(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) **1-0048989**

(51)[2020.01] **C08K 5/19**; H02K 3/40; H01B 3/40; H02K 3/30; C08K 5/5337; C08L 65/00

(13) **B**

(21) 1-2021-03545
(22) 27/12/2019
(86) PCT/FR2019/053305 27/12/2019
(87) WO2020/141280 09/07/2020
(30) 1874421 31/12/2018 FR
(45) 25/07/2025 448
(43) 25/11/2021 404A
(73) 1. SUPERGRID INSTITUTE (FR)
23 Rue Cyprian, 69100 VILLEURBANNE, FRANCE
2. CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE (CNRS) (FR)
3 RUE MICHEL ANGE, 75794 PARIS CEDEX 16, FRANCE
3. UNIVERSITE CLAUDE BERNARD LYON 1 (FR)
43 BOULEVARD DU ONZE NOVEMBRE, 1918 69100 VILLEURBANNE, FRANCE
4. INSTITUT NATIONAL DES SCIENCES APPLIQUEES DE LYON (FR)
20 AVENUE ALBERT EINSTEIN, 69100 VILLEURBANNE, FRANCE
5. UNIVERSITE JEAN MONNET SAINT ETIENNE (FR)
MAISON DE L'UNIVERSITE 10 RUE TREFILERIE 42100 SAINT ETIENNE, FRANCE

(72) LEFORT, Thibaut (FR); BACHELLERIE, Damien (FR); PRUVOST, Sébastien (FR); DUCHET, Jannick (FR); LIVI, Sébastien (FR).

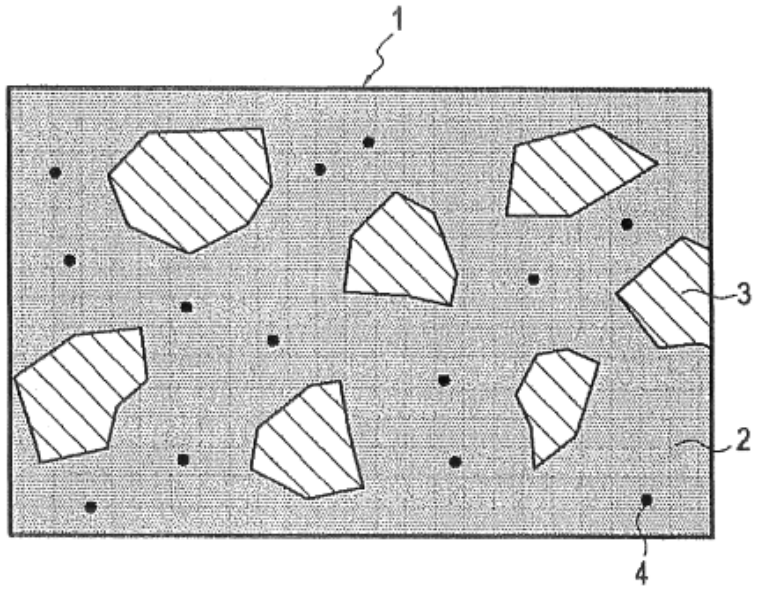
(74) Công ty TNHH T&T INVENMARK Sở hữu trí tuệ Quốc tế (T&T INVENMARK CO., LTD.)

(54) VẬT LIỆU CÁCH ĐIỆN VÀ QUY TRÌNH SẢN XUẤT VẬT LIỆU NÀY

(21) 1-2021-03545

(57) Sáng chế đề cập đến vật liệu composit cách điện (**1**) bao gồm chất nền polyepoxit (**2**) thuộc loại vòng béo hoặc thuộc loại diglyxidyl ete với hàm lượng nhỏ hơn 40% khối lượng, khoảng từ 20 đến 75% khối lượng của một hoặc vài chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình (**3**), và khoảng từ 0,1 đến 20% khối lượng của ít nhất một chất lỏng ion (**4**), khối lượng được tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện (**1**). Sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu composit cách điện (**1**), cũng như dùng vật liệu này cho lớp nền cách điện (**9**) trong trạm biến áp bọc kim loại (**5**).

[Fig. 1]



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến vật liệu composit cách điện, mà cụ thể là có thể được sử dụng để tạo ra lớp lót cách điện dùng cho dây dẫn điện trong thiết bị điện áp cao, như trạm biến áp bọc kim loại, thường được gọi là trạm biến áp cách điện bằng khí (gas insulated substation - GIS) và chịu được dòng điện một chiều điện áp cao.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sự tích hợp của các năng lượng có thể tái tạo được vào mạng lưới điện bao gồm việc sử dụng kỹ thuật dòng điện một chiều điện áp cao (high voltage direct current-HVDC), để hạn chế tổn hao trên đường dài kết nối các địa điểm sản xuất (ví dụ tuabin gió ngoài khơi) đến nơi tiêu thụ. Tuy nhiên, toàn bộ mạng lưới điện hiện tại hoạt động dưới dòng điện xoay chiều điện áp cao (high voltage alternating current-HVAC). Có hai kỹ thuật không gây ra cùng một hiện tượng. Do đó, mạng lưới điện và các bộ phận của nó phải được thiết kế lại và được phát triển đối với HVDC.

Thông thường, trạm biến áp bọc kim loại gồm có dây dẫn điện cao áp được giữ ở giữa vỏ kim loại bằng cách sử dụng lớp nền cách điện, dưới dạng chi tiết đệm. Vỏ bọc bên ngoài được nối đất và sự cách điện của mỗi pha so với khối lượng được đảm bảo nhờ môi trường cách điện với độ bền điện môi cao, thường là SF_6. Các trạm biến áp rất nhỏ gọn và có thể được lắp đặt bên trong hoặc bên ngoài các công trình xây dựng.

Để được sử dụng dưới dạng dụng cụ cách điện, vật liệu của lớp lót cách điện phải có độ xốp thấp, độ bền điện môi cao, hằng số điện môi thấp và hệ số giãn nở do nhiệt thấp. Ngoài ra, trong quá trình sử dụng chúng, lớp nền cách điện chịu được ứng suất điện không tiêu hao, điều này có thể làm xuất hiện các điểm nóng cục bộ. Do đó, điều quan trọng là vật liệu của lớp lót cách điện phải có tính dẫn nhiệt cao và điều này cần thiết trong toàn bộ tuổi thọ của lớp lót. Ngoài ra, hiện tượng tích tụ điện tích tạo thành một phần của các vấn đề mới do HVDC gây ra so với HVAC. Thực vậy, việc áp dụng điện áp một chiều gây ra sự tích tụ điện tích ở bề mặt và thể tích lớp lót cách điện, mà cuối cùng có thể làm xuất hiện các vòng cung điện và do

đó làm xuống cấp nguy hiểm của các thiết bị. Hiện tượng này trầm trọng hơn khi gradient nhiệt độ xuất hiện giữa dây dẫn điện và vỏ kim loại.

Thông thường, lớp nền cách điện được tạo ra từ vật liệu composit, nghĩa là bộ gồm ít nhất hai thành phần không trộn lẫn. Thông thường, lớp lót cách điện được tạo thành từ chất nền hữu cơ mà trong đó một hoặc vài chất độn được phân tán. Chất nền là vật liệu cách điện, ví dụ được tạo thành bằng cách tạo liên kết ngang hệ phản ứng của các comonome, mà một trong số chúng tuỳ ý có thể là chất làm đông cứng. Chất độn có thể thuộc loại hữu cơ hoặc vô cơ, có vi cấu trúc hoặc cấu trúc dạng nano và có các dạng hình học khác nhau, với các hệ số biến dạng thay đổi. Các chất phụ gia khác có thể được chứa trong chất nền này, như chất pha loãng hoặc chất tạo dẻo chẳng hạn. Các vật liệu composit như vậy ví dụ được mô tả trong công bố đơn quốc tế số WO 98/32138 và WO 2008/009560.

Để khắc phục được vấn đề tích tụ điện tích của dòng điện một chiều, cần phải cải thiện mức chân không của chúng. Để thực hiện được việc này, các lĩnh vực phát triển khác nhau đã được nghiên cứu.

Khả năng thứ nhất là cải biến dạng hình học của lớp nền cách điện để kiểm tra các hiện tượng cục bộ nhất định. Chế phẩm chứa vật liệu cấu thành lớp nền cách điện được thay đổi sau đó. Tuy nhiên, lựa chọn này chủ yếu bao gồm việc làm tăng đáng kể kích thước của lớp nền cách điện, mà đại diện cho vùng điện thế rất lớn. Ngoài ra, độ bền của các bộ phận như vậy theo thời gian là không đảm bảo. Ngoài ra, khả năng này đã được biết đến là có ít tác động đến sự tích tụ điện tích. Dạng hình học của lớp lót cách điện chủ yếu tác động đến độ bền phá vỡ.

Khả năng thứ hai là thực hiện việc xử lý bề mặt trên lớp nền cách điện. Trong trường hợp này, chế phẩm chứa vật liệu cấu thành bộ phận cách điện không được thay đổi và việc xử lý bề mặt cho phép cải biến các đặc tính của nó chỉ trên bề mặt. Lựa chọn này cần phải có bước mới của phương pháp. Thậm chí nếu, theo các nghiên cứu gần đây, một vài bước xử lý bề mặt, như flo hoá chẳng hạn, dường như thu được các kết quả, các tác động của các phương pháp này đến sức khoẻ và môi trường dường như là một bất lợi thực sự.

Khả năng thứ ba là cải biến bản chất của vật liệu cấu thành bộ phận cách điện. Thực vậy, việc cải biến và/hoặc loại bớt và/hoặc bổ sung một số thành phần cho phép cải biến các đặc tính của vật liệu cách điện. Lựa chọn sau cùng này có ưu

điểm là có thể tạo ra các lớp lót có kích thước phù hợp. Ngoài ra, các đặc tính của vật liệu được thay đổi không chỉ trên bề mặt mà còn qua toàn bộ thể tích.

Lựa chọn sau là có ưu điểm hơn, do đó việc nghiên cứu chủ yếu đã tập trung nhiều hơn vào việc cải biến chế phẩm chứa vật liệu cách điện. Do đó, vài phương pháp đã được nghiên cứu: cải biến chất nền, cải biến chất độn hoặc bổ sung chất phụ gia.

Đối với chất nền, các cải biến có thể liên quan đến bản chất hoá học và đến cấu trúc của nó. Tuy nhiên, cải biến bất kỳ về chất nền cần phải có hoạt động nghiên cứu chuyên sâu đối với vật liệu cũng như làm thích ứng phương pháp sản xuất vật liệu composit cách điện.

Đối với chất độn, việc sử dụng chất độn dẫn điện dựa trên cacbon, chất độn có kích cỡ vi mô hoặc kích thước nano hoặc chất độn cho phép, trong các điều kiện nhất định, thu được tính dẫn điện không tuyến tính trên điện trường (đã biết là vật liệu loại trường điện trở (resistive field grading material-RFGM)) được nghiên cứu. Chất độn dẫn điện dựa trên cacbon có tác động rất lớn đến tính dẫn điện, khiến cho việc tối ưu hoá tính tính dẫn điện rất khó khăn, điều này khiến cho chúng khó sử sử dụng theo quan điểm công nghiệp. Chất độn kích cỡ nano là hỗn hợp để phân phối trong chất nền do độ nhớt tăng và cần phải kiểm tra sự phân tán của chất độn để ngăn ngừa sự tạo thành khối kết tụ. Ngoài ra, những hạn chế về sức khoẻ và an toàn trong quá trình sử dụng chúng rất nặng nề do cần phải tránh sự phát tán của chúng trong không khí. Các chất độn RFGM cũng có thể khó phân tán tối ưu và khả năng của chúng cũng khó tái tạo.

Do đó, vẫn có nhu cầu đối với vật liệu composit cách điện mà không chỉ có độ xốp thấp, độ bền điện môi cao, hằng số điện môi thấp, hệ số giãn nở do nhiệt thấp, tính dẫn nhiệt cao, độ bền cơ học mỹ mãn, độ chịu mài mòn điện và độ lan truyền bên trong các vòng cung điện tốt, mà còn cả độ dẫn điện lớn hơn độ dẫn điện của vật liệu cách điện điện áp cao thông thường (trên bề mặt và trong thể tích). Thực vậy, việc tạo chân không tốt hơn của điện tích theo thời gian cho phép ngăn ngừa sự tích tụ của chúng. Tốt hơn, nếu tính dẫn điện của vật liệu composit cách điện theo sáng chế có thể được điều chỉnh theo bản chất và theo tỷ lệ của các thành phần khác nhau được sử dụng để sản xuất ra nó. Tốt hơn, nếu vật liệu composit cách điện dễ sản xuất.

Sáng chế đề xuất việc bổ sung chất phụ gia hữu cơ, vô cơ hoặc chất phụ gia lai tạp vào để làm tăng không đáng kể tính dẫn điện của vật liệu composit cách điện. Vì lý do đó, chất phụ gia phải cho phép có được sự cân bằng giữa tính dẫn điện được cải thiện để tránh hiện tượng tích tụ điện tích và sự cách điện mà là chức năng cơ bản của nó. Thực vậy, việc bổ sung chất phụ gia mà quá dẫn diện hoặc dẫn điện ở mức vừa phải với lượng lớn sẽ làm biến đổi vật liệu composit cách điện thành vật liệu dẫn điện và do đó sẽ không phù hợp. Tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng việc sử dụng các chất lỏng ion, với lượng thích hợp, đã cho phép thu được sự phù hợp như vậy, trong khi bảo tồn được các đặc tính cần thiết đối với vật liệu composit cách điện được sử dụng trong HVDC.

Các chất lỏng ion là các hợp chất hoàn toàn được tạo thành từ các ion (tổ hợp của các cation và anion) như các muối nóng chảy, nhưng được khác biệt bởi điểm nóng chảy thấp hơn 100°C. Các chất lỏng ion có các đặc tính hoá lý cụ thể mà giải thích được sự quan tâm của chúng: độ ổn định nhiệt và hoá học, nhiệt độ nóng chảy cao và áp suất bay hơi không đáng kể (do đó khả năng bay hơi rất thấp), tính dẫn ion cao (và do đó tính dẫn điện tốt). Có rất nhiều chất lỏng ion. Các cation có bản chất là hữu cơ và có thể thuộc loại amoni, phosphoni, thiazol hoặc sulfon chẳng hạn. Sự lựa chọn anion cũng rộng rãi: anion có thể là hữu cơ (aluminat, alkylsulfat, alkylsulfonat hoặc phosphinat chẳng hạn) hoặc vô cơ (halogenua hoặc hexaflophosphat chẳng hạn).

Việc sử dụng các chất lỏng ion đã không được dự định về tính cách điện do các đặc tính dẫn điện của chúng, điều này làm mất đi mục đích chính của chất cách điện. Ngoài ra, người ta đã biết các chất lỏng ion đối với tính tạo dẻo của chúng, điều này có nguy cơ gây tổn hại đến các đặc tính cơ học của chất cách điện, cụ thể nếu có mặt các chất tạo dẻo.

Các chế phẩm chứa nhựa epoxy và các chất lỏng ion, không có chất độn, đã được mô tả trong đơn yêu cầu cấp patent Mỹ số US 2009/030158 và công bố đơn quốc tế số WO 2018/000125, nhưng không mô tả việc sử dụng chúng cho mục đích cách điện. Hơn nữa, chế phẩm chứa nhựa epoxy, khoảng từ 1 đến 9% khối lượng palygorskit và từ 1 đến 9% khối lượng chất lỏng ion, so với khối lượng nhựa epoxy, đã được mô tả trong patent Trung Quốc số CN 102 964 778, nhưng không mô tả việc sử dụng nó vì các đặc tính cách điện của nó. Palygorskit là silicat và do đó, nó

không tương thích với SF_6 mà thường được sử dụng làm chất cách điện trong GIS và cụ thể là với các sản phẩm phụ của nó. Ngoài ra, phương pháp sản xuất bao gồm việc sử dụng chất pha loãng và các chất phụ gia khác nhau khác, cũng như gia nhiệt đến từ 50 đến 70°C, điều này làm giới hạn các đặc tính cách điện của vật liệu cuối cùng.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, sáng chế đề cập đến vật liệu composit cách điện được tạo thành từ:

i) chất nền polyepoxit thuộc loại vòng béo hoặc thuộc loại diglyxidyl ete với hàm lượng nhỏ hơn 40% khối lượng,

ii) khoảng từ 20 đến 75% khối lượng của một hoặc vài chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình,

iii) khoảng từ 0,1 đến 20% khối lượng của ít nhất một chất lỏng ion,

khối lượng được tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện.

Theo sang chế, thuật ngữ "chất nền polyepoxit" dùng để chỉ epoxy polyme được liên kết ngang.

Thuật ngữ “chất độn có kích cỡ vi mô” có nghĩa là chất độn mà kích thước lớn nhất của nó nằm trong khoảng từ 2 micromet đến 100 micromet.

Theo sáng chế, kích thước là kích cỡ trung bình theo số. Kích thước này có thể đo được bằng cách sử dụng phần mềm đo được kết hợp với kính hiển vi, như kính hiển vi điện tử quét (SEM).

Thuật ngữ "chất độn có kích cỡ trung bình” có nghĩa là chất độn mà kích thước lớn nhất của nó nằm trong khoảng từ 100 nanomet đến 2 micromet.

Vật liệu composit cách điện theo sáng chế có điện trở tốt, độ bền cơ học tốt, độ chịu mài mòn điện tốt và sự lan truyền bên trong của các vòm điện tốt và tính dẫn điện lớn hơn tính dẫn điện của các vật liệu cách điện thông thường đối với điện áp cao trong khi bảo tồn các đặc tính cách điện. Thực vậy, việc lựa chọn các thành phần khác nhau và cụ thể là (các) chất độn và (các) chất lỏng ion và các lượng tương ứng của chúng, cho phép thu được sự cân bằng giữa các đặc tính trái ngược này. Tốt hơn, nếu tính dẫn điện của vật liệu cách điện theo sáng chế có thể được điều chỉnh nhờ bản chất của các chất độn và các chất lỏng ion được sử dụng và các lượng tương ứng của chúng. Vật liệu cách điện theo sáng chế cũng có tính dẫn nhiệt

tốt. Do đó, vật liệu cách điện theo sáng chế có thể được sử dụng trong điện áp cao và dòng điện một chiều và tốt hơn nếu không yêu cầu quá kích thước. Điện áp cao được xác định bởi trị số điện áp lớn hơn 50.000 V trong dòng điện xoay chiều và trị số điện áp lớn hơn 75.000 V trong dòng điện một chiều.

Vật liệu composit cách điện theo sáng chế cũng có thể có một hoặc vài đặc tính bổ sung sau:

- (các) chất lỏng ion is/thuộc loại amoni, imidazol, pyridin hoặc phosphoni;

- hàm lượng của (các) chất lỏng ion nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5% khối lượng, tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện;

- chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình được chọn từ BN, polyimit, SiO_2, Al_2O_3, $Al(OH)_3$, CaO, MgO, $CaCO_3$, và TiO_2;

- hàm lượng của chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình nằm trong khoảng từ 40 đến 70% khối lượng, tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện;

- chất nền là chất nền polyepoxit thuộc loại diglyxidyl ete, và tốt hơn nếu là chất nền polyepoxit thuộc loại diglyxidyl ete của bisphenol A;

- vật liệu composit cách điện có độ dẫn điện theo thể tích nằm trong khoảng từ 10^{-18} đến 10^{-12} S/m, tốt hơn là 10^{-15} S/m, tốt hơn nếu được đo theo tiêu chuẩn ISO 62631-3;

- vật liệu composit cách điện có nhiệt độ chuyển tiếp thuỷ tinh Tg nằm trong khoảng từ 70°C đến 160°C, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 100°C đến 130°C;

- vật liệu composit cách điện có mô đun đàn hồi lớn hơn 5.000 MPa, tốt hơn nếu lớn hơn 10.000 MPa, tốt hơn nếu được đo theo tiêu chuẩn ISO 527

- tỷ lệ khối lượng của chất nền polyepoxit/(các) chất lỏng ion nằm trong khoảng từ 2 đến 20%, và tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 4 đến 10%;

- vật liệu composit cách điện ở dạng lớp nền cách điện có thể duy trì tính dẫn điện trong trạm biến áp bọc kim loại.

Theo sáng chế, việc đo nhiệt độ chuyển tiếp thuỷ tinh được thực hiện bằng cách sử dụng nhiệt lượng kế quét vi sai (DSC) Q10 từ thiết bị TA. Việc đo được thực hiện bằng cách sử dụng độ biến đổi nằm trong khoảng từ 25°C đến 175°C đối với Tg<150°C hoặc từ 25°C đến 250°C nếu Tg lớn hơn 150°C với mức tăng

20°C/phút. Hai biên độ nhiệt được thực hiện liên tiếp để kiểm soát trị số của Tg. Trị số Tg tương ứng với điểm bắt đầu chuyển tiếp (khởi phát).

Mục đích khác của sáng chế là đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu composit cách điện theo sáng chế, phương pháp này bao gồm các bước sau:

a) chuẩn bị hỗn hợp có thể liên kết ngang bao gồm epoxy prepolyme thuộc loại vòng béo hoặc thuộc loại diglyxidyl ete, một hoặc vài chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình, ít nhất một chất lỏng ion, và tuỳ ý tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion,

b) đưa hỗn hợp có thể liên kết ngang vào trong khuôn và

c) tạo liên kết ngang hỗn hợp có thể liên kết ngang được đặt trong khuôn.

Theo sáng chế, thuật ngữ "hỗn hợp có thể liên kết ngang" có nghĩa là hỗn hợp gồm epoxy prepolyme thuộc loại vòng béo hoặc thuộc loại diglyxicyl ete, của một hoặc vài chất độn vô cơ kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình, ít nhất một chất lỏng ion, tuỳ ý tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion, và tuỳ ý chất phụ gia thông thường bất kỳ đã biết trong lĩnh vực này. Tốt hơn, nếu hỗn hợp như vậy được liên kết ngang như được mô tả dưới đây.

Theo sáng chế, "epoxy prepolyme" dùng để chỉ epoxy monome không được liên kết ngang. Epoxy prepolyme được biến đổi thành chất nền polyepoxit bằng cách liên kết ngang.

Theo sáng chế, "tác nhân liên kết ngang" có nghĩa là tác nhân (tức là hợp chất hoá học) có khả năng phản ứng hoá học với prepolyme có thể liên kết ngang và cụ thể hơn epoxy prepolyme được sử dụng theo sáng chế. Ví dụ, tác nhân liên kết ngang có thể là chất làm đông cứng đã được hoạt hoá, hỗn hợp chứa chất làm đông cứng và chất khơi mào, hoặc tổ hợp của chất khơi mào và chất làm đông cứng.

Phương pháp theo sáng chế dễ thực hiện và dẫn đến vật liệu composit cách điện có điện trở tốt, độ bền cơ học tốt, sức chịu mài mòn và lan truyền vòng cung điện tốt, tính dẫn nhiệt tốt và có tính dẫn điện cao hơn tính dẫn điện của chất các điện thường được sử dụng đối với điện áp cao.

Phương pháp theo sáng chế cũng có thể có một hoặc vài đặc tính bổ sung sau:

- hỗn hợp có thể liên kết ngang có độ nhớt nằm trong khoảng từ 6.000 mPa.s đến 15.000 mPa.s, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 10.000 mPa.s đến 12.000

mPa.s, tốt hơn nếu được đo ở 80 °C theo tiêu chuẩn ISO 12058;

- hỗn hợp có thể liên kết ngang bao gồm tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion được chọn từ chất làm đông cứng đã được hoạt hoá, hỗn hợp chứa chất khơi mào và chất làm đông cứng hoặc tổ hợp của chất làm đông cứng và chất khơi mào, tốt hơn nếu chất làm đông cứng được chọn từ chất làm đông cứng thuộc loại amin hoặc anhydrit;

- hỗn hợp có thể liên kết ngang không bao gồm tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion;

- việc liên kết ngang đạt được bằng cách áp dụng phương pháp tạo liên kết ngang, như gia nhiệt hoặc UV.

Theo sáng chế, "phương pháp tạo liên kết ngang" là phương tiện vật lý cho phép sự liên kết ngang của hỗn hợp có thể liên kết ngang, ví dụ như gia nhiệt hoặc UV.

Sáng chế còn đề cập đến lớp nền cách điện được tạo ra từ vật liệu theo sáng chế, cũng như phương pháp sản xuất nó.

Cuối cùng, mục đích khác của sáng chế là đề cập đến trạm biến áp bọc kim loại (GIS dùng cho thiết bị ngắt điện bằng khí) bao gồm vỏ bọc bên ngoài phân định bên trong vách cách điện mà trong đó dây dẫn điện cao áp được lắp vào bằng cách sử dụng lớp nền cách điện theo sáng chế, được tạo ra từ vật liệu composit cách điện theo sáng chế hoặc được tạo ra từ vật liệu composit cách điện thu được bằng phương pháp theo sáng chế. Tốt hơn, nếu thiết bị ngắt điện bằng khí theo sáng chế có thể được sử dụng trong dòng điện một chiều và điện áp cao.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các dấu hiệu kỹ thuật khác nhau khác sẽ trở nên rõ ràng hơn khi đọc phần mô tả dưới đây có dựa vào các hình vẽ kèm theo mà thể hiện, bằng cách ví dụ không hạn chế, các phương án của sáng chế.

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ của vật liệu composit cách điện theo sáng chế.

Fig.2 là hình vẽ mặt cắt của trạm biến áp bọc kim loại bao gồm lớp nền cách điện ở dạng hình nón.

Fig.3 là hình vẽ mặt cắt của trạm biến áp bọc kim loại bao gồm lớp nền cách điện ở dạng "đứng".

Fig.4 là biểu đồ thể hiện mật độ dòng điện (A/m^2) dưới dạng chức năng của điện trường đối với chế phẩm A theo sáng chế và đối với chế phẩm B không phải của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sáng chế còn đề cập đến vật liệu composit cách điện **1** thích hợp để sử dụng trong việc tạo thành lớp nền cách điện để giữ đúng vị trí các dây dẫn điện có mặt trong GIS. Vật liệu composit cách điện **1** được tạo thành từ chất nền **2** mà ở đó được phân tán ít nhất một chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình **3**, cũng như ít nhất một chất lỏng ion **4**.

Chất nền **2** là chất nền polyepoxit thuộc loại vòng béo hoặc thuộc loại diglyxidyl ete, lần lượt được tạo thành bằng cách liên kết ngang epoxy prepolyme thuộc loại vòng béo hoặc epoxy prepolyme thuộc loại diglyxidyl ete. Tốt hơn, nếu chất nền **2** là chất nền thuộc loại diglyxidyl ete, và cụ thể là diglyxidyl ete của bisphenol A.

Chất nền polyepoxit **2** có mặt trong vật liệu composit cách điện **1** với hàm lượng nhỏ hơn 40% khối lượng tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện. Tốt hơn, nếu vật liệu composit cách điện **1** bao gồm chất nền **2** với hàm lượng lớn hơn hoặc bằng 20% khối lượng tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện **1**.

Vật liệu composit cách điện **1** cũng bao gồm ít nhất một chất độn **3**. Cụ thể hơn, vật liệu composit cách điện **1** bao gồm ít nhất một chất độn có kích cỡ vi mô **3**, hoặc ít nhất một chất độn kích cỡ trung bình **3**, hoặc tổ hợp của ít nhất một chất độn có kích cỡ vi mô **3** và ít nhất một chất độn kích cỡ trung bình **3**.

(Các) chất độn **3** được sử dụng theo sáng chế có thể là trơ so với chất nền, tức là chúng không phản ứng với nhau hoặc có thể được chức năng hoá để cho phép tương tác với chất nền. Chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình có các đặc tính cách điện có thể là thích hợp theo sáng chế. Cụ thể, chất độn có kích cỡ vi mô và chất độn kích cỡ trung bình **3** có thể được sử dụng theo sáng chế có thể có hình dạng bất kỳ và ví dụ có dạng hình cầu, hình bán cầu, hình ống hoặc hình dạng tấm.

Các chất độn **3** có thể có bản chất vô cơ hoặc hữu cơ. Tốt hơn, nếu các chất

độn **3** được sử dụng theo sáng chế có bản chất vô cơ, như các oxit kim loại.

Các ví dụ về chất độn có kích cỡ vi mô **3** bao gồm BN, polyimit, SiO_2, Al_2O_3, $Al(OH)_3$, CaO, MgO, $CaCO_3$, và TiO_2. Tốt hơn, nếu chất độn có kích cỡ vi mô **3** được chọn từ SiO_2, Al_2O_3, $Al(OH)_3$ và TiO_2.

Các ví dụ về chất độn kích cỡ trung bình**s 3** bao gồm BN, polyimit, SiO_2, Al_2O_3, $Al(OH)_3$, CaO, MgO, $CaCO_3$, và TiO_2. Tốt hơn, nếu chất độn kích cỡ trung bình **3** được chọn từ SiO_2, Al_2O_3, $Al(OH)_3$ và TiO_2.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, vật liệu composit cách điện bao gồm Al_2O_3 làm chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình **3**.

Theo một phương án được ưu tiên của sáng chế, vật liệu composit cách điện bao gồm chất nền **2** thuộc loại diglyxidyl ete và cụ thể là diglyxidyl ete của bisphenol A, và Al_2O_3 làm chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình **3**.

Theo sáng chế, một hoặc vài chất độn **3** có thể được chức năng hoá bề mặt. Việc chức năng hoá bề mặt như vậy cho phép cải thiện đáng kể khả năng tương thích của chất độn với chất nền, và do đó cải thiện tính dẫn nhiệt của vật liệu và hệ số giãn nở do nhiệt. Việc chức năng hoá bề mặt của các chất độn là thông thường trong lĩnh vực này và sẽ không được mô tả chi tiết trong bản mô tả này.

Vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế bao gồm khoảng từ 20% đến 75% khối lượng chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình **3**, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 40 đến 70% khối lượng, tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện **1**. Tốt hơn, nếu vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế bao gồm khoảng từ 15 đến 45% thể tích chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình **3** so với tổng thể tích của vật liệu composit cách điện **1**.

Vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế cũng bao gồm ít nhất một chất lỏng ion **4**, với nồng độ nằm trong khoảng từ 0,1% đến 20% khối lượng, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 0,1% đến 5% khối lượng, tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện **1**.

Loại bất kỳ của chất lỏng ion là thích hợp theo sáng chế. Cụ thể, (các) chất lỏng ion **4** có thể được chọn từ các muối được tạo thành bằng cách tổ hợp bất kỳ của các cation và anion như được mô tả dưới đây.

Các chất lỏng ion **4** có thể bao gồm amoni, imidazol, pyrolidin, pyridin, piperidin, triazol hoặc phosphoni cation. Tốt hơn, nếu cation của chất lỏng ion **4**

được chọn từ amoni, imidazol, pyridin và phosphoni cation.

Tốt hơn, nếu các amoni cation được sử dụng theo sáng chế có công thức **I** sau:

[Công thức hoá học 1]

$N^+(R1)(R2)(R3)(R4)$ (**I**),

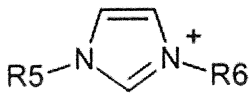
với **R1**, **R2**, **R3** và **R4** là giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm C_1-C_{20} alkyl, tốt hơn nếu từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không đóng vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O(C_1-C_6 alkyl), -OH, -NH_2, -SO_3H, tốt hơn nếu từ một hoặc vài phần tử thế -C_1-C_{10} alkyl, -CN hoặc -O(C_1-C_6 alkyl).

Tốt hơn, nếu các amoni cation có thể được chọn từ các hợp chất có công thức **I** sao cho **R1**, **R2**, **R3** và **R4** là giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải là mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O (C_1-C_6 alkyl).

Các ví dụ về các amoni cation mà có thể được sử dụng theo sáng chế có thể bao gồm các hợp chất có công thức **I** sao cho **R1**, **R2**, **R3** và **R4** giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm metyl, etyl, propyl, butyl, pentyl, hexyl, tuỳ ý được thế bằng một hoặc vài phần tử thế -CN, -OMe, -OEt, -Me.

Tốt hơn, nếu imidazol cation được sử dụng theo sáng chế có công thức **II** sau đây:

[Công thức hoá học 2]



(**II**),

với **R5** và **R6** giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm C_1-C_{20} alkyl, tốt hơn nếu từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -

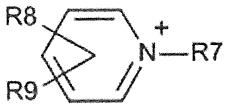
$O(C_1-C_6$ alkyl), -OH, $-NH_2$, $-SO_3H$, tốt hơn nếu một hoặc vài phần tử thế $-C_1-C_{10}$ alkyl, -CN hoặc $-O(C_1-C_6$ alkyl).

Tốt hơn, nếu imidazol cation có thể được chọn từ các hợp chất có công thức **II** sao cho **R5** và **R6** giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ $-C_1-C_{10}$ alkyl, -CN, $-O(C_1-C_6$ alkyl).

Các ví dụ về imidazol cation mà có thể được sử dụng theo sáng chế, có thể bao gồm các hợp chất có công thức **II** sao cho **R5** và **R6** giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm metyl, etyl, propyl, butyl, pentyl và hexyl, tuỳ ý được thế bằng một hoặc vài phần tử thế $-C_1-C_{10}$ alkyl, -CN, -OMe, -OEt.

Tốt hơn, nếu các pyridin cation được sử dụng theo sáng chế có công thức **III** sau đây:

[Công thức hoá học 3]



(**III**),

với:

- **R7**, **R8** và **R9** giống nhau hoặc khác nhau,

- **R7** được chọn từ các nhóm C_1-C_{20} alkyl, tốt hơn nếu từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ $-C_1-C_{10}$ alkyl, -CN, $-O(C_1-C_6$ alkyl), -OH, $-NH_2$, $-SO_3H$, tốt hơn nếu một hoặc vài phần tử thế $-C_1-C_{10}$ alkyl, -CN hoặc $-O(C_1-C_6$ alkyl),

- **R8** và **R9**, giống nhau hoặc khác nhau, được chọn từ nguyên tử hydro, các nhóm C_1-C_{20} alkyl, tốt hơn nếu các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ $-C_1-C_{10}$ alkyl, -CN, $-O(C_1-C_6$ alkyl), -OH, $-NH_2$, $-SO_3H$, tốt hơn nếu một hoặc vài phần tử thế $-C_1-C_{10}$ alkyl, -CN hoặc $-O(C_1-C_6$ alkyl).

Theo một phương án, **R8** và **R9** ở vị trí meta và không phải là nguyên tử

hydro.

Theo một phương án, **R8** và **R9** ở vị trí ortho và không phải là nguyên tử hydro.

Theo một phương án, **R9** là nguyên tử hydro, và **R8** ở vị trí para và không phải là nguyên tử hydro.

Theo một phương án, mỗi **R8** và **R9** là nguyên tử hydro.

Theo phương án được ưu tiên thứ nhất, pyridin cation được chọn từ các hợp chất có công thức **III** với:

- **R7** và **R8**, giống nhau hoặc khác nhau, và được chọn từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O(C_1-C_6 alkyl),

- **R9** là nguyên tử hydro, và

- **R9** ở vị trí para so với nguyên tử nitơ của pyridin.

Theo phương án được ưu tiên thứ hai, pyridin cation được chọn từ các hợp chất có công thức **III** với:

- **R7**, **R9** và **R8**, giống nhau hoặc khác nhau, được chọn từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O(C_1-C_6 alkyl), và

- **R8** và **R9** ở vị trí ortho so với nguyên tử nitơ của pyridin.

Theo phương án được ưu tiên thứ ba, pyridin cation được chọn từ các hợp chất có công thức **III** với:

- **R7** được chọn từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O(C_1-C_6 alkyl), và

- mỗi **R8** và **R9** là hydro.

Các ví dụ về pyridin cation mà có thể được sử dụng theo sáng chế, có thể bao gồm 1-(3-xyanopropyl)pyridin và 1-butyl-4-metylpyridin.

Tốt hơn, nếu phosphoni cation được sử dụng theo sáng chế có công thức **IV** sau đây:

[Công thức hoá học 4]

$P^+(R10)(R11)(R12)(R13)$ (**IV**),

với **R10**, **R11**, **R12**, và **R13** giống nhau hoặc khác nhau, và được chọn từ các nhóm C_1-C_{20} alkyl, tốt hơn nếu từ các nhóm C_1-C_{10} alky, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O(C_1-C_6 alkyl), -OH, -NH_2, -SO_3H, tốt hơn nếu một hoặc vài phần tử thế -C_1-C_{10} alkyl, -CN hoặc -O(C_1-C_6 alkyl).

Tốt hơn, nếu các phosphoni cation có thể được chọn từ các hợp chất có công thức **IV** sao cho **R10**, **R11**, **R12** và **R13** giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O(C_1-C_6 alkyl).

Các ví dụ về phosphoni cation mà có thể được sử dụng theo sáng chế, có thể bao gồm các phosphoni cation có công thức **IV** sao cho **R10** = **R11** = **R12** và là nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh không được thế, tốt hơn nếu là nhóm C_1-C_{10} alkyl và ví dụ nhóm n-hexyl và **R13** là nhóm alkyl mạch thẳng hoặc mạch nhánh không được thế, tốt hơn nếu là nhóm C_1-C_{10} alkyl và ví dụ nhóm n-tetradexyl.

Các chất lỏng ion **4** có thể bao gồm anion hữu cơ hoặc vô cơ.

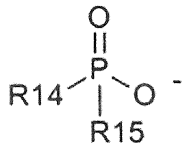
Các ví dụ về anion vô cơ mà có thể được sử dụng, có thể bao gồm:

- halogenua như Cl^-, Br^-, I^-, F^-,
- hexaflophosphat (PF_6^-),
- bo tetraflorua (BF_4^-).

Các ví dụ về anion hữu cơ mà có thể được sử dụng theo sáng chế, có thể bao gồm carbonat, tosylat hoặc phosphinat.

Các phosphinat mà có thể được sử dụng theo sáng chế có thể có công thức **V** sau đây:

[Công thức hoá học 5]



(V)

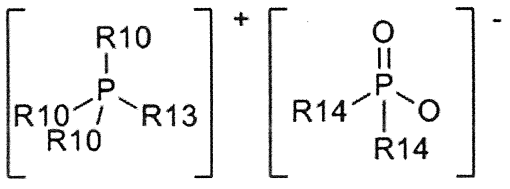
với **R14** và **R15** giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm C_1-C_{20} alkyl, tốt hơn nếu là các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O(C_1-C_6 alkyl), -OH, -NH_2, -SO_3H, tốt hơn nếu một hoặc vài phần tử thế -C_1-C_{10} alkyl, -CN hoặc -O(C_1-C_6 alkyl).

Tốt hơn, nếu các phosphinat có thể được chọn từ các hợp chất có công thức **V** sao cho **R14** và **R15** giống nhau hoặc khác nhau và được chọn từ các nhóm C_1-C_{10} alkyl, xem liệu có phải là mạch vòng hay không hoặc tốt hơn nếu không phải mạch vòng, mạch thẳng hoặc mạch nhánh, không được thế hoặc được thế bằng một hoặc vài phần tử thế được chọn từ -C_1-C_{10} alkyl, -CN, -O(C_1-C_6 alkyl).

Các ví dụ về phosphinat anion mà có thể được sử dụng theo sáng chế, có thể bao gồm phosphinat anion có công thức **V** sao cho **R14** = **R15** và là nhóm 2,4,4-trimetylpentyl.

Theo một phương án cụ thể của sáng chế, chất lỏng ion **4** được sử dụng theo sáng chế được tạo ra từ phosphoni cation có công thức **IV** như được xác định trên đây và phosphinat anion có công thức **V** như được xác định trên đây. Theo phương án này, chất lỏng ion có thể ví dụ có công thức **VI** sau đây:

[Công thức hoá học 6]

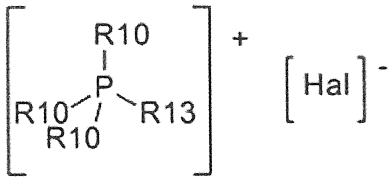


(VI)

với **R10**, **R13** và **R14** như được xác định trên đây.

Theo phương án cụ thể của sáng chế, chất lỏng ion **4** được sử dụng theo sáng chế được tạo ra từ phosphoni cation có công thức **IV** như được xác định trên đây và anion vô cơ, tốt hơn nếu là halogenua như được xác định trên đây. Theo phương án này, chất lỏng ion ví dụ có thể có công thức **VII** sau đây:

[Công thức hoá học 7]



(VII)

với **R10** và **R13** như được xác định trên đây, và **Hal** là halogen, và tốt hơn là Cl.

Vật liệu composit cách điện **1** cũng có thể bao gồm các chất phụ gia, như chất pha loãng hoặc chất tạo dẻo.

Sự có mặt của chất lỏng ion với lượng nhỏ cho phép gia tăng không đáng kể tính dẫn điện của vật liệu composit cách điện **1**, và thường đến hai bậc độ lớn (10^2) so với cùng một vật liệu composit cách điện mà không có chất lỏng ion, mà không tác động tiêu cực đến các đặc tính lý-hoá của vật liệu. Do đó, vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế có tính dẫn điện nằm trong khoảng từ 10^{-18} đến 10^{-12} S/m, tốt hơn là 10^{-15} S/m. Theo sáng chế, "tính dẫn điện" dùng để chỉ độ dẫn điện theo thể tích và/hoặc tính dẫn điện bề mặt và có thể được đo theo tiêu chuẩn ISO 62631-3.

Phụ thuộc vào bản chất của (các) chất lỏng ion **4** có mặt, các đặc tính dẫn điện của vật liệu composit cách điện **1** được cải biến theo cách cách riêng rẽ.

Theo phương án thứ nhất, chất lỏng ion được phân tán trong chất nền polyepoxit **2** mà không cải biến nó về mặt hoá học. Như được thể hiện trên Fig.1, các chất độn của chất lỏng ion "không" nằm trong chất nền **2** và có thể cảm ứng dòng điện.

Theo phương án thứ hai, chất nền polyepoxit **2** được liên kết về mặt hoá học và/hoặc về mặt vật lý với chất lỏng ion. Sau đó, dòng điện mà có thể được cảm ứng nhờ sự có mặt của chất lỏng ion.

Theo phương án thứ ba, chất nền polyepoxit **2** được liên kết về mặt hoá học và/hoặc về mặt vật lý với phần chất lỏng ion, sau đó phần chất lỏng ion được phân tán trong chất nền **2**. Sau đó, dòng điện có thể được cảm ứng là tổ hợp của sự có mặt của phần chất lỏng ion được liên kết với chất nền và phần "không chứa" chất lỏng ion trong chất nền.

Vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế đủ cứng để có thể tạo thành lớp lót có thể giữ đúng vị trí phần khác như chất dẫn điện. Cụ thể hơn, vật liệu composit

cách điện **1** có môđun đàn hồi lớn hơn 5.000 MPa, và tốt hơn nếu lớn hơn 10.000 MPa. Theo sáng chế, môđun đàn hồi được đo theo tiêu chuẩn ISO 527.

Vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế có quang phổ NMR cacbon và photpho đặc trưng, cho phép nhận biết nó bằng phương pháp so sánh.

Sáng chế còn đề cập đến phương pháp điều chế vật liệu composit cách điện **1** như được xác định theo sáng chế. Phương pháp này bao gồm bước chuẩn bị hỗn hợp có thể liên kết ngang, đưa nó vào trong khuôn, sau đó tạo liên kết ngang hỗn hợp có thể liên kết ngang.

Bước thứ nhất chuẩn bị hỗn hợp có thể tạo liên kết ngang được thực hiện bằng cách trộn, theo kỹ thuật đã biết bất kỳ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này, epoxy prepolyme, một hoặc vài chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình, và ít nhất một chất lỏng ion.

Epoxy prepolyme có thể là epoxy prepolyme thuộc loại vòng béo hoặc epoxy prepolyme thuộc loại diglyxidyl ete. Theo phương án được ưu tiên của sáng chế, epoxy prepolyme là epoxy prepolyme thuộc loại diglyxidyl ete, và cụ thể là diglyxidyl ete của bisphenol A.

Chất độn có kích cỡ vi mô và kích cỡ trung bình cũng như chất lỏng ion mà có thể được sử dụng theo sáng chế là như được xác định trên đây đối với vật liệu composit cách điện.

Khi hỗn hợp có thể liên kết ngang bao gồm tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion và/hoặc chất phụ gia, được hợp nhất vào trong hỗn hợp có thể liên kết ngang ở bước thứ nhất hoặc ở bước thứ hai trước khi kết thúc việc liên kết ngang.

Theo một phương án cụ thể, chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình được trộn với nhau trước tiên, sau đó chất lỏng ion được bổ sung vào hỗn hợp chất độn thứ hai, trước bước tạo liên kết ngang hỗn hợp có thể liên kết ngang.

Tốt hơn, nếu sự phân phối chất độn và chất lỏng ion trong hỗn hợp có thể liên kết ngang là đồng nhất.

Bước thứ hai của phương pháp sản xuất vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế bao gồm việc đưa hỗn hợp có thể liên kết ngang thu được ở bước thứ nhất vào trong khuôn có hình dạng mong muốn. Việc đưa vào này có thể đạt được bằng cách sử dụng kỹ thuật đã biết bất kỳ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh

vực này. Tố hơn, việc đưa vào khuôn đạt được bằng cách đúc trọng lực hoặc bằng cách đúc áp lực theo kỹ thuật đã biết bất kỳ trong lĩnh vực này, như tạo gel bằng cách ép tự động.

Theo sáng chế, tốt hơn nếu hỗn hợp có thể liên kết ngang có độ nhớt nằm trong khoảng từ 6.000 mPa.s đến 15.000 mPa.s, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 10.000 mPa.s đến 12.000 mPa.s, tốt hơn nếu được đo ở 80°C theo tiêu chuẩn ISO 12058. Do đó, hỗn hợp có thể liên kết ngang có độ nhớt cho phép sản xuất phương tiện đúc trọng lực trong chân không hoặc tạo gel ép tự động, mà tạo thuận lợi cho việc sản xuất vật liệu composit cách điện theo sáng chế. Ngoài ra, độ nhớt quá cao của hỗn hợp có thể liên kết ngang sẽ khiến cho nó khó đưa vào trong khuôn và sẽ tạo ra bọt trong hỗn hợp có thể liên kết ngang, và do đó có thể dẫn đến vật liệu cuối cùng xốp và/hoặc có các khiếm khuyết. Trái lại, độ nhớt quá thấp sẽ làm giảm hiệu quả của phương pháp sản xuất gel ép tự động và tác động đến sự phân phối chất độn.

Bước thứ ba của phương pháp sản xuất vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế bao gồm việc tạo liên kết ngang hỗn hợp có thể liên kết ngang trước khi đưa vào trong khuôn. Bước liên kết ngang ngày có thể được thực hiện theo kỹ thuật đã biết bất kỳ đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này. Cụ thể, bước này có thể được thực hiện với sự có mặt của phương pháp tạo liên kết ngang và tuỳ ý nhờ có các tác nhân liên kết ngang riêng biệt có mặt trong hỗn hợp có thể liên kết ngang.

Theo phương án thứ nhất, một phần chất lỏng ion có mặt trong hỗn hợp có thể liên kết ngang có thể khơi mào phản ứng liên kết ngang của epoxy prepolyme có mặt trong hỗn hợp có thể liên kết ngang, và do đó hoạt động như tác nhân liên kết ngang. Trong trường hợp này, chất lỏng ion **4** cải biến về mặt hoá học epoxy prepolyme, bằng cách liên kết với nó về mặt hoá học hoặc về mặt vật lý, sau đó cho phép polyme hoá đồng nhất. Điều này sau đó dẫn đến chất nền polyepoxit **2** được liên kết về mặt hoá học hoặc về mặt vật lý với một phần chất lỏng ion **4**. Theo phương án thứ nhất, hỗn hợp có thể liên kết ngang không bao gồm tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion có mặt trong hỗn hợp có thể liên kết ngang. Theo cách khác, theo phương án thứ nhất, hỗn hợp có thể liên kết ngang có thể chứa tác nhân liên kết ngang, nhưng với lượng ít hơn lượng cần thiết trong trường hợp

mà ở đó hỗn hợp có thể liên kết ngang không chứa chất lỏng ion có khả năng khơi mào phản ứng liên kết ngang của epoxy prepolyme. Tốt hơn, nếu phương án thứ nhất này cho phép làm đơn giản hoá phương pháp và làm giảm chi phí sản xuất.

Theo phương án thứ hai, (các) chất lỏng ion không cho phép khơi mào phản ứng liên kết ngang và cần phải có tác nhân liên kết ngang khác. Theo phương án thứ hai, tác nhân liên kết ngang có mặt theo cách này trong hỗn hợp có thể liên kết ngang. Tác nhân liên kết ngang có thể là chất làm đông cứng có thể kết hợp với chất khơi mào. Cụ thể hơn, tác nhân liên kết ngang có thể là chất làm đông cứng đã được hoạt hoá, hỗn hợp chứa chất làm đông cứng và chất khơi mào, hoặc tổ hợp của chất làm đông cứng và chất khơi mào. Theo sáng chế, các chất làm đông cứng và chất khơi mào mà có thể được sử dụng để tạo liên kết ngang từ epoxy prepolyme thuộc loại vòng béo hoặc thuộc loại diglyxicyl ete là các tác nhân được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực này. Các ví dụ về chất làm đông cứng có thể bao gồm các diamin và anhydrua.

Theo một phương án, bước tạo liên kết ngang được thực hiện mà không cần phải có phương pháp tạo liên kết ngang. Theo phương án khác, bước tạo liên kết ngang được thực hiện bằng phương pháp tạo liên kết ngang, như gia nhiệt hoặc UV chẳng hạn.

Cuối cùng, phương pháp này có thể bao gồm bước sau cùng gồm có việc tháo khuôn cấu trúc thu được sau bước tạo liên kết ngang và được tạo ra từ vật liệu composit cách điện **1**, theo kỹ thuật bất kỳ đã biết trong lĩnh vực này.

Phần thu được theo cách này được tạo ra từ vật liệu composit cách điện dễ sản xuất và có các đặc tính kỹ thuật cần để được sử dụng làm lớp lót cách điện trong điện áp cao và dòng điện một chiều (cụ thể là có điện trở tốt, độ bền cơ học tốt, khả năng chống ăn mòn điện tốt và sự lan truyền bên trong của vòm điện tốt, tính dẫn nhiệt tốt, độ xấp thấp và tính dẫn điện cao hơn tính dẫn điện của bộ phận cách điện dòng điện xoay chiều điện áp cao).

Như được thể hiện trên các hình vẽ Fig.**2** và Fig.**3**, sáng chế còn đề cập đến trạm biến áp bọc kim loại **5** bao gồm vỏ bọc bên ngoài **6** phân định bên trong vách cách điện **7** mà trong đó dây dẫn điện cao áp **8** được lắp vào được giữ đúng vị trí bằng các lớp nền cách điện **9** được tạo ra từ vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế. Nhờ có độ kín của vỏ bọc kim loại bên ngoài **6**, thể tích bên trong của vách

cách điện 7 được nạp đầy chất lỏng cách điện, thường là khí cách điện như SF_6. Tốt hơn, nếu trạm biến áp bọc kim loại **5** có dòng điện một chiều và điện áp cao.

Theo phương án ví dụ được ưu tiên được thể hiện trên các hình vẽ Fig.**2** và Fig.**3**, vỏ bọc kim loại bên ngoài **6** có dạng hình trụ. Ví dụ này không hạn chế.

Dây dẫn điện cao áp **8** thuộc loại đã biết được lắp bên trong vỏ bọc kim loại bên ngoài **6**. Dây dẫn điện cao áp **8** có dạng ống theo phương án ví dụ được thể hiện trên các hình vẽ Fig.**2** và Fig.**3**.

Dây dẫn điện cao áp **8** được giữ ở giữa vỏ bọc kim loại bên ngoài **6** sử dụng lớp nền cách điện **9**, như các chất đệm được tạo ra trong ví dụ này được min hoạ bởi hình nón (Fig.**2**) hoặc "kiểu trụ" (Fig.**3**). Mặc dù không được minh hoạ, các hình dạng khác có thể được dự định. Bất kể hình dạng của chúng, lớp nền cách điện **9** được tạo ra từ vật liệu composit cách điện **1** theo sáng chế.

Sáng chế còn đề cập đến lớp nền cách điện được tạo ra từ vật liệu composit cách điện theo sáng chế, hoặc được tạo ra từ vật liệu composit cách điện thu được bằng phương pháp theo sáng chế. Lớp nền cách điện như vậy có thể được sử dụng trong trạm biến áp bọc kim loại được sử dụng trong dòng điện một chiều điện áp cao.

Các ví dụ dưới đây cho phép minh hoạ sáng chế nhưng không giới hạn phạm vi bảo hộ của sáng chế theo cách bất kỳ.

Chế phẩm A theo sáng chế và chế phẩm B không theo sáng chế được chuẩn bị.

Chế phẩm A theo sáng chế chứa 18% khối lượng epoxy prepolyme (được bán trên thị trường bởi Hunstman dưới số tham chiếu Araldite CY 5923), 14% khối lượng tác nhân liên kết ngang loại anhydrit (được bán trên thị trường bởi Huntsman dưới tên Aradur HY 5925), 66% khối lượng chất độn Al_2O_3 (được bán trên thị trường bởi Imerys), và 2% khối lượng chất lỏng ion loại phosphoni (trihexyl (tetradexyl) phosphoni clorua, được bán bởi Cytec dưới tên CYPHOS® IL101). Chế phẩm A được tạo ra bằng cách trộn epoxy prepolyme, tác nhân liên kết ngang và chất độn, sau đó bằng cách bổ sung chất lỏng ion vào hỗn hợp này. Hỗn hợp có thể liên kết ngang sau đó được tạo liên kết ngang.

Chế phẩm B không phải của sáng chế bao gồm cùng một epoxy prepolyme, cùng một tác nhân liên kết ngang và cùng một chất độn như chế phẩm A, nhưng

không chứa chất lỏng ion. Do đó, chế phẩm B chứa 19% khối lượng epoxy prepolyme (được bán trên thị trường bởi Hunstman dưới tên Araldite CY 5923), 15% khối lượng tác nhân liên kết ngang loại anhydrit (được bán trên thị trường bởi Huntsman dưới tên Aradur HY 5925) và 66% khối lượng chất độn Al_2O_3 (được bán trên thị trường bởi Imerys). Chế phẩm B được tạo ra theo cùng một cách như chế phẩm A, ngoại trừ đối với việc bổ sung chất lỏng ion.

Độ dẫn điện theo thể tích của các chế phẩm A và B như đo được theo tiêu chuẩn ISO 62631. Các kết quả được báo cáo trong bảng 1 và trên Fig.4.

Chế phẩm A có độ dẫn điện lớn hơn khoảng 10 so với độ dẫn điện của chế phẩm B, bất kỳ nhiệt độ hoặc điện trường được áp dụng. Do đó, việc bổ sung chất lỏng ion vào vật liệu cách điện, với hàm lượng như được mô tả theo sáng chế, cho phép gia tăng khôgn đáng kể độ dẫn điện theo thể tích của vật liệu: vật liệu thu được theo cách này bảo tồn các đặc tính cách điện của nó, trong khi cho phép tạo chân không tốt hơn của chất độn điện tích.

Bảng 1

Độ dẫn điện theo thể tích (S/m)	60°C ; 8 kV/mm	80°C ; 8 kV/mm
Chế phẩm A	$992\ 10^{-15}$	$1{,}01\ 10^{-13}$
Chế phẩm B	$9{,}06\ 10^{-16}$	$1{,}43\ 10^{-14}$

Sáng chế không chỉ giới hạn ở các ví dụ được mô tả và được thể hiện vì các cải biến khác nhau có thể được tạo ra mà không chệch khỏi phạm vi bảo hộ của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Vật liệu composit cách điện (**1**) được tạo thành từ:

i) chất nền polyepoxit (**2**) thuộc loại vòng béo hoặc thuộc loại diglyxidyl ete với hàm lượng nhỏ hơn 40% khối lượng,

ii) khoảng từ 20 đến 75% khối lượng của một hoặc vài chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc có kích cỡ trung bình (**3**),

iii) khoảng từ 0,1 đến 20% khối lượng của ít nhất một chất lỏng ion (**4**),

khối lượng được tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện.

2. Vật liệu composit cách điện (**1**) theo điểm 1, trong đó (các) chất lỏng ion (**4**) thuộc loại amoni, imidazol, pyridin hoặc phosphoni.

3. Vật liệu composit cách điện (**1**) theo điểm 1 hoặc 2, trong đó hàm lượng của (các) chất lỏng ion (**4**) nằm trong khoảng từ 0,1 đến 5% khối lượng, tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện (**1**).

4. Vật liệu composit cách điện (**1**) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó vật liệu này bao gồm ít nhất một chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình (**3**) được chọn từ BN, polyimit, SiO_2, Al_2O_3, $Al(OH)_3$, CaO, MgO, $CaCO_3$, và TiO_2.

5. Vật liệu composit cách điện (**1**) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó hàm lượng của chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình (**3**) nằm trong khoảng từ 40 đến 70% khối lượng, tính theo tổng khối lượng của vật liệu composit cách điện (**1**).

6. Vật liệu composit cách điện (**1**) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó chất nền (**2**) là chất nền polyepoxit thuộc loại diglyxidyl ete, và tốt hơn nếu là chất nền polyepoxit thuộc loại diglyxidyl ete của bisphenol A.

7. Vật liệu composit cách điện (**1**) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên,

trong đó vật liệu này có độ dẫn điện theo thể tích nằm trong khoảng từ 10^{-18} đến 10^{-12} S/m, tốt hơn là 10^{-15} S/m, tốt hơn nếu được đo theo tiêu chuẩn ISO 62631-3.

8. Vật liệu composit cách điện (**1**) theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên, trong đó vật liệu này có nhiệt độ chuyển tiếp thuỷ tinh Tg nằm trong khoảng từ 70°C đến 160°C, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 100°C đến 130°C.

9. Lớp nền cách điện (**9**) được tạo ra từ vật liệu composit cách điện (**1**) như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm nêu trên.

10. Trạm biến áp bọc kim loại (**5**) bao gồm vỏ bọc bên ngoài (**6**) phân định bên trong vách cách điện (**7**) mà trong đó dây dẫn điện cao áp (**8**) được lắp vào bằng cách sử dụng lớp nền cách điện (**9**) như được xác định theo điểm 9.

11. Trạm biến áp bọc kim loại (**5**) theo điểm 10, trong đó trạm biến áp này là trạm biến áp điện một chiều và điện áp cao.

12. Phương pháp sản xuất vật liệu composit cách điện (**1**) như được xác định theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 8, phương pháp này bao gồm các bước sau:

a) chuẩn bị hỗn hợp có thể liên kết ngang bao gồm epoxy prepolyme thuộc loại vòng béo hoặc thuộc loại diglyxidyl ete, một hoặc vài chất độn có kích cỡ vi mô và/hoặc kích cỡ trung bình (**3**), ít nhất một chất lỏng ion (**4**), và tuỳ ý tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion,

b) đưa hỗn hợp có thể liên kết ngang vào trong khuôn, và

c) tạo liên kết ngang hỗn hợp có thể liên kết ngang được đặt trong khuôn.

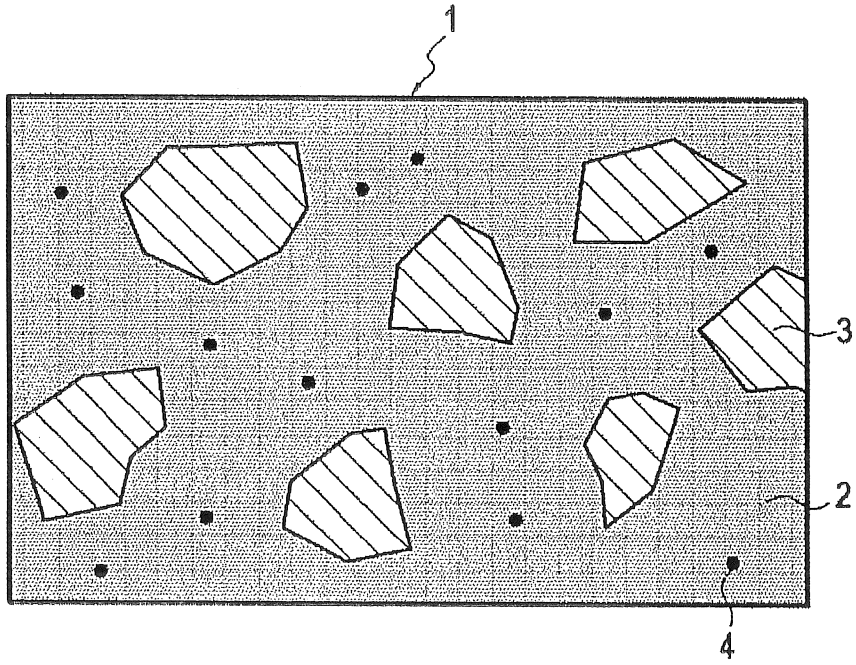
13. Phương pháp theo điểm 12, trong đó hỗn hợp có thể liên kết ngang có độ nhớt nằm trong khoảng từ 6.000 mPa.s đến 15.000 mPa.s, tốt hơn nếu nằm trong khoảng từ 10.000 mPa.s đến 12.000 mPa.s, tốt hơn nếu được đo ở 80°C theo tiêu chuẩn ISO 12058.

14. Phương pháp theo điểm 12 hoặc 13, trong đó hỗn hợp có thể liên kết ngang bao gồm tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion được chọn từ chất làm đông cứng đã được hoạt hoá, hoặc hỗn hợp chứa chất làm đông cứng và chất khơi mào, hoặc tổ hợp của chất làm đông cứng và chất khơi mào, tốt hơn nếu chất làm đông cứng được chọn từ chất làm đông cứng thuộc loại amin hoặc anhydrit.

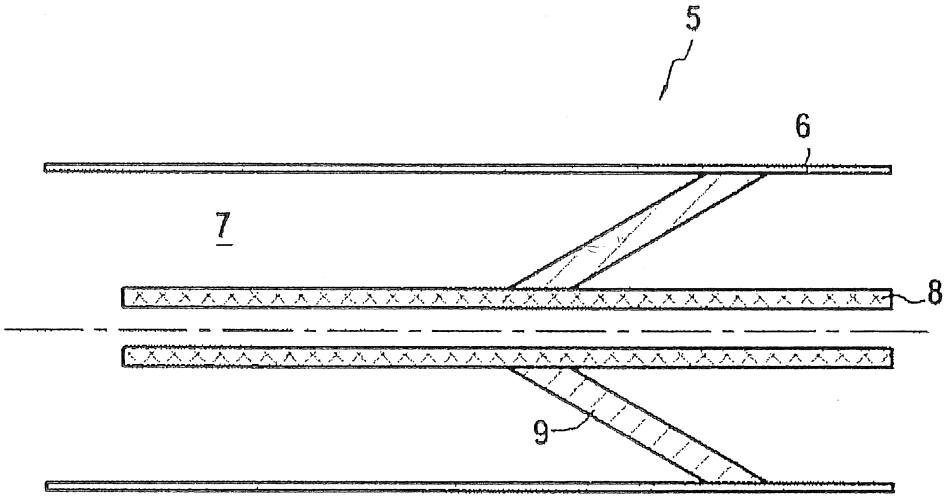
15. Phương pháp theo điểm 12 hoặc 13, trong đó hỗn hợp có thể liên kết ngang không chứa tác nhân liên kết ngang khác với (các) chất lỏng ion.

16. Phương pháp theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 12 đến 15, trong đó liên kết ngang thu được bằng cách áp dụng phương pháp tạo liên kết ngang, ví dụ gia nhiệt hoặc tia UV.

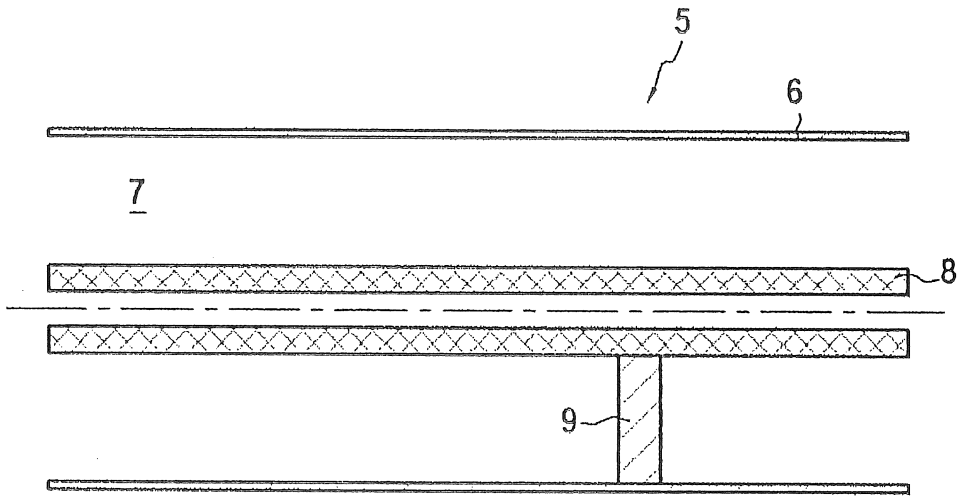
[Fig. 1]



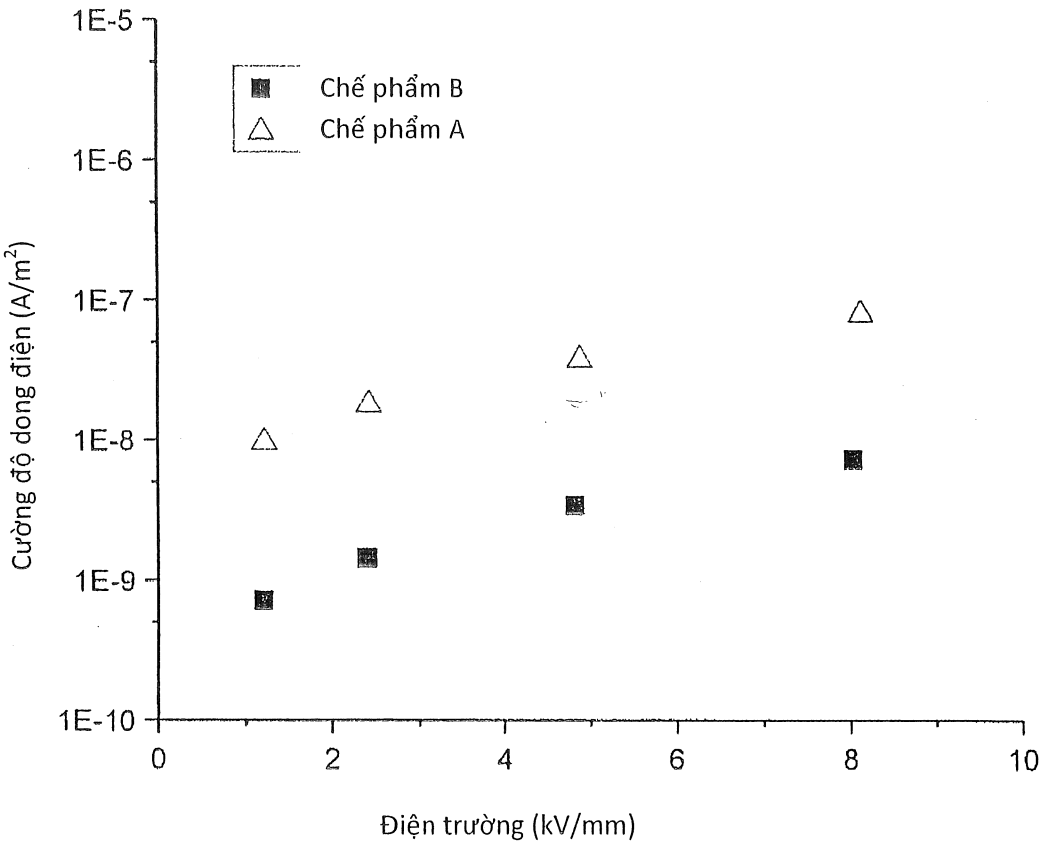
[Fig. 2]



[Fig. 3]


5
6
7
8
9

[Fig. 4]


1E-5
1E-6
1E-7
1E-8
1E-9
1E-10
Cường độ dong điện (A/m²)
Chế phẩm B
Chế phẩm A
0
2
4
6
8
10
Điện trường (kV/mm)