



(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)



1-0053639

(51)^{2022.01} H05H 1/00; A61L 2/00

(13) B

(21) 1-2023-03232

(22) 18/05/2023

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/08/2023 425A

(76) Lê Hồng Mạnh (VN)

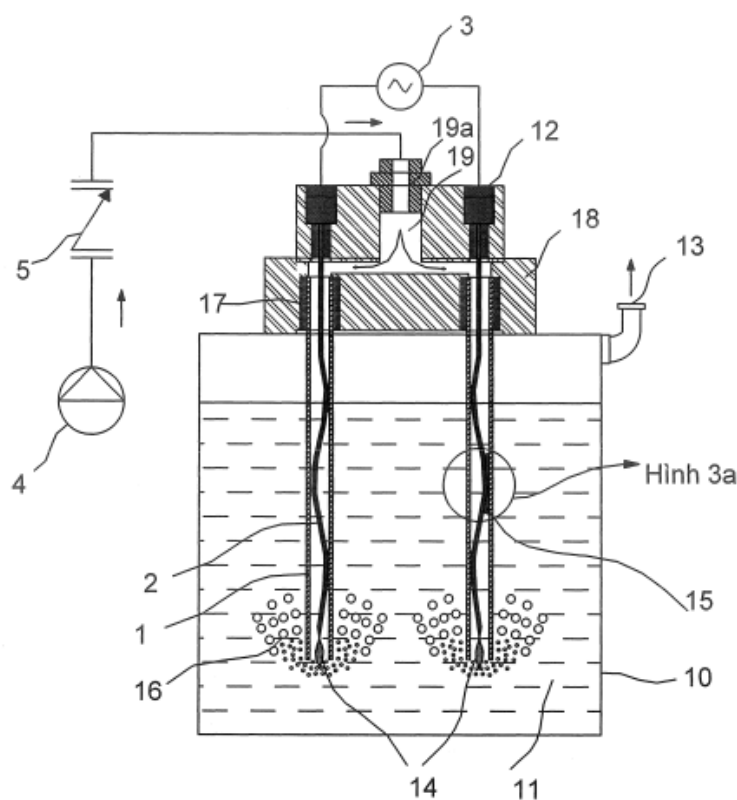
510 - D5, Dịch Vọng, Cầu Giấy, Hà Nội

(54) THIẾT BỊ VÀ PHƯƠNG PHÁP PHÁT PLASMA TRONG CHẤT LỎNG KẾT HỢP
HAI LOẠI PLASMA NHIỆT VÀ PHI NHIỆT

(21) 1-2023-03232

(57) Sáng chế đề cập tới thiết bị và phương pháp phát plasma trong chất lỏng ở áp suất khí quyển sử dụng đồng thời hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt, thiết bị này bao gồm:

buồng phản ứng gồm ít nhất hai ống điện cực (1) bằng chất điện môi được đặt theo phương thẳng đứng, song song với nhau và cách nhau một khoảng từ 3cm đến 10cm, mỗi ống điện cực (1) là ống điện môi có dạng hình trụ tạo thành một buồng plasma tương ứng; các dây điện cực (2) bằng kim loại có dạng xoắn được bố trí bên trong và kéo dài dọc theo chiều dài của mỗi ống điện cực (1) tương ứng, các dây điện cực (2) được nối với các cực của nguồn điện cao áp xoay chiều (3) tương ứng; bộ phận cung cấp khí đầu vào để hút và phân phối khí vào một đầu của các ống điện cực (1) nêu trên.



Hình 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị và phương pháp phát plasma trong chất lỏng ở áp suất khí quyển kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt, ứng dụng trong việc hoạt hóa chất lỏng plasma (Plasma Activated Liquid – PAL) dùng trong nông nghiệp và y sinh.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Chất lỏng trong đó nước là đại diện có thể được hoạt hóa bằng cách cho plasma tiếp xúc với nó, chẳng hạn bằng cách tạo plasma trên bề mặt, hoặc bên trong lòng chất lỏng. Quá trình hoạt hóa này tạo ra chất lỏng hoạt hóa plasma (PAL). Chất lỏng hoạt hóa plasma (PAL) trong đó có nước hoạt hóa plasma (Plasma Activated Water - PAW) cho thấy khả năng chống lại rất nhiều vi sinh vật. Bên cạnh nước, dung dịch đệm và môi trường nuôi cấy tế bào được hoạt hóa plasma cũng đang được nghiên cứu để ứng dụng trong y sinh. Không chỉ có tác dụng tiêu diệt vi sinh vật và mầm bệnh, PAL cũng cho thấy khả năng kích thích nảy mầm, tăng trưởng cây trồng. PAL có thời hạn sử dụng tốt, nó có thể duy trì khả năng kháng khuẩn lâu dài, hứa hẹn tiềm năng ứng dụng vô cùng lớn lao. PAL còn có khả năng tạo ra các chất kháng khuẩn mạnh mà chỉ sử dụng một lượng hóa chất rất nhỏ. PAL chứa các chất ôxi hoạt động (ROS - reactive oxygen species) và các chất nitơ hoạt động (RNS - reactive nitrogen species). Các chất ROS và RNS này cùng với độ pH thấp của PAL đã chứng minh tác dụng chống lại vi khuẩn, màng sinh học, nấm men và các vi sinh vật khác. Ngoài ra PAL có thể được sử dụng như một loại phân bón tự nhiên, nó giúp tăng cường sự nảy mầm của hạt và kích thích sự phát triển của cây trồng.

Nghiên cứu chỉ ra rằng hydro peroxit (H_2O_2), nitrit (NO_2^-), nitrat (NO_3^-) và perôxinitrit (ONOO^-) là các tác nhân chính trong hoạt động kháng khuẩn của PAL. Tuy nhiên, hóa học plasma-chất lỏng phức tạp hơn nhiều, đặc biệt ở giao diện

plasma-chất lỏng, nơi có nhiều loại ROS và RNS có hoạt tính mạnh được tạo ra như gốc hydroxyl (OH.), gốc nitric oxit (NO.), gốc tự do superoxit O_2^- , gốc hydroperoxyl (HOO.), gốc nitric dioxit (N_2O .), oxi đơn (1O_2), ozon (O_3). Hóa học chất lỏng được khởi tạo bằng xử lý plasma có thể ảnh hưởng mạnh mẽ đến tính chất hóa học và tính kháng khuẩn lâu dài của PAL. Do đó kiểm soát và điều khiển hóa học plasma và chất lỏng của PAL để đạt được kết quả tổng hợp như mong muốn cho các ứng dụng cụ thể là vô cùng quan trọng.

Các phương pháp sản xuất PAL hiện tại sử dụng plasma phi nhiệt (plasma lạnh) hoặc plasma nhiệt. Kết hợp cả hai có một số lợi thế, nhưng cho đến nay rất ít được thực hiện. Plasma phi nhiệt về cơ bản tạo ra các hoạt chất của oxy và nitơ (ROS, RNS) trong pha khí, dẫn đến sự hình thành các sản phẩm trong dung dịch. Đặc biệt, việc sản xuất ROS (tức là hydrogen peroxide) có hiệu quả với plasma phi nhiệt. Theo tài liệu sáng chế số WO2016096751 A, phương pháp sản xuất PAW là sự kết hợp hai loại plasma (plasma nhiệt và plasma phi nhiệt) với các điện cực cao áp ở trên mặt nước, điện cực đất ở trong nước. Trong sáng chế này, hai loại plasma khác nhau có thể được tạo ra trong cùng một buồng phản ứng hoặc ở hai buồng phản ứng khác nhau. Loại tương tác plasma – chất lỏng trong sáng chế này là tương tác trực tiếp, sản phẩm được hoà trộn bằng xoáy nước. Hơn thế nữa, do buồng plasma trong sáng chế này ở áp suất khí quyển nên plasma có nhiệt độ cao khiến cho chất lỏng nóng lên nhanh và thường phải có bộ phận tản nhiệt cho chất lỏng được hoạt hoá. Không chỉ làm tăng nhiệt độ chất lỏng nhanh, plasma nhiệt ở áp suất khí quyển còn tạo ra nhiều nitrat và nitrit và phá hủy hydroperoxit khiến cho PAW tạo ra bằng phương pháp này có hàm lượng nitrat và nitrit rất cao nhưng hàm lượng peroxinitrit và hydroperoxit chỉ ở mức thấp.

Để tạo ra nhiều RNS trong nước, plasma nhiệt hiệu quả hơn do nhiệt độ tương đối cao của plasma, như vậy tạo ra nồng độ cao hơn khi tạo ra peroxide thấp, ở đó nhiệt độ cao phân hủy peroxide và peroxynitrite là đồng phân của nitrat và rất không ổn định, thành phần này sẽ luôn bị phân hủy nhanh chóng.

Việc sản xuất nitrat là kết quả của quá trình hoạt hóa đã được chứng minh là rất tiết kiệm năng lượng và có thể được sử dụng như một giải pháp thay thế năng lượng hiệu quả để sản xuất các thành phần nitơ trong phân bón, hiện đang được sản xuất bằng quy trình tiêu thụ năng lượng cao của Haber-Bosch. Quá trình kích hoạt cũng cho thấy hiệu quả để sản xuất peroxide.

Một loạt các ứng dụng tiềm năng đòi hỏi phải kiểm soát tốt thành phần của PAL. Đây là điều khó khăn với các phương pháp hiện tại, đòi hỏi năng suất sản phẩm cao hơn và tỷ lệ sản xuất cao hơn. Điều cần thiết là một hệ thống và phương pháp sản xuất PAL bao gồm sử dụng cả plasma nhiệt và phi nhiệt, trong đó hai chế độ plasma có thể được tạo ra đồng thời.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là giải quyết các nhu cầu trong lĩnh vực này và khắc phục các nhược điểm đã nêu trong tình trạng kỹ thuật. Do đó, sáng chế đề xuất một cấu hình plasma phát tia (plasma jet) trong nước biến đổi từ một ống điện môi hình trụ có một điện cực ngoài ở trong nước, thành hai ống điện môi có hai điện cực trong và nằm trong môi trường nước để nó trở thành cấu hình điện môi nổi trong đó lớp điện môi nổi chính là thành hai ống điện môi được liên kết với nhau bằng môi trường nước. Lúc này hai điện cực cao áp được nằm gọn trong lòng hai ống điện môi, phần điện cực có điện môi trong nước sẽ hình thành plasma phi nhiệt. Đồng thời hai điện cực được mài nhọn đầu dưới cũng không chạm vào nước nhờ có kết cấu khí thổi và phóng điện xuống nước tạo nên plasma nhiệt. Giải pháp của sáng chế tạo nên sự khác biệt, hiệu suất hoạt hóa cao, an toàn, dễ dàng thiết kế, chế tạo và áp dụng trong công nghiệp.

Do đó, theo một phương án sáng chế đề xuất:

Thiết bị phát plasma trong nước kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt, thiết bị này bao gồm:

một buồng phản ứng trong đó ít nhất một cặp ống điện cực (1) được đặt theo phương thẳng đứng, song song với nhau và cách nhau một khoảng từ 3cm đến 10cm, mỗi ống điện cực (1) là ống điện môi có dạng hình trụ tạo thành một buồng plasma tương ứng, trong đó các ống điện cực (1) đều được nhúng chìm trong bồn chứa (10, 28) để chứa dung dịch hoặc nước cần xử lý;

các dây điện cực (2) bằng kim loại có dạng xoắn trụ đều với bước xoắn từ 1cm đến 3cm, các dây này được bố trí bên trong và kéo dài dọc gần hết theo chiều dài của mỗi ống điện cực (1) tương ứng, và cách đều thành trong của ống điện cực (1) tương ứng một khoảng không quá 1,5mm, đầu trên của mỗi dây điện cực (2) được nối với nguồn điện cao áp xoay chiều (3) có điện áp từ 6kV đến 20kV, tần số 10kHz đến 30kHz, đầu còn lại được mài nhọn, định tâm ở giữa và cách mép dưới ống điện cực (1) một khoảng từ 1cm đến 5cm;

bộ phận cung cấp khí đầu vào bao gồm hệ thống bơm thổi khí, bộ phận điều chỉnh một chiều để hút và phân phối khí vào đầu trên của các ống điện cực (1) nêu trên và phân tán khí dưới dạng bọt khí ở đầu còn lại, bộ phận cung cấp khí này đảm bảo cấu hình rào cản điện môi giữa hai điện cực, không có điện cực nào tiếp xúc với chất lỏng.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị như trên, trong đó mỗi ống điện môi là ống thủy tinh thạch anh, có chiều cao từ 5cm đến 20cm, đường kính ngoài từ 6mm đến 12mm, độ dày từ 0,5mm đến 2mm.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị như trên, trong đó mỗi ống điện môi là ống teflon, có chiều cao từ 5cm đến 20cm, đường kính ngoài từ 6mm đến 12mm, độ dày từ 1mm đến 3mm.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị như trên, trong đó điện cực xoắn thay thế bằng điện cực kim loại thẳng và trơ (như wolfram) đường kính từ 1cm đến 3cm, được định tâm với ống điện cực (1) bằng chi tiết (22).

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị như trên, trong đó bộ phận cung cấp khí đầu vào bao gồm quạt thổi (4) và bộ phận điều chỉnh lưu lượng khí một chiều (5) được tạo kết cấu để phân phối dòng khí từ quạt thổi (4) vào một đầu của các ống điện cực (1) đồng thời ngăn nước tràn vào đầu điện cực còn lại.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị như trên, trong đó bộ phận cung cấp khí được hoạt động trước rồi mới bơm nước vào bồn chứa (10) và đến cung cấp nguồn cao áp (3).

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị như trên, trong đó bộ phận cung cấp khí đầu vào được chọn từ một nhóm bao gồm không khí, nitơ, oxy, argon, heli và các tổ hợp của chúng.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị như trên, trong đó bộ phận cung cấp khí đầu vào còn bao gồm một bình dung dịch đệm (6) được bố trí sau bộ phận điều chỉnh lưu lượng khí (5) để cung cấp các hoạt chất khác vào khí trước khi cấp vào môđun, bình dung dịch đệm này là bình kín, có ống thổi khí đầu vào ngập dưới đáy dung dịch và đầu lấy khí ra nằm phía trên mặt dung dịch.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất thiết bị như trên, trong đó bình dung dịch đệm (6) sử dụng nước, dung dịch hydro peroxit (H_2O_2) hoặc các dung dịch khác nhằm cung cấp những hoạt chất bổ sung vào thành phần của PAL.

Hiệu quả đạt được bởi sáng chế

Thiết bị phát plasma trong nước kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt, theo sáng chế, các hoạt chất do plasma phi nhiệt tạo thành trên thành ống sẽ được thổi vào bồn chứa nước dưới dạng các bóng khí và plasma nhiệt được phóng từ mũi nhọn điện cực trực tiếp vào nước. Với cấu hình thiết bị này, các hoạt chất RONS và RNS được hoạt hóa một cách hiệu quả qua ba giai đoạn:

- Pha khí: Hình thành hoạt chất sơ cấp gồm các gốc ($\bullet OH$, $\bullet NO$, $\bullet H$, $\bullet O$, $\bullet N$) có thời gian tồn tại ngắn (1,3-2,7 μs). Do khả năng phản ứng cao, chúng kết

hợp với các gốc khác hoặc với các khí xung quanh để tạo thành các hoạt chất thứ cấp (H_2O_2 , NO_2 , NO_3 , O_3).

- Pha khí-lỏng: Các hoạt chất sơ cấp và thứ cấp hình thành trong pha khí sẽ phản ứng với hơi H_2O bay hơi từ dung dịch để tạo thành $\bullet\text{OH}$, O , H , $\bullet\text{NO}$, HNO_3 , O_3 , H_2O_2 , HNO_2 , v.v.
- Pha lỏng: Các gốc khí hòa tan trong dung dịch dưới dạng bọt khí và một số phản ứng với H_2O để tạo thành ONOOH , N_2O_5 , HNO_3 , ONOO^- .

Bằng việc sử dụng cấu hình rào cản điện môi giữa hai điện cực, phương pháp thổi khí trước và có van khí một chiều nên không có điện cực nào tiếp xúc với chất lỏng, sáng chế cho thấy thiết bị có độ an toàn, hiệu suất năng lượng cao, gọn nhẹ, đơn giản, dễ dàng ứng dụng trong công nghiệp, nông nghiệp và cuộc sống.

Bằng việc sử dụng cấu hình rào cản điện môi giữa hai điện cực, cùng với nguồn điện cao áp tần số cao hoặc xung cao áp, các dung dịch không dẫn điện như nước cất, nước thẩm thấu ngược (RO)... cũng được hoạt hóa một cách dễ dàng. Điều này rất quan trọng trong việc hoạt hóa chất lỏng ứng dụng trong y sinh.

Thiết bị có thể hoạt hóa các dung dịch có nồng độ thấp hơn hàng trăm lần nhưng tác dụng vẫn bằng hoặc hơn với dung dịch gốc ban đầu. Ví dụ hoạt hóa dung dịch H_2O_2 nồng độ 0,03% thì tác dụng diệt khuẩn cũng tương đương như dung dịch H_2O_2 nồng độ 3%. Điều này rất quan trọng trong việc giảm lượng hóa chất trong các dung dịch khử trùng và các hóa chất trong canh tác cây trồng. Nó mở ra một cách thức mới cho nông nghiệp xanh, bảo vệ sức khỏe và môi trường.

Theo một khía cạnh của sáng chế, không khí thổi được đi qua một dung dịch đậm đặc chẳng hạn như hydro peroxit (H_2O_2) thì có thể tạo ra được PAL có các thành phần hoạt chất ROS tăng lên đáng kể, đồng thời giảm hoặc có rất ít hàm lượng ozon, nitrit (NO_2^-). Thành phần này của PAL phù hợp an toàn trong việc khử trùng vết thương, vết bỏng, khử trùng các dụng cụ nội soi y tế, các bộ phận cấy ghép nhân tạo, khử trùng thực phẩm, hoa quả tươi. Do hydro peroxit bị phân hủy bởi ánh sáng và nhiệt độ, nên để ổn định nồng độ, bình đệm được thiết kế bằng lọ thủy tinh dày, tối

màu và có thể thay thế khi sử dụng hết. Với việc khử trùng thực phẩm tươi như thịt, hoa quả cắt lát thì thực phẩm không bị biến tính chất lượng, màu sắc cũng như mùi vị và hàm lượng dinh dưỡng... loại bỏ được hoàn toàn các hoá chất độc hại tồn dư trong việc khử trùng trước đây.

Sáng chế hiện tại cho phép tạo ra dung dịch để khử trùng các sản phẩm hoa quả tươi, thủy hải sản mà chỉ sử dụng không khí và điện mà không có thêm hóa chất nào khác. Điều này làm cho giá thành khử trùng giảm đi rất nhiều mà lại loại bỏ được các vi sinh vật, nấm mốc, tránh những tồn dư hoá chất trong các phương pháp khử trùng bằng hoá chất.

Sáng chế cũng cho phép tạo ra dung dịch để khử trùng với năng suất cao, không gian rộng, tự động hoá quá trình khử trùng, điều này làm giảm nhân công và giá thành, mang lại khả năng ứng dụng to lớn trong nông nghiệp trong tương lai.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1(a-e) là hình vẽ minh họa một số cấu hình plasma hoạt hóa dung dịch điển hình, trong đó:

Hình 1 (a) là hình vẽ minh họa cấu hình plasma nhiệt phóng điện trên bề mặt với điện cực nhọn;

Hình 1 (b) là hình vẽ minh họa cấu hình plasma phi nhiệt với lớp điện môi trên bề mặt và một điện cực trong chất lỏng;

Hình 1 (c) là hình vẽ minh họa cấu hình plasma phi nhiệt hoàn toàn trên bề mặt;

Hình 1 (d) là hình vẽ minh họa cấu hình plasma nhiệt điện phân;

Hình 1 (e) là cấu hình phóng điện plasma nhiệt trong lòng chất lỏng;

Hình 1(f) là hình vẽ minh họa nguyên lý plasma DBD có điện môi nổi mà sáng chế sử dụng biến thể của nó.

Hình 2 là hình vẽ thể hiện nguyên lý hoạt động của thiết bị plasma hoạt hóa chất lỏng theo một phương án thực hiện sáng chế.

Hình 3(a) là hình vẽ phóng to một phần mặt cắt đứng của ống điện cực đã thể hiện trong hình 2.

Hình 3(b) là hình vẽ mô tả một mặt cắt ngang của một ống điện cực được thể hiện trong hình 2.

Hình 4(a) là hình vẽ mô tả một phương án sử dụng thiết bị của sáng chế trong đó điện cực xoắn được thay bằng điện cực thẳng và sử dụng bình đệm.

Hình 4(b) là hình vẽ mô tả một mặt cắt ngang của một ống điện cực với chi tiết định tâm hình tam giác được thể hiện trong hình 4(a).

Hình 5 là hình vẽ mô tả một phương án sử dụng thiết bị của sáng chế để hoạt hóa chất lỏng tuần hoàn, để làm ví dụ.

Hình 6 là hình vẽ mô tả một phương án sử dụng thiết bị của sáng chế để tăng công suất hoạt hóa nước liên tục, để làm ví dụ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, các phương án thực hiện ưu tiên của môđun phát plasma trong nước kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt theo sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết hơn có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, lưu ý rằng phạm vi của sáng chế không chỉ giới hạn ở các phương án thực hiện ưu tiên được mô tả dưới đây dưới dạng ví dụ minh họa cho sáng chế, và cần hiểu rằng phạm vi của sáng chế bao gồm tất cả các cải biến, các thay đổi tương đương khác của chúng.

Hình 1 là hình vẽ minh họa một số cấu hình plasma hoạt hóa chất lỏng điển hình, trong đó các Hình 1 (a), (d), (e) là các cấu hình sử dụng plasma nhiệt còn các Hình 1 (b), (c), (f) là các cấu hình sử dụng plasma phi nhiệt. Phương pháp hoạt hóa chất lỏng bằng plasma trên bề mặt cũng được thể hiện trên các Hình 1 (a), (b), (c). Còn phương pháp hoạt hóa trong lòng chất lỏng thể hiện trên Hình 1 (d), (e).

Nếu như ta biến đổi cấu hình của Hình 1 (e) từ một ống hình trụ với một điện cực ở trong lòng chất lỏng thành hai ống điện môi với hai điện cực trong lòng của

nó và sử dụng khí thổi để hai điện cực không chạm vào chất lỏng thì ta được một cấu hình điện môi nổi trong đó lớp điện môi nổi chính là thành hai ống điện môi được liên kết với nhau bằng môi trường chất lỏng. Lúc này hai điện cực cao áp được nằm gọn trong lòng hai ống điện môi, phần điện cực có điện môi trong chất lỏng sẽ hình thành plasma phi nhiệt, phần plasma phóng điện từ đầu nhọn hai điện cực vào chất lỏng là plasma nhiệt.

Như được thể hiện trên Hình 2 - 3, thiết bị phát plasma trong nước kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt được đề xuất theo sáng chế bao gồm:

Một buồng phản ứng trong đó ít nhất hai ống điện cực 1 được đặt theo phương thẳng đứng, song song với nhau và cách nhau một khoảng từ 3cm đến 10cm, mỗi ống điện cực 1 là ống điện môi có dạng hình trụ tạo thành một buồng plasma tương ứng. Theo một phương án thực hiện, trong đó ống điện môi được sử dụng là ống thủy tinh thạch anh có chiều cao từ 5cm đến 20cm, đường kính ngoài từ 6mm đến 12mm, độ dày từ 1mm đến 3mm. Các ống điện môi này được gá cố định vào bộ gá 18 thông qua các gioăng cao su 17. Bộ gá 18 còn có chức năng phân phối đều dòng khí vào hai đầu ống điện cực thông qua khoang 19 và đầu nối 19a.

Các dây điện cực 2 bằng kim loại có dạng xoắn được bố trí bên trong và kéo dài dọc gần hết theo chiều dài của mỗi ống điện cực 1 tương ứng, các dây điện cực 2 được nối với các cực của nguồn điện cao áp xoay chiều 3, thông qua các tiếp điểm đầu điện 12 tương ứng được gá cố định trên bộ gá 18. Tốt hơn là, dây điện cực 2 có dạng xoắn trụ đều với bước xoắn từ 1cm đến 3cm, dây này được bố trí cách đều thành trong của ống điện cực 1 tương ứng một khoảng không quá 1,5mm nhằm tăng hiệu quả của việc hình thành plasma. Hình 3 (a), Hình 3 (b) minh họa đoạn phóng to và mặt cắt của một vùng điện cực, dòng điện plasma được hình thành trong đoạn điện cực xoắn bên trong ống điện cực là dòng điện dịch hay dòng điện dung và plasma vùng này là plasma phi nhiệt 15. Dòng điện plasma hồ quang được phóng giữa đầu nhọn điện cực này xuống bề mặt chất lỏng tạo thành vùng plasma nhiệt 14. Cấu hình điện cực xoắn cho phép thay đổi tỷ lệ cường độ hai dạng plasma nhiệt và

phi nhiệt bằng cách thay đổi bước xoắn này. Ngoài ra, cấu hình này còn cho phép phân chia đều dòng điện plasma trên suốt dọc ống điện cực 1 cũng như tránh hiện tượng đánh thủng điện cực này.

Theo một phương án thực hiện, như được thể hiện trên Hình 4 (a), dây điện cực 2 được sử dụng có thể là thanh vonfram thẳng 21 có đường kính 1,6mm, đầu trên được gá trên một cọc đồng tiếp điện 12, đầu dưới được mài nhọn. Các hệ thống gá 18 và tiếp điện 12 cùng với bộ phận định tâm 22 làm cho điện cực 21 này luôn đồng tâm với ống điện cực 1 nhằm tạo ra vùng plasma phi nhiệt 23 một cách đồng đều suốt dọc khe giữa điện cực và thành trong của ống điện cực 1. Bộ phận định tâm 22 làm bằng vật liệu teflon có dạng hình lăng trụ tam giác đều với mặt cắt hình tam giác đều như được thể hiện trên Hình 4 (b) giúp cho việc lưu thông khí plasma trong ống điện cực dễ dàng xuống nước thông qua vùng 25, cũng như cho phép cách điện và chịu được nhiệt độ cao của vùng plasma. Ngoài cấu hình lăng trụ tam giác đều, bộ phận định tâm 22 còn có thể có các hình dạng khác như hình lập phương hay hình sao nhằm phù hợp cho việc gia công chế tạo. Cấu hình điện cực thẳng bằng thanh vonfram cho phép tăng tuổi thọ của điện cực, cho phép chất lỏng hoạt hóa “sạch hơn” trong các ứng dụng cho y sinh cũng như dễ dàng hơn trong việc chế tạo thiết bị của sáng chế.

Theo một phương án thực hiện, một đầu của mỗi dây điện cực 2 nối với nguồn điện cao áp xoay chiều 3 có điện áp từ 6kV đến 20kV, tần số 10kHz đến 30kHz, đầu còn lại của mỗi dây được mài nhọn và cách mép dưới ống điện cực 1 một khoảng từ 0,5cm đến 1,5cm. Dòng điện plasma hồ quang được phóng giữa đầu nhọn điện cực này xuống bề mặt chất lỏng tạo thành vùng plasma nhiệt 14. Như vậy, ngay trong lòng mỗi ống điện cực tồn tại hai dạng plasma khác nhau là plasma phi nhiệt 16 và plasma nhiệt 14.

Bộ phận cung cấp khí đầu vào bao gồm hệ thống bơm thổi khí để hút và phân phối không khí ở điều kiện thường (tức là ở nhiệt độ và áp suất khí quyển) vào đầu trên của các ống điện cực 1 nêu trên và phân tán khí dưới dạng bọt khí ở đầu còn lại

trong lòng chất lỏng. Theo một phương án thực hiện, trong đó bộ phận cung cấp khí đầu vào bao gồm bơm thổi khí 4, bộ phận điều chỉnh lưu lượng khí một chiều 5, bình đệm 6 để phân phối dòng khí từ bơm thổi khí 4 vào một đầu của các ống điện cực 1. Theo một phương án thực hiện, bình đệm 6 có kết cấu là bình kín chứa khoảng một nửa bình dung dịch đệm 7, một đầu vào khí 8 ngập dưới đáy của dung dịch đệm 7 và một đầu ra khí 9 lấy khí ở nửa trên của bình đệm 6. Điều này thực hiện có hai mục đích làm ẩm khí để hạn chế khí ozon hình thành trong buồng plasma và mang theo các hoạt chất trong dung dịch đệm 7 vào trong buồng phản ứng nhằm tạo ra một dung dịch PAL có tính chất đặc biệt theo mục đích sử dụng.

Theo một phương án thực hiện, trong đó thiết bị phát plasma trong nước kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt còn bao gồm bồn chứa 10 có lỗ thoát khí 13 để chứa dung dịch cần hoạt hóa 11 bởi thiết bị này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, thiết bị phát plasma trong nước kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt được thực hiện theo sáng chế và áp dụng để hoạt hóa nước.

Cấu hình cụ thể của thiết bị phát plasma trong nước kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt trong ví dụ này được thể hiện trên Hình 5, bao gồm:

Môđun phát plasma gồm hai ống điện cực 1 được đặt theo phương thẳng đứng, song song và cách nhau một khoảng 4cm, hai ống này được làm bằng thủy tinh loại thạch anh và có dạng ống hình trụ với chiều cao bằng 10cm, đường kính ngoài bằng 7,5mm, độ dày bằng 1,5mm. Điện cực 2 được sử dụng là thanh vonfram thẳng 21 có đường kính 1,6mm, đầu trên được gá trên một cọc đồng tiếp điện 12, đầu dưới được mài nhọn và cách mép dưới của ống 1cm. Các hệ thống gá 18 và tiếp điện 12 cùng với bộ phận định tâm hình lăng trụ đều 22 làm cho điện cực 21 này luôn đồng tâm với ống điện cực 1 nhằm tạo ra vùng plasma phi nhiệt 23 một cách đồng đều suốt dọc khe giữa điện cực và thành trong của ống điện cực 1. Hai điện cực này được nối với các cực của nguồn điện cao áp xoay chiều 10kV, tần số 22kHz.

Bộ phận cung cấp khí đầu vào bao gồm bơm thổi khí 4, bộ phận điều chỉnh lưu lượng khí một chiều 5, bình đệm 6 để phân phối dòng khí từ bơm thổi khí 4 vào một đầu của các ống điện cực 1.

Bồn hoạt hóa nước 26 có đầu vào bơm 27, đầu nước ra 28, đầu thoát khí 29 và van điện từ xả đáy 30.

Ngoài ra còn có bơm tuần hoàn 31, bình chứa nước hoạt hóa 32 và hệ thống điều khiển 33.

Ban đầu, bơm khí 4 và bơm nước 31 được bộ điều khiển kích hoạt, lúc này nước từ bình chứa 32 được bơm 31 bơm vào bồn hoạt hóa 26 thông qua cửa 27, nước sẽ ngập dần các ống điện cực, khí được bơm 4 thổi qua các ống điện cực và thoát vào trong nước dưới dạng bong bóng. Nhờ có áp lực khí và van một chiều 5 sẽ ngăn không cho nước vào trong các ống điện cực 1 và các điện cực 21 luôn khô không tiếp xúc với nước. Đến khi nước đạt đến mức chảy ra cửa 28 thì nguồn cao áp 3 được kích hoạt, lúc này hai dạng plasma phi nhiệt và nhiệt được hình thành đồng thời và bắt đầu hoạt hóa nước. Nguồn cao áp xoay chiều 3 còn được thiết kế các chế độ bảo vệ quá dòng điện và quá công suất. Nước hoạt hóa được bơm 31 tuần hoàn liên tục đến khi đạt yêu cầu thì bộ điều khiển 33 sẽ ngắt nguồn cao áp 3, ngắt bơm 31 và mở van xả đáy 30. Khi hết nước trong bồn hoạt hóa 26 thì đóng van xả đáy 30 và ngắt bơm khí 4 kết thúc quá trình hoạt hóa.

Theo một phương án thực hiện để làm ví dụ, trong trường hợp cần tăng công suất hoạt hóa, có thể ghép song song hai hay nhiều môđun plasma thành hệ thống như được thể hiện trên Hình 6. Trong đó, nước sạch từ bồn chứa 34 được bơm 35 bơm vào bồn hoạt hóa nước 36. Bồn hoạt hóa 36 dạng hộp dài có các môđun được bố trí theo chiều dọc của dòng nước chảy. Quá trình hoạt hóa liên tục qua từng môđun cho đến khi nước đạt yêu cầu rồi chảy vào bồn chứa 37.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị phát plasma trong chất lỏng kết hợp hai loại plasma nhiệt và phi nhiệt, thiết bị này bao gồm:

một buồng phản ứng trong đó ít nhất một cặp ống điện cực (1) được đặt theo phương thẳng đứng, song song với nhau và cách nhau một khoảng từ 3cm đến 10cm, mỗi ống điện cực (1) là ống điện môi có dạng hình trụ tạo thành một buồng plasma tương ứng, trong đó các ống điện cực (1) đều được nhúng chìm trong bồn chứa (10, 28) để chứa chất lỏng hoặc nước cần xử lý;

các dây điện cực (2) bằng kim loại có dạng xoắn trụ đều với bước xoắn từ 1cm đến 3cm, các dây này được bố trí bên trong và kéo dài dọc gần hết theo chiều dài của mỗi ống điện cực (1) tương ứng, và cách đều thành trong của ống điện cực (1) tương ứng một khoảng không quá 1,5mm, đầu trên của mỗi dây điện cực (2) được nối với nguồn điện cao áp xoay chiều (3) có điện áp từ 6kV đến 20kV, tần số 10kHz đến 30kHz, đầu còn lại được mài nhọn, định tâm ở giữa và cách mép dưới ống điện cực (1) một khoảng từ 1cm đến 5cm;

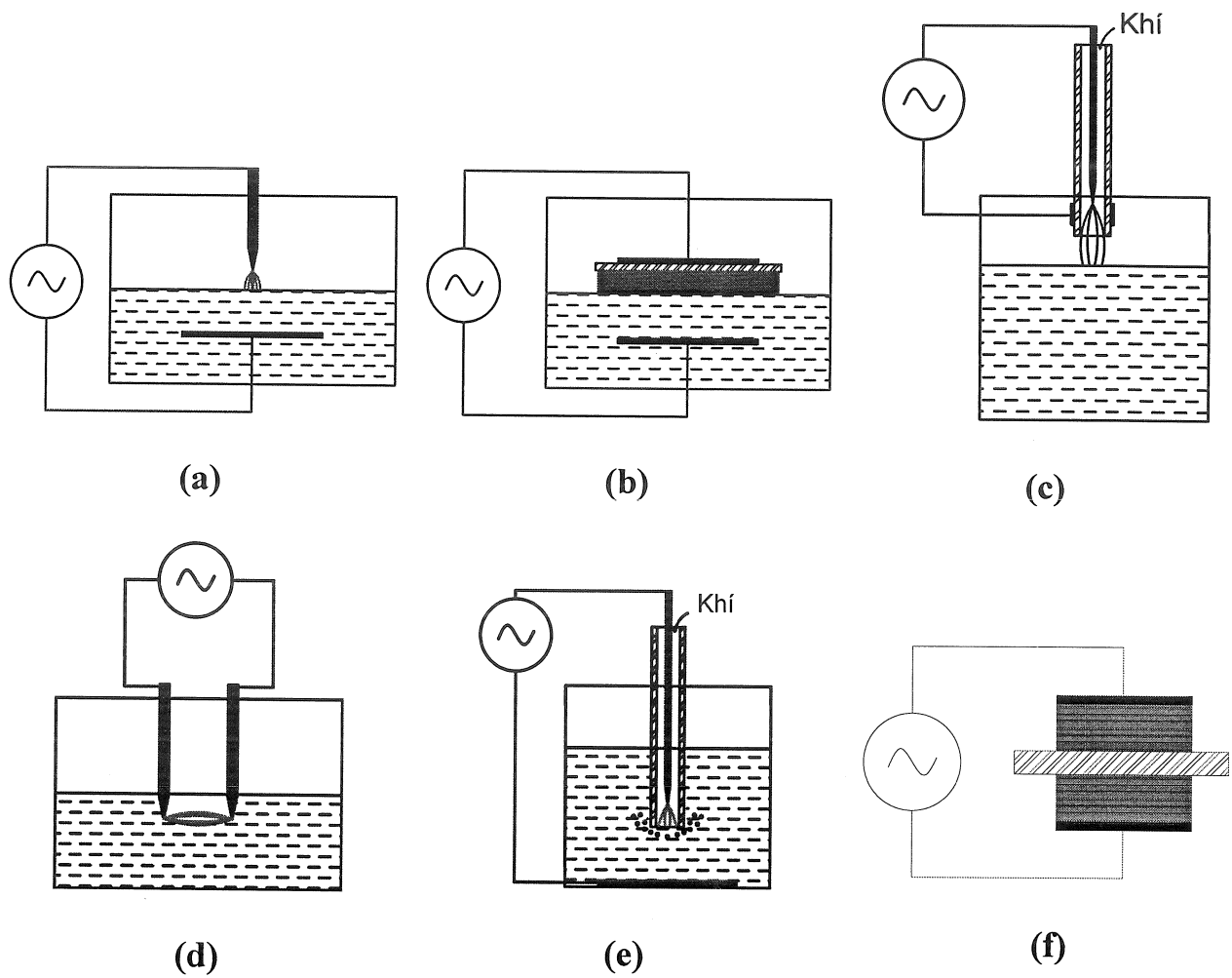
bộ phận cung cấp khí đầu vào bao gồm hệ thống bơm thổi khí để hút và phân phối khí vào đầu trên của các ống điện cực (1) nêu trên và phân tán khí dưới dạng bọt khí ở đầu còn lại, bộ phận cung cấp khí này đảm bảo cấu hình rào cản điện môi giữa hai điện cực, không có điện cực nào tiếp xúc với chất lỏng.

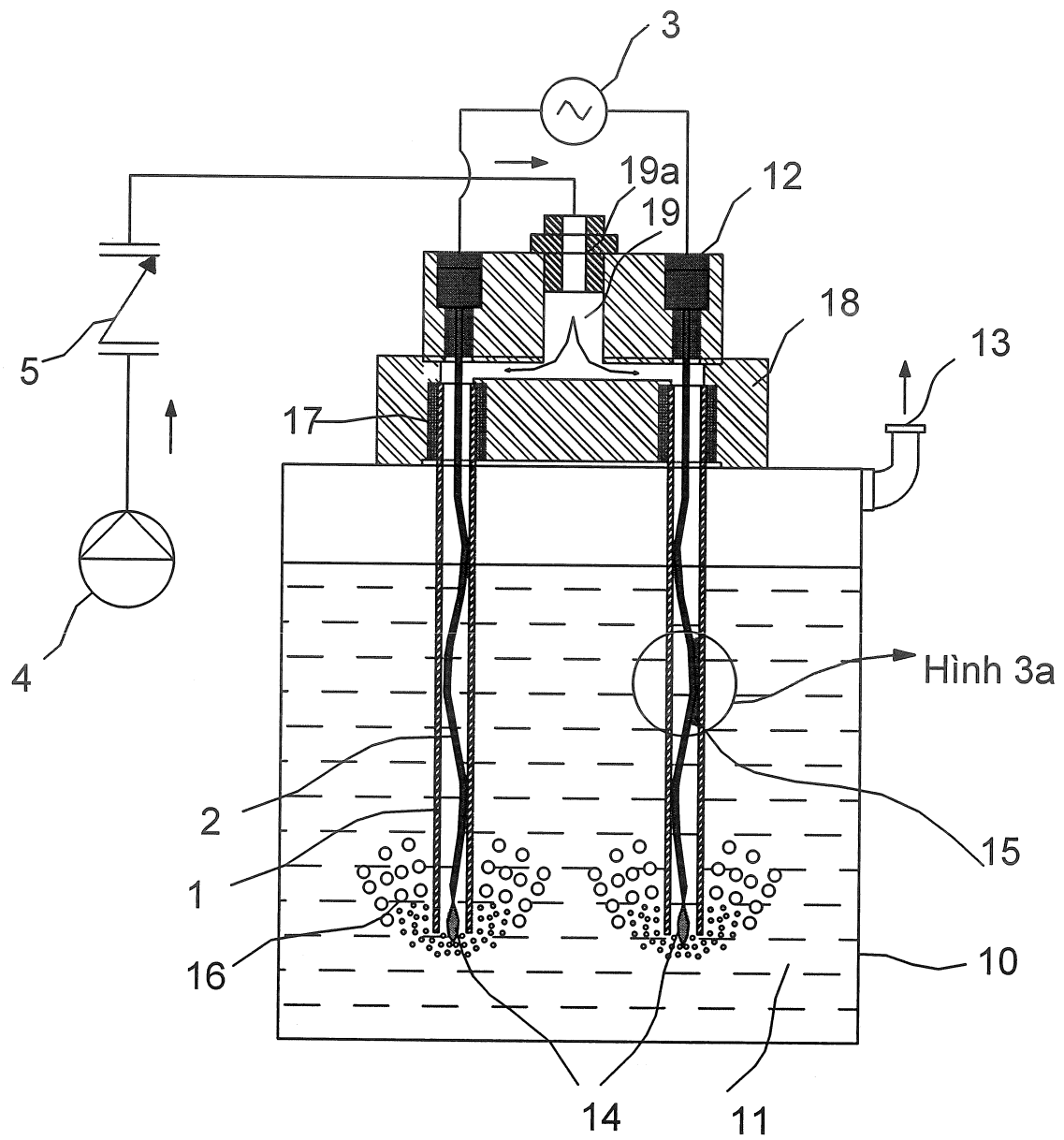
2. Thiết bị theo điểm 1, trong đó các dây điện cực (2) bằng kim loại có dạng xoắn trụ nêu trên được bố trí cách đều thành trong của ống điện cực (1) tương ứng một khoảng không quá 1mm.

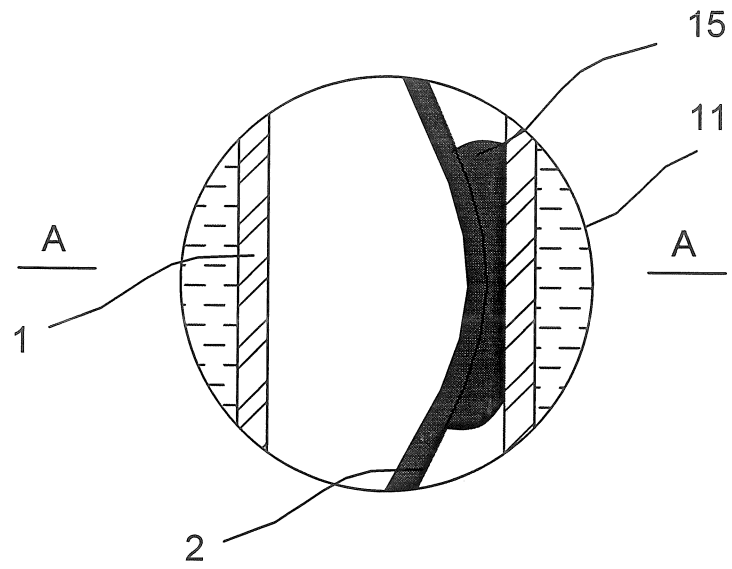
3. Thiết bị theo điểm 1, trong đó mỗi ống điện môi là ống thủy tinh thạch anh, có chiều cao từ 5cm đến 20cm, đường kính ngoài từ 6mm đến 12mm, độ dày từ 1mm đến 3mm.

4. Thiết bị theo điểm 1, trong đó mỗi ống điện môi là ống teflon, có chiều cao từ 5cm đến 20cm, đường kính ngoài từ 6mm đến 12mm, độ dày từ 1mm đến 3mm.

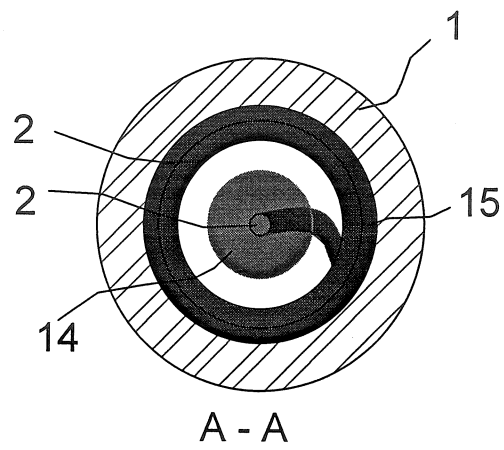
5. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó điện cực bằng kim loại có dạng xoắn trụ nêu trên được thay thế bằng điện cực kim loại thẳng và trơ (volfram) đường kính từ 1cm đến 4cm, được định tâm với ống điện cực (1) bằng chi tiết (22).
6. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó bộ phận cung cấp khí đầu vào bao gồm quạt thổi (4) và bộ phận điều chỉnh lưu lượng khí một chiều (5) được tạo kết cấu để phân phối dòng khí từ quạt thổi (4) vào một đầu của các ống điện cực (1) và ngăn chất lỏng tràn vào ở đầu còn lại.
7. Thiết bị theo điểm 6, trong đó bộ phận cung cấp khí đầu vào còn bao gồm một bình dung dịch đệm (6) được bố trí sau bộ phận điều chỉnh lưu lượng khí một chiều (5) để cung cấp các hoạt chất khác vào khí trước khi cấp vào môđun, bình dung dịch đệm này là bình kín, có ống thổi khí đầu vào ngập dưới đáy dung dịch và đầu lấy khí ra nằm phía trên mặt dung dịch.
8. Thiết bị theo điểm 7, trong đó bình dung dịch đệm (6) sử dụng nước, dung dịch hydro peroxit (H_2O_2) hoặc các dung dịch khác nhằm cung cấp những hoạt chất bổ sung vào thành phần của PAL.
9. Thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó chất lỏng từ bồn chứa (32) được bơm (31) hút và đẩy tới bồn hoạt hóa (26) để được hoạt hóa bởi một hoặc nhiều cặp ống điện cực (1), sau đó thoát ra qua cửa ra chảy tuần hoàn lại bồn chứa (32), quá trình hoạt hóa là liên tục cho đến khi chất lỏng tại bồn chứa (32) được hoạt hoá đạt yêu cầu.
10. Phương pháp hoạt hóa chất lỏng trong đó phương pháp này sử dụng thiết bị theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên.

**Hình 1**

**Hình 2**

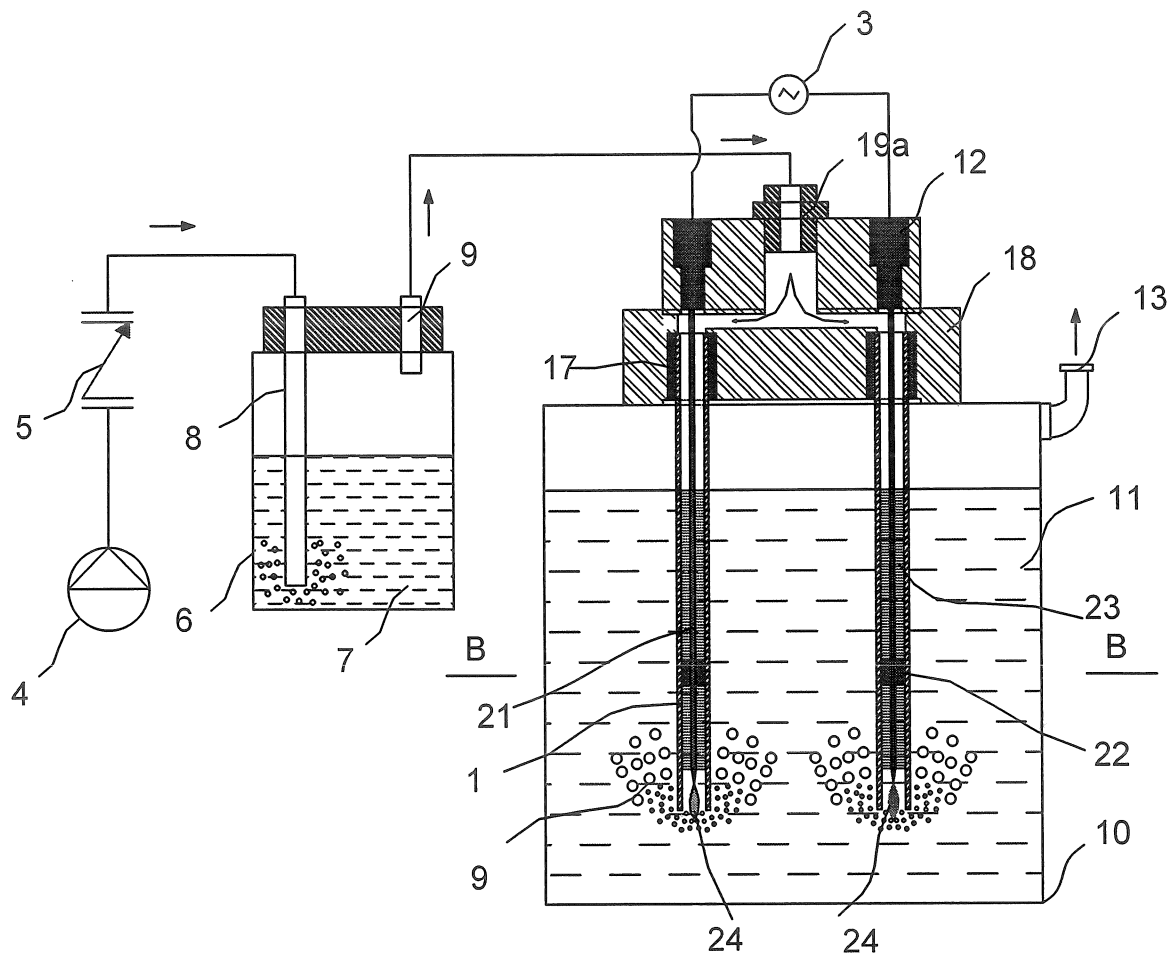


(a)

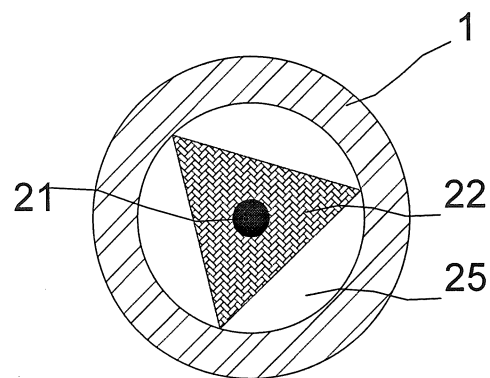


(b)

Hình 3



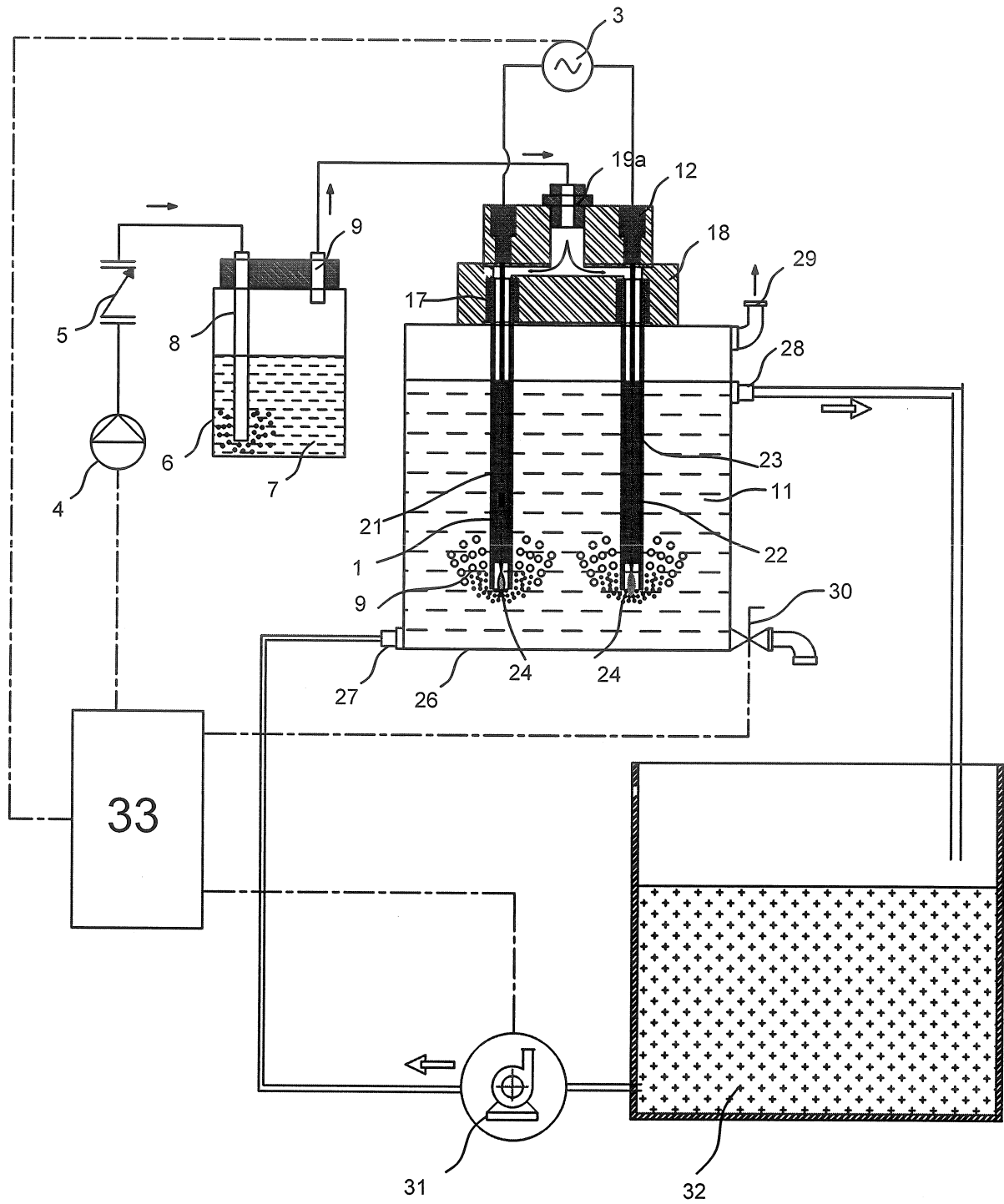
(a)



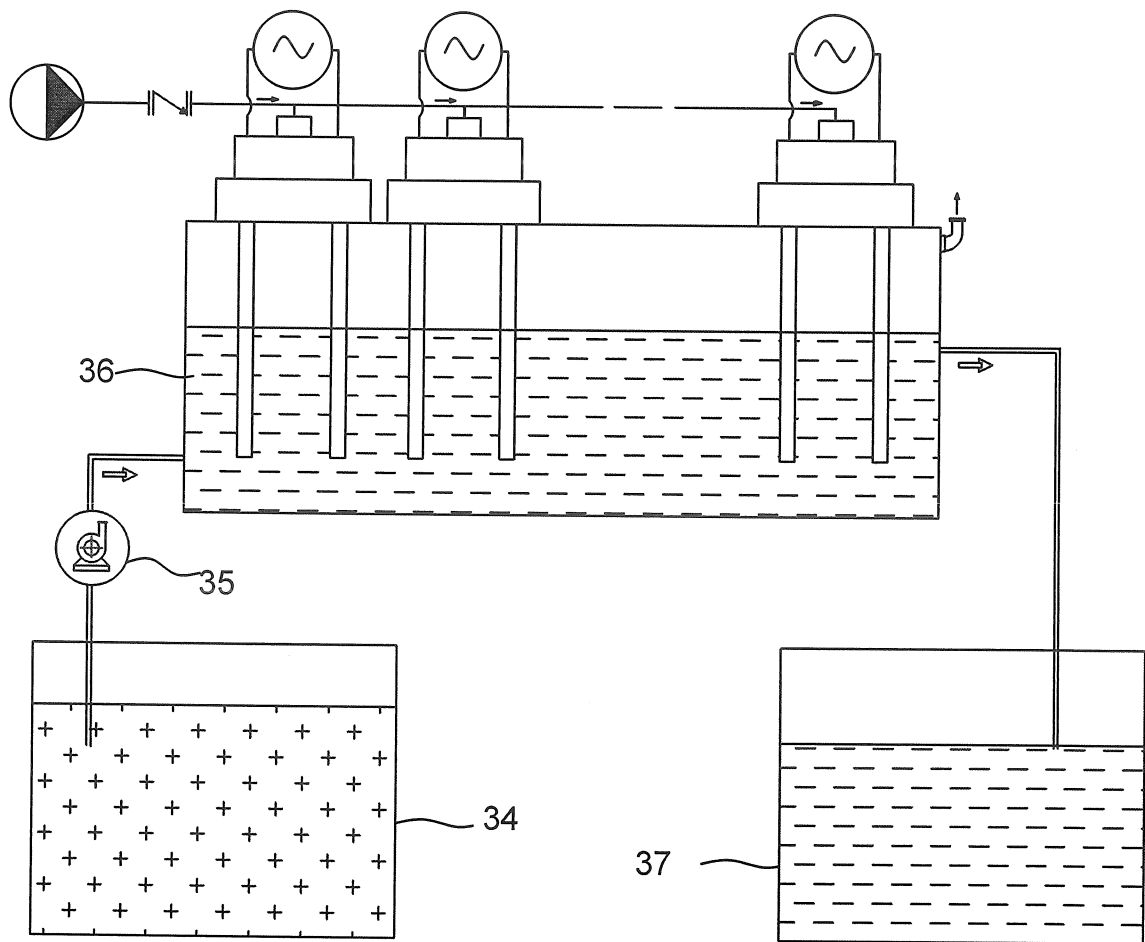
B - B

(b)

Hình 4



Hình 5



Hình 6