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma, và
 phun khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma từ cửa ra plasma về phía phần
 bên trong của chai nhựa để tạo thành lớp phủ trên bề mặt trong của chai nhựa.

[14]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển, bao gồm buồng điện môi có cửa
 khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra plasma trong
 không gian bên trong, trong đó thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển được
 cung cấp vật dẫn mà có thể được bố trí trong, được chèn vào, và được lấy ra khỏi không

gian bên trong.

[15]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo [14], trong đó vật dẫn bao gồm vỏ cách ly kéo dài từ cửa khí vào của buồng điện môi.

[16]

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển, bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra plasma trong không gian bên trong, trong đó thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển được cung cấp cơ cấu cấp nguyên liệu thô để đưa đối tượng có dạng hình que nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt hydrocacbon vào không gian bên trong.

Hiệu quả của sáng chế

Một phương án của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển có thể phân phối plasma, có vận tốc dòng được tăng bằng vòi phun, khoảng cách dài, ví dụ, khoảng cách vài chục xentimét, từ cửa ra plasma dưới áp suất khí quyển. Do đó, khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma có thể được phân phối đến bề mặt của nhiều loại nền khác nhau bao gồm các nền có hình dạng ba chiều, ví dụ, bề mặt trong của chai nhựa, nhờ đó lớp phủ có thể được tạo thành trên các bề mặt này dưới áp suất khí quyển.

Phần mô tả ở trên sẽ không được hiểu là bộc lộ toàn bộ các phương án của sáng chế cũng như toàn bộ các lợi ích liên quan đến sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án.

FIG. 2 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của buồng điện môi theo một phương án.

FIG. 3A là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án khác.

FIG. 3B là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp

suất khí quyển theo một phương án khác.

FIG. 3C là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án khác.

FIG. 4 là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển vẫn theo một phương án khác nữa.

FIG. 5 là sơ đồ diễn giải thể hiện vi sóng có đầu ra của nó được kiểm soát để có hình dạng sóng răng cưa.

Mô tả chi tiết sáng chế

Mặc dù phần mô tả chi tiết sẽ được đưa ra dưới đây với sự tham khảo các hình vẽ để lấy ví dụ các phương án tiêu biểu của sáng chế, sáng chế không bị giới hạn ở các phương án này. Liên quan đến các ký hiệu chỉ dẫn trên hình vẽ, các thành phần được ký hiệu bằng các ký hiệu chỉ dẫn giống hoặc tương đương nhau trên các hình vẽ khác nhau sẽ thể hiện các thành phần giống hoặc tương đương nhau.

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra plasma trong không gian bên trong. Cửa ra plasma của buồng điện môi bao gồm vòi phun có diện tích lỗ mở nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong. Diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong là giá trị thu được bằng cách tính trung bình diện tích mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí từ cửa khí vào, qua không gian bên trong, đến phần phía trước của phần vòi phun.

FIG. 1 thể hiện hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 bao gồm buồng điện môi 2 và thiết bị chiếu vi sóng làm bộ tạo plasma 6. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 có thể tạo thành lớp phủ, như màng DLC, trên bề mặt của nền, như bề mặt trong BI của chai nhựa B sử dụng, ví dụ, khí PG được kích thích bằng plasma.

FIG. 2 thể hiện hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của buồng điện môi theo một phương án. Buồng điện môi 2 có cửa khí vào 21, không gian bên trong 22, và cửa ra plasma 23, và cửa ra plasma 23 bao gồm vòi phun 24 có diện tích lỗ mở nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong. Vận tốc dòng của khí mang hoặc khí nguyên liệu thô đi vào từ cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2 và đã được kích thích bằng plasma trong không gian bên trong 22 được tăng bằng vòi phun 24, và các khí được kích thích bằng plasma có thể được phun từ cửa ra plasma 23 và được phân phối qua một khoảng cách dài, ví dụ, khoảng cách vài chục xentimét.

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 bao gồm buồng bên ngoài 3 được tạo thành gần như toàn bộ ở dạng hình trụ và có nắp 34 được bố trí trên bề mặt đỉnh của nó và các thành bên 32, 33 gồm vật liệu kim loại, như nhôm, mà là vật dẫn, và buồng giữ vi sóng 35 được tạo ra bên trong buồng bên ngoài 3. Ở phần đáy của buồng bên ngoài 3, bộ 31 gồm vật liệu kim loại như nhôm, mà là vật dẫn, được bố trí để đỡ các thành bên 32, 33, v.v., trong khi tâm của bộ 31 đóng vai trò làm phần đáy là mở, và cửa ra plasma 23 của buồng điện môi 2 được bố trí để nhô ra ngoài qua tâm của bộ 31. Ở khoảng trống giữa buồng điện môi 2 và bộ 31, vật dẫn, như nhôm, mà chắn vi sóng có thể được bố trí để ngăn sự rò rỉ vi sóng ra bên ngoài.

Mặt bích 4 và buồng điện môi 2 được bố trí để đi qua nắp 34 gần như là ở tâm của nắp 34 cấu thành buồng bên ngoài 3. Mặt bích 4 được tạo thành từ, ví dụ, chất điện môi, như nhựa flo hoặc gốm, được chèn từ phần phía trên của nắp 34 của buồng bên ngoài 3, và được gắn vào nắp 34. Nếu vật liệu kim loại có mặt trong vùng lân cận cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2, sự phóng bất thường có thể xảy ra trong quá trình đốt plasma. Bằng cách tạo ra mặt bích 4 từ vật liệu chất điện môi, sự phóng bất thường này có thể được ngăn chặn. Như được thể hiện trên FIG. 1, nắp 34 giữ cố định buồng điện môi 2 sao cho trục giữa của buồng điện môi 2 được căn thẳng trên trục giữa của buồng bên ngoài 3. Do đó, buồng điện môi 2 được bố trí để đi qua nắp 34 của buồng bên ngoài 3, và qua buồng giữ vi sóng 35, sao cho cửa ra plasma 23 được định vị bên ngoài buồng giữ vi sóng 35.

Ống làm sạch (không được minh họa) để làm sạch buồng giữ vi sóng 35 bằng nito hoặc khí trơ, như argon, neon, hoặc heli, có thể được cung cấp ở nắp 34 hoặc các thành bên 32, 33 cấu thành buồng bên ngoài 3. Bằng cách làm sạch buồng giữ vi sóng 35 bằng khí trơ, có thể ức chế sự tạo thành plasma trong không gian khác không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. Tốt hơn nếu bố trí vỏ để giữ vi sóng trong ống làm sạch.

Quạt gió (không được minh họa), bơm quay, v.v., có thể được bố trí quanh nền (chai nhựa B) để xả khí nguyên liệu thô dư, khí mang, v.v., ra bên ngoài. Kết quả là, phần xung quanh nền có thể được duy trì ở môi trường khí có áp suất giảm, ví dụ, 1000 đến 100.000 Pa (xấp xỉ 0,01 atm đến xấp xỉ 0,99 atm).

[0023]

Ống hình chữ T 55 để chứa đường cấp khí nguyên liệu thô 51 và đường cấp khí mang 53, và nắp 56 để che bề mặt bên trên của ống hình chữ T 55 được bố trí trong phần phía trên của nắp 34. Đường cấp khí nguyên liệu thô 51 được nối với thùng chứa khí nguyên liệu thô (không được minh họa) thông qua van kiểm soát dòng 52, và có thể cấp khí nguyên liệu thô cho không gian bên trong 22 qua cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2. Đường cấp khí mang 53 được nối với thùng chứa khí mang (không được minh họa) thông qua van kiểm soát dòng 54, và khí mang có thể được cấp cho không gian bên trong 22 qua cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2. Nhiều đường cấp khí nguyên liệu thô 51 và nhiều đường cấp khí mang 53 có thể được bố trí theo loại khí nguyên liệu thô và khí mang, theo thứ tự, hoặc đường cấp khí nguyên liệu thô 51 và đường cấp khí mang 53 có thể có cấu hình để cho khí hỗn hợp gồm nhiều khí nguyên liệu thô hoặc khí mang đi qua, theo thứ tự. Tốt hơn nếu bố trí vỏ chắn giữ vi sóng trong mặt bích 4, đường cấp khí nguyên liệu thô 51, và đường cấp khí mang 53.

Đường cấp khí nguyên liệu thô 51 có thể được cung cấp để mở ở phần phía trước, phần giữa, hoặc phần phía sau của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. Vị trí của lỗ mở của đường cấp khí nguyên liệu thô 51 tốt hơn là được chọn để đảm bảo thời gian trộn khí mang được kích thích bằng plasma trong không gian bên trong 22 và khí nguyên liệu thô để kích thích plasma hiệu quả cho khí nguyên liệu thô, và giảm thiểu sự tạo thành hạt bằng cách tái kết hợp plasma trong buồng điện môi 2 và sự tạo thành

màng trên bề mặt thành trong của buồng điện môi 2. Bằng cách trộn khí mang được kích thích bằng plasma trong buồng điện môi 2 và khí nguyên liệu thô, lượng khí được kích thích bằng plasma được bất hoạt trước khi được cấp cho bề mặt nền có thể giảm. Kết quả là, khí được kích thích bằng plasma nồng độ cao có thể được cấp cho bề mặt nền để cải thiện tốc độ tạo màng và chất lượng của lớp phủ. Ngoài ra, một phần khí nguyên liệu thô có thể được kích thích bằng plasma không phải bằng khí mang được kích thích bằng plasma mà bằng chiếu trực tiếp vi sóng, cũng góp phần làm tăng nồng độ của khí được kích thích bằng plasma. Phần phía trước của không gian bên trong 22 nghĩa là không gian tương ứng với 10 đến 20% thể tích của không gian bên trong 22 dọc theo hướng đi của khí của không gian bên trong 22 từ cửa khí vào 21, phần phía sau của không gian bên trong 22 nghĩa là không gian tương ứng với 5 đến 20% thể tích của không gian bên trong 22 dọc theo hướng ngược với hướng đi của khí của không gian bên trong 22 từ cửa ra plasma 23, và phần giữa của không gian bên trong 22 nghĩa là không gian khác phần phía trước và phần phía sau của không gian bên trong 22.

Đường cấp khí nguyên liệu thô 51 có thể mở giữa cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2 và không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, hoặc có thể mở qua phần bên của buồng điện môi 2 và trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. Trên FIG. 1, đường cấp khí nguyên liệu thô 51 được cung cấp để đi vào từ cửa khí vào 21 và mở ở phần phía trước của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. FIG. 3A là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án khác, và ở đây, đường cấp khí nguyên liệu thô 51 được cung cấp để đi vào từ cửa khí vào 21 và mở ở phần giữa của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, ví dụ, vùng cấp vi sóng MW. FIG. 3B là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án khác, và ở đây, đường cấp khí nguyên liệu thô 51 được cung cấp để đi vào buồng giữ vi sóng 35 qua thành bên 32 theo hướng ngang, đi tiếp qua phần bên của buồng điện môi 2, và mở ở phần phía sau của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. FIG. 3C là hình vẽ mặt cắt ngang dạng sơ đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án khác, và ở đây, đường cấp khí nguyên liệu thô 51 được cung cấp để đi

vào buồng giữ vi sóng 35 qua thành bên 32 theo hướng ngang, đi tiếp qua phần bên của buồng điện môi 2, và mở ở phần giữa của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 và phía trước của vùng cấp vi sóng MW. Trên các FIG. 1, 3A, 3B và 3C, vùng cấp vi sóng MW được chỉ định là vùng được bao quanh bởi hai đường nét đứt song song được xác định bởi đầu trên và đầu dưới của ăngten khe 61. Vị trí mở của đường cấp khí nguyên liệu thô 51 tốt hơn là ở phía trước của vùng cấp vi sóng MW.

Vị trí mở của đường cấp khí mang 53 có thể là vị trí bất kỳ miễn là nó ở phía trước của vùng cấp vi sóng MW.

Bộ tạo plasma 6 được thể hiện trên FIG. 1 là thiết bị chiếu vi sóng. Thiết bị chiếu vi sóng có thể tạo ra hiệu quả plasma mật độ cao trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, và có thể kéo dài khoảng cách phân phối của khí được kích thích bằng plasma từ cửa ra plasma. Bộ cộng hưởng hình khuyên 64 được cung cấp quanh buồng giữ vi sóng 35 của buồng bên ngoài 3 dưới dạng phương tiện đưa vi sóng vào. Bộ cộng hưởng hình khuyên 64 được tạo thành bằng bộ dẫn sóng có mặt cắt ngang gần như hình chữ nhật ở dạng hình khuyên bất tận.

Nhiều ăngten khe 61 (rãnh kéo dài) kéo dài theo hướng xuyên tâm được tạo thành trong bề mặt của bộ cộng hưởng hình khuyên 64 trên một bên của buồng giữ vi sóng 35 (bên quay mặt vào buồng điện môi 2 được bố trí trong buồng giữ vi sóng 35) và ở các thành bên 32, 33 sao cho chúng được tách biệt theo hướng chu vi, và vi sóng được đưa vào buồng giữ vi sóng 35 từ ăngten khe 61 (còn được gọi là “ăngten rãnh”, “khe” hoặc “rãnh”; theo sáng chế, chúng có thể được gọi đơn giản là “khe 61”). Trong thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 theo một phương án, vi sóng được đưa vào từ hướng chu vi từ bộ cộng hưởng hình khuyên 64 theo cách này thông qua khe 61, nhờ đó plasma ba chiều hình trụ có thể được tạo thành bởi plasma sóng bề mặt, và plasma mật độ cao có thể được duy trì trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 ngay cả ở trạng thái áp suất khí quyển. Bộ dao động vi sóng 63 được nối với bề mặt chu vi ngoài của bộ cộng hưởng hình khuyên 64 thông qua bộ dẫn sóng lan 62, và bộ dao động vi sóng 63 cấp vi sóng cho bộ cộng hưởng hình khuyên 64.

Hình dạng của khe 61 được tạo thành trong bộ cộng hưởng hình khuyên 64 không

bị giới hạn cụ thể, và có thể là, ví dụ, hình chữ nhật dài, hình vuông, hình tròn, hoặc hình elip. Dù khe 61 thường được tạo thành dưới dạng khe ngang kéo dài song song với hướng chu vi của bộ cộng hưởng hình khuyên 64 hoặc khe dọc kéo dài vuông góc với hướng chu vi của bộ cộng hưởng hình khuyên 64, chúng có thể được tạo thành để có hướng ngẫu nhiên mà không có hướng cụ thể bất kỳ. Do vi sóng có thể được đưa đồng đều vào buồng giữ vi sóng 35, tốt hơn là khe 61 được tạo thành quanh bộ cộng hưởng hình khuyên 64 ở các khoảng cách bằng nhau. Theo một phương án trong đó buồng điện môi 2 là hình trụ, hình dạng của các khe 61 tốt hơn là hình khuyên kéo dài liên tục theo hướng chu vi của bộ cộng hưởng hình khuyên 64.

Lượng đầu ra định mức của thiết bị chiếu vi sóng 6 có thể được xác định thích hợp theo kích thước và hình dạng của nền, độ dày của màng và diện tích của lớp phủ cần được tạo thành, loại và tốc độ dòng của khí mang và khí nguyên liệu thô được sử dụng, và tỷ lệ sản xuất yêu cầu. Lượng đầu ra định mức của thiết bị chiếu vi sóng 6 có thể là, ví dụ, 400 W đến 6000 W, 800 W đến 3000 W, hoặc 1000 W đến 2000 W.

Hình dạng và kích thước của buồng điện môi 2 có thể thay đổi, và có thể được thiết kế theo, ví dụ, kích thước và hình dạng của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 và các yếu tố cấu thành của nó, và cụ thể, kích thước và hình dạng của buồng giữ vi sóng 35.

Diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong của buồng điện môi 2 có thể là, ví dụ, 50 mm² đến 1000 mm².

Diện tích lỗ mở của vòi phun 24 được cung cấp ở cửa ra plasma 23 của buồng điện môi 2 được thiết kế để nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong của buồng điện môi 2. Diện tích lỗ mở của vòi phun 24 được thiết kế để vận tốc dòng mong muốn và sự lan rộng của khí được kích thích bằng plasma có thể thu được theo kích thước của bề mặt nền trên đó lớp phủ được tạo thành, khoảng cách giữa vòi phun 24 và bề mặt nền, hướng của bề mặt nền so với vòi phun 24, v.v. Diện tích lỗ mở của vòi phun 24 có thể là, ví dụ, từ 5 mm² đến 100 mm², tốt hơn là từ 8 mm² đến 50 mm².

Theo một phương án, diện tích lỗ mở của vòi phun 24 là bằng từ 0,01 đến 0,1 lần, tốt hơn là 0,02 đến 0,08 lần, và tốt hơn nữa là 0,04 đến 0,07 lần diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong. Bằng cách làm cho diện tích lỗ mở của vòi phun 24 bằng 0,01 đến 0,1 lần diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong, khí được kích thích bằng plasma có thể được phân phối từ cửa ra plasma 23 đến khoảng cách xa hơn bằng cách tăng vận tốc dòng của khí được kích thích bằng plasma bởi vòi phun 24.

Như được thể hiện trên FIG. 2, hình dạng mặt cắt ngang bên trong của vòi phun 24 có thể là hình dạng được vuốt thon thẳng hoặc hình dạng được vuốt thon bao gồm các đường cong.

Thể tích của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 có thể là, ví dụ, 20 cm³ đến 600 cm³, tốt hơn là 30 cm³ đến 300 cm³, và tốt hơn nữa là 30 cm³ đến 200 cm³.

Theo một phương án, thể tích của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 được xác định theo giá trị đầu ra của bộ tạo plasma 6. Ví dụ, khi bộ tạo plasma 6 là thiết bị chiếu vi sóng, tỷ lệ (P/W) của lượng đầu ra P (W) của thiết bị chiếu vi sóng với thể tích V (cm³) của không gian bên trong 22 tốt hơn là từ 5 W/cm³ đến 30 W/cm³, tốt hơn nữa là từ 10 W/cm³ đến 25 W/cm³, và còn tốt hơn nữa là từ 15 W/cm³ đến 20 W/cm³. Bằng cách đặt P/W đến 5 W/cm³ đến 30 W/cm³, plasma mật độ cao có thể được tạo ra hiệu quả trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, và khí được kích thích bằng plasma có thể được phân phối đến khoảng cách xa hơn từ cửa ra plasma 23.

Theo một phương án, như được thể hiện trên FIG. 2, tốt hơn là buồng điện môi 2 có dạng hình trụ, và cửa khí vào 21 được bố trí ở một đầu của buồng điện môi 2 và cửa ra plasma 23 được bố trí ở đầu còn lại của buồng điện môi 2 theo hướng dọc của buồng điện môi 2. Bằng cách tạo ra buồng điện môi 2 có dạng hình trụ và bố trí cửa khí vào 21 và cửa ra plasma 23 ở các đầu đối diện của nó, khí nguyên liệu thô và khí mang có thể đi qua không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 theo đường thẳng, nhờ đó khí được kích thích bằng plasma có thể được phun hiệu quả từ cửa ra plasma 23. Buồng điện môi 2 có thể có dạng hình trụ hoặc hình ống vuông. Buồng điện môi 2 mà có dạng

hình trụ có thể khiến cho khí nguyên liệu thô và khí mang đi qua không gian bên trong 22 cũng như là các khí được kích thích bằng plasma này có thể đi qua đó trơn tru hơn, nhờ đó sự bám dính của các chất phản ứng của khí nguyên liệu thô với thành trong của buồng điện môi 2 cũng có thể được giảm.

Chiều dài trục của buồng điện môi 2 dạng ống có thể thay đổi phụ thuộc vào kích thước của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 và buồng giữ vi sóng 35, và có thể là, ví dụ, 150 mm đến 500 mm, tốt hơn là 200 mm đến 400 mm, và tốt hơn nữa là 200 mm đến 360 mm.

Theo một phương án, chiều dài trục của buồng điện môi 2 dạng ống được xác định sao cho khoảng cách giữa cửa ra plasma 23 nhô ra từ buồng giữ vi sóng 35 và đường bao của buồng giữ vi sóng 35 là từ 0 mm đến 30 mm, tốt hơn là 0 mm đến 20 mm, và tốt hơn nữa là 10 mm đến 20 mm. Trong trường hợp cửa ra plasma 23 là đầu vòi phun và bề mặt trong BI của chai nhựa B cần được xử lý, lớp phủ có thể được tạo thành đồng đều hơn trên bề mặt trong BI bằng cách luân cửa ra plasma 23 từ 10 đến 20 mm vào miệng BM của chai nhựa B từ bề mặt đỉnh.

Theo một phương án, chiều dài trục của buồng điện môi 2 dạng ống được xác định sao cho chiều dài của một phần của buồng điện môi 2 được định vị bên trong buồng giữ vi sóng 35 là từ 60% đến 90%, tốt hơn là 70% đến 90%, và tốt hơn nữa là 80% đến 90% tổng chiều dài của buồng điện môi 2.

Đường kính ngoài của buồng điện môi 2 dạng ống có thể là, ví dụ, 15 mm đến 60 mm, tốt hơn là 20 mm đến 50 mm, và tốt hơn nữa là 20 mm đến 40 mm. Bằng cách đặt đường kính ngoài của buồng điện môi 2 dạng ống đến 15 mm đến 60 mm, khí mang hoặc khí nguyên liệu thô có thể được kích thích bằng plasma đồng đều hơn trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, và tỷ lệ cấp của khí được kích thích bằng plasma với bề mặt nền có thể được tăng.

Độ dày của buồng điện môi 2 dạng ống có thể là, ví dụ, 1 mm đến 6 mm, tốt hơn là 2 mm đến 5 mm, và tốt hơn nữa là 2 mm đến 4 mm. Bằng cách đặt độ dày của buồng điện môi 2 dạng ống đến khoảng từ 1 mm đến 6 mm, hiệu quả tạo plasma trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 có thể được tăng.

Buồng điện môi 2 có thể có nhiều cửa ra plasma 23, và tổng diện tích lỗ mở của vòi phun 24 được cung cấp trong nhiều cửa ra plasma 23 nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong. Kết quả là, khí được kích thích bằng plasma có thể được phun theo nhiều hướng, và lớp phủ có thể được tạo thành đồng đều trên bề mặt của nền, mà có hình dạng ba chiều.

Buồng điện môi 2 có thể được tạo thành từ thủy tinh, như thủy tinh vôi soda và thủy tinh bosilicat, gốm, như nhôm oxit và ziriconi oxit, thạch anh, hoặc vật liệu nhựa chịu nhiệt, như nhựa flo và polyimit. Buồng điện môi 2 tốt hơn là bao gồm ít nhất một vật liệu được chọn từ nhóm gồm thủy tinh, thạch anh, và nhựa flo, và việc sử dụng thạch anh được ưu tiên hơn vì plasma có thể được tạo ra hiệu quả do độ hấp thụ vi sóng thấp của nó. Buồng điện môi có thể được tạo thành bằng phương pháp đã biết, như phương pháp đốt, phương pháp cắt, phương pháp đúc phun, phương pháp đúc ép đùn, hoặc phương pháp đúc nén, tùy vào loại vật liệu.

Vòi phun 24 có thể được tạo thành liên khối như là một phần của buồng điện môi 2, hoặc có thể được tạo thành riêng biệt với phần còn lại của buồng điện môi 2 và được gắn vào phần còn lại của buồng điện môi 2 bằng lắp vít, dán keo, kẹp, v.v. Bằng cách tạo ra vòi phun 24 riêng biệt với phần còn lại của buồng điện môi 2, vòi phun 24 có thể được trao đổi theo nền cần được phủ. Vật liệu của vòi phun 24 có thể là giống hoặc khác với vật liệu của phần còn lại của buồng điện môi 2. Ví dụ, vòi phun 24 có thể được làm từ nhôm oxit có khả năng xử lý cao và phần còn lại của buồng điện môi 2 có thể được làm từ thủy tinh thạch anh.

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 có thể còn bao gồm vật dẫn 7 có thể được bố trí trong, được chèn vào, và được lấy ra khỏi không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. Khi vi sóng được cấp cho buồng giữ vi sóng 35 ở trạng thái trong đó vật dẫn 7 được chèn trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, vi sóng được truyền qua buồng điện môi 2 gây ra sự phóng từ vật dẫn 7. Kết quả là, plasma của khí mang hoặc khí nguyên liệu thô có thể được đốt. Điều này có thể tạo thuận lợi cho việc tạo thành plasma trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. Bằng cách loại bỏ vật dẫn 7 khỏi không gian bên trong 22, có thể ngăn chặn hoặc ức chế sự tạo

thành các tạp chất có nguồn gốc từ vật dẫn 7 (ví dụ, hạt vonfram) và sự bám dính của tạp chất này vào nền.

Khi plasma được tạo ra trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, vì vật dẫn 7 không cần cho sự kích thích plasma của khí mang và khí nguyên liệu thô, plasma có thể được đốt bằng cách phun plasma của khí trơ từ phần phía trên của buồng điện môi 2 bằng phương tiện khác vật dẫn 7, ví dụ, sử dụng đuốc plasma sử dụng xung điện áp cao và đưa nó vào không gian bên trong 22.

Tốt hơn là, vật dẫn 7 được chèn qua cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2, đốt cháy plasma, và sau đó được lấy ra khỏi cửa khí vào 21. Vật dẫn 7 có thể được chèn vào không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 từ phần phía trên của nắp 56 qua ống hình chữ T 55 và cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2, như được thể hiện trên, ví dụ, FIG. 1. Trên FIG. 1, vật dẫn 7 được giữ bởi thanh dẫn hướng 71 để đồng trục với trục giữa của buồng điện môi 2, và van khóa 72 được cung cấp ở phía giữa của thanh dẫn hướng 71 để ngăn khí lưu thông giữa không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 và bên ngoài của nắp 56 sau khi vật dẫn 7 được loại bỏ. Thay cho hoặc ngoài van khóa 72, nắp (không được minh họa) gồm nhựa, như nhựa flo hoặc polyimit, có thể được cung cấp trên phía bên ngoài của cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2 để giới hạn sự thông khí giữa không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 và bên ngoài của nắp sau khi vật dẫn 7 được loại bỏ.

Vật dẫn 7 có thể được đặt trong buồng điện môi 2. Khi vật dẫn 7 được đặt, ví dụ, vật dẫn dạng hình kim ngắn 7 có thể được đâm qua và được gắn vào phần bên của buồng điện môi 2, tốt hơn là trong vùng cấp vi sóng MW, để vuông góc với dòng khí.

Vật dẫn 7 có thể bao gồm vỏ cách ly 73 kéo dài từ cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2. Vỏ cách ly 73 có thể được tạo thành từ thủy tinh, như thủy tinh vôi soda hoặc thủy tinh bosilicat, gốm, như nhôm oxit hoặc ziriconi oxit, thạch anh, hoặc vật liệu nhựa chịu nhiệt, như nhựa flo hoặc polyimit. Bằng cách cung cấp vỏ cách ly 73, vùng lộ ra của vật dẫn 7 có thể được kiểm soát và vi sóng có thể được tập trung trên phần lộ ra của vật dẫn 7 để thúc đẩy sự phóng và ức chế sự phóng bất thường, nhờ đó plasma có thể được đốt một cách tin cậy hơn.

Vật dẫn 7 tốt hơn là được làm từ vật liệu kim loại, và có thể gồm, ví dụ, vật liệu kim loại, như vonfram, thép không gỉ, hoặc platin. Vật dẫn 7 tốt hơn là được làm từ vonfram, có tính chịu nhiệt và độ bền vượt trội. Vật dẫn 7 có thể được tạo thành bằng phương pháp đã biết, như phương pháp đốt hoặc phương pháp cắt, tùy vào loại vật liệu của nó.

Khi buồng điện môi 2 có dạng ống, tốt hơn là vật dẫn 7 có dạng hình kim và có khả năng dịch chuyển dọc trục giữa của buồng điện môi 2.

Đầu của vật dẫn 7 có thể phẳng hoặc có thể nhọn. Bằng cách làm nhọn đầu của vật dẫn 7, vi sóng có thể được tập trung trên đầu này để thúc đẩy sự phóng và ức chế sự phóng bất thường, nhờ đó plasma có thể được đốt một cách tin cậy hơn.

Kích thước của vật dẫn 7 khi vật dẫn 7 này được chèn vào và lấy ra mà không được đặt trong buồng điện môi 2 có thể được xác định một cách thích hợp tùy thuộc vào kích thước và hình dạng của buồng điện môi 2 và kích thước của buồng giữ vi sóng 35, vùng cấp vi sóng MW, v.v. Khi buồng điện môi 2 là hình ống, chiều dài của phần vật dẫn 7 tiếp xúc với không gian bên trong 22 khi vật dẫn 7 được chèn vào không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 có hoặc không có vỏ cách ly 73 tốt hơn là từ 5 mm đến 200 mm. Đường kính ngoài của vật dẫn 7 tốt hơn là từ 1 mm đến 5 mm và tốt hơn nữa là từ 1 mm đến 3 mm.

Tốt hơn là, vật dẫn 7 kéo dài đến ít nhất một phần của vùng cấp vi sóng MW. Vì vật dẫn 7 kéo dài đến ít nhất một phần của vùng cấp vi sóng MW, nên quá trình đốt cháy của plasma của khí mang hoặc khí nguyên liệu thô có thể được thực hiện hiệu quả hơn và vật dẫn 7 có thể dễ dàng lấy ra. Từ quan điểm về khả năng loại bỏ của vật dẫn 7, tốt hơn là vật dẫn 7 không kéo dài thêm về phía sau ra xa vùng cấp vi sóng MW.

Theo một phương án, vật dẫn được mô tả ở trên cũng có thể được cung cấp trong thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma để tạo ra plasma trong không gian bên trong. Vật dẫn có thể bao gồm vỏ cách ly nói trên kéo dài từ cửa khí vào của buồng điện môi. Trong thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển của phương án này, buồng điện môi không có vòi phun và khí được kích thích bằng plasma trong không gian bên trong được xả ra từ cửa ra plasma và tạo thành một lớp phủ trên

bề mặt của nền được đặt gần cửa ra plasma. Bề mặt của nền có thể được bố trí để bao quanh cửa ra plasma và một phần của buồng điện môi. Ví dụ, buồng điện môi có thể được đưa vào từ chỗ mở của chai nhựa, và cửa ra plasma và một phần của buồng điện môi có thể được bao quanh bởi bề mặt bên trong của chai nhựa. Theo phương án này, cửa ra plasma của buồng điện môi có thể nằm bên trong vùng cấp vi sóng hoặc bên ngoài vùng cấp vi sóng. Bằng cách bố trí cửa ra plasma của buồng điện môi trong vùng cấp vi sóng, năng lượng vi sóng có thể được áp dụng liên tục cho khí được kích thích bằng plasma phát ra từ cửa ra plasma để duy trì hoạt động của khí được kích thích bằng plasma trong thời gian dài hơn. Các thành phần khác của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển là như được mô tả ở trên.

FIG. 4 thể hiện hình vẽ mặt cắt ngang giản đồ của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo một phương án khác. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 có thể bao gồm thêm cơ cấu cấp nguyên liệu thô 81 để đưa vật hình que 8 của nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt gốc hydrocacbon vào không gian bên trong 22. Không bị ràng buộc bởi lý thuyết, được coi là năng lượng khi vật hình que 8 của nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt gốc hydrocacbon bị phân hủy bởi nhiệt sẽ hỗ trợ sự kích thích plasma của khí mang hoặc khí nguyên liệu thô và có thể làm tăng hiệu quả tạo plasma. Mặc dù vật dẫn 7 không được minh họa trên FIG. 4, thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 của phương án này có thể bao gồm thêm vật dẫn 7. Khi vỏ cách ly 73 của vật dẫn 7 được tạo thành từ nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt gốc hydrocacbon, nó cũng có thể hoạt động như đối tượng có dạng hình que 8.

Vật hình que 8 có thể được đưa vào không gian bên trong 22 thông qua cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2. Như được chỉ ra trên FIG. 4, ví dụ, vật hình que 8 có thể được đưa từ phần trên của nắp 56 vào không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 thông qua ống hình chữ T 55 và cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2. Tốt hơn là nên bịt kín giữa nắp 56 và vật hình que 8 để chặn sự thông khí giữa không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 và bên ngoài của nắp 56.

Vật hình que 8 được làm từ nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt gốc hydrocacbon. Ví dụ về nhựa flo bao gồm polytetrafluetylen và polyvinyliden florua. Ví dụ về nhựa rắn nhiệt

gốc hydrocacbon bao gồm nhựa phenol và nhựa polyeste không no. Vật hình que 8 có thể được tạo thành bằng phương pháp đã biết, chẳng hạn như phương pháp ép đùn hoặc phương pháp cắt, tùy vào loại vật liệu.

Vì vật hình que 8 bị tiêu hao dần khi plasma được tạo ra, tốt hơn là bổ sung vật hình que 8 bằng cơ cấu cấp nguyên liệu thô 81 để một lượng nhất định của nó có mặt trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. Các ví dụ về cơ cấu cấp nguyên liệu thô 81 bao gồm cơ cấu trong đó vật hình que polytetrafloetylen 8 được tháo ra khỏi cuộn và được đưa liên tục vào buồng điện môi 2.

Kích thước của vật hình que 8 có thể được xác định một cách thích hợp phù hợp với kích thước của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. Tốt hơn là cấp liên tục vật hình que 8 vào buồng điện môi 2 khi vật hình que 8 được tiêu thụ. Tốt hơn là, chiều dài của phần vật hình que 8 có mặt trong không gian bên trong 22 kéo dài đến ít nhất một phần của vùng cấp vi sóng MW. Đường kính ngoài của vật hình que 8 tốt hơn là từ 0,5 mm đến 5 mm, và tốt hơn nữa là từ 1 mm đến 2 mm.

Theo một phương án, cơ cấu cấp nguyên liệu thô để đưa vật hình que nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt gốc hydrocacbon vào được mô tả ở trên có thể được cung cấp trong thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma và bộ tạo plasma để tạo ra plasma trong không gian bên trong. Trong thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển của phương án này, buồng điện môi không có vòi phun và khí được kích thích bằng plasma trong không gian bên trong được xả ra khỏi cửa ra plasma và tạo thành lớp phủ trên bề mặt của nền được đặt gần cửa ra plasma. Bề mặt của nền có thể được bố trí để bao quanh cửa ra plasma và một phần của buồng điện môi. Ví dụ, buồng điện môi có thể được chèn vào từ phần mở của chai nhựa, và cửa ra plasma và một phần của buồng điện môi có thể được bao quanh bởi bề mặt bên trong của chai nhựa. Theo phương án này, cửa ra plasma của buồng điện môi có thể nằm bên trong vùng cấp vi sóng hoặc bên ngoài vùng cấp vi sóng. Bằng cách bố trí cửa ra plasma của buồng điện môi bên trong vùng cấp vi sóng, năng lượng vi sóng có thể được áp dụng liên tục cho khí được kích thích bằng plasma phát ra từ cửa ra plasma để duy trì hoạt động của khí được kích thích bằng plasma trong

thời gian dài hơn. Các thành phần khác của thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển là như được mô tả ở trên.

Như thể hiện trên FIG. 1, vật dẫn 9 mà điện áp âm có thể được đặt vào đó có thể được bố trí ở phía sau của cửa ra plasma 23, và nền, ví dụ, chai nhựa B, có thể được bố trí giữa cửa ra plasma 23 và vật dẫn 9. Vì vật dẫn 9 hút các ion của khí nguyên liệu thô đã được ion hóa, tốc độ hình thành màng có thể được tăng lên và lớp phủ có thể được hình thành ổn định trên nền. Ví dụ về vật dẫn 9 bao gồm các kim loại dẫn điện, chẳng hạn như đồng, bạc, nhôm và cacbon. Vì các ion của khí nguyên liệu thô đã được ion hóa có thể bị hút vào nền hiệu quả hơn, tốt hơn là vật dẫn 9 được nối đất và tốt hơn là đặt điện áp âm từ 500 đến 2000 V vào đó. Vật dẫn 9 có thể được sử dụng làm bộ hoặc vật mang của nền.

Theo một phương án khác, chi tiết hình ống có bề mặt thành gần như song song với các thành bên 32, 33 của khoang bên ngoài 3 và được cấu tạo từ vật liệu mà vi sóng có thể đi qua đó, có thể được bố trí ở bên trong khoang ngoài 3, và phần bên trong của chi tiết hình ống có thể đóng vai trò làm buồng giữ vi sóng 35. Theo phương án này, chi tiết hình ống bao quanh buồng điện môi 2 dọc theo hướng trục của buồng điện môi 2. Ví dụ về chi tiết hình ống bao gồm ống thạch anh.

Theo một phương án khác, khí hỗn hợp của khí nguyên liệu thô và khí mang có thể được cấp cho không gian bên trong 22 thông qua cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2 thông qua một đường cấp duy nhất.

Theo một phương án khác, dùng làm bộ tạo plasma, bộ dẫn sóng một chế độ có thể được nối với bộ tạo vi sóng và buồng điện môi 2 có thể được cung cấp để vuông góc với hướng truyền vi sóng của bộ dẫn sóng. Theo một phương án khác, thay cho thiết bị chiếu vi sóng, có thể sử dụng bộ tạo plasma đã biết có khả năng tạo ra plasma nhiệt độ thấp dưới áp suất khí quyển. Một ví dụ về bộ tạo plasma như vậy bao gồm bộ tạo plasma cao tần. Dùng làm bộ tạo plasma cao tần, ví dụ, có thể sử dụng nguồn điện cao tần có khả năng tạo xung cao tần từ 1 đến 10 kHz. Dạng sóng của xung này không bị giới hạn cụ thể, nhưng việc đặt vào một điện áp xung có chu kỳ với sự thay đổi điện áp dốc có lợi cho việc tạo ra plasma hiệu quả.

Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 được mô tả ở trên có thể được sử dụng để tạo lớp phủ trên bề mặt của nền. Một phương án đề xuất phương pháp tạo lớp phủ trên bề mặt của nền và phương pháp này bao gồm các bước cung cấp thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1, bố trí nền ở phía sau của cửa ra plasma 23, đưa khí mang vào từ cửa khí vào 21, chuyển khí mang thành plasma trong không gian bên trong 22, đưa khí nguyên liệu thô vào từ cửa khí vào 21, trộn khí nguyên liệu thô và khí mang đã được kích thích bằng plasma để tạo ra khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma, và phun khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma từ cửa ra plasma 23 về phía nền để tạo thành lớp phủ trên bề mặt nền.

Nền có thể chứa vật liệu phi kim loại, vật liệu kim loại hoặc vật liệu polyme. Phương pháp tạo lớp phủ theo sáng chế có thể được áp dụng thích hợp cho các nền chứa vật liệu polyme có khả năng chịu nhiệt thấp. Ví dụ về các vật liệu polyme như vậy bao gồm nhựa bao gồm polyeste, chẳng hạn như polyetylen terephtalat (PET), polybutylen terephtalat (PBT) và polyetylen naphtalat (PEN); polyolefin, chẳng hạn như polyetylen tỷ trọng thấp, polyetylen tỷ trọng cao, polypropylen, poly(1-buten), poly(4-metyl-1-penten), hoặc các copolyme ngẫu nhiên hoặc copolyme khối của α -olefin, chẳng hạn như etylen, propylen, 1-buten, và 4-metyl-1-penten; copolyme hợp chất etylen-vinyl, chẳng hạn như copolyme etylen-vinyl axetat, copolyme rượu etylen-vinyl và copolyme etylen-vinyl clorua; nhựa gốc styren, chẳng hạn như polystyren, copolyme acrylonitril-styren, copolyme acrylonitril-butadien-styren (ABS), và copolyme α -methylstyren-styren; polyvinyl clorua; polyvinyliden clorua; copolyme vinyl clorua-vinyliden clorua; nhựa acrylic, chẳng hạn như poly (metyl acrylat) và poly (metyl metacrylat); polyamit, chẳng hạn như nilông 6, nilông 6/6, nilông 6/10, nilông 11 và nilông 12; polycacbonat; oxit polyphenylen; và polyhydroxy alkanoat. Những loại nhựa này có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp hai hoặc nhiều loại nhựa đó.

Nền có thể có hình phẳng hoặc hình dạng ba chiều. Ví dụ về nền bao gồm các sản phẩm có hình dạng phẳng, chẳng hạn như phim và băng, và các sản phẩm có hình dạng ba chiều, chẳng hạn như chai, nắp và cốc.

Theo một phương án, nền là chai nhựa và lớp phủ được hình thành trên bề mặt bên

trong của nó. Hình dạng của chai nhựa không bị giới hạn cụ thể và phần thân, thường được sử dụng làm chai đựng đồ uống, có thể có hình dạng đối xứng trục (ví dụ, hình tròn theo mặt cắt ngang) hoặc hình dạng không đối xứng.

Nền được bố trí ở phía sau của cửa ra plasma 23. Tốt hơn là căn thẳng nền sao cho phần bề mặt nền mà lớp phủ sẽ được hình thành trên đó về cơ bản hướng về phía mà khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma được phun.

Trong trường hợp chai nhựa, trục dài của chai nhựa và hướng mà khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma được sắp xếp sao cho gần giống nhau. Chai nhựa có thể được đặt trên một bộ có cơ cấu quay và chai nhựa có thể được xoay quanh hướng trục dài của nó trong quá trình tạo màng. Điều này làm cho có thể tạo thành lớp phủ đồng đều hơn trên bề mặt bên trong của chai nhựa.

Dùng làm khí mang, nitơ và khí trơ, chẳng hạn như argon, heli hoặc neon, có thể được sử dụng.

Tốc độ dòng của khí mang có thể được xác định dựa trên thể tích của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng dòng khí của không gian bên trong, diện tích lỗ mở của vòi phun 24 được cung cấp trong cửa ra plasma 23 và tốc độ hình thành màng. Tốc độ dòng của khí mang có thể là, ví dụ, 500 sccm đến 500.000 sccm, tốt hơn là 600 sccm đến 10.000 sccm, và tốt hơn nữa là 1000 sccm đến 6000 sccm.

Theo một phương án, tốc độ dòng F_c của khí mang được xác định là $500 \sim 5000 \times S$ [sccm] khi diện tích lỗ mở của vòi phun 24 của buồng điện môi 2 được xác định là S [cm²]. Theo một phương án khác, tốc độ dòng F_c của khí mang được xác định để là $5000 \sim 20.000 \times S$ [sccm] khi diện tích lỗ mở của vòi 24 của buồng điện môi 2 được xác định là S [cm²].

Làm khí nguyên liệu thô, có thể sử dụng nhiều loại khí nguyên liệu thô khác nhau tùy theo mục đích. Các hydrocacbon, chẳng hạn như axetylen, etylen, metan và etan, có thể được sử dụng để tạo thành màng cacbon. Các hợp chất silic, chẳng hạn như silic tetraclorua, silan, hợp chất silan hữu cơ và các hợp chất siloxan hữu cơ, và nếu cần, có

thể sử dụng khí oxy, không khí hoặc các chất tương tự để tạo màng silic oxit. Khí nguyên liệu thô có thể được sử dụng một mình hoặc kết hợp hai hoặc nhiều hơn hai khí, tùy thuộc vào thành phần hóa học của lớp phủ được tạo thành.

Tốc độ dòng của khí nguyên liệu thô có thể được xác định dựa trên thể tích của không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng dòng khí của không gian bên trong, diện tích lỗ mở của vòi phun 24 được cung cấp ở cửa ra plasma 23, diện tích bề mặt của nền được xử lý, loại khí nguyên liệu thô và tốc độ hình thành màng. Tốc độ dòng của khí nguyên liệu thô có thể là, ví dụ, 2 sccm đến 100 sccm, tốt hơn là 5 sccm đến 50 sccm, và tốt hơn nữa là 5 sccm đến 30 sccm. Ví dụ, trong sự hình thành lớp phủ trên bề mặt bên trong của chai nhựa (350 mL), nó có thể là 5 sccm đến 40 sccm, tốt hơn là 5 sccm đến 30 sccm, và tốt hơn nữa là 5 sccm đến 20 sccm với mỗi chai.

Theo một phương án, tốc độ dòng F_s của khí nguyên liệu thô được xác định là $2 \sim 10 \times S$ [sccm] khi diện tích lỗ mở của vòi phun 24 của buồng điện môi 2 được xác định là S [cm²]. Theo một phương án khác, tốc độ dòng F_s của khí nguyên liệu thô được xác định sao cho là $50 \sim 200 \times S$ [sccm] khi diện tích lỗ mở của vòi phun 24 của buồng điện môi 2 được xác định là S [cm²].

Để làm các khí khác, các khí như oxy và hydro có thể được trộn với khí mang hoặc khí nguyên liệu thô.

Khi thiết bị chiếu vi sóng được sử dụng làm bộ tạo plasma 6, sau khi không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 được lấp đầy bởi khí mang, hoặc khí mang và khí nguyên liệu thô, vi sóng tần số cao, ví dụ, 2,45 GHz được tạo dao động trong bộ dao động vi sóng 63. Vi sóng được cấp từ bộ dao động vi sóng 63 truyền qua bộ dẫn sóng lan truyền 62, được cấp vào bên trong của bộ cộng hưởng hình khuyên 64, đi qua các khe 61, và được đưa vào buồng giữ vi sóng 35, theo đó plasma của khí mang được tạo ra trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2. Các vi sóng lan truyền bên trong bộ cộng hưởng hình khuyên 64 dưới dạng sóng truyền được đưa vào buồng giữ vi sóng 35 của buồng bên ngoài 3 từ nhiều khe 61 hình thành trong bộ cộng hưởng hình khuyên 64 và phát ra.

Vì vi sóng lan truyền bên trong bộ cộng hưởng hình khuyên 64 không phải là sóng dừng mà là sóng truyền mà quay bên trong bộ cộng hưởng hình khuyên vô hạn 64, nên trường điện từ phát ra từ các khe 61 là đồng đều theo hướng chu vi của bộ cộng hưởng hình khuyên 64. Vi sóng phát ra từ bộ cộng hưởng hình khuyên 64 qua các khe 61 theo hướng 360 độ tạo thành plasma ba chiều hình trụ bởi plasma sóng bề mặt, nhờ đó việc duy trì plasma trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 dưới áp suất khí quyển trở nên dễ dàng hơn, và plasma (plasma sóng bề mặt) có độ đồng đều cao được tạo ra trong không gian bên trong của buồng điện môi 2.

Vì tần số của vi sóng được cấp từ bộ dao động vi sóng 63 đến bộ cộng hưởng hình khuyên 64, ví dụ, có thể chọn bất kỳ tần số nào trong dải từ 300 MHz đến 100 GHz. Tần số vi sóng tốt hơn nếu là 2,45 GHz, 5,8 GHz hoặc 22,125 GHz, là các tần số được phép sử dụng trong công nghiệp.

Đầu ra vi sóng có thể được điều biến để bật và tắt bằng sóng vuông trong phạm vi từ 10 Hz đến 5000 Hz. Kết quả là, nhiệt độ của khí được kích thích bằng plasma trong buồng điện môi 2 có thể được hạ xuống so với trường hợp vi sóng được chiếu xạ không đổi và liên tục, nhờ đó nhiệt độ của khí được kích thích bằng plasma cần được phun có thể được hạ xuống và sự biến dạng nhiệt của nền có thể được ngăn chặn. Tần số của sóng vuông cần chọn được chọn để có thể duy trì dao động plasma và duy trì hiệu quả sự hoạt hóa phân hủy của khí nguyên liệu thô. Tại thời điểm này, tỷ lệ thời gian BẬT trong một chu kỳ được gọi là tỷ lệ nhiệm vụ và tỷ lệ nhiệm vụ này có thể thay đổi từ 1 đến xấp xỉ 0,1. Đầu ra điều biến của sóng vuông của vi sóng có thể được chồng thêm và được điều biến để thay đổi từ 0 đến 100% theo hình dạng của sóng răng cưa. FIG. 5 là sơ đồ giải thích cho thấy vi sóng mà các đầu ra của chúng được kiểm soát để có hình dạng của sóng răng cưa, (a) là đầu ra vi sóng ổn định, (b) là tín hiệu điều khiển đầu ra của sóng răng cưa và (c) là vi sóng mà các đầu ra của chúng được điều khiển để có hình dạng của sóng răng cưa. Đối với đầu ra có xung của vi sóng bao gồm dạng sóng răng cưa (hình dạng sóng răng cưa) trong đó đầu ra nghiêng và tăng và quay trở lại đầu ra 0 từ điểm cao nhất được lặp lại, bằng cách lặp lại việc BẬT và TẮT đầu ra vi sóng, quá trình tạo và tắt plasma sẽ được lặp lại. Khi sử dụng vi sóng có các đầu ra được điều

khí theo hình dạng sóng răng cưa, sự gia tăng nhiệt độ plasma có thể được ức chế so với vi sóng có đầu ra liên tục và hoạt động của plasma có thể được duy trì một cách thích hợp. Kết quả là, sự tăng nhiệt độ của khí được kích thích bằng plasma bị triệt tiêu và việc xử lý bề mặt có thể được thực hiện trong thời gian dài hơn. Điều này có lợi trong việc tăng độ dày của lớp phủ được hình thành trên bề mặt nền có khả năng chịu nhiệt thấp.

Bằng cách làm cho đầu ra vi sóng là sóng răng cưa hình xung, trong một số trường hợp, các loại hoạt động trong plasma (ion oxy, gốc oxy, ion hydrocacbon, gốc hydrocacbon, ion cacbon, gốc hydro, v.v.) mất năng lượng và trở thành các hạt trong không gian khi đầu ra vi sóng ngay lập tức trở thành 0. Bằng cách tăng lặp lại đầu ra bằng cách làm nghiêng từ đầu ra mức 0 và duy trì trạng thái hoạt động của plasma trở lại, ngay cả ở trạng thái plasma trong vùng áp suất khí quyển (0,01 đến 1 atm), lớp phủ có thể được hình thành ở trạng thái trong đó các hạt tái tổ hợp khó có thể được tạo ra trong khi duy trì nhiệt độ khí plasma tương đối thấp (khoảng vài trăm độ K). Tần số xung của sóng răng cưa tốt hơn là từ 500 Hz đến 5000 Hz. Ví dụ, bằng cách kết nối tín hiệu xung hình răng cưa được tạo ra bởi bộ tạo chức năng hoặc tương tự với bộ điều chỉnh đầu ra của ống magnetron bên trong bộ dao động vi sóng 63 và thực hiện điều biến xung, đầu ra vi sóng có thể có dạng sóng răng cưa có xung.

Đầu ra vi sóng có thể được xác định một cách thích hợp tùy thuộc vào phạm vi tiếp cận của khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma, diện tích bề mặt của nền cần được xử lý, độ dày của lớp phủ, loại khí nguyên liệu thô, v.v. Đầu ra vi sóng có thể là, ví dụ 50 đến 5000 W, và tốt hơn là 100 đến 3000 W, cho mỗi chai nhựa thông thường có dung tích 500 mL.

Khi plasma được tạo ra trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, vật dẫn 7 có thể được chèn vào không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 để thúc đẩy sự đốt cháy của plasma. Trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, vật dẫn 7 được chèn vào từ cửa khí vào 21 của buồng điện môi 2 đóng vai trò như một điện cực, tia lửa điện được tạo ra do sự phóng điện của vi sóng và dễ dàng tạo ra sự đốt cháy plasma. Trạng thái kích thích của plasma một khi được tạo ra được duy trì bằng vi sóng.

Sau khi plasma được đốt cháy, tốt hơn là lấy vật dẫn 7 ra khỏi cửa khí vào 21. Bằng cách lấy vật dẫn 7 ra khỏi không gian bên trong 22, có thể ngăn chặn hoặc ức chế sự tạo ra các tạp chất có nguồn gốc từ vật dẫn 7 (ví dụ, các hạt vonfram) và sự bám dính của các tạp chất đó với nền. Chỉ khí mang mới có thể được cung cấp cho buồng điện môi 2 và khí nguyên liệu thô có thể được cung cấp sau khi khí mang được kích thích bằng plasma được tạo ra bằng cách đốt sử dụng vật dẫn 7. Bằng cách tạo trước khí mang được kích thích bằng plasma trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, sự kích thích plasma của khí nguyên liệu thô có thể được thực hiện hiệu quả hơn và khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma có mật độ cao hơn có thể được phun từ cửa ra plasma 23.

Việc cung cấp khí nguyên liệu thô có thể được bắt đầu cùng lúc với việc cung cấp khí mang, hoặc có thể được bắt đầu sau khi khí mang được kích thích bằng plasma. Khí nguyên liệu thô có thể được cấp sau khi trộn với khí mang, hoặc khí nguyên liệu thô và khí mang có thể được cấp riêng rẽ.

Khí nguyên liệu thô được trộn với khí mang được kích thích bằng plasma trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 để tạo ra khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma. Một số khí nguyên liệu thô có thể được kích thích bằng plasma bằng cách chiếu vi sóng trực tiếp.

Vật hình que 8 bằng nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt gốc hydrocacbon có thể được đưa vào không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2 để hỗ trợ sự kích thích plasma của khí mang hoặc khí nguyên liệu thô.

Khí mang được kích thích bằng plasma và khí nguyên liệu thô chuyển động trong không gian bên trong 22 của buồng điện môi 2, vận tốc dòng của chúng được tăng lên bởi vòi phun 24 và các khí được phun từ cửa ra plasma 23 về phía nền. Sau khi khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma đến bề mặt nền, lớp phủ được hình thành trên bề mặt nền bằng phản ứng của khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma.

Sự lan truyền của khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma tốt hơn là có đường kính khoảng 20 đến 100 mm khi, ví dụ, khoảng cách từ cửa ra plasma 23 là 50 mm, đường kính này tốt hơn là khoảng 20 đến 50 mm khi khoảng cách là 100 mm, và

đường kính tốt hơn là khoảng 50 đến 200 mm khi khoảng cách là 150 mm.

Khoảng cách đường thẳng ngắn nhất giữa cửa ra plasma 23 và bề mặt nền cần xử lý có thể được xác định một cách thích hợp phù hợp với hình dạng và vật liệu của nền, độ dày của lớp phủ, loại khí nguyên liệu thô, v.v. Khoảng cách đường thẳng ngắn nhất này có thể lớn hơn 0 và nhỏ hơn hoặc bằng 500 mm, tốt hơn là từ 20 đến 300 mm. Bằng cách thiết lập khoảng cách đường thẳng ngắn nhất như vậy, có thể tạo ra lớp phủ có độ dày đồng đều trên bề mặt của nền một cách hiệu quả.

Thời gian hình thành màng có thể được xác định một cách thích hợp phù hợp với diện tích bề mặt của nền, độ dày của lớp phủ, loại khí nguyên liệu thô, v.v.

Ví dụ về các lớp phủ có thể được tạo thành bởi thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 theo sáng chế bao gồm các màng cacbon giống kim cương (DLC) và màng silic oxit (SiO_x).

Màng DLC bao gồm các màng cacbon hydro hóa vô định hình (a-C:H) chứa lên tới 50% nguyên tử là nguyên tử hydro. Màng DLC có thể được tạo thành bằng cách sử dụng, làm khí nguyên liệu thô, hydrocacbon, chẳng hạn như axetylen, metan, etan, propan hoặc hỗn hợp của chúng.

Màng SiO_x được mô tả là SiO:CH , v.v., hoặc màng SiO_2 , và bao gồm các màng trong đó C và H có nguồn gốc từ hợp chất silic hữu cơ được liên kết trong khung của chúng. Màng SiO_x có thể được tạo thành bằng cách sử dụng hợp chất silic, chẳng hạn như trimethylsilan, tetraetoxysilan, tetrametoxysilan và hexametyldisiloxan, hoặc hỗn hợp của chúng.

Tốc độ hình thành màng của lớp phủ có thể được điều chỉnh thích hợp theo lượng cấp của khí nguyên liệu thô, nồng độ của khí nguyên liệu thô, điều kiện kích thích plasma của khí nguyên liệu thô, v.v. Tốc độ tạo màng của lớp phủ có thể là, ví dụ 1 nm/giây đến 100 nm/giây, tốt hơn là 2 nm/giây đến 20 nm/giây, và tốt hơn nữa là 3 nm/giây đến 10 nm/giây.

Độ dày của lớp phủ có thể được xác định một cách thích hợp theo mục đích sử dụng, và có thể là, ví dụ, từ 5 nm đến 100 nm, tốt hơn là 10 nm đến 50 nm, và tốt hơn nữa là

10 nm đến 30 nm. Bằng cách thiết lập độ dày lớp phủ bằng 5 nm hoặc lớn hơn, các đặc tính mong muốn, chẳng hạn như tính chất ngăn khí, có thể được đem lại cho bề mặt nền. Bằng cách thiết lập độ dày lớp phủ bằng 100 nm hoặc nhỏ hơn, có thể tăng năng suất và giảm chi phí.

Lớp phủ có thể là màng nhiều lớp. Theo một phương án, lớp phủ là màng nhiều lớp chứa các màng DLC và màng SiO_x xen kẽ. Ví dụ, một màng nhiều lớp như vậy có thể được hình thành bằng cách luân phiên chuyển đổi khí nguyên liệu thô được cung cấp sau một khoảng thời gian nhất định trong một thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1, hoặc nó có thể được hình thành bằng cách cung cấp các khí nguyên liệu thô khác nhau cho hai hoặc nhiều hơn hai thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1, tương ứng, tạo thành màng trong một trong các thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1, và sau đó tiếp tục tạo màng trên đó trong một thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển 1 khác.

Theo thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển và phương pháp hình thành lớp phủ bằng cách sử dụng thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo sáng chế, lớp phủ có thể được tạo ra trên các hình dạng ba chiều, chẳng hạn như chai và nắp nhựa làm vật liệu đóng gói và có thể dễ dàng thực hiện sự tạo thành các lớp phủ hàng rào bằng các vật liệu, chẳng hạn như vật liệu polyme, yêu cầu xử lý ở nhiệt độ thấp. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo sáng chế cũng có thể được sử dụng làm thiết bị xử lý bề mặt plasma mà không tạo lớp phủ có nguồn gốc từ khí nguyên liệu thô.

Sáng chế không giới hạn ở các phương án được mô tả ở trên và có thể có nhiều sửa đổi, bổ sung đối với các phần tử hoặc cải tiến trong phạm vi tinh thần của sáng chế.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn dưới đây dựa trên các Ví dụ, nhưng sáng chế không giới hạn ở các Ví dụ như vậy.

Sử dụng thiết bị CVD plasma từ xa có áp suất khí quyển có cấu hình như trên FIG. 1, lớp phủ DLC (cacbon hydro hóa vô định hình) được hình thành trên bề mặt bên trong

của chai nhựa sử dụng axetylen (C_2H_2) làm khí nguyên liệu thô.

Các thông số kỹ thuật của chai nhựa là như sau.

Vật liệu: Polyetylen terephtalat (PET)

Dung tích: 350 mL

Đường kính ngoài của thân: 60 mm

Chiều dài tổng thể: 150 mm

Độ dày thân: 0,3 mm

Buồng điện môi có dạng hình trụ, được làm bằng polytetrafloetylen, và có đường kính ngoài 24 mm, đường kính trong 20 mm, dài 360 mm và độ dày 2 mm như được thể hiện trên FIG. 2, và vòi phun có đường kính lỗ mở là 5 mm được cung cấp trong cửa ra plasma của nó.

Làm vật dẫn để đốt cháy plasma, kim vonfram có đường kính 3 mm, dài 100 mm và đầu nhọn được sử dụng. Kim vonfram ở trạng thái lơ lửng được treo bằng một sợi dây cách điện, được luồn qua lỗ luồn ở đầu trên của buồng điện môi, được lấy ra sau khi plasma được đốt cháy, và sau đó lỗ luồn được đóng lại.

Đầu ra khí plasma (vòi phun) của buồng điện môi được chèn vào bên dưới bề mặt trên cùng mở của chai nhựa 10 mm và chai nhựa được gắn trên bệ. Sau đó, trong khi cấp agon dưới dạng khí mang vào không gian bên trong của buồng điện môi với tốc độ dòng 1500 sccm, kim vonfram được luồn vào không gian bên trong của buồng điện môi và sau khi bên trong buồng điện môi được lấp đầy agon, vi sóng có tần số 2,45 GHz và công suất đầu ra 840 W được tạo dao động trong bộ tạo dao động vi sóng. Vi sóng được cấp từ bộ tạo dao động vi sóng được truyền qua bộ dẫn sóng lan truyền, được cấp vào bên trong của bộ cộng hưởng hình khuyên, đi qua năm khe ngang và hai khe dọc được tạo ra với những khoảng cách bằng nhau trong bộ cộng hưởng hình khuyên, và được đưa vào buồng giữ vi sóng, nhờ đó plasma được tạo ra trong buồng điện môi. Các vi sóng có đầu ra là 1 kHz và tỷ lệ nhiệm vụ (tỷ lệ giữa các bộ phận có và không có đầu ra) là dạng sóng vuông 1:1.

Sau khi xác nhận rằng khí agon được kích thích bằng plasma được phun từ cửa ra plasma, kim vonfram được lấy ra khỏi buồng điện môi và trong khi cấp khí agon, khí axetylen (C_2H_2), là khí nguyên liệu thô, được cấp từ nguồn cấp khí (xi lanh) vào không gian bên trong của buồng điện môi thông qua van kiểm soát dòng với tốc độ dòng 20 sccm, nhờ đó khí axetylen được kích thích bằng plasma được tạo ra trong buồng điện môi.

Sau khi khí axetylen được kích thích bằng plasma phun ra từ cửa ra plasma được đưa vào chai nhựa trong 10 giây, dao động vi sóng dừng lại, nhờ đó thu được chai nhựa có lớp phủ trên bề mặt bên trong của nó. Trong quá trình hình thành lớp phủ, có thể quan sát bằng mắt rằng khí axetylen được kích thích bằng plasma được phân phối đến một khoảng cách ít nhất là 15 cm từ cửa ra plasma.

Lớp phủ hình thành trên bề mặt bên trong của chai nhựa được phân tích bằng phương pháp phổ quang điện tử tia X (XPS) trong điều kiện chân không (1×10^{-6} Pa) sử dụng máy phân tích phổ quang điện tử tia X quét Quantera II do PHI sản xuất. Khi phân tích đỉnh C_{1s} của lớp phủ, nhận thấy rằng màng DLC chứa khoảng 50% cacbon sp^2 và khoảng 50% cacbon sp^3 được hình thành.

Lượng thấm oxy T của chai nhựa thu được là 0,043 cc/24 h·pkg khi được đo bằng cách sử dụng máy phân tích độ thấm oxy MOCON OX-TRAN MODEL 2/61 (Hitachi High-Tech Science Corporation) trong điều kiện nhiệt độ $37^\circ C$ và độ ẩm tương đối là 70%. Lượng thấm oxy T_0 của chai nhựa so sánh được xử lý plasma trong cùng điều kiện ngoại trừ khí nguyên liệu thô không được cung cấp là 0,045 cc/24 h·pkg. Do đó, tỷ lệ cải thiện tính chất rào cản ($=(T_0 - T)/T_0 \times 100$ (%)) là 4,4%.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển và phương pháp tạo lớp phủ của sáng chế, lớp phủ chức năng, như màng DLC, có thể được tạo thành trên nhiều loại bề mặt nền khác nhau.

Ký hiệu chỉ dẫn

- 1 thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển

- 2 buồng điện môi
- 21 cửa khí vào
- 22 không gian bên trong
- 23 cửa ra plasma
- 24 vòi phun
- 3 buồng bên ngoài
- 31 bộ
- 32, 33 thành bên
- 34 nắp
- 35 buồng giữ vi sóng
- 4 mặt bích
- 51 đường cấp khí nguyên liệu thô
- 52 van kiểm soát dòng
- 53 đường cấp khí mang
- 54 van kiểm soát dòng
- 55 ống hình chữ T
- 56 nắp
- 6 bộ tạo plasma (thiết bị chiếu vi sóng)
- 61 ăngten khe (khe)
- 62 bộ dẫn sóng lan
- 63 bộ dao động vi sóng
- 64 bộ cộng hưởng hình khuyên
- 7 vật dẫn
- 71 thanh dẫn hướng

72	van cock
73	vỏ cách ly
8	vật dạng hình que
81	cơ cấu cấp nguyên liệu thô
9	vật dẫn (bộ)
B	chai nhựa
BI	bề mặt trong chai nhựa
BM	miệng chai nhựa
MW	vùng cấp vi sóng
PG	khí được kích thích bằng plasma

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị lắng hơi hóa học (CVD) plasma từ xa dưới áp suất khí quyển, bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra plasma trong không gian bên trong, trong đó cửa ra plasma bao gồm vòi phun có diện tích lỗ mở nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong,

trong đó thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển còn bao gồm vật dẫn có thể được bố trí trong, được chèn vào, và được lấy ra khỏi không gian bên trong, và vật dẫn bao gồm vỏ cách ly kéo dài từ cửa khí vào của buồng điện môi.

2. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm 1, trong đó buồng điện môi có dạng ống, và theo hướng dọc của buồng điện môi, cửa khí vào được bố trí ở một đầu của buồng điện môi và cửa ra plasma được bố trí ở đầu còn lại của buồng điện môi.

3. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm 1 hoặc 2, trong đó buồng điện môi bao gồm ít nhất một loại được chọn từ nhóm gồm thủy tinh, thạch anh, và nhựa flo.

4. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó bộ tạo plasma là thiết bị chiếu vi sóng.

5. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó diện tích lỗ mở của vòi phun bằng 0,01 đến 0,1 lần diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong.

6. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, còn bao gồm đường cấp khí nguyên liệu thô mở ở phần phía trước, phần giữa, hoặc phần phía sau của không gian bên trong, trong đó khí mang được kích thích bằng plasma và khí nguyên liệu thô được trộn trong không gian bên trong.

7. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6, bao gồm cơ cấu cấp nguyên liệu thô để đưa vật dạng hình que nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt hydrocacbon vào không gian bên trong.

8. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 7, còn bao gồm vật dẫn được bố trí ở phía sau của cửa ra plasma và có điện áp âm có thể được đặt vào đó, trong đó vật dẫn được cấu hình để nền được bố trí giữa cửa ra plasma và vật dẫn.

9. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, trong đó buồng điện môi có nhiều cửa ra plasma, và tổng diện tích lỗ mở của các vòi phun của nhiều cửa ra plasma nhỏ hơn diện tích mặt cắt ngang trung bình của mặt cắt ngang vuông góc với hướng đi của khí của không gian bên trong.

10. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển, bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra plasma trong không gian bên trong, trong đó thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển được cung cấp vật dẫn có thể được bố trí trong, được chèn vào, và được lấy ra khỏi không gian bên trong, và vật dẫn bao gồm vỏ cách ly kéo dài từ cửa khí vào của buồng điện môi.

11. Thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển, bao gồm buồng điện môi có cửa khí vào, không gian bên trong, và cửa ra plasma, và bộ tạo plasma tạo ra plasma trong không gian bên trong, trong đó thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển được cung cấp cơ cấu cấp nguyên liệu thô để đưa vật hình que nhựa flo hoặc nhựa rắn nhiệt hydrocacbon vào không gian bên trong.

12. Phương pháp tạo thành lớp phủ trên bề mặt của nền, bao gồm các bước:

cung cấp thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11,

bố trí nền ở phía sau của cửa ra plasma,

đưa khí mang vào từ cửa khí vào,

chuyển khí mang thành plasma trong không gian bên trong,

đưa khí nguyên liệu thô vào từ cửa khí vào,

trộn khí nguyên liệu thô và khí mang đã được kích thích bằng plasma để tạo ra khí

nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma, và

phun khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma từ cửa ra plasma về phía nền để tạo thành lớp phủ trên bề mặt của nền.

13. Phương pháp sản xuất chai nhựa có bề mặt trong được phủ, bao gồm các bước:

cung cấp thiết bị CVD plasma từ xa dưới áp suất khí quyển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 11,

bố trí chai nhựa ở phía sau của cửa ra plasma,

đưa khí mang vào từ cửa khí vào,

chuyển khí mang thành plasma trong không gian bên trong,

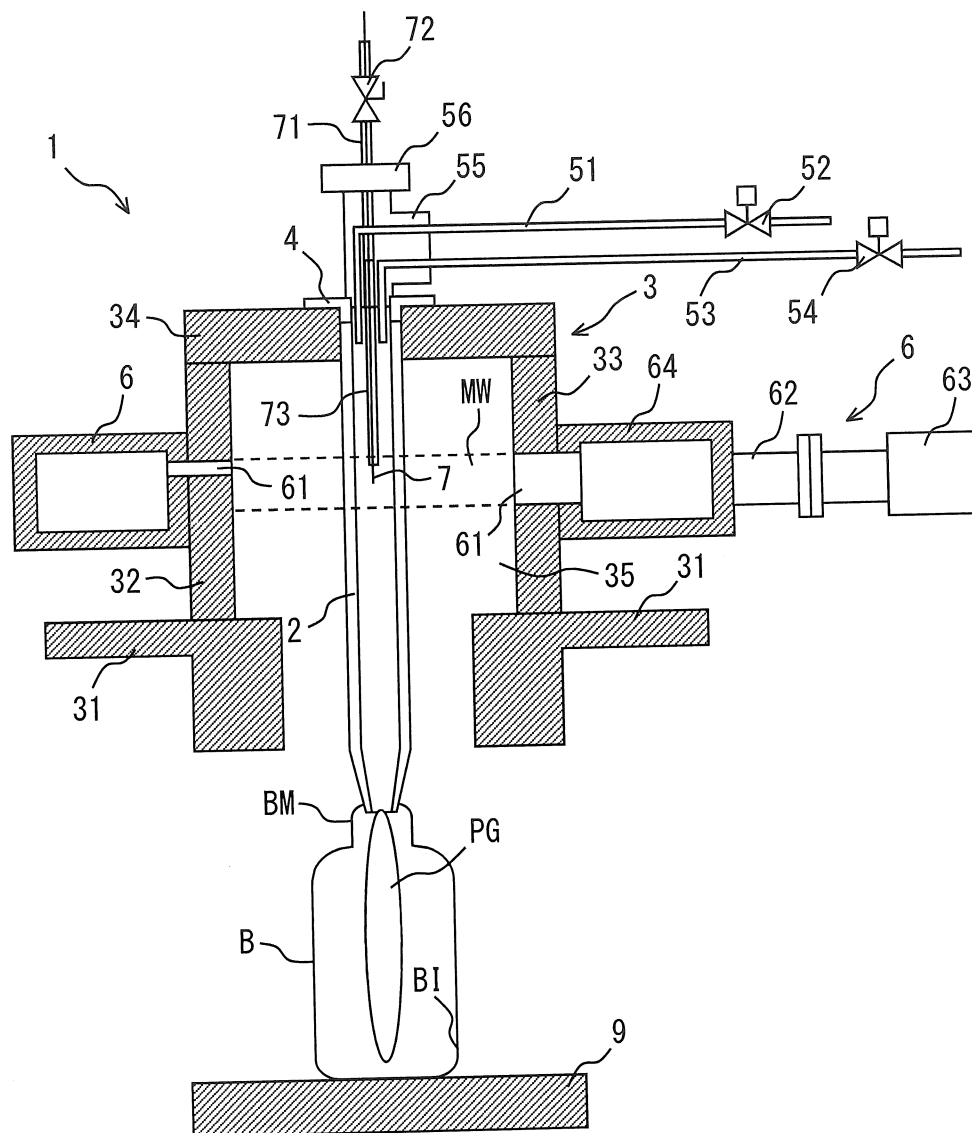
đưa khí nguyên liệu thô vào từ cửa khí vào,

trộn khí nguyên liệu thô và khí mang đã được kích thích bằng plasma để tạo ra khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma, và

phun khí nguyên liệu thô được kích thích bằng plasma từ cửa ra plasma về phía phần bên trong của chai nhựa để tạo ra lớp phủ trên bề mặt trong của chai nhựa.

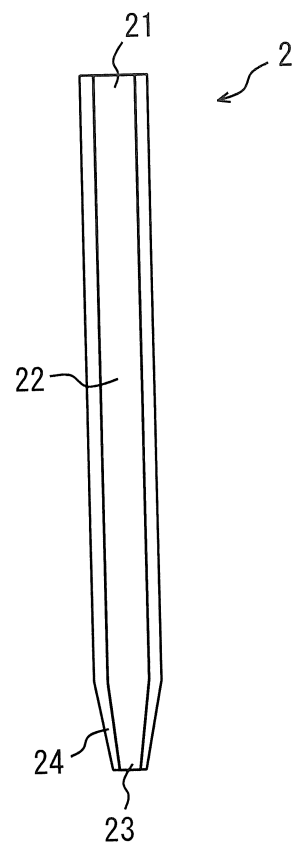
1/7

FIG. 1



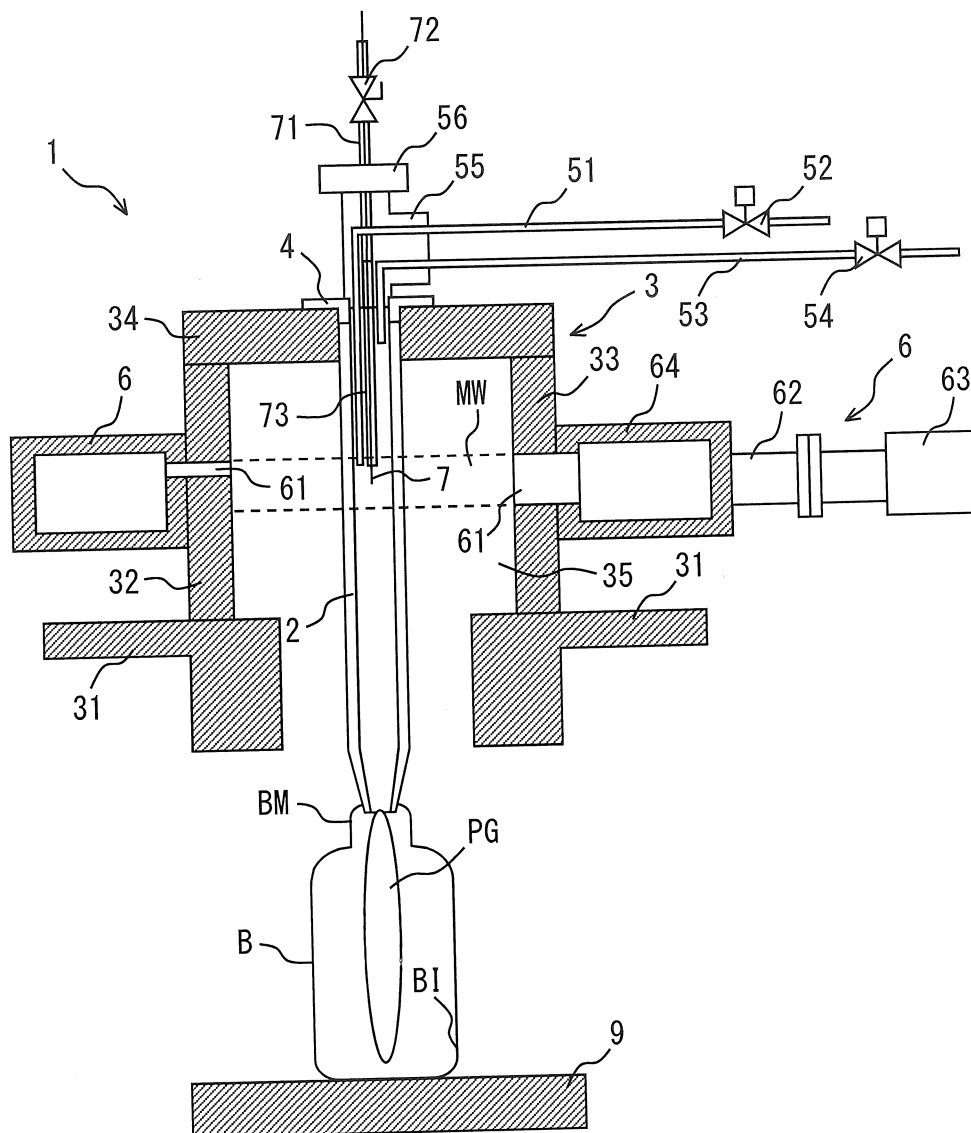
$\frac{2}{7}$

FIG. 2



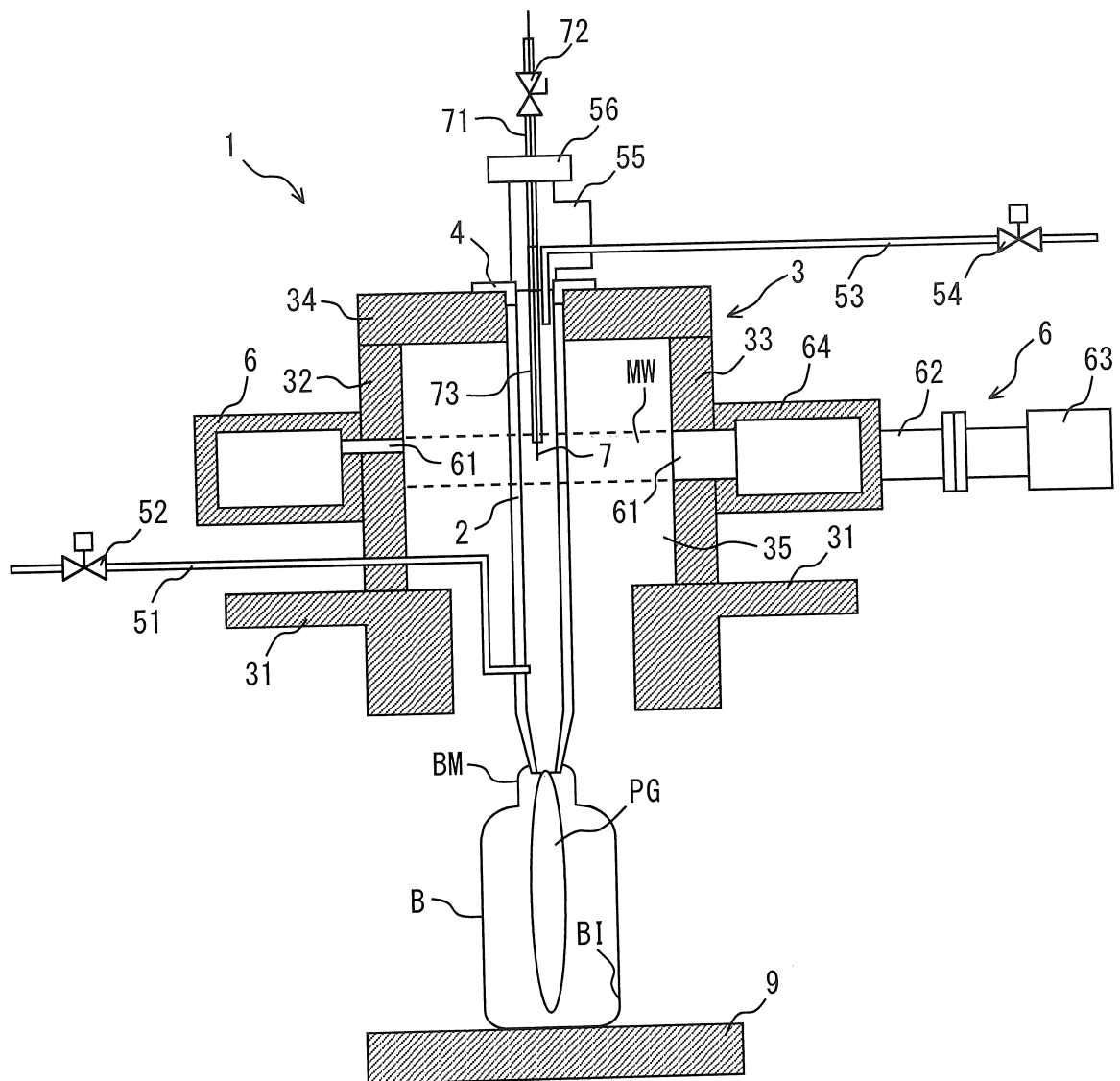
3/7

FIG. 3A



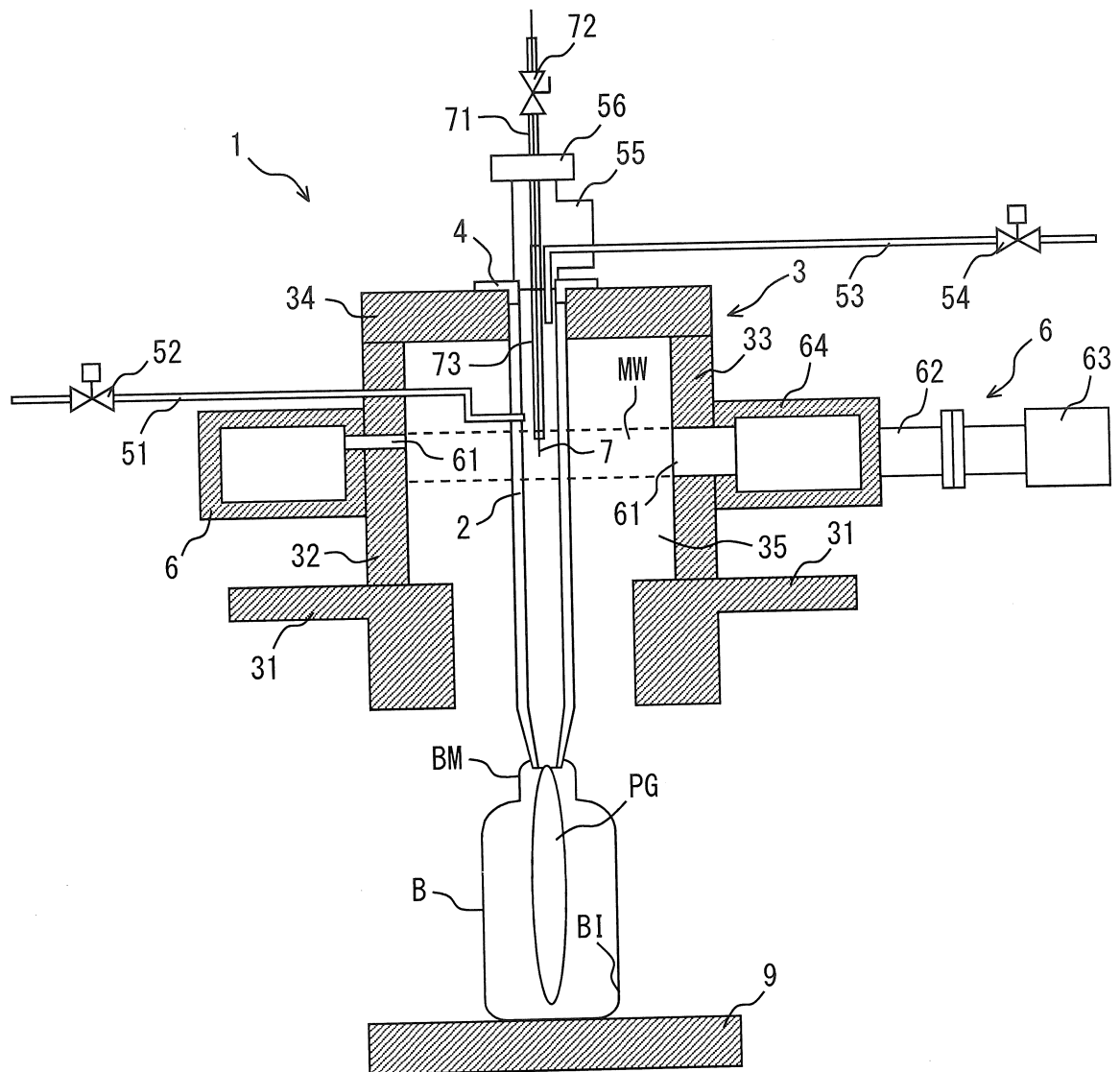
4/7

FIG. 3B



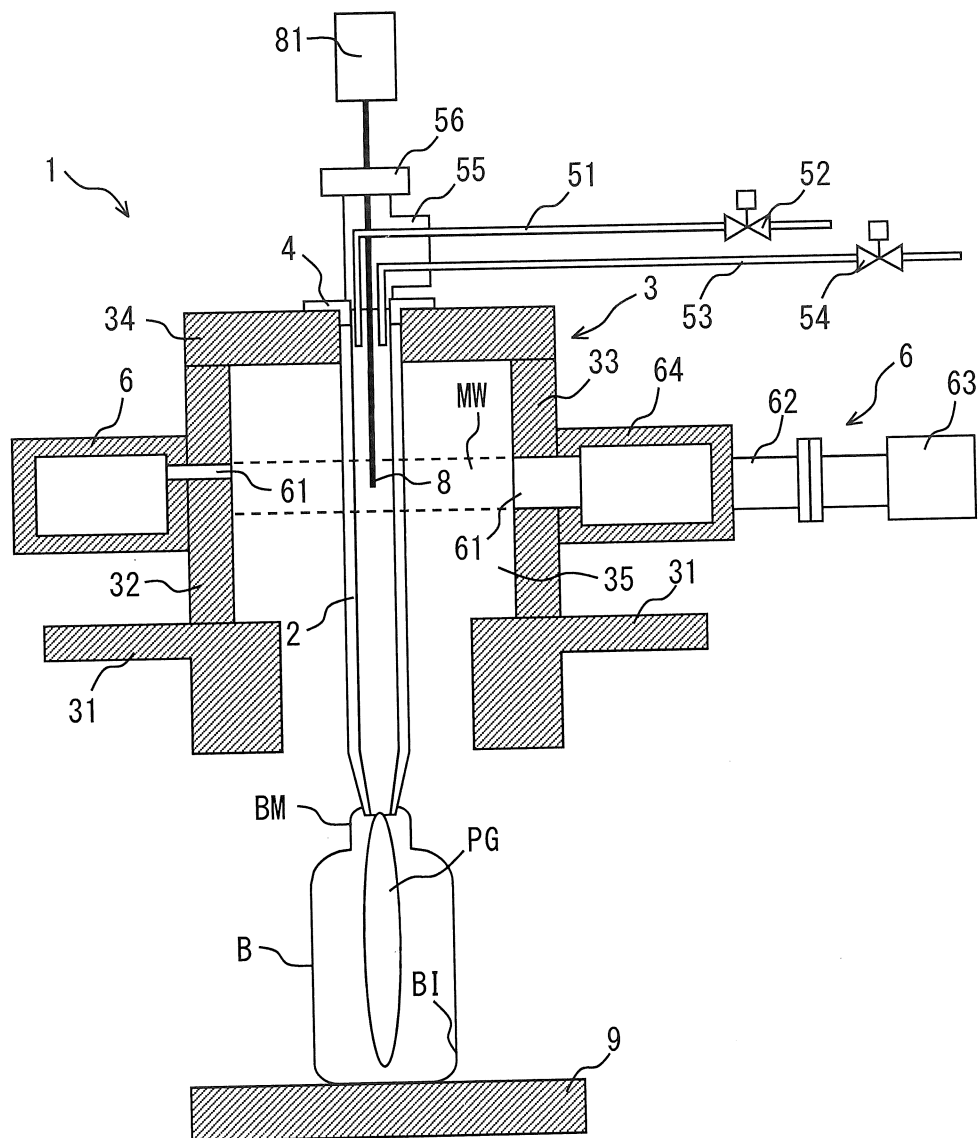
5/7

FIG. 3C



6/7

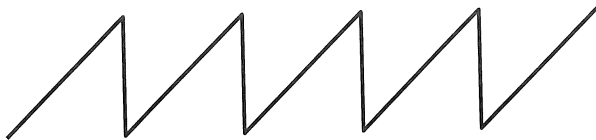
FIG. 4



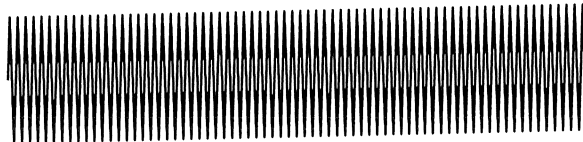
$$\frac{7}{7}$$

FIG. 5

(a)



(b)



(c)

