



(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)



1-0050710

(51)^{2022.01} **B29C 55/14; C08J 5/18; B65D 65/40;** (13) **B**
B29C 61/06; B65D 25/36

(21) 1-2023-01741

(22) 19/08/2021

(86) PCT/JP2021/030389 19/08/2021

(87) WO 2022/044959 03/03/2022

(30) 2020-143696 27/08/2020 JP

(45) 25/08/2025 449

(43) 26/06/2023 423A

(73) TOYOBO CO., LTD. (JP)

13-1, Umeda 1-chome, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 5300001, Japan

(72) HARUTA, Masayuki (JP).

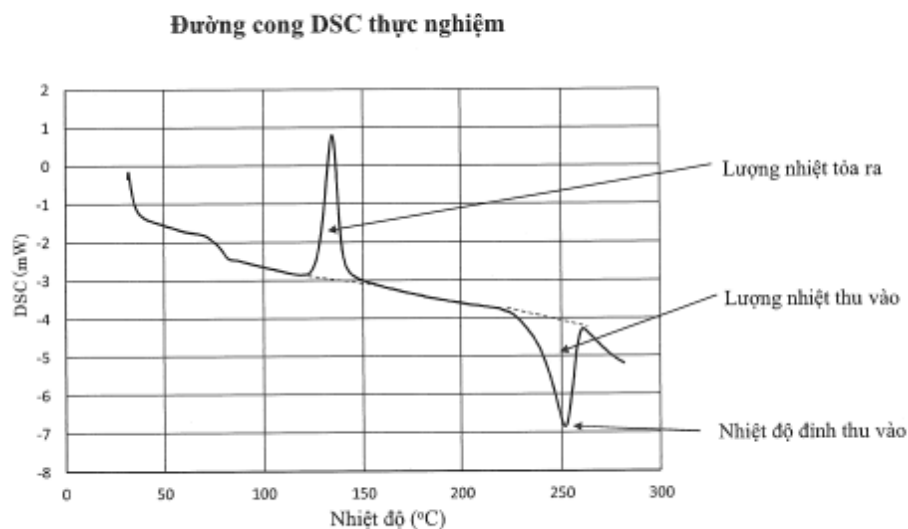
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) MÀNG POLYESTE CÓ THỂ CO DO NHIỆT, NHÃN CÓ THỂ CO DO NHIỆT,
VÀ SẢN PHẨM BAO GÓI

(21) 1-2023-01741

(57) [Vấn đề] Mục đích của sáng chế là đề xuất màng polyeste có thể co do nhiệt có tỉ lệ co do nhiệt cao theo hướng co chính và chúng có thể tái chế được một cách hài lòng với chai PET đồ uống đã sử dụng để sản xuất nhựa PET tái chế. [Giải pháp] Màng polyeste có thể co do nhiệt bao gồm, 95% mol hoặc cao hơn và 100% mol hoặc thấp hơn của axit dicarboxylic và 0% mol hoặc cao hơn và 5% mol hoặc thấp hơn của axit isophthalic trong 100% mol của toàn bộ thành phần axit dicarboxylic, 85% mol hoặc cao hơn và 98% mol hoặc thấp hơn của đơn vị etylen terephthalat trong 100% mol của toàn bộ đơn vị este, và 2% mol hoặc cao hơn và 15% mol hoặc thấp hơn của dietylen glycol trong 100% mol của toàn bộ thành phần polyol, trong đó màng này có tỉ lệ co do nhiệt nước nóng đã định trước, cũng như nhiệt độ đỉnh nóng chảy, lượng nhiệt tỏa ra khi kết tinh, và lượng nhiệt thu vào khi nóng chảy nằm trong khoảng đã định trước mà được xác định thông qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi làm nóng chảy màng cần được nóng chảy, tôi màng, và gia nhiệt lại màng.

[Fig. 1]



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến màng polyeste có thể co do nhiệt. Cụ thể, sáng chế đề cập đến màng polyeste có thể co do nhiệt, và nhãn có thể co do nhiệt và sản phẩm bao gói bao gồm màng này, mà có thể tái chế được một cách hài lòng ở dạng nhựa PET thông qua việc trộn với chai PET trong quy trình tái chế chai PET.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, màng kéo căng (còn được gọi là màng có thể co do nhiệt) được làm bằng nhựa polyvinyl clorua, nhựa polystyren, hoặc nhựa polyeste đã được sử dụng rộng rãi cho các ứng dụng như nhãn bao gói để bảo vệ chai thủy tinh hoặc chai PET và để hiển thị các thông tin sản phẩm, bịt kín nắp, hoặc bao gói tích hợp. Trong số các màng có thể co do nhiệt như vậy, màng polyvinyl clorua có khả năng chịu nhiệt thấp, và gây ra khí hydro clorua và dioxin trong quá trình thiêu đốt. Các màng polystyren có khả năng chịu dung môi thấp và do đó cần mực có thành phần đặc biệt để in, cần được thiêu đốt ở nhiệt độ cao, và một cách bất lợi là gây ra lượng khói đen có mùi khó chịu trong quá trình thiêu đốt. Do đó, màng polyeste có thể co do nhiệt mà có khả năng chịu nhiệt cao, được thiêu đốt dễ dàng, và có khả năng chịu dung môi vượt trội, đã được sử dụng rộng rãi làm nhãn có thể co, và lượng sử dụng nó đang tăng dần với việc tăng lượng phân phối vật chứa PET.

Màng polyeste có thể co do nhiệt co đáng kể theo hướng chiều ngang đã được sử dụng rộng rãi. Màng này được kéo căng trong phương pháp như phương pháp khung căng, tạo thành cuộn chủ rộng, và cuộn chủ này được cuộn thành cuộn ở độ dài cuộn bất kỳ trong khi được cắt ra ở độ rộng bất kỳ, để sản xuất sản phẩm cuộn màng. Sau đó,

màng này được cho qua quy trình in ở hình dạng của cuộn để truyền các tính chất thiết kế và hiển thị thông tin của sản phẩm. Sau khi in, màng này được cắt lại ở độ rộng được yêu cầu và được cuộn thành cuộn, sau đó tạo thành dạng hình ống ở quy trình bịt kín trung tâm với chất bảm dính dung môi, và được cuộn thành cuộn để tạo thành cuộn nhãn.

Nhãn có dạng hình ống và được cuộn lại được cắt ở độ dài được yêu cầu để tạo thành nhãn có dạng hình khuyên trong khi được tháo cuộn khỏi cuộn. Nhãn có dạng hình khuyên này được phủ bằng tay vào vật thể để bao gói, và bị co do nhiệt qua đường hầm cấp hơi nước hoặc đường hầm cấp không khí nóng để trở thành nhãn.

Trong những năm gần đây, có nhu cầu lớn đối với việc bảo vệ môi trường. Ví dụ, các vật chứa của chai PET tái chế ở dạng nhựa PET tái chế, và nhựa PET tái chế được sử dụng ở các sản phẩm chất dẻo khác nhau. Lượng sử dụng của nhựa PET tái chế và tỉ lệ tái chế của chai PET đang tăng dần với sự tăng mạnh nhu cầu bảo vệ môi trường.

Các chai PET đồ uống rộng được tái chế thành nhựa PET tái chế, tuy nhiên, các nhãn, mà truyền tính chất thiết kế cho chai PET đồ uống, nhìn chung không được tái chế.

PTL 1 bộc lộ nhãn của màng polystyren có thể co do nhiệt, và such a label is incompatible with PET, mà là vật liệu thô của chai PET. Do đó, việc trộn màng polystyren có thể co do nhiệt trong quy trình sản xuất nhựa PET tái chế dẫn đến việc mất độ trong suốt của nhựa PET tái chế theo cách không mong muốn.

PTL 2 bộc lộ màng phân lớp gồm polyeste và polystyren, và màng này tương tự và không mong muốn chứa polystyren, mà không tương thích với PET.

PTL 3 bộc lộ màng polyeste có thể co do nhiệt, tuy nhiên, màng này chứa olefin mạch vòng để tạo thành khoảng trống. Vật liệu thô olefin cũng không tương thích với PET theo cách tương tự và không mong muốn.

PTL 4 bộc lộ màng polyeste có thể co do nhiệt trong suốt. Việc không có mặt vật liệu thô không tương thích với PET cho phép không bị mất sự trong suốt của nhựa PET

tái chế trong quy trình sản xuất nhựa PET tái chế. Tuy nhiên, nhìn chung, màng polyeste có thể co do nhiệt được sản xuất từ vật liệu thô PET vô định hình chứa monome vô định hình để phát triển các tính chất có thể co do nhiệt. Các chai PET được sản xuất từ homo PET, mà là vật liệu thô kết tinh. Do đó, việc trộn màng polyeste có thể co do nhiệt vô định hình trong quá trình sản xuất nhựa PET tái chế dẫn đến nhựa PET tái chế không thể tái chế được ở dạng vật liệu thô homo PET, dẫn đến vật liệu thô không thể tái sử dụng được để sản xuất chai PET. Vật liệu thô kết tinh và vật liệu thô vô định hình có tỉ trọng khác nhau. Do đó, việc trộn các vật liệu thô trong quá trình sản xuất nhựa được tái chế dẫn đến việc ép đùn không đều vật liệu thô vô định hình, dẫn đến các vấn đề như sự rung động hoặc cắt xơ ở khuôn kéo sợi sau khi ép đùn nóng chảy.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JP-B2-5286763

PTL 2: WO-A1-2020/021948

PTL 3: JP-B2-5625912

PTL 4: JP-B2-5633808

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Mục đích của sáng chế là đề xuất màng polyeste có thể co do nhiệt có tỉ lệ co do nhiệt cao theo hướng co chính cũng như có thể tái chế được một cách hài lòng cùng với các chai PET đồ uống được sử dụng để sản xuất nhựa PET tái chế.

Giải pháp cho các vấn đề

Sáng chế để giải quyết các vấn đề nêu trên có các đặc điểm sau đây.

1. Màng polyeste có thể co do nhiệt, bao gồm,

95% mol hoặc cao hơn và 100% mol hoặc thấp hơn của axit dicarboxylic, và 0% mol hoặc cao hơn và 5% mol hoặc thấp hơn của axit isophthalic trong 100% mol của toàn bộ thành phần dicarboxylic,

85% mol hoặc cao hơn và 98% mol hoặc thấp hơn của đơn vị etylen terephthalat trong 100% mol của toàn bộ đơn vị este, và

2% mol hoặc cao hơn và 15% mol hoặc thấp hơn của dietylen glycol trong 100% mol của toàn bộ thành phần polyol,

và thỏa mãn các yêu cầu từ (1) đến (5):

(1) tỉ lệ co do nhiệt nước nóng theo chiều ngang của màng là 40% hoặc cao hơn và 70% hoặc thấp hơn khi nhúng màng trong nước nóng ở 90°C trong 10 giây,

(2) tỉ lệ co do nhiệt nước nóng theo hướng chiều dọc của màng là -5% hoặc cao hơn và 15% hoặc thấp hơn khi nhúng màng trong nước nóng ở 90°C trong 10 giây,

(3) nhiệt độ đỉnh thu nhiệt khi nóng chảy là 245°C hoặc cao hơn và 260°C hoặc thấp hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (differential scanning calorimetry - DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C,

(4) lượng nhiệt tỏa ra khi kết tinh là 10 mJ/mg hoặc cao hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C, và

(5) lượng nhiệt thu vào khi nóng chảy là 10 mJ/mg hoặc cao hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C.

2. Màng polyeste có thể co do nhiệt theo mục 1, trong đó tỉ trọng của màng là 1,33 g/cm³ hoặc cao hơn và 1,39 g/cm³ hoặc thấp hơn.

3. Màng polyeste có thể co do nhiệt theo mục 1 hoặc 2, trong đó độ mờ của màng là 2%

hoặc cao hơn và 10% hoặc thấp hơn ở độ dày màng là 20 μm .

4. Nhãn có thể co do nhiệt, bao gồm màng polyeste có thể co do nhiệt theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 3.

5. Sản phẩm bao gói, được đặc trưng ở chỗ sản phẩm bao gói này được sản xuất bằng cách bao phủ ít nhất một phần của ngoại biên của vật thể để bao gói bằng nhãn có thể co do nhiệt theo mục 4, và sau đó làm co nhãn có thể co do nhiệt bằng nhiệt.

6. Màng polyeste có thể co do nhiệt theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 3, màng này tạo thành nhãn có thể co do nhiệt có thể tái chế được ở dạng vật liệu thô cho chai PET.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế không chỉ có tỉ lệ co do nhiệt cao theo hướng co chính, mà còn có thành phần vật liệu thô tương tự, và độ tương tự ở điểm nóng chảy, lượng nhiệt tỏa ra, và lượng nhiệt thu vào, mà được đo bằng thiết bị đo nhiệt lượng quét vi sai (sau đây, được gọi đơn giản là “DSC” trong một số trường hợp), với vật liệu thô cho chai PET đồ uống. Do đó, thậm chí khi màng polyeste có thể co do nhiệt được tái chế cùng với chai PET, nhựa PET tái chế có thể được sản xuất.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

[Fig. 1] Fig. 1 minh họa ví dụ về việc đo nhiệt độ đỉnh thu nhiệt, lượng nhiệt tỏa ra trong quá trình kết tinh, và lượng nhiệt thu vào trong quá trình nóng chảy của màng bằng DSC trong sáng chế.

[Fig. 2] Fig. 2 là hình chiếu từ trên xuống minh họa kiểu mẫu kéo căng làm ví dụ ở TD (việc kéo căng theo hướng chiều ngang) trong quá trình sản xuất màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết. Phương pháp để sản xuất màng có thể co do nhiệt sẽ được mô tả sau, và màng có thể co do nhiệt thông thường được sản xuất thông qua quá trình vận chuyển và kéo căng bằng các cuộn. Hướng vận chuyển màng biểu thị hướng theo chiều dọc, và hướng vuông góc với hướng theo chiều dọc này biểu thị hướng theo chiều ngang của màng. Do đó, sau đây, hướng theo chiều ngang của màng polyeste có thể co do nhiệt chỉ ra hướng thẳng đứng với hướng tháo cuộn của cuộn, và hướng theo chiều dọc của màng chỉ ra hướng song song với hướng tháo cuộn của cuộn.

Màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế bao gồm 85% mol hoặc cao hơn và 98% mol hoặc thấp hơn của đơn vị etylen terephthalat trong 100% mol của toàn bộ đơn vị este; 95% mol hoặc cao hơn và 100% mol hoặc thấp hơn của axit dicarboxylic và 0% mol hoặc cao hơn và 5% mol hoặc thấp hơn của axit isophthalic trong 100% mol của toàn bộ thành phần axit dicarboxylic; và 2% mol hoặc cao hơn và 15% mol hoặc thấp hơn của dietylen glycol trong 100% mol của toàn bộ thành phần polyol, và thỏa mãn các yêu cầu từ (1) đến (5):

(1) tỉ lệ co do nhiệt nước nóng theo chiều ngang của màng là 40% hoặc cao hơn và 70% hoặc thấp hơn khi nhúng màng trong nước nóng ở 90°C trong 10 giây,

(2) tỉ lệ co do nhiệt nước nóng theo hướng chiều dọc của màng là -5% hoặc cao hơn và 15% hoặc thấp hơn khi nhúng màng trong nước nóng tại 90°C trong 10 giây,

(3) nhiệt độ đỉnh thu nhiệt khi nóng chảy là 245°C hoặc cao hơn và 260°C hoặc thấp hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (differential scanning calorimetry - DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C,

(4) lượng nhiệt tỏa ra khi kết tinh là 10 mJ/mg hoặc cao hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C, và

(5) lượng nhiệt thu vào khi nóng chảy là 10 mJ/mg hoặc cao hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C.

Các tác giả sáng chế đã phân tích các chai PET đồ uống có bán trên thị trường (được bán bởi The Coca-Cola Company, Suntory Holdings Limited, ITO EN, LTD., Kirin Holdings Company, Limited, và Asahi Group Holdings, Ltd.) để xác định thành phần của các vật liệu thô bằng ¹H-NMR (UNITY50, được sản xuất bởi Varian Medical Systems, Inc.). Các chai PET chứa từ 97 đến 98,5% mol của axit dicarboxylic và 1,5 đến 3% mol của axit isophthalic trong 100% mol của toàn bộ thành phần axit dicarboxylic. Các chai PET chứa từ 97 đến 99% mol của đơn vị etylen terephthalat trong 100% mol của toàn bộ đơn vị este, và từ 1 đến 3% mol của dietylen glycol trong 100% mol của toàn bộ thành phần polyol. Axit isophthalic được cho rằng được bổ sung có chủ đích để tránh làm trắng phần cổ trong quá trình đúc chai PET. Dietylen glycol được cho là sản phẩm phụ của quá trình polyme hóa vật liệu thô.

Do đó, tương tự ở màng polyeste có thể co do nhiệt, các vật liệu thô mà chỉ bao gồm axit dicarboxylic và axit isophthalic là các thành phần axit dicarboxylic, đơn vị etylen terephthalat là đơn vị este, và dietylen glycol được ưu tiên liên quan đến khả năng tái chế được tạo thúc đẩy cùng với các chai PET.

Các tác giả sáng chế cũng so sánh khối lượng của các chai PET và nhãn sử dụng chai PET đồ uống có dung tích 500 ml. Các nhãn có tỉ lệ khối lượng thấp từ 0,05 đến 0,2 so với tỉ lệ khối lượng 1 của chai PET. Mặc dù nhãn có tỉ lệ khối lượng thấp trong hỗn hợp với chai PET để tái chế, các tác giả sáng chế phát hiện ra rằng thành phần và tính chất của nhãn gây ra sự thay đổi kích thước nhựa trong quy trình tái chế.

Ở màng polyeste có thể co do nhiệt, đối với khả năng co cao, ví dụ, kỹ thuật copolyme hóa homopolyme (PET) gồm etylen terephthalat với các thành phần axit polycarboxylic khác hoặc các thành phần polyol khác được sử dụng rộng rãi. Thành

phần polyol cho quá trình copolyme hóa được xem xét được lấy ví dụ minh họa bằng neopentylglycol hoặc 1,4-xyclohexandimetanol, và chúng được sử dụng rộng rãi. Màng được sản xuất bằng cách copolyme hóa các thành phần này có thành phần khác nhau của các vật liệu thô từ thành phần được đề cập ở trên của các vật liệu thô của chai PET, dẫn đến khả năng tái chế kém với chai PET theo cách không mong muốn.

Polyetylen terephthalat (sau đây được gọi đơn giản là “PET” trong một số trường hợp) có thể được sản xuất bằng phương pháp bất kỳ như phương pháp polyme hóa trực tiếp trong đó axit terephthalic, etylen glycol, tùy ý các thành phần axit dicarboxylic khác và tùy ý các thành phần diol khác phản ứng trực tiếp; hoặc phương pháp trao đổi este trong đó dimetyl este của axit terephthalic (tùy ý bao gồm metyl este của các axit dicarboxylic khác) và etylen glycol (tùy ý bao gồm các thành phần glycol khác) được trao đổi este hóa.

Ngoài axit terephthalic, các ví dụ về các thành phần axit dicarboxylic cấu thành polyeste bao gồm các axit dicarboxylic thơm như axit isophthalic, axit naphtalen dicarboxylic, và axit orthophthalic; các axit dicarboxylic béo như axit adipic, axit azelaic, axit sebacic, và axit decan dicarboxylic; và axit dicarboxylic vòng béo. Màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là bao gồm axit isophthalic, mà là cùng thành phần như vật liệu thô của chai PET. Tỷ lệ hàm lượng của thành phần axit isophthalic trong 100% mol của toàn bộ các thành phần axit polycarboxylic là 0% mol hoặc cao hơn, tốt hơn là 1% mol hoặc cao hơn, và tốt hơn là 1,5% mol hoặc cao hơn, mà là cùng tỷ lệ thành phần như vật liệu thô cho chai PET. Khi khối lượng của nhãn là từ 5 đến 20% đối với chai PET, giới hạn trên không ưa chuộng ở 15% mol, mà là cao gấp 5 lần hàm lượng của axit isophthalic trong chai PET. Axit isophthalic là vô định hình, và lượng tăng của axit isophthalic dẫn đến tính vô định hình, gây ra các vấn đề như sự rung động xảy ra trong quá trình sản xuất vật liệu thô PET tái chế thông qua việc trộn màng với chai PET. Tỷ lệ hàm lượng của axit isophthalic là 5% mol hoặc thấp hơn, tốt hơn là 4% mol hoặc

thấp hơn, và tốt hơn nữa là 3% mol hoặc thấp hơn, mà là cùng tỉ lệ thành phần như vật liệu thô cho chai PET.

Màng theo sáng chế cần bao gồm dietylen glycol với lượng từ 2% mol hoặc cao hơn và 15% mol hoặc thấp hơn trong 100% mol của toàn bộ thành phần polyol cấu thành polyeste cho màng này.

Lượng dietylen glycol nhỏ hơn 2% mol không phát triển tính chất co ở dạng màng có thể co do nhiệt, theo cách không mong muốn. Lượng dietylen glycol tốt hơn là 3% mol hoặc cao hơn, và tốt hơn nữa là 4% mol hoặc cao hơn.

Giới hạn trên được xác định dựa vào khối lượng nhãn chiếm từ 5 đến 20% khối lượng của chai PET như được mô tả ở trên. Điều này có nghĩa là lượng dietylen glycol thu được từ nhãn trở thành từ 1/5 đến 1/20 hoặc thấp hơn sau khi trộn với chai PET trong quy trình tái chế. Như được mô tả ở trên, các vật liệu thô cho chai PET chứa dietylen glycol với lượng là từ 1 đến 3% mol, do đó, nếu hàm lượng của dietylen glycol ở nhựa PET tái chế là 15% mol hoặc thấp hơn, thì hàm lượng ở vật liệu thô nhựa cho chai PET sẽ nằm trong khoảng của dietylen glycol của nhựa chai PET. Lượng dietylen glycol tốt hơn là 13% mol hoặc thấp hơn, và tốt hơn nữa là 11% mol hoặc thấp hơn.

Polyeste tốt hơn là không chứa diol có 8 nguyên tử cacbon hoặc cao hơn như octanediol, hoặc các polyol có hóa trị ba hoặc cao hơn như trimetylolpropan, trimerytoletan, glyxerin, và diglycerol. Màng polyeste có thể co do nhiệt được sản xuất từ polyeste chứa các diol hoặc polyol này sẽ khó để đạt tới sự co cao được yêu cầu.

Nhựa tạo thành màng trên cơ sở polyeste có vì nhiệt theo sáng chế có thể chứa các chất phụ gia như sáp, chất chống oxy hóa, chất chống tĩnh điện, chất tạo mầm tinh thể, chất giảm độ nhớt, chất ổn định nhiệt, sắc tố tạo màu, chất ức chế màu, chất hấp thụ tia cực tím, nếu cần.

Nhựa tạo thành màng gốc polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là có thể chứa chất làm trơn gồm các hạt mịn để cải thiện khả năng gia công như độ trơn của

màng. Bất kỳ loại hạt mịn nào cũng có thể được chọn và các ví dụ về hạt mịn bao gồm các hạt mịn vô cơ như silic dioxid, nhôm oxit, titan dioxid, canxi cacbonat, cao lanh và bari sulfat và các hạt mịn hữu cơ như hạt nhựa acrylic, hạt nhựa melamin, hạt nhựa silicon và các hạt polystyren liên kết ngang. Hạt mịn có thể được mong muốn là có đường kính hạt trung bình nằm trong khoảng từ 0,05 đến 3,0 μm được đo bằng máy đếm Coulter, nếu cần.

Hạt mịn có thể tốt hơn là được bổ sung vào nhựa tạo thành màng gốc polyeste có thể co do nhiệt ở bước bất kỳ trong quá trình sản xuất nhựa polyeste. Hạt mịn này tốt hơn là có thể được bổ sung ở dạng huyền phù đặc được phân tán trong etylen glycol trong bước este hóa hoặc sau khi kết thúc quá trình trao đổi este hóa và trước khi bắt đầu quá trình đa trùng ngưng, để thúc đẩy phản ứng đa trùng ngưng. Hạt mịn tốt hơn là có thể được trộn với các vật liệu thô nhựa polyeste ở dạng huyền phù đặc được phân tán trong etylen glycol hoặc nước với máy ép đùn nhào trộn có thông hơi, hoặc các hạt mịn khô tốt hơn là có thể được trộn với các vật liệu thô nhựa polyeste với máy ép đùn nhào trộn có thông hơi.

Tỉ lệ co do nhiệt (tức là, tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C) theo hướng co chính của màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là bằng 40% hoặc cao hơn và 70% hoặc thấp hơn khi nhúng màng này trong nước nóng ở 90°C trong 10 giây với không tải. Tỉ lệ co do nhiệt được tính từ độ dài màng trước và sau khi co theo Phương trình 1.

Phương trình 1: tỉ lệ co do nhiệt = $\{(\text{độ dài trước khi co} - \text{độ dài sau khi co}) / \text{độ dài trước khi co}\} \times 100(\%)$

Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C theo hướng co chính là nhỏ hơn 40% dẫn đến độ co thấp cho các ứng dụng như nhãn đồ uống hoặc màng bao phủ vật chứa đồ ăn tiện lợi, và do đó gây ra nếp nhăn và chùng nhão của nhãn sau khi bị co do nhiệt theo cách không mong muốn. Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C tốt hơn nữa là bằng 43% hoặc

cao hơn, đặc biệt tốt hơn là bằng 46% hoặc cao hơn, và tốt nhất là 50% hoặc cao hơn.

Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C theo hướng co chính cao hơn 70% có thể được phép. Tuy nhiên, màng với tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C cao hơn 70% không thể sản xuất được trong sáng chế. Do đó, giới hạn trên được xác định là 70%.

Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C theo hướng chiều dọc, mà vuông góc với hướng co chính, của màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là bằng -5% hoặc cao hơn và 15% hoặc thấp hơn. Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C theo hướng chiều dọc thấp hơn -5% sẽ kéo căng nhãn, khiến cho độ dài của nhãn ở chai PET bị tăng lên trong ứng dụng của nhãn đồ uống theo cách không mong muốn. Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C theo hướng chiều dọc tốt hơn nữa là bằng -4% hoặc cao hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng -3% hoặc cao hơn.

Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C theo hướng chiều dọc cao hơn 15% sẽ làm co nhãn, khiến cho độ dài của nhãn ở chai PET được giảm trong ứng dụng làm nhãn đồ uống theo cách không mong muốn. Ngoài ra, sẽ gây ra sự méo dạng của nhãn bị co do nhiệt. Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng ở 90°C theo hướng chiều dọc tốt hơn nữa là bằng 13% hoặc thấp hơn, còn tốt hơn nữa là bằng 11% hoặc thấp hơn, đặc biệt tốt hơn là bằng 8% hoặc thấp hơn, và tốt nhất là bằng 5% hoặc thấp hơn.

Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt khi nóng chảy của màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là bằng 245°C hoặc cao hơn và 260°C hoặc thấp hơn thông qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để bị nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng này đến 300°C. Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt của chai PET được đo bằng cùng phương pháp là từ 250 đến 260°C. Sự chênh lệch lớn giữa các nhiệt độ đỉnh thu nhiệt của màng và chai PET gây ra các vấn đề theo cách không mong muốn như sự rung động trong quá trình ép đùn nóng chảy của quá trình sản xuất nhựa PET tái chế. Nhiệt độ đỉnh tốt hơn là bằng 247°C hoặc cao hơn và 260°C hoặc thấp hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 250°C hoặc cao hơn và 255°C hoặc thấp hơn.

Lượng nhiệt tỏa ra khi kết tinh màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là bằng 10 mJ/mg hoặc cao hơn thông qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để bị nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng này đến 300°C. Lượng nhiệt tỏa ra của chai PET được đo bằng cùng phương pháp là từ 25 đến 55 mJ/mg. Màng polyeste có thể co do nhiệt chứa lượng cao của thành phần vô định hình sẽ không thể hiện lượng nhiệt tỏa ra và do đó gây ra các vấn đề theo cách không mong muốn như sự rung động trong quá trình ép đùn nóng chảy của quá trình sản xuất nhựa PET tái chế.

Do đó, lượng nhiệt tỏa ra khi kết tinh tốt hơn là bằng 10 mJ/mg hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là bằng 20 mJ/mg hoặc cao hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 25 mJ/mg hoặc cao hơn.

Giới hạn trên của lượng nhiệt tỏa ra khi kết tinh không bị giới hạn cụ thể, nhưng các vật liệu thô polyeste thông thường không có lượng nhiệt tỏa ra khi kết tinh cao hơn 60 mJ/mg.

Lượng nhiệt thu vào khi nóng chảy của màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là bằng 10 mJ/mg hoặc cao hơn thông qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng này đến 300°C để bị nóng chảy, tôi màng, và sau gia nhiệt lại màng này đến 300°C. Lượng nhiệt thu vào của chai PET được đo bằng cùng phương pháp là từ 30 đến 65 mJ/mg. Màng polyeste có thể co do nhiệt chứa lượng cao của thành phần vô định hình sẽ không thể hiện lượng nhiệt thu nhiệt và do đó gây ra vấn đề theo cách không mong muốn như sự rung động trong quá trình ép đùn nóng chảy của quá trình sản xuất nhựa PET tái chế.

Do đó, lượng nhiệt thu vào khi nóng chảy tốt hơn là bằng 10 mJ/mg hoặc cao hơn, tốt hơn nữa là bằng 20 mJ/mg hoặc cao hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 30 mJ/mg hoặc cao hơn.

Giới hạn trên của lượng nhiệt thu vào khi nóng chảy không bị giới hạn cụ thể,

nhưng các vật liệu thô polyeste thông thường không có lượng nhiệt thu vào cao hơn 70 mJ/mg.

Tỉ trọng của màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là bằng 1,33 g/cm³ hoặc cao hơn. Tỉ trọng đã được báo cáo là chỉ thị của độ kết tinh trong một số báo cáo. Do đó, tỉ trọng thấp chỉ ra mức độ kết tinh thấp và lượng thành phần vô định hình vào.

Tỉ trọng nhỏ hơn 1,33 g/cm³ sẽ gây ra các vấn đề theo cách không mong muốn như sự rung động trong quá trình ép đùn nóng chảy của quá trình sản xuất nhựa PET tái chế. Tỉ trọng này tốt hơn là bằng 1,34 g/cm³ hoặc cao hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 1,35 g/cm³ hoặc cao hơn.

Tỉ trọng quá cao sẽ dẫn đến sự kết tinh và không đạt được các tính chất co được mô tả ở trên. Tỉ trọng tốt hơn nữa là bằng 1,38 g/cm³ hoặc thấp hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 1,37 g/cm³ hoặc thấp hơn.

Độ dày của màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế không bị giới hạn cụ thể, và tốt hơn là bằng từ 15 đến 50 μm đối với màng có thể co do nhiệt cho ứng dụng làm nhãn và ứng dụng bao gói đồ ăn tiện lợi. Độ dày màng nhỏ hơn 15 μm làm giảm đáng kể độ cứng của màng, dẫn đến độ nhăn của cuộn màng. Ngược lại, màng dày có thể được cho phép đối với cuộn màng, tuy nhiên, màng mỏng hơn được ưu tiên từ khía cạnh chi phí. Độ dày màng tốt hơn nữa là bằng 17 đến 45 μm , và đặc biệt tốt hơn là bằng 20 μm đến 40 μm .

Độ mờ của màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế tốt hơn là bằng 2% hoặc cao hơn và 10% hoặc thấp hơn ở độ dày màng là 20 μm . Màng có thể co do nhiệt truyền tính chất thiết kế cho chai PET, và nhãn có độ mờ lớn hơn 10% sẽ ngăn vật chứa bên trong của chai PET không thể nhìn thấy rõ ràng, dẫn đến các tính chất thiết kế bị giảm sút theo cách không mong muốn. Độ mờ tốt hơn là bằng 8% hoặc thấp hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 6% hoặc thấp hơn, ở độ dày màng là 20 μm .

Độ mờ nhỏ hơn 2% ở độ dày màng 20 μm có thể được phép. Tuy nhiên, trong sáng chế, độ mờ nhỏ hơn 2% tình trơn trượt của màng bị xuống cấp, do đó, giới hạn dưới được xác định là bằng 2%.

Màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế được sản xuất bằng cách ép đùn nóng chảy các vật liệu thô polyeste từ máy ép đùn để tạo thành màng không bị kéo căng, và sau đó kéo căng màng không bị kéo căng đó theo hướng chiều ngang. Polyeste được sản xuất qua phản ứng đa trùng ngưng của các thành phần axit dicarboxylic và thành phần diol thích hợp bằng phương pháp đã biết. Nhìn chung, polyeste dạng phôi được sử dụng làm vật liệu thô cho màng.

Các vật liệu thô polyeste tốt hơn là được làm khô bằng máy sấy như máy sấy phễu, máy sấy mái chèo hoặc máy sấy chân không trong sự ép đùn nóng chảy vật liệu thô nhựa. Vật liệu thô polyeste đã sấy khô được nóng chảy ở nhiệt độ 230 đến 270°C và được ép đùn thành màng bằng máy ép đùn. Màng này được ép đùn bằng phương pháp bất kỳ đã biết như phương pháp khuôn kéo sợi chữ T và phương pháp ống.

Màng không được kéo căng được sản xuất bằng cách làm nguội nhanh nhựa nóng chảy có dạng tấm sau khi ép đùn. Tốt hơn là, nhựa nóng chảy có thể được làm nguội nhanh bằng phương pháp bao gồm sự hóa rắn nhựa nóng chảy được đúc lên trên trống quay từ vòi để tạo thành tấm về cơ bản không được định hướng.

Do đó, màng không được kéo căng được sản xuất có thể được kéo căng thêm theo hướng chiều ngang dưới các điều kiện đã định trước được mô tả sau để sản xuất màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế. Sau đây, các điều kiện kéo căng được ưu tiên để sản xuất màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế sẽ được mô tả.

Nói chung, màng polyeste có thể co do nhiệt được sản xuất bằng cách kéo căng màng không được kéo căng theo hướng được mong muốn co. Theo sáng chế, tốc độ sản xuất sẽ được tăng bằng cách kéo căng hơn theo hướng chiều dọc và do đó năng suất sẽ được cải thiện, do đó, màng được kéo căng hai trục bên trong tỉ lệ kéo căng được mô tả

sau.

Việc kéo căng theo hướng chiều dọc tốt hơn là được thực hiện bằng cách kéo căng cuộn sử dụng các cuộn với tốc độ khác nhau. Màng được gia nhiệt trước với cuộn có nhiệt độ bề mặt được đặt ở T_g hoặc cao hơn và $T_g+20^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn, và được kéo căng ở tỉ lệ là 1,1 hoặc cao hơn và 1,3 hoặc thấp hơn. Nhiệt độ bề mặt là T_g hoặc thấp hơn không được ưu tiên do sự đứt gãy gây ra bởi ứng suất kéo căng cao. Nhiệt độ bề mặt cao hơn $T_g+20^{\circ}\text{C}$ sẽ khiến cho màng bị dính vào cuộn và sẽ gây ra các hư tổn không mong muốn trên màng. Nhiệt độ bề mặt của cuộn tốt hơn là bằng $T_g+3^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và $T_g+17^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng $T_g+5^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và $T_g+15^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn.

Tỉ lệ kéo căng nhỏ hơn 1,1 sẽ dẫn đến sự cải thiện nhỏ ở năng suất một cách không mong muốn. Tỉ lệ kéo căng tốt hơn là bằng 1,15 hoặc cao hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 1,2 hoặc cao hơn. Tỉ lệ kéo căng theo chiều dọc cao hơn 1,3 sẽ dẫn đến tỉ lệ co tăng theo hướng chiều dọc một cách không mong muốn. Tỉ lệ kéo căng tốt hơn là bằng 1,28 hoặc thấp hơn, và đặc biệt tốt hơn là bằng 1,25 hoặc thấp hơn.

Việc kéo căng theo chiều ngang được thực hiện bằng cách đưa màng được kéo căng theo chiều dọc vào trong khung căng nơi mà màng có thể được gia nhiệt với cả hai phần mép của màng được giữ bằng kẹp, gia nhiệt vào đến nhiệt độ đã định trước bằng không khí nóng, làm tăng khoảng cách giữa các kẹp trong khi màng đang được vận chuyển theo hướng chiều dọc.

Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ của màng được kéo căng theo chiều dọc tốt hơn là bằng $T_g+30^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và $T_g+80^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn. Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ thấp hơn $T_g+30^{\circ}\text{C}$ là không đủ làm nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ, và sẽ gây ra ứng suất kéo căng cao, dẫn đến sự đứt gãy một cách không mong muốn. Gia nhiệt tại nhiệt độ cao hơn $T_g+80^{\circ}\text{C}$ sẽ làm giảm ứng suất kéo căng theo hướng chiều ngang của tấm không được kéo căng, dẫn đến độ chính xác độ dày bị giảm một cách không mong muốn (tức là, độ dày không

đều) theo hướng chiều ngang. Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ tốt hơn nữa là bằng $T_g+40^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và $+70^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn.

Nhiệt độ màng trong quá trình kéo căng theo chiều ngang tốt hơn là bằng $T_g+5^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và $T_g+30^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn. Nhiệt độ màng thấp hơn $T_g+5^{\circ}\text{C}$ sẽ dẫn đến ứng suất kéo căng quá cao, dẫn đến sự đứt gãy không mong muốn của màng. Nhiệt độ màng cao hơn $T_g+30^{\circ}\text{C}$ sẽ dẫn đến ứng suất kéo căng quá thấp, dẫn đến tỉ lệ co do nhiệt giảm một cách không mong muốn ở 90°C theo chiều ngang. Nhiệt độ màng tốt hơn nữa là bằng $T_g+8^{\circ}\text{C}$ hoặc cao hơn và $T_g+25^{\circ}\text{C}$ hoặc thấp hơn.

Tỉ lệ kéo căng theo chiều ngang tốt hơn là bằng 3,4 hoặc cao hơn và 5 hoặc thấp hơn. Tỉ lệ kéo căng thấp hơn 3,4 sẽ dẫn đến ứng suất kéo căng không đủ, dẫn đến sự chính xác của độ dày giảm một cách không mong muốn (tức là, độ dày không đều) theo chiều ngang. Tỉ lệ kéo căng cao hơn 5 sẽ dẫn đến nguy cơ đứt gãy một cách không mong muốn trong quá trình tạo thành màng và yêu cầu các thiết bị dài và lớn. Tỉ lệ kéo căng tốt hơn nữa là bằng 3,5 hoặc cao hơn 4,8 hoặc thấp hơn. Màng có thể được cho qua xử lý nhiệt để kiểm soát tỉ lệ co sau khi kéo căng theo chiều ngang.

Việc kéo căng theo chiều ngang tốt hơn là được chia thành 2 giai đoạn hoặc nhiều hơn. Trong sáng chế, các vật liệu thô polyeste kết tinh được kéo căng một chút theo chiều dọc, sau đó, màng được kéo căng theo chiều ngang. Nói chung, các phân tử trong màng được định hướng theo chiều kéo căng, trong khi sự định hướng phân tử theo chiều vuông góc với chiều kéo căng được giảm. Do đó, việc kéo căng thứ nhất theo chiều rộng ở tỉ lệ kéo căng thấp là 1,2 hoặc cao hơn và 1,7 hoặc thấp hơn sẽ làm giảm sự định hướng phân tử theo chiều dọc của màng, dẫn đến tỉ lệ co do nhiệt giảm theo hướng chiều dọc. Hơn thế nữa, sau giai đoạn kéo căng thứ nhất theo hướng chiều ngang, sự dẫn theo hướng nằm ngang (tức là, sự dẫn ở TD) là 5% hoặc cao hơn và 20% hoặc thấp hơn ở khung căng cũng sẽ làm dẫn phân tử theo chiều dọc và do đó cung cấp sự giảm đáng kể ở tỉ lệ co do nhiệt theo chiều dọc. Chiều ngang của màng được duy trì ở khung căng sau

khi dẫn theo chiều ngang, và màng này trải qua giai đoạn kéo căng thứ hai tốt hơn là bằng 2 lần hoặc cao hơn và 4,2 lần hoặc thấp hơn.

Sau giai đoạn kéo căng thứ hai, màng tốt hơn là được cho qua việc xử lý nhiệt ở nhiệt độ là nhiệt độ kéo căng hoặc cao hơn và nhiệt độ kéo căng+18°C hoặc thấp hơn ở khung căng. Nhiệt độ xử lý nhiệt thấp hơn nhiệt độ kéo căng sẽ dẫn đến việc không có khả năng đạt được mục đích của quy trình xử lý nhiệt, mà là sự dẫn của chuỗi phân tử. Nhiệt độ xử lý nhiệt cao hơn nhiệt độ kéo căng+18°C sẽ dẫn đến màng có thể co do nhiệt với tỉ lệ co do nhiệt giảm, mà không được mong muốn. Nhiệt độ xử lý nhiệt tốt hơn nữa là bằng nhiệt độ kéo căng+1°C hoặc cao hơn và nhiệt độ kéo căng+15°C hoặc thấp hơn.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn với các ví dụ, tuy nhiên, phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở các phương án của các ví dụ. Sáng chế sẽ được tiến hành với các cải biến, nếu cần, trong phạm vi không tách khỏi phạm vi của sáng chế.

Sau đây là các phương pháp đánh giá màng.

[Độ nhót nội tại (IV)]

Độ nhót nội tại được đo ở 30°C bằng nhót kế Ostwald với polyeste (0,2 g) được hòa tan vào trong dung môi hỗn trộn (50 ml) của phenol/1,1,2,2-tetrachloroetan (60/40, tỉ lệ khối lượng). Đơn vị này dl/g.

[Phân tích chế phẩm]

Dung dịch mẫu được điều chế bằng cách hòa tan mỗi mẫu trong dung môi hỗn hợp của cloroform D (được sản xuất bởi Eurisotop) và axit trifloroaxetic D1 (được sản xuất bởi Eurisotop) ở tỉ lệ là 10:1 (tỉ lệ thể tích). Proton NMR của dung dịch mẫu được đo bằng NMR (GEMINI-200, được sản xuất bởi Varian, Inc) ở 23°C với số lần tính tích phân là 64. Trong phép đo NMR, cường độ đỉnh của các proton đã xác định trước được

tính, và lượng của các thành phần trong 100% mol của thành phần axit và lượng các thành phần trong 100% mol của thành phần polyol được đo.

[Tỉ lệ co do nhiệt (tỉ lệ co do nhiệt từ nước nóng)]

Màng được cắt thành hình vuông có kích thước 10 cm x 10 cm. Sau khi nhúng trong nước nóng ở nhiệt độ đã định trước $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ trong 10 giây với không tải và được co do nhiệt, màng được nhúng trong nước ở $25^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ trong 10 giây, và được kéo khỏi nước. Các kích thước của màng theo chiều dọc và chiều ngang được đo. Tỉ lệ co do nhiệt được tính theo Phương trình 1. Hướng có tỉ lệ co do nhiệt lớn hơn được xác định là hướng co chính.

Phương trình 1: tỉ lệ co do nhiệt = $\{(\text{độ dài màng trước khi co} - \text{độ dài màng sau khi co})/\text{độ dài màng trước khi co}\} \times 100(\%)$

[T_g (Điểm chuyển hóa thủy tinh)]

T_g được đo theo JIS K 7121-1987 bằng thiết bị đo nhiệt lượng quét vi sai (loại: DSC220, được sản xuất bởi Seiko Electronic Industry). Cụ thể, màng không được kéo căng (10 mg) được gia nhiệt từ -40°C đến 120°C ở tốc độ gia nhiệt là $10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ để đo đường cong thu nhiệt. Đường tiếp tuyến được vẽ trước và sau điểm uốn của đường cong thu nhiệt thu được, và giao điểm được xác định là điểm chuyển hóa thủy tinh (T_g; $^{\circ}\text{C}$).

[Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt][Lượng nhiệt thu vào]

Phép đo được thực hiện theo JIS K 7121-1987 bằng thiết bị đo nhiệt lượng quét vi sai (loại: DSC220, được sản xuất bởi Seiko Electronic Industry). Màng được sản xuất (5 mg) được đặt trong chảo mẫu, và chảo mẫu được đóng bằng nắp vung. Mẫu được gia nhiệt đến 300°C ở tốc độ gia nhiệt là $10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ trong khí quyển khí nitơ, và được giữ tại 300°C trong 2 phút sau khi gia nhiệt. Chảo mẫu sau đó được lấy ra để nguội bằng nitơ lỏng. Sau khi nguội, mẫu được đưa trở lại nhiệt độ bình thường, và được gia nhiệt lại từ 30°C đến 300°C ở tốc độ gia nhiệt là $10^{\circ}\text{C}/\text{phút}$ bằng thiết bị đo nhiệt lượng quét vi sai. Đỉnh thu nhiệt mà tại đó mẫu bị nóng chảy được xác định là nhiệt độ đỉnh thu nhiệt.

Lượng nhiệt thu vào khi nóng chảy được xác định từ diện tích đỉnh thu nhiệt. Các mẫu không có đỉnh nóng chảy được xác định là không có nhiệt độ đỉnh nóng chảy và lượng nhiệt thu vào là 0.

[Lượng nhiệt tỏa ra]

Phép đo được thực hiện theo JIS K 7121-1987 bằng thiết bị đo nhiệt lượng quét vi sai (loại: DSC220, được sản xuất bởi Seiko Electronic Industry). Màng được sản xuất (5 mg) được đặt trong chảo mẫu, và chảo mẫu được đóng bằng nắp vung. Mẫu được gia nhiệt đến 300°C ở tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút trong khí quyển khí nitơ, và được giữ tại 300°C trong 2 phút sau khi gia nhiệt. Chảo mẫu sau đó được lấy ra để tôi bằng nitơ lỏng. Sau khi tôi, mẫu được đưa trở lại nhiệt độ bình thường, và được gia nhiệt lại từ 30°C đến 300°C ở tốc độ gia nhiệt là 10°C/phút bằng thiết bị đo nhiệt lượng quét vi sai. Lượng nhiệt tỏa ra được xác định từ diện tích đỉnh tỏa nhiệt của mẫu. Các mẫu không có đỉnh tỏa nhiệt được xác định là không có nhiệt độ đỉnh tỏa nhiệt và sự sinh nhiệt là 0.

[Độ dày màng]

Phép đo được thực hiện bằng đồng hồ đo theo phương pháp A của JIS K 7130-1999.

[Tỉ trọng màng]

Tỉ trọng màng của mẫu có dạng hình vuông có cạnh là 3 mm được đo bằng cách sử dụng dung dịch nước canxi nitrat trong phương pháp ống gradien tỉ trọng trong JIS K 7112.

[Độ mờ của màng]

Độ mờ được đo bằng cách sử dụng mẫu được cắt thành hình vuông có cạnh là 10 cm bằng máy đo độ mờ (NDH2000, được sản xuất bởi NIPPON DENSHOKU INDUSTRIES CO., LTD.) theo JIS K 7361-1. Phép đo được thực hiện tại 3 điểm trên màng, trung bình của 3 điểm được xác định là giá trị phép đo độ mờ, và độ mờ của giá

trị tương đương 20 μm được tính theo Phương trình 2.

Phương trình 2: độ mờ = giá trị phép đo độ mờ x 20 / độ dày màng (%/20 μm)

[Đánh giá tính chất hoàn thiện sự co]

Các mép của màng có thể co do nhiệt được làm nóng chảy bằng máy hàn xung lực (được sản xuất bởi Fujiimpulse Co., Ltd.) để tạo thành nhãn có dạng hình khuyên có hướng chu vi của nó theo hướng chiều ngang của màng. Nhãn này có đường kính là 68 mm theo hướng co của nhãn. Nhãn phủ chai PET có bán sẵn (với các dung tích, kích thước: 500ml, đường kính thân: 62mm, đường kính cổ tối thiểu: 25mm) và bị co do nhiệt bằng hơi nước bằng cách đi qua đường hầm cấp hơi nước (loại: SH-1500-L, được sản xuất bởi Fuji Astec Inc.) được đặt ở 90°C (thời gian đi qua đường hầm: 5 giây). Tính chất hoàn thiện sự co của nhãn được đánh giá trực quan ở 5 mức độ theo tiêu chí sau đây. Các khiếm khuyết được mô tả dưới đây bao gồm nhảy, nếp nhăn, co không đủ, gấp các mép nhãn, và làm trắng bởi sự co. Nhãn với các mức độ bằng 3 hoặc cao hơn là chấp nhận được.

5: tính chất hoàn thiện sự co tốt nhất (không có các khiếm khuyết)

4: tính chất hoàn thiện sự co tốt (có 1 khiếm khuyết)

3: có 2 khiếm khuyết

2: có 3 đến 5 khiếm khuyết

1: có nhiều khiếm khuyết (6 khiếm khuyết hoặc cao hơn)

[Sự thay đổi của nhựa PET tái chế]

Sau khi loại bỏ các đồ chứa bên trong và rửa bằng nước, các chai PET (kích thước: 500ml) và các nhãn mà được đánh giá đối với tính chất hoàn thiện sự co được làm vỡ bởi máy nghiền (loại: 48, được sản xuất bởi Fjtex Co., Ltd) thành bụi xơ có kích thước là từ 8 đến 10 mm.

Bụi xơ này được làm nóng chảy ở 280°C và được tạo thành các viên nhựa PET tái chế bằng máy tạo viên (SRH-V55/48, được sản xuất bởi Nihon Yuki Co., Ltd.), ở

lượng tuôn ra là 120 kg trên mỗi 1 giờ trong 30 phút. Nhựa PET tái chế được cắt thành kích thước chiều dài là $3 \pm 0,8$ mm (2,2 đến 3,8 mm), và khối lượng viên là 30 ± 10 mg/viên (20 đến 40 mg/viên). Sau 5 phút, 15 phút, và 25 phút từ khi bắt đầu quá trình sản xuất viên, 300 viên nhựa PET tái chế được lấy mẫu, tương ứng (tổng cộng 900 viên), để đo kích thước. Nhựa được đánh giá theo cách được mô tả dưới đây, và nhựa được đánh giá tốt là chấp nhận được.

Tốt: lượng nhựa vượt ngoài kích thước (chiều dài, khối lượng viên) là 10% hoặc thấp hơn của tổng lượng, và nhựa được sản xuất mà không có vấn đề gì như sự rung động.

Khá: lượng nhựa vượt ngoài kích thước (chiều dài, khối lượng viên) là 30% hoặc thấp hơn của tổng lượng, và nhựa được sản xuất có vấn đề như sự rung động 2 lần hoặc ít hơn.

Kém: lượng nhựa vượt ngoài kích thước (chiều dài, khối lượng viên) lớn hơn 30% tổng lượng, và viên được sản xuất có vấn đề như sự rung động là 3 lần hoặc nhiều hơn.

[Điều chế vật liệu polyeste thô]

[Ví dụ tổng hợp 1]

Ở nồi hấp bằng thép không gỉ được trang bị bộ phận khuấy, nhiệt kế, và bộ phận làm nguội loại tuần hoàn một phần, 100% mol của dimethyl terephthalat (DMT) là thành phần axit dicarboxylic và 100% mol của etylen glycol (EG) là thành phần polyol được nạp sao cho tỉ lệ mol của etylen glycol so với dimethyl terephthalat trở thành 2,2 lần. Kẽm axetat được bổ sung ở dạng chất xúc tác quá trình trao đổi este este hóa ở tỉ lệ là 0,05% mol (vào thành phần axit), antimon trioxit được bổ sung ở dạng chất xúc tác cho quá trình đa trùng ngưng ở tỉ lệ là 0,225% mol (vào thành phần axit), và phản ứng trao đổi este hóa được thực hiện trong khi sản phẩm phụ metanol được chưng cất khỏi hệ thống. Sau đó, phản ứng đa trùng ngưng được thực hiện tại 280°C dưới áp suất giảm là 26,7 Pa

đề thu được polyeste A có độ nhớt nội tại là 0,75 dl/g. Thành phần của polyeste A được trình bày trong Bảng 1.

[Các ví dụ tổng hợp từ 2 đến 5]

Polyeste B đến D được trình bày trong Bảng 1 được sản xuất theo cách như cách của Ví dụ tổng hợp 1. Trong quá trình sản xuất polyeste B, SiO₂ (SYLYSIA 266, đường kính hạt trung bình: 3 µm, được sản xuất bởi FUJI SILYSIA CHEMICAL LTD.) được bổ sung ở dạng chất làm trơn theo tỉ lệ là 20000 ppm so với polyeste. Độ nhớt nội tại của polyeste B đến D là 0,75 dl/g.

Mỗi polyeste được điều chế ở dạng phoi, nếu cần. Thành phần của mỗi polyeste được trình bày trong Bảng 1.

[Bảng 1]

	Thành phần của nguyên liệu thô polyeste (% mol)					Lượng chất làm trơn (ppm)	Độ nhớt nội tại (dl/g)
	Thành phần axit dicarboxylic		Thành phần polyol				
	DMT	IPA	EG	DEG	NPG		
Polyeste A	100	0	99	1	0	0	0,75
Polyeste B	100	0	99	1	0	20000	0,75
Polyeste C	100	0	60	40	0	0	0,75
Polyeste D	90	10	99	1	0	0	0,75
Polyeste E	100	0	69	1	30	0	0,75

※DMT: Dimetyl terephthalat

IPA: Isophthalic acid

EG: Etylen glycol

DEG: Dietylen glycol

NPG: Neopentyl glycol

[Ví dụ 1]

Polyeste A, polyeste B, và polyeste C được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 67:3:30, và được đưa vào máy ép đùn. Nhựa hỗn hợp này được làm nóng chảy tại 273°C với vít có 4 trục, được ép đùn từ khuôn kéo sợi chữ T trong khi được làm nguội đến 260°C, và được làm nguội nhanh bằng cách quấn xung quanh cuộn kim loại quay được làm nguội

ở nhiệt độ bề mặt là 20°C để sản xuất màng không được kéo căng có độ dày là 201 μm . Tg của màng không được kéo căng là 65°C.

Màng không được kéo căng này được đưa vào máy kéo căng theo chiều dọc, được gia nhiệt sơ bộ với cuộn được đặt ở nhiệt độ bề mặt là Tg+10°C (75°C), và được kéo văng theo hướng chiều dọc bằng 1,2 lần với sự chênh lệch tốc độ giữa các cuộn. Màng sau khi kéo căng không theo trục theo hướng chiều dọc được đưa vào khung căng, và được gia nhiệt sơ bộ tới khi nhiệt độ màng đạt đến Tg+45°C (110°C) trong khi cả hai phần mép của màng được giữ bằng kẹp. Sau đó, màng được trải qua giai đoạn kéo căng thứ nhất tại Tg+10°C (75°C) bằng 1,5 lần theo hướng chiều ngang sau đó là sự dẫn ở Tg+10°C (75°C) bằng 10% theo hướng chiều ngang, và màng được trải qua giai đoạn kéo căng thứ hai ở Tg+10°C (75°C) bằng 3,1 lần (tổng tỉ lệ kéo căng: 4,2). Sau đó màng được cố định nhiệt ở Tg+12°C (77°C). Cả hai phần mép của màng sau khi kéo căng được cắt ra để tạo ra một cách liên tục màng được kéo căng hai trục với khoảng 40 μm qua chiều dài đã định trước, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt được sản xuất. Các đặc tính của màng được sản xuất từ đó được đánh giá bằng phương pháp được mô tả ở trên. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng này không có vấn đề về thực hành ở tính chất hoàn thiện sự co, và sự thay đổi của nhựa PET tái chế.

[Ví dụ 2]

Polyeste A, polyeste B, và polyeste C được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 77:3:20 và được đưa vào máy ép đùn. Màng không được kéo căng có độ dày 201 μm được sản xuất theo cách tương tự như Ví dụ 1. Tg của màng không được kéo căng là 70°C.

Màng không được kéo căng này được kéo căng theo cách tương tự như Ví dụ 1, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt với độ dày 40 μm được sản xuất. Vì Tg của màng là khác với của Ví dụ 1, các điều kiện về nhiệt độ để kéo căng được

thay đổi thành $T_g+10^{\circ}\text{C}$ (80°C), $T_g+45^{\circ}\text{C}$ (115°C), và $T_g+12^{\circ}\text{C}$ (82°C). Các đặc tính của màng được sản xuất từ đó được đánh giá bằng phương pháp được mô tả ở trên. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng này không có vấn đề về thực hành ở tính chất hoàn thiện sự co, và sự thay đổi của nhựa PET tái chế.

[Ví dụ 3]

Polyeste A, polyeste B, và polyeste C được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 92:3:5 và được đưa vào máy ép đùn. Màng không được kéo căng có độ dày 201 μm được sản xuất theo cách tương tự như Ví dụ 1. T_g của màng không được kéo căng là 74°C .

Màng không được kéo căng này được kéo căng theo cách tương tự như Ví dụ 1, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt với độ dày 40 μm được sản xuất. Vì T_g của màng là khác với của Ví dụ 1, các điều kiện về nhiệt độ để kéo căng được thay đổi thành $T_g+10^{\circ}\text{C}$ (84°C), $T_g+45^{\circ}\text{C}$ (119°C), và $T_g+12^{\circ}\text{C}$ (86°C). Các đặc tính của màng được sản xuất từ đó được đánh giá bằng phương pháp được mô tả ở trên. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng này không có vấn đề về thực hành ở tính chất hoàn thiện sự co, và sự thay đổi của nhựa PET tái chế.

[Ví dụ 4]

Polyeste A, polyeste B, polyeste C, và polyeste D được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 52:3:5:40 và được đưa vào máy ép đùn. Màng không được kéo căng có độ dày 201 μm được sản xuất theo cách tương tự như Ví dụ 1. T_g của màng không được kéo căng là 74°C .

Màng không được kéo căng này được kéo căng theo cách tương tự như Ví dụ 1, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt với độ dày 40 μm được sản xuất.

Vì Tg của màng là khác với của Ví dụ 1, các điều kiện về nhiệt độ để kéo căng được thay đổi thành Tg+10°C (84°C), Tg+45°C (119°C), và Tg+12°C (86°C). Các đặc tính của màng được sản xuất từ đó được đánh giá bằng phương pháp được mô tả ở trên. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng này không có vấn đề về thực hành ở tính chất hoàn thiện sự co, và sự thay đổi của nhựa PET tái chế.

[Ví dụ 5]

Polyeste A, polyeste B, polyeste C, và polyeste D được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 57:3:30:10 và được đưa vào máy ép đùn. Màng không được kéo căng có độ dày 201 μm được sản xuất theo cách tương tự như Ví dụ 1. Tg của màng không được kéo căng là 65°C.

Màng không được kéo căng này được kéo căng theo cách tương tự như Ví dụ 1, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt với độ dày 40 μm được sản xuất. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng này không có vấn đề về thực hành ở tính chất hoàn thiện sự co, và sự thay đổi của nhựa PET tái chế.

[Ví dụ 6]

Polyeste A, polyeste B, polyeste C, và polyeste D được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 67:3:20:10 SA và được đưa vào máy ép đùn. Màng không được kéo căng có độ dày 201 μm được sản xuất theo cách tương tự như Ví dụ 1. Tg của màng không được kéo căng là 70°C.

Màng không được kéo căng này được kéo căng theo cách tương tự như Ví dụ 1, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt với độ dày 40 μm được sản xuất. Vì Tg của màng là khác với của Ví dụ 1, các điều kiện về nhiệt độ để kéo căng được

thay đổi thành $T_g+10^{\circ}\text{C}$ (80°C), $T_g+45^{\circ}\text{C}$ (115°C), và $T_g+12^{\circ}\text{C}$ (82°C). Các đặc tính của màng được sản xuất từ đó được đánh giá bằng phương pháp được mô tả ở trên. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng này không có vấn đề về thực hành ở tính chất hoàn thiện sự co, và sự thay đổi của nhựa PET tái chế.

[Ví dụ so sánh 1]

Polyeste A, polyeste B, và polyeste C được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 47:3:50 SA và được đưa vào máy ép đùn. Nhựa hỗn hợp này được làm nóng chảy tại 273°C với vít có 4 trục, được ép đùn từ khuôn kéo sợi chữ T trong khi được làm nguội đến 260°C , và được làm nguội nhanh bằng cách quấn xung quanh cuộn kim loại quay được làm nguội ở nhiệt độ bề mặt là 20°C để sản xuất màng không được kéo căng có độ dày là $201\text{ }\mu\text{m}$. T_g của màng không được kéo căng là 58°C .

Màng không được kéo căng được đưa vào máy kéo căng theo chiều dọc, được gia nhiệt sơ bộ với cuộn được đặt ở nhiệt độ bề mặt là $T_g+10^{\circ}\text{C}$ (68°C), và được kéo căng theo chiều dọc bằng 1,2 lần với sự chênh lệch tốc độ giữa các cuộn. Màng sau khi kéo căng không theo trục theo hướng chiều dọc được đưa vào khung căng, và được gia nhiệt sơ bộ tới khi nhiệt độ màng đạt đến $T_g+45^{\circ}\text{C}$ (103°C) trong khi cả hai phần mép của màng được giữ bằng kẹp. Sau đó, màng được trải qua giai đoạn kéo căng thứ nhất tại $T_g+10^{\circ}\text{C}$ (68°C) bằng 1,5 lần theo hướng chiều ngang sau đó là sự dẫn ở $T_g+10^{\circ}\text{C}$ (68°C) bằng 10% theo hướng chiều ngang, và màng được trải qua giai đoạn kéo căng thứ hai ở $T_g+10^{\circ}\text{C}$ (68°C) bằng 3,1 lần (tổng tỉ lệ kéo căng: 4,2). Sau đó màng được cố định nhiệt ở $T_g+12^{\circ}\text{C}$ (70°C). Cả hai phần mép của màng sau khi kéo căng được cắt ra để tạo ra một cách liên tục màng được kéo căng hai trục với khoảng $40\text{ }\mu\text{m}$ qua chiều dài đã định trước, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt được sản xuất. Các đặc tính của màng được sản xuất từ đó được đánh giá bằng phương pháp được mô

tả ở trên. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng này không có vấn đề thực hành ở tính chất hoàn thiện sự co, tuy nhiên, nhựa PET tái chế được sản xuất bằng cách trộn màng với chai PET đã tăng sự thay đổi ở kích thước, dẫn đến một lần sự cố do sự rung động trong quá trình sản xuất viên.

[Ví dụ so sánh 2]

Polyeste B, polyeste C, và polyeste D được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 3:7:90 và được đưa vào máy ép đùn. Màng không được kéo căng có độ dày 201 μm được sản xuất theo cách tương tự như Ví dụ 1. Tg của màng không được kéo căng là 73°C.

Màng không được kéo căng này được kéo căng theo cách tương tự như Ví dụ 1, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt với độ dày 40 μm được sản xuất. Vì Tg của màng là khác với của Ví dụ 1, các điều kiện về nhiệt độ để kéo căng được thay đổi thành Tg+10°C (83°C), Tg+45°C (118°C), và Tg+12°C (85°C). Các đặc tính của màng được sản xuất từ đó được đánh giá bằng phương pháp được mô tả ở trên. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng này không có vấn đề thực hành ở tính chất hoàn thiện sự co, tuy nhiên, nhựa PET tái chế được sản xuất bằng cách trộn màng với chai PET đã tăng sự thay đổi ở kích thước, dẫn đến hai lần sự cố do sự rung động trong quá trình sản xuất viên.

[Ví dụ so sánh 3]

Polyeste A, polyeste B, polyeste C, và polyeste E được trộn ở tỉ lệ khối lượng là 12:3:5:80 và được đưa vào máy ép đùn. Màng không được kéo căng có độ dày 201 μm được sản xuất theo cách tương tự như Ví dụ 1. Tg của màng không được kéo căng là 74°C.

Màng không được kéo căng này được kéo căng theo cách tương tự như Ví dụ 1, và cuộn màng gồm màng polyeste có thể co do nhiệt với độ dày 40 μm được sản xuất.

Vì T_g của màng là khác với của Ví dụ 1, các điều kiện về nhiệt độ để kéo căng được thay đổi thành $T_g+10^{\circ}\text{C}$ (83°C), $T_g+45^{\circ}\text{C}$ (118°C), và $T_g+12^{\circ}\text{C}$ (85°C). Các đặc tính của màng được sản xuất từ đó được đánh giá bằng phương pháp được mô tả ở trên. Bảng 2 thể hiện các điều kiện cho sự hình thành màng và Bảng 3 thể hiện các kết quả đánh giá.

Màng có tính chất hoàn thiện sự co, tuy nhiên, nhựa PET tái chế được sản xuất bằng cách trộn màng với chai PET đã tăng sự thay đổi kích thước, dẫn đến các sự cố thường xuyên do sự rung động trong quá trình sản xuất viên.

[Bảng 2A]

	Tỉ lệ của các nguyên liệu thô	Điểm chuyển hóa thủy tinh ($^{\circ}\text{C}$)	Tỉ lệ IPA (% mol)	Tỉ lệ DEG (% mol)	Tỉ lệ NPG (% mol)
Ví dụ 1	A/B/C = 67/3/30	65	0	12,7	0
Ví dụ 2	A/B/C = 77/3/20	70	0	8,8	0
Ví dụ 3	A/B/C = 92/3/5	74	0	3	0
Ví dụ 4	A/B/C/D = 52/3/5/40	74	4	3	0
Ví dụ 5	A/B/C/D = 57/3/30/10	65	1	12,7	0
Ví dụ 6	A/B/C/D = 67/3/20/10	70	1	8,8	0
Ví dụ so sánh 1	A/B/C = 47/3/50	58	0	20,5	0
Ví dụ so sánh 2	B/C/D = 3/7/90	73	9	3,7	0
Ví dụ so sánh 3	A/B/C/E = 12/3/5/80	74	0	3	24

[Bảng 2B]

Các điều kiện để co theo chiều dọc		Các điều kiện để co theo chiều ngang					Nhiệt độ cố định nhiệt (°C)	
Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ (°C)	Tỉ lệ	Nhiệt độ gia nhiệt sơ bộ (°C)	Nhiệt độ (°C)	Tỉ lệ kéo căng				
				Giai đoạn thứ nhất (số lần)	Sự dẫn theo chiều ngang (%)	Giai đoạn thứ hai (số lần)	Tổng tỉ lệ (số lần)	
Ví dụ 1	1,2	75	110	1,5	10	3,1	4,2	77
Ví dụ 2	1,2	80	115	1,5	10	3,1	4,2	82
Ví dụ 3	1,2	84	119	1,5	10	3,1	4,2	86
Ví dụ 4	1,2	84	119	1,5	10	3,1	4,2	86
Ví dụ 5	1,2	75	110	1,5	10	3,1	4,2	77
Ví dụ 6	1,2	80	115	1,5	10	3,1	4,2	82
Ví dụ so sánh 1	1,2	68	103	1,5	10	3,1	4,2	70
Ví dụ so sánh 2	1,2	83	118	1,5	10	3,1	4,2	85
Ví dụ so sánh 3	1,2	84	119	1,5	10	3,1	4,2	86

[Bảng 3]

	Độ nhớt nội tại (dl/g)	Tỉ lệ co do nhiệt nước nóng tại 90°C trong 10 giây (%)		DSC			Tỉ trọng (g/cm ³)	Độ dày (µm)	Độ mờ (%/20µm)	Tính chất hoàn thiện sự co	Sự biến đổi của nhựa PET được tái chế
		Hướng chiếu ngang	Hướng chiếu dọc	Nhiệt độ đỉnh thu nhiệt (°C)	Lượng nhiệt tỏa ra (mJ/mg)	Lượng nhiệt thu vào (mJ/mg)					
Ví dụ 1	0,67	67	3	249	33	30	1,368	40	3,8	4	Tốt
Ví dụ 2	0,68	65	5	252	41	41	1,381	40	4	3	Tốt
Ví dụ 3	0,69	61	6	254	50	55	1,388	40	3,8	3	Tốt
Ví dụ 4	0,69	66	4	252	35	30	1,38	40	3,9	4	Tốt
Ví dụ 5	0,67	69	1	257	24	20	1,364	40	4	4	Tốt
Ví dụ 6	0,68	66	4	251	38	37	1,378	40	3,8	4	Tốt
Ví dụ so sánh 1	0,65	75	3	239	7	5	1,36	40	3,5	4	Khá
Ví dụ so sánh 2	0,69	48	11	247	7	4	1,364	40	3,8	3	Khá
Ví dụ so sánh 3	0,68	75	3	N/A	0	0	1,315	40	3,5	5	Kém

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Thông qua màng polyeste có thể co do nhiệt theo sáng chế có tỉ lệ co do nhiệt cao, thành phần vật liệu thô cho màng này là tương tự như thành phần cho chai PET đồ uống. Do đó, việc trộn lẫn đã sử dụng của màng polyeste có thể co do nhiệt trong quá trình sản xuất nhựa PET tái chế từ chai PET không ảnh hưởng đến việc sản xuất nhựa PET tái chế có chất lượng ổn định.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Màng polyeste có thể co do nhiệt, bao gồm,

95% mol hoặc cao hơn và 100% mol hoặc thấp hơn của axit dicarboxylic, và 0% mol hoặc cao hơn và 5% mol hoặc thấp hơn của axit isophtalic trong 100% mol của toàn bộ thành phần dicarboxylic,

85% mol hoặc cao hơn và 98% mol hoặc thấp hơn của đơn vị etylen terephthalat trong 100% mol của toàn bộ đơn vị este, và

2% mol hoặc cao hơn và 15% mol hoặc thấp hơn của dietylen glycol trong 100% mol của toàn bộ thành phần polyol,

và thỏa mãn các yêu cầu từ (1) đến (5):

(1) tỉ lệ co do nhiệt nước nóng theo chiều ngang của màng là 40% hoặc cao hơn và 70% hoặc thấp hơn khi nhúng màng trong nước nóng ở 90°C trong 10 giây,

(2) tỉ lệ co do nhiệt nước nóng theo hướng chiều dọc của màng là -5% hoặc cao hơn và 15% hoặc thấp hơn khi nhúng màng trong nước nóng ở 90°C trong 10 giây,

(3) nhiệt độ đỉnh thu nhiệt khi nóng chảy là 245°C hoặc cao hơn và 260°C hoặc thấp hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (differential scanning calorimetry - DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C,

(4) lượng nhiệt tỏa ra khi kết tinh là 10 mJ/mg hoặc cao hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C, và

(5) lượng nhiệt thu vào khi nóng chảy là 10 mJ/mg hoặc cao hơn qua phép đo nhiệt lượng quét vi sai (DSC) khi gia nhiệt màng đến 300°C để nóng chảy, tôi màng, và sau đó gia nhiệt lại màng đến 300°C.

2. Màng polyeste có thể co do nhiệt theo điểm 1, trong đó tỉ trọng của màng là 1,33

g/cm³ hoặc cao hơn và 1,39 g/cm³ hoặc thấp hơn.

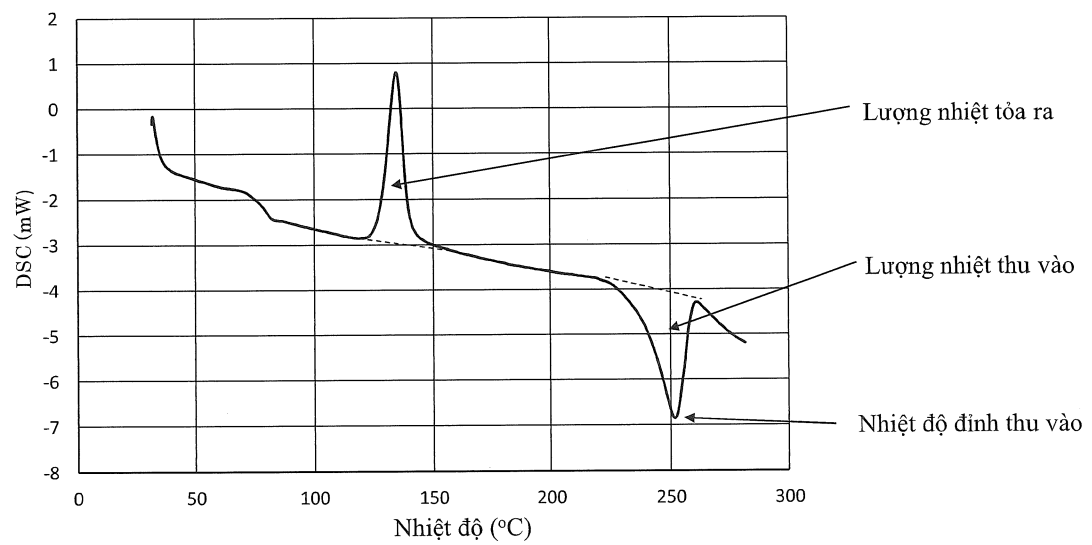
3. Màng polyeste có thể co do nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, trong đó độ mờ của màng là 2% hoặc cao hơn và 10% hoặc thấp hơn ở độ dày màng là 20 µm.

4. Nhãn có thể co do nhiệt, bao gồm màng polyeste có thể co do nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3.

5. Sản phẩm bao gói, đặc trưng ở chỗ sản phẩm bao gói được sản xuất bằng cách bao phủ ít nhất một phần ngoại biên của vật thể để bao gói bằng nhãn có thể co do nhiệt theo điểm 4, và sau đó làm co nhãn có thể co do nhiệt bằng nhiệt.

6. Màng polyeste có thể co do nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, màng được tạo thành nhãn có thể co do nhiệt này có thể tái chế ở dạng vật liệu thô cho chai PET.

[Fig. 1]

Đường cong DSC thực nghiệm

[Fig. 2]

