



(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)



1-0052052

(51)^{2024.01} B01J 19/08; H05H 1/00; C01B 23/00

(13) B

(21) 1-2024-07073

(22) 20/09/2024

(45) 25/09/2025 450

(43) 25/10/2024 439SC

(73) Công ty cổ phần Công nghệ Plasma Việt Nam (VN)

12BT7, khu đô thị Văn Quán - Yên Phúc, phường Văn Quán, quận Hà Đông, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Thế Anh (VN); Đặng Hải Long (VN); Hà Mạnh Cường (VN); Nguyễn Đình Tuấn (VN); Nguyễn Đức Tuấn (VN); Lê Huy Ngọc (VN); Lê Huy Hoàng (VN); Lê Thanh Tùng (VN).

(54) QUY TRÌNH SẢN XUẤT KHÍ DÙNG CHO MÁY PHÁT TIA PLASMA LẠNH

(21) 1-2024-07073

(57) Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất khí dùng cho máy phát tia plasma lạnh bao gồm các bước:

- chuẩn bị hỗn hợp khí nguyên liệu là hỗn hợp khí argon, nitơ và oxy, trong đó tỷ lệ mol của oxy so với nitơ không lớn hơn 1;
- plasma hoá hỗn hợp khí nguyên liệu bằng máy plasma lạnh trong không gian kín để thực hiện phản ứng tạo khí NO, gốc tự do chứa nitơ (RNS), gốc tự do chứa oxy (ROS); và
- chứa hỗn hợp khí đã plasma hoá vào bồn chứa.

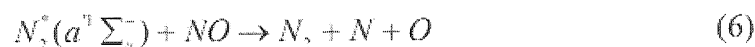
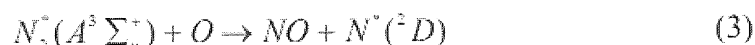
Hỗn hợp khí đã plasma hoá được đóng bình và sử dụng làm khí tiêu hao trong máy plasma lạnh. Khí này đặc biệt hữu ích và có tác dụng tăng hiệu quả tích cực của máy plasma lạnh trong hỗ trợ điều trị vết thương hở, nhờ tăng được nồng độ gốc tự do chứa nitơ (RNS), gốc tự do chứa oxy (ROS).

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến quy trình sản xuất vật tư tiêu hao dùng cho thiết bị phát tia plasma lạnh dùng trong y tế, cụ thể hơn là đề cập đến quy trình sản xuất khí dùng cho máy phát tia plasma lạnh dùng trong hỗ trợ điều trị vết thương. Trong đó, khí argon được xử lý để chứa trước một lượng hữu ích hàm lượng gốc tự do chứa Nitơ (RNS), gốc tự do chứa O (ROS).

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Như đã biết, các thiết bị phát tia plasma lạnh nói chung đều cần nguồn khí (vật tư tiêu hao) hình thành plasma tại điện cực. Nguồn khí có thể là các khí hiếm như He, Ne, Ar, Xe, Kr ... hoặc O_2 , N_2 , không khí sạch (hỗn hợp N_2 , O_2), hoặc CO_2 , SiF_6 . Tùy vào ứng dụng có thể lựa chọn nguồn khí phù hợp để chuyên môn hóa cho ứng dụng đó. Trong đa số trường hợp, Ar tinh khiết (>99,99%) được dùng cho ứng dụng y sinh học với hai mục tiêu chính là diệt vi khuẩn và tạo ra các gốc tự do ROS, RNS. Các gốc tự do này được ghi nhận là tạo ra các hiệu quả sinh học kích thích quá trình liền vết thương. Vật tư tiêu hao cần đáp ứng yếu tố hiệu quả ứng dụng cao và an toàn trong sử dụng cũng như vận chuyển. Nếu sử dụng các khí hiếm được coi là hoàn toàn tinh khiết (> 99,99%), khi hình thành plasma lạnh tạo ra một lượng nhỏ ROS, RNS ngay tại vùng không gian xung quanh đầu phát (5 – 7 mm) được mô tả trong tài liệu [DOI: 10.1109/PPPS.2007.4345823] theo các phương trình dưới đây:



ROS và RNS đều có khả năng thấm qua màng tế bào vi khuẩn ức chế hoạt động của nhân protein do vậy đóng góp thêm cùng các thành phần khác tiêu diệt tế bào vi khuẩn. Mặt khác, RNS chứa lượng nhỏ NO tham gia vào tiến trình sinh hóa NO trong cơ thể (yếu tố điều hòa nội mô) dẫn đến kích thích quá trình liền thương.

Hiệu quả điều trị vết thương phụ thuộc vào nồng độ ROS và RNS. Nồng độ của các chất này bị hạn chế và không cao như mong muốn do nó chỉ được hình thành xung quanh đầu phát tia plasma trong quá trình chạy máy. Như vậy, có nhu cầu đối với các giải pháp tăng nồng độ ROS và RNS để tăng hiệu quả điều trị vết thương của máy plasma lạnh dùng trong y tế.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất quy trình sản xuất vật tư tiêu hao có chứa sẵn ROS, RNS bằng kỹ thuật plasma hồ quang trượt, đặc biệt là plasma lạnh, đáp ứng công dụng khử khuẩn và kích thích liền thương.

Cụ thể, sáng chế đề xuất quy trình sản xuất khí dùng cho máy phát tia plasma lạnh bao gồm các bước:

- chuẩn bị hỗn hợp khí nguyên liệu là hỗn hợp của khí trơ, nitơ và oxy, trong đó tỷ lệ mol của oxy so với nitơ không lớn hơn 1;
- plasma hoá hỗn hợp khí nguyên liệu bằng máy plasma lạnh trong không gian kín để thực hiện phản ứng tạo khí NO, gốc tự do chứa nitơ (RNS), gốc tự do chứa oxy (ROS); và
- chứa hỗn hợp khí đã plasma hoá vào bồn chứa.

Theo một phương án ưu tiên khác, quy trình còn bao gồm bước lặp lại việc plasma hoá hỗn khí trong bồn chứa đến khi nồng độ NO đạt đến nồng độ mong muốn định trước.

Theo một phương án ưu tiên khác, trong đó nồng độ oxy trong hỗn hợp khí nguyên liệu bằng tối đa 2 lần đương lượng lý thuyết cần để tạo ra NO.

Theo một phương án ưu tiên khác, trong đó còn bao gồm bước trộn khí trơ với khí đã plasma hoá trong bồn chứa đến khi nồng độ NO nằm trong khoảng từ 1ppm đến 100ppm.

Theo một phương án ưu tiên khác, trong đó việc chuẩn bị hỗn hợp khí nguyên liệu được thực hiện bằng tiêm định lượng khí nitơ và khí oxy vào dòng khí trơ.

Theo một phương án ưu tiên khác, quy trình còn bao gồm bước:

- giám sát nồng độ NO_2 và/hoặc nồng độ O_3 ;
- khi nồng độ NO_2 và/hoặc nồng độ O_3 vượt ngưỡng định trước, thực hiện giảm nồng độ khí oxy hoặc thực hiện pha loãng hỗn hợp khí đã plasma hoá bằng khí trơ.

Theo một phương án ưu tiên khác, khí trơ là argon.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề cập đến hệ thống sản xuất khí tiêu hao dùng cho máy plasma lạnh để thực hiện phương pháp nêu trên. Hệ thống này bao gồm bồn chứa khí nguyên liệu, bồn hoà trộn khí nguyên liệu, đầu phát tia plasma lạnh, các cảm biến, van, đường ống để kết nối các thiết bị

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ thể hiện một phương án của hệ thống chuẩn bị hỗn hợp khí nguyên liệu.

Hình 2 là sơ đồ thể hiện một phương án của hệ thống plasma lạnh dùng để chế biến hỗn hợp khí nguyên liệu.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các bước thực hiện quy trình và bản chất của giải pháp có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các thiết bị dựa vào các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, cần hiểu rằng các điểm được trình bày này chỉ được mô tả với mục đích làm ví dụ giúp cho việc hiểu rõ hơn về bản chất kỹ thuật của giải pháp, mà không giới hạn phạm vi của giải pháp được mô tả này.

Dựa trên cơ sở khoa học đã nêu, vật tư tiêu hao có chứa sẵn ROS, RNS nhằm tạo tiền đề cho máy phát tia plasma lạnh tăng nồng độ các chất có khả năng kích thích liền vết thương tại thời điểm điều trị có thể thực hiện theo nhiều cách. Một trong các thành phần có hoạt tính cao là khí NO. Với hiểu biết thông thường, ta có thể trộn NO vào thành phần chính của vật tư tiêu hao theo một tỉ lệ xác định. Tuy nhiên NO sản xuất cho mục đích y tế có giá thành rất cao và khó

bảo quản. Mặt khác, nếu chỉ trộn cơ học NO sẽ thiếu các thành phần ROS và RNS có tác dụng diệt khuẩn khác khi phát tia plasma. Do vậy, giải pháp đề xuất phương án sản xuất vật tư tiêu hao có hàm lượng NO xác định và có sẵn ROS, RNS nhằm đạt mục tiêu khi máy phát tia plasma hoạt động sẽ gia tăng nồng độ NO, ROS, RNS vừa có khả năng tiêu diệt vi khuẩn nhanh vừa kích thích liền thương trong điều trị.

Chuẩn bị hỗn hợp khí nguyên liệu

Khí trơ là thành phần chính của hỗn hợp khí nguyên liệu. Bất kỳ khí trơ nào cũng có thể được sử dụng trong sáng chế này. Tốt hơn nếu khí trơ này là khí argon do có chi phí thấp.

Trước hết, khí trơ được kiểm tra để xác định nồng độ của các thành phần tạp chất dạng vết thường gặp và không tránh khỏi trong quá trình sản xuất như: hơi nước, oxy, nitơ. Trên cơ sở kết quả kiểm tra, một lượng nhỏ oxy và nitơ sẽ được trộn vào khí trơ đến nồng độ định trước.

Trong sáng chế này, trừ khi có tuyên bố kèm theo, khi nhắc đến các thành phần nguyên liệu như khí trơ, oxy, nitơ được hiểu là các nguyên liệu tinh khiết. Tốt hơn là khí tinh khiết có độ tinh khiết ít nhất đạt mức 4.0 (99,99%), tốt hơn nếu là 99,999%. Độ tinh khiết càng cao càng được ưu tiên.

Theo quá trình động học của các phản ứng hoá học, để hạn chế sự hình thành NO₂ và O₃, lượng oxy luôn được khống chế không lớn hơn mức đương lượng so với nitơ. Tức là, trong hỗn hợp khí nguyên liệu tỷ lệ mol của oxy so với nitơ không lớn hơn 1, tốt hơn nếu tỷ lệ mol của oxy so với nitơ $\leq 0,5$. Thông thường, nồng độ oxy trong hỗn hợp khí nguyên liệu bằng tối đa 2 lần đương lượng lý thuyết cần để tạo ra NO.

Cách thức trộn khí nitơ và oxy vào khí trơ không bị giới hạn, chẳng hạn như trộn vào bồn chứa, hoặc trộn trực tiếp trên dòng (trộn online) bằng cách tiêm nitơ và oxy vào dòng khí trơ.

Như thể hiện trên Hình 1, khí trơ hoá lỏng chứa trong bồn a1 được dẫn theo đường ống đến dàn hoá khí a2. Sau khi hoá khí, được cấp vào bồn chứa hỗn hợp khí a6. Khí oxy và nitơ được chứa riêng biệt trong các bồn a3, a4 sẽ theo

các đường ống, qua van một chiều a5 đi vào bồn chứa a6. Hỗn hợp tự động hoà trộn đều nhau và sẽ theo đường ống a7 đến hệ thống xử lý bằng plasma lạnh.

Lượng nitơ và oxy đưa vào phụ thuộc hàm lượng NO mong muốn trong khí sản phẩm. Thông thường hàm lượng hữu ích mong muốn của NO là từ 1ppm đến 100ppm.

Lượng oxy và nitơ đưa vào rất nhỏ, thường không quá 1000ppm. Tốt hơn nếu không quá 100ppm. Trong một số phương án khi áp dụng quá trình plasma hoá liên tục, nồng độ oxy thường được khống chế trong khoảng 3ppm đến 10ppm, hàm lượng nitơ từ 20ppm đến 30 ppm.

Plasma hoá hỗn hợp khí nguyên liệu

Hỗn hợp khí nguyên liệu sau khi chuẩn bị được cấp theo đường kín vào đường cấp của máy plasma lạnh nhờ thế, được plasma hoá. Đầu phát tia plasma được bố trí kín với đường ống, nhờ thế khí sau khi plasma hoá dễ dàng được thu hồi, và chứa vào bình chứa mà không bị nhiễm tạp chất.

Mặc dù, quá trình hoạt hóa plasma có thể thực hiện trên bất kì thiết bị phát tia plasma lạnh nào đảm bảo công suất hoạt hóa tạo được lượng ROS, RNS cần thiết, một phương án ưu tiên của giải pháp hướng tới việc sử dụng hệ phát tia plasma lạnh được bộc lộ trong bằng độc quyền sáng chế Việt Nam số 1-0014627 có cải tiến để phát 5 tia cùng lúc. Công suất máy plasma dễ dàng được tính toán dựa trên lưu lượng khí, và nồng độ các chất mong muốn trong sản phẩm. Thông thường, nồng độ NO trong hỗn hợp khí đã plasma hoá nằm trong khoảng từ 1ppm đến 100ppm.

Trong một phương án ưu tiên, việc giám sát nồng độ NO₂ và/hoặc nồng độ O₃ được thực hiện liên tục bởi các cảm biến để đảm bảo chất lượng sản phẩm khí sau khi plasma hoá. Tốt hơn nếu nồng độ O₃ không lớn hơn 0,04ppm và nồng độ NO₂ không lớn hơn 1ppm. Việc khống chế này có thể được thực hiện bằng cách điều chỉnh giảm lưu lượng dòng khí oxy cấp vào hoặc bằng cách pha loãng hỗn hợp khí đã plasma hoá bằng khí trơ.

Theo một phương án ưu tiên, khi nồng độ NO chưa đạt trị số mong muốn, dòng khí đã plasma hoá sẽ được tiếp tục thực hiện plasma hoá.

Theo một phương án ưu tiên khác, khi nồng độ NO cao, có thể thực hiện pha loãng hỗn hợp khí sau plasma bằng dòng khí trơ đến khi nồng độ NO đạt ngưỡng mong muốn.

Hình 2 thể hiện một phương án về hệ thống plasma hoá bao gồm: 5 đầu phát tia plasma lạnh b1, đầu ra được nối kín trong đường ống để thu gom khí đã plasma hoá. Áp kế b2 để theo dõi áp suất khí. Van ba ngã b4 được nối với một đầu của đường ống thu gom để dẫn khí đã plasma hoá đến bình áp (thông qua cửa b7) và để trích mẫu tới hệ thống phân tích b5. Đầu phát tia plasma được điều khiển bởi bảng điều khiển b6 và cấp nguồn bởi nguồn điện b3.

Khí sau khi plasma hoá đạt yêu cầu được chứa vào bồn chứa và nén vào các bình chứa nhỏ để đem đi tiêu thụ. Khí này được dùng thay thế khí trơ trong các máy plasma lạnh dùng trong điều trị vết thương.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1: Sản xuất khí plasma hoá chứa nồng độ NO là 1ppm

Sử dụng hệ thống plasma hoá như mô tả trên Hình 1 và Hình 2. Mục tiêu đạt 1 ppm NO; $x = C^0\sqrt{K}$ dẫn đến $C^0 \approx 0,16.10^{-3}$; lưu lượng dòng khí trơ (môi trường không tham gia phản ứng) cài đặt 10 L/phút (lpm) ở áp suất 10 bar dẫn đến lưu lượng N₂ và O₂ qua van một chiều sẽ là 1,6 lpm ở áp suất 10,1 bar; Lưu lượng NO tạo thành 1.10^{-3} lpm tương đương $0,04.10^{-3}$ mol/phút. Năng lượng tối thiểu cần cung cấp để hình thành lượng NO trong một phút khoảng 1J cần cung cấp năng lượng với công suất 6W; Hiệu suất năng lượng hình thành NO trên tổng năng lượng trong khoảng 0,02 - 0,03 % do vậy cần thiết bị plasma trong dải công suất 200 -300W; Dàn nạp 20 bình 8L ở 125 bar; Hệ thống cần bình áp tối thiểu 2000 L (hoạt động ổn định tại 10 bar); thời gian một chu kì sản xuất tối đa 1000 phút; 2 phút kiểm tra nồng độ NO một lần; Một hệ plasma 5 đầu phát tia có công suất 100W; trong suốt chu kì sản xuất mở 2 hệ, theo dõi nồng độ NO nếu chưa đạt mục tiêu mở tăng thêm từng hệ cho đến khi nồng độ NO tại buồng phản ứng và nồng độ NO trong bình áp đạt tương đương mục tiêu.

Ví dụ 2: chế độ sản xuất gián đoạn

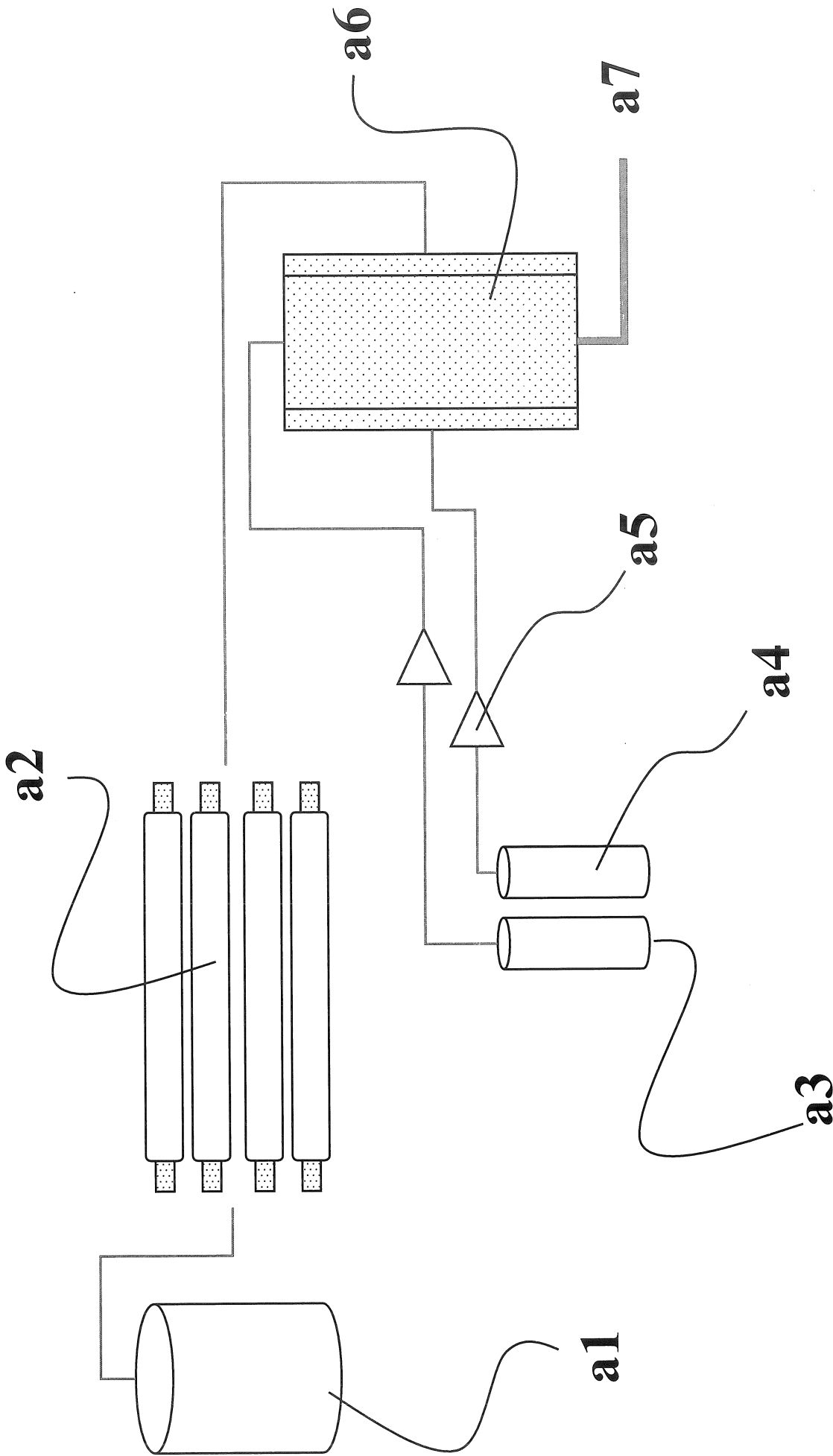
Cần sản xuất 1000L sản phẩm với nồng độ NO ~ 2 ppm ở áp suất 10 bar; Nạp vào bình áp 2500 Lit đến 16 bar. Thêm O₂ vào đạt nồng độ 3 ppm, Thêm N₂ đến 30 ppm; Cài đặt đầu ra bình áp 1 ở 8 bar, mở lần lượt các hệ plasma đến nồng độ NO đạt 2 ppm mở van đầu vào bình áp 2 (1250 L) cho đến khi bình áp 2 đạt 8 bar, áp suất tại bình áp 1 còn lại 12 bar, hoàn thành 1 chu kì chế biến.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

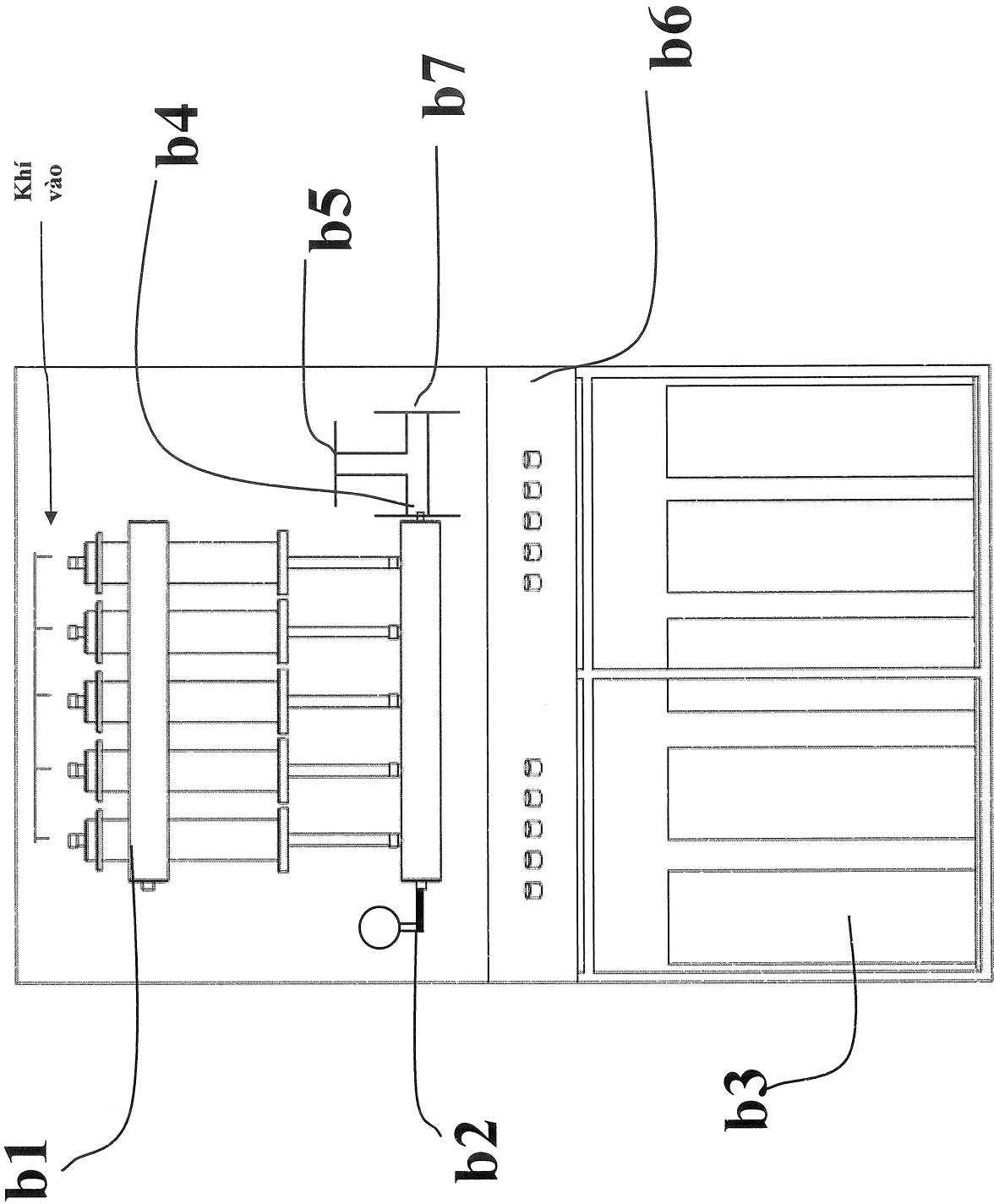
Sáng chế đã thành công đề xuất quy trình sản xuất khí tiêu hao cho máy plasma lạnh dùng trong y tế được nâng cao hiệu quả bằng cách chứa sẵn trong khí này các ROS, RNS, NO. Nhờ thế, khi sử dụng khí này thay thế cho khí tro thông thường trong máy plasma lạnh, nồng độ các chất có lợi cho việc điều trị vết thương được tăng lên. Điều này giúp cải thiện hiệu quả điều trị.

Yêu cầu bảo hộ

1. Quy trình sản xuất khí dùng cho máy phát tia plasma lạnh bao gồm các bước:
 - chuẩn bị hỗn hợp khí nguyên liệu là hỗn hợp của khí trơ, nitơ và oxy, trong đó tỷ lệ mol của oxy so với nitơ không lớn hơn 1;
 - plasma hoá hỗn hợp khí nguyên liệu bằng máy plasma lạnh trong không gian kín để thực hiện phản ứng tạo khí NO, gốc tự do chứa nitơ (RNS), gốc tự do chứa oxy (ROS); và
 - chứa hỗn hợp khí đã plasma hoá vào bồn chứa.
2. Quy trình theo điểm 1, trong đó còn bao gồm bước lặp lại việc plasma hoá hỗn khí trong bồn chứa đến khi nồng độ NO đạt đến nồng độ mong muốn định trước.
3. Quy trình theo điểm 1 hoặc 2, trong đó nồng độ oxy trong hỗn hợp khí nguyên liệu bằng tối đa 2 lần đương lượng lý thuyết cần để tạo ra NO.
4. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó còn bao gồm bước trộn khí trơ với khí đã plasma hoá trong bồn chứa đến khi nồng độ NO nằm trong khoảng từ 1ppm đến 100ppm.
5. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó việc chuẩn bị hỗn hợp khí nguyên liệu được thực hiện bằng tiêm định lượng khí nitơ và khí oxy vào dòng khí trơ.
6. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó còn bao gồm bước:
 - giám sát nồng độ NO₂ và/hoặc nồng độ O₃;
 - khi nồng độ NO₂ và/hoặc nồng độ O₃ vượt ngưỡng định trước, thực hiện giảm nồng độ khí oxy hoặc thực hiện pha loãng hỗn hợp khí đã plasma hoá bằng khí trơ.
7. Quy trình theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó khí trơ là khí argon.



Hình 1



Hình 2