



(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)



1-0044231

(51)^{2020.01} A61N 1/44; A61F 13/02; H05H 1/24;
A61F 13/00; A61N 1/04

(13) B

(21) 1-2021-03437

(22) 08/02/2019

(86) PCT/KR2019/001569 08/02/2019

(87) WO2020/158983 06/08/2020

(30) 10-2019-0011127 29/01/2019 KR

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/10/2021 403A

(71) SJ GLOBAL CO.,LTD (KR)

(Chunui-dong,3F) 166, Bucheon-ro, Bucheon-si, Gyeonggi-do 14559, Republic of Korea

(72) HWANG, Yu An (KR).

(74) Công ty TNHH Đại Tín và Liên Danh (DAITIN AND ASSOCIATES CO.,LTD)

(54) TẮM ĐIỆN CỰC PLASMA KIỂU NỘI VÀ THIẾT BỊ XỬ LÝ PLASMA KIỂU
NỔI DỪNG CHO ĐIỀU TRỊ VẾT THƯƠNG

(21) 1-2021-03437

(57) Sáng chế đề xuất tấm điện cực plasma kiểu nổi, trong đó, điện đặt vào điện cực plasma tiếp xúc với da bệnh nhân, plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma, trong đó da đóng vai trò như một điện cực nổi đất, tấm điện cực plasma bao gồm: điện cực plasma trong đó lớp kim loại mỏng dẫn điện; một màng mỏng điện môi dẻo làm bằng polyme được dát mỏng xếp trên điện cực plasma và cách một khoảng cách xác định để tạo ra hiện tượng phóng điện vi mô trong không gian tách; và một miếng đệm được dát mỏng xếp trên màng điện môi và cách màng điện môi khỏi da một khoảng cách xác định trước, trong đó miếng đệm được làm bằng vật liệu vải được dệt sao cho các bó vải tạo thành nhiều lớp. Sáng chế cũng đề xuất thiết bị xử lý plasma kiểu nổi sử dụng bề mặt da bệnh nhân làm điện cực nổi đất với plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma tương ứng với điện đặt vào điện cực plasma.

1

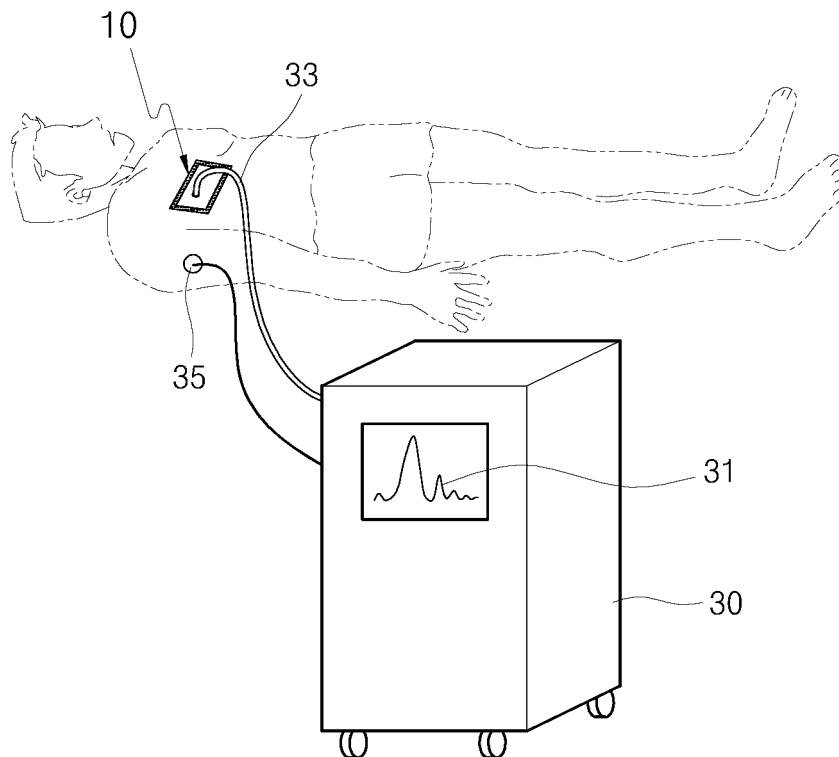


Fig.1A

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị điều trị ứng dụng plasma dùng trong điều trị y tế, và cụ thể hơn là đề cập đến tấm điện cực plasma kiểu nổi có thể dán lên da để hỗ trợ quá trình khử trùng vết thương và tái tạo mô và Thiết bị xử lý plasma kiểu nổi sử dụng bề mặt da bệnh nhân làm điện cực nổi đặt với plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma tương ứng với điện đặt vào điện cực plasma.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, công nghệ plasma áp suất khí quyển không chỉ được áp dụng trong nghiên cứu thuộc các lĩnh vực như kỹ thuật và sinh học, mà còn áp dụng cho các công nghệ liên quan đến trang thiết bị y tế. Plasma được tạo ra khi đặt một điện áp cao vào giữa hai điện cực trong mô-đun điện cực, hiện tượng phóng điện xảy ra trong khoảng không giữa các điện cực và phản ứng ion hóa của khí xảy ra. Plasma được tạo ra chứa các ion mang nhiều chức năng khác nhau. Nhiều nghiên cứu đã chứng minh phản ứng tạo ra plasma có ý nghĩa lớn trong việc điều trị vết thương như khử trùng, phục hồi, cầm máu, thúc đẩy quá trình tái tạo tế bào. Các phân tử oxy có tác dụng khử trùng trong khi các phân tử nitơ duy trì trạng thái cân bằng nội môi của tế bào. Công nghệ plasma thường được áp dụng trong lĩnh vực nha khoa để làm trắng răng, v.v. Tuy nhiên, trên thị trường hầu như chưa có trang thiết bị y tế nào dùng plasma tác động trực tiếp lên cơ thể người để thực hiện các chức năng trị liệu như khử trùng, làm sạch, tái tạo tế bào hoặc chức năng tương tự.

Để ứng dụng mô-đun điện cực plasma trong các thiết bị y tế, các vấn đề kỹ thuật sau đây cần được khắc phục. Đa số hơn 90% các nghiên cứu về plasma đều có liên quan đến 2 loại là plasma phóng rào điện môi khối (DBD) và plasma hồ quang corona. Các mô-đun plasma thông thường cần tiêu thụ rất nhiều khí để phóng plasma như heli hoặc argon, do đó, cần phải có thêm thiết bị để cung cấp khí. Vì vậy để tối ưu năng suất thì cần phát triển một hệ thống đơn giản để tích hợp plasma vào nhiều lĩnh vực khác nhau.

Trong khi đó, hầu hết các nghiên cứu về plasma áp suất khí quyển đều được tạo ra bằng cách sử dụng không khí làm khí dùng để phóng điện trong cấu trúc DBD và hồ quang điện. Trong các cấu trúc điện cực thông thường, tồn tại một vấn đề là khoảng cách giữa các điện cực nhỏ hoặc tiết diện của các điện cực không đủ để xử lý plasma, do đó các điện cực phải có kích thước lớn hơn để đạt được diện tích phóng điện lớn đồng thời nâng cao hiệu quả sử dụng điện.

Các tài liệu kỹ thuật liên quan, patent Hàn Quốc số 10-1292268 (sau đây gọi là giải pháp liên quan) giải pháp tác động song song điều trị vết thương bằng plasma siêu nhỏ. Giải pháp liên quan mô tả mô-đun plasma được tối ưu trong nhiều lĩnh vực khác nhau và tập trung vào tính linh hoạt, nhằm giải quyết các vấn đề còn tồn tại liên quan đến việc ứng dụng plasma trong y tế. Các mô-đun điện cực plasma được phát triển cho tới nay để tiếp xúc trực tiếp lên cơ thể người thường sử dụng mô hình DBD trực tiếp, như được bộc lộ tại tài liệu sáng chế này. Mô hình DBD trực tiếp có cấu trúc trong đó điện cực, nguồn điện được sử dụng và điện cực nối đất đều được tối giản trong mô-đun điện cực plasma. Như được bộc lộ tại tài liệu sáng chế này, các điện cực nêu trên tương ứng với điện cực thứ nhất 1a và điện cực thứ hai 1b. Plasma được tạo ra trong không gian giữa hai điện cực.

Mô hình DBD trực tiếp được thiết kế để bức xạ plasma được tạo ra giữa các điện cực lên bề mặt da. Do đó, mô hình DBD trực tiếp có thể phù hợp với thiết kế plasma cầm tay. Tuy nhiên, mô hình DBD trực tiếp có nhược điểm về cấu trúc điện cực khi mô hình DBD trực tiếp sử dụng mô-đun điện cực dạng tấm. Mô hình DBD trực tiếp không được thiết kế trong đó da được chiếu xạ trực tiếp với plasma và ngược lại da được chiếu xạ gián tiếp với plasma thông qua các điện cực. Vì lý do này, mô hình DBD trực tiếp cần phải có năng lượng điện cao hơn hoặc thấp hơn để tạo ra plasma đủ hiệu quả trong điều trị. Trong trường hợp này, thiết bị điều trị y tế có thể không được cấp phép vì không đáp ứng được các vấn đề về an toàn.

Các thiết bị plasma bắt buộc phải tạo ra ozon trong quá trình ion hóa để tạo ra plasma. Ozon là một chất độc sẽ gây tử vong cho con người khi hấp thụ qua đường hô hấp. Khi tạo ra plasma có cường độ cao thì đồng thời một lượng lớn ozon cũng được tạo ra. Do đó, để lắp đặt được các mô-đun điện cực plasma đạt hiệu quả cao trong điều trị y tế tạo ra lượng plasma vừa đủ trên da. Trong quá trình này, lượng ozon thoát ra trong quá trình tạo

ra plasma phải được giảm thiểu. Hiện nay, theo các quy định trong và ngoài nước, không có hướng dẫn nào liên quan đến phương pháp đánh giá các thiết bị vật lý trị liệu ứng dụng plasma để điều trị vết thương ở bất kì quốc gia nào trên thế giới. Mặc dù các nghiên cứu khoa học về plasma đã được thực hiện trong một thời gian dài, nhưng vẫn chưa có sản phẩm nào ứng dụng plasma vào thiết bị y tế.

Plasma tham gia vào cả quá trình tạo ra oxy hoạt tính thích hợp để điều trị và phát thải ra ozon có thể gây ra tử vong cho con người. Khi thiết kế một thiết bị y tế ứng dụng plasma có thể lưu hành trên thị trường, cấu trúc điện cực và chức năng của thiết bị là vấn đề được ưu tiên hàng đầu. Tóm lại, trong thiết bị điều trị y tế ứng dụng plasma, cấu trúc của các điện cực, hiệu suất tạo plasma và khả năng ngăn chặn sự phát thải ozon là vấn đề lớn liên quan đến tính thương mại của thiết bị trên thị trường.

Tài liệu kỹ thuật liên quan

Bằng sáng chế đã đăng ký của Hàn Quốc số 10-1292268

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Theo đó, sáng chế này được thực hiện nhằm mục đích khắc phục các vấn đề kỹ thuật còn tồn tại nêu trên, và để thực hiện được mục tiêu này, sáng chế đề xuất tấm điện cực plasma dán lên da có khả năng điều trị y tế bằng cách tạo ra plasma trên da và thiết bị điều trị y tế bằng tấm điện cực plasma.

Tác giả sáng chế đã phát triển tấm đệm plasma có cấu trúc điện cực nổi, trong đó da của bệnh nhân hoạt động như một điện cực nổi đất để plasma được tạo ra trực tiếp giữa da và điện cực, nhờ đó đảm bảo tốt sự ổn định điện từ ngay cả khi tấm plasma được dán trực tiếp lên da và ngăn chặn sự phát thải của ozon. Cụ thể hơn là, để giải quyết các vấn đề kỹ thuật nêu trên, sáng chế được thực hiện như sau:

Theo khía cạnh thứ nhất, để thực hiện các mục tiêu nêu trên, sáng chế đề xuất tấm điện cực plasma kiểu nổi sử dụng bề mặt da của bệnh nhân làm điện cực nổi đất sao cho plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma được tạo ra gần bề mặt da người phù hợp với điện đặt vào điện cực plasma, trong đó bao gồm điện cực plasma được làm bằng một lớp kim loại mỏng dẫn điện, một lớp điện môi dẻo mỏng bằng polyme được xếp trên điện

cực plasma, màng điện môi được bố trí cách bề mặt da một khoảng xác định sao cho hiện tượng phóng điện vi mô được xảy ra trong trống xác định giữa màng điện môi và da, một miếng đệm xếp lớp trên màng điện môi để tạo ra khoảng cách giữa màng điện môi và da một khoảng xác định, trong đó miếng đệm làm bằng vật liệu sợi để tạo thành nhiều lớp bó sợi.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất thiết bị plasma kiểu nổi sử dụng bề mặt da của bệnh nhân làm điện cực nổi đặt sao cho plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma được tạo ra phù hợp với điện đặt vào điện cực plasma, trong đó bao gồm một tấm điện cực plasma kiểu nổi thành phần gồm điện cực plasma được làm bằng một lớp kim loại mỏng dẫn điện, một lớp màng mỏng điện môi dẻo bằng polyme được xếp trên điện cực plasma, màng mỏng điện môi được cách bề mặt da một khoảng xác định sao cho hiện tượng phóng điện vi mô được tạo ra trong khoảng trống giữa màng điện môi và bề mặt da, và một lớp đệm xếp trên màng mỏng điện môi, để tạo khoảng cách giữa màng điện môi với da của bệnh nhân theo khoảng cách xác định, một nguồn cung cấp điện cho điện cực plasma với hệ số sử dụng được xác định, và một miếng đệm nổi đặt được nối với nguồn điện và được điều chỉnh để tiếp xúc với bề mặt da nhờ đó plasma có lượng phát sóng điện từ phù hợp với cơ thể người khi được cấp nguồn điện một chiều (DC).

Theo một khía cạnh khác nữa, sáng chế đề xuất tấm điện cực plasma kiểu nổi sử dụng bề mặt da của bệnh nhân làm điện cực nổi đặt sao cho plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma được tương ứng với điện đặt vào điện cực plasma, trong đó bao gồm điện cực plasma được làm bằng một lớp kim loại mỏng dẫn điện, một lớp điện môi dẻo mỏng bằng polyme được xếp trên điện cực plasma, màng điện môi được bố trí cách bề mặt da theo một khoảng cách xác định sao cho hiện tượng phóng điện vi mô được xảy ra trong khoảng trống giữa màng điện môi và da và một lớp đệm xếp trên màng điện môi, nhằm tạo ra khoảng trống giữa màng điện môi và bề mặt da theo một khoảng xác định, trong đó miếng đệm tiếp xúc một mặt với da sao cho plasma được chiếu xạ trực tiếp thông qua các lỗ hình thành trên miếng đệm theo một tỷ lệ xác định và thông qua các lỗ trên miếng đệm, tạo ra plasma chiếu lên da có dạng chấm.

Theo sáng chế, plasma được tạo ra đi qua các lỗ trên miếng đệm rồi tới bề mặt da từ đó trực tiếp tạo ra plasma điều trị tại vùng bị thương.

Hơn nữa, theo sáng chế, plasma dùng cho điều trị được tạo ra sử dụng dòng điện một chiều (DC) tùy chỉnh, nhờ đó, tạo được sự ổn định tốt hơn so với nguồn điện xoay chiều (AC).

Hơn nữa, theo sáng chế, vật liệu được sử dụng là vật liệu sợi an toàn để tiếp xúc với vết thương. Các bó sợi gồm nhiều lớp tạo thành các lỗ đặc biệt thích hợp để tạo ra plasma. Ngoài ra, miếng đệm có khả năng hấp thụ ozon vì làm bằng vật liệu sợi. Thêm vào đó là tận dụng được tối đa việc phủ chất xúc tác quang hoặc chất xúc tác hoạt tính lên nhiều lớp của bó sợi.

Hơn nữa, tấm điện cực plasma được gắn vào vùng vết thương có cấu hình đơn giản vì tấm điện cực plasma thuộc loại nổi và không cần thêm một điện cực nổi đất riêng biệt. Theo đó, tấm điện cực plasma có thể dùng một lần. Cũng theo sáng chế, việc điều trị bằng plasma được thực hiện khi tấm điện cực plasma được nối với nguồn điện và sau khi điều trị tấm điện cực plasma có thể được ngắt ra khỏi nguồn điện. Do đó, tấm điện cực plasma có thể duy trì trạng thái luôn được dán vào vết thương và sau khi hoàn thành điều trị plasma tiếp tục được nối điện. Vì bề mặt tiếp xúc của tấm điện cực plasma được tạo thành bởi sợi của vải không dệt cộng thêm khối lượng nhẹ nhờ cấu trúc đơn giản nên tạo ra sự thoải mái cho bệnh nhân khi điều trị nhưng vẫn đảm bảo phục hồi và tái tạo vết thương an toàn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1A là hình minh họa thiết bị xử lý plasma theo một phương án thực hiện sáng chế, minh họa trạng thái xử lý plasma của thiết bị;

Fig.1B là hình minh họa thiết bị xử lý plasma theo một phương án thực hiện sáng chế, minh họa trạng thái của tấm điện cực plasma sau khi xử lý plasma;

Fig.2 là hình chiếu phối cảnh tách rời tấm điện cực plasma theo một phương án thực hiện minh họa cho sáng chế;

Fig.3 là hình minh họa hoạt động của tấm điện cực plasma theo một phương án thực hiện minh họa cho sáng chế;

Fig.4A là hình minh họa các kết quả thu được sau khi thực hiện thử nghiệm đối với bốn bộ biến áp có tỷ số vòng khác nhau trong khi tần số (kHz) và hệ số tải (μ s) thay đổi, để xác định các điều kiện duy trì đặc tính đầu ra cao và minh họa cụ thể kết quả về công suất của bộ biến áp #1 và 2;

Fig.4B là hình minh họa các kết quả xác định thu được sau khi thực hiện một thử nghiệm đối với bốn bộ biến áp có tỷ số vòng khác nhau trong khi tần số (kHz) và hệ số tải (μ s) thay đổi, để xác định các điều kiện duy trì đặc tính đầu ra cao và đặc biệt cho thấy kết quả xác định về công suất của bộ biến áp #3 và 4;

Fig.5 là hình minh họa kết quả thực nghiệm cường độ quang học của plasma được tạo ra ở các tần số khác nhau (kHz) và thời gian nghỉ khác nhau;

Fig.6 là hình minh họa kết quả về nồng độ của khí sinh ra trong điều kiện cường độ plasma của Fig.5;

Fig.7 là hình minh họa các mẫu đệm điện cực plasma dùng cho thí nghiệm tương ứng bao gồm miếng đệm làm bằng 9 vật liệu khác nhau để đánh giá hiệu suất;

Fig.8 là hình minh họa cấu hình mẫu của một mô-đun điện cực plasma;

Fig.9 là hình minh họa hiển thị số lượng chấm plasma được tạo ra và diện tích trung bình của plasma được tạo ra được chụp lại trong phòng tối sau khi vận hành tấm điện cực plasma theo thực nghiệm;

Fig.10 là bảng phân bố số lượng plasma và diện tích trung bình của plasma thu được cho 9 vật liệu khác nhau của Fig.7 theo phương pháp thử của Fig.9;

Fig.11 là hình minh họa 6 chất liệu vải không dệt khác nhau được chụp cắt lớp qua kính hiển vi điện tử quét;

Fig.12 là hình minh họa hiệu suất tạo plasma thu được sau các điện cực plasma dẻo bao gồm các miếng đệm làm bằng vật liệu vải không dệt được thể hiện trong Fig.11 hoạt động, tương ứng;

Fig.13 là hình minh họa kết quả thử nghiệm về mối quan hệ giữa tỷ lệ mở và hiệu suất tạo plasma trong từng loại vật liệu vải không dệt theo Fig.11;

Fig. 14 là hình minh họa thử nghiệm đo khí sinh ra trong quá trình tạo plasma;

Fig. 15 là hình minh họa lượng ozon phát thải theo đơn vị đo là nồng độ ozon;

* Các số tham chiếu

1: Thiết bị xử lý Plasma nổi

3: Da

33: Cấp nguồn

35: Tấm đệm nổi đất

10: Tấm điện cực Plasma nổi

100: Lớp phủ kết dính

1001: Phần kết dính

1003: Lỗ hồng

101: Điện cực Plasma

1011: Thiết bị đầu cuối

103: Màng điện môi

1031, 1051: Lớp phủ chức năng

105: Miếng đệm

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được bộc lộ rõ hơn thông qua phần mô tả chi tiết theo các phương án được ưu tiên sáng chế, các ví dụ cùng với việc tham khảo các hình vẽ kèm theo. Trong toàn bộ bản mô tả, các số tham chiếu giống nhau được sử dụng trong toàn các hình kèm theo được dùng để chỉ các chi tiết giống nhau hoặc tương tự.

Các mục tiêu và hiệu quả của sáng chế có thể dễ hiểu được hoặc có thể thực hiện lại được thông qua phần mô tả sau đây. Tuy nhiên, các đối tượng và hiệu quả này của sáng chế không chỉ được giới hạn trong phần mô tả này. Hơn nữa, trong phần mô tả, chi tiết về các chức năng và cấu hình đã biết sẽ không được đề cập khi các chi tiết này có thể gây khó hiểu cho sáng chế.

Fig.1A là hình minh họa thiết bị xử lý plasma 1 theo phương án thực hiện sáng chế, để thể hiện trạng thái xử lý plasma của thiết bị 1. Fig.1B là hình minh họa thiết bị xử lý plasma 1 theo một phương án thực hiện sáng chế, trong đó thể hiện trạng thái của tấm điện cực plasma 10 sau khi xử lý plasma.

Tham khảo Fig.1A, thiết bị xử lý plasma 1 bao gồm tấm điện cực plasma 10, tấm nền 35 và nguồn điện 30. Thiết bị xử lý plasma 1 theo phương án thực hiện sáng chế, da của bệnh nhân có chức năng như một điện cực nổi đất và, như vậy, chỉ có một điện cực đúc được bố trí trong tấm điện cực plasma 10. Thiết bị xử lý plasma 1 theo phương án này là loại nổi trong đó plasma được tạo ra giữa một điện cực và da 3. Do đó, mô-đun điện cực theo phương án này được phân biệt khác với loại trực tiếp (phóng rào điện môi khối - DBD) trong đó plasma phóng điện ở giữa các điện cực và chiếu xạ gián tiếp lên da.

Trong thiết bị xử lý plasma 1 theo phương án này, điện cực plasma 10 có thể được kết nối riêng với nguồn điện 30. Theo đó, tấm điện cực 10 có thể được định cấu hình là sản phẩm dùng một lần. Ngoài ra, theo phương án này, tấm điện cực plasma 10 có cấu trúc nhỏ gọn vì tấm điện cực plasma 10 thuộc loại điện cực nổi DBD (FE-DBD) và do đó, không cần thêm điện cực nổi đất nào ở tấm điện cực plasma 10. Tấm điện cực plasma 10 theo phương án này sử dụng bề mặt da của bệnh nhân làm điện cực nổi đất. Thiết bị xử lý plasma 1 có thể được cung cấp với tấm đệm điện cực nổi đất 35 để tiếp xúc với da của bệnh nhân, như một vôi tạo plasma riêng biệt. Tấm đệm 35 có thể được kết nối với nguồn điện 30 và như vậy, có thể được sử dụng ngắn hạn cùng với thiết bị xử lý plasma 1.

Tóm lại, thiết bị xử lý plasma 1 theo minh họa thuộc loại nổi trong đó da của bệnh nhân có chức năng như một điện nổi đất và do đó, plasma được tạo ra giữa da cơ thể người và điện cực plasma tương ứng với điện đặt vào điện cực plasma.

Thiết bị xử lý plasma 1 bao gồm một điện cực plasma 101 (tham khảo Fig.2) được tạo thành bởi một lớp kim loại mỏng dẫn điện và một màng điện môi dẻo 103 (tham khảo Fig.2) được làm bằng vật liệu polyme. Màng điện môi 103 được đặt cách bề mặt da một khoảng cách nhất định sao cho phóng điện vi mô được tạo ra trong không gian giữa màng điện môi 103 và da. Ngoài ra, thiết bị xử lý plasma 1 bao gồm một miếng đệm 105 (tham khảo Fig.2) được xếp trên màng điện môi 103, để tạo khoảng cách giữa màng điện môi 103 với bề mặt da một khoảng cách xác định. Điện cực plasma 101, màng điện môi 103 và miếng đệm 105 tạo thành tấm điện cực plasma 10.

Ngoài ra, thiết bị xử lý plasma 1 bao gồm nguồn điện 30 để đặt điện áp một chiều lên điện cực plasma 101 ở hệ số tải xác định trước. Thiết bị xử lý plasma 1 cũng bao gồm tấm đệm điện cực nối đất 35 được kết nối với nguồn điện 30 và được điều chỉnh để tiếp xúc với da của bệnh nhân. Từ đó tạo ra plasma có lượng bức xạ điện từ phù hợp với cơ thể người khi được cấp nguồn điện một chiều. Tấm điện cực plasma 10 theo phương án này sẽ được mô tả ở phần sau cùng việc tham khảo Fig.2 và Fig.3.

Tham khảo Fig.1b, có thể thấy rằng tấm điện cực plasma 10 vẫn hoạt động ngay cả trong tình trạng được tách ra khỏi thiết bị xử lý plasma 1 sau khi hoàn thành quá trình xử lý plasma bằng thiết bị xử lý plasma 1, như minh họa trên Fig.1a. Ngay cả khi tấm điện cực plasma 10 theo phương án này tách ra khỏi cáp nguồn 33, miếng đệm 105 của nó tiếp xúc với da vẫn có thể bảo vệ vết thương. Đặc biệt, miếng đệm 105 được làm bằng vật liệu sợi có khả năng đảm bảo tái tạo mô để chữa lành vết thương và từ đó mang lại cảm giác vết thương được chữa đồng nhất cho bệnh nhân.

Ngay cả khi dịch hoặc mủ tiết ra từ vết thương, miếng đệm 105 có thể hút dịch hoặc mủ tiết ra một cách hiệu quả vì miếng đệm 105 được làm bằng vật liệu sợi. Miếng đệm 105 được dán vào bệnh nhân bằng một lớp keo 100 và như vậy, bệnh nhân vẫn có thể vẫn hoạt động bình thường trong cuộc sống hàng ngày. Về vấn đề này, tấm điện cực plasma 10 không chỉ hoạt động như một mô-đun điện cực để điều trị cho bệnh nhân, mà còn có thể hoạt động như một miếng dán hoặc băng bảo vệ vết thương trong một thời gian nhất định.

Bộ nguồn 30 áp dụng điện áp một chiều (DC) lên tấm điện cực plasma 10 hệ số sử dụng xác định trước. Cần lưu ý rằng, trong phương án thực hiện minh họa, nguồn điện

30 áp dụng điện áp một chiều để tạo ra plasma. Điện áp một chiều cung cấp độ ổn định điện từ vượt trội so với điện áp xoay chiều (AC) trong việc tạo ra plasma. Cùng với đó, tấm điện cực plasma 10 cũng đáp ứng đầy đủ những đánh giá về an toàn và tiêu chuẩn liên quan đến sóng điện từ theo Tiêu chuẩn chung về an toàn điện từ của thiết bị y tế theo Bộ An toàn Thực phẩm và Dược phẩm. Khi nguồn điện 30 được sử dụng nguồn điện xoay chiều, rất khó đáp ứng các yêu cầu của Tiêu chuẩn chung về An toàn Điện từ. Tuy nhiên, mô-đun tạo plasma dựa trên điện áp một chiều có thể đáp ứng các yêu cầu an toàn điện từ ổn định với cơ thể người.

Trong trường hợp nguồn 30 sử dụng nguồn điện một chiều mà không xử lý tín hiệu riêng biệt, thì hiệu suất tạo plasma có thể bị suy giảm đáng kể so với nguồn điện xoay chiều. Vì vậy, để đạt được sự nâng cao về hiệu suất tạo plasma trong trường hợp sử dụng nguồn điện một chiều, bộ nguồn 30 áp dụng điện áp một chiều ở dạng xung có hệ số tải xác định trước. Trong trường hợp này, mặc dù bộ nguồn 30 sử dụng nguồn điện một chiều nhưng vẫn có thể đạt được sự nâng cao về hiệu suất tạo plasma thông qua việc tái tạo các hiệu ứng của nguồn điện xoay chiều.

Theo phương án thực hiện này, nguồn điện 30 tạo ra điện áp một chiều lớn hơn 0 kV, nhưng nhỏ hơn 5 kV có hệ số tải xác định trước, để tạo ra plasma. Cụ thể, nguồn điện 30 theo phương án này có tần số xung từ 130 đến 150 kHz và thời gian nghỉ là 2 đến 4 μ s. Các điều kiện điện áp của nguồn điện 30 được xem xét đến các yêu cầu liên quan đến lượng phát thải ozon cho phép đối với cơ thể người trong các hạng mục đánh giá về độ an toàn của thiết bị y tế. Cần lưu ý rằng phát thải ozon trong các thiết bị y tế phải là 0,05 ppm hoặc nhỏ hơn để xác định xem liệu ozon phát ra trong có nguy hại tiềm ẩn cho con người hay không.

Plasma có mối liên hệ không thể tách rời đến việc phát thải ra ozon trong quá trình ion hóa. Vì lý do này, giải pháp giảm thiểu phát thải ozon là yêu cầu kỹ thuật quan trọng trong việc ứng dụng tấm điện cực plasma 10 cho thiết bị y tế. Giải pháp theo sáng chế này giảm thiểu sự phát thải ozon bằng cách phủ một chất xúc tác quang hoặc chất xúc tác hoạt tính lên mô-đun điện cực và kiểm soát nguồn điện một cách thích hợp. Các vấn đề kỹ thuật này sẽ được mô tả chi tiết hơn trong các ví dụ thử nghiệm sau. Điều kiện công suất của

nguồn điện 30 theo phương án này có thể được hiểu là điều kiện để giảm lượng phát thải ozon của tấm điện cực plasma 10 xuống 0,05 ppm hoặc thấp hơn.

Thiết bị xử lý plasma 1 có thể bao gồm thêm màn hình 31 để hiển thị plasma được tạo ra hay không hoặc cường độ của plasma. Khi tấm điện cực plasma 10 tiếp xúc với da, tấm điện cực plasma 10 tạo ra plasma, sử dụng da làm điện cực nối đất và vì vậy người dùng khó nhận biết sự hình thành của plasma bằng mắt thường. Do đó, để xác định đệm điện cực plasma 10 có hoạt động bình thường hay không, quá trình tạo plasma hoặc cường độ plasma có thể được hiển thị thông qua màn hình 31 được cung cấp riêng.

Sau đây là phần mô tả chi tiết tấm điện cực plasma 10 theo phương án thực hiện nêu trên.

Fig.2 là hình chiếu phối cảnh tách rời của tấm điện cực plasma 10 theo phương án thực hiện minh họa của sáng chế. Fig.3 minh họa hoạt động của tấm đệm plasma kiểu nổi theo phương án thực hiện minh họa của sáng chế.

Tham khảo Fig.2 và Fig.3, tấm điện cực plasma 10 được dán trực tiếp vào vùng da 3 cần điều trị. Đệm điện cực plasma 10 có thể bao gồm lớp phủ kết dính 100, điện cực plasma 101, màng điện môi 103 và miếng đệm 105.

Theo một phương án thực hiện khác của sáng chế, tấm điện cực plasma 10 bao gồm một điện cực plasma 101 được tạo thành bởi một màng kim loại dẫn điện, một màng điện môi dẻo 103 làm bằng vật liệu polyme và được đặt cách da của bệnh nhân với khoảng cách xác định, để tạo ra phóng điện vi mô trong khoảng trống xác định giữa màng điện môi 103 và da của bệnh nhân, và một miếng đệm 105 được xếp trên màng điện môi 103, để tạo không gian cho màng điện môi 103 cách bề mặt da bệnh nhân một khoảng cách xác định trước. Miếng đệm 105 được làm bằng vật liệu sợi dệt tạo thành nhiều lớp bó sợi.

Theo một phương án thực hiện khác, tấm điện cực plasma 10 bao gồm một điện cực plasma 101 được tạo thành bởi một màng kim loại dẫn điện, một màng điện môi dẻo 103 làm bằng vật liệu polyme và được đặt cách da bệnh nhân một khoảng cách xác định, để tạo ra phóng điện vi mô trong khoảng trống xác định giữa màng điện môi 103 và da của bệnh nhân. Một miếng đệm 105 được phân lớp tại bề mặt trên màng điện môi 103, để tạo khoảng trống cho màng điện môi 103 và da của bệnh nhân theo một khoảng cách xác định. Miếng

đệm 105 có tỷ lệ mở được xác định trước. Miếng đệm 105 tiếp xúc với da ở bề mặt khác của nó sao cho plasma được tạo ra trực tiếp trên da thông qua các lỗ được tạo thành trong miếng đệm 105 phù hợp với tỷ lệ mở được xác định trước và do đó, da được chiếu xạ với plasma dạng chấm.

Sau đây là phần mô tả chi tiết cấu tạo của đệm điện cực plasma 10 theo từng phương án thực hiện sáng chế.

Tham khảo Fig.2, tấm điện cực plasma dẻo 10 có cấu trúc phân lớp bao gồm miếng đệm 105, màng điện môi 103, điện cực plasma 101 và lớp phủ dính 100 được xếp liên tiếp theo thứ tự này từ bề mặt của da bệnh nhân 3.

Lớp phủ kết dính 100 có chức năng như một vỏ bọc của tấm điện cực plasma 10. Lớp phủ 100 cũng có chức năng như một bộ phận cách điện cho điện cực plasma 101. Lớp phủ 100 có thể được làm bằng vật liệu dẻo. Theo phương án thực hiện minh họa, vật liệu của lớp phủ kết dính 100 có thể là silicon, polydimethyl-siloxan (PDMS), hoặc cao su tổng hợp. Lớp phủ kết dính 100 có thể bao gồm một phần chất kết dính 1001 để gắn tấm điện cực 10 vào da 3. Lớp phủ kết dính 100 được tạo thành với phần chất kết dính 1001 có diện tích lớn hơn diện tích của điện cực plasma 101, màng điện môi 103 và miếng đệm 105. Phần chất kết dính 1001 được phủ bằng vật liệu kết dính phổ biến ở bề mặt dưới của nó. Phần kết dính 1001 được gắn vào da của bệnh nhân 3, để cố định tấm điện cực plasma 10.

Lớp phủ kết dính 100 được tạo với một lỗ xuyên qua 1003 ở một phần của nó. Lỗ xuyên qua 1003 cho phép đầu nối nguồn 1011 của điện cực plasma 101 được bố trí bên dưới lớp phủ kết dính 100 sẽ tiếp xúc với bên ngoài.

Điện cực plasma 101 được cấu tạo bởi một màng kim loại dẫn điện. Tốt hơn là, điện cực plasma 101 được làm bằng vật liệu có độ dẫn điện và tính linh hoạt cao. Cụ thể hơn là, vật liệu đồng (Cu) chủ yếu được sử dụng cho các mô-đun điện cực plasma. Tuy nhiên, vì tấm điện cực plasma 10 theo phương án thực hiện minh họa được đặt gần da của bệnh nhân, cho mục đích y tế, nên ưu tiên điện cực plasma 101 được làm bằng vật liệu cacbon, so với vật liệu đồng (Cu) sinh nhiệt cao và độ bền thấp.

Điện cực plasma 101 có thể bao gồm cực 1011 để kết nối điện cực plasma 101 với cấp nguồn 33. Cực 1011 có thể được định cấu hình dạng nút sao cho cực 1001 nhô lên trên.

Cực 1011 có thể được coi như là phần xa của điện cực plasma 101 theo mặt phẳng của điện cực plasma 101. Tuy nhiên, trong trường hợp này, có một điều thuận tiện là cáp nguồn 33 nên được kết nối với phần tấm điện cực plasma 10. Hơn nữa, trong trường hợp đầu nối tiếp xúc với phần xa của tấm điện cực plasma 10 sau khi tách cáp nguồn 33 khỏi tấm điện cực plasma 10, cực tiếp xúc có thể gây khó chịu cho bệnh nhân. Để đạt được mục đích này, theo phương án thực hiện minh họa, cực 1011 được cấu hình để nhô lên trên so với điện cực plasma 101.

Màng điện môi 103 được làm bằng vật liệu polyme để có độ dẻo cao và xếp trên điện cực plasma 101. Màng điện môi 103 được đặt cách da bệnh nhân một khoảng cách xác định, để tạo ra phóng điện vi mô trong khoảng trống giữa màng điện môi 103 và da của bệnh nhân.

Thông thường, chất điện môi trong điện cực plasma được làm bằng vật liệu rắn. Mặt khác, có rất ít trường hợp sử dụng polyme làm vật liệu điện môi của điện cực plasma được bán trên thị trường. Điều này là do chất điện môi rắn thường được sử dụng có hằng số điện môi cao từ 6 đến 10 và do đó, mang lại lợi thế là dễ dàng tạo ra plasma. Tuy nhiên, chất điện môi rắn có một vấn đề là phát thải rất nhiều ozon (O_3) trong quá trình tạo plasma do hằng số điện môi cao của vật liệu rắn. Điều này gây ra khó khăn trong ứng dụng kỹ thuật vào y tế. Mặt khác, vật liệu polyme có hằng số điện môi thấp và do đó, thể hiện đặc tính linh hoạt mặc dù khó tạo ra plasma.

Trong phương án thực hiện minh họa, màng điện môi 103 có thể được làm bằng polydimethyl-siloxan (PDMS) hoặc polyimide (PI). Màng điện môi 103 thể hiện tính linh hoạt tốt hơn vì độ dày nhỏ hơn. Tuy nhiên, khi màng mỏng điện môi 103 quá mỏng, dải điện áp cao đưa vào để tạo plasma có thể đánh thủng và do đó, hiện tượng đánh thủng điện môi có thể xảy ra. Để tránh hiện tượng như vậy, cần xem xét độ dày điện áp của từng vật liệu. Vật liệu polyme thể hiện các độ dày điện áp khác nhau phù hợp với các đặc tính của chúng. PDMS và PI, được sử dụng làm vật liệu polyme trong phương án thực hiện minh họa, không tạo ra đánh thủng điện áp chỉ khi chúng có độ dày tối thiểu 0,1 mm trở lên. Do đó, ưu tiên là màng điện môi 103 được tạo thành có độ dày lớn hơn 0,1 mm, nhưng nhỏ hơn 1 mm để đảm bảo tính linh hoạt.

Màng điện môi 103 có thể được phủ bằng các hạt quang xúc tác hoặc các hạt xúc tác hoạt tính để hấp thụ ozon. Màng điện môi 103 có thể được phủ một lớp phủ chức năng 1031 tạo thành bởi chất xúc tác quang hoặc chất xúc tác hoạt tính để giảm phát thải ozon. Trong trường hợp này, TiO_2 hoặc MnO_2 có thể được dùng làm chất xúc tác.

Miếng đệm 105 được xếp trên màng điện môi 103, để tạo khoảng trống cho màng điện môi 103 cách bề mặt da bệnh nhân một khoảng cách xác định trước. Trong trường hợp này, miếng đệm 105 có một đặc điểm là làm bằng vật liệu sợi dệt để tạo thành nhiều lớp bó sợi. Trong tấm điện cực plasma 10 theo phương án thực hiện minh họa sử dụng cấu trúc điện cực plasma (phóng rào điện môi khối - DBD) kiểu nổi, trong đó da 3 của bệnh nhân được sử dụng làm điện cực nổi đất, phải có một khoảng trống nhất định giữa màng điện môi 103 và da 3. Chỉ khi có một không gian như vậy, plasma khí quyển mới có thể được hình thành trong không gian. Để đạt được mục đích này, tấm điện cực plasma 10 được tạo ra với cấu hình của miếng đệm 105 để tạo khoảng cách giữa màng điện môi 103 với da 3. Về cơ bản, miếng đệm là rất cần thiết và do đó, miếng đệm thường có cấu trúc lưới có lỗ xuyên qua. Có nghĩa là, người có kỹ năng trong cùng lĩnh vực sẽ hiểu rằng, vì miếng đệm sử dụng một màng mỏng dạng lưới có các lỗ thông qua có thể quan sát được khi phóng đại. Tuy nhiên, phù hợp với kết quả của các thử nghiệm thực hiện với các vật liệu khác nhau, như trong các thí nghiệm sẽ được mô tả sau, tác giả sáng chế đã xác định rằng vật liệu sợi có cấu trúc phức tạp, so với cấu trúc lý thuyết thông thường có hiệu quả hơn như một chất đệm để tạo ra plasma. Một miếng đệm có cấu trúc phức tạp thể hiện hiệu ứng tạo plasma tuyệt vời, như có thể thấy từ các ví dụ thực nghiệm sau, khác với kỳ vọng vật liệu sợi có cấu trúc phức tạp có rất ít lỗ xuyên qua có thể có thể quan sát bằng mắt và như vậy không tạo ra plasma.

Về mặt này, miếng đệm 105 theo phương án thực hiện minh họa có một đặc điểm là miếng đệm 105 được làm bằng vật liệu sợi để tạo thành nhiều lớp bó sợi. Trong trường hợp này, plasma được tạo ra trong khoảng trống giữa các bó sợi. Miếng đệm 105 có cấu trúc phức tạp ngẫu nhiên bao gồm nhiều lớp bó sợi. Theo sáng chế, tỷ lệ mở được xác định bằng tỷ lệ của không gian được mở giữa các sợi tạo thành nhiều lớp với một phần mở của không gian của các sợi trong mặt cắt ngang của nhiều lớp được nhìn từ mặt trên. Miếng đệm 105 theo phương án thực hiện minh họa, tốt nhất là, tỷ lệ mở trên 30%. Tham khảo kết quả của các thử nghiệm được thực hiện đối với các vật liệu có tỷ lệ mở trong các điều

kiện khác nhau, có thể thấy rằng plasma tạo ra tỷ lệ rất thấp trong phạm vi tỷ lệ mở 20% hoặc nhỏ hơn trong khi hiệu suất tạo plasma cao được thể hiện trong phạm vi tỷ lệ mở từ 30% trở lên. Về mặt này, có thể coi rằng có một ý nghĩa quan trọng đáng kể đối với hiệu suất tạo plasma trong điều kiện tỷ lệ mở là 30% trở lên. Miếng đệm 105 theo phương án này được làm bằng vật liệu sợi tạo thành cấu trúc phức tạp ngẫu nhiên gồm nhiều lớp và có tỷ lệ mở từ 30% trở lên.

Cụ thể hơn là, miếng đệm 105 tốt nhất nên được làm bằng vật liệu vải không dệt. Vải không dệt có nhiều lớp bó sợi và do đó, được phân biệt với băng gạc có cấu trúc dạng lưới, sử dụng sợi rayon hoặc sợi tổng hợp. Chất liệu vải không dệt phù hợp với miếng đệm 105 hơn so với băng gạc có cấu trúc dạng lưới là vì: đầu tiên, hiệu quả tạo plasma của vật liệu sợi không dệt cao hơn so với cấu trúc lưới, tham khảo các ví dụ thực nghiệm sẽ được mô tả sau. Thứ hai, trong cấu trúc lưới, diện tích của mỗi lỗ xuyên qua là rất lớn. Trong trường hợp này, khoảng cách giữa cấu trúc lưới và da của bệnh nhân 3 tương ứng với độ dày của một lớp sợi dệt. Mặt khác, trong trường hợp vải không dệt có cấu trúc nhiều lớp gồm nhiều bó sợi, các bó sợi được dệt ở trạng thái vướng víu, tạo thành nhiều lớp sao cho tạo thành các khoảng không ngẫu nhiên giữa các bó sợi. Khi miếng đệm 105 được gắn vào da cấu tạo bởi cấu trúc lưới, màng điện môi 103 sẽ liên kết chặt chẽ thông qua các lỗ của cấu trúc do đó có thể làm không gian tạo plasma bị suy giảm. Mặt khác, trong trường hợp vải không dệt, màng điện môi 103 khó tiếp xúc trực tiếp với da ngay cả khi vải không dệt dán trực tiếp lên da, vì các bó sợi tạo thành cấu trúc nhiều lớp. Do đó, để bảo vệ vùng da bị thương 3 một cách an toàn hơn khi ứng dụng vật liệu vải không dệt vào miếng đệm 105. Trong trường hợp này, hiệu quả tạo plasma cao. Thứ ba, vải không dệt, được cấu tạo bởi nhiều bó sợi, có thể làm giảm phát thải ozon phù hợp với các đặc tính của vật liệu. Miếng đệm 105 theo phương án thực hiện minh họa duy trì nồng độ ozon phát ra xung quanh plasma là 0,05 hoặc nhỏ hơn. Điều này có thể đạt được bằng cách phủ các hạt xúc tác quang hoặc các hạt xúc tác hoạt tính lên miếng đệm 105 để hấp thụ ozon. Miếng đệm 105 có thể bao gồm lớp phủ chức năng 1051 được tạo thành bởi chất xúc tác quang hoặc chất xúc tác hoạt tính để giảm lượng phát thải ozon. Trong trường hợp này, chất xúc tác có thể bao gồm TiO_2 hoặc MnO_2 . Thứ tư, theo phương án thực hiện minh họa, trong đó vải không dệt được sử dụng làm miếng đệm 105, để đạt được hiệu suất lớp phủ xúc tác quang tối đa. Theo phương án thực hiện minh họa, các hạt xúc tác quang được phủ lên vải không dệt

theo cách phun. Trong trường hợp này, các hạt xúc tác quang được gắn vào các bó sợi nhiều lớp và như vậy sẽ đạt được hiệu suất hấp thụ ozon tối đa. Tuy nhiên, trong trường hợp miếng đệm có cấu trúc dạng lưới, diện tích lớp phủ quang xúc tác của nó khá nhỏ.

Fig.3 minh họa hoạt động của tấm điện cực plasma 10 theo một phương án thực hiện sáng chế. Tham khảo Fig.3, trong thực tế, plasma P hình thành trên bề mặt da 3 có dạng các chấm. Để hiểu rõ hơn, hình ảnh của plasma P nhìn từ đáy của miếng đệm 105 được minh họa ở trạng tách rời trên Fig.3.

Sau đây là phần mô tả chi tiết ví dụ thực nghiệm về năng lượng của nguồn điện 30, ví dụ thực nghiệm về điều kiện vật liệu của miếng đệm 105, và ví dụ thực nghiệm về việc kiểm tra ozon và oxi hoạt tính theo phương án thực hiện minh họa sáng chế.

Thí nghiệm 1. Công suất của nguồn điện

Trong thí nghiệm này, hệ số tải và tần số của xung điện là điều kiện tối ưu để tạo ra plasma theo các đặc tính của nguồn điện 30 sử dụng nguồn điện một chiều được xác định.

Fig.4A cho thấy các kết quả xác định thu được sau khi thực hiện một thử nghiệm đối với bốn bộ biến áp có tỷ số vòng khác nhau trong khi tần số (kHz) và hệ số tải (μ s) thay đổi, để xác định các điều kiện trong đó các đặc tính đầu ra cao được duy trì. Fig.4A cho thấy kết quả xác định về đặc tính công suất của bộ biến áp # 1 và # 2. Fig.4B cho thấy các kết quả xác định thu được sau khi thực hiện một thử nghiệm đối với bốn bộ biến áp có tỷ số vòng khác nhau trong khi tần số (kHz) và hệ số tải (μ s) thay đổi, để xác định các điều kiện trong đó các đặc tính đầu ra cao được duy trì. Fig.4B cho thấy kết quả xác định về đặc tính công suất của bộ biến áp # 3 và # 4. Tham khảo kết quả của Fig.4A và 4B, có thể thấy rằng có thể tạo ra plasma trong dải tần từ 100 đến 160 kHz trong bốn bộ biến áp có điểm chung là tỷ số vòng khác nhau.

Fig.5 minh họa kết quả thực nghiệm về cường độ quang học của plasma được tạo ra ở các tần số khác nhau (kHz) và thời gian nghỉ khác nhau. Trong bộ Fig.5, “Cường độ plasma X” và “Cường độ plasma Y” là các điều kiện được lựa chọn thông qua sự thay đổi cường độ quang học của plasma theo sự thay đổi của tần số và thời gian nghỉ. Các điều kiện này xác định xem liệu khi tạo plasma thành phần ozon có chiếm một lượng 0,05 ppm

hoặc ít hơn trong các khí được tạo ra. Dựa trên các điều kiện này, các điều kiện tạo plasma được tính toán phù hợp.

Việc đo cường độ quang học của plasma dựa trên kết quả đo được của quang phổ phát xạ quang học (360nm). Trong phép đo cường độ quang học của plasma, ánh sáng có bước sóng 360 nm được chọn từ ánh sáng có bước sóng khác nhau tạo ra từ plasma trong khí quyển và quan sát thấy sự thay đổi cường độ quang học của ánh sáng được chọn trong các điều kiện khác nhau. Phạm vi cường độ quang học trong đó ozon được phát ra với lượng 0,05 ppm hoặc ít hơn trong điều kiện có thể tạo ra plasma chỉ định là vùng "cường độ plasma Y".

Fig.6 cho thấy kết quả về nồng độ của khí sinh ra trong điều kiện cường độ plasma của Fig.5. Fig.6 mô tả lượng O_3 và NO_2 được tạo ra trong vùng cường độ plasma X liên kết với miếng đệm 105 được làm bằng các vật liệu khác nhau và lượng O_3 và NO_2 được tạo ra trong vùng cường độ plasma X khi mỗi miếng đệm 105 bao gồm các lớp chức xúc tác quang 1031 và 1051. Trong đó vỏ, vật liệu OLC15, OCP16, OCP22, OCP30, OCP40 và CCT50 tương ứng được chọn từ miếng đệm 105 là vật liệu vải không dệt. Một ví dụ thực nghiệm được tiến hành cho các vật liệu đã chọn sẽ được mô tả sau. Trong khi đó, ưu tiên là O_3 được tạo ra với lượng 0,05 ppm hoặc ít hơn. Mặt khác, NO_2 cần được tạo ra càng nhiều càng tốt vì NO_2 là một khí hữu ích cho quá trình khử trùng.

Tham khảo Fig.6, có thể thấy rằng, ngay cả khi một lớp xúc tác quang được phủ để hấp thụ ozon thì lượng ozon phát ra trong vùng cường độ plasma X vẫn vượt quá 0,05 ppm. Mặt khác, có thể thấy rằng, khi sử dụng vật liệu vải không dệt OCL15, OCP16, OCP40 và CCT50, lượng ozon phát ra trong vùng cường độ plasma Y là 0,05 ppm hoặc nhỏ hơn. Đặc biệt, lưu ý rằng lượng ozon và cacbon đioxit phát ra trong dải cường độ plasma X là tương tự nhau. Mặt khác, trong vùng cường độ plasma Y, lượng phát thải ozon giảm xuống, trong khi lượng khí cacbonic tạo ra là tương đối lớn.

Điều kiện hoạt động của bộ nguồn 30 trong vùng cường độ plasma X là tần số 120 kHz, thời gian tắt là 5,08 μ s, thời gian bật plasma là 0,426ms và điện áp từ 0 đến 7 kV. Điều kiện hoạt động của bộ nguồn 30 trong vùng cường độ plasma Y là tần số 140 kHz, thời gian tắt là 2,64 μ s, thời gian bật plasma là 0,426ms và điện áp từ 0 đến 4 kV.

Phù hợp với kết quả thực nghiệm của Fig.4A đến 6, trong nguồn điện 30 theo phương án thực hiện minh họa, tần số xung của nó là 130 đến 150 kHz, và thời gian nghỉ là 2 đến 4 μ s.

Thí nghiệm 2. Thử nghiệm hiệu quả tạo plasma cho các vật liệu ngăn cách khác nhau.

2-1. Cấu trúc lưới so với cấu trúc phức tạp.

FIG.7 minh họa các mẫu đệm điện cực plasma cho thí nghiệm tương ứng bao gồm các miếng đệm làm bằng 9 vật liệu khác nhau để đánh giá hiệu suất. Fig.8 cho thấy cấu hình của một mẫu mô-đun điện cực plasma dùng cho thí nghiệm. Tham khảo Fig.8, gel agarosa được sử dụng như một cấu hình hoạt động như một điện cực nổi đất và tương ứng với da của bệnh nhân. Trong tấm điện cực plasma dẻo theo ví dụ thí nghiệm này, plasma chỉ được tạo ra khi tấm điện cực plasma tiếp xúc với cơ thể người. Để nhận biết được hiện tượng này, người ta đã sử dụng gel agarosa trong suốt. Gel agarosa được sản xuất bằng cách làm cứng hỗn hợp bột agar / nước khử ion (DI) 10% khối lượng ở 70°C.

Là một cấu hình tương ứng với miếng đệm trên Fig.8, các miếng đệm plasma dẻo tương ứng sử dụng 9 vật liệu khác nhau của Fig.7 đã được sản xuất và đã được thử nghiệm tạo plasma. 9 vật liệu khác nhau được hiển thị trong Fig.7 được ký hiệu tuần tự bằng số thứ tự theo hướng từ trái sang phải và theo chiều từ trên xuống dưới. Tên của các vật liệu như sau.

Bảng 1

Số thứ tự	Tên vật liệu
1	Lưới PE
2	Vải không dệt, pp-30w
3	Vải không dệt, smms-15w
4	Vải không dệt
5	Lưới PP

6	Lưới PP, pp50
7	Lưới PP, pp70
8	Lưới PP, pp30
9	Lưới Pp, pp70

Tất cả các vật liệu số 1 và số 5 đến 9 đều có cấu trúc lưới. Vật liệu của số từ 2 đến 4 là vải không dệt, mỗi loại bao gồm nhiều lớp sợi không dệt. Tham khảo Fig.9 là hình minh họa số lượng các chấm plasma được tạo ra và diện tích trung bình của plasma được tạo ra được chụp trong phòng tối sau khi vận hành tấm điện cực plasma theo ví dụ thí nghiệm. Tham khảo Fig.9 là minh họa số liệu tạo ra plasma khi sử dụng vải không dệt số 3.

Fig.10 là bảng sắp xếp số lượng plasma và diện tích trung bình của plasma thu được cho 9 vật liệu khác nhau của Fig.7 với phương pháp thử của Fig.9. Tham khảo Fig.10, các vật liệu số 3, 6 và 7 được xác định là vật liệu thể hiện kết quả xuất sắc về cả số lượng plasma và diện tích plasma tạo ra.

Có thể thấy rằng plasma hình chấm được tạo ra trong vật liệu vải không dệt như trên Fig.9, khác với kỳ vọng lý thuyết. Điều này là do vật liệu không dệt số từ 2 đến 4, phóng ra plasma hình chấm, khác với vật liệu được tạo thành bằng các lỗ. Trong các cấu trúc lưới như số 1 và số 5 đến 9, plasma tạo ra có hình dạng tương ứng với hình dạng xuyên qua các lỗ của mắt lưới được phát ra ngoài. Ngoài ra, đối với vùng plasma trong phương pháp thử của Fig.9, chỉ vùng plasma từ 10 pixel 2 trở lên mới được chọn. Liên quan đến điều này, số 3 thể hiện sự thay đổi tối thiểu về số lượng plasma và sự thay đổi tối thiểu về diện tích plasma, khác với số 6 và 7. Từ những kết quả này, có thể mong đợi rằng hiệu suất chấm có khả năng tạo ra mỗi chấm plasma có diện tích từ 10 pixel 2 trở lên trong số lượng chấm plasma đã kiểm tra là cao hơn. Ngoài hiệu quả tạo plasma như đã mô tả ở trên, vật liệu không dệt thích hợp hơn cho tấm điện cực plasma để điều trị vết thương nhờ các lý do thứ hai và thứ tư được mô tả ở trên. Về vấn đề này, vật liệu có cấu trúc phức tạp ngẫu nhiên được tạo thành bởi nhiều lớp bó sợi có thể tốt hơn so với vật liệu có cấu trúc dạng lưới.

2-2. Đặc tính Plasma của vật liệu vải không dệt có cấu trúc phức tạp trong các điều kiện khác nhau.

Fig.11 là hình minh họa 6 chất liệu vải không dệt khác nhau được chụp cắt lớp qua kính hiển vi điện tử quét. 6 chất liệu vải không dệt như sau.

Bảng 2

Tên vật liệu	Độ dày	Đường kính sợi
OCL15	60 μ m	15 μ m
OCL16	70 μ m	15 μ m
OCL22	80 μ m	15 μ m
OCL30	110 μ m	15 μ m
OCL40	150 μ m	15 μ m
OCL50	180 μ m	15 μ m

Fig.12 cho thấy hiệu suất tạo plasma thu được sau các điện cực plasma dẻo bao gồm các miếng đệm làm bằng vật liệu vải không dệt được thể hiện trên Fig.11 hoạt động tương ứng. Tham khảo Fig.12, vật liệu vải không dệt như OCL15, plasma được phóng ra giống như phóng điện phát sáng, mà không tạo ra chất tạo các vệt (sợi) và do đó, không thể tính được số lượng chấm plasma được tạo ra. Có thể ước tính rằng việc tạo ra plasma ở dạng phóng điện phát sáng là do giảm điện áp phóng điện xảy ra do độ dày của vật liệu vải không dệt của OCL15 là nhỏ nhất, và do đó làm cho khoảng cách giữa các điện cực quá nhỏ.

Fig.13 cho thấy kết quả thử nghiệm về mối quan hệ giữa tỷ lệ mở và hiệu suất tạo plasma trong từng loại vật liệu vải không dệt theo Fig.11. Theo Fig.13, trục y bên phải biểu thị tỷ lệ mở (%) và trục y bên trái biểu thị số lượng plasma được tạo ra dưới dạng các chấm, cụ thể là mỗi chấm plasma có diện tích 10 pixel² trở lên. Trong trường hợp này, tỷ lệ mở là một giá trị số được định lượng bằng tỷ số giữa không gian mở với diện tích được

tạo thành bởi các bó sợi trong hình ảnh được chụp qua chụp cắt lớp bằng kính hiển vi điện tử quét.

Có thể thấy rằng, khi tỷ lệ mở của vật liệu vải không dệt là 20% trở xuống, hiệu suất tạo plasma đã được thể hiện một cách tuyến tính, nhưng không quá cao. Sơ đồ của Fig.13 cho thấy rằng hiệu suất tạo plasma tăng khi tỷ lệ mở tăng. Tuy nhiên, tỷ lệ mở và hiệu suất tạo plasma không tăng tuyến tính trong suốt thời gian của chúng, và hiệu suất tạo plasma tăng bắt đầu từ tỷ lệ mở từ 30% trở lên. Sau khi kết hợp các kết quả của các Fig.11 đến 13, có thể thấy rằng phóng điện phát sáng xảy ra ở độ dày 60 μ m hoặc nhỏ hơn như trong OCL15. Theo đó, có thể tóm tắt rằng hầu hết plasma tạo ra ở tỷ lệ mở 30% hoặc hơn trong phạm vi độ dày từ 60 đến 100 μ m.

Thí nghiệm 3. Kiểm tra lượng tạo khí

Fig.14 là hình minh họa một thử nghiệm đo khí được tạo ra trong quá trình tạo ra plasma. Giả thiết rằng khí cần đo bao gồm ozon có hại và khí cacbonic có lợi. Như điều kiện công suất điện để đo khí ban đầu, tần số 120 kHz, thời gian làm việc là 5,08 μ s và thời gian trễ là 0,426ms. Một gel agarosa có kích thước 2x1 cm² được sử dụng làm điện cực nối đất tương ứng với da. Phép đo được tiến hành lặp lại 5 lần sau khi phóng điện plasma trong 1 phút với điều kiện duy trì bao gồm khoảng cách ít nhất 1 cm và chiều cao 2 cm.

Đối với tấm điện cực plasma được sử dụng trong thử nghiệm, vật liệu PDMS được sử dụng làm màng điện môi và vật liệu cacbon được sử dụng làm điện cực plasma. Ngoài ra, một chất xúc tác quang được phủ trên PDMS và miếng đệm, do đó, thử nghiệm được tiến hành trong các điều kiện hấp thụ ozon vượt trội. Fig.15 cho biết lượng phát thải ozon theo khoảng cách đo là nồng độ ozon. Tham khảo Fig.15, có thể thấy rằng, khi khoảng cách giữa điện cực và máy dò khí tăng lên trong khoảng 1cm, lượng phát thải ozon tiếp tục giảm đi rất nhiều. Theo Đạo luật khung về Chính sách Môi trường và Tiêu chuẩn liên quan đến máy làm sạch không khí trong nhà, phép đo để đánh giá lượng phát thải ozon được tiến hành trong buồng thử nghiệm thu bụi hoặc không gian trong nhà có thể tích không gian là 40m³ $\pm$ 10m³ (trần cao 3m hoặc ít hơn). Các điều kiện thử nghiệm này dựa trên một vấn đề xảy ra khi ozon đi vào cơ quan hô hấp của con người. Đệm điện cực plasma 10 theo phương án thực hiện minh họa dán vào da. Ngay cả khi áp dụng tấm điện cực plasma 10 lên mặt bệnh nhân, tấm điện cực plasma 10 có thể được đặt cách mũi hoặc

miệng, là các cơ quan hô hấp của cơ thể người một khoảng từ 1 đến 3cm hoặc hơn. Tham khảo kết quả thử nghiệm của Fig.15, lượng phát thải ozon là 0,05 ppm hoặc ít hơn ngay cả khi khoảng cách đến tấm điện cực plasma chỉ là 3 cm.

Tuy nhiên, để đảm bảo độ ổn định tối đa, các điều kiện phát thải ozon được duy trì trong khoảng 0,05 ppm hoặc thấp hơn ngay cả khi khoảng cách giữa tấm điện cực plasma và đầu đo hình ống là 1cm hoặc nhỏ hơn được xác định trong điều kiện tối ưu trong thời điểm thực hiện thí nghiệm. Kết quả thu được trong các điều kiện được mô tả ở trên có thể được xác định thông qua một thử nghiệm được tiến hành trong các điều kiện khác nhau của nguồn điện 30 như được minh họa trên Fig.6. Fig.6 cho thấy kết quả thu được sau khi tiến hành đo trong điều kiện đầu đo hình ống cách 1cm, như trong sơ đồ khối thử nghiệm của Fig. 14. Khi độ dày của mỗi loại vải không dệt tăng dần kéo theo nồng độ của khí sinh ra có đặc điểm giảm dần. Tham khảo kết quả của thí nghiệm này, phát thải ozon từ 0,05 ppm trở xuống đã được phát hiện ngay cả ở khoảng cách đo 1 cm khi OCL15, OCP16, OCP40 và CCT50 được sử dụng làm chất đệm.

Mặc dù các phương án thực hiện ưu tiên của sáng chế đã được bộc lộ trên đây nhằm mục đích minh họa, người có trình độ kỹ thuật trung bình trong cùng lĩnh vực có thể thực hiện các cải biến, bổ sung và thay thế khác nhau, mà không nằm ngoài phạm vi và tinh thần của sáng chế được xác định trong yêu cầu bảo hộ kèm theo sau đây.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tấm điện cực plasma kiểu nổi sử dụng bề mặt da bệnh nhân làm điện cực nổi đất giúp plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma tương ứng với dòng điện đặt vào điện cực plasma, bao gồm:

điện cực plasma làm bằng một lớp kim loại mỏng dẫn điện;

màng điện môi dẻo được xếp lớp trên điện cực plasma và được làm bằng vật liệu polyme, màng điện môi đặt cách bề mặt da bệnh nhân một khoảng cách xác định sao cho phóng điện vi mô được tạo ra trong khoảng trống giữa màng điện môi và da;

tấm đệm xếp lớp trên màng mỏng điện môi, để tạo khoảng cách giữa màng điện môi và bề mặt da bệnh nhân theo khoảng cách định trước,

trong đó miếng đệm được làm bằng vật liệu sợi để tạo thành nhiều lớp bó sợi.

2. Tấm điện cực plasma theo điểm 1, bao gồm:

nguồn để cung cấp năng lượng điện cho điện cực plasma,

trong đó nguồn điện tạo ra điện áp một chiều lớn hơn 0 kV, nhỏ hơn 5 kV có hệ số sử dụng xác định để tạo ra plasma.

3. Tấm điện cực plasma theo điểm 1, trong đó tấm đệm có tỷ lệ mở từ 30% trở lên.

4. Tấm điện cực plasma theo điểm 1, trong đó tấm đệm được phủ các hạt chất xúc tác quang hoặc các hạt xúc tác hoạt tính để hấp thụ ozon.

5. Tấm điện cực plasma theo điểm 1, trong đó màng điện môi được phủ bởi các hạt chất xúc tác quang hoặc các hạt xúc tác hoạt tính để hấp thụ ozon.

6. Tấm điện cực plasma theo điểm 1, trong đó tấm đệm được làm bằng vật liệu vải không dệt.

7. Tấm điện cực plasma theo điểm 1, trong đó plasma được tạo ra trong khoảng trống giữa các bó sợi của miếng đệm và ozon phát thải xung quanh plasma có nồng độ từ 0,05 ppm trở xuống.

8. Thiết bị xử lý plasma kiểu nổi sử dụng bề mặt da bệnh nhân làm điện cực nổi đặt với plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma tương ứng với điện đặt vào điện cực plasma, bao gồm:

tấm điện cực plasma kiểu nổi gồm:

điện cực plasma làm bằng một lớp kim loại mỏng dẫn điện,

màng điện môi dẻo được xếp trên điện cực plasma làm bằng vật liệu polyme, màng điện môi dẻo được đặt cách bề mặt da bệnh nhân một khoảng cách xác định trước sao cho phóng điện vi mô được tạo ra trong khoảng trống giữa màng điện môi và da; và

miếng đệm xếp trên màng điện môi, để tạo khoảng cách giữa màng điện môi và da theo khoảng cách định trước, và

nguồn điện để cung cấp năng lượng điện cho điện cực plasma theo hệ số tải xác định trước; và

tấm điện cực nổi đặt được kết nối với nguồn và điều chỉnh để tiếp xúc với da,

nhờ đó plasma có lượng phát sóng điện từ phù hợp với cơ thể người khi được cấp nguồn điện một chiều.

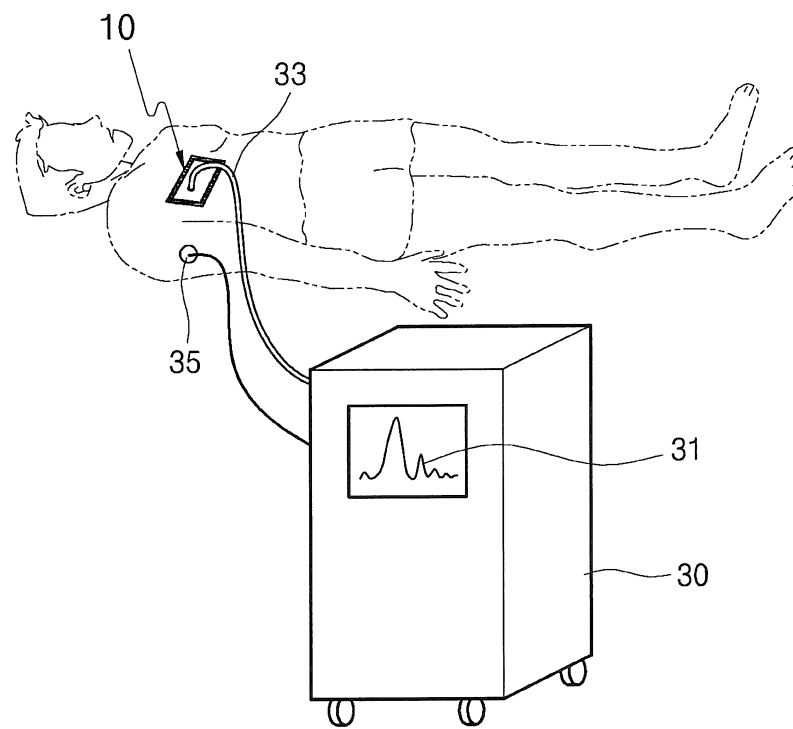
9. Tấm điện cực plasma kiểu nổi sử dụng bề mặt da bệnh nhân làm điện cực nổi đặt với plasma được tạo ra giữa da và điện cực plasma tương ứng với dòng điện đặt vào điện cực plasma, bao gồm:

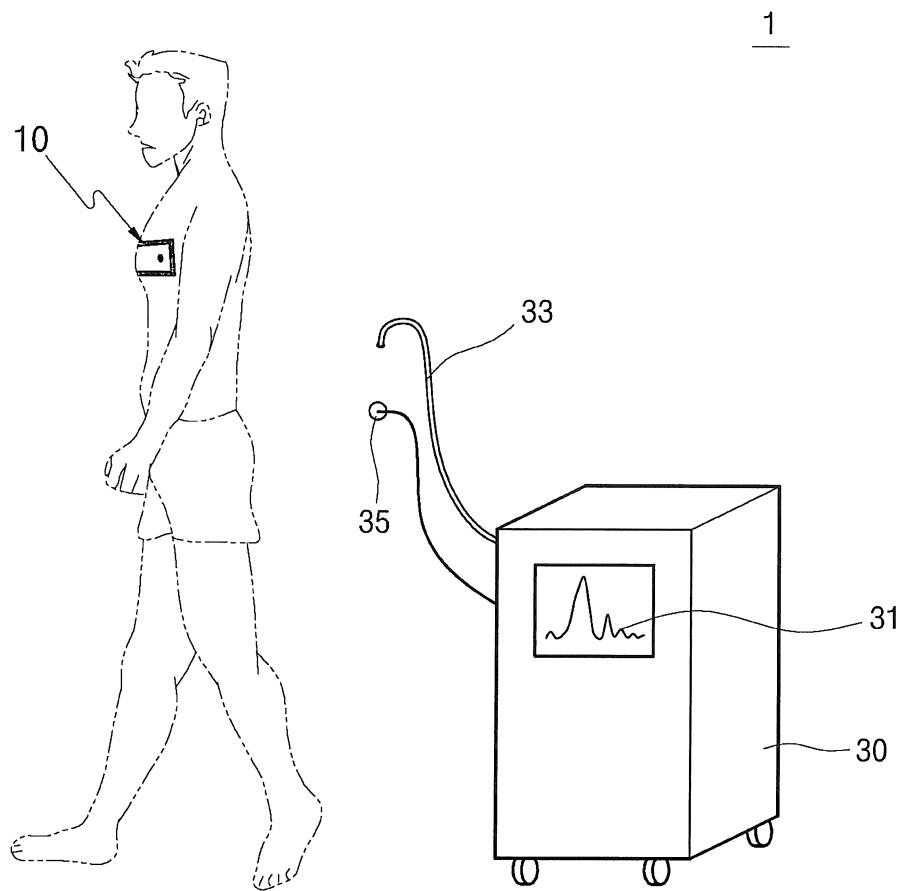
điện cực plasma làm bằng một lớp kim loại mỏng dẫn điện;

màng điện môi dẻo xếp trên điện cực plasma làm bằng vật liệu polyme, màng mỏng điện môi được đặt cách da một khoảng cách xác định trước sao cho phóng điện vi mô được tạo ra trong khoảng trống giữa màng điện môi và da;

miếng đệm được xếp trên một mặt của màng điện môi, để tạo khoảng cách giữa màng điện môi với da theo khoảng cách định trước, miếng đệm có tỷ lệ mở xác định,

trong đó miếng đệm tiếp xúc với da ở mặt còn lại sao cho da được chiếu xạ trực tiếp thông qua các lỗ được tạo thành tại miếng đệm theo một tỷ lệ mở xác định trước, và các lỗ này cho phép chiếu xạ của plasma có dạng hình chấm.

1**FIG.1A**

**FIG.1B**

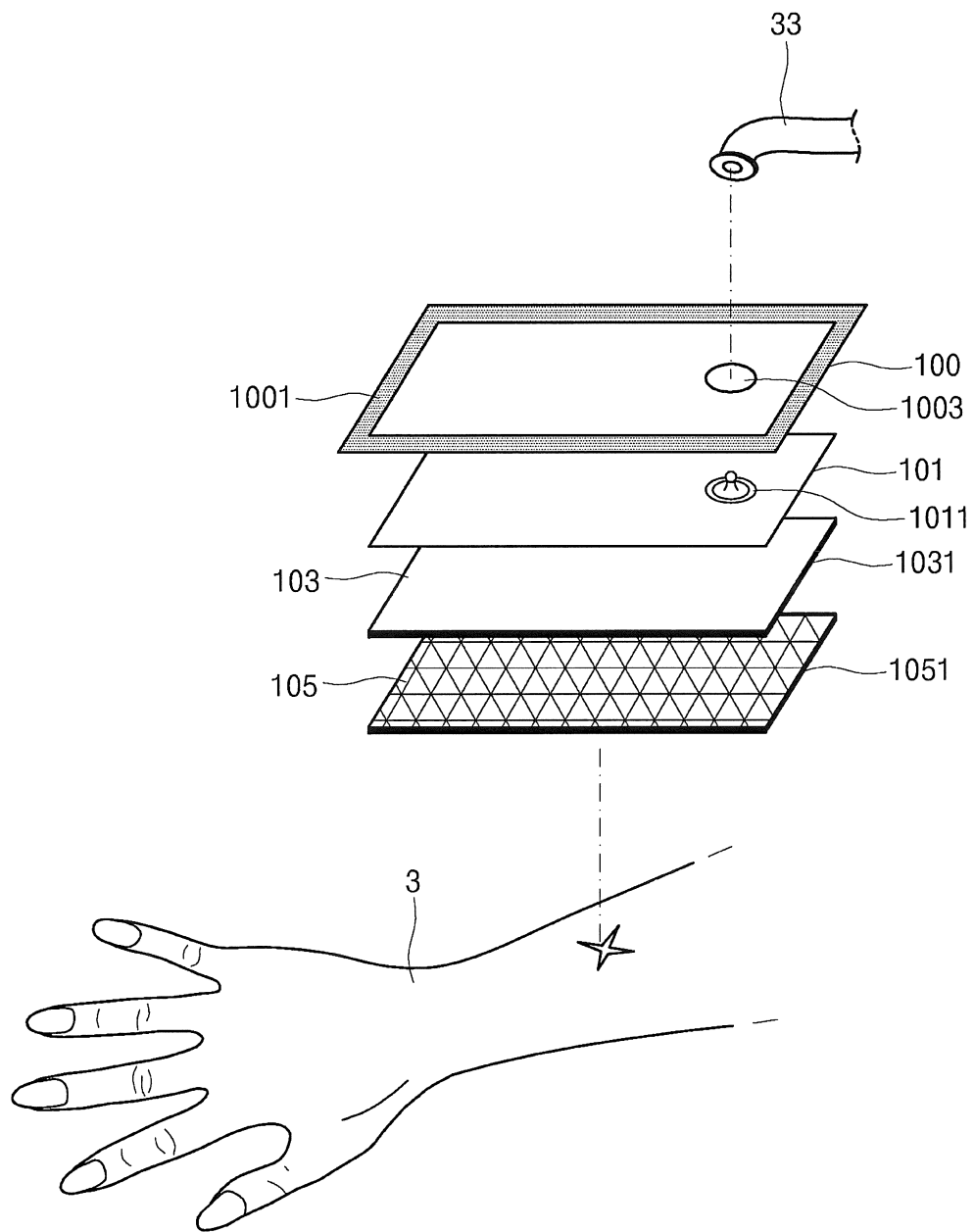
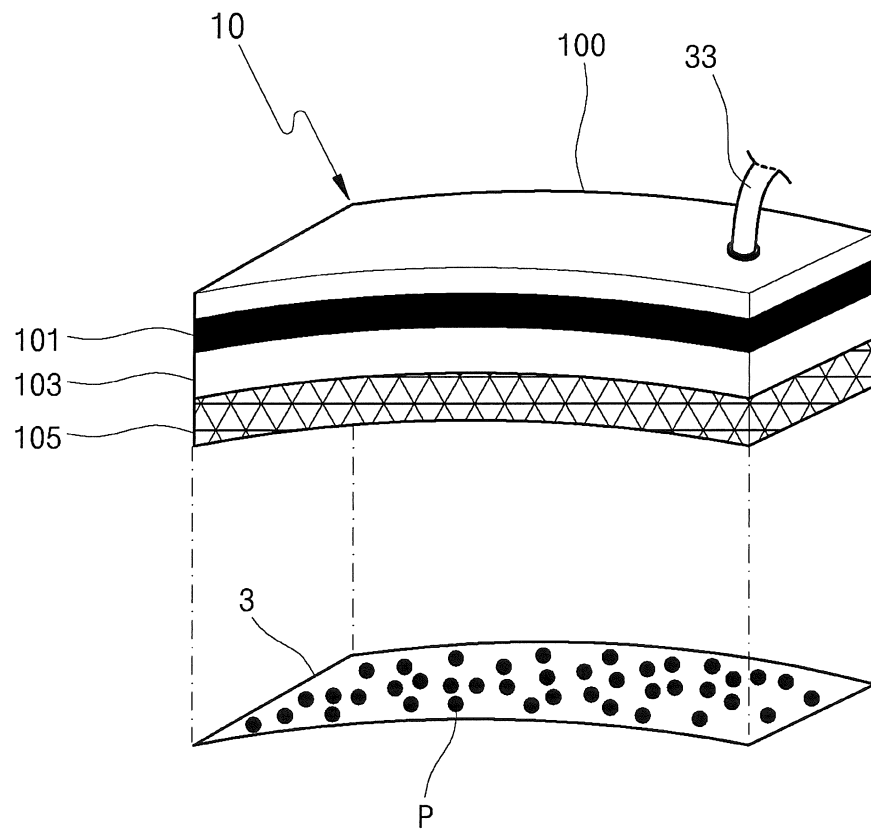
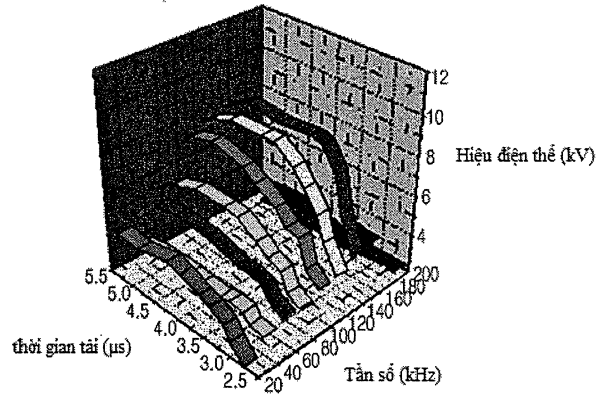


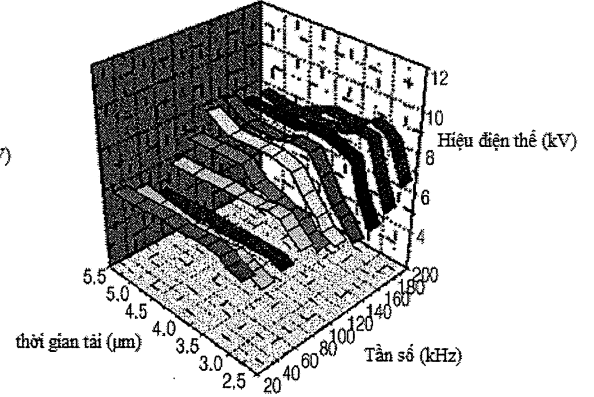
FIG. 2

**FIG.3**

Biển áp #1 (6:500)



Biển áp #2 (7:350)



Biểu đồ sóng sin		Tần số (kHz)									
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Thời gian tải (μs)	2.64	x	x	x	x	x	x	o	o	x	x
	2.88	x	x	x	x	o	o	o	o	x	x
	3.00	x	x	x	x	o	o	o	o	x	x
	3.24	x	x	x	o	o	o	o	o	x	x
	3.44	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o
	3.8	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o
	4.04	x	x	x	o	o	o	o	o	o	o
	4.64	x	o	o	o	o	o	o	o	x	x
	5.08	x	o	o	o	o	o	o	o	x	x

Biểu đồ sóng sin		Tần số (kHz)									
		20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
Thời gian tải (μs)	2.64	x	x	o	x	x	x	x	o	o	o
	2.88	x	x	o	x	x	x	x	o	o	o
	3.00	x	x	o	x	x	o	o	o	o	o
	3.24	x	x	o	x	o	o	o	o	o	o
	3.44	x	x	o	x	o	o	o	o	o	o
	3.8	x	x	o	x	o	o	o	o	o	o
	4.04	x	x	o	x	o	o	o	o	o	o
	4.64	x	x	o	x	o	o	o	o	o	o
	5.08	x	x	o	x	o	o	o	o	o	o

FIG. 4A

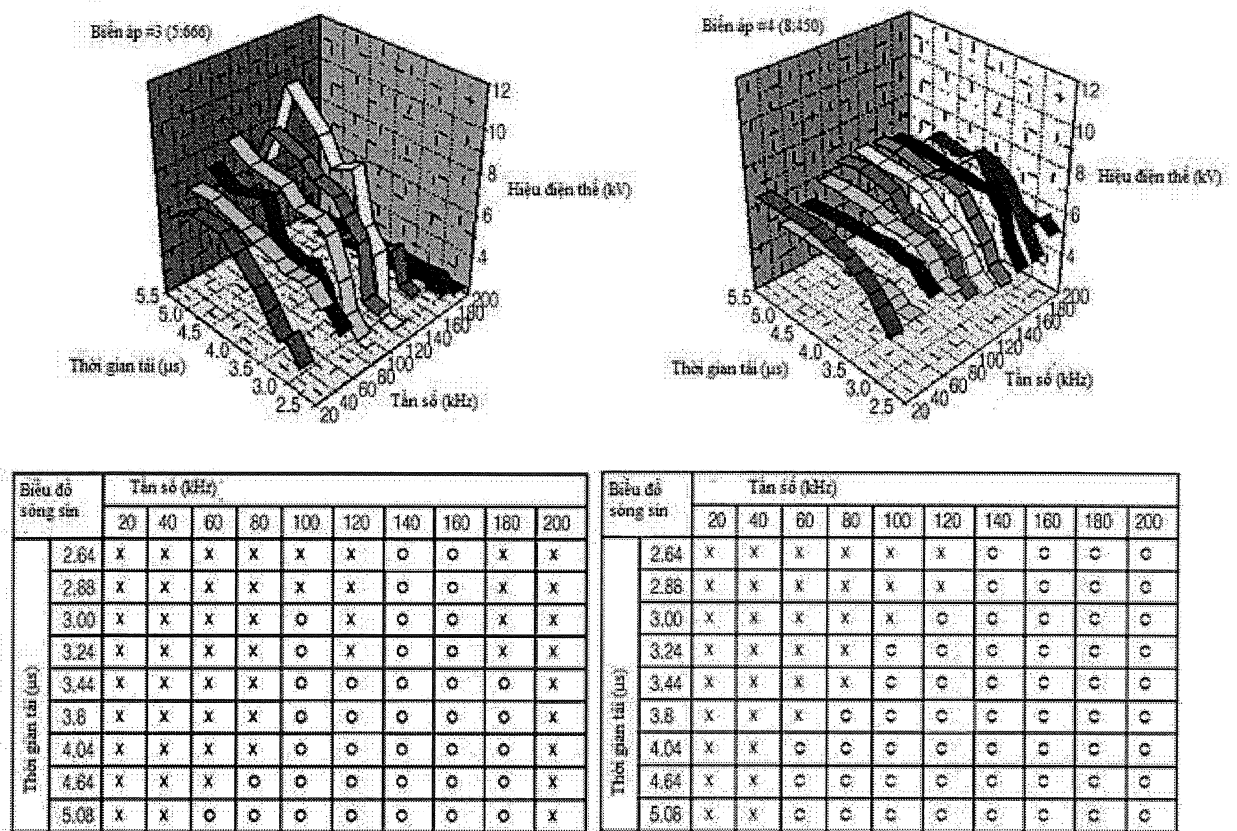


FIG. 4B

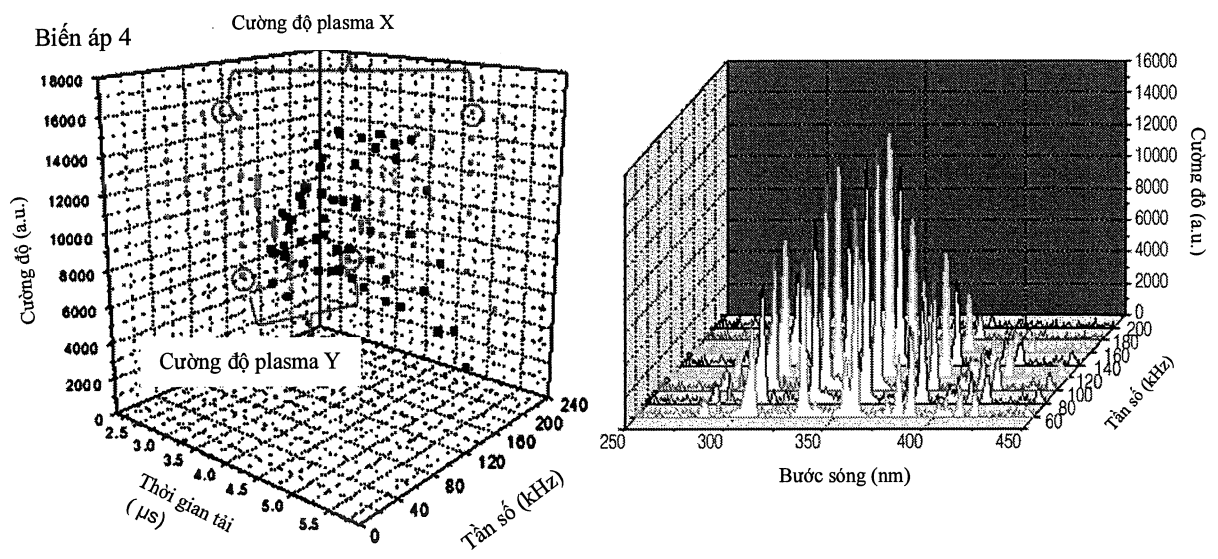


FIG.5

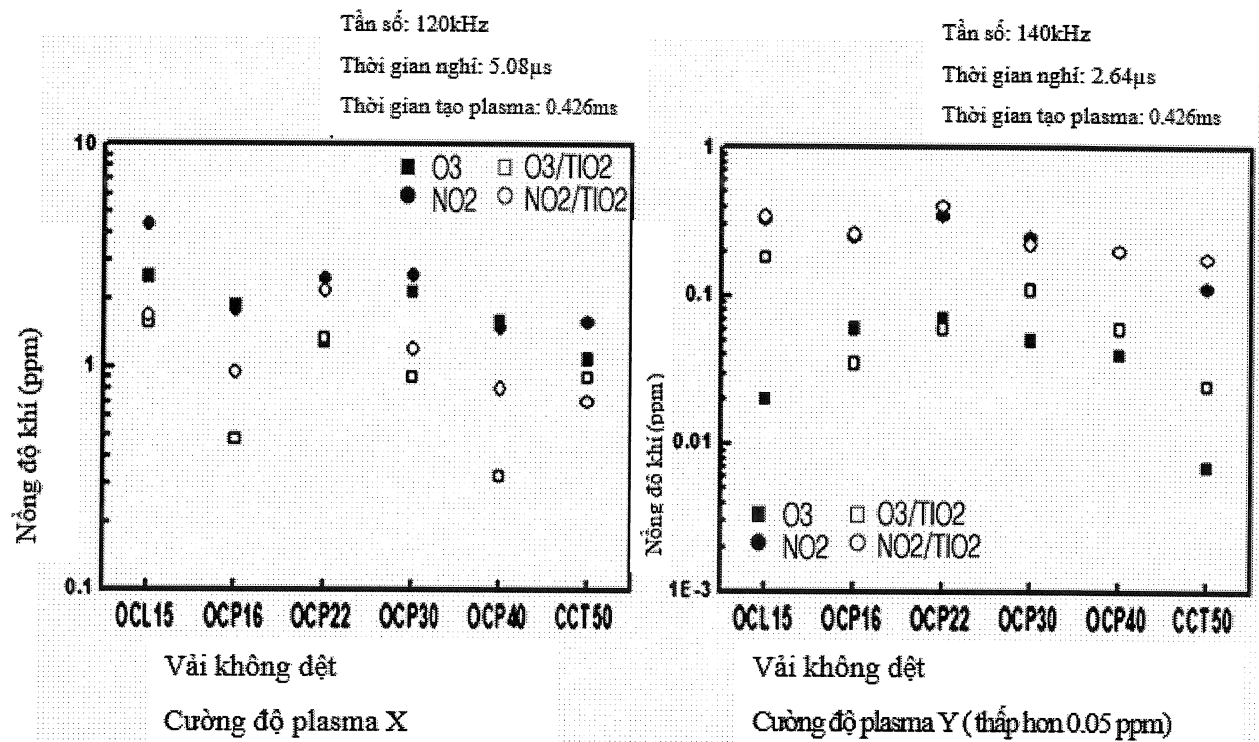


FIG.6

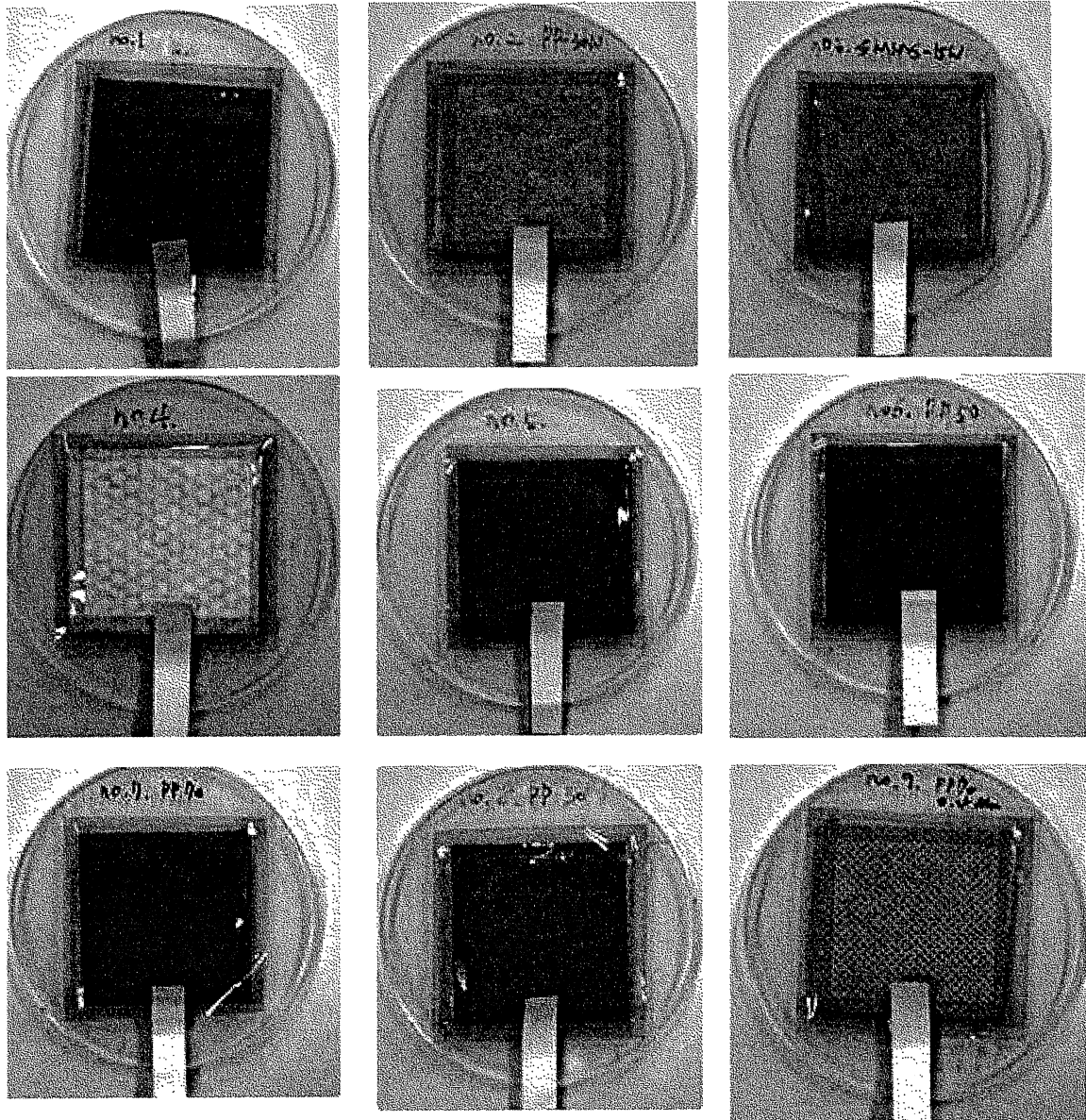
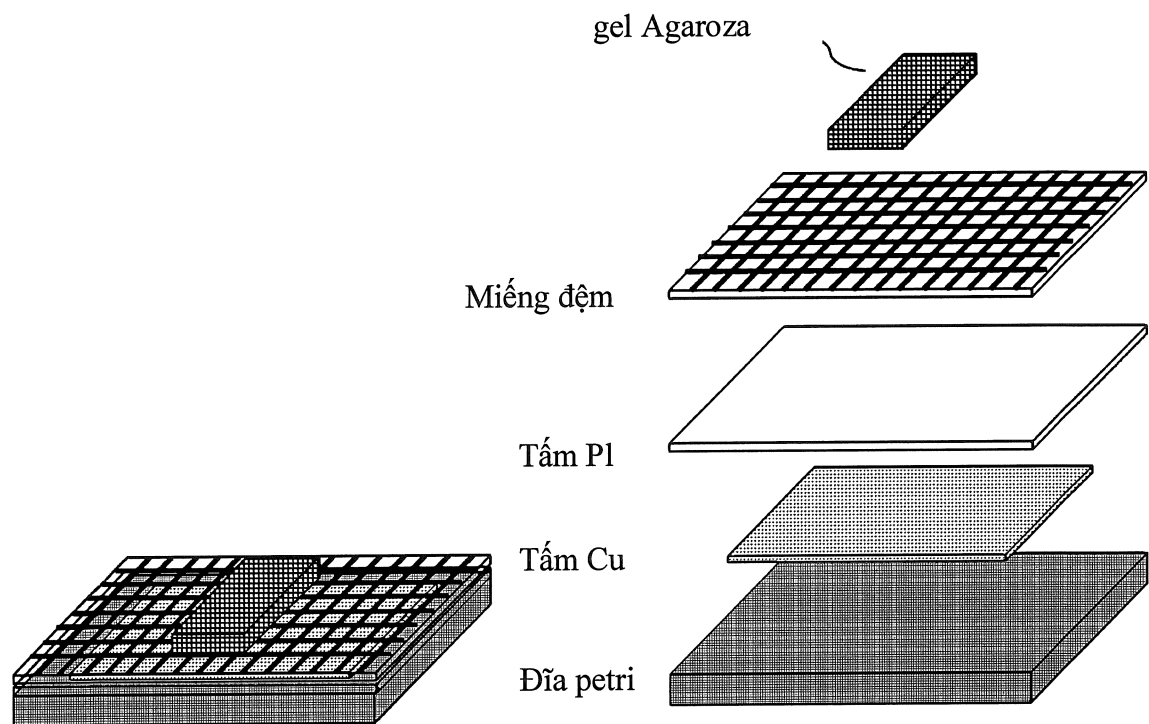


FIG.7

**FIG.8**

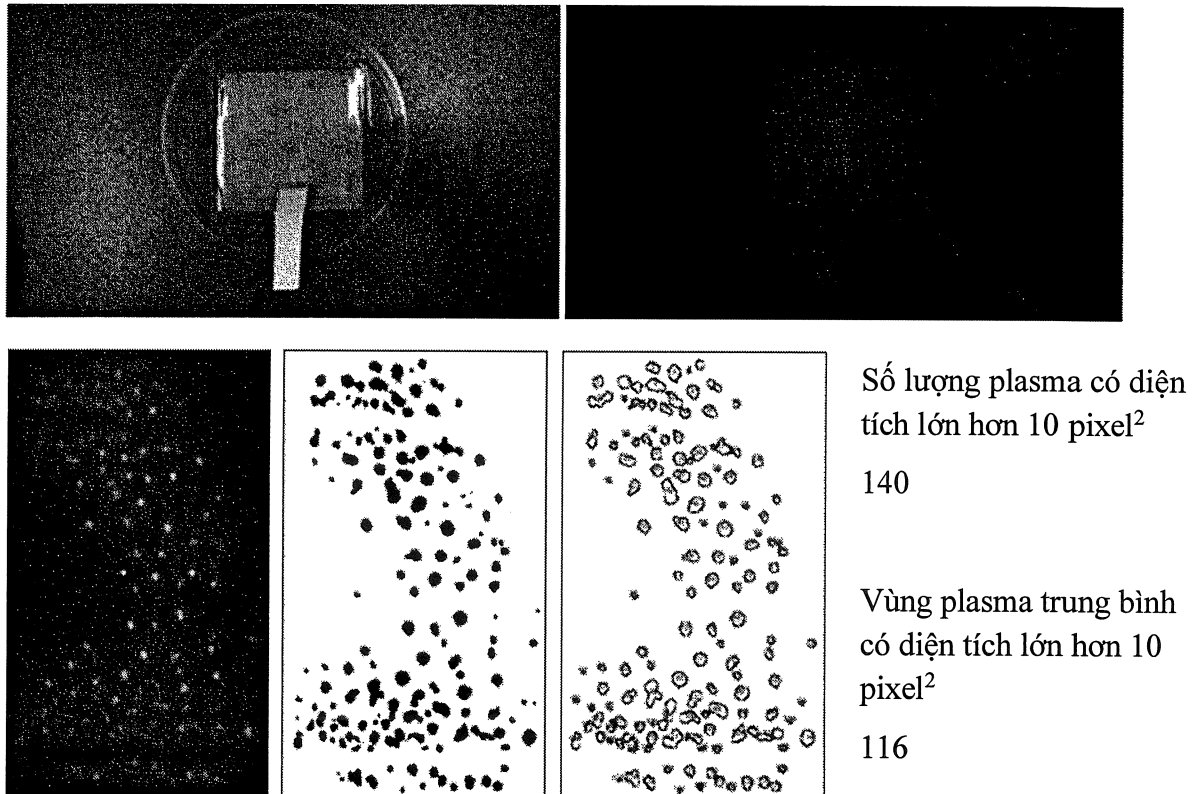


FIG.9

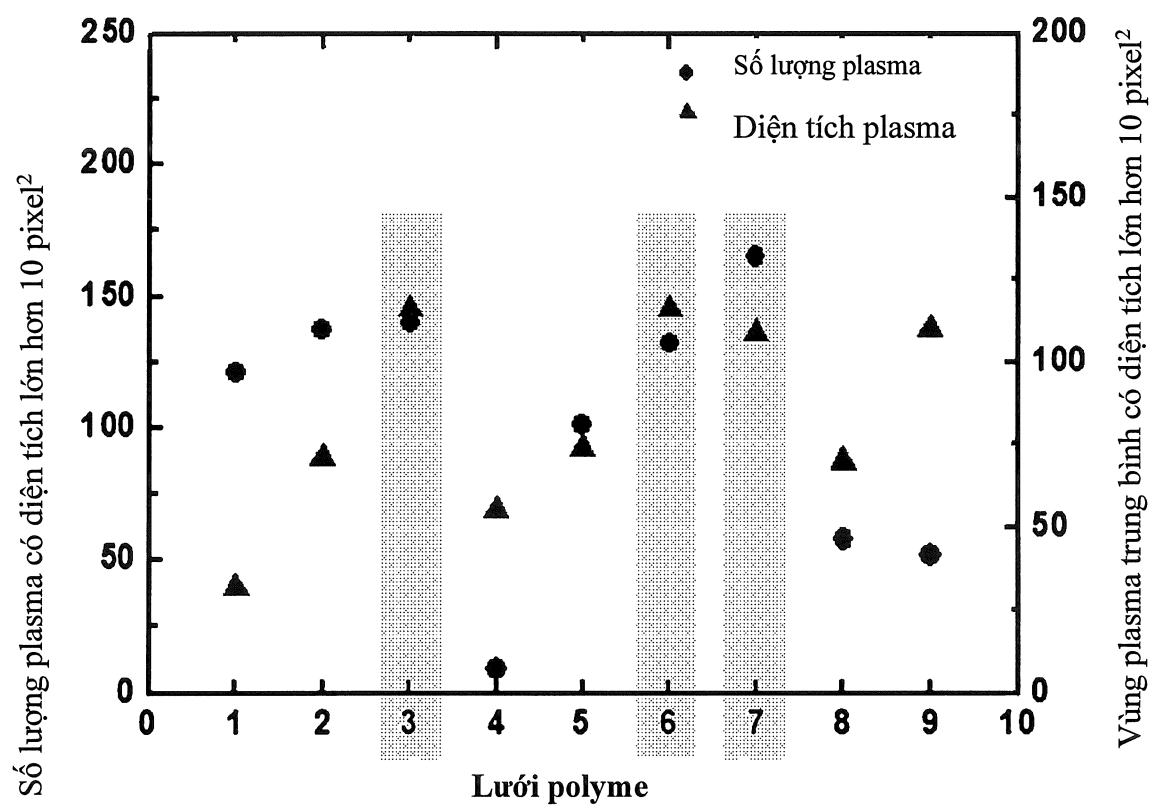


FIG.10

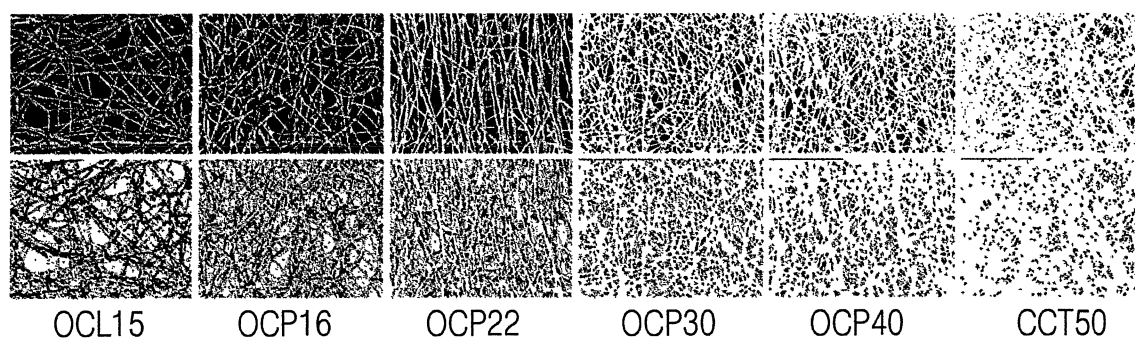


FIG.11

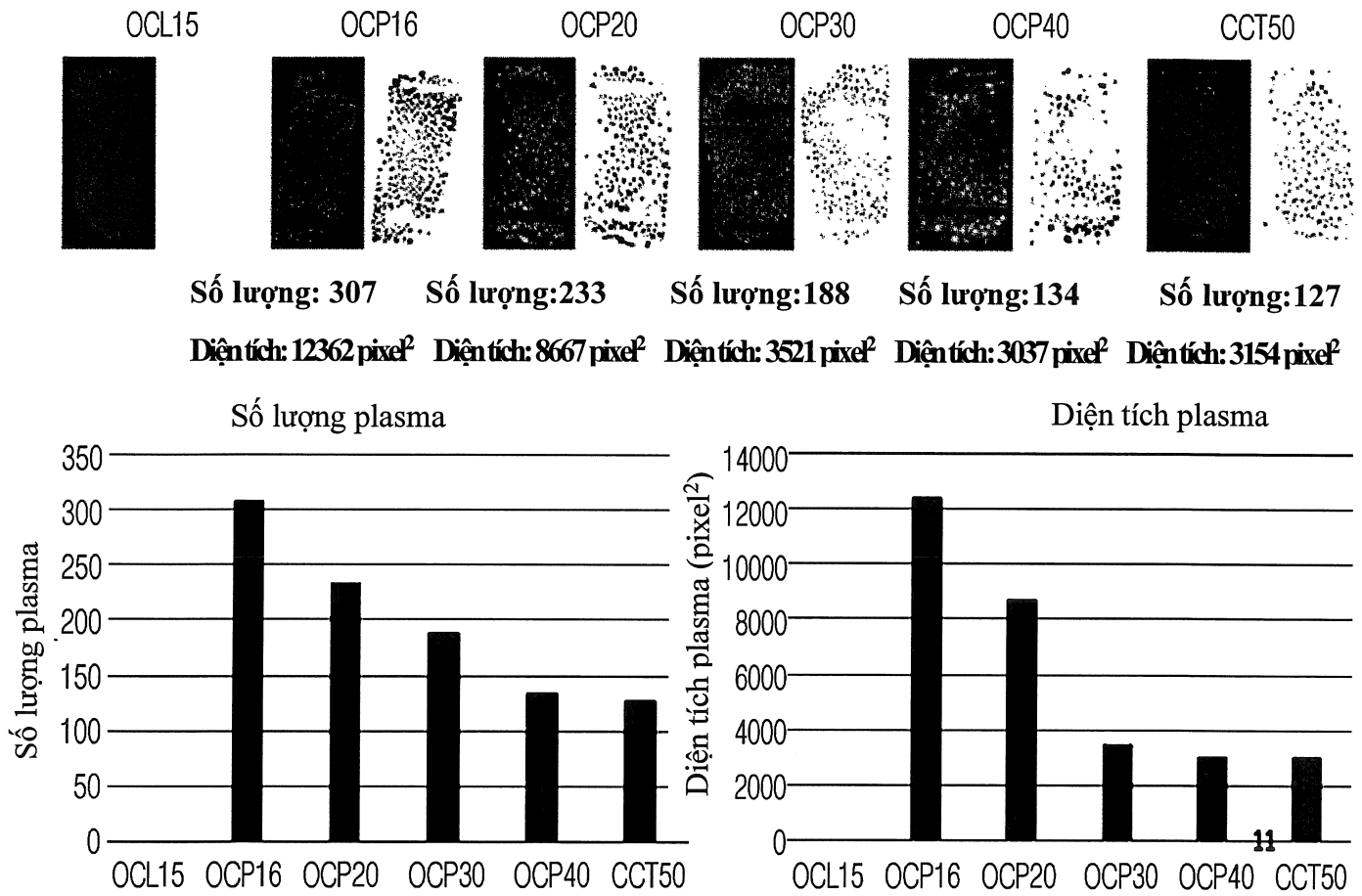


FIG. 12

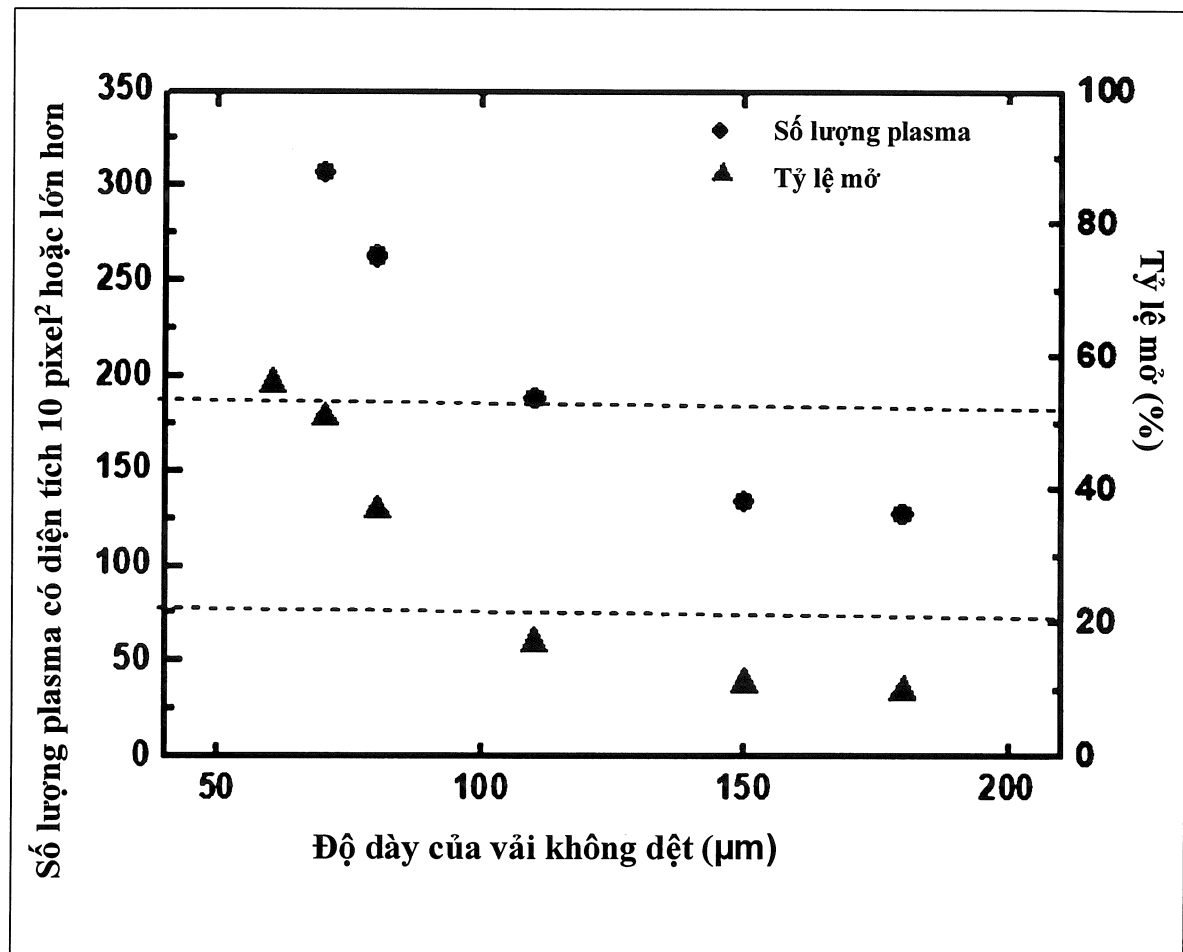


FIG.13

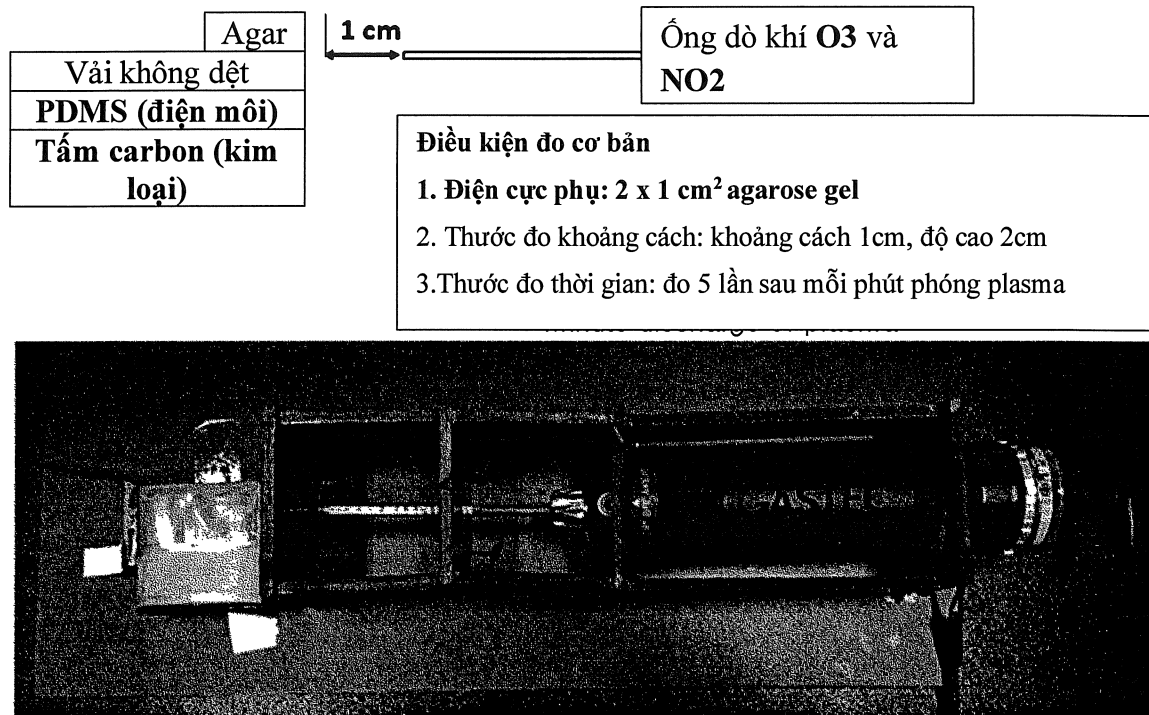


FIG.14

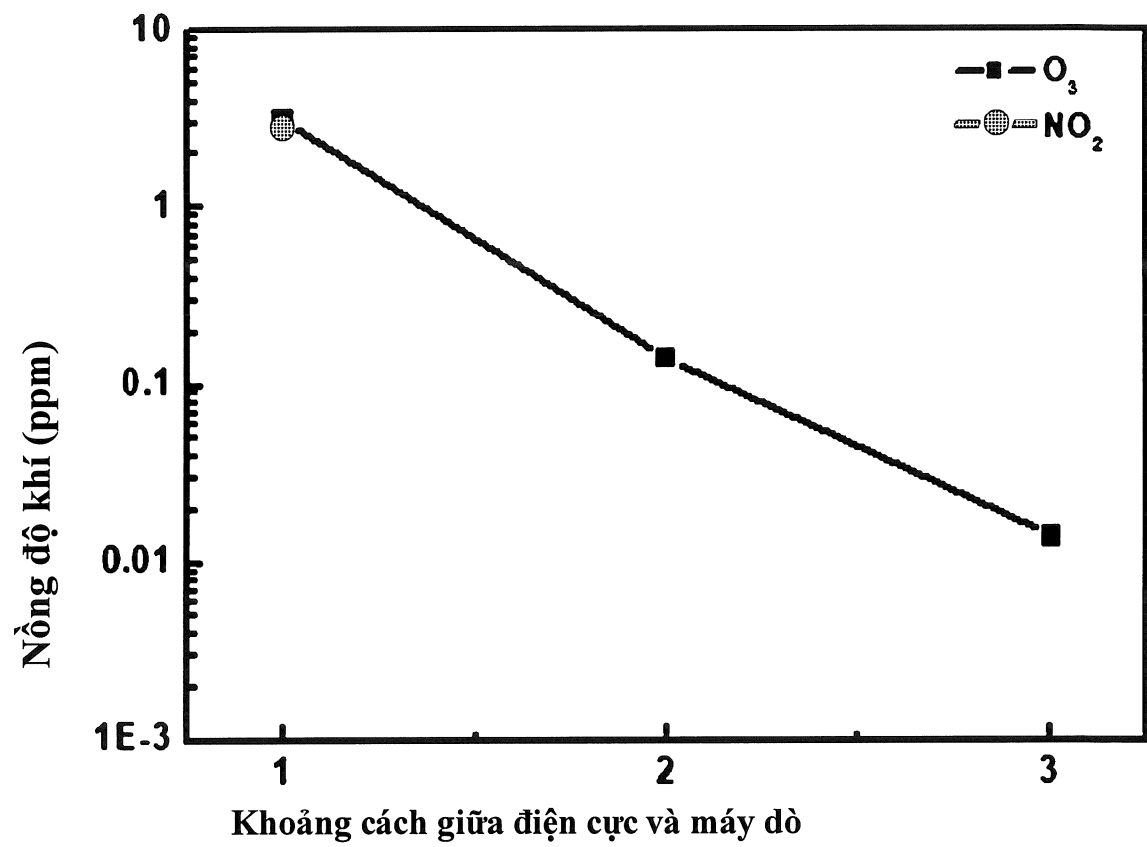


FIG.15