



(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) 
1-0021930

(51)⁷ **H01R 11/01, C08J 5/18, C09J 7/00,**
9/02, 11/04, 167/00, 201/00, H01B 1/20,
5/16, H01R 43/00

(13) **B**

(21) 1-2016-03765

(22) 10.02.2015

(86) PCT/JP2015/053659 10.02.2015

(87) WO2015/137033A1 17.09.2015

(30) 2014-047154 11.03.2014 JP

(45) 25.10.2019 379

(43) 26.12.2016 345

(73) DEXERIALS CORPORATION (JP)

Gate City Osaki, East Tower 8th Floor, 11-2, Osaki 1-chome, Shinagawa-ku, Tokyo
141-0032 Japan

(72) YAMADA, Yasunobu (JP), SEKIGUCHI, Morio (JP), KUMAKURA, Susumu (JP)

(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)

(54) **MÀNG DẪN ĐIỆN DỊ HƯỚNG, PHƯƠNG PHÁP NỐI VÀ CẤU TRÚC GHÉP**

(57) Sáng chế đề cập đến màng dẫn điện dị hướng dùng để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai, màng dẫn điện dị hướng này gồm: lớp chứa hạt dẫn điện, mà chứa thành phần tạo lớp dính và các hạt dẫn điện, trong đó lớp chứa hạt dẫn điện có hai đỉnh thu nhiệt trong phép đo nhiệt lượng quét vi sai nơi các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt được đo ở các điều kiện mà khoảng nhiệt độ đo là từ 10°C đến 250°C và tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút, và trong đó T2 là 30°C hoặc cao hơn, và T4-T2 là lớn hơn 0°C nhưng là 80°C hoặc thấp hơn, trong đó T2 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ thấp hơn, và T4 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ cao hơn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến màng dẫn điện dị hướng, phương pháp nối, và cấu trúc ghép.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các màng dẫn điện dị hướng (ACF-anisotropic conductive film) thường được sử dụng làm phương tiện để nối các bộ phận điện tử với nhau.

Màng dẫn điện dị hướng được sản xuất bằng cách phủ hỗn hợp nhựa chứa các hạt dẫn điện lên màng tháo, và sấy hỗn hợp nhựa này. Phương pháp nối giữa các bộ phận điện tử là phương pháp mà màng dẫn điện dị hướng được tạo ra trên màng tháo được đặt lên một trong số các mạch cần được nối (hoặc cả hai mạch cần được nối), nhiệt độ và áp suất định trước được cấp từ phía màng tháo để liên kết tạm thời, màng tháo được bóc, phần thu được được định vị trên mạch kia, và nhiệt độ và áp suất định trước được cấp trong khoảng thời gian định trước để liên kết (hoặc liên kết tạm thời có thể được thực hiện ở nhiệt độ và áp suất định trước trong khoảng thời gian định trước sau khi định vị, sau đó là thực hiện liên kết) nhờ đó thực hiện nối điện giữa các mạch.

Để cải thiện khả năng thực hiện bước lắp ráp các bộ phận điện tử và cho phép nối điện với độ tin cậy cao trong liên kết tạm thời trước khi bóc màng tháo hoặc liên kết tạm thời trước khi liên kết cuối, lớp chứa hạt dẫn điện cần có độ dính phù hợp. Đó là vì lớp chứa hạt dẫn điện được bóc ra khỏi bảng mạch cần được nối khi màng tháo được bóc, nếu độ dính của lớp chứa hạt dẫn điện trong màng dẫn điện dị hướng là kém. Hơn nữa, lớp chứa hạt dẫn điện và màng tháo có thể được bóc ra khỏi nhau, chẳng hạn, khi màng tháo có khả năng tháo cao và màng dẫn điện dị hướng được lấy ra từ cuộn để sử dụng. Nếu khả năng tháo của màng tháo là kém, lớp chứa hạt dẫn điện được bóc ra cùng với màng tháo, khi màng tháo được bóc ra sau khi liên kết tạm thời. Như vậy, quan trọng là lớp chứa hạt dẫn điện và màng tháo có khả năng tháo và độ dính thích hợp.

Do đó, cần có màng dẫn điện dị hướng có các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời đáp ứng các nhu cầu nêu trên ở thời điểm liên kết tạm thời. Chẳng hạn, màng dẫn điện dị hướng mà các đặc tính liên kết tạm thời của nó đã được cải

thiện bằng cách phối trộn nhựa epoxy lỏng vào nhựa rắn nhiệt là đã biết (xem tài liệu sáng chế 1).

Tuy nhiên, màng dẫn điện dị hướng được đề xuất không đáp ứng về mặt sử dụng thực tế và khả năng thực hiện, và cần cải thiện thêm.

Hơn nữa, gần đây đã có nhu cầu nối các bộ phận điện tử với nhau ở nhiệt độ thấp trong khoảng thời gian ngắn. Như vậy, các màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng mà cho phép nối các bộ phận điện tử ở nhiệt độ thấp trong khoảng thời gian ngắn đã được nghiên cứu.

Tuy nhiên đã phát hiện ra rằng tính chịu nhiệt của màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng bị suy yếu đáng kể, nếu vật liệu lỏng, như là vật liệu được sử dụng trong màng dẫn điện dị hướng của nhựa rắn nhiệt được nêu ở trên, được phối trộn trong màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng để cải thiện các đặc tính cố định tạm thời. Màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng có vấn đề là vấn đề liên quan đến các đặc tính cố định tạm thời trở nên đáng kể.

Do đó, cần màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng có các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời.

Hơn nữa, các màng dẫn điện dị hướng thường được sử dụng để nối các dây nhỏ không phù hợp để nối chắc chắn hơn. Từ khi nối nhiệt độ thấp được tiến hành, thì các màng dẫn điện dị hướng vẫn được sử dụng để nối các dây tương đối thô.

Màng dẫn điện dị hướng ban đầu được thiết kế cho các dây nhỏ được liên kết với diện tích nhỏ, và đạt được sự dẫn điện, là lớp chứa hạt dẫn điện chảy ra phía ngoài vùng đầu cực bằng cách ép chất liên kết tạo ra lớp chứa hạt dẫn điện để làm cho độ dày của lớp chứa hạt dẫn điện mỏng hơn so với các đường kính của các hạt dẫn điện, và kết quả là, các hạt dẫn điện được nén. Tuy nhiên, trong trường hợp mà vùng đầu cực có diện tích tương đối lớn cần được nối, phản ứng hóa rắn xảy ra ở quanh phần giữa của lớp chứa hạt dẫn điện có diện tích lớn làm tăng độ nhót trước khi chảy ra phía ngoài vùng đầu cực, và như vậy lớp chứa hạt dẫn điện không chảy ra ngoài vùng đầu cực và không thể trở nên mỏng. Như vậy, các hạt dẫn điện không được nén đủ, và có thể không thu được sự dẫn điện tuyệt vời.

Mặt khác, các màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng, mà không thực hiện phản ứng hóa rắn, không làm tăng độ nhớt cùng với phản ứng hóa rắn. Do đó, các màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng không có vấn đề được nêu ở trên, và có thể đạt được sự dẫn điện tuyệt vời.

Tuy nhiên, trong trường hợp các màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng, có các vấn đề là độ dính là thấp và các đặc tính cố định tạm thời nêu ở trên là kém vì màng dẫn điện dị hướng kiểu không phản ứng chứa vật liệu kết tinh có điểm nóng chảy.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1 Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản chưa xét nghiệm (JP-A) số 05-154857

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Mục đích của sáng chế là giải quyết các vấn đề khác nhau nói trên trong lĩnh vực kỹ thuật này và đạt được mục đích dưới đây. Mục đích của sáng chế là đề xuất màng dẫn điện dị hướng, có thể đảm bảo sự dẫn điện tuyệt vời ở phần giữa của chỗ nối, đặc biệt là với diện tích tương đối lớn, bằng việc duy trì điện trở nối phù hợp, và các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời, nơi màng chứa hạt dẫn điện được chứa trong màng dẫn điện dị hướng có độ dính phù hợp với tấm nền mà là mục tiêu để nối, và lớp chứa hạt dẫn điện và màng tháo có khả năng tháo và độ dính phù hợp, cũng như đề xuất phương pháp nối và cấu trúc ghép sử dụng màng dẫn điện dị hướng.

Cách thức giải quyết vấn đề

Cách thức giải quyết vấn đề được nêu ở trên là như sau:

<1> Màng dẫn điện dị hướng để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai, màng dẫn điện dị hướng này gồm:

lớp chứa hạt dẫn điện, mà chứa thành phần tạo lớp dính và các hạt dẫn điện,

trong đó lớp chứa hạt dẫn điện có hai đỉnh thu nhiệt trong phép đo nhiệt

lượng quét vi sai nơi các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt được đo ở các điều kiện mà khoảng nhiệt độ đo là từ 10°C đến 250°C và tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút, và

trong đó T2 là 30°C hoặc cao hơn, và T4-T2 là lớn hơn 0°C nhưng là 80°C hoặc thấp hơn, trong đó T2 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ thấp hơn, và T4 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ cao hơn.

<2> Màng dẫn điện dị hướng theo mục <1>, trong đó thành phần tạo lớp dính chứa nhựa kết tinh.

<3> Màng dẫn điện dị hướng theo mục <2>, trong đó nhựa kết tinh chứa ít nhất hai nhựa kết tinh gồm nhựa kết tinh thứ nhất và nhựa kết tinh thứ hai.

<4> Màng dẫn điện dị hướng theo mục <3>, trong đó thành phần tạo lớp dính còn chứa nhựa vô định hình.

<5> Màng dẫn điện dị hướng theo mục bất kỳ trong số các mục từ <1> đến <4>, trong đó độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện là từ 80% đến 140% so với đường kính hạt trung bình của các hạt dẫn điện.

<6> Màng dẫn điện dị hướng theo mục bất kỳ trong số các mục từ <3> đến <5>, trong đó tỷ lệ giữa khối lượng của nhựa kết tinh thứ nhất so với khối lượng của nhựa kết tinh thứ hai là từ 25:75 đến 75:25.

<7> Màng dẫn điện dị hướng theo mục bất kỳ trong số các mục từ <4> đến <6>, trong đó tỷ lệ (X):(Y) là từ 25:75 đến 75:25, trong đó (X) là tổng khối lượng của nhựa kết tinh thứ nhất và khối lượng của nhựa kết tinh thứ hai và (Y) là khối lượng của nhựa vô định hình.

<8> Màng dẫn điện dị hướng theo mục bất kỳ trong số các mục từ <4> đến <7>, trong đó nhựa kết tinh thứ nhất chứa polyeste kết tinh, nhựa kết tinh thứ hai chứa nhựa polyuretan kết tinh, và nhựa vô định hình chứa nhựa polyeste vô định hình.

<9> Màng dẫn điện dị hướng theo mục bất kỳ trong số các mục từ <1> đến <8>, trong đó đường kính hạt trung bình của các hạt dẫn điện là từ 2 µm đến 40 µm.

<10> Phương pháp nối để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai, phương pháp nối này gồm:

bố trí lớp chứa hạt dẫn điện của màng dẫn điện dị hướng theo mục bất kỳ trong số các mục từ <1> đến <9> trên đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai để thực hiện sự bố trí thứ nhất;

bố trí bộ phận điện tử thứ nhất trên lớp chứa hạt dẫn điện để cho đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất tiếp xúc với lớp chứa hạt dẫn điện để thực hiện sự bố trí thứ hai; và

gia nhiệt và ép bộ phận điện tử thứ nhất bằng bộ phận ép-nhiệt.

<11> Phương pháp nối theo mục <10>, trong đó diện tích tiếp xúc khi đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai được nối dẫn điện dị hướng là 100 mm^2 hoặc lớn hơn.

<12> Cấu trúc ghép được nối bằng phương pháp nối theo mục <10> hoặc <11>.

Hiệu quả của sáng chế

Sáng chế có thể giải quyết các vấn đề khác nhau được nêu ở trên trong lĩnh vực và đạt được mục đích được nêu ở trên, và có thể tạo ra màng dẫn điện dị hướng, mà có thể đảm bảo sự dẫn điện tuyệt vời ở phần giữa của chỗ nối, đặc biệt là với diện tích tương đối lớn, bằng việc duy trì điện trở nối phù hợp, gồm màng chứa hạt dẫn điện có độ dính phù hợp với tấm nền mà là mục tiêu để nối, có khả năng tháo và độ dính phù hợp giữa lớp chứa hạt dẫn điện và màng tháo, và có các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời giữa các bộ phận đối diện, cũng như tạo ra các phương pháp nối và cấu trúc ghép sử dụng màng dẫn điện dị hướng.

Mô tả chi tiết sáng chế

(Màng dẫn điện dị hướng)

Màng dẫn điện dị hướng của sáng chế gồm ít nhất lớp chứa hạt dẫn điện, và có thể còn gồm các lớp khác hoặc các thành phần khác, như là nền tháo được, theo nhu cầu.

Màng dẫn điện dị hướng là màng dẫn điện dị hướng để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai.

Màng dẫn điện dị hướng có các đặc trưng dưới đây.

Trong phép đo nhiệt lượng quét vi sai nơi các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt được đo ở các điều kiện mà khoảng nhiệt độ đo là từ 10°C đến 250°C và tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút, T2 là 30°C hoặc cao hơn, và T4-T2 là lớn hơn 0°C nhưng là 80°C hoặc thấp hơn, trong đó lớp chứa hạt dẫn điện có hai đỉnh thu nhiệt, T2 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ thấp hơn, và T4 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ cao hơn.

Màng dẫn điện dị hướng của sáng chế có các đặc trưng được nêu ở trên là màng dẫn điện dị hướng, mà đảm bảo sự dẫn điện tuyệt vời ở phần giữa của chỗ nối có diện tích tương đối lớn, và có các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời.

Phương án ưu tiên khi cấu trúc ghép được nêu dưới đây được sản xuất sử dụng màng dẫn điện dị hướng của sáng chế, là phương án mà T2 và T4 được thiết lập thỏa mãn mối quan hệ được thể hiện bởi công thức (1) dưới đây trong phép đo nhiệt lượng quét vi sai được thực hiện ở các điều kiện khoảng nhiệt độ đo là từ 10°C đến 250°C và tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút, trong đó T1 là nhiệt độ trong phòng tại đó màng dẫn điện dị hướng được sử dụng, T3 là nhiệt độ để liên kết tạm thời, và T5 là nhiệt độ để liên kết.

$$T1 < T2 < T3 < T4 < T5 \quad (1)$$

Theo phương án được nêu ở trên, một phần của vật liệu trong lớp chứa hạt dẫn điện được nóng chảy ở nhiệt độ liên kết tạm thời vì sự có mặt của T2. Như vậy, lớp chứa hạt dẫn điện tạo độ dính để cải thiện các đặc tính cố định tạm thời. Vật liệu kết tinh trong lớp chứa hạt dẫn điện ở trạng thái kết tinh ở T1, và như vậy lớp chứa hạt dẫn điện không có độ dính hoặc chỉ có độ dính nhẹ giúp cho việc kiểm soát lớp chứa hạt dẫn điện dễ dàng, dẫn đến kiểm soát tuyệt vời.

T4 xuất hiện ở nhiệt độ thấp hơn T5. Khó đạt được dẫn điện ở phần giữa của diện tích lớn với màng dẫn điện dị hướng kiểu phản ứng. Vì T4 xuất hiện ở nhiệt độ thấp hơn T5, thành phần tạo lớp dính của màng dẫn điện dị hướng của sáng chế có thể chảy ra ngoài vùng đầu cực để nén các hạt dẫn điện, và như vậy có thể đảm bảo được sự dẫn điện tuyệt vời.

Để thu được màng dẫn điện dị hướng có T2 và T4 mong muốn, các vật liệu kết tinh có các đỉnh thu nhiệt ở các nhiệt độ mong muốn có thể được phối

trộn. Các vật liệu kết tinh được mô tả dưới đây.

<Phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC-Differential Scanning Calorimetry)>

Khi đo bằng DSC được thực hiện ở các điều kiện dưới đây, nhiệt độ bắt đầu thu nhiệt, nhiệt độ đỉnh thu nhiệt, và giá trị thu nhiệt ở thời điểm gia nhiệt có thể được xác định.

Thiết bị đo: Q100, do TA Instruments Japan Inc. sản xuất

Mẫu đo: 5 mg

Khoảng nhiệt độ đo: từ 10°C đến 250°C

Tốc độ gia nhiệt: 10 °C/phút

<Lớp chứa hạt dẫn điện>

Lớp chứa hạt dẫn điện chứa ít nhất thành phần tạo lớp dính và các hạt dẫn điện, và có thể còn chứa các thành phần khác theo nhu cầu.

<<Thành phần tạo lớp dính>>

Thành phần tạo lớp dính không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Các ví dụ về thành phần tạo lớp dính gồm nhựa kết tinh và nhựa vô định hình.

Trong số các ví dụ được liệt kê ở trên, việc sử dụng nhựa kết tinh và nhựa vô định hình ở dạng kết hợp được ưu tiên vì việc nối với các bộ phận điện tử có thể đạt được ở nhiệt độ thấp trong khoảng thời gian ngắn trong khi duy trì phù hợp điện trở nối của màng dẫn điện dị hướng. Hơn nữa, trong trường hợp mà hai hoặc nhiều nhựa kết tinh được sử dụng làm nhựa kết tinh, và hai hoặc nhiều nhựa kết tinh và nhựa vô định hình được sử dụng ở dạng kết hợp, việc sử dụng hai hoặc nhiều nhựa kết tinh và nhựa vô định hình ở dạng kết hợp như vậy được ưu tiên hơn vì sự dẫn điện tuyệt vời được đảm bảo ở phần giữa của chỗ nối, đặc biệt là, với diện tích tương đối lớn, với việc duy trì điện trở nối phù hợp của màng dẫn điện dị hướng, các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời là thu được, và việc nối các bộ phận điện tử có thể được tiến hành ở nhiệt độ thấp trong khoảng thời gian ngắn.

-Nhựa kết tinh-

Nhựa kết tinh không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích

hợp phụ thuộc vào mục đích dự định, mong muốn rằng nhựa kết tinh là nhựa chứa vùng kết tinh. Các ví dụ về nhựa kết tinh gồm nhựa polyeste, nhựa polyuretan, và nhựa polyolefin. Nhựa là nhựa kết tinh có thể được xác nhận hay không, chẳng hạn, bằng sự có mặt đỉnh thu nhiệt được quan sát trong khi gia nhiệt trong phép đo nhiệt lượng quét vi sai.

Trong sáng chế, hai hoặc nhiều nhựa kết tinh được chứa để thu được màng dẫn điện dị hướng có T2 và T4 mong muốn.

Một phương án ưu tiên đặc biệt là nhựa kết tinh thứ nhất trong số hai hoặc nhiều nhựa kết tinh là nhựa polyeste kết tinh, và nhựa kết tinh thứ hai trong số các nhựa kết tinh là nhựa polyuretan kết tinh.

Trong sáng chế, nhựa kết tinh khác có thể còn được chứa ngoài nhựa kết tinh thứ nhất và nhựa kết tinh thứ hai. Chẳng hạn, nhựa kết tinh khác được nêu ở trên có thể là nhựa kết tinh polyeste khác với nhựa kết tinh thứ nhất, nhựa polyuretan kết tinh khác với nhựa kết tinh thứ hai, hoặc nhựa kết tinh khác, như là nhựa polyolefin kết tinh, mà không phải là nhựa polyeste kết tinh hoặc nhựa polyuretan kết tinh.

Các ví dụ về nhựa polyeste gồm nhựa polyetylen terephthalat và nhựa polybutylen terephthalat.

Các ví dụ về nhựa polyolefin gồm nhựa polyetylen, nhựa polypropylen, và nhựa polybutylen.

Tỷ lệ giữa khối lượng (g) của nhựa kết tinh thứ nhất so với khối lượng (g) của nhựa kết tinh thứ hai ưu tiên là từ 25:75 đến 75:25, ưu tiên hơn là từ 30:70 đến 70:30.

-Nhựa vô định hình-

Các ví dụ về nhựa vô định hình gồm các nhựa tương tự được liệt kê là các ví dụ trong phần mô tả về nhựa kết tinh.

Trong trường hợp mà nhựa vô định hình và nhựa kết tinh được sử dụng ở dạng kết hợp trong sáng chế, ưu tiên là cùng loại nhựa được sử dụng làm nhựa vô định hình và nhựa kết tinh ở dạng kết hợp. Chẳng hạn, ưu tiên là kết hợp giữa nhựa polyeste kết tinh và nhựa polyeste vô định hình, kết hợp giữa nhựa polyuretan kết tinh và nhựa polyuretan vô định hình, và kết hợp giữa nhựa polyolefin kết tinh và nhựa polyolefin vô định hình. Khi cùng loại nhựa được

sử dụng làm nhựa kết tinh và nhựa vô định hình ở dạng kết hợp, nhựa kết tinh và nhựa vô định hình được trộn để tạo trạng thái mà nhựa kết tinh dễ dàng được hòa tan trong dung môi, và như vậy lớp chứa hạt dẫn điện chứa nhựa kết tinh đồng nhất có thể thu được.

Lớp chứa hạt dẫn điện thu được có thể đạt được việc nổi ở nhiệt độ thấp trong khoảng thời gian ngắn. Lý do được cho là như sau. Lớp chứa hạt dẫn điện nhanh chóng đóng rắn do nhựa kết tinh, khi trạng thái được gia nhiệt quay trở lại nhiệt độ bình thường, sau khi gia nhiệt và làm mềm lớp chứa hạt dẫn điện.

Trong trường hợp hai hoặc nhiều nhựa kết tinh được chứa trong lớp chứa hạt dẫn điện trong sáng chế, và nhựa polyeste kết tinh và nhựa polyuretan kết tinh được chứa làm các nhựa kết tinh, nhựa polyeste vô định hình hoặc nhựa polyuretan vô định hình ưu tiên được sử dụng làm nhựa vô định hình, nhưng việc sử dụng nhựa polyeste vô định hình làm nhựa vô định hình là ưu tiên hơn vì tính linh hoạt mang lại cho màng thu được ở nhiệt độ trong phòng.

Tỷ lệ của tổng (X) (g) gồm khối lượng của nhựa kết tinh thứ nhất và khối lượng của nhựa kết tinh thứ hai so với khối lượng (Y) (g) của nhựa vô định hình ưu tiên là (X):(Y) = 25:75 đến 75:25, và ưu tiên hơn là (X):(Y) = 40:60 đến 60:40.

<<Các hạt dẫn điện>>

Các hạt dẫn điện không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Các ví dụ về các hạt dẫn điện gồm các hạt kim loại và các hạt nhựa được phủ kim loại.

Các hạt kim loại không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Các ví dụ về các hạt kim loại gồm niken, coban, bạc, đồng, vàng, paladi, và hợp kim hàn. Chúng có thể được sử dụng một mình hoặc ở dạng kết hợp.

Trong số này, được ưu tiên là niken, bạc, và đồng. Các bề mặt của các hạt kim loại này có thể được phủ vàng hoặc paladi nhằm mục đích ngăn ngừa sự oxi hóa bề mặt. Hơn nữa, có thể sử dụng các hạt kim loại, mà các phần nhô kim loại hoặc các màng phủ cách điện được tạo nên từ vật liệu hữu cơ có thể được bố trí cho mỗi bề mặt.

Các hạt nhựa được phủ kim loại không bị giới hạn cụ thể và có thể được

lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định, mong muốn rằng các hạt nhựa được phủ kim loại là các hạt, trong mỗi hạt bề mặt của hạt nhựa được bọc bằng kim loại. Các ví dụ về các hạt nhựa được phủ kim loại gồm các hạt, trong mỗi hạt bề mặt của hạt nhựa được bọc bằng ít nhất một kim loại được lựa chọn từ nhóm gồm có niken, bạc, hợp kim hàn, đồng, vàng, và paladi. Hơn nữa, có thể sử dụng các hạt nhựa được phủ kim loại, mà các phần nhô kim loại hoặc màng phủ cách điện được tạo ra từ vật liệu hữu cơ có thể được bố trí cho mỗi bề mặt. Trong trường hợp nổi tính đến điện trở thấp, thì việc sử dụng các hạt, trong mỗi hạt bề mặt của hạt nhựa được bọc bằng bạc, là được ưu tiên.

Phương pháp bọc các hạt nhựa bằng kim loại không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Các ví dụ về phương pháp này bao gồm mạ không điện cực và phún xạ.

Vật liệu của các hạt nhựa không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Các ví dụ về vật liệu này gồm styren-divinylbenzen copolyme, nhựa benzoguanamin, nhựa polystyren liên kết ngang, nhựa acrylic, và nhựa hỗn hợp styren-silic oxit.

Các hạt dẫn điện không bị giới hạn cụ thể miễn là chúng có tính dẫn điện khi nổi dẫn điện dị hướng được tạo ra. Chẳng hạn, các hạt, mà trong mỗi hạt màng phủ cách điện được bố trí trên hạt kim loại, là các hạt dẫn điện được nêu ở trên, miễn là các hạt được làm biến dạng để lộ ra các hạt kim loại ở thời điểm nổi dẫn điện dị hướng được tạo ra.

Đường kính hạt trung bình của các hạt dẫn điện không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Đường kính hạt trung bình ưu tiên là từ 2 μm đến 40 μm , ưu tiên hơn là từ 5 μm đến 30 μm , thậm chí ưu tiên hơn là từ 10 μm đến 25 μm , và đặc biệt là ưu tiên là từ 10 μm đến 20 μm .

Đường kính hạt trung bình là giá trị trung bình của các đường kính hạt được đo tùy ý trên 10 hạt dẫn điện.

Chẳng hạn, các đường kính hạt có thể được đo bằng cách quan sát dưới kính hiển vi điện tử quét.

Lượng các hạt dẫn điện không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định.

<Nền tháo được>

Nền tháo được không bị giới hạn cụ thể, miễn là nền tháo được là màng mà có thể được bóc ra khỏi lớp chứa hạt dẫn điện ở thời điểm liên kết tạm thời. Chẳng hạn, nền tháo được có góc tiếp xúc là 80° hoặc lớn hơn so với nước có thể được sử dụng.

Hơn nữa, các ví dụ về nền tháo được gồm màng gốc silicon, màng gốc flo, và PET, PEN, và giấy glasin được xử lý bằng tác nhân tháo, như là tác nhân tháo gốc silicon và tác nhân tháo gốc flo. Trong số các ví dụ được liệt kê ở trên, nền tháo được gốc silicon là được ưu tiên.

Độ dày trung bình của nền tháo được không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Độ dày trung bình của nền tháo được ưu tiên là từ 12 μm đến 75 μm .

<Phương pháp sản xuất màng dẫn điện dị hướng>

Trong sáng chế, màng dẫn điện dị hướng có thể được sản xuất bằng các bước dưới đây.

Màng dẫn điện dị hướng được sản xuất bằng: bước điều chế sơn dầu là hòa tan thành phần tạo lớp dính trong dung môi để điều chế sơn dầu; bước điều chế hợp phần dẫn điện dị hướng là bổ sung các hạt dẫn điện vào sơn dầu để thu được hợp phần dẫn điện dị hướng; và bước phủ hợp phần dẫn điện dị hướng lên nền tháo được và sấy hợp phần dẫn điện dị hướng.

Dung môi được sử dụng cho thành phần tạo lớp dính không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Chẳng hạn, dung môi hỗn hợp của metyl etyl keton, toluen, và xyclohexanon (metyl etyl keton:toluen:xyclohexanon = 50:40:10 (tỷ lệ khối lượng)) hoặc dung môi hỗn hợp của toluen và etyl axetat (toluen:etyl axetat = 50:50 (tỷ lệ khối lượng)) có thể được sử dụng.

<Bộ phận điện tử thứ nhất và bộ phận điện tử thứ hai>

Bộ phận điện tử thứ nhất và bộ phận điện tử thứ hai không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định, ngoại trừ rằng bộ phận điện tử thứ nhất và bộ phận điện tử thứ hai là các bộ phận điện tử có các đầu cực, mà là các mục tiêu để nối dẫn điện dị hướng sử dụng màng dẫn điện dị hướng. Các ví dụ về bộ phận điện tử thứ nhất và bộ

phận điện tử thứ hai gồm các tấm nền thủy tinh, các tấm nền đàn hồi, các tấm nền cứng, các chip mạch tích hợp (IC-integrated circuit), liên kết tự động dán (TAB- tape automated bonding), và các panen tinh thể lỏng. Các ví dụ về các tấm nền thủy tinh gồm các tấm nền thủy tinh được tạo ra có dây Al, và các tấm nền thủy tinh được tạo dây ITO. Các ví dụ về các chip IC gồm các chip IC để điều khiển các màn hình tinh thể lỏng được sử dụng trong các màn hình tấm phẳng (FPD- flat panel display).

Độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện trong màng dẫn điện dị hướng không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện ưu tiên là từ 5 μm đến 50 μm , và ưu tiên hơn là từ 8 μm đến 16 μm .

Trong sáng chế, độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện ưu tiên hơn là được thiết lập tính đến đường kính hạt trung bình của các hạt dẫn điện. Đối với độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện, độ dày trung bình có thể là từ 80% đến 140% so với đường kính hạt trung bình của các hạt dẫn điện.

(Phương pháp nổi)

Phương pháp nổi của sáng chế gồm ít nhất bước bố trí thứ nhất, bước bố trí thứ hai, và bước ép nhiệt, và có thể còn gồm các bước khác, như là bước tháo nền tháo được, theo nhu cầu.

Phương pháp nổi là phương pháp để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai.

Bộ phận điện tử thứ nhất và bộ phận điện tử thứ hai không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Các ví dụ về bộ phận điện tử thứ nhất và bộ phận điện tử thứ hai gồm các bộ phận điện tử thứ nhất và các bộ phận điện tử thứ hai được liệt kê làm các ví dụ trong phần mô tả về màng dẫn điện dị hướng của sáng chế.

Việc sử dụng màng dẫn điện dị hướng của sáng chế có thể đảm bảo sự dẫn điện tuyệt vời ở phần giữa nhờ nối bằng diện tích lớn. Do đó, việc sử dụng màng dẫn điện dị hướng của sáng chế có thể nối một cách tuyệt vời đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai với nhau khi diện tích tiếp xúc để nối dẫn điện dị hướng giữa đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai là 100 mm^2 hoặc lớn hơn.

<Bước bố trí thứ nhất>

Bước bố trí thứ nhất không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định, ngoại trừ rằng bước bố trí thứ nhất là bố trí lớp chứa hạt dẫn điện của màng dẫn điện dị hướng của sáng chế trên đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai.

<Bước bố trí thứ hai>

Bước bố trí thứ hai không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định, ngoại trừ rằng bước bố trí thứ hai là bố trí bộ phận điện tử thứ nhất trên lớp chứa hạt dẫn điện để cho đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất tiếp xúc với lớp chứa hạt dẫn điện.

<Bước ép nhiệt>

Bước ép nhiệt không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định, ngoại trừ rằng bước ép nhiệt là gia nhiệt và ép bộ phận điện tử thứ nhất bằng bộ phận ép nhiệt.

Các ví dụ về bộ phận ép nhiệt gồm bộ phận ép có hệ thống gia nhiệt. Các ví dụ về bộ phận ép có hệ thống gia nhiệt gồm công cụ nhiệt.

Nhiệt độ của bước gia nhiệt không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Nhiệt độ ưu tiên là từ 100°C đến 140°C.

Áp suất của bước ép không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Áp suất ưu tiên là từ 2 MPa đến 6 MPa.

Khoảng thời gian của bước gia nhiệt và ép không bị giới hạn cụ thể và có thể được lựa chọn thích hợp phụ thuộc vào mục đích dự định. Khoảng thời gian này ưu tiên là từ 2 phút đến 20 phút.

<Các bước khác>

<<Bước tháo nền tháo được>>

Các ví dụ về các bước khác được nêu ở trên gồm bước tháo nền tháo được gồm tháo nền tháo được của màng dẫn điện dị hướng khỏi lớp chứa hạt dẫn điện.

(Cấu trúc ghép)

Cấu trúc ghép của sáng chế không bị giới hạn miễn là cấu trúc ghép là cấu trúc ghép được nối bằng phương pháp nối được nêu ở trên. Cấu trúc ghép gồm ít nhất bộ phận điện tử thứ nhất, bộ phận điện tử thứ hai, và lớp chứa hạt dẫn điện, và có thể còn gồm các bộ phận khác theo nhu cầu.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được giải thích cụ thể hơn dựa vào các Ví dụ và các Ví dụ so sánh dưới đây, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở các Ví dụ này. Lưu ý rằng, “(các) phần” biểu thị “(các) phần theo khối lượng.”

(Ví dụ 1)

<Sản xuất màng dẫn điện dị hướng>

Dung dịch được sản xuất bằng cách trộn và khuấy 80 phần theo khối lượng của ARONMELT PES-111EE (do TOAGOSEI CO., LTD. sản xuất, nhựa kết tinh mà thành phần chính của nó là nhựa polyeste kết tinh) dùng làm nhựa kết tinh thứ nhất A1, 40 phần theo khối lượng của DESMOCOLL 540 (do Sumika Bayer Uretan Co., Ltd. sản xuất, nhựa polyuretan tuyến tính kết tinh) dùng làm nhựa kết tinh thứ hai A2, 80 phần theo khối lượng của ELITEL UE3500 (do UNITIKA LTD. sản xuất, nhựa polyeste vô định hình, trọng lượng phân tử trung bình theo trọng lượng: 30000) dùng làm nhựa vô định hình A3, và 400 phần theo khối lượng của dung môi hỗn hợp (metyl etyl keton (MEK):toluen:xyclohexanon = 50:40:10 (tỷ lệ khối lượng)), nhờ đó thu được hỗn hợp sơn dầu.

Tiếp theo, 5 phần theo khối lượng của các hạt nhựa được mạ Ag có hình cầu có đường kính hạt trung bình là 10 μm (các hạt dẫn điện thu được bằng phương pháp sản xuất dưới đây) được bổ sung vào hỗn hợp sơn dầu để thu được hợp phần dẫn điện dị hướng.

Hợp phần dẫn điện dị hướng thu được được phủ lên màng polyetylen terephtalat (PET) được xử lý bằng tác nhân tháo gốc silicon và có độ dày trung bình là 50 μm theo cách mà độ dày trung bình của hợp phần dẫn điện dị hướng sau khi sấy là 12 μm . Hợp phần dẫn điện dị hướng được phủ được sấy ở 70°C trong 10 phút để tạo ra màng dẫn điện dị hướng.

-Sản xuất màng được xử lý bằng tác nhân tháo gốc silicon

13 phần theo khối lượng của dung dịch silicon có thể phản ứng cộng (tên sản phẩm “KS-847” do Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. sản xuất, nồng độ silicon 30% theo khối lượng) và 0,3 phần theo khối lượng của chất xúc tác hóa rắn bạch kim (tên sản phẩm “PL-50T” do Shin-Etsu Chemical Co., Ltd. sản xuất) được bổ sung vào dung môi hỗn hợp chứa 40 phần theo khối lượng của toluen và 47 phần theo khối lượng của methyl ethyl keton để điều chế chất lỏng phủ dùng cho lớp tháo.

Chất lỏng phủ dùng cho lớp tháo được phủ lên màng PET, cả hai bề mặt của màng chưa được xử lý, để tạo độ dày trung bình là 50 μm , và chất lỏng phủ được phủ được sấy nhờ đó thu được màng tháo gốc silicon.

Lưu ý rằng, thanh gạt xoắn được sử dụng cho việc phủ chất lỏng phủ. Đối với việc hóa rắn lớp được phủ, toàn bộ lớp được phủ được gia nhiệt ở 160°C trong 1 phút. Độ dày trung bình của tác nhân tháo gốc silicon sau khi được sấy là 0,1 μm .

-Sản xuất các hạt dẫn điện-

--Sản xuất các hạt nhựa gốc divinyl benzen --

Benzoyl peroxit được bổ sung vào dung dịch, trong đó tỷ lệ phối trộn của divinyl benzen, styren, và butyl metacrylat được điều chỉnh, làm chất khơi mào polyme hóa. Phần thu được được gia nhiệt có khuấy đồng nhất ở tốc độ cao để thực hiện phản ứng polyme hóa, nhờ đó thu được chất lỏng phân tán hạt. Chất lỏng phân tán hạt được đưa đi lọc, sau đó là được sấy ở điều kiện áp suất giảm, nhờ đó thu được thể khối là thể được kết tụ gồm các hạt. Hơn nữa, thể khối được nghiền để thu được các hạt nhựa gốc divinyl benzen.

--Mạ bạc cho các hạt nhựa--

15g benzimidazol dùng làm tác nhân khử được bổ sung vào dung dịch được điều chế bằng cách hòa tan 4,25g bạc nitrat dùng làm muối bạc trong 625 mL nước cất ở nhiệt độ trong phòng. Sau khi xác nhận rằng thể lắng sinh ra ban đầu được hòa tan hoàn toàn, 5g imit axit succinic và 3g axit xitric monohydrat được hòa tan trong đó làm các tác nhân tạo phức. Sau đó, 13g axit glyoxylic dùng làm tác nhân điều chỉnh kết tinh được bổ sung vào đó và được hòa tan hoàn toàn, nhờ đó điều chế dung dịch mạ bạc không điện cực.

Tiếp theo, các hạt nhựa gốc divinylbenzen thu được ở trên được bổ sung

vào dung dịch mạ bạc không điện cực, và phần thu được được gia nhiệt có khuấy và nhiệt độ của dung dịch được duy trì ở 50°C. Sau đó, các hạt trong đó được tách bằng lọc bằng phễu Buchner, và các hạt được tách được sấy bằng thiết bị sấy chân không ở 80°C trong 2 giờ, nhờ đó thu được các hạt nhựa được mạ Ag có hình cầu (các hạt dẫn điện) có đường kính hạt trung bình là 10 µm.

<Phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC)>

Đo DSC được thực hiện trên lớp chứa hạt dẫn điện của màng dẫn điện dị hướng thu được ở trên của sáng chế ở các điều kiện dưới đây để xác định các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt (T2 và T4) ở thời điểm gia nhiệt. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-1. Trong trường hợp khó nhận biết đỉnh thu nhiệt, nhiệt độ, tại đó giá trị thu nhiệt là lớn nhất giữa hai điểm, nhiệt độ bắt đầu thu nhiệt và nhiệt độ kết thúc thu nhiệt, trong vùng nhiệt độ thu nhiệt, được xác định là nhiệt độ đỉnh thu nhiệt.

Thiết bị đo: Q100, do TA Instruments Japan Inc. sản xuất

Mẫu đo: 5 mg

Khoảng nhiệt độ đo: 10°C đến 250°C

Tốc độ gia nhiệt: 10 °C/phút

<Đánh giá về các đặc tính cán mỏng>

Màng PET có độ dày trung bình là 25 µm được đặt trên tầng nóng mà nhiệt độ của nó được điều chỉnh đến 70°C. Màng dẫn điện dị hướng của sáng chế được cắt thành miếng có kích thước 50 mm × 25 mm được bố trí trên màng PET. Sau khi ép cụm màng PET và màng dẫn điện dị hướng bằng cách quay trục lăn tay 5kg lăn qua và lăn lại hai lần, nền tháo được (màng được xử lý tháo gốc silicon) được bóc ra khỏi màng dẫn điện dị hướng. Đánh giá được thực hiện dựa trên các tiêu chuẩn dưới đây. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1-1.

[Chỉ tiêu đánh giá]

A: Màng dẫn điện dị hướng được cán mỏng đồng nhất trên màng PET mà không làm cong, tạo nếp, hoặc mất lớp chứa hạt dẫn điện, khi nền tháo được được bóc ra.

B: Mặc dù làm cong, tạo nếp, hoặc mất lớp chứa hạt dẫn điện gây ra khi nền tháo được được bóc, bản thân bước cán mỏng có thể thực hiện được.

C: Cong, tạo nếp, hoặc mất lớp chứa hạt dẫn điện gây ra khi nền tháo được được bóc ra, và màng dẫn điện dị hướng không được cán mỏng đồng nhất trên màng PET.

<Đánh giá về các đặc tính cố định tạm thời>

Màng PET có độ dày trung bình là 25 μm được đặt trên tầng nóng mà nhiệt độ của nó được điều chỉnh đến 70°C. Màng dẫn điện dị hướng của sáng chế được cắt thành miếng có kích thước 50 mm $\times$ 25 mm được bố trí trên màng PET. Sau khi ép cụm màng PET và màng dẫn điện dị hướng bằng cách quay trục lăn tay 5kg lăn qua và lăn lại hai lần, nền tháo được (màng xử lý tháo gốc silicon) được bóc ra khỏi màng dẫn điện dị hướng.

Bảng mạch in dẻo cấu trúc ba lớp (dưới đây có thể được gọi là “FPC”), trong đó độ dày trung bình của phần đầu cực là 25 μm , được cán mỏng lên phần thu được. Sau đó, trục lăn tay 5 kg được lăn qua và lăn lại trên FPC hai lần nhằm mục đích cố định tạm thời màng PET và FPC, nhờ đó sản xuất mẫu dính tạm thời. Đánh giá được thực hiện dựa trên các tiêu chuẩn dưới đây. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1-1.

[Chỉ tiêu đánh giá]

A: Không có vấn đề gì về độ dính tạm thời giữa FPC và màng PET, và FPC và màng PET không rời khỏi nhau.

C: Khó dính tạm thời FPC và màng PET với nhau, và mẫu dính tạm thời không được sản xuất vì FPC và màng PET rời khỏi nhau.

<Sản xuất cấu trúc ghép>

Hai cấu trúc ghép, mảnh thử nghiệm A và B, được sản xuất theo cách dưới đây.

-Mảnh thử nghiệm A-

Cấu trúc ba lớp FPC (diện tích của phần đầu cực: 20 mm $\times$ 5 mm = 100 mm²), trong đó độ dày trung bình của phần đầu cực là 25 μm , được sử dụng làm bộ phận mục tiêu-1.

Màng PET có độ dày trung bình 25 μm được sử dụng làm bộ phận mục tiêu-2.

-Mảnh thử nghiệm B-

Cấu trúc ba lớp FPC (diện tích của phần đầu cực: $50 \text{ mm} \times 25 \text{ mm} = 1,250 \text{ mm}^2$), trong đó độ dày trung bình của phần đầu cực là $25 \text{ }\mu\text{m}$, được sử dụng làm bộ phận mục tiêu-1.

Màng PET có độ dày trung bình $25 \text{ }\mu\text{m}$ được sử dụng làm bộ phận mục tiêu-2.

Mẫu cố định tạm thời ở dạng kết hợp mảnh thử nghiệm A hoặc mảnh thử nghiệm B được tạo ra theo cách tương tự như tạo ra mẫu dính tạm thời. Mẫu cố định tạm thời được gia nhiệt và được ép từ phía bộ phận mục tiêu-1 ở các điều kiện ép nhiệt dưới đây nhờ đó thu được cấu trúc ghép.

Nhiệt độ thiết lập của nguồn nhiệt: 110°C

Nhiệt độ thiết lập của tầng thủy tinh: 90°C

Lực kè: $500 \text{ kgf}/1250 \text{ mm}^2$

Thời gian ép: 3 phút

<<Đánh giá về các hạt được nén ở phần giữa trong mặt phẳng>>

Trạng thái của các hạt được nén dẫn điện ở phần giữa của mảnh mẫu được xác nhận trên hai cấu trúc ghép thu được (mảnh thử nghiệm A và mảnh thử nghiệm B) bằng cách đặt mỗi mảnh thử nghiệm trên kính hiển vi luyện kim. Đánh giá được thực hiện dựa trên các tiêu chuẩn dưới đây. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1-1.

[Chỉ tiêu đánh giá]

A: Các hạt dẫn điện được nén, và các đường kính hạt dọc theo hướng mặt phẳng là 1,2 lần hoặc lớn hơn các đường kính hạt trước khi được nén.

B: Các hạt dẫn điện được nén, nhưng các đường kính hạt dọc theo hướng mặt phẳng là 1,1 lần hoặc lớn hơn nhưng nhỏ hơn 1,2 lần các đường kính hạt trước khi được nén.

C: Các hạt dẫn điện được nén, nhưng các đường kính hạt dọc theo hướng mặt phẳng là ít hơn 1,1 lần các đường kính hạt trước khi được nén.

<<Đánh giá toàn diện>>

Ba kết quả đánh giá được nêu ở trên về các đặc tính cán mỏng, đánh giá về các đặc tính cố định tạm thời, và đánh giá về các hạt được nén ở phần giữa

trong mặt mặt phẳng được đánh giá toàn diện dựa trên chỉ tiêu đánh giá dưới đây. Kết quả được thể hiện trong Bảng 1-1.

[Chỉ tiêu đánh giá]

A: Tất cả ba đánh giá là A.

B: Trong số ba đánh giá, không có C, và một chỉ tiêu là B hoặc hơn.

C: trong số ba đánh giá, có một chỉ tiêu là C hoặc hơn.

(Các ví dụ 2 đến 7)

Các màng dẫn điện dị hướng và các cấu trúc ghép mỗi loại được sản xuất theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, ngoại trừ lượng của mỗi thành phần tạo lớp dính thay đổi như được mô tả trên Bảng 1-1.

Các màng dẫn điện dị hướng và các cấu trúc ghép thu được được đánh giá theo cách tương tự như trong Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-1.

(Ví dụ 8)

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép được sản xuất theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, ngoại trừ rằng DESMOCOLL 540 dùng làm nhựa kết tinh thứ hai A2 được thay bằng DESMOCOLL 530 (do Sumika Bayer Uretan Co., Ltd. sản xuất, nhựa polyuretan tuyến tính kết tinh), và độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện sau khi được sấy được thay đổi thành độ dày được thể hiện trên Bảng 1-2.

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép thu được được đánh giá theo cách tương tự như trong Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-2.

(Ví dụ 9)

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép được sản xuất theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, ngoại trừ rằng ARONMELT PES-111EE dùng làm nhựa kết tinh thứ nhất A1 được thay bằng VYLON GA-6400 (do TOYOBO CO., LTD. sản xuất, nhựa kết tinh mà thành phần chính của nó là nhựa polyeste kết tinh).

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép thu được được đánh giá theo cách tương tự như trong Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-2.

(Các ví dụ 10 và 11)

Các màng dẫn điện dị hướng và các cấu trúc ghép mỗi loại được sản xuất theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, ngoại trừ độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện sau khi được sấy được thay đổi thành độ dày được thể hiện trên Bảng 1-2.

Các màng dẫn điện dị hướng và các cấu trúc ghép thu được được đánh giá theo cách tương tự như trong Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-2.

(Các ví dụ 12 đến 15)

Các màng dẫn điện dị hướng và các cấu trúc ghép được sản xuất theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, ngoại trừ lượng của mỗi thành phần tạo lớp dính được thay đổi như được thể hiện trên Bảng 1-3.

Các màng dẫn điện dị hướng và các cấu trúc ghép thu được được đánh giá theo cách tương tự như trong Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-3.

(Ví dụ so sánh 1)

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép được sản xuất theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, ngoại trừ DESMOCOLL 540 dùng làm nhựa kết tinh thứ hai A2 được thay bằng NIPPOLAN 5196 (do Nippon Polyuretan Industry Co., Ltd. sản xuất, nhựa polyuretan có bộ khung polycarbonat).

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép thu được được đánh giá theo cách tương tự như trong Ví dụ 1. Trong Ví dụ so sánh 1, bước cán mỏng và cố định tạm thời không đạt được, và như vậy thử nghiệm đối với các hạt được nén ở phần giữa trong mặt phẳng không được thực hiện. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-4.

(Ví dụ so sánh 2)

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép được sản xuất theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, ngoại trừ DESMOCOLL 540 dùng làm nhựa kết tinh thứ hai A2 được thay bằng DESMOCOLL 176 (do Sumika Bayer Uretan Co., Ltd. sản xuất, nhựa polyuretan tuyến tính kết tinh).

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép thu được được đánh giá theo

cách tương tự như trong Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-4.

(Ví dụ so sánh 3)

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép được sản xuất theo cách tương tự như trong Ví dụ 1, ngoại trừ ARONMELT PES-111EE dùng làm nhựa kết tinh thứ nhất A1 được thay bằng ARONMELT PES126E (do TOAGOSEI CO., LTD. sản xuất, nhựa kết tinh mà thành phần chính của nó là nhựa polyeste kết tinh).

Màng dẫn điện dị hướng và cấu trúc ghép thu được được đánh giá theo cách tương tự như trong Ví dụ 1. Các kết quả được thể hiện trên Bảng 1-4.

Bảng 1-1

		Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ 7
Nhựa kết tinh thứ nhất A1	ARONMELT PES-111EE	80	60	40	70	15	30	80
Nhựa kết tinh thứ hai A2	DESMOCOLL 540	40	60	80	70	15	30	40
Nhựa vô định hình A3	ELITEL UE3500	80	80	80	60	70	140	80
Các hạt dẫn điện	(φ) 10 μm	5	5	5	5	5	5	5
Độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện (μm)		12	12	12	12	12	12	12
T1 °C	Nhiệt độ trong phòng được sử dụng	23	23	23	23	23	23	23
T2 °C	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt ở phía nhiệt độ thấp	46	46	46	46	46	46	46
T3 °C	Nhiệt độ liên kết tạm thời	70	70	70	70	70	70	70
T4 °C	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt ở phía nhiệt độ cao	108	108	108	108	108	108	108
T5 °C	Nhiệt độ liên kết	110	110	110	110	110	110	110
T4 – T2 (chênh lệch nhiệt độ đỉnh thu nhiệt)		62	62	62	62	62	62	62
Các đặc tính cán mỏng		A	A	A	A	A	A	A
Các đặc tính cố định tạm thời		A	A	A	A	A	A	A
Các hạt được nén ở phần giữa trong mặt phẳng	Mảnh thử nghiệm A	A	A	A	A	A	A	A
	Mảnh thử nghiệm B	A	A	A	A	A	A	A
Đánh giá toàn diện		A	A	A	A	A	A	A

Bảng 1-2

		Ví dụ 8	Ví dụ 9	Ví dụ 10	Ví dụ 11
Nhựa kết tinh thứ nhất A1	ARONMELT PES-111EE	80	—	80	80
	VYLON GA-6400	—	80	—	—
Nhựa kết tinh thứ hai A2	DESMOCOLL 530	40	—	—	—
	DESMOCOLL 540	—	40	40	40
Nhựa vô định hình A3	ELITEL UE3500	80	80	80	80
Các hạt dẫn điện	(φ) 10 μm	5	5	5	5
Độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện (μm)		10	12	15	7
T1 °C	Nhiệt độ trong phòng được sử dụng	23	23	23	23
T2 °C	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt ở phía nhiệt độ thấp	43	46	46	46
T3 °C	Nhiệt độ liên kết tạm thời	70	70	70	70
T4 °C	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt ở phía nhiệt độ cao	108	74	108	108
T5 °C	Nhiệt độ liên kết	110	110	110	110
T4 – T2 (chênh lệch nhiệt độ đỉnh thu nhiệt)		65	28	62	62
Các đặc tính cán mỏng		A	A	A	B
Các đặc tính cố định tạm thời		A	A	A	A
Các hạt được nén ở phần giữa trong mặt phẳng	Mảnh thử nghiệm A	A	A	A	A
	Mảnh thử nghiệm B	A	A	B	A
Đánh giá toàn diện		A	A	B	B

Bảng 1-3

		Ví dụ 12	Ví dụ 13	Ví dụ 14	Ví dụ 15
Nhựa kết tinh thứ nhất A1	ARONMELT PES-111EE	24	76	39	121
Nhựa kết tinh thứ hai A2	DESMOCOLL 540	24	76	121	39
Nhựa vô định hình A3	ELITEL UE3500	152	48	80	80
Các hạt dẫn điện	(φ) 10 μm	5	5	5	5
Độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện (μm)		12	12	12	12
T1 °C	Nhiệt độ trong phòng được sử dụng	23	23	23	23
T2 °C	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt ở phía nhiệt độ thấp	46	46	46	46
T3 °C	Nhiệt độ liên kết tạm thời	70	70	70	70
T4 °C	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt ở phía nhiệt độ cao	108	108	108	108
T5 °C	Nhiệt độ liên kết	110	110	110	110
T4 – T2 (chênh lệch nhiệt độ đỉnh thu nhiệt)		62	62	62	62
Các đặc tính cán mỏng		A	A	A	B
Các đặc tính cố định tạm thời		A	A	A	A
Các hạt được nén ở phần giữa trong mặt phẳng	Mảnh thử nghiệm A	A	A	A	A
	Mảnh thử nghiệm B	B	B	B	A
Đánh giá toàn diện		B	B	B	B

Bảng 1-4

		Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3
Nhựa kết tinh thứ nhất A1	ARONMELT PES-111EE	80	80	–
	ARONMELT PES126E	–	–	80
Nhựa kết tinh thứ hai A2	DESMOCOLL 540	–	–	40
	DESMOCOLL 176	–	40	–
Nhựa vô định hình A3	ELITEL UE3500	80	80	80
	NIPPOLAN 5196	40	–	–
Các hạt dẫn điện		(φ) 10 μm	5	5
Độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện (μm)		12	12	12
T1 °C	Nhiệt độ trong phòng được sử dụng	23	23	23
T2 °C	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt ở phía nhiệt độ thấp	–	–26	46
T3 °C	Nhiệt độ liên kết tạm thời	70	70	70
T4 °C	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt ở phía nhiệt độ cao	108	108	135
T5 °C	Nhiệt độ liên kết	110	110	110
T4 – T2 (chênh lệch nhiệt độ đỉnh thu nhiệt)		108	134	89
Các đặc tính cán mỏng		C	C	A
Các đặc tính cố định tạm thời		C	A	A
Các hạt được nén ở phần giữa trong mặt phẳng	Mảnh thử thử nghiệm A	Không được thử thử nghiệm	A	C
	Mảnh thử thử nghiệm B	Không được thử thử nghiệm	A	C
Đánh giá toàn diện		C	C	C

Đơn vị của lượng được phối trộn (tương đương với lượng) của mỗi thành phần trong các Bảng 1-1 đến 1-4 là phần theo khối lượng.

Từ các Ví dụ 1 đến 15 khẳng định được rằng màng dẫn điện dị hướng của sáng chế đảm bảo sự dẫn điện tuyệt vời ở phần giữa, đặc biệt là để nối với

diện tích tương đối lớn, bằng việc duy trì điện trở nối phù hợp, và có các đặc tính cán mỏng tuyệt vời ở thời điểm liên kết tạm thời, độ dính tạm thời tuyệt vời, và các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời.

Từ các kết quả của các Ví dụ 1 đến 7 so với các Ví dụ 10 và 11 khẳng định được rằng các kết quả tuyệt vời thu được khi độ dày trung bình của màng dẫn điện dị hướng là từ 80% đến 140% so với đường kính hạt trung bình của các hạt dẫn điện.

Hơn nữa, từ các kết quả của các Ví dụ 1 đến 7 so với các Ví dụ 14 và 15 khẳng định được rằng thậm chí sự dẫn điện tuyệt vời hơn đạt được ở phần giữa để nối với diện tích lớn và các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời hơn thu được khi tỷ lệ giữa khối lượng của nhựa kết tinh thứ nhất so với khối lượng của nhựa kết tinh thứ hai là từ 25:75 đến 75:25.

Hơn nữa, từ các kết quả của các Ví dụ 1 đến 7 so với các Ví dụ 12 và 13 khẳng định được rằng thậm chí sự dẫn điện tuyệt vời hơn đạt được ở phần giữa để nối với diện tích lớn và các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời hơn thu được khi tỷ lệ của tổng khối lượng (X) của nhựa kết tinh thứ nhất và khối lượng của nhựa kết tinh thứ hai so với khối lượng (Y) của nhựa vô định hình là (X):(Y) = 25:75 đến 75:25.

Màng dẫn điện dị hướng theo sáng chế có thể đảm bảo sự dẫn điện tuyệt vời ở phần giữa của chỗ nối, đặc biệt là với diện tích tương đối lớn, bằng việc duy trì điện trở nối phù hợp, và có các đặc tính cố định tạm thời tuyệt vời, mà màng chứa hạt dẫn điện được chứa trong màng dẫn điện dị hướng có độ dính thích hợp với tấm nền mà là mục tiêu để nối, và lớp chứa hạt dẫn điện và màng tháo có khả năng tháo và độ dính phù hợp. Do đó, màng dẫn điện dị hướng có thể được sử dụng thích hợp làm vật liệu nối khi đầu cực của tấm nền và đầu cực của bộ phận điện tử được nối dẫn điện dị hướng để tạo ra cấu trúc ghép.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Màng dẫn điện dị hướng dùng để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai, màng dẫn điện dị hướng này bao gồm:

lớp chứa hạt dẫn điện chứa thành phần tạo lớp dính và các hạt dẫn điện,

trong đó lớp chứa hạt dẫn điện có hai đỉnh thu nhiệt trong phép đo nhiệt lượng quét vi sai nơi các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt được đo ở các điều kiện mà khoảng nhiệt độ đo là từ 10°C đến 250°C và tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút, và

trong đó T_2 là 30°C hoặc cao hơn, và $T_4 - T_2$ là từ 28°C đến 65°C, mà T_2 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ thấp hơn, và T_4 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ cao hơn.

2. Màng dẫn điện dị hướng để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai ở nhiệt độ T_5 sau khi tạo ra màng dẫn điện dị hướng giữa đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai ở nhiệt độ T_3 , màng dẫn điện dị hướng này bao gồm:

lớp chứa hạt dẫn điện chứa thành phần tạo lớp dính và các hạt dẫn điện,

trong đó lớp chứa hạt dẫn điện có hai đỉnh thu nhiệt trong phép đo nhiệt lượng quét vi sai nơi các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt được đo ở các điều kiện mà khoảng nhiệt độ đo là từ 10°C đến 250°C và tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút, và

trong đó T_2 là 30°C hoặc cao hơn, và $T_4 - T_2$ là từ 28°C hoặc cao hơn, và thỏa mãn mối quan hệ $T_2 < T_3 < T_4 < T_5$, mà T_2 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ thấp hơn, và T_4 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ cao hơn.

3. Màng dẫn điện dị hướng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó thành phần tạo lớp dính chứa nhựa kết tinh.

4. Màng dẫn điện dị hướng theo điểm 3, trong đó nhựa kết tinh chứa ít nhất hai nhựa kết tinh gồm nhựa kết tinh thứ nhất và nhựa kết tinh thứ hai.

5. Màng dẫn điện dị hướng theo điểm 4, trong đó thành phần tạo lớp dính còn chứa nhựa vô định hình.

6. Màng dẫn điện dị hướng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó độ dày trung bình của lớp chứa hạt dẫn điện là từ 80% đến 140% so với đường kính hạt trung bình của các hạt dẫn điện.

7. Màng dẫn điện dị hướng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 4 đến 6, trong đó tỷ lệ giữa khối lượng của nhựa kết tinh thứ nhất so với khối lượng của nhựa kết tinh thứ hai là từ 25:75 đến 75:25.

8. Màng dẫn điện dị hướng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 7, trong đó tỷ lệ (X):(Y) là từ 25:75 đến 75:25, trong đó (X) là tổng khối lượng của nhựa kết tinh thứ nhất và khối lượng của nhựa kết tinh thứ hai và (Y) là khối lượng của nhựa vô định hình.

9. Màng dẫn điện dị hướng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 5 đến 8, trong đó nhựa kết tinh thứ nhất chứa polyeste kết tinh, nhựa kết tinh thứ hai chứa nhựa polyuretan kết tinh, và nhựa vô định hình chứa nhựa polyeste vô định hình.

10. Màng dẫn điện dị hướng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 9, trong đó đường kính hạt trung bình của các hạt dẫn điện là từ 2 μm đến 40 μm .

11. Phương pháp nối để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai, phương pháp nối này bao gồm:

bố trí lớp chứa hạt dẫn điện của màng dẫn điện dị hướng theo điểm 1 trên đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai để thực hiện sự bố trí thứ nhất;

bố trí bộ phận điện tử thứ nhất trên lớp chứa hạt dẫn điện để cho đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất tiếp xúc với lớp chứa hạt dẫn điện để thực hiện sự bố trí thứ hai; và

gia nhiệt và ép bộ phận điện tử thứ nhất bằng bộ phận ép-nhiệt.

12. Phương pháp nối để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai qua màng dẫn điện dị hướng chứa lớp chứa hạt dẫn điện, phương pháp nối này bao gồm:

bố trí lớp chứa hạt dẫn điện của màng dẫn điện dị hướng trên đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai để thực hiện sự bố trí thứ nhất;

bố trí bộ phận điện tử thứ nhất trên lớp chứa hạt dẫn điện để cho đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất tiếp xúc với lớp chứa hạt dẫn điện để thực

hiện sự bố trí thứ hai; và

gia nhiệt và ép bộ phận điện tử thứ nhất ở nhiệt độ T5 bằng bộ phận ép-nhiệt,

trong đó màng dẫn điện dị hướng tạo ra giữa đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai ở nhiệt độ T3,

trong đó lớp chứa hạt dẫn điện chứa thành phần tạo lớp dính và các hạt dẫn điện,

trong đó lớp chứa hạt dẫn điện có hai đỉnh thu nhiệt trong phép đo nhiệt lượng quét vi sai nơi các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt được đo ở các điều kiện mà khoảng nhiệt độ đo là từ 10°C đến 250°C và tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút,

trong đó T2 là 30°C hoặc cao hơn, và T4-T2 là từ 28°C hoặc cao hơn, mà T2 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ thấp hơn, và T4 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ cao hơn, và

trong đó nhiệt độ T2, nhiệt độ T3, nhiệt độ T4, và nhiệt độ T5 thỏa mãn mối quan hệ $T2 < T3 < T4 < T5$.

13. Phương pháp nối theo điểm 11 hoặc 12, trong đó diện tích tiếp xúc khi đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai được nối dẫn điện dị hướng là 100 mm² hoặc lớn hơn.

14. Cấu trúc ghép thu được bằng cách nối dẫn điện dị hướng bộ phận điện tử thứ nhất và bộ phận điện tử thứ hai qua màng dẫn điện dị hướng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ điểm 1 đến điểm 10.

15. Phương pháp sản xuất màng dẫn điện dị hướng bao gồm:

bước điều chế sơn dầu là hòa tan thành phần tạo lớp dính trong dung môi để điều chế sơn dầu,

bước điều chế hợp phần dẫn điện dị hướng là bổ sung các hạt dẫn điện vào sơn dầu để thu được hợp phần dẫn điện dị hướng, và

bước phủ hợp phần dẫn điện dị hướng lên nền tháo được và sấy hợp phần dẫn điện dị hướng,

trong đó màng dẫn điện dị hướng là màng dẫn điện dị hướng để nối dẫn điện dị hướng đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận

điện tử thứ hai ở nhiệt độ T_5 sau khi tạo ra màng dẫn điện dị hướng giữa đầu cực của bộ phận điện tử thứ nhất và đầu cực của bộ phận điện tử thứ hai ở nhiệt độ T_3 ,

trong đó màng dẫn điện dị hướng chứa lớp chứa hạt dẫn điện chứa thành phần tạo lớp dính và các hạt dẫn điện,

trong đó lớp chứa hạt dẫn điện có hai đỉnh thu nhiệt trong phép đo nhiệt lượng quét vi sai nơi các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt được đo ở các điều kiện mà khoảng nhiệt độ đo là từ 10°C đến 250°C và tốc độ gia nhiệt là $10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$, và

trong đó T_2 là 30°C hoặc cao hơn, và $T_4 - T_2$ là 28°C hoặc cao hơn, và thỏa mãn mối quan hệ $T_2 < T_3 < T_4 < T_5$, mà T_2 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ thấp hơn, và T_4 là nhiệt độ của đỉnh thu nhiệt xuất hiện ở phía nhiệt độ cao hơn.