



(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)



1-0042308

(51)<sup>2020.01</sup> H05H 1/48; H05H 1/34

(13) B

(21) 1-2020-06307

(22) 30/10/2020

(45) 27/01/2025 442

(43) 25/01/2021 394

(73) Nguyễn Quốc Sỹ (VN)

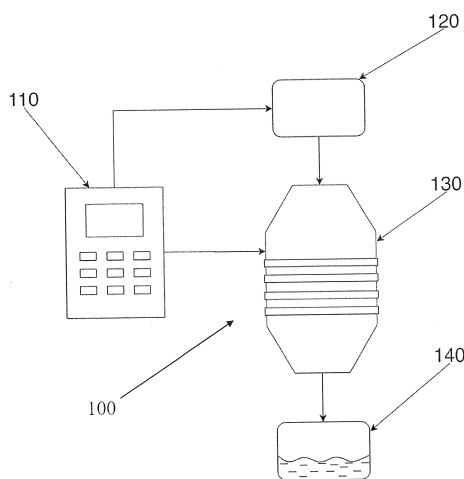
Số 44A, Tràng Thi, quận Hoàn Kiếm, thành phố Hà Nội

(72) Nguyễn Quốc Sỹ (VN); Nguyễn Thị Chính (VN); Nguyễn Bá Chiến (VN); Bùi Công Trứ (VN); Phạm Ngọc Tân (VN); Nguyễn Thành Tâm (VN); Nguyễn Thái Quốc Huy (VN).

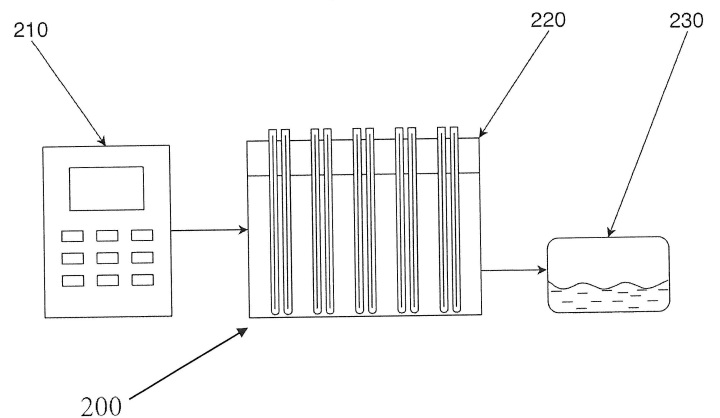
(54) HỆ THỐNG TẠO NƯỚC HOẠT HÓA PLASMA PHÓNG ĐIỆN RÀO CẢN ĐIỆN MÔI VÀ HÀO QUANG CHO Y SINH VÀ NÔNG NGHIỆP

(21) 1-2020-06307

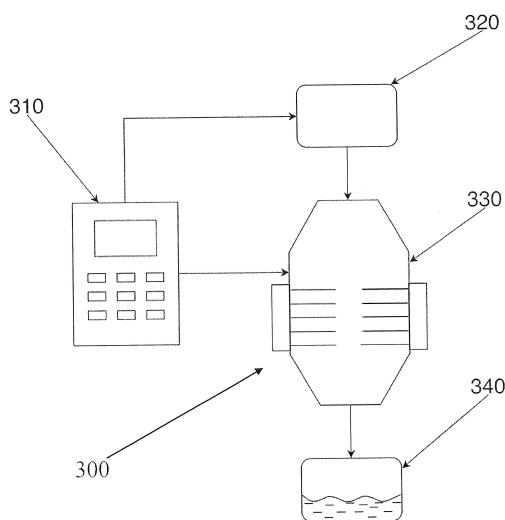
(57) Sáng chế đề cập đến hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang cho y sinh và nông nghiệp. Hệ thống sử dụng các loại buồng phản ứng plasma cho phân tách hỗn hợp dung dịch nước và không khí tạo ra lượng lớn các hạt điện tích, electron và khí ion có hoạt tính cao  $O^-$ ,  $O_2^-$ ,  $OH^-$ ,  $NO_x^-$ ,  $N_2^-$ , các nguyên tử, phân tử kích hoạt  $O^*$ ,  $O_2^*$ ,  $O_3^*$ ,  $OH^*$ ,  $HOO^*$ ,  $NO_x^*$ , ROS, RNS với mật độ lớn, có tác dụng khử khuẩn cao, kích thích tăng trưởng cây trồng. Hệ thống có cấu trúc mô đun phù hợp công suất thiết kế, dễ lắp đặt, hoạt động ổn định ở áp suất khí quyển và nhiệt độ thường, không gây ô nhiễm thứ cấp, an toàn cho người, thân thiện với môi trường.



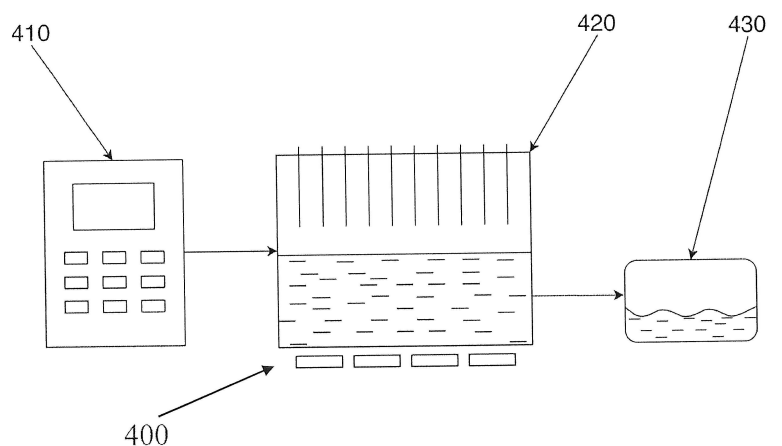
Hình 1



Hình 3



Hình 5



Hình 7

### **Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập**

Sáng chế đề cập đến hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW (Plasma Activated Water) phóng điện rào cản điện môi DBD (Dielectric Barrier Discharge) và hào quang (Corona Discharge) ứng dụng trong các lĩnh vực y sinh và nông nghiệp. Hệ thống có thể sử dụng các loại buồng phản ứng plasma dùng phóng điện cho phân tách hỗn hợp dung dịch nước và không khí tạo ra lượng lớn các hạt điện tích, electron và khí ion có hoạt tính cao như  $O^-$ ,  $O_2^-$ ,  $OH^-$ ,  $NO_x^-$ ,  $N_2^-$ , các nguyên tử và phân tử kích hoạt  $O^*$ ,  $O_2^*$ ,  $O_3^*$ ,  $OH^*$ ,  $HOO^*$ ,  $NO_x^*$ , ROS, RNS với mật độ lớn, có tác dụng khử khuẩn cao, diệt vi sinh trên các loại hoa quả, nông sản, dược liệu, thực phẩm, các loại thủy hải sản v.v, tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt giống, cung cấp nitơ kích thích tăng trưởng cây trồng. Hệ thống có cấu trúc mô đun phù hợp với các loại công suất thiết kế, dễ lắp đặt, hoạt động ổn định ở áp suất khí quyển và nhiệt độ thường, không gây ô nhiễm thứ cấp, an toàn tuyệt đối cho người và thân thiện với môi trường.

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

Phương pháp khử khuẩn, diệt virus và các loại vi sinh vật khác bằng dòng plasma lạnh (CN209475211U, CN110410916A, CN103945627B, CN110101891, KR102059380B1, KR20190128127A, KR100581693B1, KR101864012B1, WO2015083155A1, WO2019234781), là một phương pháp mới đang được nghiên cứu và thử nghiệm bởi nhóm tác giả theo sáng chế và các phòng thí nghiệm khác trên thế giới, bước đầu đã cho những kết quả rất quan trọng, có tính ứng dụng cao trong thực tế. Ứng dụng plasma lạnh không chỉ là một phương pháp mới mà còn mở ra cách tiếp cận mới cho nhiệm vụ khử khuẩn, diệt virus, vi khuẩn, nấm mốc, nấm men, bào tử và các vi sinh vật khác bề mặt

trên người, trang thiết bị y tế, thiết bị điện tử, các loại hoa quả, nông sản, dược liệu, thực phẩm, thủy hải sản v.v.

Tuy nhiên, đối với các bề mặt hải sản ngâm nước như tôm, cá, hàu, sò v.v, các khí ion khó có thể phát huy hiệu quả khử khuẩn do khả năng hấp phụ không cao, ngoài ra khí ion dễ bị tổng hợp và khuếch tán trong không khí. Để giải quyết bài toán khử khuẩn đối với các loại nông sản thực phẩm ngâm nước, các dụng cụ y sinh có bề mặt gồ ghề, phức tạp, các bề mặt xốp, các bề mặt rỗ, các bề mặt có độ thấm thấu cao có thể sử dụng hiệu quả nước hoạt hóa plasma. Nước hoạt hóa plasma là nước chứa ion, các nguyên tử và phân tử kích hoạt có hoạt tính cao, các gốc hydroxyl, oxy và hydrogen peroxide v.v sản sinh trong quá trình phóng điện.

Nước hoạt hóa plasma PAW là một ứng dụng đáng chú ý của công nghệ plasma, do các hoạt tính sinh học đa dạng, khả năng khử khuẩn cao, ngoài ra các phản ứng thay đổi cấu trúc phân tử cho phép khử độc trong thuốc trừ sâu, thuốc bảo quản thực vật, các tồn dư hóa chất trên bề mặt nông sản, thực phẩm. Nước hoạt hóa plasma an toàn tuyệt đối với môi trường và con người. Nhiều thử nghiệm chứng minh hiệu quả của nước hoạt hóa plasma đã được tiến hành như làm tăng tỷ lệ nảy mầm và phát triển bộ rễ trong nuôi trồng giống cây cúc Zinnia, khả năng khử dư lượng thuốc trừ sâu trên nho và dâu tây, tiêu diệt vi khuẩn và các loại nấm mốc trên nấm v.v. Những tính năng này làm cho nước hoạt hóa plasma trở thành một giải pháp triển vọng xanh cho một loạt các ứng dụng trong các nhiệm vụ khử khuẩn các loại trang thiết bị y tế, hoa quả, nông sản, dược liệu, thực phẩm, thủy hải sản v.v và kích thích các quá trình trao đổi chất, vận chuyển chất tan trong tế bào thực vật góp phần tăng tỷ lệ nảy mầm của các loại hạt giống, kích thích tăng trưởng và phát triển các loại cây trồng. Ứng dụng nước hoạt hóa plasma trong các lĩnh vực y sinh và nông nghiệp mang lại hiệu quả tối đa với chi phí tối thiểu được kỳ vọng sẽ thúc đẩy hơn nữa sự phát triển kinh tế và xã hội bền vững.

Hoạt tính sinh học của nước hoạt hóa plasma liên quan trực tiếp đến thành phần và nồng độ của các hạt điện tích, electron và khí ion có hoạt tính cao như  $O^-$

,  $O_2^-$ ,  $OH^-$ ,  $NO_x^-$ ,  $N_2^-$ , các nguyên tử và phân tử kích hoạt  $O^*$ ,  $O_2^*$ ,  $O_3^*$ ,  $OH^*$ ,  $HOO^*$ ,  $NO_x^*$ , ROS, RNS. Phản ứng hình thành các chất này phụ thuộc vào rất nhiều thông số khác nhau như loại nguồn plasma, loại khí sử dụng, cấu hình điện cực, hiệu điện thế, thời gian xử lý, lưu lượng khí, thể tích dung dịch v.v, do đó phương pháp tạo nước hoạt hóa plasma cũng rất đa dạng (US10669169B2, WO2017049263A1, US20170128906A1, WO2016096751A1, CN108383205A, CN108496959A, CN109775800A, CN109796066A, CN110734112A, US10350572B2). Trong số các hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma này, phương pháp có hiệu quả cao là phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang điện.

Cơ chế khử khuẩn, diệt virus của nước hoạt hóa plasma dựa trên các hạt điện tích, electron và khí ion có hoạt tính cao như  $O^-$ ,  $O_2^-$ ,  $OH^-$ ,  $NO_x^-$ ,  $N_2^-$ , các nguyên tử và phân tử kích hoạt  $O^*$ ,  $O_2^*$ ,  $O_3^*$ ,  $OH^*$ ,  $HOO^*$ ,  $NO_x^*$ , ROS, RNS. Trong đó hydrogen peroxide  $H_2O_2$ , ozon  $O_3$  và gốc hydroxyl  $OH^*$  là các tác nhân chính ức chế và tiêu diệt các loại vi khuẩn, virus bằng quá trình peroxy hóa lipid thông qua việc khử H khỏi các axit béo không bão hòa, dẫn đến hình thành malondialdehyde (MDA), làm phá hủy các protein, gây tổn thương màng tế bào, DNA và RNA, góp phần làm chết tế bào. Các ion nitrat  $NO_3^-$ , nitrit  $NO_2^-$ , gốc nitric oxide  $NO^*$  cũng là nguyên nhân gây ra sự bất hoạt của vi khuẩn, virus thông qua việc giảm giá trị pH của nước hoạt hóa plasma và hình thành peroxynitrit  $ONOOH$  và  $OONO^-$  là một chất độc đối với các tế bào, có khả năng tấn công và phá hủy các đại phân tử quan trọng trong tế bào. Bên cạnh đó các ROS (reactive oxygen species), RNS (reactive nitrogen species) trong nước hoạt hóa plasma cũng đóng vai trò lớn trong việc tăng tỷ lệ nảy mầm, kích thích phát triển của hạt giống, kích thích sinh trưởng của các loại cây trồng. Trong đó, hydrogen peroxide  $H_2O_2$  có thể kích hoạt các gen CAT để tổng hợp các protein, tăng cường khả năng nảy mầm của hạt giống. Các ion nitrat  $NO_3^-$ , nitrit  $NO_2^-$ ,  $NH_4^+$  và gốc nitric oxide  $NO^*$  đóng vai trò là nguồn cung cấp nitơ quan trọng và tăng cường sự phát triển cho cây trồng. Nitrat  $NO_3^-$  còn là một phân tử tín hiệu quan trọng của tế bào, có liên quan đến việc điều chỉnh sự trao đổi chất và phát triển ở thực vật.

Ưu điểm cơ bản của các phương pháp sử dụng nước hoạt hóa plasma là khả năng khử khuẩn sâu cho các loại hoa quả, nông sản, dược liệu, thực phẩm, thủy hải sản v.v, khử khuẩn trang thiết bị y tế, tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt giống và kích thích sự phát triển của cây trồng, có thể ứng dụng rộng rãi trong các lĩnh vực y sinh và nông nghiệp, không độc hại với con người, hoàn toàn thân thiện với môi trường và tiết kiệm năng lượng.

Nhóm tác giả theo sáng chế đã triển khai các nghiên cứu cơ bản và nghiên cứu ứng dụng plasma lạnh cho các nhiệm vụ khử khuẩn, kích thích tăng trưởng cây trồng v.v, sử dụng hệ thống phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang điện, thể hiện qua các đơn đăng ký sáng chế như: 1-2020-00131 – Thiết bị xử lý nông sản thực phẩm công nghệ plasma, 1-2020-02027 – Hệ thống thử nghiệm khử khuẩn bề mặt công nghệ plasma, 1-2020-01992 – Hệ thống buồng khử khuẩn công nghệ plasma chống lây nhiễm chéo và diệt virus, 1-2020-04182 – Hệ thống đầu phát plasma lạnh cao thế, cao tần, dùng không khí cho khử khuẩn bề mặt trên diện rộng ứng dụng trong các lĩnh vực y sinh và nông nghiệp, 1-2020-04184 – Hệ thống súng phun khí ion plasma dùng không khí cho khử khuẩn bề mặt trên diện rộng, 1-2020-04185 – Hệ thống dây chuyền khử khuẩn bề mặt công nghệ plasma cho xử lý các loại trang thiết bị y tế và bao bì, 1-2020-04183 – Hệ thống dây chuyền khử khuẩn bề mặt công nghệ plasma cho xử lý và bảo quản hoa quả, thực phẩm và dược liệu, nhóm tác giả đã nghiên cứu và tạo ra hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang cho y sinh và nông nghiệp sử dụng các buồng phản ứng hóa plasma phân tách hỗn hợp dung dịch nước và không khí tạo ra lượng lớn các hạt điện tích, electron và khí ion có hoạt tính cao như  $O^-$ ,  $O_2^-$ ,  $OH^-$ ,  $NO_x^-$ ,  $N_2^-$ , các nguyên tử và phân tử kích hoạt  $O^*$ ,  $O_2^*$ ,  $O_3^*$ ,  $OH^*$ ,  $HOO^*$ ,  $NO_x^*$ , ROS, RNS với mật độ lớn, trộn với nước có tác dụng khử khuẩn, diệt vi sinh trên các loại hoa quả, nông sản, dược liệu, thực phẩm, các loại thủy hải sản v.v, tăng tỷ lệ nảy mầm của hạt giống, cung cấp nitơ kích thích tăng trưởng cây trồng. Hệ thống có cấu trúc mô đun phù hợp công suất thiết kế, dễ lắp

đặt, hoạt động ổn định ở áp suất khí quyển và nhiệt độ thường, không gây ô nhiễm thứ cấp, an toàn cho người, thân thiện với môi trường.

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

Mục đích của sáng chế là tạo ra hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma ứng dụng trong các lĩnh vực y sinh và nông nghiệp. Hệ thống theo sáng chế có thể sử dụng các loại phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang cho các buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma. Nhằm đáp ứng nhiệm vụ khác nhau trong các lĩnh vực y sinh và nông nghiệp, các hệ thống phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang có thể được kết hợp, sắp xếp theo nhiều phương án để tạo nước hoạt hóa plasma có chứa lượng lớn loại ion cần thiết theo yêu cầu nhiệm vụ. Các hệ thống sử dụng nguồn điện cao thế  $U = 6 - 30 \text{ kV}$ , cao tần  $f = 10 - 100 \text{ kHz}$  phân tách hỗn hợp dung dịch nước và không khí tạo ra lượng lớn các hạt điện tích, electron và khí ion có hoạt tính cao như  $O^-$ ,  $O_2^-$ ,  $OH^-$ ,  $NO_x^-$ ,  $N_2^-$ , các nguyên tử và phân tử kích hoạt  $O^*$ ,  $O_2^*$ ,  $O_3^*$ ,  $OH^*$ ,  $HOO^*$ ,  $NO_x^*$ , ROS, RNS với mật độ lớn, trộn với hơi nước tạo nước hoạt hóa plasma.

Khía cạnh tiếp theo của sáng chế đề cập đến các hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang điện. Hệ thống thứ nhất tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong không khí có cấu tạo gồm hệ thống cấp điện, nước và không khí, khoang trộn, buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma, khoang ngưng tụ. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma là bộ phận cơ bản của hệ thống phân tách hỗn hợp dung dịch nước và không khí khi các phân tử đi qua vùng phóng điện rào cản điện môi DBD giữa các thanh điện cực. Hỗn hợp dung dịch nước và không khí sau khi phân tách sẽ được ngưng tụ tạo nước hoạt hóa plasma tại khoang ngưng tụ.

Hệ thống thứ hai tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong nước có cấu tạo gồm hệ thống cấp điện và nước,

buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma, khoang chứa nước hoạt hóa plasma. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma phân tách dung dịch nước bằng quá trình phóng điện rào cản điện môi DBD giữa các cặp điện cực trong nước tạo ra lượng lớn ion có hoạt tính cao, khuếch tán ra môi trường xung quanh. Sau đó, nước hoạt hóa plasma được bơm ra từ buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma vào chứa tại khoang chứa nước hoạt hóa plasma.

Hệ thống thứ ba tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong hỗn hợp hơi nước và không khí sử dụng giàn điện cực có cấu tạo gồm hệ thống cấp điện, nước và không khí, khoang trộn, buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma, khoang ngưng tụ. Hệ thống mô phỏng hiện tượng phóng điện (sét) trong tự nhiên. Hỗn hợp hơi nước và không khí được trộn đều trong bình trộn sau đó phun vào buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma. Tại đây các phân tử bị ion hóa bởi quá trình phóng điện trực tiếp giữa các điện cực, tạo ra lượng lớn các hạt điện tích, electron và khí ion hoạt tính cao. Hỗn hợp hơi nước và không khí sau khi bị ion hóa sẽ được ngưng tụ tạo nước hoạt hóa plasma tại khoang ngưng tụ.

Hệ thống thứ tư tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong không khí và nước sử dụng giàn điện cực cấu tạo gồm hệ thống cấp điện, nước và không khí, buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma, khoang chứa nước hoạt hóa plasma. Trong buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma quá trình phóng điện diễn ra trong cả pha khí và pha lỏng. Không khí và dung dịch nước bị ion hóa tạo ra lượng lớn các hạt điện tích, electron và khí ion hoạt tính cao. Hỗn hợp khí ion và các nguyên tử, phân tử kích hoạt, ROS, RNS được đưa trở lại hòa tan trong nước để tăng mật độ các loại khí này trong nước hoạt hóa plasma. Hệ thống được tích hợp van và ống dẫn từ buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma tới khoang chứa nước hoạt hóa plasma.

### **Mô tả vắn tắt các hình vẽ**

Hình 1 thể hiện hình dạng và cấu tạo của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong không khí.

Hình 2 thể hiện cấu tạo buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong không khí.

Hình 3 thể hiện hình dạng và cấu tạo của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong nước.

Hình 4 thể hiện cấu tạo buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong nước.

Hình 5 thể hiện hình dạng và cấu tạo của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong hỗn hợp hơi nước và không khí sử dụng giàn điện cực.

Hình 6 thể hiện cấu tạo buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong hỗn hợp hơi nước và không khí sử dụng giàn điện cực.

Hình 7 thể hiện hình dạng và cấu tạo của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong không khí và nước sử dụng giàn điện cực.

Hình 8 thể hiện cấu tạo buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong không khí và nước sử dụng giàn điện cực.

### **Mô tả chi tiết sáng chế**

Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang cho y sinh và nông nghiệp bao gồm: hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong không khí 100, hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong nước 200, hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong hỗn hợp hơi nước và không khí sử dụng giàn điện cực 300, hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong không khí và nước sử dụng giàn điện cực 400. Nhằm đáp ứng nhiệm vụ khác nhau trong các lĩnh vực y sinh và nông nghiệp, các hệ thống có thể được kết hợp và sắp xếp theo nhiều phương án

để tạo nước hoạt hóa plasma có chứa lượng lớn loại ion cần thiết theo yêu cầu nhiệm vụ.

Hình dạng và cấu tạo của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong không khí 100 được thể hiện trong Hình 1 và Hình 2. Trong đó để tiện theo dõi, các số chỉ dẫn trong cấu tạo chung được bắt đầu bằng chữ số 10, ví dụ 110, 120; tương tự các số chỉ dẫn cấu tạo chi tiết của từng bộ phận trong hệ thống được bắt đầu bằng chữ số 1, ví dụ 111, 112.

Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong không khí 100 được thể hiện trong Hình 1 có cấu tạo gồm hệ thống cấp điện, nước và không khí 110, khoang trộn 120, buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 130, khoang ngưng tụ 140. Hệ thống cấp điện, nước và không khí 110 bao gồm các nguồn điện cao thế  $U = 6 - 30 \text{ kV}$ , cao tần  $f = 10 - 100 \text{ kHz}$ , hệ thống cấp dung dịch nước và bơm không khí. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 130 được thể hiện trong Hình 2 bao gồm phần vỏ 131 và giàn điện cực thanh 132. Giàn điện cực thanh 132 gồm các lớp điện cực với lõi điện cực nhôm hoặc thép inox 304 đường kính  $d = 2 - 6 \text{ mm}$  nối với hai cực của nguồn điện cao thế, cao tần theo từng cặp, điện cực được bọc trong các ống thạch anh có độ tinh khiết 99,95% – 99,99%. Các ống thạch anh được đặt song song cách nhau 3 – 10 mm. Dung dịch nước và không khí được cấp từ hệ thống cấp điện, nước và không khí 110 vào khoang trộn 120, tạo hỗn hợp dung dịch nước và không khí, hỗn hợp được phun sương vào buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 130. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 130 là bộ phận cơ bản của hệ thống phân tách hỗn hợp dung dịch nước và không khí khi các phân tử đi qua vùng phóng điện rào cản điện môi DBD giữa giàn điện cực thanh 132. Hỗn hợp dung dịch nước và không khí sau khi phân tách sẽ được ngưng tụ tạo nước hoạt hóa plasma tại khoang ngưng tụ 140.

Hình dạng và cấu tạo của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong nước 200 được thể hiện trong Hình 3 và Hình 4. Trong đó để tiện theo dõi, các số chỉ dẫn trong cấu tạo chung được bắt đầu bằng chữ số 10, ví dụ 210, 220; tương tự các số chỉ dẫn cấu tạo chi tiết của từng bộ phận trong hệ thống được bắt đầu bằng chữ số 1, ví dụ 211, 212.

Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong nước 200 được thể hiện trong Hình 3 có cấu tạo gồm hệ thống cấp điện và nước 210, buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 220, khoang chứa nước hoạt hóa plasma 230. Hệ thống cấp điện và nước 210 bao gồm các nguồn điện cao thế  $U = 6 - 30 \text{ kV}$ , cao tần  $f = 10 - 100 \text{ kHz}$ , hệ thống cấp dung dịch nước. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 220 được thể hiện trong Hình 4 bao gồm phần vỏ 221 và giàn điện cực thanh 222. Giàn điện cực thanh 222 gồm các lõi điện cực nhôm hoặc thép inox 304 đường kính  $d = 2 - 6 \text{ mm}$  bọc trong các ống thạch anh có độ tinh khiết 99,95% – 99,99%. Dung dịch nước được cấp từ hệ thống cấp điện và nước 210 vào buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 220. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 220 phân tách dung dịch nước bằng quá trình phóng điện rào cản điện môi DBD giữa các giàn điện cực thanh 222 trong nước tạo ra lượng lớn ion có hoạt tính cao, khuếch tán ra môi trường xung quanh. Sau đó, nước hoạt hóa plasma được bơm ra từ buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 220 vào chứa tại khoang chứa nước hoạt hóa plasma 230.

Hình dạng và cấu tạo của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong hỗn hợp hơi nước và không khí sử dụng giàn điện cực 300 được thể hiện trong Hình 5 và Hình 6. Trong đó để tiện theo dõi, các số chỉ dẫn trong cấu tạo chung được bắt đầu bằng chữ số 10, ví dụ 310, 320; tương tự các số chỉ dẫn cấu tạo chi tiết của từng bộ phận trong hệ thống được bắt đầu bằng chữ số 1, ví dụ 311, 312.

Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong hỗn hợp hơi nước và không khí sử dụng giàn điện cực 300 được thể hiện trong Hình 5 có

cấu tạo gồm hệ thống cấp điện, nước và không khí 310, khoang trộn 320, buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 330, khoang ngưng tụ 340. Hệ thống mô phỏng hiện tượng phóng điện (sét) trong tự nhiên. Hệ thống cấp điện, nước và không khí 310 bao gồm các nguồn điện cao thế  $U = 6 - 30$  kV, cao tần  $f = 10 - 100$  kHz, hệ thống cấp dung dịch nước và bơm không khí. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 330 được thể hiện trong Hình 6 bao gồm phần vỏ 331 và giàn điện cực 332. Giàn điện cực 332 gồm các thanh nhôm hoặc thép inox 304 đường kính  $d = 2 - 6$  mm, vuốt nhọn ở đầu, được sắp xếp thành chuỗi các cặp điện cực cách nhau  $50 - 100$  mm theo phương thẳng đứng trong buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma hình trụ. Mỗi cặp điện cực có hai đầu vuốt nhọn đặt đối diện nhau, hai đầu còn lại nối với hai cực của nguồn điện cao thế, cao tần. Hơi nước và không khí được cấp từ hệ thống cấp điện, nước và không khí 310 vào khoang trộn 320, tạo hỗn hợp hơi nước và không khí, hỗn hợp được phun sương vào buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 330. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 330 phân tách hỗn hợp hơi nước và không khí khi các phân tử đi qua vùng phóng điện trực tiếp giữa các điện cực của giàn điện cực 332. Hỗn hợp hơi nước và không khí sau khi bị ion hóa sẽ được ngưng tụ tạo nước hoạt hóa plasma tại khoang ngưng tụ 340.

Hình dạng và cấu tạo của hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong không khí và nước sử dụng giàn điện cực 400 được thể hiện trong Hình 7 và Hình 8. Trong đó để tiện theo dõi, các số chỉ dẫn trong cấu tạo chung được bắt đầu bằng chữ số 10, ví dụ 310, 320; tương tự các số chỉ dẫn cấu tạo chi tiết của từng bộ phận trong hệ thống được bắt đầu bằng chữ số 1, ví dụ 311, 312.

Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong không khí và nước sử dụng giàn điện cực 400 được thể hiện trong Hình 7 cấu tạo gồm hệ thống cấp điện, nước và không khí 410, buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 420, khoang chứa nước hoạt hóa plasma 430. Hệ thống cấp điện, nước và không khí 410 bao gồm các nguồn điện cao thế  $U = 6 - 30$  kV, cao tần  $f = 10 - 100$  kHz,

hệ thống cấp dung dịch nước và bơm không khí. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 420 được thể hiện trong Hình 8 bao gồm phần vỏ 421 và giàn điện cực 422. Giàn điện cực 422 gồm các thanh nhôm hoặc thép inox 304 đường kính  $d = 2 - 6$  mm, vuốt nhọn ở đầu. Trong buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 420 quá trình phóng điện diễn ra trong cả pha khí và pha lỏng. Dung dịch nước và không khí được cấp từ hệ thống cấp điện, nước và không khí 410 vào buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 420. Không khí và dung dịch nước bị ion hóa tạo bởi sự phóng điện trực tiếp của giàn điện cực 422 tạo ra lượng lớn các hạt điện tích, electron và khí ion hoạt tính cao. Trong buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 420 hỗn hợp khí ion và các nguyên tử, phân tử kích hoạt, ROS, RNS được đưa trở lại hòa tan trong nước để tăng mật độ các loại khí này trong nước hoạt hóa plasma. Sau đó, nước hoạt hóa plasma được bơm ra từ buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma 420 vào chứa tại khoang chứa nước hoạt hóa plasma 430.

### Hiệu quả của sáng chế

Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma phóng điện rào cản điện môi DBD và hào quang cho y sinh và nông nghiệp là công nghệ mới tiên tiến giúp giải quyết nhiều nhiệm vụ quan trọng, trong đó có kích thích tăng trưởng cây trồng, khử khuẩn, chống sâu bệnh, giảm tồn dư thuốc trừ sâu, thuốc bảo quản thực vật và các hóa chất độc hại khác trên bề mặt các loại nông sản, thực phẩm.

Hệ thống có cấu trúc mô đun phù hợp công suất thiết kế, dễ lắp đặt, hoạt động ổn định ở áp suất khí quyển và nhiệt độ thường, không gây ô nhiễm thứ cấp, an toàn cho người, thân thiện với môi trường.

- |                                                                                                            |                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 100. Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong không khí. | 300. Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong hỗn hợp hơi nước và không khí sử dụng giàn điện cực |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

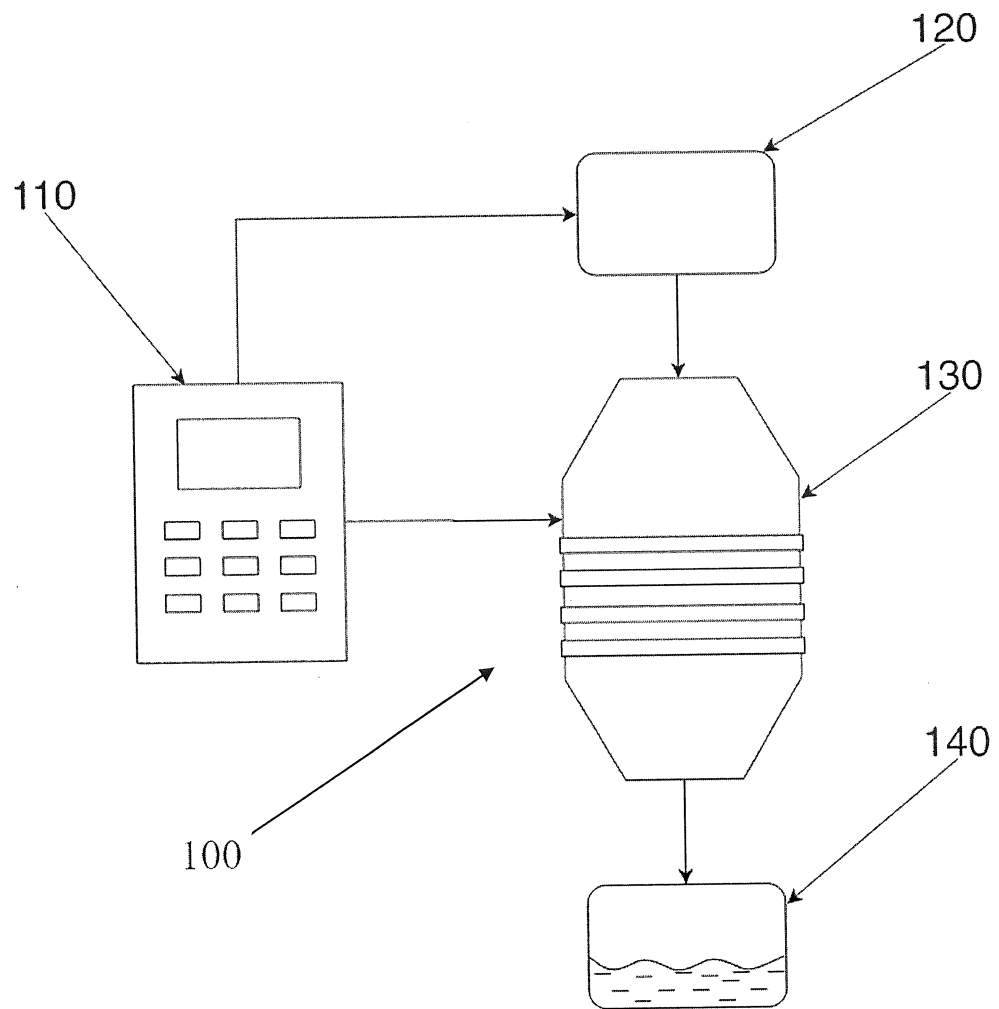
- |                                                                                                       |                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 110. Hệ thống cấp điện, nước và không khí.                                                            | 310. Hệ thống cấp điện, nước và không khí.                                                               |
| 120. Khoang trộn.                                                                                     | 320. Khoang trộn.                                                                                        |
| 130. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma.                                                         | 330. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma.                                                            |
| 131. Phần vỏ.                                                                                         | 331. Phần vỏ.                                                                                            |
| 132. Giàn điện cực thanh.                                                                             | 332. Giàn điện cực.                                                                                      |
| 140. Khoang ngưng tụ.                                                                                 | 340. Khoang ngưng tụ.                                                                                    |
| 200. Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong nước. | 400. Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong không khí và nước sử dụng giàn điện cực. |
| 210. Hệ thống cấp điện và nước.                                                                       | 410. Hệ thống cấp điện, nước và không khí.                                                               |
| 220. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma.                                                         | 420. Buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma.                                                            |
| 221. Phần vỏ.                                                                                         | 421. Phần vỏ.                                                                                            |
| 222. Giàn điện cực thanh.                                                                             | 422. Giàn điện cực.                                                                                      |
| 230. Khoang chứa nước hoạt hóa plasma.                                                                | 430. Khoang chứa nước hoạt hóa plasma.                                                                   |

## YÊU CẦU BẢO HỘ

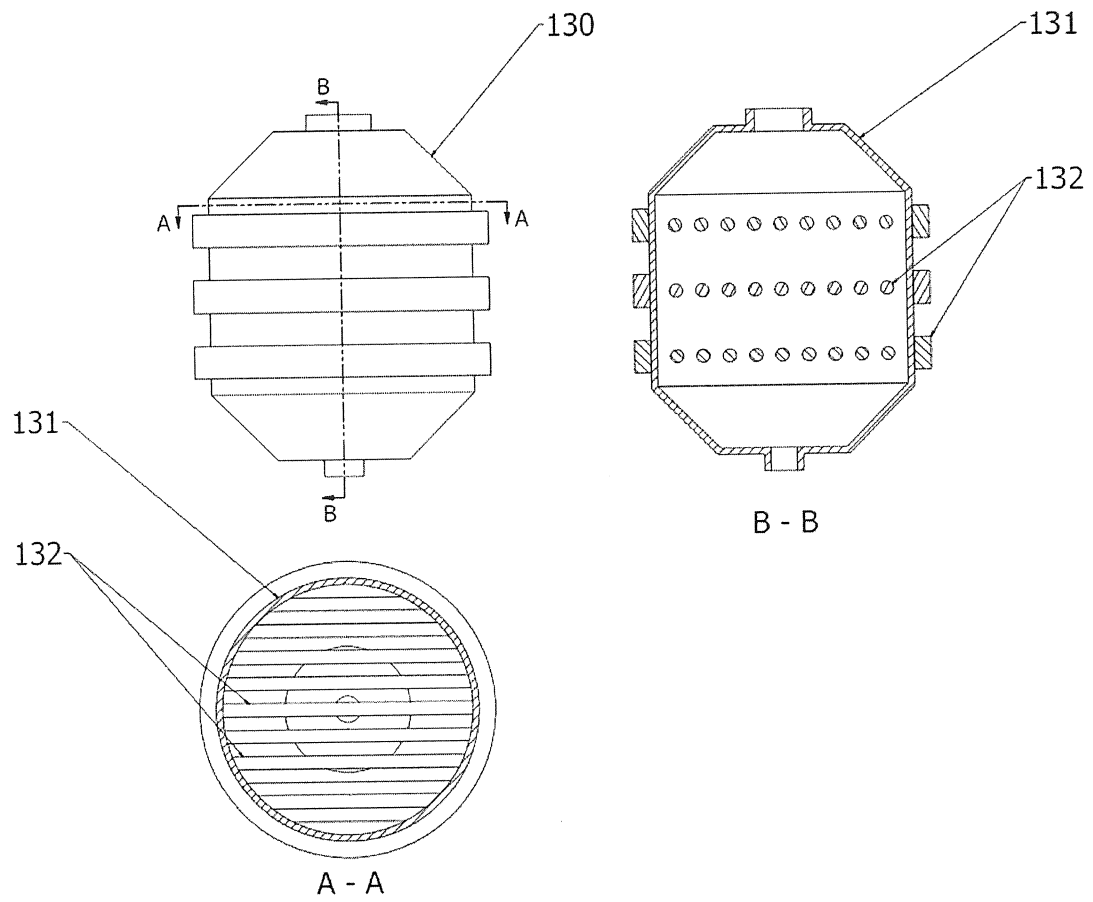
1. Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW phóng điện rào cản điện môi DBD điện cực thanh trong không khí (100) có cấu tạo gồm hệ thống cấp điện, nước và không khí (110), khoang trộn (120), buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma (130), khoang ngưng tụ (140); hệ thống cấp điện, nước và không khí (110) bao gồm các nguồn điện cao thế  $U = 6 - 30 \text{ kV}$ , cao tần  $f = 10 - 100 \text{ kHz}$ , hệ thống cấp dung dịch nước và bơm không khí; buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma (130) bao gồm phần vỏ (131) và giàn điện cực thanh (132); giàn điện cực thanh (132) gồm các lớp điện cực với lõi điện cực nhôm hoặc thép inox 304 đường kính  $d = 2 - 6 \text{ mm}$  nối với hai cực của nguồn điện cao thế, cao tần theo từng cặp, điện cực được bọc trong các ống thạch anh có độ tinh khiết  $99,95\% - 99,99\%$ ; các ống thạch anh được đặt song song cách nhau  $3 - 10 \text{ mm}$ ; dung dịch nước và không khí được cấp từ hệ thống cấp điện, nước và không khí (110) vào khoang trộn (120), tạo hỗn hợp dung dịch nước và không khí, hỗn hợp được phun sương vào buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma (130); buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma (130) là bộ phận cơ bản của hệ thống phân tách hỗn hợp dung dịch nước và không khí khi các phân tử đi qua vùng phóng điện rào cản điện môi DBD giữa giàn điện cực thanh (132); hỗn hợp dung dịch nước và không khí sau khi phân tách sẽ được ngưng tụ tạo nước hoạt hóa plasma tại khoang ngưng tụ (140).

2. Hệ thống tạo nước hoạt hóa plasma PAW hào quang điện trong hỗn hợp hơi nước và không khí sử dụng giàn điện cực (300) có cấu tạo gồm hệ thống cấp điện, nước và không khí (310), khoang trộn (320), buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma (330), khoang ngưng tụ (340); hệ thống mô phỏng hiện tượng phóng điện (sét) trong tự nhiên; hệ thống cấp điện, nước và không khí (310) bao gồm các nguồn điện cao thế  $U = 6 - 30 \text{ kV}$ , cao tần  $f = 10 - 100 \text{ kHz}$ , hệ thống cấp dung dịch nước và bơm không khí; buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma (330) bao gồm phần vỏ (331) và giàn điện cực (332); giàn điện cực (332) gồm

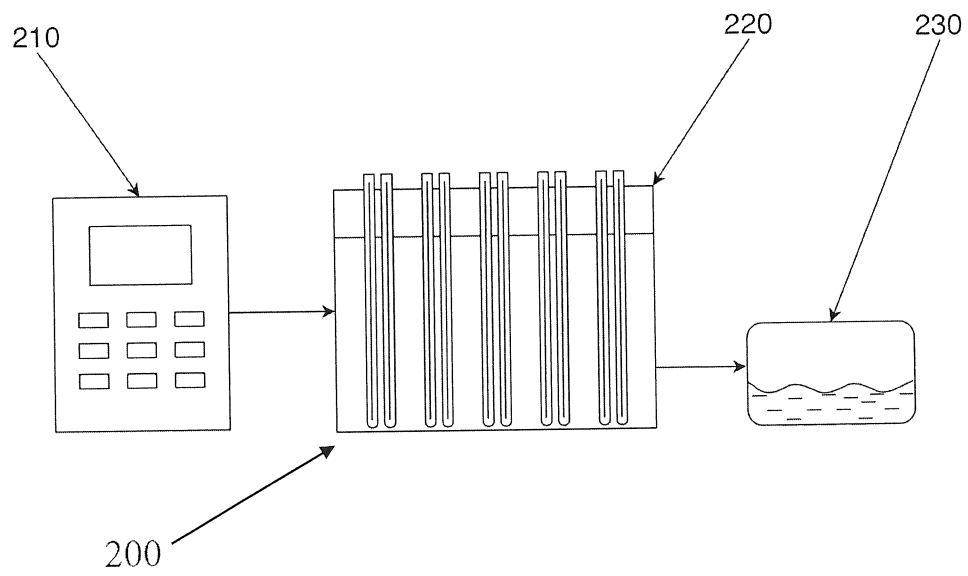
các thanh nhôm hoặc thép inox 304 đường kính  $d = 2 - 6$  mm, vuốt nhọn ở đầu, được sắp xếp thành chuỗi các cặp điện cực cách nhau 50 – 100 mm theo phương thẳng đứng trong buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma hình trụ; mỗi cặp điện cực có hai đầu vuốt nhọn đặt đối diện nhau, hai đầu còn lại nối với hai cực của nguồn điện cao thế, cao tần; hơi nước và không khí được cấp từ hệ thống cấp điện, nước và không khí (310) vào khoang trộn (320), tạo hỗn hợp hơi nước và không khí, hỗn hợp được phun sương vào buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma (330); buồng phản ứng tạo nước hoạt hóa plasma (330) phân tách hỗn hợp hơi nước và không khí khi các phân tử đi qua vùng phóng điện trực tiếp giữa các điện cực của giàn điện cực (332); hỗn hợp hơi nước và không khí sau khi bị ion hóa sẽ được ngưng tụ tạo nước hoạt hóa plasma tại khoang ngưng tụ (340).



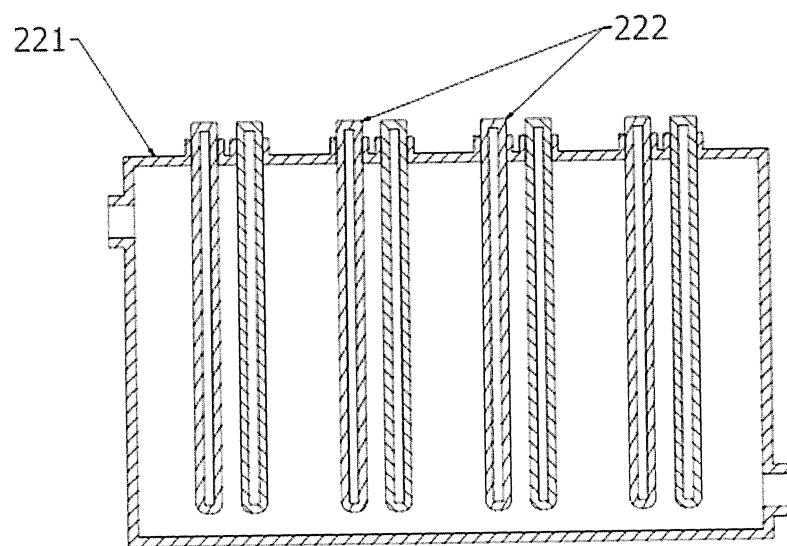
Hình 1



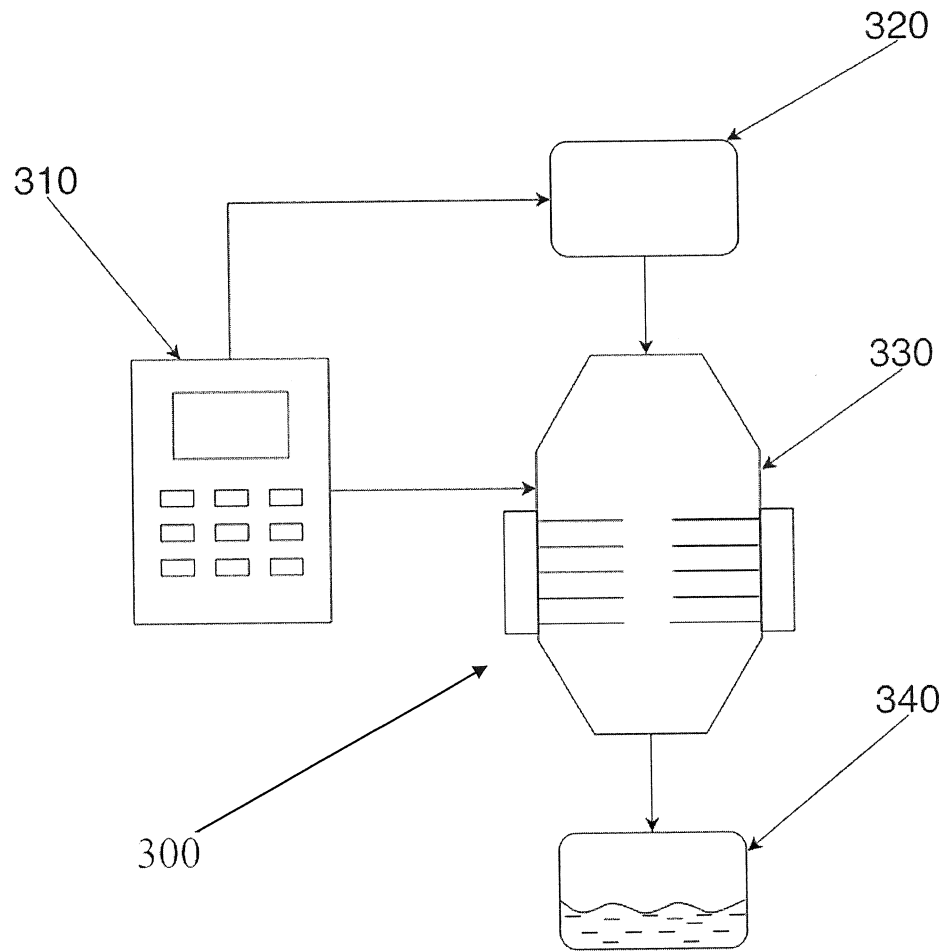
Hình 2



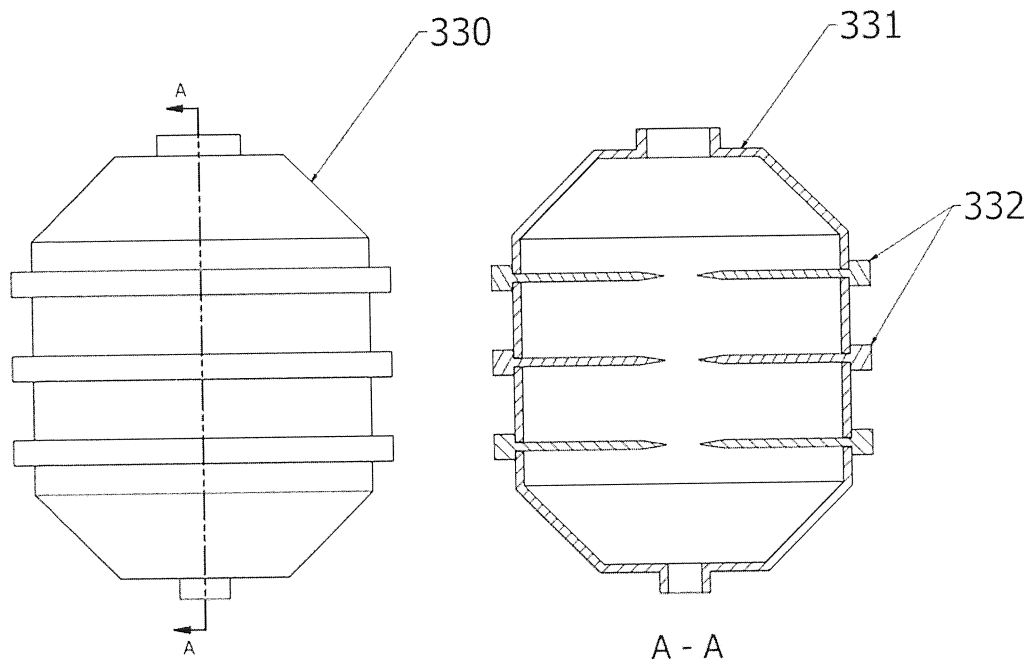
Hình 3



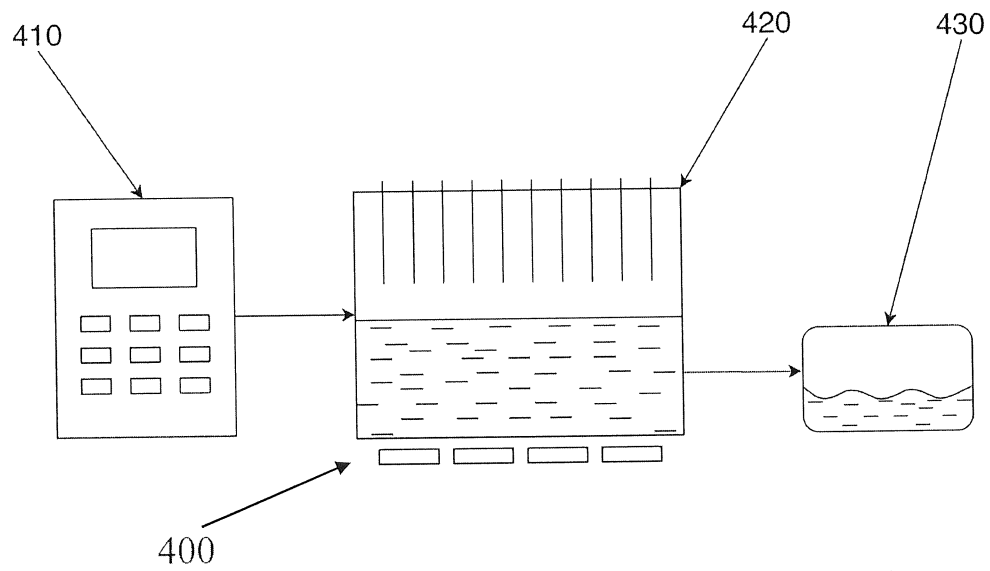
Hình 4



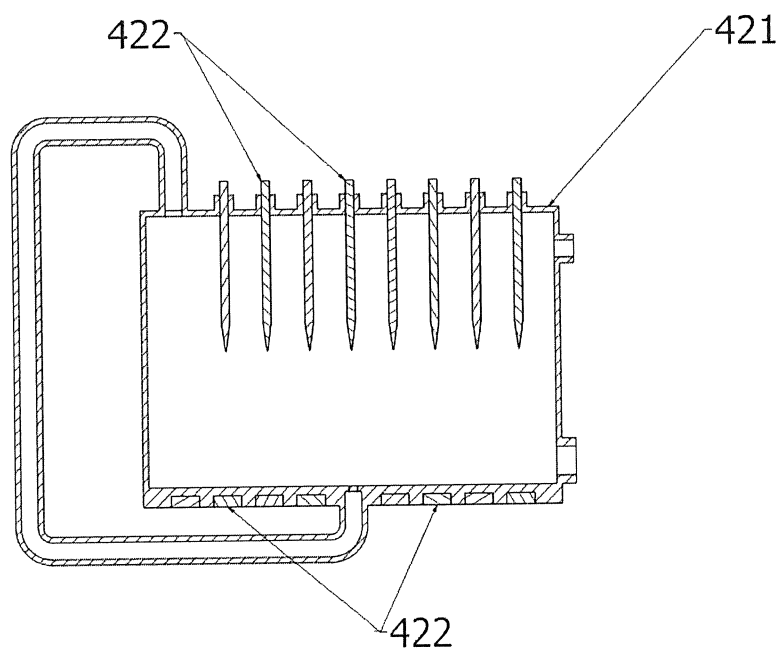
Hình 5



Hình 6



Hình 7



Hình 8