(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) **1-0021247**

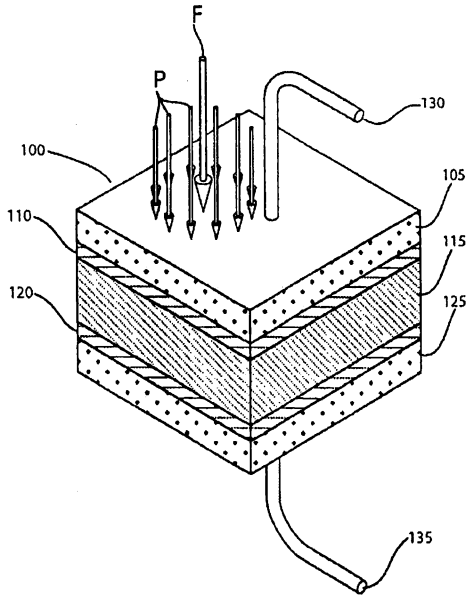
(51)[7] **H01G 13/00**

(13) **B**

(21) 1-2015-04032
(22) 04.04.2014
(86) PCT/US2014/033102 04.04.2014
(87) WO2014/161007A2 02.10.2014
(30) 61/808,733 05.04.2013 US
14/156,457 16.01.2014 US
(45) 25.07.2019 376
(43) 25.12.2015 333
(73) CARVER SCIENTIFIC, INC. (US)
8000 GSRI Avenue, Baton Rouge, LA 70820, United States of America
(72) David CARVER (US), Robert CARVER (US), Sean REYNOLDS (US), Noah DAVIS (US), Sean HALL (US)
(74) Công ty TNHH Lê & Lê (LE & LE)

(54) TỤ ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến tụ điện bao gồm một tụ điện có chất điện môi nằm giữa các điện cực đối nhau và một lớp phủ không dẫn điện nằm giữa ít nhất một điện cực và chất điện môi. Lớp phủ không dẫn điện cho phép sử dụng điện áp cao hơn nhiều so với các tụ điện lớp kép truyền thống, làm tăng đáng kể năng lượng được dự trữ trong tụ điện. Độ nhớt của vật liệu chất điện môi có thể tăng lên hoặc giảm đi theo cách được kiểm soát, chẳng hạn để đáp ứng một kích thích bên ngoài được áp dụng, để kiểm soát sự phóng điện và dự trữ trong thời gian dài.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến tụ điện, và, cụ thể hơn, đề cập đến linh kiện điện có hoạt tính điện hóa được sử dụng để dự trữ năng lượng tĩnh điện trong điện trường.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Có một xu hướng gần đây sử dụng các tụ điện điện hóa để tăng cường dự trữ năng lượng điện. Các tụ điện này điều khiển các đặc tính được tăng cường của chúng từ hai cơ chế cơ bản: điện dung lớp kép và giả điện dung. Các tụ điện lớp kép sử dụng một lớp điện kép (được giải thích dưới đây) để đạt được khoảng cách điện tích (*d*) rất nhỏ, làm tăng điện trường (*E*) đối với một điện áp đã cho, làm tăng điện dung (*C*) và do đó làm tăng năng lượng được dự trữ (*U*) đối với một điện áp đã cho so với một tụ điện có bề mặt phẳng thông thường, như được thể hiện trong các phương trình 1 đến 3 dưới đây.

Phương trình 1 $E = \frac{V}{d}$

trong đó E = điện trường, V = chênh lệch điện thế hoặc điện áp, và d = khoảng cách giữa các bản tích điện.

Phương trình 2 $C = \frac{k\varepsilon_0 A}{d}$

trong đó k = hằng số điện môi hoặc chất điện môi tương đối, C = điện dung, ε_0=hằng số điện môi của không gian tự do, và A = diện tích bề mặt mặt cắt ngang.

Phương trình 3 $U = \frac{1}{2}CV^2$

trong đó U = năng lượng được dự trữ, C = điện dung và V = điện áp.

Thực tế, khoảng cách càng nhỏ (*d*) cho phép càng nhiều điện tích bề mặt của các tấm được bao gói (thường là được cán hoặc được xếp chồng lên nhau) trong một

thể tích cho trước. Như hiển nhiên từ phương trình 2, diện tích này tăng cũng làm tăng đáng kể điện dung. Các thiết bị có bản chất được mô tả ở trên thường được gọi là tụ điện lớp kép (electric double layer capacitors - EDLCs).

Trong các giả tụ điện, là sự lai hóa giữa tụ điện lớp kép và pin, cả khối lượng và diện tích của nguyên liệu đều đóng vai trò then chốt. Do đó chúng có thể dự trữ được nhiều năng lượng hơn so với các tụ điện có bề mặt phẳng thông thường, nhưng gặp phải nhiều độ tin cậy tương tự và thách thức khoa học như của pin tiên tiến, bao gồm giá thành cao do nguyên liệu thô đắt và quá trình gia công phức tạp. Giả điện dung mô phỏng công nghệ pin bằng cách dự trữ năng lượng trong các phản ứng hóa học (oxy hóa và khử) xảy ra tại bề mặt hoặc rất gần bề mặt của các điện cực có liên quan. Tính chất bề mặt của các phản ứng là đặc tính phân biệt với công nghệ pin hóa học.

Mỗi hiệu ứng hoặc cả hai hiệu ứng này (tức là, lớp kép và giả điện dung) có thể được dùng với tên gọi là "siêu tụ điện ". Thuận lợi là, sáng chế này làm cho việc sử dụng và mở rộng lý thuyết lớp kép theo một cách mới lạ, mà không có mặt bất kỳ hình thức "phản ứng hóa học" nào.

Khái niệm về tăng cường tụ điện lớp kép cũng được khám phá trước đó bởi ứng dụng của một polyme dẫn điện, ví dụ Hu, Patent Mỹ số US 8,164,881. Trong khi sáng chế được mô tả trong tài liệu này chắc chắn làm cho việc sử dụng một lớp phủ polyme, polyme đôi khi có điện trở và đôi khi cách điện nhưng không dẫn điện do thiết kế. Điều này khác đáng kể về cấu tạo, bản chất và do đó khác về chức năng với các ứng dụng trước đó.

Tụ điện lớp kép hiện nay chỉ có thể xử lý với các điện áp thấp trước khi xảy ra sự đánh thủng điện. Để đạt được điện áp cao hơn cần thiết cho nhiều ứng dụng thực tế (chẳng hạn như xe điện), các tụ điện lớp kép điện áp thấp được kết nối thành một dãy theo cùng một cách mà các pin được kết nối thành dãy để sử dụng điện áp cao. Tụ điện được cấu tạo theo nguyên tắc của sáng chế có thể xử lý các điện áp cao hơn và được kết nối thành dãy.

Sáng chế hướng tới việc khắc phục một hoặc nhiều vấn đề cơ bản với thiết kế hiện có và giải quyết một hoặc nhiều vấn đề như được trình bày ở trên.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết một hoặc nhiều vấn đề được trình bày ở trên, trong một ví dụ thực hiện của sáng chế, một tụ điện bao gồm một tụ điện có một điện cực dẫn điện thứ nhất có mặt bên ngoài thứ nhất và mặt bên trong thứ nhất ở đối diện; một lớp phủ mỏng, không rỗ, không dẫn điện thứ nhất trên mặt bên trong thứ nhất của điện cực dẫn điện thứ nhất; một vật liệu điện môi trên lớp phủ không dẫn điện thứ nhất, lớp phủ không dẫn điện thứ nhất được đặt giữa điện cực dẫn điện thứ nhất và vật liệu điện môi; và một điện cực dẫn điện thứ hai liền kề với vật liệu điện môi, vật liệu điện môi được đặt giữa điện cực dẫn điện thứ hai và lớp phủ không dẫn điện thứ nhất. Tùy ý, lớp phủ không dẫn điện thứ hai có thể được cung cấp trên điện cực dẫn điện thứ hai, được đặt giữa điện cực dẫn điện thứ hai và vật liệu điện môi. Các lớp phủ không dẫn điện mỏng, có độ dày nhỏ hơn 10% độ dày tổng thể của tụ điện. Để minh họa, và không bị giới hạn, các lớp phủ không dẫn điện có thể bao gồm một monome xylylen được ngưng tụ và trùng hợp, polyme parylen, polyme Puralene™, một oxit kim loại, hoặc một số chất cách điện khác mà có thể được bố trí hoặc được hình thành trong một lớp màng mỏng trên (các) điện cực.

Các lớp phủ không dẫn điện tạo thành các lớp cách điện cho phép sử dụng điện áp cao hơn nhiều so với các tụ điện lớp kép truyền thống. Điều này cho phép mở rộng các lớp từ chỉ một vài (hai hoặc ba mà có thể thay thế trách nhiệm) đến nhiều (có thể là cấp khuếch đại nhiều hơn về số lượng) mà có thể đạt tới xa vào trong môi trường điện môi. Sự tăng điện áp làm việc, làm tăng đáng kể điện trường có mặt trong tụ điện và năng lượng được dự trữ trong tụ điện.

Trong một phương án, vật liệu điện môi là vật liệu điện môi có độ nhớt thay đổi. Nói cách khác, độ nhớt có thể tăng hoặc giảm theo cách có kiểm soát, chẳng hạn như để đáp ứng với một kích thích bên ngoài được áp dụng. Ví dụ, kích thích bên ngoài có thể là lực, áp suất, ứng suất trượt, ứng suất pháp tuyến, nhiệt, bộ tản nhiệt, chất làm mát, từ trường, hoặc điện trường. Kích thích bên ngoài có thể bao gồm một

cơ chế từ nhóm gồm có nguồn nhiệt có thể kiểm soát, bộ tản nhiệt, chất làm mát, nguồn làm mát có thể kiểm soát, máy phát từ trường có thể kiểm soát, máy phát điện trường có thể kiểm soát, máy sinh lực có thể kiểm soát, máy sinh áp suất có thể kiểm soát, hoặc máy sinh ứng suất trượt có thể kiểm soát. Độ nhớt của chất điện môi có thể được tạo ra để làm tăng dần tuần tự từ lớp điện cực vào lớp điện cực, hoặc ngược lại. Với độ nhớt tăng, sự phóng điện của lớp Helmholtz và lớp Helmholtz khuếch tán do năng lượng nhiệt có thể được làm chậm lại và tạm ngừng cơ bản với sự hóa rắn hoàn toàn. Năng lượng điện do đó có thể được dự trữ trong một thời gian dài cho đến khi sẵn sàng giải phóng. Khi sẵn sàng giải phóng, độ nhớt có thể bị giảm theo cách có kiểm soát chẳng hạn bằng cách loại bỏ các kích thích làm tăng độ nhớt hoặc áp dụng các kích thích làm giảm độ nhớt. Sự giảm độ nhớt tạo thuận lợi cho sự phóng điện.

Vật liệu điện môi có thể bao gồm một chất điện môi chẳng hạn polyme dẫn điện, polyme không dẫn điện, oxit kim loại vô cơ, hỗn hợp oxit kim loại, polyme sinh học hoặc một số chất điện môi khác có độ nhớt thay đổi được. Các chất điện môi điện biến, các chất điện môi từ lưu biến và các chất điện môi nhựa Bingham có thể được sử dụng trong tinh thần và phạm vi của sáng chế.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Những khía cạnh, đối tượng, đặc tính và lợi thế nêu trên và những khía cạnh, đối tượng, đặc tính và lợi thế khác của sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn bằng cách tham khảo phần mô tả, yêu cầu bảo hộ, và các hình vẽ kèm theo sau đây, trong đó:

FIG. 1 là sơ đồ minh họa khái niệm mô hình Helmholtz của lớp điện kép; và

FIG. 2 là sơ đồ minh họa khái niệm mô hình Gouy-Chapman của lớp điện kép; và

FIG. 3 là sơ đồ minh họa khái niệm mô hình Stern của lớp điện kép; và

FIG. 4 là sơ đồ minh họa khái niệm mô hình Grahame của lớp điện kép; và

FIG. 5 là sơ đồ minh họa khái niệm mô hình của lớp điện kép bởi Bockris, Devanathan và Muller; và

FIG. 6 minh họa khái niệm một tụ điện ví dụ theo nguyên tắc của sáng chế;

FIG. 7 minh họa khái niệm một tụ điện ví dụ với các lực được áp dụng theo nguyên tắc của sáng chế;

FIG. 8 minh họa khái niệm một lưu đồ để sản xuất polyme để sử dụng với tụ điện ví dụ theo nguyên tắc của sáng chế;

FIG. 9 là một lưu đồ ví dụ minh họa phương pháp để tạo ra vật liệu điện môi có hằng số điện môi cao để sử dụng trong tụ điện theo nguyên tắc của sáng chế; và

FIG. 10 minh họa khái niệm một sơ đồ mạch điện nhiều trạng thái theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế hiện có để phục hồi dòng điện rò rỉ từ một tụ điện dự trữ năng lượng;

FIG. 11 minh họa khái niệm một sơ đồ mạch điện nhiều trạng thái theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế hiện có để phục hồi dòng điện rò rỉ từ một tụ điện dự trữ năng lượng;

FIG. 12 minh họa khái niệm một sơ đồ mạch điện nhiều trạng thái theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế hiện có để phục hồi dòng điện rò rỉ từ một tụ điện dự trữ năng lượng;

FIG. 13 minh họa khái niệm một sơ đồ mạch điện nhiều trạng thái theo một hoặc nhiều phương án của sáng chế hiện có để phục hồi dòng điện rò rỉ từ một tụ điện dự trữ năng lượng;

FIG. 14 minh họa điệp áp theo thời gian đối với một tụ điện ví dụ theo nguyên tắc của sáng chế.

Người có trình độ trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật sẽ đánh giá cao rằng các hình vẽ này không nhằm để rút ra quy mô cụ thể bất kỳ; cũng không phải là các hình vẽ dự định dùng để minh họa cho mỗi phương án của sáng chế. Sáng chế không bị giới hạn bởi các phương án ví dụ được mô tả trong các hình vẽ hoặc các thành phần cụ thể,

trình tự các bước, cấu hình, hình dạng, kích thước tương đối, các khía cạnh trang trí hoặc các tỉ lệ như được chỉ ra trong các hình vẽ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong một phương án ví dụ về tụ điện theo nguyên tắc của sáng chế, một lớp cách điện trực tiếp cho phép sử dụng điện áp cao hơn nhiều so với các tụ điện lớp kép truyền thống. Kết quả là, điều này làm tăng số lượng các lớp từ chỉ một vài (hai hoặc ba mà có thể thay thế trách nhiệm) đến nhiều lớp (có thể là cấp khuếch đại nhiều hơn về số lượng) mà có thể đạt tới xa vào trong môi trường điện môi. Việc xử lý các dãy tụ điện (một cách thông thường để phân tích điện dung đa lớp) chứng tỏ rằng, đối với một số lượng điện tích, việc bổ sung nhiều lớp thực tế sẽ làm giảm điện dung và làm tăng điện áp. Điều này làm tăng điện áp làm việc (cả trực tiếp và gián tiếp từ việc sử dụng một lớp cách điện) cùng với một mức độ nhỏ khoảng cách điện tích từng quan sát được trong các tụ điện lớp kép, làm tăng đáng kể điện trường có mặt trong các tụ điện như có thể nhìn thấy từ phương trình 1 (ở trên). Đáng chú ý thêm là sự tăng đáng kể năng lượng được dự trữ trong tụ điện từ sự tăng điện áp như được nhìn thấy trong phương trình 3 (ở trên). Trong khi các thông số được thực hiện bằng tay để giữ điện dung cao (chẳng hạn sử dụng cách xếp thành chồng, cuộn, và các "thủ thuật" khác), sự gia tăng điện áp rõ ràng có nhiều ảnh hưởng hơn sự giảm điện dung theo tỉ lệ trong các thành phần đóng góp vào lượng năng lượng được dự trữ của thiết bị tổng thể.

Như trong tình trạng kỹ thuật, sự mô tả toán học đầu tiên về lớp điện kép được cho là đã được viết bởi Hermann Helmholtz. Ông mô tả hai lớp điện tích khác nhau song song trong cùng một bề mặt. Mô hình này cung cấp một điện dung không đổi dựa trên khoảng cách của các lớp và tính chất điện môi của môi trường. Helmholtz đề xuất rằng giao diện giữa điện cực kim loại và dung dịch chất điện phân hoạt động giống như một tụ điện trong đó nó có khả năng dự trữ điện tích. Mô hình Helmholtz được minh họa khái niệm trong FIG. 1. Mô hình được đề xuất của Helmholtz là điện cực có mật độ điện tích phát sinh từ sự dư thừa điện tích âm hoặc thiếu hụt điện tích dương ở bề mặt điện cực. Trong mô hình này, điện tích trên điện cực được cân bằng chính xác bởi số lượng ion bằng nhau nhưng tích điện trái dấu. Điện tích này bắt nguồn từ sự sắp

xếp các ion chất điện phân ở giao diện và/hoặc sự định hướng lại các lưỡng cực trong các phân tử dung môi. Sự chênh lệch điện thế xảy ra ngang qua giao diện, hình thành một gradient điện trường ngang qua lớp phân tách điện tích. Các ion bị đẩy hoặc hút tĩnh điện về phía bề mặt điện cực và một lượng dư của một trong hai anion hoặc cation được tạo ra.

Sau khi quan sát thấy rằng điện dung không thực sự không đổi với sự gia tăng điện thế (điện áp), mô hình Gouy-Chapman được giới thiệu. Gouy đã sử dụng cơ học thống kê để phát triển lý thuyết của mình và đã gợi ý rằng sự chuyển động nhiệt của môi trường ngăn chặn sự hình thành một lớp có tổ chức. Mô hình Gouy-Chapman (FIG. 2) sử dụng các lớp điện tích khuếch tán khá chuyển động. Gouy và Chapman đã đề xuất một mô hình lớp kép khuếch tán dự đoán sự phụ thuộc của điện dung đo được trên cả điện thế và nồng độ chất điện phân. Họ đã chỉ ra rằng mật độ điện tích dư thừa trong dung dịch không nằm hoàn toàn ở mặt phẳng Helmholtz bên ngoài, và do đó lớp kép có thể có độ dày thay đổi được. Theo quan điểm của họ, một lớp kép cứng loại Helmholtz sẽ không hình thành bởi vì các lực tĩnh điện hút và đẩy giữa trường và điện tích trên các ion được chống lại bởi sự chuyển động nhiệt ngẫu nhiên trong dung dịch điện môi mà có xu hướng phân tán các ion dư thừa ra khỏi bề mặt của điện cực. Trong mô hình Gouy Chapman, các ion được coi như các điện tích điểm chứa trong một lớp khuếch tán duy nhất. Mô hình này, giống như mô hình Helmholtz, không thành công trong các điều kiện cụ thể.

Sự thất bại của mô hình Helmholtz và Gouy-Chapman đã thúc đẩy những đóng góp của Stern và Grahame. Công việc của họ đã kết hợp hai lý thuyết được đề cập trước đây thành một lý thuyết trong đó "lớp Stern " hoặc "lớp Helmholtz " bên trong được sắp xếp trên một bề mặt được tích điện với một lớp khuếch tán hình thành xung quanh nó. Trong mô hình Stern, như được minh họa trong FIG. 3, hai mô hình trước đây được kết hợp, với một số ion bám chặt vào điện cực như được đề xuất bởi Helmholtz và một số khác hình thành lớp khuếch tán loại Gouy-Chapman. Grahame đề xuất rằng, mặc dù sự tiếp cận gần nhất với điện cực bị chiếm bởi các phân tử dung môi, cũng có thể có khả năng xảy ra đối với một số phần tử ion hoặc không tích điện để thâm nhập vào khu vực này. Mô hình đối với giao diện điện cực/chất điện phân này

(FIG. 4) sử dụng ba khu vực. Thứ nhất, mặt phẳng Helmholtz hoặc lớp bên trong kéo dài từ điện cực đến mặt phẳng đi qua các trung tâm của các ion được hấp thụ đặc biệt. Thứ hai, mặt phẳng Helmholtz hoặc lớp bên ngoài đi qua các trung tâm của các ion bị hydrat hóa ở khoảng cách tiếp cận gần nhất của chúng với điện cực. Thứ ba, lớp khuếch tan nằm ngoài các lớp khác. Điện thế ψ thay đổi tuyến tính với khoảng cách lên tới mặt phẳng Helmholtz bên ngoài và sau đó theo cấp số nhân qua vùng lớp kép khuếch tán.

Vẫn có nhiều nghiên cứu đã được thực hiện để cải thiện sau lý thuyết do Bockris, Devanathan, và Muller đã tính đến các tương tác của dung môi trong chất điện môi. Mô hình này (được minh họa trong FIG. 5) chưa hoàn hảo và hoạt động trên các giả định chẳng hạn sự xấp xỉ của các ion làm điện tích điểm, sự không đổi của hằng số điện môi, sự không đổi của độ nhớt, và giả định rằng sự tương tác đáng kể đều có bản chất Coulombic. Bockris, Devanathan và Muller đã đề xuất rằng sự định hướng lại các phân tử dung môi sẽ xảy ra phụ thuộc vào lượng dư điện tích ở điện cực và sự có mặt hoặc vắng mặt của các ion được hấp thụ đặc biệt ở bề mặt. Sự khác nhau được đề xuất của điện thế tĩnh điện với khoảng cách tương tự về mặt định tính so với mô hình Grahame. Các phân tử nước bao phủ hầu hết điện cực trong lớp được định hướng. Ở một số vị trí, các phân tử nước được thay thế bởi một ion được hấp thụ đặc biệt (ví dụ, anion) mà đã mất lớp vỏ hydrat hóa của nó. Mặt phẳng đi qua trung tâm của các ion này là mặt phẳng Helmholtz bên trong, xác định lớp Helmholtz bên trong. Các ion mang lớp vỏ hydrat hóa cơ bản được tìm thấy bên cạnh và nằm bên ngoài lớp thứ nhất của các phân tử nước được hấp thụ trên bề mặt điện cực. Mặt phẳng đi qua trung tâm của các ion này tạo thành mặt phẳng mặt phẳng Helmholtz, xác định lớp Helmholtz bên ngoài. Không có mô hình nào trong các mô hình này nêu ra hoặc đề xuất một tụ điện với một lớp cách điện hoặc chất điện môi có độ nhớt có thể thay đổi theo nguyên tắc của sáng chế.

Trong tình trạng kỹ thuật người ta đã giả định rằng năng lượng được dự trữ trong các lớp được gọi tên khác nhau liền kề với các điện cực là không thể khôi phục. Nói cách khác, khi một điện thế được áp vào một điện cực phẳng tiếp xúc với một dung dịch mà có các ion có khả năng di chuyển qua dung dịch, xảy ra sự dịch chuyển

của các ion đến bề mặt đó. Khi gần đủ đến điện cực, các ion được giả định là không di chuyển ở bề mặt do các lực tĩnh điện mạnh liên kết chúng tại chỗ. Năng lượng va chạm với các phân tử dung môi không đủ để di chuyển các ion này. Nếu điện thế được loại bỏ ra khỏi bề mặt, các ion này tự do di chuyển theo cách khuếch tán. Rất thú vị khi lưu ý rằng nếu điện thế được loại bỏ ra khỏi bề mặt điện cực, sự phá hủy thu được của lớp điện kép gần với điện cực nhất cho phép giải phóng năng lượng của các ion không di chuyển sao cho năng lượng không hoàn toàn được giải phóng dưới dạng nhiệt, nhưng thay vì điện cực có thể hấp thụ năng lượng được sinh ra bởi sự phá hủy điện trường và tạo ra điện thế và dòng điện trong vật dẫn đó. Hiệu ứng này là cơ sở cho việc dự trữ năng lượng trong một tụ điện lớp kép (EDLC).

Năng lượng được dự trữ trong các lớp khuếch tán bên ngoài của một tụ điện lớp kép thường không được thu hồi hoàn toàn. Các lớp điện kép hình thành gần với bề mặt điện cực được gọi là lớp Helmholtz, trong khi các lớp ở xa hơn được gọi là lớp Gouy-Chapman. Sự khác biệt giữa các lớp này là ở chỗ các lớp ion không có khả năng bị khuếch tán do nhiệt ra khỏi bề mặt điện cực được gọi là lớp "Helmholtz". Các lớp này về cơ bản không di chuyển ở nhiệt độ làm việc do sự áp điện thế lên bề mặt. Sự khác biệt nữa là các lớp Helmholtz khuếch tán (Gouy-Chapman, nhưng thường được gọi là lớp Helmholtz khuếch tán), trong tài liệu này được gọi là lớp DH, là các lớp trong đó các chuyển động nhiệt ngẫu nhiên có khả năng khuếch tán sự sắp xếp ion được gây ra bởi điện trường. Vì đây không phải là một ranh giới rõ ràng, một đơn vị thời gian tùy ý kết hợp với sự hao hụt 50% năng lượng điện thế trong thời gian 1 giây có thể được sử dụng để xác định các điều kiện của lớp ranh giới giữa hai lớp vĩ mô chính.

Cả hai lớp Helmholtz và DH (hình thành ở nhiệt độ phòng không đổi) bị giảm entrôpi so với số lượng lớn. Các vật liệu biến đổi entrôpi này hiển thị các đặc tính vật lý khác nhau đã được ghi nhận (ví dụ hằng số điện môi). Đơn sáng chế về các đặc tính biến đổi được chỉ ra trong Patent Mỹ số US 8,633,289, được cấp ngày 21/01/2014, mô tả quá trình tổng hợp dime trung gian bền của xylylen ([2,2']paraxyclophan) và các dẫn xuất liên quan đến hợp chất đó và cấu tạo chung, phương pháp để tạo ra các xyclophan và các hợp chất có liên quan với các nhóm thế khác nhau, và phương pháp để ứng dụng các monome xylylen (hoặc xylylen được thế) để chế tạo các lớp phủ và

các sản phẩm polyme khác bắt nguồn từ chất trung gian phản ứng. Tương tự như vậy, đơn yêu cầu cấp bằng sáng chế Mỹ số US 13/853,712, được công bố dưới dạng công bố đơn tại Mỹ số 2013-0224397 vào 29/08/2013, mô tả, *không kể những cái khác*, phương pháp để sản xuất vật liệu chất điện môi có hằng số điện môi cao cho các tụ điện sử dụng các polyme hữu cơ để sản xuất các lớp phủ chất điện môi có độ dẫn điện thấp.

Cách lý giải cho hằng số điện môi được tăng cường trong các vật liệu giảm entrôpi được hiểu bởi khái niệm các điện tích "được sắp xếp" thành các hàng và cột riêng biệt. Vì mỗi lớp điện tích được tối ưu hóa một cách mạnh mẽ để có cấu hình năng lượng thấp nhất có thể dựa trên các điện tích ion xung quanh, việc áp đặt một điện trường bên ngoài từ điện cực dẫn đến sự gián đoạn của trạng thái năng lượng thấp nhất có thể đạt được từ vị trí hiện tại của nó. Do đó, khi điện trường được áp dụng, lưỡng cực hoặc ion được di chuyển từ vị trí còn lại của nó, do đó dẫn đến dự sắp xếp lại sự phân bố điện tích trong vật liệu. Điều này dẫn đến sự sắp xếp lại khác nữa của tất cả các lưỡng cực khác liên tục trong suốt chất điện môi. Do đó, năng lượng mà không được chuyển hóa thành nhiệt được hấp thụ bởi chất điện môi. Khi năng lượng được giải phóng, sự đảo ngược của quá trình này có thể xảy ra miễn là năng lượng được dự trữ không được giải phóng nhờ các cơ chế khác chẳng hạn như sự dịch chuyển nhiệt tăng lên.

Trong trường hợp các vật liệu có entrôpi "tiêu chuẩn", sự sắp xếp lại các lưỡng cực và các ion trong điện trường không phải là chắc chắn để gây ra sự sắp xếp lại tất cả các ion và lưỡng cực khác trong vật liệu. Nói cách khác, có một khả năng là sự sắp xếp lại lưỡng cực hoặc ion có thể xảy ra với tương tác rất nhỏ hoặc không có tương tác với các lưỡng cực và ion khác trong vật liệu. Trong những trường hợp này, vật liệu sẽ thể hiện khả năng dự trữ năng lượng thấp hơn so với dạng bị giảm entrôpi của nó.

Nếu độ nhớt của vật liệu là độ nhớt sao cho sự chuyển động của các phân tử có thể xảy ra, năng lượng được dự trữ từ sự hình thành của điện trường bởi một lưỡng cực hoặc ion đã cho có khả năng tiêu tan nhờ các cơ chế hồi phục trong đó năng lượng được chuyển hóa thành các chuyển động quay, chuyển động rung, chuyển động tịnh

tiến, và các chuyển động khác mà tự biểu hiện ra bên ngoài dưới dạng nhiệt. Với vật liệu có độ nhớt thấp, năng lượng mà được dự trữ trong các lớp Helmholtz khuếch tán (lớp DH) do đó bị mất do sự chuyển động ngẫu nhiên của các ion và lưỡng cực.

Với các vật liệu có độ nhớt từ trung bình đến cao, khung thời gian cho sự hình thành các lớp Helmholtz (lớp H) và các lớp DH tăng lên đáng kể. Sự chuyển động nhiệt của các phân tử (ngoại trừ các rung động hiện tại của mạng lưới như một hiện tượng vĩ mô), tuy nhiên, bị giảm một cách hiệu quả đến gần như không đáng kể. Trong các vật liệu này, có khả năng dự trữ năng lượng của một điện trường trong các lớp H và DH tương đối nhanh so với thời gian đòi hỏi đối với năng lượng bị tiêu hao bởi nhiệt. Sự tiêu hao bởi nhiệt về cơ bản là sự phân rã theo hàm mũ bậc một theo thời gian tương tự như phân rã phóng xạ hoặc khuếch tán; nếu trong suốt chu trình tích điện, năng lượng được hấp thụ trong thời gian, ví dụ, 1 giây, vật liệu có độ nhớt cao có thể cần nhiều giây hoặc thậm chí vài phút để đạt được thậm chí 90% sự tiêu hao năng lượng dưới dạng nhiệt.

Quá trình phân rã bởi nhiệt chậm hơn đáng kể so với quá trình dự trữ năng lượng của lớp điện kép. Do đó, có thể sử dụng năng lượng được dự trữ bởi dự hình thành của cả hai lớp H và DH nếu năng lượng đạt được một cách nhanh chóng. Trong tình huống này, sự giải phóng hầu hết năng lượng trong các lớp lưỡng cực và ion được tạo thành là nhờ điện trường và sau đó được kết hợp với điện thế và dòng điện. Vì sự phóng điện của các lớp H và DH có thể đòi hỏi sự chuyển động của các phân tử và nguyên tử, quá trình phóng điện có thể tương đối chậm so với quá trình tích điện nhưng vẫn còn tương đối nhanh so với các cơ chế hồi phục mà sản sinh ra nhiệt.

Như được minh họa trong FIG. 6, trong một phương án ví dụ, tụ điện theo nguyên tắc của sáng chế gồm có một điện cực dẫn điện 105 có bề mặt mịn hoặc thô ráp, điện cực này, bằng ví dụ, có thể chứa một kim loại mịn, một polyme dẫn điện hoặc một điện cực cacbon thô có diện tích bề mặt cao. Một điện trở hoặc lớp phủ cách điện 110 được áp vào một bề mặt của điện cực dẫn điện 105. Bằng cách ví dụ, lớp phủ 110 có thể chứa một oxit kim loại, Puralene™, plasma hoặc lớp phủ màng. Phương pháp để sản xuất lớp phủ Puralene™ được mô tả dưới đây. Puralene™ là một nhãn

hiệu của chủ đơn về chất phủ được mô tả dưới đây. Vật liệu chất điện môi 115, tức là, vật liệu có hằng số điện môi cao hoặc lưỡng cực chứa một vật liệu có độ nhớt thấp, được áp vào bề mặt bên ngoài của lớp phủ 110. Bằng cách ví dụ, vật liệu chất điện môi 115 có thể chứa một polyme dẫn điện hoặc không dẫn điện, một oxit kim loại vô cơ, hỗn hợp các oxit kim loại, hỗn hợp của polyme và các vật liệu hữu cơ và các polyme sinh học. Ví dụ không hạn chế về các thành phần chất điện môi thích hợp được mô tả dưới đây. Trong một phương án được ưu tiên, độ nhớt thấp của chất điện môi có thể tăng lên theo cách được kiểm soát bằng cách áp dụng hoặc loại bỏ năng lượng ở dạng nhiệt, lực, điện trường, từ trường hoặc các biện pháp khác để thay đổi độ nhớt của thành phần chất điện môi được áp dụng. Chất điện môi 115 có thể có độ nhớt giảm để hỗ trợ cho việc giải phóng năng lượng nhanh hơn từ các lớp lưỡng cực và ion liên kết. Một điện cực dẫn điện đối diện 125 (có thể bao gồm một dây dẫn với lớp phủ cách điện hoặc có điện trở hoặc không có lớp phủ) được áp vào chất điện môi 115, tức là, vật liệu có hằng số điện môi cao hoặc lưỡng cực chứa vật liệu có độ nhớt thấp. Điện cực đối 125 có thể cùng vật liệu với điện cực 105 đầu tiên. Một lớp phủ cách điện hoặc có điện trở 120 giữa điện cực đối 125 và chất điện môi 115 là tùy ý. Lớp phủ 120 này có thể giống với lớp phủ 110 giữa điện cực 105 đầu tiên và chất điện môi 115.

Các điện cực có thể được gắn với một nguồn điện áp, thông qua các đầu dẫn điện 130, 135 (ví dụ, các đầu dây dẫn điện, các vết hoặc con đường khác), và cho phép tích điện. Độ nhớt của chất điện môi 115 được tích điện do đó được tăng tùy ý để cho phép thời gian dự trữ điện tích dài hơn do sự giảm các chuyển động nhiệt ngẫu nhiên hoặc các quá trình phụ thuộc độ nhớt khác. Chất điện môi được giải phóng điện bởi dòng điện ra khỏi các điện cực 105, 125 bởi một tải điện.

Trong tụ điện được tạo thành theo cách này, điện tích tương đương có dấu ngược lại sẽ chạy vào các điện cực 105, 125. Nếu chất điện môi 115 (tức là, vật liệu có hằng số điện môi cao hoặc lưỡng cực chứa vật liệu có độ nhớt thấp được áp vào bề mặt của lớp phủ có điện trở hoặc cách điện) có độ nhớt thấp được sử dụng, dòng chảy điện tích sẽ rất đáng kể trong một khoảng thời gian dài. Các vật liệu rất nhớt đòi hỏi thời gian tích điện dài hơn ở tốc độ dòng chảy điện tích thấp hơn. Một khi điện tích được bổ sung từ một nguồn điện áp, việc loại bỏ nguồn điện áp sau đó sẽ dẫn đến sự phóng

điện chậm của điện áp được lưu giữ tại các điện cực. Dòng điện rò rỉ giải phóng theo cách có điện trở năng lượng được dự trữ trong sự hình thành của các lớp H và DH.

Lớp phủ cách điện 110, 120 càng dày thì điện áp bên ngoài cần sử dụng càng cao để dự trữ một lượng năng lượng đã cho ở độ dày không đổi. Ngoài ra, các lớp phủ cách điện 110, 120 dày hơn chẳng hạn PET (polyetylen terphtalat) tạo ra sự giảm khả năng dự trữ năng lượng gần như ở cấp khuếch đại. Lớp phủ Puralene™ được ưu tiên do đặc tính về các lỗ kim bị giảm, tức là, về cơ bản là không rỗ, và khả năng được phủ vào các lớp rất mỏng. Điều này cho phép độ dày tổng thể của tụ điện nằm trong khoảng 100 micromet và do đó điện áp vừa phải là có thể được. Ví dụ nếu độ dà `` 1000 micromet và các lớp phủ cách điện 110, 120 bằng 1% độ dày đó (mỗi lớp 5 micromet), sau đó để đạt được điện trường 10V/micromet, 10.000V sẽ phải được áp dụng trên lớp phủ bên ngoài. Điện áp này là quá cao để được sử dụng tiết kiệm và an toàn Do đó, lớp phủ không dẫn điện 110, 120 càng mỏng, điện áp có thể là càng thấp trong khi giữ được khả năng dự trữ của thiết bị. Khi sử dụng Puralene™, không đắt và và thể hiện các phẩm chất rất được mong muốn chẳng hạn các lỗ kim giảm xuống, độ phẳng, vv..., và các muối polyme ion có trọng lượng phân tử cao được mô tả bên dưới đối với chất điện môi 115, mật độ năng lượng bằng ít nhất 10 lần mà các tụ điện lớp kép điển hình có thể đạt được. FIG. 14, được thảo luận dưới đây, minh họa sự khác biệt về hiệu suất của tụ điện theo nguyên tắc của sáng chế, ngược lại với hiệu suất của tụ điện lớp kép và pin thông thường.

Các chất điều chỉnh độ nhớt, chẳng hạn các dung môi, các polyme mạch nhánh, các oligomer có trọng lượng phân tử thấp, các polyme hình cây có thể được bổ sung vào vật liệu chất điện môi 115 để làm giảm độ nhớt. Etanol và các nguyên liệu ban đầu không được phản ứng có thể được dùng cho mục đích này.

Do sự phụ thuộc của độ nhớt vào các đặc tính tích điện và phóng điện của hệ thống, rất thuận lợi để đưa vào trong phương án của công nghệ này một phương pháp để thay đổi độ nhớt của chất điện môi theo cách động lực học. Có nhiều phương pháp đã được biết đến để tạo ra một cách có hiệu quả sự thay đổi độ nhớt của một chất lỏng,

nhiều phương pháp trong đó có thể dễ dàng được tích hợp vào việc thực hiện hệ thống bởi một chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật về khoa học vật liệu.

Một ví dụ không giới hạn về phương pháp để kiểm soát độ nhớt của chất điện môi là bằng cách kiểm soát nhiệt độ. Nếu thay vì duy trì thiết bị được mô tả ở trên ở nhiệt độ không đổi, trong quá trình hoặc sau khi tích điện; thiết bị được làm lạnh từ điện cực 105 và 125 hướng vào trong, sau đó độ nhớt của chất điện môi có thể được làm cho tăng dần dần từ lớp điện cực 105 đến lớp điện cực 125 theo tuần tự, hoặc ngược lại. Giả sử độ nhớt tăng lên với nhiệt độ thấp hơn (mặc dù đôi khi có thể thu được hiệu quả ngược lại), sự phóng điện của các lớp H và DH do năng lượng nhiệt có thể bị làm chậm lại và về bản chất là bị dừng lại với sự hóa rắn hoàn toàn. Năng lượng điện do đó có thể được dự trữ trong thời gian dài cho đến khi sẵn sàng để giải phóng.

Sự giải phóng năng lượng điện với sự mất mát thành nhiệt tối thiểu là tương tự với cách mà nó được tích điện. Thiết bị đã làm lạnh có thể được làm ấm lên khi cần thiết bằng nhiệt độ phòng hoặc nhiệt được tạo ra để giải phóng năng lượng điện thông qua các điện cực khi độ nhớt của chất điện môi bên trong bị giảm. Sự ấm lên chậm có lợi ích thêm là ngăn ngừa sự phóng điện nhanh của năng lượng chứa trong các lớp H và DH. Sự phối hợp của việc làm ấm các điện cực và chất điện môi có thể được thực hiện để đáp ứng các nhu cầu năng lượng của tải điện. Sự cẩn thận phải được thực hiện trong thiết kế hệ thống để ngăn chặn tình trạng xảy ra rất nhanh trong đó sự gia nhiệt bên trong hoặc bên ngoài chất điện môi làm cho nhiệt độ tăng lên nhanh chóng và do đó độ nhớt giảm ở tốc độ tăng, không được kiểm soát.

Một phương pháp nổi tiếng khác để kiểm soát độ nhớt là thông qua việc khai thác các tác dụng của chất lỏng phi Newton. Vô số các vật liệu thể hiện, đến các mức độ khác nhau, mối quan hệ phi tuyến tính hoặc bù trừ giữa độ nhớt và ứng suất, tốc độ cắt, thời gian, hoặc các yếu tố khác được áp dụng. Các lực và áp suất được áp dụng được minh họa khái niệm trong FIG. 7. Các vật liệu phổ biến đã được ghi nhận thể hiện sự tăng hoặc giảm độ nhớt rõ ràng khi phải chịu áp lực cơ học. Các vật liệu này thường được phân loại thành trượt đọng dày (trương phình ra) hoặc trượt dính mỏng (giả dẻo), phụ thuộc vào dấu hiệu của sự thay đổi độ nhớt. Nhiều vật liệu trong lớp này

thể hiện các tác dụng nhớt đàn, trong đó chúng có xu hướng quay trở lại hình dạng ban đầu khi ứng suất bị loại bỏ. Ngoài ra, các vật liệu khác thể hiện sự phụ thuộc thời gian trên độ nhớt với ứng suất (chất lỏng xúc biến và chất lỏng dần tăng nhớt, một lần nữa phụ thuộc vào dấu hiệu), và vẫn có những vật liệu khác thể hiện mối quan hệ bù trừ giữa độ nhớt và ứng suất. Những vật liệu thể hiện mối quan hệ bù trừ giữa độ nhớt và ứng suất, được biết đến như một loại nhựa Bingham, là mối quan tâm đặc biệt trong ứng dụng này do các đặc tính cụ thể của nó.

Nhựa Bingham là một vật liệu đàn nhớt hoạt động như một vật thể cứng nhắc ở các ứng suất thấp nhưng chảy như một chất lỏng nhớt ở ứng suất cao. Cụ thể hơn, nhựa Bingham được biết đến là hoạt động như một chất rắn khi ứng suất được áp dụng ở dưới một giới hạn nhất định, và do đó có một ứng suất đàn hồi có thể đo được hoặc các yếu tố khác. Bằng cách sử dụng đặc tính này, chất điện môi hoạt động dưới dạng nhựa Bingham có thể được giữ ở trạng thái rắn dưới các điều hiện ứng suất thấp, bảo vệ sự hình thành các lớp H và DH trong một thời gian dài. Khi trở nên cần thiết để giải phóng năng lượng được dự trữ trong các lớp này, một lượng ứng suất biến đổi có thể được áp dụng vào chất điện môi, do đó sự hạ thấp độ nhớt của nó có thể được kiểm soát.

Thành phần chất điện môi có thể được lựa chọn sao cho nó thể hiện một tập hợp các đặc tính mong muốn của chất lỏng phi Newton. Phương án về thiết bị sau đó có thể được thiết kế sao cho ứng suất có thể được áp dụng nhờ các biện pháp cơ học hoặc các biện pháp khác để kiểm soát độ nhớt của chất điện môi một cách thích hợp. Đối với một ví dụ không giới hạn, ngăn xếp tụ điện có thể được đặt giữa hai bản. Bản phía dưới sẽ được cố định tại chỗ, trong khi bản phía trên được gắn vào một bộ phận truyền động cơ học, điện từ, thủy lực, hoặc khí nén. Khi mong muốn áp dụng ứng suất vào vật liệu, bộ phận truyền động có thể áp dụng lực theo hướng đường thẳng hoặc hướng quay để áp dụng một lượng, tốc độ tối ưu, và sự kết hợp ứng suất cắt và ứng suất pháp tuyến được coi là thích hợp nhất cho ứng dụng chất lỏng. Các phương pháp thay thế khác bao gồm việc sử dụng bong bóng thủy lực hoặc khí nén để áp ứng suất lên ngăn xếp tụ điện giữa hai bản cố định, cũng như việc bao xung quanh thiết bị bằng một hợp

kim nhớ hình, gồm có hoạt tính điện hóa, chất đàn hồi điện môi, hoặc thành phần có hoạt tính khác.

Sự kết hợp các hiệu ứng này cũng có thể được sử dụng để thực hiện thay đổi độ nhớt của chất điện môi. Bằng cách kết hợp một chất lỏng điện môi trượt đọng dày phi Newton với độ cứng thấp và các điện cực phù hợp, tụ điện tạo thành cái được biết đến là bộ truyền động polyme có hoạt tính điện hóa hoặc đặc biệt là bộ truyền động chất đàn hồi điện môi. Một khi điện tích được áp vào tụ điện này, lực tĩnh điện giữa các điện cực gây ra một lực được hướng pháp tuyến đến cả hai bản. Lực này "làm ướt" chất điện môi với nhau một cách hiệu quả, bằng cách áp ứng suất pháp tuyến vào chất điện môi. Nếu chất điện môi này cũng là chất lỏng trượt đọng dày phi Newton, độ nhớt sẽ tăng khi ứng suất được áp vào tăng.

Độ nhớt của vật liệu cũng có thể được kiểm soát một cách động lực học bằng cách điều chỉnh các đặc tính vật lý của nó để tăng các tính chất điện nhớt của chất điện môi. Trong một chất lỏng điện nhớt hoặc chất lỏng điện biến, thành phần và cấu tạo của chất lỏng điện môi gây ra phản ứng tăng cường với điện trường bên ngoài. Một điện trường được áp dụng có thể gây ra sự thay đổi độ nhớt cực độ, nhanh, và thuận nghịch. Các chất lỏng điện biến có thể hoạt động như nhựa Bingham, được mô tả ở trên, sao cho ứng suất đàn hồi tỉ lệ thuận với điện trường. Thiết kế của điện cực đã được chỉ ra để làm tăng các hiệu ứng điện biến. Phần lớn trong cùng một cách, chất điện môi có thể được thiết kế để thể hiện các hiệu ứng từ biến, chất điện môi này sẽ đáp ứng với từ trường mà không phải là điện trường. Các hiệu ứng từ biến thậm chí có thể được áp dụng nhiều hơn do thiếu sự can nhiễu với cơ chế dự trữ năng lượng của thiết bị.

Trong cả hai trường hợp bộ truyền động đàn hồi điện môi và phương án điện nhớt, sự cẩn thận phải được thực hiện để tránh tình trạng xảy ra rất nhanh. Vì độ nhớt của chất lỏng được xác định bởi độ lớn của trường được áp vào nó, các trường hợp cụ thể như đoản mạch là đặc biệt nguy hiểm. Nếu tình trạng đoản mạch được phép tồn tại, điện tích trên các điện cực sẽ bị di chuyển một cách nhanh chóng và do đó độ nhớt của chất lỏng điện môi sẽ giảm nhanh chóng. Sự giảm độ nhớt này sẽ làm tăng rất nhiều

tính di động của các lớp H và DH, gây ra sự phóng điện nhanh của năng lượng được dự trữ vào một phụ tải nguy hiểm về điện thế (tức là sự đoản mạch).

Trong một tụ điện ví dụ theo nguyên tắc của sáng chế, điện cực 105 hoặc cả hai điện cực 105, 125 (ví dụ mỗi điện cực có thể là điện cực đồng nhẵn) có thể được phủ bằng cách sử dụng quy trình phủ Puralene™. Bằng cách tham khảo FIG. 8, hình vẽ này thể hiện một biểu đồ dòng chảy ở mức độ cao minh họa một phương pháp ví dụ để sản xuất vật liệu có hằng số điện môi tăng cao, ví dụ, Puralene™, để sử dụng làm lớp phủ theo nguyên tắc của sáng chế. Các bộ phận, còn được gọi là các buồng, có thể bao gồm các bể chứa có một cửa vào và một cửa ra hoặc các cấu trúc hình ống với một cửa vào và một cửa ra. Buồng 210 là một ống được đun nóng hoặc một thiết bị bay hơi khác được dùng để làm bay hơi nguyên liệu cấp ban đầu 200. Nguyên liệu cấp ban đầu 200 được làm bay hơi và được trộn với khí trơ 205 trong buồng 210. Khí trơ 205 có thể là khí bất kỳ trong nhóm, hoặc hỗn hợp gồm, các khí trơ hoặc bản chất là khí trơ, chẳng hạn, nhưng không giới hạn bởi, argon hoặc nitơ. Sự thay thế nitơ cho argon và/hoặc các khí có bản chất là khí trơ khác là có thể xảy ra. Các bơm và van có thể được sử dụng để đẩy và kiểm soát dòng các chất lỏng từ trạm này đến trạm khác.

Bằng cách ví dụ và không giới hạn, buồng 210 có thể bao gồm một ống phản ứng nhiệt phân Inconel (hợp kim niken 600) được làm nóng bằng điện. Ống này được làm nóng đến nhiệt độ nằm tỏng khoảng từ 450^{0}C đến 630^{0}C ở áp suất khí quyển. Một dòng chảy một mình khí argon, hoặc với một chất phản ứng chẳng hạn nitơ oxit, được cung cấp vào ống phản ứng nhiệt phân. Nguyên liệu được cấp ban đầu 200 có thể là hơi xylen (Aldrich #134449-4L). Nếu khí mang 205 bao gồm các phần tử hoặc chất phản ứng (ví dụ, N_2O), tỉ lệ của các khí được điều chỉnh để cung cấp tỉ lệ về hệ số tỉ lượng mol xấp xỉ bằng 1:1 của các phần tử hoặc các chất phản ứng (xylen so với nitơ oxit).

Nguyên liệu ban đầu 200 được đun nóng trong hỗn hợp dễ bay hơi với khí trơ phản ứng với oxy đơn nguyên tử trong buồng phản ứng 215. Là một phần tử rất phản ứng và nhất thời, oxy đơn nguyên tử phải sẵn có để phản ứng với hỗn hợp dễ bay hơi trong buồng phản ứng 215. Như đã đề cập ở trên, nguồn oxy đơn nguyên tử có thể là

hợp chất khí được cung cấp với khí mang 205, hoặc hợp chất khí được cung cấp riêng rẽ 240, hoặc nguồn khác, chẳng hạn một nguồn phát plasma 235.

Plasma oxy đơn nguyên tử có thể được tạo ra bằng cách cho khí oxy (O_2) tiếp xúc với một nguồn năng lượng ion hóa, chẳng hạn nguồn phóng điện RF, nguồn này ion hóa chất khí. Ngoài ra, một hợp chất chẳng hạn Nitơ oxit (N_2O) có thể cung cấp oxy đơn nguyên tử cho phản ứng bởi sự phân hủy do nhiệt, được xúc tác, và/hoặc sự phân hủy khác. Do đó, nguồn phát plasma oxy nguyên tử 235, hoặc nguồn cấp hợp chất hóa học oxy nguyên tử (ví dụ, N_2O) 240, hoặc nguồn cấp oxy nguyên tử thích hợp khác được cung cấp.

Khí plasma có thể được sử dụng với các nguyên liệu ban đầu đã đề cập ở trên để tạo thành các sản phẩm bị oxy hóa trung gian mà có thể phản ứng tiếp để tạo thành các sản phẩm phản ứng là các dạng bị oxy hóa của các nguyên liệu ban đầu, các sản phẩm này có thể là các monome, dime, trime, oligome, hoặc polyme. Nguồn phát plasma 235 bao gồm một bộ cấp khí 230 cung cấp khí cho buồng phản ứng plasma 220. Bộ điều vận plasma 225 cung cấp năng lượng để ion hóa chất khí.

Tỉ lệ các khí được điều chỉnh để cung cấp tỉ lệ về hệ số tỉ lượng mol xấp xỉ 1:1 (xylen so với nitơ oxit hoặc xylen so với oxy đơn nguyên tử). Để minh họa, số lượng nitơ oxit tăng lên dẫn đến sự oxy hóa một phần và/hoặc hoàn toàn xylen với sự giảm hình thành xyclophan mong muốn hoặc polyme của nó. Sự kiểm soát chặt chẽ các tỉ lệ về hệ số tỉ lượng của các chất phản ứng là điều mong muốn trong phản ứng này.

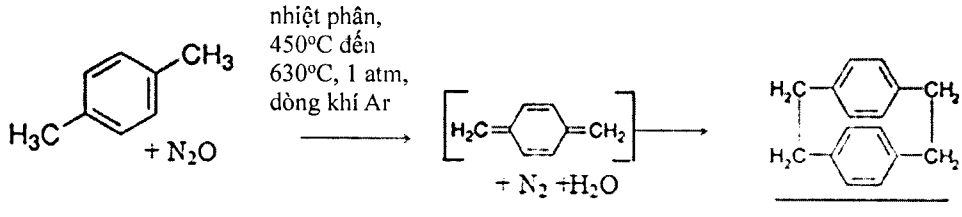
Các sản phẩm phản ứng được cung cấp vào buồng phản ứng 235, buồng này được đun nóng đến nhiệt độ xấp xỉ từ 450°C đến 800°C để tạo thuận lợi cho sự bay hơi các sản phẩm phản ứng. Các sản phẩm phản ứng đã bay hơi 245 được phun lên trên một bề mặt thu hồi có nhiệt độ thấp hơn 250, ở đây các sản phẩm phản ứng ngưng tụ và tạo thành chất rắn. Ở nhiệt độ cao hơn (650°C đến 800°C) cửa ra của buồng phản ứng 235 đủ nóng để duy trì monome p-xylylen ở dạng monome.

Sự ngưng tụ chất khí vào một bình thủy tinh được làm lạnh dẫn đến sự lắng đọng của chất rắn từ không màu đến màu kem. Chất rắn này tan một phần trong 95%

etanol. Chất rắn này được so sánh với chất mẫu [2,2']paraxyclophan (Aldrich #P225-5G-A) bằng cách phân tích sắc ký khí (SRI#310, cột megabore 15m, máy dò FID) và đã cho thấy là đưa ra thời gian lưu đồng nhất.

Sự làm lạnh nhanh monome lên trên bề mặt 250 (mà bề mặt này, có thể bao gồm bề mặt của điện cực 105, 125) dẫn đến sự ngưng tụ chất lỏng của monome và sự polyme hóa nhanh monome thành polyme. Sự so sánh màng được tạo ra theo đó dường như là giống với màng parylen được tạo ra bởi sự nhiệt phân chân không thông thường của các dime tạo ra bởi quy trình Gorham. Nếu không có sự tăng lên của polyme Puralene™, hằng số điện môi của các sản phẩm bị hóa rắn bằng khoảng 3, độ bền đánh thủng điện là đồng nhất khoảng 100 V/micromet, và độ tan của các dung môi nóng và lạnh nằm dưới mức có thể phát hiện được.

Trong phản ứng này, người ta cho rằng chất trung gian phản ứng p-xylylen được tạo ra và sau đó có thể bị dime hóa trong ống phản ứng 235 hoặc trong suốt quá trình ngưng tụ 245 trên chất nền 250. Phản ứng này được dùng để tổng hợp dime, khi so sánh với "quy trình Gorham" đã biết, dẫn đến sự cải thiện lớn về hiệu suất tổng hợp tổng thể của dimer và cũng dẫn đến sự cải thiện lớn về độ tinh khiết của dime trực tiếp từ phản ứng. Cần được hiểu rằng sự biến đổi số lượng hệ số tỉ lượng của các chất phản ứng có thể được điều chỉnh để tạo ra hiệu suất lớn hơn hoặc nhỏ hơn với độ tinh khiết có liên quan hay đổi để tạo ra một quy trình kinh tế hơn hoặc hiệu quả sản xuất tổng thể tốt hơn mà không đi lệch đáng kể khỏi phạm vi của sáng chế. Sự tinh chế tiếp theo các nguyên liệu từ phản ứng này có thể được thực hiện trên nguyên liệu này theo cách dễ dàng hơn nhiều so với khi thực hiện với các quá trình đã nêu trước đây. Phản ứng được thể hiện dưới đây.

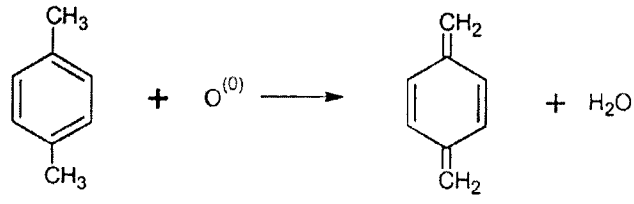


Khi nhiệt độ phản ứng ở trạm 235 được tăng lên đến >650^{0}C, sự lắng đọng của monome xylylen có thể được tiến hành trực tiếp trên một chất nền rắn mà không cần

tách dime trung gian. Sự lắng đọng của khí đi ra ở nhiệt độ phản ứng trên 650^{0}C trên một tấm kính lạnh dẫn đến sự hình thành hợp chất không tan etanol có hiển thị đặc tính của một polyme parylen. Tuy nhiên, các đặc tính về độ tan quan sát được rõ ràng cho thấy rằng nguyên liệu không tan trong tất cả các dung môi thông thường (tức là hexan, xylen, etyl axetat, etanol, nước).

Người ta cho rằng cơ chế phản ứng xảy ra thông qua một con đường bao gồm sự phân hủy trước của nitơ oxit. Nitơ oxit là một phân tử không bền về mặt năng lượng có thể bị phân hủy bởi nhiệt ở nhiệt độ cao. Các sản phẩm của phản ứng là nitơ lưỡng nguyên tử và oxy đơn nguyên tử. Oxy đơn nguyên tử có khả năng phản ứng với chính nó để tạo ra oxy lưỡng nguyên tử, nhưng phản ứng này tương đối chậm. Các con số ước lượng khác nhau xác định nhiệt độ mà sự phân hủy nhiệt thuần túy xảy ra, nhưng con số ước lượng khoảng 1100°C thường được kể đến. Chất xúc tác của phản ứng này như được chỉ ra trong phương trình 4 được biết đến là xảy ra với một loạt các oxit kim loại và hỗn hợp các oxit kim loại. Một số nhiệt độ được dùng để phân hủy nitơ oxit với một số chất xúc tác nhất định là thấp bằng 350°C.

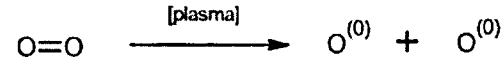
Phương trình 4

Phương trình 5 

Các phần tử phản ứng cho quá trình này rất có khả năng là oxy đơn nguyên tử được tạo ra từ sự phân hủy nitơ oxit. Theo nghĩa này, nitơ oxit có thể được xem như là một chất mang thích hợp cho việc cung cấp chất trung gian phản ứng, oxy đơn nguyên tử.

Theo cách tương tự với phản ứng nitơ oxit, oxy lưỡng nguyên tử tinh khiết có thể được sử dụng làm chất phản ứng. Tuy nhiên, để tạo ra hiệu suất đáng kể của các sản phẩm mong muốn, sự hoạt hóa của oxy là cần thiết. Người ta cho rằng sự hoạt hóa

oxy là do sự kích thích của phân tử oxy để tạo ra oxy đơn nguyên tử như được thể hiện trong phương trình 6.

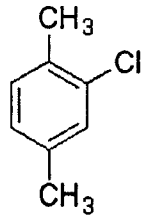


Phương trình 6

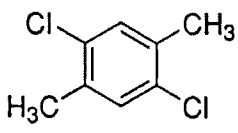
Phản ứng với oxy đơn nguyên tử được tạo ra theo cách này do đó được thực hiện theo cách tương tự với phản ứng theo con đường phân hủy nitơ oxit.

Việc làm lạnh các khí có nhiệt độ cao 245 đi ra khỏi ống phản ứng 235 là cần thiết. Nếu khí phản ứng ở nhiệt độ quá cao, khả năng chất phản ứng trung gian ngưng tụ và bám dính vào bề mặt sẽ giảm đáng kể. Vì mục đích này, một thiết bị để trộn các khí không phản ứng và khí trơ lạnh vào dòng phản ứng nóng đã được nghĩ ra. Phản ứng có thể được tiến hành ở áp suất tăng hoặc giảm (trên hoặc dưới áp suất khí quyển). Theo đó, một van giãn nở có thể được sử dụng ở đầu ra của ống phản ứng 235 để tạo ra hiệu ứng Joule-Thomson làm lạnh khí nóng khi khí này ở dưới nhiệt độ nghịch đảo của nó.

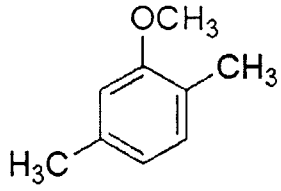
Phương pháp có thể được mở rộng với các nhóm thế khác chẳng hạn các nhóm thế được chỉ ra dưới đây.



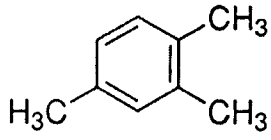
2-CLO-1,4-DIMETYLBENZEN



2,5-DICLO-PARA-XYLEN



2,5-DIMETYLANISOL



1,2,4-TRIMETYLBENZEN

Các nhóm thế chẳng hạn như các nhóm đã nêu ở trên (clo, diclo, metoxy, và metyl) không phải chỉ là các nhóm thế thơm có khả năng bị biến đổi bởi quy trình này thành các chất trung gian phản ứng và các polyme tiếp theo của chúng. Ngoài ra, paraxyclophan và các hợp chất được dẫn xuất từ hợp chất này là không loại trừ cho quá trình này. Sự định hướng meta và ortho của các nhóm thế trên các vòng thơm cũng

là các nguyên liệu phản ứng ban đầu khả thi. Phản ứng này có thể được tổng quát hóa để bao gồm tất cả các hợp chất có khả năng phản ứng với oxy đơn nguyên tử được tạo ra từ plasma hoặc từ các hợp chất chứa oxy bị phân hủy hoặc các sản phẩm phản ứng trung gian của nó và cũng chứa các nguyên tử hydro được ổn định hóa bởi sự có mặt của vòng thơm. Các nguyên tử hydro này thường được đặt ở vị trí alpha so với vòng phenyl (vị trí benzylic). Cấu trúc Michael được loại bỏ ra khỏi các vị trí vòng thơm alpha được biết đến là để tạo ra độ phản ứng tương tự với hydro alpha với các vị trí vòng thơm như được biết đến bởi các chuyên gia trong lĩnh vực tổng hợp hữu cơ. Tuy nhiên, độ phản ứng của các nguyên tử hydro này không bị giới hạn bởi các vị trí alpha và/hoặc vị trí Michael từ vòng thơm hoặc vòng thơm chẳng hạn benzen. Sự ổn định vòng thơm khác được biết đến với nhiều hệ thống vòng khác nhau, vòng hợp nhất, và hệ thống không vòng, như được biết đến bởi các chuyên gia trong lĩnh vực tổng hợp hữu cơ. Các nguyên liệu ban đầu này tốt hơn là có thể có mặt hai nguyên tử hydro có khả năng bị loại bỏ để tạo thành các nguyên liệu ban đầu bị oxy hóa một phần. Các nguyên liệu được ưu tiên này có thể tùy ý có khả năng dime hóa, trime hóa, oligome hóa, hoặc polyme hóa. Ví dụ không giới hạn được sử dụng trong tài liệu này là p-xylen.

Một phương án của sáng chế làm tăng hằng số điện môi của polyme bằng cách cho các sản phẩm phản ứng ngưng tụ 245 tiếp xúc với một từ trường hoặc điện trường. Tại đầu ra của các phản ứng được mô tả ở trên, dòng khí của sản phẩm phản ứng 245 được hướng trực tiếp vào bề mặt rắn lạnh 250. Để minh họa, đích bề mặt 250 có thể được nhúng chìm trong một từ trường 255 chẳng hạn được tạo ra bởi một nam châm Neodymium (S84, K&J Magnetics). Các nguồn từ trường khác có thể được sử dụng và được dự định nằm trong phạm vi của sáng chế. Sự ngưng tụ của monome và sự trùng hợp tiếp theo có thể được thực hiện nhanh chóng khi ở trong từ trường 255. Nếu đích và nam châm duy trì hướng tương đối như nhau trong suốt quá trình trùng hợp, sau đó sự tăng giới hạn hằng số điện môi sẽ diễn ra. Nếu hướng của từ trường 255 quan hệ với đích được quay trong suốt quá trình trùng hợp hoặc quá trình ngưng tụ pha rắn, thì hằng số điện môi thu được giảm đi.

Khi phản ứng được thực hiện như đã nêu ở trên, sử dụng monome p-xylylen làm phân tử trùng hợp, nhưng không có mặt từ trường, hằng số điện môi tương đối của nguyên liệu được phủ xấp xỉ bằng 3. Khi nguyên liệu được dịch chuyển như đã mô tả với mật độ từ thông 255 xấp xỉ từ 200 đến 2000 Gao-xơ, hằng số điện môi tương đối xấp xỉ bằng 7. Do đó, từ trường được cho thấy là làm tăng đáng kể hằng số điện môi của sản phẩm bởi một hệ số lớn hơn 2 lần. Theo cách tương tự, các muối khác, các lưỡng cực, và các muối của các axit hữu cơ có thể được định hướng entrôpi trong suốt quá trình hóa rắn hoặc trùng hợp để tạo ra các nguyên liệu có hằng số điện môi cao được cải thiện. Sự cải thiện hằng số điện môi từ 10 đến trên 1000% có thể đạt được.

Theo phương án thực hiện khác, đích bề mặt 250 được đặt trong một điện trường 255 được cung cấp bởi một nguồn cấp năng lượng điện áp cao (G40, Emco, 4000V). Sự ngưng tụ của monome và sự polyme hóa sau đó có thể tiến hành nhanh trong khi nằm trong điện trường. Nếu đích và điện trường duy trì cùng hướng tương đối trong quá trình polyme hóa, thì sự tăng giới hạn hằng số điện môi sẽ diễn ra. Nếu hướng của điện trường đối với đích được quay trong khi polyme hóa hoặc trong quá trình ngưng tụ pha rắn, thì hằng số điện môi sẽ thấp hơn.

Sự ngưng tụ của các sản phẩm phản ứng điện môi với sự có mặt của điện trường và/hoặc từ trường, làm tăng hằng số điện môi của chất điện môi được ngưng tụ. Bước này có thể áp dụng được đối với các hợp chất khác ngoài polyme parylen.

Khi bước ngưng tụ được thực hiện như đã mô tả ở trên, sử dụng hỗn hợp muối axit maleic với guanidin làm vật liệu cách điện cao, nhưng không có mặt điện trường, hằng số điện môi tương đối của vật liệu được phủ xấp xỉ 500. Khi vật liệu được dịch chuyển như được mô tả với mật độ điện trường từ 10.000 đến 30.000 V/m, hằng số điện môi tương đối xấp xỉ 25.000 đến 40.000. Vì vậy, điện trường cơ bản làm tăng hằng số điện môi ít nhất là 25 lần so với trường hợp cụ thể này. Theo cách tương tự, các muối khác, lưỡng cực, và các muối của các axit hữu cơ có thể được định hướng entrôpi trong khi hóa rắn hoặc polyme hóa để sản xuất các vật liệu hằng số điện môi cao được cải thiện. Sự cải thiện hằng số điện môi trong khoảng từ 50 đến trên 10.000%.

Việc sử dụng điện trường và/hoặc từ trường trong quá trình ngưng tụ làm biến đổi độ bền cơ học của sản phẩm. Vật liệu có thể không đẳng hướng sau khi ngưng tụ trong các trường mạnh. Vì vậy, phương pháp này có thể được sử dụng như là một cách điều chỉnh các đặc tính cơ học của các sản phẩm phản ứng được tạo ra bởi quá trình này.

Độ dày của lớp phủ Puralene™ 110, 120 có thể nằm trong khoảng từ 5 đến 30 nm đến lớn hơn 10 micromet. Điện cực được phủ 105, 125 sau đó được sử dụng làm nền cho việc áp dụng vật liệu chất điện môi 115.

Có rất nhiều chất điện môi có thể được sử dụng để tạo thành tụ điện theo nguyên tắc của sáng chế. Tuy nhiên, để tạo ra tụ điện được cải thiện cơ bản, cần đòi hỏi nhiều hơn việc đơn giản chỉ tạo ra chất điện môi và đặt nó giữa hai điện cực. Phương pháp mà trong đó chất điện môi được lựa chọn, được biến đổi, và được áp dụng là có tính quan trọng quyết định và không hiển nhiên đối với các chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật sản xuất tụ điện.

Trong một phương án ví dụ, chất điện môi có độ nhớt phân tầng cho tụ điện theo các nguyên tắc của sáng chế có thể được tạo thành từ 15 gam bột protein (chẳng hạn Zein, Sigma-Aldrich #Z3625), bổ sung 50ml etanol tuyệt đối. Dung dịch được khuấy trong không khí trơ cho đến khi thu được sự hòa tan hoàn toàn. Bổ sung từng phần 10g chất rắn anhydrit maleic (Sigma-Aldrich #M188) vào dung dịch này cùng với khuấy mạnh trong tổng thời gian 30 phút. Dung dịch được đun nóng đến 60°C trong suốt khoảng thời gian này. Ở cuối khoảng thời gian này, 0,5g dicumylperoxit (Sigma-Aldrich #329541) được bổ sung từng phần trong 5 phút. Dung dịch được đun sôi và khuấy ở nhiệt độ trên 60°C trong 1,5 giờ. Dung dịch được làm nguội đến nhiệt độ phòng. Sau đó guanidin carbonat rắn (Sigma-Aldrich# G1165-9) được bổ sung từng phần cho đến khi dung dịch từ trung tính đến kiềm. Chất lỏng có màu như mật ong thu được có thể được sử dụng trong chất điện môi. Ngoài ra, các vật liệu khác chẳng hạn axit maleic /axit acrylic đồng trùng hợp (Sigma-Aldrich #416053) có thể được trung hòa bằng guanidin để tạo ra kết quả tương tự. Các phương án thay thế cho guanidin có thể được sử dụng tốt. Để ví dụ không giới hạn, Xezi carbonat và Rubidi carbonat có

thể được sử dụng để thay thế. Các phần tử hữu cơ, polyme, và phần tử cation vô cơ khác có thể được thay thế. Axit acrylic /acrylamit có trọng lượng phân tử siêu cao cũng có thể là các chất điện môi khi chúng được trung hòa tùy ý thành các dạng muối của chúng.

FIG. 9 là một lưu đồ ví dụ minh họa phương pháp để sản xuất vật liệu chất điện môi có hằng số điện môi cao, theo một phương án của sáng chế. Phương pháp bắt đầu bằng việc hòa tan một polyme hữu cơ trong một dung môi để tạo ra dung dịch huyền phù đặc (305). Polyme có thể là sen-lắc, dầu silicon, zein, và/hoặc polyme hữu cơ khác. Trong một phương án, polyme hữu cơ không hòa tan được loại nỏ ra khỏi dung dịch huyền phù đặc (310), để ví dụ không giới hạn, bằng cách sử dụng một bộ lọc hoặc ly tâm. Một muối vô cơ sau đó có thể được bổ sung vào dung dịch huyền phù đặc (315). Muối vô cơ có thể là muối của kim loại chuyển tiếp, chẳng hạn muối của Gd, Sr, Sn, Fe, hoặc hỗn hợp của chúng. Trong một phương án, một chất bổ trợ điện thế phóng điện có thể được bổ sung vào dung dịch huyền phù đặc (320). Chất bổ trợ điện thế phóng điện có thể bao gồm một hoặc nhiều nguyên tố Y, Ni, Sm, Sc, Tb, Yb, La, Te, Ti, Zr, Ge, Mg, Pb, Hf, Cu, Ta, Nb, Bi, hoặc hỗn hợp của chúng. Để tạo điều kiện cho việc sàng lọc và sấy khô, dimetyl formamit và dimetylsulfoxit có thể được bổ sung vào dung dịch huyền phù đặc (325). Dung dịch huyền phù đặc sau đó có thể được đun nóng đến nhiệt độ nằm trong khoảng từ 150°C đến 300°C để loại bỏ hoặc làm bay hơi dung môi (330). Phương pháp này tránh được nhiệt độ quá trình cao và tạo ra tụ điện có chất điện môi cao với điện thế phóng điện cao.

Các vật liệu chất điện môi thích hợp khác gồm có các muối polyme dẫn điện, chẳng hạn muối của axit acrylic, acrylamit, metacrylat, polypyrol, vv...; oxit kim loại vô cơ chẳng hạn perovskit (tức là bari titanat, stronti bari titanat, vv...); các chất lỏng ion được tích điện chẳng hạn các muối polyme và các chất lỏng được tích điện khác hoặc các chất nửa rắn có thể có khả năng di chuyển hoặc dịch chuyển đến một mức độ nào đó trong một ma trận; hoặc hỗn hợp của các chất này.

Vật liệu chất điện môi được áp dụng 115 có một điện cực bổ sung thứ hai 125 mà có thể tùy ý được phủ bằng một lớp phủ không dẫn điện 120 chẳng hạn

Puralene™, bằng cách sử dụng quy trình phủ như được mô tả ở trên. Sự kết nối các điện cực 105, 125 với một nguồn điệp áp và một tải diện thông qua các đầu dẫn 130, 135 giống với ở tụ điện tĩnh điện truyền thống.

Trong một phương án ví dụ khác, điện cực có diện tích bề mặt lớn 105, 125 được sử dụng thay vì một điện cực mịn. Điều này tạo ra điện dung bề mặt lớn hơn và sự phóng điện nhanh hơn trong giai đoạn đầu tiên của sự phóng điện. Điện cực có diện tích bề mặt lớn có thể chứa cacbon hoạt tính hoặc vật liệu dẫn điện khác mà vật liệu này, khi được áp vào bề mặt điện cực, tạo ra diện tích bề mặt lớn. Điện cực liền kề có thể được phủ hoặc không được phủ.

Trong một phương án khác, tụ điện theo nguyên tắc của sáng chế có thể chứa một vật liệu chất điện môi có tính chất thay đổi độ nhớt. Các phương pháp để đưa sự thay đổi độ nhớt vào chất điện môi có thể bao gồm nhiệt độ thay đổi, điện trường thay đổi, từ trường thay đổi, áp suất thay đổi, lực trượt và/hoặc ứng suất pháp tuyến thay đổi. Mỗi áp suất, lực trượt và ứng suất thay đổi là một loại ứng dụng về lực. Hướng và sự phân bố của lực được áp dụng xác định xem đó là áp suất, lực trượt hay ứng suất.

Một phương pháp ví dụ để chế tạo chất điện môi từ lưu biến đòi hỏi sự phân phối các hạt từ tính cách điện (hoặc không dẫn điện) trong khắp chất điện môi. Một khi các lớp H và DH được hình thành, từ trường sẽ được áp dụng để làm tăng độ nhớt cũng như ngăn chặn sự di chuyển của hạt qua chất điện môi và "khóa" các lớp H và DH. Làm thay đổi cường độ từ trường sẽ cho phép sự phân ly có kiểm soát của các lớp qua sự di chuyển điện tích (lưu lượng dòng) trong chính chất điện môi. Ngoài ra, từ trường được áp dụng có thể có khả năng đưa vào lớp bổ sung hoặc thay đổi entrôpi để dự trữ năng lượng.

Sự giải thích về cơ chế trong đó năng lượng được dự trữ trong các thiết bị này đã được đề xuất. Mặc dù hữu dụng cho một mô hình hoạt động theo lý thuyết, không có giải thích nào được cung cấp trong tài liệu này theo cách bất kỳ làm giảm đi sự sáng tạo của phương pháp hoặc quy trình đã được mô tả.

Nhìn chung, cơ chế lớn nhất cho dòng tích điện ban đầu đi vào tụ điện đã nêu ở trên là nhờ chế độ điện dung của thiết bị. Trong suốt giai đoạn dự trữ năng lượng sau này của sự tích điện, sự hình thành lớp Helmholtz khuếch tán là chế độ cơ bản của việc dự trữ năng lượng. Chế độ DH này được thực hiện dễ dàng hơn khi vật liệu chất điện môi ít nhớt. Nguyên tắc chung này được tôi luyện bởi thực tế rằng một số polyme có thể hiển thị các đặc tính nhớt hơn khi ở trong một từ trường so với khi không có từ trường. Tuy nhiên, sự hình thành các lớp DH là rõ rệt hơn khi thiết bị được đặt trong một điện trường lớn hơn. Để ngăn chặn sự tiêu tan năng lượng được dự trữ trong các lớp DH, điều mong muốn là có sự gia tăng độ nhớt sau khi năng lượng điện được sử dụng để hình thành các lớp này. Theo cách này, sự tiêu tan năng lượng giảm xuống và giảm nhẹ về điện thế.

Do đó, nếu có sự tiêu tan năng lượng được dự trữ nhờ điện trường của thiết bị, có thể thuận lợi để sử dụng một mạch điện tử để phục hồi ít nhất một phần năng lượng bị chuyển hóa bởi "sự rò rỉ" và sau đó được lưu lại bằng cách dự trữ vào một tụ điện bên ngoài hoặc hợp nhất và trả lại cho chính thiết bị.

Khi tham khảo các hình vẽ từ FIG. 10 đến FIG. 13, một sơ đồ mạch điện nhiều trạng thái được minh họa theo các trạng thái khác nhau theo một hoặc nhiều phương án để sản xuất thiệt bị điện tử để phục hồi dòng điện rò rỉ từ một tụ điện dự trữ năng lượng. Các hình vẽ từ FIG. 10 đến FIG. 13 minh họa bốn trạng thái một mạch mới được phát triển để tái tạo và tái sinh dòng điện rò rỉ từ một tụ điện hoặc mảng tụ điện, C1.

Trong các hình vẽ từ FIG. 10 đến FIG. 13, các bộ phận sau đây được mô tả. C1 là một tụ điện hoặc mảng tụ điện có khả năng dự trữ một số lượng điện tích nhất định. Nó thể hiện sự rò rỉ dòng điện khi phải chịu một điện áp cho sẵn (V+). C2 là một tụ điện (ví dụ, nhỏ hơn nhiều so với C1) có các đặc tính dự trữ tốt thể hiện sự rò rỉ dòng điện thấp hơn nhiều (hoặc có thể là dòng điện rò rỉ tương tự, nhưng diện tích điện dung nhỏ hơn nhiều). D1 là một điôt mà có đặc tính là có thể "chặn" điện áp từ C1 trở về Vss. Khi điện áp đi ra từ cuộn thứ cấp của máy biến áp T1 vượt quá điện áp có mặt trên C1 và sự giảm điện thế về phía trước của D1, sau đó dòng điện sẽ dẫn tới (các) tụ

điện C1. S1 là một trong ba vị trí của công tắc đơn cực. Dòng CL là một dòng điều khiển dùng để điều khiển S1. S1 là công tắc có thể kết nối điện phía điện áp cao của C1 với điện áp tích điện, V+. Ở một vị trí nó được kết nối với V+ và ở một vị trí khác nó là kết nối mở (NC) hoặc được nối với tải điện (TẢI ĐIỆN). S2 và S3 là các công tắc điều khiển điện có khả năng chuyển mạch giữa hai đầu ra khác nhau. Các công tắc này không nhất thiết phải là các công tắc có điện áp cao có thể chịu được V+. T1 là một máy biến áp loại "quét ngược" hoặc là một cuộn cảm tương đương mà có khả năng chịu được điện áp trên cuộn thứ cấp bằng hoặc cao hơn V+. V+ là điện áp tích điện được kết nối với (các) tụ điện dự trữ năng lượng chính C1 trong suốt chu trình tích điện. Vss là điện áp thấp hơn có mặt trên điện cực đối của C1 từ V+ tạo ra sự chênh lệch điện thế giữa hai điện cực.

Khi sử dụng mạch điện nhiều trạng thái như các hình vẽ từ FIG. 10 đến FIG. 13, dòng điện rò rỉ có thể được phục hồi và được tái tạo từ tụ điện C1 theo nguyên tắc của sáng chế. Khi tham khảo trạng thái A của sơ đồ mạch điện trong FIG. 10, dòng điện được thấy là chạy từ nguồn V+ qua S1 đến bản tích điện dương C1. Trong trạng thái này, S2 được nối với Vss sao cho điện tích có thể được tích tụ trên C1 với sự chênh lệch điện thế giữa hai bộ phận. Tình trạng của S3 không phải là đối tượng trong trạng thái này và không có dòng điện chạy ở phần dưới của mạch điện.

Trong trạng thái B của sơ đồ mạch điện ở FIG. 11, V+ không được nối với điện cực dương của C1 và điện cực kia của C1 được kết nối với mặt đất qua S2. Điều này minh họa một tình trạng điển hình mà tải điện được dự trữ của tụ điện C1 được sử dụng qua công tắc S1 để cung cấp năng lượng cho tải điện.

Trong các trạng thái C và D của sơ đồ mạch điện ở các hình vẽ FIG. 12 và FIG. 13, hai trạng thái được cho thấy là tụ điện dự trữ C1 không được tích điện hoặc phóng điện. Tuy nhiên, do dòng điện rò rỉ từ một điện cực đến điện cực kia, có một dòng điện chạy từ bộ phận C1 phi lý tưởng đến C2 nhờ công tắc S2. Dòng điện này sẽ tích điện cho C2 đến một số điện áp ở một tốc độ dựa trên điện dung tương đối của C1 và C2 và tốc độ rò rỉ. Công tắc S2 không được nối đất và được nối với đầu vào của C2. Trong khi ở trạng thái C, tụ điện C2 được tích điện đến một số điện áp được xác định trước

(V1). Ở điện áp xác định trước đó, bộ so sánh sau đó ngắt kết nối C2 từ điện cực "Vss" mở của C1 bằng cách sử dụng S2, và S2 nối với "Vss", và sau đó kết nối tiếp điện cực dương của C2 với đầu vào của máy biến áp T1 bằng cách sử dụng S3, như được thể hiện ở trạng thái D trong FIG. 13. Dòng điện phóng qua T1 gây ra điện áp trên cuộn thứ cấp của T1 mà tăng lên đến một giá trị điện áp đủ để trả một số điện tích cho C1 qua điôt D1. Một khi sự phóng điện của C2 hoàn thành như được xác định bởi việc xác định điện áp của bộ so sánh trên điện cực dương của C2, bộ so sánh trả tất cả các công tắc về trạng thái C trừ khi có một nhu cầu được thực hiện để tích điện hoặc phóng điện cho C1.

Trong sự vận hành như được mô tả ở trên, một tụ điện tương đối "rò rỉ" có thể trả lại một số điện tích mất mát nhờ sự rò rỉ của C1 khi C1 không được sử dụng trong suốt khoảng thời gian tích điện hoặc phóng điện. Do tính hiệu quả của mạch điện (có thể được thực hiện để có hiệu quả >90%), sự rò rỉ từ thiết bị C1 được giảm một cách hiệu quả bởi một hệ số lên tới 9 lần. Đối với việc sản xuất một mảng lớn các tụ điện, đây có thể là sự cải tiến quan trọng về hiệu suất. Thường có các tạp chất không mong muốn trong vật liệu làm tăng dòng điện rò rỉ, và những tạp chất này thường không được phát hiện cho đến khi toàn bộ bộ phận lắp ráp được hoàn thiện. Trong trường hợp một mảng lớn tụ điện, tạp chất này chiếm một số lượng đáng kể của các thiết bị tốt bị loại bỏ do một số lượng tương đối nhỏ các sự cố trong mảng tụ điện.

Như đồ thị trong FIG. 14 cho thấy, một điện áp tích điện cho một điện cực của tụ điện, trong khi một điện áp được tạo ra bởi điện cực khác là hàng loạt được nối đất qua một điện trở 10K. Khi thiết bị tích điện, có một sự tích điện nhanh chóng của điện cực và trở kháng thấp do điện dung của thiết bị. Các chế độ điện dung của sự tích điện nhanh hơn nhiều so với sự hình thành lớp Helmholtz, nhưng cuối cùng điện tích được dự trữ bởi các cơ chế dự trữ năng lượng này ít hơn nhiều so với cơ chế bởi sự hình thành lớp DH.

Khi tham khảo FIG. 14, năng lượng và điện áp theo thời gian đối với một tụ điện ví dụ theo nguyên tắc của sáng chế được minh họa một cách khái niệm. Tụ điện là một tụ điện tích điện thông qua một điện trở được ghép với một nguồn 120VDC. Sự

kết nối của PicoScope™ Model 4262 với mỗi điện cực của tụ điện và việc sử dụng các hàm toán học được lấy tích phân của phạm vi cho phép tính toán và hiển thị năng lượng chạy vào mạch điện như được chỉ ra bởi vạch 405. Điện áp áp vào điện cực thứ nhất được thể hiện bởi vạch 415A-415B, và dòng điện dịch chuyển được thể hiện bởi vạch 410. Điện áp tích điện đầu tiên xấp xỉ 120V cung cấp 8,16J cho tụ điện. Điện áp thứ hai bằng -120VDC được áp dụng ở xấp xỉ điểm 3 phút cho thấy năng lượng được cung cấp là 8,08J. Trong trình tự tích điện đặc biệt này, số lượng tích điện và phóng điện xấp xỉ bằng nhau. Phép lấy tích phân của dòng điện dịch chuyển qua tụ điện biểu lộ rằng năng lượng được hấp thụ và năng lượng được giải phóng xấp xỉ bằng nhau đến nằm trong giới hạn sai số của thiết bị thu thập dữ liệu và phép lấy tích phân thông thường. Chu trình tích điện lâu hơn có thể được sử dụng, nhưng về cơ bản tất cả năng lượng được cung cấp trong khoảng thời gian này ở điện áp này đã được hấp thụ bởi tụ điện trong khung thời gian này. Một số độ dốc trong các nguồn cung cấp năng lượng có mặt do điện kháng thấp của tụ điện trong quá trình chuyển mạch ban đầu. Độ dốc về điện áp này được tính trong các tính toán của phạm vi. Trong ví dụ này, năng lượng được hấp thụ là 8,16J. Thể tích của mẫu là 0,006333 ml. Mật độ năng lượng bằng 1288J/ml hoặc 198Wh/kg. Phép lấy tích phân điện tích bộc lộ rằng về cơ bản có thể thu được độ phục hồi điện tích >90% khi chu trình phóng điện dài hơn ít nhất 10 lần so với chu trình tích điện.

Trong một ví dụ khác được chỉ ra trong Bảng 2 dưới đây, năng lượng được dự trữ nằm trong khoảng 0,41 Wh/kg ở cường độ điện trường rất thấp (0,34 V trên mỗi micromet).

Bảng 2

q	C	A	d	v	E	Điện áp	E/m^3	ρ	E/kg	Điện trường
776,000	25,876	50	87	30	1,16E-2	4,35E-9	2,68E+6	1,8	0,413	0,34

q có đơn vị (nA.s), C có đơn vị μF, A có đơn vị mm^2, d có đơn vị μm, v có đơn vị vôn, E có đơn vị J, Vol. có đơn vị m^3, ρ có đơn vị g/cm^3, E/kg có đơn vị Wh/kg, Điện trường có đơn vị V/μm.

Cường độ điện trường cao hơn so với cường độ đã ghi nhận trong Bảng 2 nêu trên được sử dụng. Các thiết bị được tích điện với cường độ điện trường lớn hơn dự trữ nhiều điện tích hơn, và thu được các giá trị về mật độ năng lượng cao hơn trên mỗi khối lượng.

Trong khi một phương án làm ví dụ của sáng chế đã được mô tả, rõ ràng là các thay thế và biến thể có thể được thực hiện, chúng nằm trong tinh thần và phạm vi của sáng chế. Với phần mô tả ở trên, cần hiểu là các mối quan hệ tối ưu đối với các thành phần và các bước của sáng chế, bao gồm các biến thể về thứ tự, dạng, nội dung, chức năng, và cách thức hoạt động, được cho là rõ ràng và hiển nhiên với chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật, và mọi quan hệ tương đương được minh họa trên các hình vẽ và được mô tả trong phần mô tả được dự tính là thuộc sáng chế. Phần mô tả và các hình vẽ ở trên dùng để minh họa các biến thể, các biến thể này có thể thực hiện được mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, phạm vi của sáng chế chỉ bị giới hạn bởi các điểm yêu cầu bảo hộ. Vì vậy, phần mô tả ở trên được cho là chỉ dùng để minh họa các nguyên lý của sáng chế. Ngoài ra, do nhiều biến thể và thay đổi sẽ xuất hiện với chuyên gia trong lĩnh vực kỹ thuật, không giới hạn sáng chế ở kết cấu và hoạt động chính xác được thể hiện và mô tả, và do đó, mọi biến thể và phương án tương đương thích hợp được dự tính nằm trong phạm vi của sáng chế như được yêu cầu bảo hộ.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Tụ điện bao gồm:

một điện cực dẫn điện thứ nhất có mặt bên ngoài thứ nhất và mặt bên trong thứ nhất ở đối diện;

một lớp phủ không dẫn điện thứ nhất trên mặt bên trong thứ nhất của điện cực dẫn điện thứ nhất;

một vật liệu điện môi trên lớp phủ không dẫn điện thứ nhất, lớp phủ không dẫn điện thứ nhất này được đặt giữa điện cực dẫn điện thứ nhất và vật liệu điện môi nêu trên;

một điện cực dẫn điện thứ hai liền kề với vật liệu điện môi nêu trên, vật liệu điện môi được đặt giữa điện cực dẫn điện thứ hai và lớp phủ không dẫn điện thứ nhất; và

vật liệu điện môi nêu trên là vật liệu điện môi có độ nhớt thay đổi, độ nhớt thay đổi này thể hiện sự thay đổi độ nhớt để đáp ứng với một kích thích bên ngoài.

2. Tụ điện theo điểm 1, còn bao gồm:

một lớp phủ không dẫn điện thứ hai trên điện cực dẫn điện thứ hai và được đặt giữa điện cực dẫn điện thứ hai và vật liệu chất điện môi nêu trên, lớp phủ không dẫn điện thứ hai này có độ dày nhỏ hơn 10 phần trăm độ dày tổng thể của tụ điện.

3. Tụ điện theo điểm 1, kích thích bên ngoài nêu trên bao gồm kích thích từ nhóm gồm có lực, áp suất, ứng suất trượt, ứng suất pháp tuyến, nhiệt, từ trường, và/hoặc điện trường.

4. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên có đặc tính vật lý là tăng độ nhớt khi kích thích bên ngoài được áp dụng và giảm độ nhớt khi kích thích bên ngoài được loại bỏ.

5. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên có đặc tính vật lý là giảm độ nhớt khi kích thích bên ngoài được áp dụng và tăng độ nhớt khi kích thích bên ngoài được loại bỏ.

6. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên có đặc tính vật lý là giải phóng năng lượng ở một tốc độ, tốc độ này tăng khi độ nhớt của chất điện môi giảm.

7. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên có đặc tính vật lý là giải phóng năng lượng ở một tốc độ, tốc độ này giảm khi độ nhớt của chất điện môi tăng.

8. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên có đặc tính vật lý là nhận điện tích ở một tốc độ, tốc độ này tăng khi độ nhớt của chất điện môi giảm.

9. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên có đặc tính vật lý là nhận điện tích ở một tốc độ, tốc độ này giảm khi độ nhớt của chất điện môi tăng.

10. Tụ điện theo điểm 1, lớp phủ không dẫn điện thứ nhất bao gồm một monome xylylen được ngưng tụ và trùng hợp.

11. Tụ điện theo điểm 1, lớp phủ không dẫn điện thứ nhất bao gồm polyme p-xylylen.

12. Tụ điện theo điểm 1, lớp phủ không dẫn điện thứ nhất bao gồm một oxit kim loại.

13. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên chứa một tác nhân làm giảm độ nhớt, và vật liệu chất điện môi nêu trên có độ nhớt, vật liệu chất điện môi nêu trên có đặc tính vật lý là thể hiện sự tăng độ nhớt từ độ nhớt thứ nhất đến độ nhớt thứ hai để đáp ứng một kích thích bên ngoài, và thể hiện sự giảm độ nhớt từ độ nhớt thứ hai về độ nhớt thứ nhất khi loại bỏ kích thích bên ngoài.

14. Tụ điện theo điểm 13, kích thích bên ngoài nêu trên được chọn từ nhóm gồm có nguồn nhiệt có thể kiểm soát, nguồn làm mát có thể kiểm soát, máy phát từ trường có thể kiểm soát, máy phát điện trường có thể kiểm soát, máy sinh lực có thể kiểm soát, máy sinh áp suất có thể kiểm soát, máy sinh ứng suất trượt có thể kiểm soát.

15. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên bao gồm một tác nhân làm tăng độ nhớt, và vật liệu chất điện môi nêu trên có độ nhớt, vật liệu chất điện môi nêu

trên có đặc tính vật lý là thể hiện sự giảm độ nhớt từ độ nhớt thứ nhất đến độ nhớt thứ hai để đáp ứng một kích thích bên ngoài, và thể hiện sự tăng độ nhớt từ độ nhớt thứ hai về độ nhớt thứ nhất khi loại bỏ kích thích bên ngoài.

16. Tụ điện theo điểm 15, kích thích bên ngoài nêu trên được chọn từ nhóm gồm có nguồn nhiệt có thể kiểm soát, nguồn làm mát có thể kiểm soát, máy phát từ trường có thể kiểm soát, máy phát điện trường có thể kiểm soát, máy sinh lực có thể kiểm soát, máy sinh áp suất có thể kiểm soát, máy sinh ứng suất trượt có thể kiểm soát.

17. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên bao gồm một chất điện môi được chọn từ nhóm gồm có polyme dẫn điện, polyme không dẫn điện, oxit kim loại vô cơ, hỗn hợp oxit kim loại, polyme sinh học, chất nhớt đàn.

18. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên bao gồm một chất điện môi điện biến.

19. Tụ điện theo điểm 1, vật liệu chất điện môi nêu trên bao gồm một chất điện môi từ lưu biến.

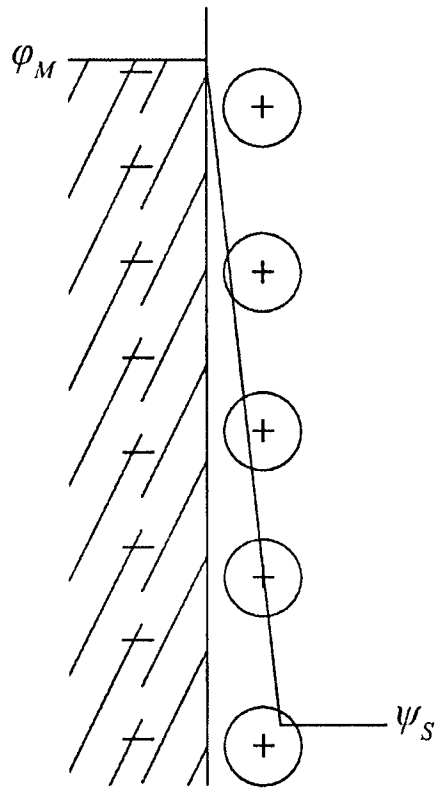


FIG. 1

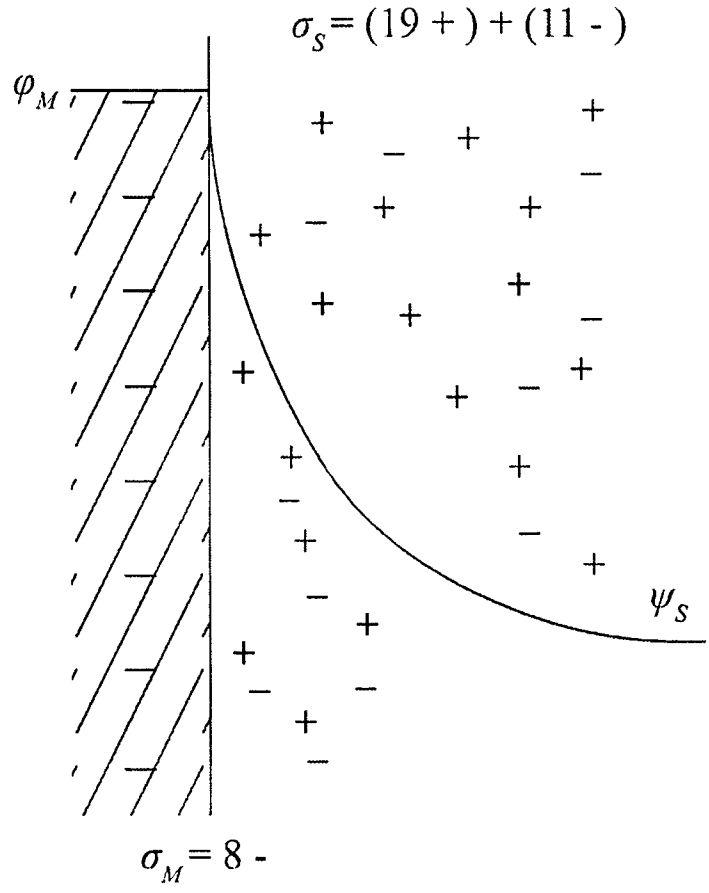


FIG. 2

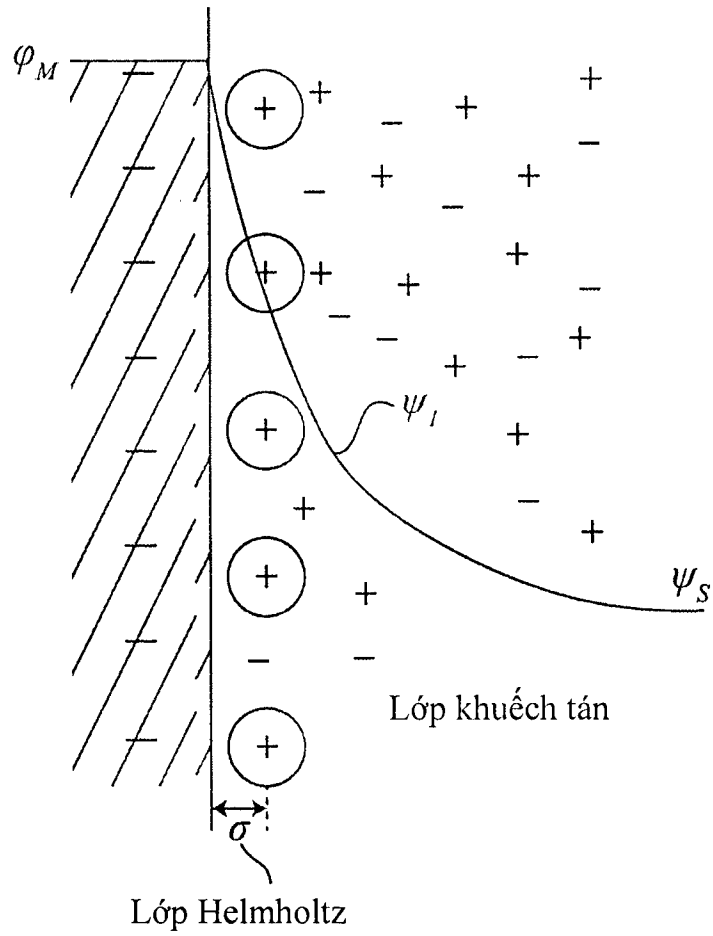


FIG. 3

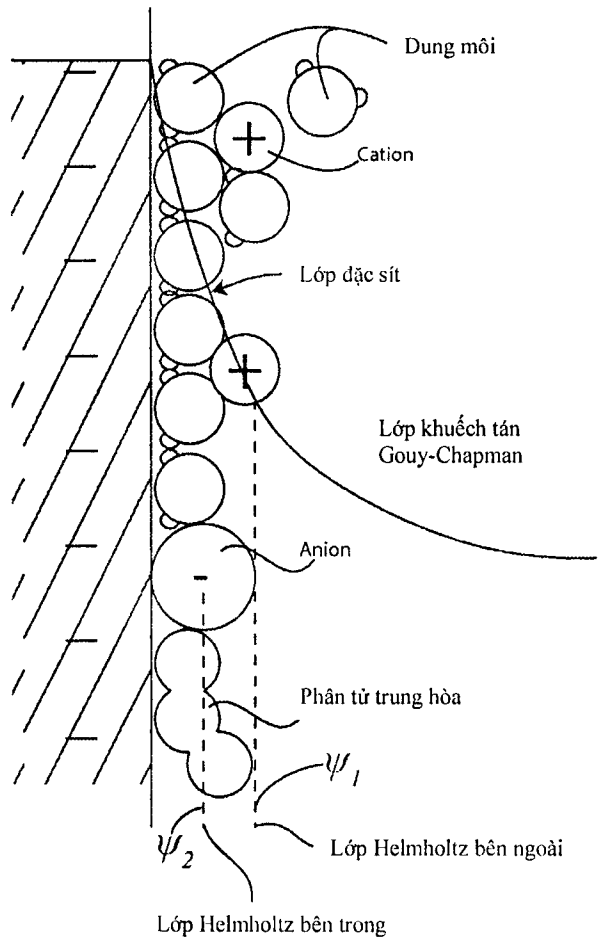

Dung môi
Cation
Lớp đặc sít
Lớp khuếch tán
Gouy-Chapman
Anion
Phân tử trung hòa
ψ_1
ψ_2
Lớp Helmholtz bên ngoài
Lớp Helmholtz bên trong

FIG. 4

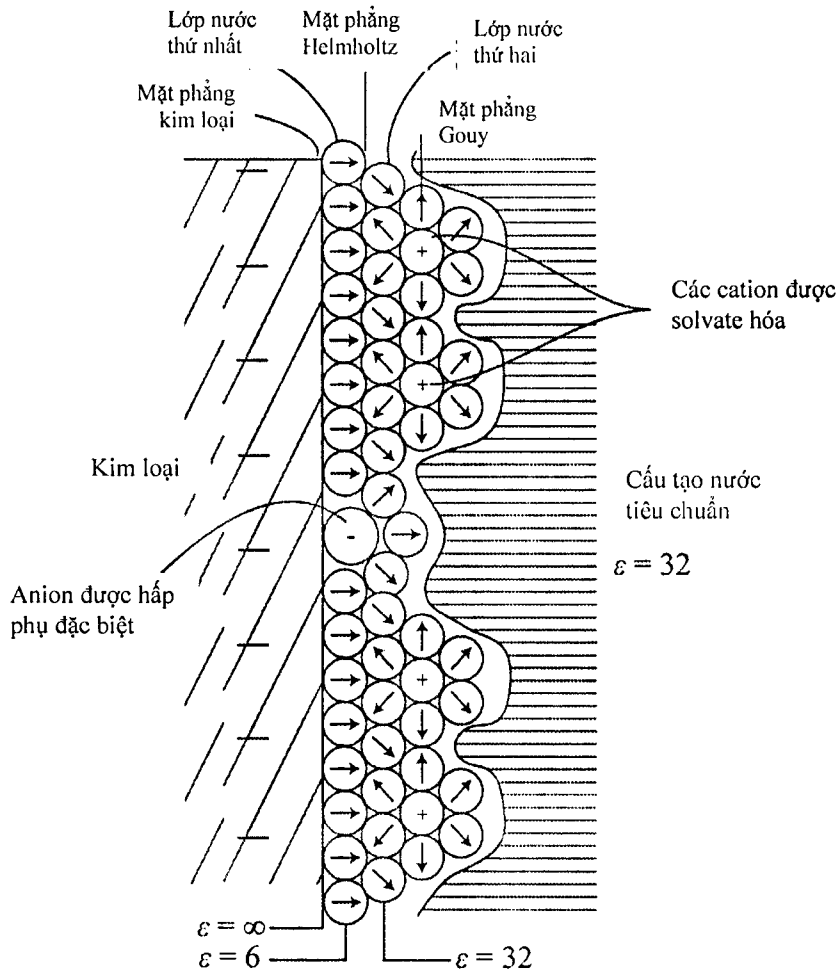

Lớp nước thứ nhất
Mặt phẳng Helmholtz
Lớp nước thứ hai
Mặt phẳng kim loại
Mặt phẳng Gouy
Các cation được solvate hóa
Kim loại
Cấu tạo nước tiêu chuẩn
ε = 32
Anion được hấp phụ đặc biệt
ε = ∞
ε = 6
ε = 32

FIG. 5

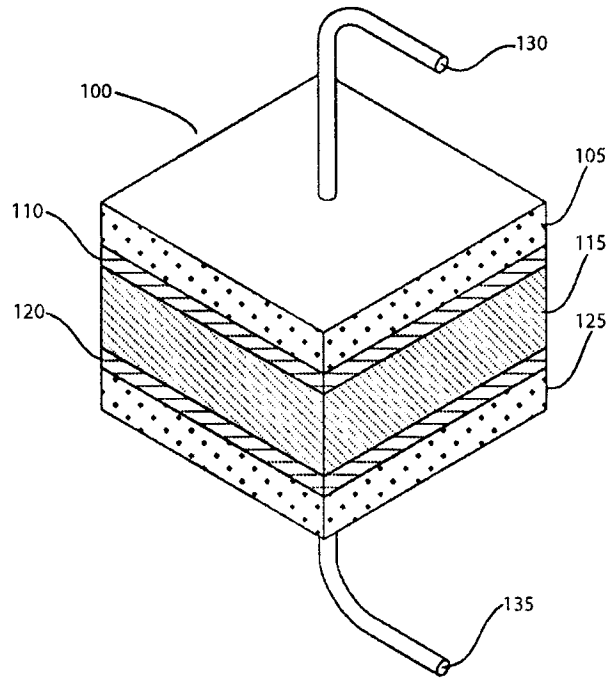


FIG. 6

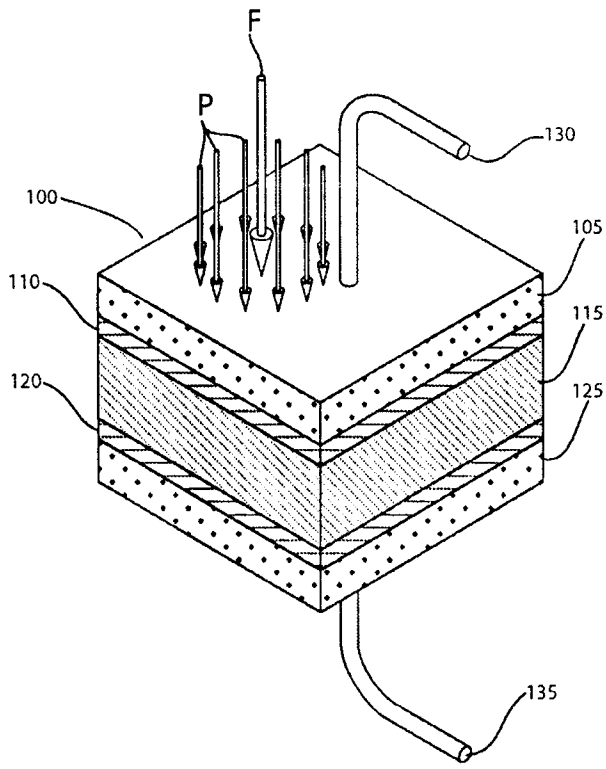


FIG. 7

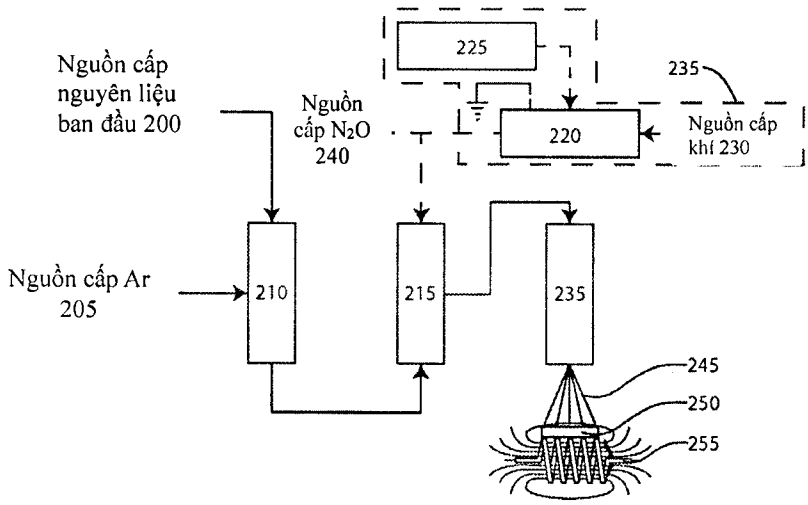

Nguồn cấp nguyên liệu ban đầu 200
Nguồn cấp N_2O 240
225
220
235
Nguồn cấp khí 230
Nguồn cấp Ar 205
210
215
235
245
250
255

FIG. 8

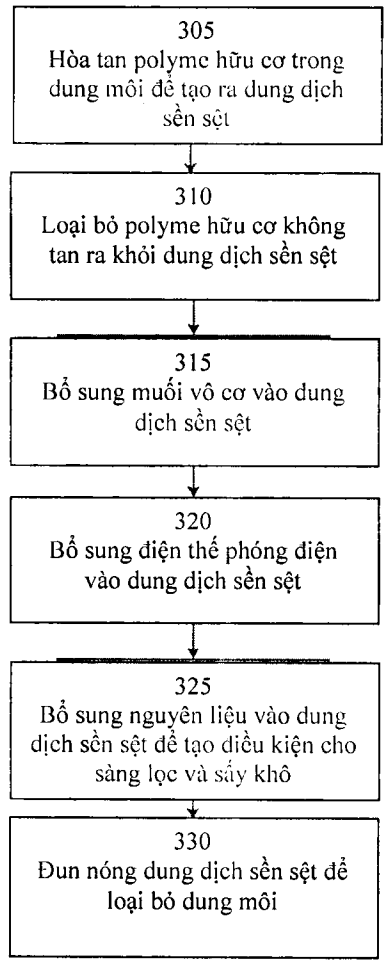
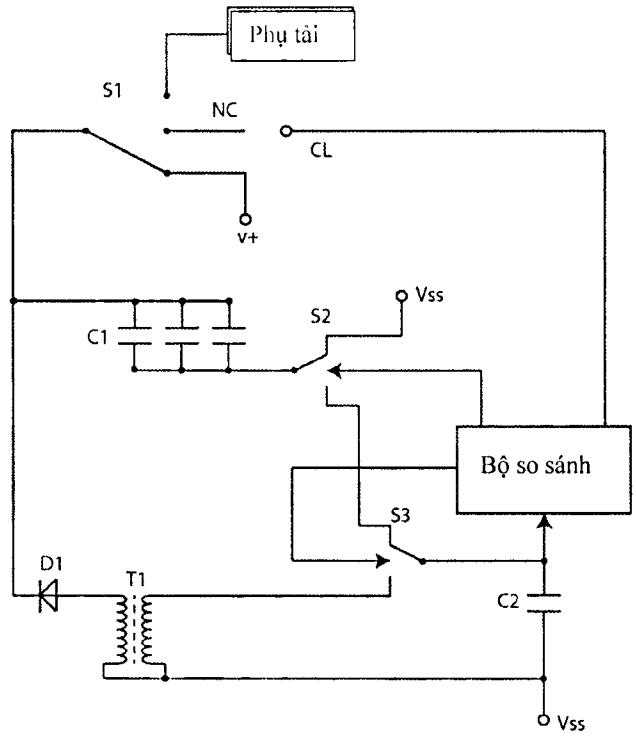
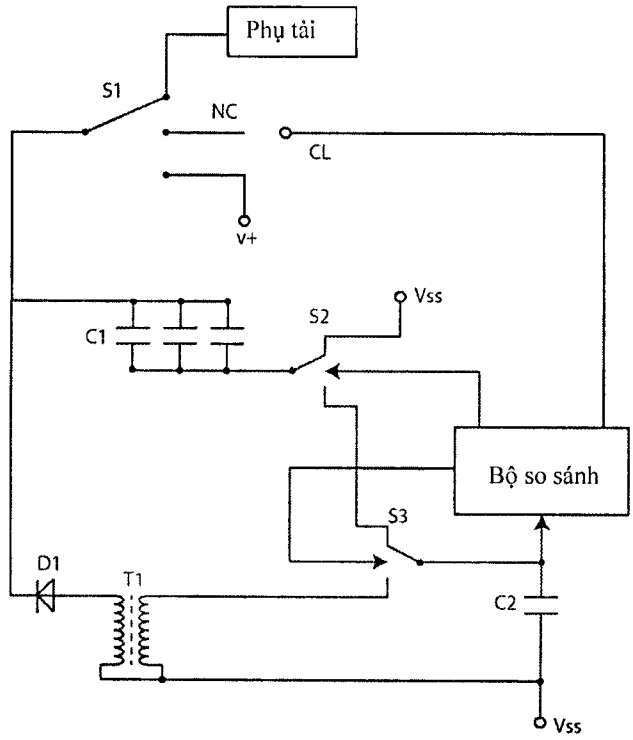

305
Hòa tan polyme hữu cơ trong dung môi để tạo ra dung dịch sền sệt
310
Loại bỏ polyme hữu cơ không tan ra khỏi dung dịch sền sệt
315
Bổ sung muối vô cơ vào dung dịch sền sệt
320
Bổ sung điện thế phóng điện vào dung dịch sền sệt
325
Bổ sung nguyên liệu vào dung dịch sền sệt để tạo điều kiện cho sàng lọc và sấy khô
330
Đun nóng dung dịch sền sệt để loại bỏ dung môi

FIG. 9



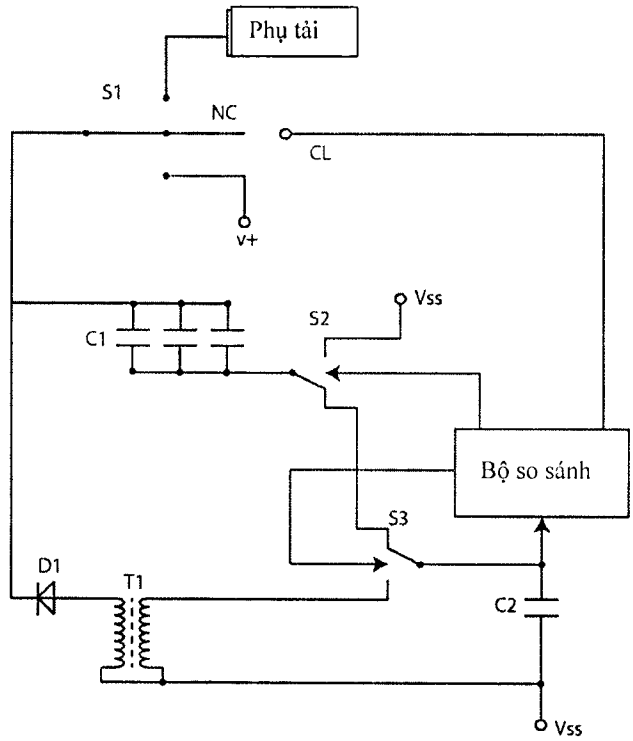
TRẠNG THÁI A

FIG. 10



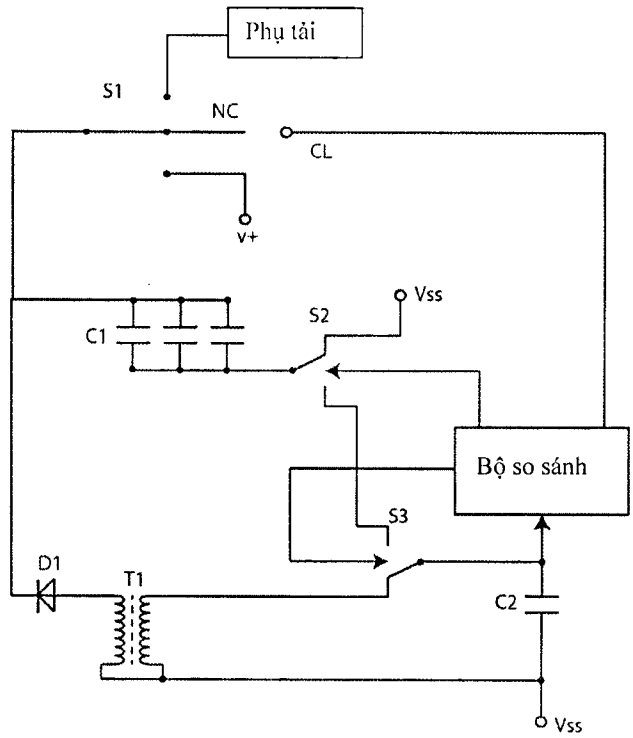
TRẠNG THÁI B

FIG. 11



TRẠNG THÁI C

FIG. 12



TRẠNG THÁI D

FIG. 13

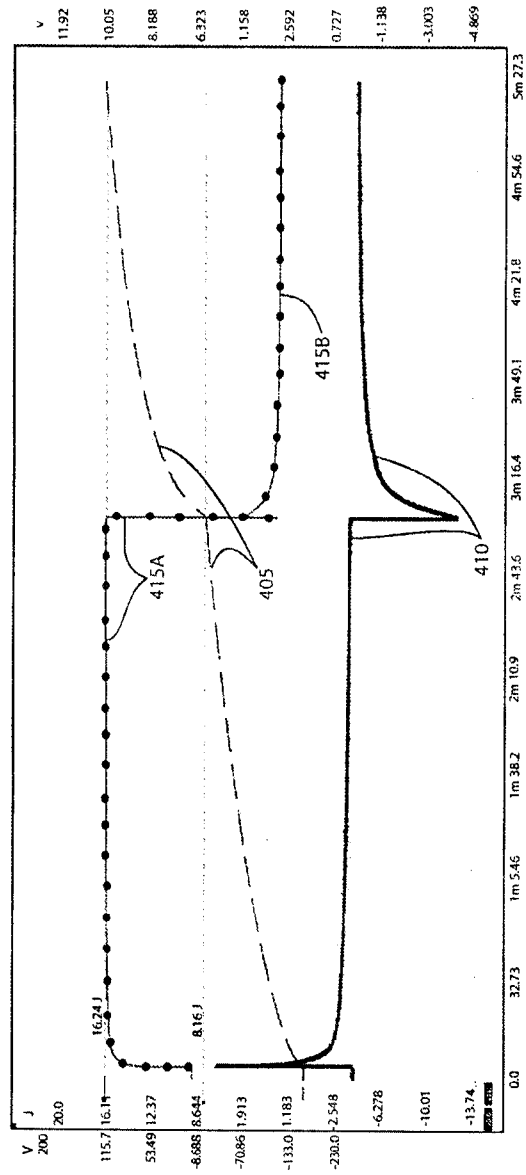

V
11.92
10.05
8.188
6.323
1.158
2.592
0.727
-1.138
-3.003
-4.869
J
20.0
V
200
115.7
53.49
-8.688
-70.86
-133.0
-230.0
16.19
12.37
8.644
1.913
1.183
-2.548
-6.278
-10.01
-13.74
16.24 J
8.16 J
0.0
32.73
1m 5.46
1m 38.2
2m 10.9
2m 43.6
3m 16.4
3m 49.1
4m 21.8
4m 54.6
5m 27.3
415A
405
415B
410

FIG. 14