



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0040310

(51)^{2020.01} C08J 5/18; B29C 61/02; B29K 105/02; (13) B
B29K 67/00; G09F 3/04; B65D 65/02;
B65D 77/20; C08L 67/02; B29C 55/08;
B29L 7/00

(21) 1-2020-06135 (22) 25/03/2019
(86) PCT/JP2019/012394 25/03/2019 (87) WO2019/188922 03/10/2019
(30) 2018-068389 30/03/2018 JP; 2018-068388 30/03/2018 JP
(45) 25/06/2024 435 (43) 25/12/2020 393
(73) TOYOBO CO., LTD. (JP)
2-8, Dojima Hama 2-chome, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 5308230, Japan
(72) ISHIMARU, Shintaro (JP); HARUTA, Masayuki (JP).
(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) MÀNG TRÊN CƠ SỞ POLYESTE CO VÌ NHIỆT

(57) [Vấn đề] Mục đích là nhằm đề xuất màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt bằng cách sử dụng sinh khối và/hoặc chứa PET tái chế tốt hơn là chứa tỷ lệ cao của PET tái chế, và màng hầu như không chứa thành phần vô định hình trong đó tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng là cao và mức không đều về độ dày là nhỏ. Mục đích cũng nhằm đề xuất quy trình sản xuất màng.

[Giải pháp] Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt chứa đơn vị etylen terephtalat với lượng khoảng 90% mol hoặc lớn hơn trong số tổng số đơn vị este là 100% mol,

trong đó,

ít nhất một phần của etylen glycol và/hoặc axit terephtalic cấu thành đơn vị etylen terephtalat thu được từ nguồn sinh khối hoặc màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt chứa nhựa polyeste được tái chế từ các chai PET, và

màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt thỏa mãn các yêu cầu (1) đến (4) sau:

(1) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 90°C là 50% hoặc lớn hơn và 75% hoặc nhỏ hơn,

(2) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 90°C là -6% hoặc lớn hơn và 14% hoặc nhỏ hơn,

(3) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 70°C là -6% hoặc lớn hơn và 6% hoặc nhỏ hơn, và

(4) mức không đều về độ dày theo chiều rộng là 1% hoặc lớn hơn và 20% hoặc nhỏ hơn.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến màng trên cơ sở polyeste có vì nhiệt thích hợp để sử dụng làm nhãn co vì nhiệt.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, đối với bao bì nhãn mà có cả hai tác dụng là bảo vệ các chai thủy tinh hoặc các chai chất dẻo và thể hiện các sản phẩm, cái bịt nắp, các ứng dụng như bao bì tích hợp, và các dải băng được sử dụng để buộc dải các đồ chứa như hộp cơm trưa hoặc các loại tương tự, màng kéo căng được làm từ nhựa trên cơ sở polyvinyl clorua, nhựa trên cơ sở polystyren, hoặc nhựa trên cơ sở polyeste (được gọi là màng co vì nhiệt) đã được sử dụng. Trong số các màng co vì nhiệt này, màng trên cơ sở polyvinyl clorua có đặc tính chịu nhiệt thấp, và có vấn đề là khí hydroclorua được tạo ra trong quá trình thiêu đốt, vốn là nguyên nhân của dioxin. Hơn nữa, màng trên cơ sở polystyren là kém hơn trong việc chịu dung môi, và cần việc sử dụng mực với thành phần đặc biệt để in. Ngoài ra, nó cần phải được thiêu đốt ở nhiệt độ cao, và có vấn đề là một lượng lớn khói đen được tạo ra với mùi khủng khiếp trong quá trình thiêu đốt. Ngược lại, màng co vì nhiệt trên cơ sở polyeste có đặc tính chịu nhiệt cao, dễ được thiêu đốt, và tốt hơn trong việc chịu dung môi. Do đó, nó được sử dụng rộng rãi làm nhãn co vì nhiệt, và do lượng phân bố của các chai PET (polyetylen terephthalat) hoặc các loại tương tự tăng, lượng sử dụng có xu hướng tăng ngày càng nhiều.

Trong những năm gần đây, các nguyên liệu thô thu được từ nguồn sinh khối (các nguyên liệu thô sinh khối) có xu hướng được sử dụng một cách chủ động để làm giảm gánh nặng môi trường, và các chai PET đã được sử dụng có xu hướng được tái sử dụng một cách chủ động để làm giảm gánh nặng môi trường và tận dụng tài nguyên một cách hiệu quả.

Các nguyên liệu thô thông thường thu được từ dầu mỏ bị hạn chế, và vấn đề nảy sinh là cacbon dioxit được thải vào trong khí quyển trong quá trình thiêu đốt. Trong khi đó, các nguyên liệu thô sinh khối có thể tái tạo được, và cacbon dioxit được hấp thu bởi

thực vật chỉ được quay trở lại vào trong khí quyển nếu các nguyên liệu thô sinh khối được thiêu đốt. Do đó, các nguyên liệu thô sinh khối là hữu ích vì việc tạo ra cacbon dioxide có thể được làm giảm so với các nguyên liệu thô thu được từ dầu mỏ. Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ màng co vì nhiệt trong đó axit polylactic làm nguyên liệu thô sinh khối được sử dụng. Tuy nhiên, theo tài liệu sáng chế 1, nguyên liệu trên cơ sở olefin thu được từ dầu mỏ được xếp chồng để bù cho đặc tính hoàn thiện sau co kém mà là nhược điểm của nguyên liệu trên cơ sở axit polylactic. Do đó, sự góp phần vào việc giảm gánh nặng môi trường vẫn chưa được thực hiện. Trong khi đó, màng trên cơ sở polyester co vì nhiệt mà chứa etylen terephthalat làm thành phần chính (mặc dù axit polylactic cũng là nguyên liệu trên cơ sở polyester, nguyên liệu trên cơ sở polyester theo sáng chế là nguyên liệu mà chứa etylen terephthalat làm thành phần chính, và được phân biệt với axit polylactic) có đặc tính hoàn thiện sau co tuyệt vời hơn so với màng trên cơ sở axit polylactic. Do đó, màng trên cơ sở polyester co vì nhiệt trong đó nguyên liệu thô sinh khối được sử dụng, được dự tính.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ màng polyester trong đó etylen glycol thu được từ sinh khối được sử dụng, và chỉ ra rằng gánh nặng môi trường có thể được làm giảm. Tuy nhiên, màng co vì nhiệt trong đó nguyên liệu thô trên cơ sở polyester thu được từ sinh khối được sử dụng vẫn chưa được bộc lộ. Điều này là vì etylen glycol thu được từ dầu mỏ được thay thế bằng etylen glycol thu được từ thực vật trong nguyên liệu thô sinh khối trên cơ sở polyester. Ví dụ, như được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 3, đối với màng trên cơ sở polyester co vì nhiệt thông thường, các nguyên liệu thô có thể copolyme hóa (các nguyên liệu thô vô định hình) là các monome mà có thể là vô định hình cần phải được sử dụng để thể hiện khả năng co vì nhiệt, và khả năng co vì nhiệt được tăng cường theo sự tăng của các nguyên liệu thô vô định hình. Do đó, vấn đề nảy sinh là khả năng co vì nhiệt không được thể hiện chỉ bằng cách sử dụng etylen glycol làm monome có khả năng kết tinh.

Như được mô tả trên đây, nguyên liệu thô polyester vô định hình (nguyên liệu thô vô định hình) được sử dụng cho màng trên cơ sở polyester co vì nhiệt thông thường nói chung bởi vì các phân tử vô định hình được coi là có liên quan đến sự thể hiện của tỷ lệ co. Tuy nhiên, màng trên cơ sở polyester co vì nhiệt trong đó nguyên liệu thô vô định hình được sử dụng có vấn đề là khả năng chịu nhiệt thấp và tính không đều về độ dày lớn.

Trong khi đó, trong những năm gần đây, các chai PET đã được sử dụng có xu hướng được tái sử dụng một cách chủ động xét về mặt các vấn đề môi trường và việc tận dụng hiệu quả các tài nguyên. Ví dụ, màng trên cơ sở polyeste trong đó 80% khối lượng là nhựa PET (PET tái chế) đã được tái chế từ các chai PET được sử dụng làm nguyên liệu thô, được bộc lộ trong ví dụ của tài liệu sáng chế 6. Tuy nhiên, màng polyeste được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 6 đòi hỏi tỷ lệ co vì nhiệt thấp làm các yêu cầu cơ bản.

Cũng đối với các màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt, việc tận dụng hiệu quả PET tái chế được kiểm tra. Ví dụ, tài liệu sáng chế 7 bộc lộ màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt trong đó PET tái chế được sử dụng. Tuy nhiên, màng polyeste co vì nhiệt được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 7 thể hiện khả năng co vì nhiệt nhờ chứa một lượng định trước của các thành phần monome có thể copolyme hóa, không phải là etylen terephthalat, mà có thể là vô định hình, và có vấn đề là khả năng chịu nhiệt thấp và mức không đều về độ dày lớn. Ngoài ra, trong ví dụ của tài liệu sáng chế 7, hàm lượng của PET tái chế chỉ lên đến 55% khối lượng. Hàm lượng của chúng tốt hơn là lớn hơn hàm lượng đó để làm giảm gánh nặng môi trường. Hàm lượng của PET tái chế cần phải nhỏ bởi vì nguyên liệu thô có thể copolyme hóa (nguyên liệu thô vô định hình) là các monome mà có thể là vô định hình cần phải được sử dụng cho màng co vì nhiệt trên cơ sở polyeste thông thường để thể hiện khả năng co vì nhiệt. Ví dụ, theo ví dụ của tài liệu sáng chế 3, tỷ lệ co có xu hướng bị giảm theo sự giảm của tỷ lệ phối trộn của nguyên liệu thô vô định hình. Do đó, trong màng co vì nhiệt, sự tăng tỷ lệ phối trộn của PET tái chế có khả năng kết tinh làm cho màng mất khả năng co vì nhiệt, tức là, có sự cân nhắc lựa chọn giữa sự giảm gánh nặng môi trường (sự tăng tỷ lệ sử dụng của PET tái chế) và khả năng co vì nhiệt của màng. Ngoài ra, như được mô tả trên đây, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt trong đó nguyên liệu thô vô định hình được sử dụng có vấn đề là khả năng chịu nhiệt thấp và mức không đều về độ dày lớn.

Ngoài ra, khi sử dụng màng co vì nhiệt làm nhãn cho chai, phương pháp thường được sử dụng trong đó các đầu của màng được cố định cùng với dung môi, chất kết dính hoặc các chất tương tự để tạo ra nhãn có dạng vòng (dạng ống), tiếp theo là phủ lên chai để co lại. Bằng cách thiết đặt chiều co theo chiều rộng, nhãn co được có thể được sản xuất một cách liên tục, do đó nó có hiệu quả.

Tài liệu sáng chế 4 bộc lộ màng co vì nhiệt mà co vì nhiệt theo chiều ngang (chiều rộng) và hầu như không co vì nhiệt theo chiều dọc, và phương pháp sản xuất nó. Trong ví dụ của tài liệu sáng chế 4, tinh thể polyetylen terephtalat được sử dụng làm nguyên liệu thô, và màng mà có đặc tính co vì nhiệt mong muốn được sản xuất bằng cách kéo căng một trục ngang màng mà đã được làm nhão theo chiều dọc.

Hơn nữa, trong tài liệu sáng chế 5, người nộp đơn của sáng chế đó bộc lộ màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt trong đó, ngay cả khi một lượng lớn các thành phần monome mà có thể trở thành thành phần vô định hình không được chứa, thì đặc tính co vì nhiệt đủ theo chiều co chính tương ứng với chiều dọc (hướng dọc máy) được thể hiện, tỷ lệ co vì nhiệt là thấp theo chiều rộng (chiều dọc) vuông góc với chiều co chính, và mức không đều về độ dày theo chiều dọc là nhỏ. Trong tài liệu sáng chế 5, bằng cách sử dụng màng không kéo căng trên cơ sở polyeste mà chứa etylen terephtalat làm thành phần cấu thành chính và chứa thành phần monome với lượng không ít hơn 0% mol và không vượt quá 5% mol có khả năng làm thành phần vô định so với tổng của thành phần nhựa polyeste, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt thu được bằng phương pháp kéo căng hai trục trong đó việc kéo căng ngang được thực hiện sau khi kéo căng dọc. Ví dụ, dưới dạng cách kéo căng A, bằng cách sử dụng máy kéo căng hai trục đồng thời được thể hiện trên Fig. 1, việc kéo căng (kéo căng ngang) được thực hiện ở nhiệt độ không nhỏ hơn T_g của màng và không vượt quá $(T_g+40^\circ\text{C})$ với tỷ lệ không nhỏ hơn 3,5 lần và không vượt quá 6 lần theo chiều rộng, và sau đó, việc kéo căng (kéo căng dọc) được thực hiện ở nhiệt độ không nhỏ hơn T_g của màng và không vượt quá $(T_g+40^\circ\text{C})$ với tỷ lệ không nhỏ hơn 1,5 lần và không vượt quá 2,5 lần theo chiều dọc bằng cách mở rộng khoảng cách giữa các kẹp, và đồng thời, làm chùng màng bằng cách thu hẹp chiều rộng khung căng một lượng không nhỏ hơn 5% và không vượt quá 30% theo chiều rộng sau khi kéo căng ngang.

DANH MỤC TÀI LIỆU VIỆN DẪN

TÀI LIỆU SÁNG CHẾ

Tài liệu sáng chế 1: JP 2016-215397 A

Tài liệu sáng chế 2: WO 2014/058832 A1

Tài liệu sáng chế 3: JP H08-027260 A

Tài liệu sáng chế 4: JP H05-169535 A

Tài liệu sáng chế 5: WO 2015/118968 A1

Tài liệu sáng chế 6: JP 6150125 B

Tài liệu sáng chế 7: JP 5320737 B

TÀI LIỆU PHI SÁNG CHẾ

Tài liệu phi sáng chế 1: T. Kikutani, “Sen'i kousou no keiseikikou to kouseinou Sen'i no kaihatsu (Formation mechanism of fiber structure and development of high performance fibers)”, Sen'i Gakkaishi (Sen'i To Kogyo), Vol.63, No.12 (2007)

Tài liệu phi sáng chế 2: A. Mahendrasingam et al “Effect of draw ratio and temperature on the strain induced crystallization of poly (ethylene terephthalate) at fast draw rates” Polym. 40 5556 (1999)

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần giải quyết bởi sáng chế

Như được bàn luận trên đây, tài liệu sáng chế 4 bộc lộ màng dưới dạng màng co vì nhiệt mà co một cách đáng kể theo chiều rộng. Tuy nhiên, trong các ví dụ của tài liệu sáng chế 4, tỷ lệ co vì nhiệt ở 95°C theo chiều rộng nhiều nhất là 12,5%, do đó, khó để nói rằng mức tỷ lệ co cần thiết cho các màng co vì nhiệt hiện tại được thỏa mãn. Điều tương tự áp dụng cho trường hợp sử dụng PET được làm từ các nguyên liệu thô thu được từ nguồn sinh khối hoặc PET tái chế làm PET trong các ví dụ của tài liệu sáng chế 4.

Ngược lại, trong màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 5, chiều co chính tương ứng với chiều dọc. Do đó, đối với màng mà có chiều rộng là chiều co chính, màng, mà có tỷ lệ co vì nhiệt cao theo chiều rộng và mức không đều về độ dày nhỏ, vẫn chưa được bộc lộ. Nếu phương pháp kéo căng ngang -> dọc được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 5 một cách đơn giản được thay đổi thành phương pháp kéo căng dọc -> ngang, vì chiều không co (chiều dọc) không thể được làm chùng và tỷ lệ co theo chiều dọc trở nên cao, màng mong muốn không thể được tạo ra. Hơn nữa, nếu nó được thay đổi thành phương pháp kéo căng dọc -> ngang, ứng suất co vì nhiệt theo chiều rộng cũng có thể tăng.

Sáng chế được tạo ra dựa vào các tình huống trên. Mục đích là đề xuất màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt bằng cách sử dụng sinh khối và/hoặc chứa PET tái chế tốt hơn là chứa tỷ lệ cao của PET tái chế, và màng hầu như không chứa thành phần vô định hình trong đó tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng là cao và mức không đều về độ dày là nhỏ. Mục đích cũng là đề xuất quy trình sản xuất màng.

Biện pháp giải quyết vấn đề

Các tác giả của sáng chế đã tiến hành các nghiên cứu để giải quyết các vấn đề. Sau đó, họ đã phát hiện ra rằng khi kéo căng màng không kéo căng thu được bằng cách làm nóng chảy và ép đùn nhựa nguyên liệu thô, bằng cách áp dụng phương pháp kéo căng ngang trong đó việc làm nóng sơ bộ được thực hiện ở nhiệt độ (T_1) là ($T_g+40^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+70^\circ\text{C}$) hoặc thấp hơn, việc kéo căng ngang của màng đã được làm nóng sơ bộ được thực hiện ở nhiệt độ (T_2) là ($T_g+5^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+40^\circ\text{C}$) hoặc thấp hơn, và việc kéo căng màng đã được kéo căng ngang được thực hiện thêm nữa ở nhiệt độ (T_3) là ($T_g-10^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+15^\circ\text{C}$) hoặc thấp hơn (với điều kiện, $T_1>T_2>T_3$), khi sử dụng polyeste chứa đơn vị etylen terephtalat với lượng khoảng 90% mol hoặc lớn hơn trong số tổng số đơn vị este là 100% mol, có thể kiểm soát tỷ lệ co theo chiều dọc và theo chiều rộng và để đạt được cả tỷ lệ co vì nhiệt cao và sự giảm mức không đều về độ dày theo chiều rộng, và đã hoàn thành sáng chế này.

Các thành phần cấu thành sáng chế là như sau.

1. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt chứa đơn vị etylen terephtalat với lượng khoảng 90% mol hoặc lớn hơn trong số tổng số đơn vị este là 100% mol, trong đó,

ít nhất một phần của etylen glycol và/hoặc axit terephtalic cấu thành đơn vị etylen terephtalat thu được từ nguồn sinh khối hoặc màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt chứa nhựa polyeste được tái chế từ các chai PET, và

màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt thỏa mãn các yêu cầu (1) đến (4) sau:

(1) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 90°C là 50% hoặc lớn hơn và 75% hoặc nhỏ hơn,

(2) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 90°C là -6% hoặc lớn hơn và 14% hoặc nhỏ hơn,

(3) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 70°C là -6% hoặc lớn hơn và 6% hoặc nhỏ hơn, và

(4) mức không đều về độ dày theo chiều rộng là 1% hoặc lớn hơn và 20% hoặc nhỏ hơn.

2. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo mục 1 trên đây, còn thỏa mãn yêu cầu (5) sau:

(5) ứng suất co vì nhiệt lớn nhất theo chiều rộng đo được bằng cách co màng trong 30 giây trong không khí nóng 90°C là 4 MPa hoặc lớn hơn và 13 MPa hoặc nhỏ hơn.

3. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo mục 1 hoặc 2 trên đây, còn thỏa mãn yêu cầu (6) sau:

(6) mức độ kết tinh tính được từ mật độ là 1% hoặc lớn hơn và 15% hoặc nhỏ hơn.

4. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 3 trên đây, trong đó ít nhất một phần của etylen glycol và/hoặc axit terephthalic cấu thành etylen terephthalat thu được từ nguồn sinh khối.

5. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 4 trên đây, trong đó màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt chứa nhựa polyeste được tái chế từ các chai PET với lượng khoảng 50% khối lượng hoặc lớn hơn và 100% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

6. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo mục bất kỳ trong số các mục từ 1 đến 5 trên đây, trong đó hàm lượng của thành phần axit isophthalic so với tổng số thành phần axit dicarboxylic trong tổng số nhựa polyeste cấu thành màng trên cơ sở polyeste là 0,5% mol hoặc lớn hơn và 5% mol hoặc nhỏ hơn.

TÁC DỤNG CÓ LỢI CỦA SÁNG CHẾ

Theo sáng chế, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt mà hầu như không chứa thành phần vô định hình hoặc màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt mà chứa tỷ lệ cao của PET tái chế, trong đó tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng tương ứng với chiều co chính là cao và mức không đều về độ dày là nhỏ, có thể được đề xuất.

Mô tả chi tiết các phương án thực hiện sáng chế

1. Nguyên liệu thô polyeste được sử dụng cho màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt

Nguyên liệu thô polyeste được sử dụng cho màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế chứa đơn vị etylen terephthalat với lượng khoảng 90% mol hoặc lớn hơn trong số tổng số đơn vị este là 100% mol. Hàm lượng của etylen terephthalat tốt hơn là 95% mol hoặc lớn hơn, và tốt nhất là 100% mol. Đơn vị etylen terephthalat chứa etylen glycol và axit terephthalic làm các thành phần cấu thành chính. Việc sử dụng etylen terephthalat làm cho có thể rằng đặc tính chịu nhiệt và độ trong suốt tuyệt vời làm màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt có thể được thể hiện. Hơn nữa, phương án được ưu tiên thứ nhất là ở chỗ ít nhất một phần của etylen glycol và/hoặc axit terephthalic cấu thành đơn vị etylen terephthalat thu được từ nguồn sinh khối. Việc sử dụng các nguyên liệu thô sinh khối có thể góp phần vào việc làm giảm gánh nặng môi trường. Khi đối với tỷ lệ của các cacbon thu được từ thực vật theo tổng số cacbon dưới dạng mức độ sinh khối, trong đơn vị etylen terephthalat, mức độ sinh khối theo lý thuyết là 20% nếu chỉ thành phần etylen glycol đều thu được từ thực vật. Để làm cho mức độ sinh khối lớn hơn mức độ đó, axit terephthalic cũng cần thu được từ thực vật, và tác dụng làm giảm gánh nặng môi trường tăng lên, còn chi phí thì cao. Đối với thành phần etylen glycol và thành phần axit terephthalic, các thành phần thu được từ dầu mỏ và các thành phần thu được từ thực vật có thể được sử dụng cùng nhau. Giới hạn dưới của mức độ sinh khối của polyeste cấu thành màng tốt hơn là 5% hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 10% hoặc lớn hơn, và còn tốt hơn là 13% hoặc lớn hơn. Nếu nhỏ hơn giới hạn trên, tác dụng làm giảm gánh nặng môi trường có thể nhỏ. Giới hạn trên của mức độ sinh khối tốt hơn là 20%, và tốt hơn nữa là 100%.

Phương án được ưu tiên thứ hai về nguyên liệu thô polyeste được sử dụng cho màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế là ở chỗ PET tái chế được chứa với lượng 50% khối lượng hoặc lớn hơn và 100% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng của PET tái chế càng lớn, thì càng được ưu tiên hơn, và phương án ưu tiên nhất là 100% khối lượng. Giới hạn dưới của hàm lượng của PET tái chế tốt hơn là 60% khối lượng, và còn tốt hơn là 70% khối lượng. Nói chung, polyeste được sử dụng cho các chai PET được đưa vào kiểm soát khả năng kết tinh đến cải thiện hình thức chai. Vì điều đó, polyeste

chứa thành phần axit isophtalic với hàm lượng 10% mol hoặc nhỏ hơn làm thành phần axit đôi khi được sử dụng.

Nguyên liệu thô polyeste được sử dụng cho sáng chế có thể chứa thành phần vô định hình (thành phần rượu vô định hình và thành phần axit vô định hình). Tổng của tỷ lệ của thành phần rượu vô định hình trong tổng số thành phần rượu là 100% mol và tỷ lệ của thành phần axit vô định hình trong tổng số thành phần axit là 100% mol, tuy nhiên, được hạn chế ở 0% mol hoặc lớn hơn và 5% mol hoặc nhỏ hơn. Theo sáng chế, như được bàn luận trên đây, polyeste được cấu thành từ đơn vị etylen terephthalat là được ưu tiên hơn, tuy nhiên, không copolyme hóa một cách chủ động, đơn vị bao gồm axit terephthalic và dietylen glycol và/hoặc đơn vị bao gồm axit isophtalic và etylen glycol có thể có mặt trong đơn vị etylen terephthalat dưới dạng sản phẩm phụ. Khi bao gồm axit isophtalic, hàm lượng được ưu tiên của thành phần axit isophtalic so với tổng số thành phần axit dicarboxylic trong tổng số nhựa polyeste cấu thành màng trên cơ sở polyeste là 0,5% mol hoặc lớn hơn và 5% mol hoặc nhỏ hơn. Hàm lượng của thành phần vô định hình càng nhỏ, thì càng tốt hơn, và hàm lượng được ưu tiên nhất là 0% mol.

Monome đối với thành phần axit vô định hình (thành phần axit dicarboxylic) được minh họa bằng ví dụ bằng axit isophtalic nêu trên, axit 1,4-xyclohexandicarboxylic, axit 2,6-naphtalendicarboxylic và các chất tương tự.

Hơn nữa, monome đối với thành phần rượu vô định hình (thành phần diol) được minh họa bằng ví dụ bằng neopentyl glycol, 1,4-xyclohexandimetanol, dietylen glycol, 2,2-dietyl-1,3-propandiol, 2-n-butyl-2-etyl-1,3-propandiol, 2,2-isopropyl-1,3-propandiol, 2,2-di-n-butyl-1,3-propandiol, hexandiol và các chất tương tự.

Đối với nguyên liệu thô polyeste được sử dụng cho sáng chế, làm các thành phần không phải là etylen terephthalat và thành phần vô định hình như được bàn luận trên đây, 1,4-butandiol, mà tương ứng với thành phần diol không phải là etylen glycol, có thể được sử dụng. Vì 1,4-butandiol làm hạ điểm nóng chảy của màng polyeste, nó hữu ích làm thành phần Tg thấp, tuy nhiên, từ vấn đề của sáng chế, ưu tiên rằng 1,4-butandiol không được bao gồm càng nhiều càng tốt. Hàm lượng của 1,4-butandiol trong tổng số thành phần rượu và tổng số thành phần axit tốt hơn là 10% mol hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 5% mol hoặc nhỏ hơn, và tốt nhất là 0% mol.

Nguyên liệu thô polyeste được sử dụng cho sáng chế, nếu cần, có thể chứa các loại chất phụ gia khác nhau. Các chất phụ gia không bị giới hạn cụ thể, và được minh họa bằng ví dụ bằng các chất phụ gia đã biết như sáp, chất chống oxy hóa, chất khử tĩnh điện, chất tạo mầm tinh thể, chất làm giảm độ nhớt, chất ổn định nhiệt, chất nhuộm màu, chất chống tạo màu, chất hấp thụ cực tím và các chất tương tự.

Hơn nữa, để cải thiện khả năng thao tác (đặc tính trượt) của màng, nguyên liệu thô polyeste tốt hơn là có thể chứa các hạt mịn hoạt động như chất làm trơn chảy. Các hạt mịn có thể tùy ý được chọn không phụ thuộc vào các loại của các hạt mịn vô cơ hoặc các hạt mịn hữu cơ. Các hạt mịn vô cơ được minh họa bằng ví dụ bằng silic dioxit, alumin, titan dioxit, kali cacbonat, cao lanh, bari sulfat và các chất tương tự. Các hạt mịn hữu cơ được minh họa bằng ví dụ bằng các hạt nhựa acrylic, các hạt nhựa melamin, các hạt nhựa silicon, các hạt polystyren được liên kết ngang và các chất tương tự. Kích thước hạt trung bình của các hạt mịn tốt hơn là trong khoảng từ khoảng 0,05 đến 3,0 μm như được đo bằng bộ đếm Coulter. Giới hạn dưới của hàm lượng của các hạt mịn trong màng tốt hơn là 0,01% khối lượng, tốt hơn nữa là 0,015% khối lượng, và còn tốt hơn là 0,02% khối lượng. Nếu hàm lượng này nhỏ hơn 0,01% khối lượng, đặc tính trượt có thể giảm. Giới hạn trên tốt hơn là 1% khối lượng, tốt hơn nữa là 0,2% khối lượng, và còn tốt hơn là 0,1% khối lượng. Nếu hàm lượng này lớn hơn 1% khối lượng, độ trong suốt có thể trở nên xấu hơn, do đó, nó cũng không được ưu tiên.

Phương pháp bổ sung các hạt mịn vào nguyên liệu thô polyeste không bị giới hạn cụ thể, và, ví dụ, các hạt mịn có thể được bổ sung vào ở giai đoạn bất kỳ trong quá trình sản xuất nhựa trên cơ sở polyeste. Tuy nhiên, ưu tiên rằng các hạt mịn được bổ sung vào ở dạng huyền phù đặc với các hạt mịn được phân tán trong etylen glycol hoặc các chất tương tự ở giai đoạn este hóa hoặc ở giai đoạn sau khi hoàn thành phản ứng trao đổi este và trước khi bắt đầu phản ứng đa trùng ngưng, sau đó, phản ứng đa trùng ngưng được thực hiện. Hơn nữa, điều này có thể được thực hiện bằng phương pháp trong đó huyền phù đặc của các hạt mịn được phân tán trong etylen glycol, nước hoặc các chất tương tự và nguyên liệu thô nhựa trên cơ sở polyeste được phối trộn bằng cách sử dụng máy đùn nhào trộn có lỗ thông; hoặc phương pháp trong đó các hạt mịn đã được làm khô và nguyên liệu thô nhựa trên cơ sở polyeste được phối trộn bằng cách sử dụng máy đùn nhào trộn;

hoặc các phương pháp tương tự.

Độ nhớt nội tại của nguyên liệu thô polyeste tốt hơn là nằm trong khoảng từ 0,50 đến 0,80 dl/g. Nếu độ nhớt nội tại nhỏ hơn 0,50, thì tác dụng cải thiện sức chống xé có thể trở nên xấu hơn. Ngược lại, nếu độ nhớt nội tại lớn hơn 0,80 dl/g, thì áp lực lọc có thể tăng đến mức làm cho khó khăn để thực hiện việc lọc với độ chính xác cao. Độ nhớt nội tại tốt hơn nữa là 0,52 dl/g hoặc lớn hơn và 0,78 dl/g hoặc nhỏ hơn, còn tốt hơn là 0,52 dl/g hoặc lớn hơn và 0,75 dl/g hoặc nhỏ hơn, và cụ thể tốt hơn là 0,52 dl/g hoặc lớn hơn và 0,73 dl/g hoặc nhỏ hơn.

Để cải thiện khả năng in ra được và độ bám dính của bề mặt của màng, cũng có thể đưa màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế vào việc xử lý điện hoa, xử lý phủ, xử lý bằng lửa hoặc các biện pháp tương tự.

2. Đặc tính của màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế

Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế thỏa mãn các yêu cầu (1) đến (4) trên đây. Khi màng co vì nhiệt được sử dụng cho ứng dụng nhãn chai, các yếu tố đóng góp phần lớn vào đặc tính hoàn thiện sau co của nhãn là như sau; tỷ lệ co vì nhiệt ở 90°C được quy định trong yêu cầu (1) đối với chiều rộng, và tỷ lệ co vì nhiệt ở 70°C hoặc 90°C được quy định trong yêu cầu (2) hoặc (3) đối với chiều dọc. Về mặt kỹ thuật, khó để kiểm soát tỷ lệ co vì nhiệt ở vùng nhiệt độ đó so với các vùng nhiệt độ khác. Sáng chế là rất hữu ích do việc tạo ra màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt với tỷ lệ co vì nhiệt rất cao theo chiều rộng tương ứng với chiều co chính được quy định trong yêu cầu (1), tỷ lệ co vì nhiệt thấp theo chiều dọc được quy định trong yêu cầu (2) hoặc (3), và mức không đều về độ dày nhỏ.

2.1. Tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng

Như được quy định trong yêu cầu (1) trên đây, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế thỏa mãn rằng tỷ lệ co theo chiều rộng (chiều co chính), mà được đo bằng cách nhúng màng trong 10 giây trong nước nóng 90°C, là 50% hoặc lớn hơn và 75% hoặc nhỏ hơn. Để tham khảo, “chiều rộng” có nghĩa là chiều mà vuông góc với chiều dọc (hướng dọc máy; Machine Direction - MD), và nó cũng được gọi là chiều ngang (Transverse Direction - TD). Nếu tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng ở 90°C là nhỏ hơn 50%, khi co lại để che đồ chứa hoặc các đồ tương tự, sự co của màng là không đủ và màng

không dính vào đồ chứa một cách gọn gàng, dẫn đến hình thức không bắt mắt, do đó, không được ưu tiên. Ngược lại, nếu tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng ở 90°C là lớn hơn 75%, khi co lại để che đồ chứa hoặc các đồ tương tự, tốc độ co trở nên cực kỳ cao, dẫn đến gây ra biến dạng màng hoặc tác dụng tương tự, do đó, không được ưu tiên. Tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng ở 90°C tốt hơn là 55% hoặc lớn hơn và 70% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 60% hoặc lớn hơn và 65% hoặc nhỏ hơn.

2.2. Tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc

Như được quy định trong yêu cầu (2) trên đây, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế thỏa mãn rằng tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc (hướng dọc máy, MD), mà được đo bằng cách nhúng màng trong 10 giây trong nước nóng 90°C, là -6% hoặc lớn hơn và 14% hoặc nhỏ hơn. Nếu tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc ở 90°C là nhỏ hơn -6%, khi co lại để che đồ chứa hoặc các đồ tương tự, sự giãn sẽ xảy ra khiến gây ra các vết nhăn một cách dễ dàng, dẫn đến hình thức co kém, do đó, không được ưu tiên. Ngược lại, nếu tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc ở 90°C lớn hơn 14%, thì không được ưu tiên vì nó có thể gây ra sự biến dạng hoặc sự lõm sau khi co. Tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc ở 90°C tốt hơn là -4% hoặc lớn hơn và 12% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là -2% hoặc lớn hơn và 10% hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, như được quy định trong yêu cầu (3) trên đây, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế thỏa mãn rằng tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc (hướng dọc máy, MD), mà được đo bằng cách nhúng màng trong 10 giây trong nước nóng 70°C, là -6% hoặc lớn hơn và 6% hoặc nhỏ hơn. Nếu tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc ở 70°C là nhỏ hơn -6%, khi co lại để che đồ chứa hoặc các đồ tương tự, sự giãn sẽ xảy ra khiến gây ra các vết nhăn một cách dễ dàng, dẫn đến hình thức co kém, do đó, không được ưu tiên. Ngược lại, nếu tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc ở 70°C lớn hơn 6%, thì không được ưu tiên vì nó có thể gây ra sự biến dạng hoặc sự lõm sau khi co. Tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc ở 70°C tốt hơn là -4% hoặc lớn hơn và 4% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là -2% hoặc lớn hơn và 2% hoặc nhỏ hơn.

2.3. Mức không đều về độ dày theo chiều rộng

Như được quy định trong yêu cầu (4) trên đây, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế thỏa mãn rằng mức không đều về độ dày, khi độ dài đo theo chiều rộng

được xác định là 1 m, là 1% hoặc lớn hơn và 20% hoặc nhỏ hơn. Nếu mức không đều về độ dày theo chiều rộng lớn hơn 20%, thì không được ưu tiên vì, khi màng được quấn dưới dạng cuộn, không chỉ các khuyết tật về hình thức như sự trượt mép và vết nhăn mà còn các khuyết tật in có thể xảy ra khi in màng, do đó, không được ưu tiên. Mức không đều về độ dày theo chiều dọc tốt hơn là 19% hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 18% hoặc nhỏ hơn. Mức không đều về độ dày theo chiều rộng càng nhỏ, thì càng được ưu tiên hơn, tuy nhiên, xét đến hiệu quả của các thiết bị tạo màng, giới hạn được xem xét là khoảng 1%.

2.4. Ứng suất co vì nhiệt lớn nhất theo chiều rộng

Như được quy định trong yêu cầu (5) trên đây, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế tốt hơn là thỏa mãn rằng ứng suất co vì nhiệt lớn nhất theo chiều rộng đo được bằng cách co màng trong 30 giây trong không khí nóng 90°C là 4 MPa hoặc lớn hơn và 13 MPa hoặc nhỏ hơn. Khi co vì nhiệt, nếu ứng suất co vì nhiệt lớn nhất theo chiều rộng ở 90°C là lớn hơn 13 MPa, thì không được ưu tiên vì đồ vật cần được bao gói, như đồ chứa hoặc các đồ tương tự, dễ bị biến dạng. Ngược lại, ứng suất co vì nhiệt lớn nhất theo chiều rộng càng thấp, thì càng được ưu tiên hơn, do đồ vật cần được bao gói ít bị biến dạng hơn. Tuy nhiên, xét đến mức kỹ thuật hiện tại, giới hạn dưới là 4 MPa.

2.5. Mức độ kết tinh tính được từ mật độ

Như được quy định trong yêu cầu (6) trên đây, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế tốt hơn là thỏa mãn rằng mức độ kết tinh tính được từ mật độ là 1% hoặc lớn hơn và 15% hoặc nhỏ hơn. Nếu mức độ kết tinh lớn hơn 15%, thì tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng sẽ tăng. Mối quan hệ giữa tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng và mức độ kết tinh sẽ được bàn luận sau. Mức độ kết tinh càng thấp, thì càng được ưu tiên hơn, vì tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng tăng. Mức độ kết tinh tốt hơn nữa là 13% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn là 11% hoặc nhỏ hơn. Để tham khảo, xét đến mức kỹ thuật hiện tại, giới hạn dưới của mức độ kết tinh là khoảng 1%. Phương pháp đo mức độ kết tinh sẽ được mô tả trong phần ví dụ thực hiện sáng chế.

2.6. Các đặc tính khác

Xét rằng màng được sử dụng cho nhãn cho chai hoặc màng dạng dải băng được sử dụng để buộc dải các hộp cơm trưa hoặc các loại tương tự, độ dày của màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế tốt hơn là 5 μm hoặc lớn hơn và 200 μm hoặc nhỏ

hơn, và tốt hơn nữa là 20 μm hoặc lớn hơn và 100 μm hoặc nhỏ hơn. Nếu độ dày lớn hơn 200 μm , thì không kinh tế vì khối lượng trên diện tích của màng đơn giản sẽ tăng lên. Ngược lại, nếu độ dày nhỏ hơn 5 μm , vì màng trở nên cực kỳ mỏng, việc thao tác trong suốt quy trình như để chế tạo nhãn của ống là khó (thao tác kém).

Hơn nữa, độ mờ tốt hơn là 2% hoặc lớn hơn và 13% hoặc nhỏ hơn. Nếu độ mờ lớn hơn 13%, thì không được ưu tiên vì độ trong suốt sẽ kém và hình thức có thể kém khi chế tạo các nhãn. Độ mờ tốt hơn nữa là 11% hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn là 9% hoặc nhỏ hơn. Độ mờ càng nhỏ, thì càng được ưu tiên hơn. Tuy nhiên, xét rằng cần phải bổ sung một lượng định trước của chất làm trơn chảy vào màng nhằm mục đích thu được đặc tính trượt cần thiết trên thực tế, giới hạn dưới là khoảng 2%.

3. Quy trình sản xuất màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế

Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế có thể được sản xuất bằng cách tạo ra màng không kéo căng bằng cách làm nóng chảy và ép đùn nguyên liệu thô polyeste bằng máy đùn, và tiếp theo là kéo căng ngang màng không kéo căng dưới các điều kiện sau. Cụ thể là, việc làm nóng sơ bộ được thực hiện ở nhiệt độ (T_1) là ($T_g+40^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+70^\circ\text{C}$) hoặc thấp hơn, việc kéo căng ngang của màng đã được làm nóng sơ bộ được thực hiện ở nhiệt độ (T_2) là ($T_g+5^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+40^\circ\text{C}$) hoặc thấp hơn, và việc kéo căng của màng đã được kéo căng ngang còn được thực hiện ở nhiệt độ (T_3) là ($T_g-10^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+15^\circ\text{C}$) hoặc thấp hơn. Để tham khảo, T_1 , T_2 , và T_3 thỏa mãn mối quan hệ là $T_1>T_2>T_3$. Nếu cần, sau khi kéo căng ngang lần thứ hai ở T_3 , việc xử lý nhiệt có thể được thực hiện ở nhiệt độ là ($T_g-30^\circ\text{C}$) hoặc cao hơn và T_g hoặc thấp hơn. Polyeste có thể thu được bằng cách đa trùng ngưng thành phần axit dicarboxylic và thành phần diol được ưu tiên nêu trên bằng phương pháp đã biết. Hơn nữa, hai hoặc nhiều polyeste dạng phoi bào có thể được trộn và được sử dụng làm nguyên liệu thô của màng.

Sau đây, mỗi bước sẽ được bàn luận chi tiết.

3.1. Ép đùn nóng chảy

Khi làm nóng chảy và ép đùn nhựa nguyên liệu thô, được ưu tiên hơn nếu làm khô nguyên liệu thô polyeste bằng thiết bị sấy như thiết bị sấy dạng phễu hoặc thiết bị sấy kiểu cánh quạt, hoặc thiết bị sấy chân không. Sau khi làm khô nguyên liệu thô polyeste

theo cách này, nó được làm nóng chảy ở nhiệt độ từ 200 đến 300°C, và được ép đùn thành dạng màng bằng máy đùn. Trong ép đùn, phương pháp hiện có bất kỳ như phương pháp khuôn chữ T hoặc phương pháp ống có thể được dùng.

Sau đó, màng không kéo căng có thể thu được bằng cách làm mát nhanh nhựa nóng chảy được tạo hình dạng tấm được đùn. Để làm phương pháp làm mát nhanh nhựa nóng chảy, phương pháp có thể được dùng một cách thích hợp trong đó nhựa nóng chảy được đúc trên trống quay từ miệng xả, và được làm mát và được hoá rắn nhanh để thu được tấm nhựa về cơ bản không được định hướng.

Bằng cách kéo căng màng không kéo căng thu được theo chiều rộng (ngang) trong phương pháp được bàn luận dưới đây, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế có thể được sản xuất.

3.2. Kéo căng ngang

Sau đây, phương pháp kéo căng để tạo ra màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế sẽ được bàn luận chi tiết, xét đến phương pháp tạo màng thông thường đối với màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt và sự khác biệt về cấu trúc phân tử bằng cách trích dẫn tài liệu phi sáng chế 1 và 2.

Các chi tiết về cấu trúc phân tử mà kiểm soát động thái co của màng vẫn chưa được biết rộng rãi. Đại khái, các phân tử vô định hình được định hướng được tin tưởng là có liên quan đến đặc tính co. Do đó, màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt thường được sản xuất bằng cách sử dụng nguyên liệu thô vô định hình và kéo căng theo chiều co mong muốn (chiều co chính, thường là chiều rộng). Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt thông thường sử dụng nguyên liệu thô vô định hình nói chung được sản xuất bằng cách kéo căng ở nhiệt độ từ nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh (T_g) đến $T_g+30^\circ\text{C}$ với tỷ lệ kéo căng (tỷ lệ kéo căng tổng cộng) từ khoảng 3,5 lần đến 5,5 lần. Xét rằng điều kiện kéo căng này làm cho các phân tử vô định hình được định hướng và tạo ra màng có tỷ lệ co. Nhiệt độ kéo căng càng thấp, hoặc tỷ lệ kéo căng càng cao, thì tỷ lệ co càng cao (tức là các phân tử vô định hình dễ được định hướng).

Ngược lại, trong trường hợp trong đó thành phần monome (nguyên liệu thô vô định hình) mà có thể là thành phần vô định hình chiếm 0% mol hoặc lớn hơn và 5% mol hoặc nhỏ hơn, mà hầu như không chứa nguyên liệu thô vô định hình như sáng chế, khi

việc kéo căng được thực hiện ở cùng nhiệt độ như trên đây, tức là ở nhiệt độ từ T_g đến $T_g+30^\circ\text{C}$, thì màng co lại nếu nó được kéo căng với tỷ lệ từ 2 lần đến 2,5 lần. Tuy nhiên, khi việc kéo căng được thực hiện với tỷ lệ giống như trên đây, tức là từ khoảng 3,5 lần đến 5,5 lần, tỷ lệ co của màng giảm ngược lại. Ví dụ, ví dụ so sánh 1 trong bảng 2 dưới đây là ví dụ về việc sản xuất màng bằng cách sử dụng nguyên liệu thô polyeste có $T_g=75^\circ\text{C}$ bằng kéo căng ngang ở 80 đến 90°C với tỷ lệ kéo căng là 3,6 lần (ví dụ so sánh 1). Trong ví dụ so sánh 1 trong đó tỷ lệ kéo căng là cao ở 3,6 lần, tỷ lệ co theo chiều rộng bị giảm đáng kể xuống 20,4%. Hơn nữa, cả hai ví dụ so sánh 5 và 6 trong bảng 3 dưới đây là ví dụ về việc sản xuất màng bằng cách sử dụng nguyên liệu thô polyeste có $T_g=74^\circ\text{C}$ bằng kéo căng ngang ở nhiệt độ từ 83 đến 90°C (ví dụ so sánh 5) hoặc 80°C (ví dụ so sánh 6) với tỷ lệ kéo căng là 3,6 lần (ví dụ so sánh 5) hoặc 2,3 lần (ví dụ so sánh 6). Trong ví dụ so sánh 6 trong đó tỷ lệ kéo căng là thấp ở 2,3 lần, tỷ lệ co theo chiều rộng là cao ở 58,9%, tuy nhiên, trong ví dụ so sánh 5 trong đó tỷ lệ kéo căng là cao ở 3,6 lần, tỷ lệ co theo chiều rộng bị giảm đáng kể xuống 25,6%.

Nguyên nhân vì đó được tin tưởng rằng các phân tử được định hướng kết tinh bằng cách kéo căng (sự kết tinh được định hướng) để cản trở sự co của màng (nói cách khác, sự co của các phân tử vô định hình). Ví dụ, trên Fig. 4 trong tài liệu phi sáng chế 1, mối quan hệ giữa ứng suất (trục ngang) và tính lưỡng chiết (trục đứng) trong việc kéo căng một trục của sợi polyetylen terephthalat được thể hiện. Từ hình vẽ này, các tác giả sáng chế có thể biết được sự định hướng phân tử được thay đổi như thế nào. Do đó, trong vùng tại đó tỷ lệ kéo căng DR lên đến khoảng 2 lần, có mối quan hệ tuyến tính giữa ứng suất và tính lưỡng chiết. Khi việc kéo căng được dừng lại, ứng suất được làm chùng, và tính lưỡng chiết được giảm. Sự giảm của tính lưỡng chiết thể hiện sự chùng của mạch phân tử, khi được thay thế bằng màng, nó được tin tưởng là thể hiện sự co của màng (sự thể hiện của tỷ lệ co). Ngược lại, khi tỷ lệ kéo căng DR lớn hơn 2 lần, mối quan hệ tuyến tính giữa ứng suất và tính lưỡng chiết khó giữ được. Khi việc kéo căng dừng lại, khó thấy được sự giảm của tính lưỡng chiết. Hiện tượng này được coi là thể hiện sự giảm tỷ lệ co bởi sự kết tinh định hướng. Từ đó, trong trường hợp trong đó nguyên liệu thô vô định hình hầu như không được chứa như sáng chế, dưới điều kiện mà sự kết tinh định hướng không xảy ra bằng cách kéo căng, tỷ lệ co được coi là thể hiện trong màng.

Điều kiện kéo căng mà sự kết tinh định hướng không xảy ra bằng cách kéo căng, ví dụ, được thể hiện trên ảnh của Fig. 2 trong tài liệu phi sáng chế 2. Hình vẽ này cho thấy rằng đỉnh tinh thể được quan sát thấy trong khi kéo căng ở nhiệt độ thấp là 85°C ($= T_g + 10^{\circ}\text{C}$), còn đỉnh tinh thể không được quan sát thấy trong khi kéo căng ở nhiệt độ cao khoảng 130°C ($= T_g + 55^{\circ}\text{C}$) và các phân tử không được kết tinh định hướng chút nào. Cho rằng sự chùng của các phân tử, mà xảy ra trong khi kéo căng, là nhanh hơn so với tốc độ của sự định hướng trong trường hợp kéo căng ở nhiệt độ cao. Trên thực tế, các tác giả sáng chế đã thực hiện việc kéo căng ở nhiệt độ cao bằng cách sử dụng dây chuyền sản xuất màng ở nhiệt độ không đổi là 130°C , và đã phát hiện ra rằng, như được thể hiện trong cơ chế trên đây, tỷ lệ co không thể hiện vì các phân tử không được định hướng. Hơn nữa, không chỉ tỷ lệ co không thể hiện, mà còn phát hiện ra rằng mức không đều về độ dày trở nên xấu hơn (lớn) vì ứng suất không tăng trong khi kéo căng.

Do đó, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng, thay vì thực hiện quy trình kéo căng toàn bộ là kéo căng ở nhiệt độ cao (không đổi) như được bàn luận trên đây, bằng cách thực hiện riêng rẽ quy trình hầu như không định hướng các phân tử bằng cách kéo căng ở nhiệt độ cao và quy trình định hướng chủ động các phân tử bằng cách kéo căng ở nhiệt độ thấp, trong khi hạn chế sự giảm tỷ lệ co bằng cách kết tinh định hướng, tỷ lệ co có thể được thể hiện bằng cách chỉ định hướng các phân tử vô định hình và mức không đều về độ dày có thể được hạn chế ở mức thấp, và đã hoàn thành sáng chế. Đặc biệt, như được bàn luận chi tiết dưới đây, các tác giả sáng chế đã phát hiện ra rằng bằng phương pháp trong đó việc làm nóng sơ bộ được thực hiện ở nhiệt độ T_1 , việc kéo căng ngang được thực hiện ở nhiệt độ T_2 , và việc kéo căng ngang được thực hiện ở nhiệt độ T_3 ($T_1 > T_2 > T_3$), vì chỉ các phân tử vô định hình có mặt trong màng, có thể kiểm soát tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc và chiều rộng, và hơn nữa, sự giảm mức không đều về độ dày theo chiều rộng sẽ đạt được.

Sau đây, mỗi bước sẽ được bàn luận theo thứ tự.

Trước hết, vùng làm nóng sơ bộ được làm nóng sơ bộ ở nhiệt độ T_1 là ($T_g + 40^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g + 70^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn. Nếu nhiệt độ làm nóng sơ bộ T_1 thấp hơn ($T_g + 40^{\circ}\text{C}$), thì các phân tử có xu hướng được kết tinh định hướng tại thời điểm kéo căng ngang ở T_2 ở bước tiếp theo, tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng của màng dễ hạ xuống dưới

giới hạn dưới là 50% (xem ví dụ so sánh 1 trong bảng 1 dưới đây). Hơn nữa, nếu nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1 thấp hơn ($T_g+40^{\circ}\text{C}$), sự thất được tạo ra bởi việc kéo căng ngang làm tăng ứng suất được tác động vào chiều dọc, điều này không được ưu tiên vì tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc dễ vượt quá giới hạn trên là 6%. Ngược lại, nếu nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1 cao hơn ($T_g+70^{\circ}\text{C}$), điều này không được ưu tiên vì mức không đều về độ dày theo chiều rộng trở nên xấu hơn và nó dễ vượt quá giới hạn trên là 20%. Nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1 tốt hơn nữa là ($T_g+45^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+65^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn, và còn tốt hơn là ($T_g+50^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+60^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn.

Đặc biệt, ưu tiên hơn nếu kiểm soát thời gian trôi qua thông qua vùng làm nóng sơ bộ trong khoảng là 2 giây hoặc nhiều hơn và 10 giây hoặc ít hơn sao cho nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1 đạt được. Nếu thời gian trôi qua suốt vùng làm nóng sơ bộ là ít hơn 2 giây, trước khi màng đạt nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1, việc kéo căng ngang ở T2, mà là bước tiếp theo, sẽ bắt đầu. Do đó, vấn đề tương tự như trường hợp mà nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1 thấp hơn ($T_g+40^{\circ}\text{C}$) sẽ xảy ra. Thời gian trôi qua suốt vùng làm nóng sơ bộ càng dài, thì càng được ưu tiên hơn, vì nhiệt độ của màng dễ đạt đến nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1. Tuy nhiên, nếu thời gian trôi qua quá dài, nhiệt độ ở vùng làm nóng sơ bộ sẽ được thiết đặt trên nhiệt độ kết tinh lạnh. Nhờ đó, sự kết tinh của màng không kéo căng sẽ được thúc đẩy quá mức, do đó không được ưu tiên. Ngoài ra, thời gian trôi qua suốt vùng làm nóng sơ bộ càng dài, càng cần nhiều thiết bị sản xuất hơn, do đó không được ưu tiên. Thời gian trôi qua suốt vùng làm nóng sơ bộ là 10 giây là đủ.

Thứ hai là, màng đã được làm nóng sơ bộ ở nhiệt độ T1 được đem vào kéo căng ngang ở nhiệt độ T2 là ($T_g+5^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+40^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn (đôi khi, được gọi là lần kéo căng ngang thứ nhất). Trong lần kéo căng ngang thứ nhất, như đã nêu trên, cần phải hạn chế sự định hướng phân tử bằng cách kéo căng, nhiệt độ T2 trong lần kéo căng ngang thứ nhất được làm thấp hơn nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1 và được kiểm soát trong khoảng là ($T_g+5^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+40^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn. Nếu nhiệt độ T2 trong lần kéo căng ngang thứ nhất thấp hơn ($T_g+5^{\circ}\text{C}$), thì vấn đề tương tự như trường hợp làm nóng sơ bộ sẽ xảy ra. Hơn nữa, không chỉ tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng của màng dễ hạ xuống dưới giới hạn dưới là 50%, mà còn tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc dễ vượt quá giới hạn trên là 6%, do đó không được ưu tiên. Ngược lại, nếu nhiệt độ T2 trong

lần kéo căng ngang thứ nhất cao hơn ($T_g+40^{\circ}\text{C}$), thì không được ưu tiên vì mức không đều về độ dày theo chiều rộng dễ vượt quá giới hạn trên là 20%.

Nhiệt độ T_2 trong lần kéo căng ngang thứ nhất tốt hơn nữa là ($T_g+10^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+35^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn, và còn tốt hơn là ($T_g+15^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+30^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn.

Ngoài ra, tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ nhất tốt hơn là 1,5 lần hoặc lớn hơn và 2,5 lần hoặc nhỏ hơn. Nếu tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ nhất nhỏ hơn 1,5 lần, thì tác dụng hạn chế sự kết tinh định hướng bị giảm, tỷ lệ co theo chiều rộng của màng dễ hạ xuống dưới 50%, và tỷ lệ co theo chiều dọc dễ vượt quá 6%, do đó, không được ưu tiên. Ngược lại, nếu tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ nhất lớn hơn 5 lần, thì không được ưu tiên vì mức không đều về độ dày theo chiều rộng dễ vượt quá 20%. Tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ nhất tốt hơn nữa là 1,6 lần hoặc lớn hơn và 2,4 lần hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn là 1,7 lần hoặc lớn hơn và 2,3 lần hoặc nhỏ hơn.

Màng đã được kéo căng ngang được đem kéo căng tiếp ở nhiệt độ T_3 là ($T_g-10^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+15^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn (đôi khi, được gọi là lần kéo căng ngang thứ hai). Như được bàn luận trên đây, trong lần kéo căng ngang thứ nhất, việc kéo căng được thực hiện ở nhiệt độ cao để hạn chế sự định hướng phân tử. Ngược lại, trong lần kéo căng ngang thứ hai sau đó, cần phải chủ động gây ra sự định hướng phân tử bằng cách kéo căng. Vì lý do đó, trong sáng chế, việc kéo căng được thực hiện ở nhiệt độ thấp sao cho nhiệt độ thỏa mãn $T_2 > T_3$, đặc biệt, nhiệt độ T_3 trong lần kéo căng ngang thứ hai là ($T_g-10^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+15^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn. Nếu nhiệt độ T_3 trong lần kéo căng ngang thứ hai thấp hơn ($T_g-10^{\circ}\text{C}$), sự thất được tạo ra bởi việc kéo căng ngang làm tăng ứng suất được tác động vào chiều dọc, điều này không được ưu tiên vì tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc dễ vượt quá giới hạn trên là 6%. Ngược lại, nếu nhiệt độ T_3 trong lần kéo căng ngang thứ hai cao hơn ($T_g+15^{\circ}\text{C}$), sự định hướng phân tử là nhỏ, tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng dễ hạ xuống dưới giới hạn dưới là 50% (xem ví dụ so sánh 5 trong bảng 1 dưới đây). Nhiệt độ T_3 trong lần kéo căng ngang thứ hai tốt hơn nữa là ($T_g-7^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+12^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn, và còn tốt hơn là ($T_g-4^{\circ}\text{C}$) hoặc cao hơn và ($T_g+9^{\circ}\text{C}$) hoặc thấp hơn.

Ngoài ra, tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ hai tốt hơn là 1,5 lần hoặc lớn hơn và 2,5 lần hoặc nhỏ hơn. Nếu tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ hai nhỏ hơn 1,5 lần, mức không đều về độ dày theo chiều rộng trở nên xấu hơn. Ngược lại, tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ hai lớn hơn 2,5 lần, không chỉ tỷ lệ co theo chiều rộng có thể bị giảm, mà còn ứng suất do co theo chiều rộng tăng. Tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ hai tốt hơn nữa là 1,6 lần hoặc lớn hơn và 2,4 lần hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn là 1,7 lần hoặc lớn hơn và 2,3 lần hoặc nhỏ hơn.

Ngoài ra, tỷ lệ kéo căng tổng cộng (được tính bằng cách lấy tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ nhất nhân với tỷ lệ kéo căng trong lần kéo căng ngang thứ hai) tốt hơn là 3 lần hoặc lớn hơn và 5,5 lần hoặc nhỏ hơn. Nếu tỷ lệ kéo căng tổng cộng nhỏ hơn 3 lần, không chỉ tỷ lệ co theo chiều rộng có thể bị giảm, mà còn mức không đều về độ dày theo chiều rộng trở nên xấu hơn. Ngược lại, nếu tỷ lệ kéo căng tổng cộng lớn hơn 5,5 lần, khi kéo căng theo chiều rộng, sự rách có thể xảy ra. Tỷ lệ kéo căng tổng cộng tốt hơn nữa là 3,1 lần hoặc lớn hơn và 5,4 lần hoặc nhỏ hơn, và còn tốt hơn là 3,2 lần hoặc lớn hơn và 5,3 lần hoặc nhỏ hơn.

Theo sáng chế, nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1, nhiệt độ T2 trong lần kéo căng thứ nhất, và nhiệt độ T3 trong lần kéo căng thứ hai thỏa mãn mối quan hệ $T1 > T2 > T3$. Màng mong muốn có thể thu được bằng cách thực hiện việc kéo căng ngang sao cho mỗi T1, T2, và T3 thỏa mãn khoảng nêu trên trong khi thỏa mãn mối quan hệ này.

3.3. Xử lý nhiệt

Màng mà được đưa vào quá trình kéo căng ngang như được đề cập trên đây, nếu cần, có thể được đưa vào quá trình xử lý nhiệt trong khung căng trong khi kẹp chặt cả hai mép theo chiều rộng bằng kẹp. Để tham khảo, việc xử lý nhiệt có nghĩa là xử lý nhiệt ở nhiệt độ là $(T_g - 20^\circ\text{C})$ hoặc cao hơn và T_g hoặc thấp hơn trong 1 giây hoặc lâu hơn và 9 giây hoặc ngắn hơn. Việc xử lý nhiệt như vậy sẽ hạn chế sự trở nên xấu hơn của tỷ lệ co vì nhiệt, và hơn nữa, vì độ ổn định kích thước sau khi bảo quản theo thời gian được cải thiện, tốt hơn là nó được dùng. Nếu nhiệt độ xử lý nhiệt thấp hơn $(T_g - 20^\circ\text{C})$, các tác dụng trên nhờ việc xử lý nhiệt có thể không được thể hiện một cách hiệu quả. Ngược lại, nếu nhiệt độ xử lý nhiệt cao hơn T_g , tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng dễ hạ xuống dưới giới hạn dưới là 50%.

Nhiệt độ tại thời điểm xử lý nhiệt tốt hơn là thấp hơn hoặc bằng nhiệt độ T3 trong lần kéo căng thứ hai.

Dựa trên các quy định đối với việc xử lý nhiệt, trong tất cả các ví dụ của các ví dụ 1 đến 4 và các ví dụ so sánh 1 đến 3 được mô tả sau đây (trong các ví dụ này, $T_g = 74^\circ\text{C}$ hoặc 75°C) ngoại trừ đối với ví dụ 4, nhiệt độ làm nóng sau khi kéo căng ngang được thiết đặt là 50°C , là không thỏa mãn với khoảng nhiệt độ nêu trên. Do đó, chúng không được coi là các ví dụ trong đó việc xử lý nhiệt được thực hiện theo sáng chế. Ngược lại, trong ví dụ 4, nhiệt độ làm nóng sau khi kéo căng ngang được thiết đặt là 75°C , và nó được coi là ví dụ trong đó việc xử lý nhiệt được thực hiện theo sáng chế. Ngoài ra, trong tất cả các ví dụ của các ví dụ 5 đến 10 và các ví dụ so sánh 5 đến 8 được mô tả sau đây ($T_g = 74$ hoặc 75°C) ngoại trừ đối với ví dụ 8, nhiệt độ làm nóng sau khi kéo căng ngang được thiết đặt là 50°C , là không thỏa mãn với khoảng nhiệt độ nêu trên. Do đó, chúng không được coi là các ví dụ trong đó việc xử lý nhiệt được thực hiện theo sáng chế. Ngược lại, trong ví dụ 8, nhiệt độ làm nóng sau khi kéo căng ngang được thiết đặt là 75°C , và nó được coi là ví dụ trong đó việc xử lý nhiệt được thực hiện theo sáng chế.

Thời gian xử lý nhiệt càng lâu, tác dụng sẽ được thể hiện càng dễ. Tuy nhiên, nếu quá lâu, thì sẽ cần thiết bị không lồ. Do đó, tốt hơn là nó được kiểm soát trong vòng 1 giây hoặc lâu hơn và 9 giây hoặc ngắn hơn, và tốt hơn nữa là trong vòng 5 giây hoặc lâu hơn và 8 giây hoặc ngắn hơn.

Hơn nữa, trong bước xử lý nhiệt, việc làm giảm khoảng cách giữa các kẹp kẹp chặt trong khung căng, cũng có thể là chiều rộng được làm chùng. Nhờ đó, có thể hạn chế sự thay đổi kích thước sau khi bảo quản theo thời gian và sự trở nên xấu hơn của đặc tính co vì nhiệt.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, sáng chế sẽ được mô tả một cách cụ thể dựa vào các ví dụ và các ví dụ so sánh, nhưng sáng chế không chỉ giới hạn ở các khía cạnh của các ví dụ này, và có thể được biến đổi một cách thích hợp trong phạm vi không vượt quá ý tưởng của sáng chế.

Các đặc tính sau được đánh giá đối với mỗi màng polyeste được mô tả trong bảng 2 dưới đây.

[Tỷ lệ co vì nhiệt (tỷ lệ co vì nhiệt trong nước nóng)]

Màng trên cơ sở polyeste được cắt thành hình vuông có kích thước 10 cm × 10 cm, và được nhúng trong nước nóng với nhiệt độ định trước là $[(90^{\circ}\text{C hoặc } 70^{\circ}\text{C}) \pm 0,5^{\circ}\text{C}]$ ở trạng thái không tải trong 10 giây để được co vì nhiệt, tiếp theo được nhúng trong nước với nhiệt độ là $25^{\circ}\text{C} \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ trong 10 giây, và sau đó, được kéo ra khỏi nước. Kích thước theo chiều dọc và kích thước theo chiều rộng của màng được đo, và tỷ lệ co vì nhiệt được tính theo phương trình 1 sau tương ứng. Chiều có tỷ lệ co vì nhiệt lớn hơn được xác định là chiều co chính (chiều rộng).

Tỷ lệ co vì nhiệt (%) = $\{(\text{chiều dài trước khi co} - \text{chiều dài sau khi co}) / \text{chiều dài trước khi co}\} \times 100$ Phương trình 1

[Mức không đều về độ dày theo chiều rộng]

Từ cuộn màng, mẫu màng dạng băng rộng có kích thước theo chiều dọc của màng là 40 mm × và kích thước theo chiều rộng của màng là 500 mm được lấy mẫu. Bằng cách sử dụng thước đo độ dày loại tiếp xúc liên tục do Mikuron Measuring Instrument Co., Ltd. sản xuất, độ dày được đo liên tục ở tốc độ đo là 5 m/phút dọc theo chiều rộng của mẫu màng (chiều dài đo là 400 mm). Độ dày lớn nhất tại thời điểm đo được xác định là Tmax., độ dày nhỏ nhất được xác định là Tmin., và độ dày trung bình được xác định là Tave.. Theo phương trình 2 sau, mức không đều về độ dày theo chiều rộng của màng được tính.

Mức không đều về độ dày (%) = $\{(T_{\text{max.}} - T_{\text{min.}}) / T_{\text{ave.}}\} \times 100$ Phương trình 2

[Ứng suất co vì nhiệt lớn nhất]

Mẫu có chiều dài là 200 mm theo chiều co chính (chiều rộng) và chiều rộng là 20 mm (chiều dọc) được cắt ra từ màng trên cơ sở polyeste, và được đo bằng cách sử dụng máy đo độ giãn dài và độ bền với lò gia nhiệt (TENSILON, nhãn hiệu đã được đăng ký của ORIENTEC Co., LTD.). Lò gia nhiệt đã được làm nóng trước đến 90°C , và khoảng cách giữa các mâm cặp được thiết đặt là 100 mm. Sự thông hơi cho lò gia nhiệt được tạm thời dừng lại, và cửa của lò gia nhiệt được mở ra. Sau đó, mẫu được gắn vào các mâm cặp, và các cửa của lò gia nhiệt được đóng lại một cách nhanh chóng, tiếp theo lại tiếp tục thông hơi. Ứng suất co vì nhiệt theo chiều rộng được đo bằng cách co màng trong 30 giây trong không khí nóng 90°C , và trị số lớn nhất của chúng được xác định dưới dạng

ứng suất co vì nhiệt lớn nhất (MPa).

[Độ mờ]

Theo JIS K 7136, phép đo được thực hiện bằng cách sử dụng máy đo độ mờ “500A” (do Nippon Denshoku Industries Co., Ltd. sản xuất). Phép đo được thực hiện hai lần, và trị số trung bình được tính.

[Mức độ kết tinh]

Theo phương pháp ống gradien mật độ trong JIS K 7112, bằng cách sử dụng dung dịch nước của canxi nitrat, mật độ d của mẫu khoảng 3 mm vuông được đo, và mức độ kết tinh được tính theo phương trình 3 sau.

Mức độ kết tinh (%) = $\{dc \times (d - da) / (d \times (dc - da))\} \times 100$ Phương trình 3

dc : 1,455 g/cm³ (mật độ của tinh thể hoàn hảo của polyetylen terephthalat)

da : 1,335 g/cm³ (mật độ của dạng vô định hình hoàn hảo của polyetylen terephthalat)

d : mật độ của mẫu (g/cm³)

[T_g (điểm chuyển hóa thủy tinh)]

Bằng cách sử dụng nhiệt lượng kế quét vi sai do Seiko Instruments & Electronics Ltd. sản xuất (kiểu máy: DSC220), theo JIS-K7121-1987, T_g được đo. Cụ thể là, màng không kéo căng (10mg) được làm nóng từ -40°C đến 120°C ở tốc độ làm nóng là 10°C/phút, và đường cong thu nhiệt được đo. Các đường tiếp tuyến được vẽ trước và sau điểm uốn trên đường cong thu nhiệt đo được, và điểm giao được coi là điểm chuyển hóa thủy tinh (T_g; °C).

[Các đánh giá về đặc tính hoàn thiện sau co]

Một đầu của màng trên cơ sở polyeste được gắn vào đầu còn lại, và được hàn bằng máy dập nhiệt (do Fujiimpulse Co., Ltd. sản xuất) để thu được nhãn hình trụ với chiều rộng là theo chiều chu vi. Nhãn này được đặt trên chai PET có bán trên thị trường (thành phần có mặt; "Oi, Ocha" do Ito en, Ltd sản xuất), và được làm co bằng nhiệt thông qua hơi nước được điều chỉnh ở 85°C (thời gian trôi qua ống; 30 giây). Đặc tính hoàn thiện sau co của nhãn được đánh giá bằng cách quan sát trực quan trên năm bậc theo các tiêu chuẩn sau. Các khuyết tật được mô tả dưới đây có nghĩa là đập bệt, vết nhăn, sự co không đủ, gập mép nhãn, làm trắng do co và các khuyết tật tương tự.

5: Đặc tính hoàn thiện tốt nhất (không quan sát thấy các khuyết tật)

- 4: Đặc tính hoàn thiện tốt (quan sát thấy 1 khuyết tật)
- 3: Quan sát thấy 2 khuyết tật
- 2: Quan sát thấy 3 đến 5 khuyết tật
- 1: Quan sát thấy nhiều khuyết tật (6 khuyết tật hoặc nhiều hơn)

[Mức độ sinh khối]

Tỷ lệ của cacbon thu được từ thực vật theo tổng số cacbon đo được theo ASTM D6866 được xác định là mức độ sinh khối.

<Điều chế nguyên liệu thô polyeste>

Điều chế nguyên liệu thô polyeste A

Vào nồi hơi bằng thép không gỉ được trang bị bộ phận khuấy, nhiệt kế và bộ làm mát tuần hoàn một phần, dimethyl terephthalat (DMT) 100% mol làm thành phần axit dicarboxylic thu được từ dầu mỏ, và etylen glycol (EG) 100% mol làm thành phần polyol thu được từ dầu mỏ được bổ sung vào theo cách mà lượng etylen glycol bằng 2,2 lần lượng dimethyl terephthalat xét về mặt tỷ lệ mol. Phản ứng trao đổi este được thực hiện bằng cách sử dụng kẽm axetat 0,05% mol (dựa trên thành phần axit) làm chất xúc tác trao đổi este và antimon trioxit 0,225% mol (dựa trên thành phần axit) làm chất xúc tác sự đa trùng ngưng trong khi metanol được tạo ra được chưng cất ra bên ngoài của hệ thống. Sau đó, phản ứng đa trùng ngưng được thực hiện ở 280°C dưới áp suất giảm là 26,7 Pa để thu được polyeste (A) có độ nhớt nội tại là 0,58 dl/g. Polyeste này là polyetylen terephthalat. Độ nhớt nội tại (dl/g) được đo bằng cách sử dụng nhớt kế Ostwald ở 30°C bằng cách hòa tan polyeste (0,2g) trong dung môi hỗn hợp gồm phenol/1,1,2,2-tetracloetan (60/40, tỷ lệ khối lượng; 50ml). Nguyên liệu thô polyeste A này tương ứng với polyetylen terephthalat. Cấu tạo của thành phần monome đối với nguyên liệu thô polyeste A được thể hiện trong bảng 1. Trong bảng 1, trong cột "thành phần axit", hàm lượng của mỗi thành phần monome trong 100% mol của tổng số thành phần axit được thể hiện, và trong cột "thành phần polyol", hàm lượng của mỗi thành phần monome trong 100% mol của tổng số thành phần polyol được thể hiện.

Điều chế nguyên liệu thô polyeste B

Trong việc điều chế nguyên liệu thô polyeste A, nguyên liệu thô polyeste được chuẩn bị theo cách giống như polyeste A ngoại trừ rằng etylen glycol thu được từ dầu mỏ

được thay thế bằng etylen glycol thu được từ thực vật.

Điều chế các nguyên liệu thô polyeste C đến F

Bằng phương pháp giống như nguyên liệu thô polyeste A, như được thể hiện trong bảng 1, các nguyên liệu thô polyeste C đến F với các thành phần monome khác nhau thu được. Nguyên liệu thô polyeste C được sản xuất bằng cách bổ sung SiO₂ (Sylsia 266 do Fuji Silysia Chemical Ltd. sản xuất; đường kính hạt trung bình 1,5 µm) làm chất làm trơn chảy với tỷ lệ là 7,000 ppm vào polyeste. Mỗi nguyên liệu thô polyeste được tạo phôi bào một cách thích hợp. Trong bảng 1, TPA có nghĩa là axit terephthalic, IPA có nghĩa là axit isophthalic, BD có nghĩa là 1,4-butandiol, NPG có nghĩa là neopentyl glycol, CHDM có nghĩa là 1,4-xyclohexandimetanol, và DEG có nghĩa là dietylen glycol mà là sản phẩm phụ. Độ nhớt nội tại của mỗi nguyên liệu thô polyeste lần lượt là C: 0,58 dl/g, D: 0,72 dl/g, E: 0,80 dl/g, F: 1,20 dl/g, và G: 0,70 dl/g.

Điều chế nguyên liệu thô polyeste G

Các chất không cần thiết như cặn đồ uống được rửa khỏi các chai PET cho đồ uống, và các chai PET này được nghiền thành bột để thu được các phiến nhỏ. Các phiến thu được này được làm nóng chảy bằng máy đun. Các chất không cần thiết mịn hơn được tách tiếp hai lần bằng các bộ lọc thay đổi tuần tự để làm giảm kích thước lỗ mở, và được tách bằng cách sử dụng bộ lọc có kích thước lỗ mở nhỏ nhất là 50 µm đối với lần thứ ba, để thu được nguyên liệu thô polyeste B dưới dạng nguyên liệu thô tái chế chai PET. Cấu tạo của nhựa thu được là axit terephthalic/axit isophthalic//etylen glycol/dietylen glycol=95,0/5,0//98/2 (%mol) và độ nhớt nội tại là 0,70 dl/g.

[Bảng 1]

Nguyên liệu thô polyeste	Cấu tạo của nguyên liệu thô polyeste (%mol)							Lượng chất làm trơn chảy được bổ sung vào (ppm)	Mức độ sinh khối của các nguyên liệu thô (%)
	Thành phần axit		Thành phần polyol						
	TPA	IPA	EG	BD	NPG	CHDM	DEG		
A	100	0	99	0	0	0	1	-	0
B	100	0	99	0	0	0	1	-	18
C	100	0	99	0	0	0	1	7000	0
D	100	0	68	0	30	0	2	-	0

E	100	0	68	0	0	30	2	-	0
F	100	0	0	100	0	0	0	-	0
G	95	5	0	98	0	0	2	-	0

Bằng cách sử dụng các nguyên liệu thô polyeste A đến G trên đây, các màng trên cơ sở polyeste khác nhau được mô tả trong bảng 2 và bảng 3 thu được.

[Ví dụ 1]

Polyeste B và polyeste C được trộn ở tỷ lệ khối lượng là 95:5, và được đưa vào máy đùn. Nhựa đã trộn này được làm nóng chảy ở 280°C, được ép đùn từ khuôn chữ T, và được quấn quanh con lăn kim loại quay được làm mát xuống nhiệt độ bề mặt là 30°C, sao cho nhựa đã trộn được làm mát nhanh, nhờ đó thu được màng không kéo căng dày khoảng 150 µm. Tg của màng không kéo căng này là 75°C.

Màng không kéo căng thu được được dẫn vào máy kéo căng ngang (khung căng), và được làm nóng sơ bộ ở 130°C trong 5 giây. Màng sau khi làm nóng sơ bộ được đưa một cách liên tục vào vùng nửa thứ nhất của quá trình kéo căng ngang, và màng được kéo căng theo chiều ngang khoảng 2,0 lần ở 90°C. Sau đó, trong vùng nửa thứ hai của quá trình kéo căng ngang, màng được kéo căng theo chiều kéo căng ngang khoảng 1,9 lần ở 82°C. Tỷ lệ kéo căng ngang tổng cộng là 3,8 lần. Cuối cùng, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong vùng xử lý nhiệt ở 50°C trong 3 giây, sau đó được để nguội, và cả hai mép được cắt và được loại bỏ, tiếp theo được quấn thành cuộn với chiều rộng là 500 mm. Nhờ đó, màng đã được kéo căng ngang với độ dày là 40 µm được sản xuất một cách liên tục trên chiều dài định trước, và màng của ví dụ 1 thu được.

[Các ví dụ 2 đến 4]

Theo cách giống như ví dụ 1 ngoại trừ rằng điều kiện của việc kéo căng ngang và các nguyên liệu thô polyeste trong ví dụ 1 được thay đổi như được thể hiện trong bảng 2, các màng của các ví dụ 2 đến 4 được tạo ra.

[Ví dụ so sánh 1]

Nguyên liệu thô polyeste A và nguyên liệu thô polyeste C được trộn ở tỷ lệ 95:5 và được đưa vào máy đùn, và các nguyên liệu thô được làm nóng chảy và được ép đùn theo phương pháp giống như trong ví dụ 1. Sau đó, màng của ví dụ so sánh 1 được tạo

ra theo cách giống như ví dụ 1 ngoại trừ rằng các điều kiện để kéo căng ngang được thay đổi từ các điều kiện đối với ví dụ 1 như được chỉ ra trong bảng 2.

[Các ví dụ so sánh 2 và 3]

Màng của mỗi trong số các ví dụ so sánh 2 và 3 được tạo ra theo cách giống như ví dụ 1 ngoại trừ rằng các điều kiện để kéo căng ngang được thay đổi từ các điều kiện đối với ví dụ 1 như được chỉ ra trong bảng 2.

[Ví dụ so sánh 4]

Nguyên liệu thô polyeste B, nguyên liệu thô polyeste C, nguyên liệu thô polyeste E, và nguyên liệu thô polyeste F được trộn ở tỷ lệ là 18:5:67:10 và được đưa vào máy đùn, và các nguyên liệu thô được làm nóng chảy và được ép đùn theo phương pháp giống như trong ví dụ 1. Sau đó, màng của ví dụ so sánh 4 được tạo ra theo cách giống như ví dụ 1 ngoại trừ rằng các điều kiện để kéo căng ngang được thay đổi từ các điều kiện đối với ví dụ 1 như được chỉ ra trong bảng 2.

Các đặc điểm của mỗi màng mà thu được từ đó được đánh giá trong phương pháp được mô tả trên đây. Các kết quả cũng được chỉ ra trong bảng 2.

[Bảng 2]

		Ví dụ 1	Ví dụ 2	Ví dụ 3	Ví dụ 4	Ví dụ so sánh 1	Ví dụ so sánh 2	Ví dụ so sánh 3	Ví dụ so sánh 4
Cấu tạo của nguyên liệu thô cho màng (%khối lượng)	Polyeste A	0	0	10	10	95	0	0	0
	Polyeste B	95	95	85	85	0	95	95	18
	Polyeste C	5	5	5	5	5	5	5	5
	Polyeste D	0	0	0	0	0	0	0	0
	Polyeste E	0	0	0	0	0	0	0	67
	Polyeste F	0	0	0	0	0	0	0	10
Mức độ sinh khối trong màng (%)		17	17	15	15	0	17	17	0
Lượng monome etylen glycol (%mol)		99	99	99	99	99	99	99	68
Lượng monome axit terephthalic (%mol)		100	100	100	100	100	100	100	99
Tỷ lệ của thành phần vô định hình (%mol)		1	1	1	1	1	1	1	23
Nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh T _g (°C)		75	75	75	75	75	75	75	68
Kéo căng ngang	Vùng làm nóng sơ bộ	130	125	140	135	90	135	150	80
	Kéo căng thứ nhất	90	105	90	95	80	68	130	80
	Tỷ lệ	2,0	2,1	2,1	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1

Kéo căng thứ hai		Nhiệt độ T3 (°C)	82	81	70	83	80	68	100	80
Tỷ lệ			1,9	1,6	1,9	2,0	1,9	1,8	1,8	2,1
Tỷ lệ kéo căng tổng cộng (kéo căng thứ nhất * kéo căng thứ hai)			3,8	3,4	4,0	3,8	3,6	3,6	3,8	4,4
Xử lý nhiệt		Nhiệt độ	50	50	50	75	50	50	50	81
Độ dày (µm)			40	40	40	40	40	40	-	40
Tỷ lệ co vì nhiệt trong nước nóng 70°C (%)	Chiều dọc		5,7	-3,1	5,6	1,5	8,9	16,5	-	-0,4
	Chiều rộng		16,4	27,5	38,9	5,6	4,4	25,5	-	33,1
Tỷ lệ co vì nhiệt trong nước nóng 90°C (%)	Chiều dọc		5,4	1,0	4,5	7,4	11,3	10,5	-	4,6
	Chiều rộng		60,3	62,1	66,8	53,1	20,4	56,1	-	59,1
Mức không đều về độ dày theo chiều rộng (%)			16,3	18,4	15,8	17,6	5,7	13,2	45,3	23,4
Ứng suất co vì nhiệt lớn nhất trong không khí nóng 90°C (MPa)			9,5	6,2	11,3	6,4	21,3	16,1	-	5,0
Độ mờ (%)			4,9	4,1	5,3	5,0	6,3	5,3	-	5,8
Mật độ (g/cm³)			1,3431	1,3411	1,3489	1,3451	1,3545	1,3486	-	1,2943
Mức độ kết tinh (%)			7,3	5,5	12,5	9,1	17,5	12,2	-	-
Kết quả đánh giá đặc tính hoàn thiện sau co			5	5	5	4	1	2	-	5

Mặc dù bằng cách sử dụng polyetylen terephthalat có tỷ lệ rất thấp của thành phần vô định hình là 1% mol, trong các màng co vì nhiệt của các ví dụ 1 đến 4 mà thỏa mãn các yêu cầu theo sáng chế, các nguyên liệu thô sinh khối được sử dụng, tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng là cao, mức không đều về độ dày theo chiều rộng được giảm, tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc cũng được giữ thấp, và đặc tính hoàn thiện sau co khi che dưới dạng nhãn cũng tốt (Đánh giá 4 hoặc 5).

Ngược lại, trong ví dụ so sánh 1, vì các nguyên liệu thô sinh khối không được sử dụng, các yêu cầu theo sáng chế không được thỏa mãn. Hơn nữa, vì nhiệt độ T1 trong quá trình làm nóng sơ bộ là thấp ở 90°C, tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng ở 90°C là thấp ở 20,4%, đặc tính hoàn thiện sau co của nhãn bị trở nên cực kỳ xấu (Đánh giá 1).

Trong ví dụ so sánh 2, trong khi các nguyên liệu thô sinh khối được sử dụng, vì nhiệt độ T2 trong lần kéo căng ngang thứ nhất là thấp ở 68°C, là cùng nhiệt độ như nhiệt độ T3 trong lần kéo căng ngang thứ hai, tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc ở 70°C là cao ở 16,5%, đặc tính hoàn thiện sau co của nhãn bị trở nên xấu hơn (Đánh giá 2).

Trong ví dụ so sánh 3, vì nhiệt độ T1 trong khi làm nóng sơ bộ là cao ở 150°C, nhiệt độ T2 trong lần kéo căng thứ nhất là cao ở 130°C, và nhiệt độ T3 trong lần kéo căng thứ hai là cao ở 100°C, mức không đều về độ dày theo chiều rộng bị trở nên cực kỳ xấu ở 45,3%. Do đó, sự thay đổi về các đặc tính vật lý theo chiều rộng là lớn, và các đặc tính vật lý của màng không thể được đánh giá đúng.

Trong ví dụ so sánh 4, vì màng polyeste chứa nhiều thành phần vô định hình được sử dụng, mức không đều về độ dày theo chiều rộng là cực kỳ cao ở 23,4%. Trong ví dụ so sánh 4, vì nguyên liệu thô vô định hình không phải là polyetylen terephthalat được sử dụng, phương pháp tính mức độ kết tinh theo phương trình 3 không được sử dụng, và “-” được chỉ ra trong ô về việc đó trong bảng 2.

[Ví dụ 5]

Polyeste G và polyeste C được trộn ở tỷ lệ khối lượng là 95:5, và được đưa vào máy đùn. Nhựa đã trộn này được làm nóng chảy ở 280°C, được ép đùn từ khuôn chữ T, và được quấn quanh con lăn kim loại quay được làm mát xuống nhiệt độ bề mặt là 30°C, sao cho nhựa đã trộn được làm mát nhanh, nhờ đó thu được màng không kéo căng dày

khoảng 150 μm . Tg của màng không kéo căng là 74°C.

Màng không kéo căng thu được được dẫn vào máy kéo căng ngang (khung căng), và được làm nóng sơ bộ ở 140°C trong 5 giây. Màng sau khi làm nóng sơ bộ được đưa một cách liên tục vào vùng nửa thứ nhất của quá trình kéo căng ngang, và màng được kéo căng theo chiều ngang khoảng 2,0 lần ở 95°C. Sau đó, trong vùng nửa thứ hai của quá trình kéo căng ngang, màng được kéo căng theo chiều kéo căng ngang khoảng 1,9 lần ở 82°C. Tỷ lệ kéo căng ngang tổng cộng là 3,8 lần. Cuối cùng, việc xử lý nhiệt được thực hiện trong vùng xử lý nhiệt ở 50°C trong 3 giây, sau đó được để nguội, và cả hai mép được cắt và được loại bỏ, tiếp theo được quấn thành cuộn với chiều rộng là 500 mm. Nhờ đó, màng đã được kéo căng ngang với độ dày là 40 μm được sản xuất một cách liên tục trên chiều dài định trước, và màng của ví dụ 5 thu được.

[Các ví dụ 6 đến 10 và các ví dụ so sánh 5 đến 8]

Màng của mỗi trong số các ví dụ 6 đến 10 và các ví dụ so sánh 5 đến 8 được tạo ra theo cách giống như ví dụ 5 ngoại trừ rằng tỷ lệ phối trộn nguyên liệu thô giữa các polyeste A và B và các điều kiện để kéo căng ngang được thay đổi từ các điều kiện trong ví dụ 5 như được chỉ ra trong bảng 3.

[Ví dụ so sánh 9]

Nguyên liệu thô polyeste A, nguyên liệu thô polyeste G, nguyên liệu thô polyeste C, nguyên liệu thô polyeste D, và nguyên liệu thô polyeste F được trộn ở tỷ lệ khối lượng là 27:40:5:18:10, và được đưa vào máy đùn. Nhựa đã trộn được làm nóng chảy ở 280°C, được ép đùn từ khuôn chữ T, được quấn quanh con lăn kim loại quay mà được làm mát để có nhiệt độ bề mặt là 30°C, và được tôi, nhờ đó thu được màng không kéo căng có độ dày khoảng 150 μm . Tg của màng không kéo căng là 70°C.

Sau đó, màng của ví dụ so sánh 9 được tạo ra theo cách giống như ví dụ 5 ngoại trừ rằng các điều kiện để kéo căng ngang được thay đổi từ các điều kiện trong ví dụ 5 như được chỉ ra trong bảng 3.

Các đặc điểm của mỗi màng mà thu được từ đó được đánh giá trong phương pháp được mô tả trên đây. Các kết quả cũng được chỉ ra trong bảng 3.

[Ví dụ so sánh 10]

Nguyên liệu thô polyeste G, nguyên liệu thô polyeste C, nguyên liệu thô polyeste

E, và nguyên liệu thô polyeste F được trộn ở tỷ lệ khối lượng là 18:5:67:10, và được đưa vào máy đùn. Nhựa đã trộn được làm nóng chảy ở 280°C, được ép đùn từ khuôn chữ T, được quấn quanh con lăn kim loại quay mà được làm mát để có nhiệt độ bề mặt là 30°C, và được tôi, nhờ đó thu được màng không kéo căng có độ dày khoảng 150 μm . Tg của màng không kéo căng là 68°C.

Sau đó, màng của ví dụ so sánh 10 được tạo ra theo cách giống như ví dụ 5 ngoại trừ rằng các điều kiện để kéo căng ngang được thay đổi từ các điều kiện trong ví dụ 5 như được chỉ ra trong bảng 3.

Các đặc điểm của mỗi màng mà thu được từ đó được đánh giá trong phương pháp được mô tả trên đây. Các kết quả cũng được chỉ ra trong bảng 3.

[Bảng 3]

		Ví dụ 5	Ví dụ 6	Ví dụ 7	Ví dụ 8	Ví dụ 9	Ví dụ 10	Ví dụ so sánh 5	Ví dụ so sánh 6	Ví dụ so sánh 7	Ví dụ so sánh 8	Ví dụ so sánh 9	Ví dụ so sánh 10
Cấu tạo của nguyên liệu thô cho màng (%khối lượng)	Polyeste A	0	0	15	20	35	35	0	0	0	0	27	0
	Polyeste G	95	95	80	75	60	60	95	95	95	95	40	18
	Polyeste C	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
	Polyeste D	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	0
	Polyeste E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	67
	Polyeste F	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10
Tỷ lệ sử dụng của PET tái chế (%khối lượng)		95	95	80	75	60	60	95	95	95	95	40	18
Lượng monome etylen glycol (%mol)		98	98	98	98	98	98	98	98	98	98	84	68
Lượng monome axit terephthalic (%mol)		95	95	96	4	97	97	95	95	95	95	98	99
Lượng monome axit isophthalic (%mol)		5	5	4	4	3	3	5	5	5	5	2	1
Tỷ lệ của thành phần vô định hình (%mol)		7	7	6	5	5	5	7	7	7	7	9	23
Nhiệt độ chuyển hóa thủy tinh Tg (°C)		74	74	74	75	75	75	74	74	74	74	70	68
Kéo căng ngang	Vùng làm nóng sơ bộ	140	135	130	135	120	140	95	80	130	130	140	80
	Kéo căng thứ nhất	95	105	100	85	100	100	85	80	70	95	95	80

Kéo căng thứ hai	Nhiệt độ T3 (°C)														80
	Tỷ lệ	1,9	1,7	82	70	83	83	80	83	80	70	100	82	80	
Tỷ lệ kéo căng tổng cộng (kéo căng thứ nhất * kéo căng thứ hai)	3,8	3,7			4,0	3,8	3,2	4,6	3,6	2,3	3,6	3,8	3,8	4,4	
Xử lý nhiệt	50	50	50	50	50	75	50	50	50	50	50	50	50	81	
Độ dày (µm)	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	
	Chiều dọc	3,3	-2,5		5,6	1,1	2,8	5,7	5,1	2,5	14,1	0,8	2,1	-0,4	
Chiều rộng	26,5	29,6		41,8	16,8	27,8	44,1	6,5	16,8	24,3	1,3	28,1	33,1		
Tỷ lệ co vì nhiệt trong nước nóng 90°C (%)	Chiều dọc	2,0	-1,4		3,3	1,3	-3,4	7,8	13,1	4,1	6,5	5,9	6,3	4,6	
	Chiều rộng	64,4	65,6		69,4	53,4	52,4	70,4	25,6	58,9	66,8	19,3	69,8	59,1	
Mức không đều về độ dày theo chiều rộng (%)	Chiều rộng	15,4	18,1		15,4	18,3	19,4	10,3	8,9	31,4	11,3	21,4	16,9	23,4	
Ứng suất co vì nhiệt lớn nhất trong không khí nóng 90°C (MPa)	Chiều rộng	5,4	6,1		10,8	6,5	4,2	11,5	16,4	5,1	15,1	4,1	3,8	5,0	
Độ mờ (%)		4,8	4,6		5,3	5,1	4,1	5,6	5,8	4,3	5,3	5,9	5,1	5,8	
Mật độ (g/cm³)		1,3415	1,3431		1,3485	1,3446	1,3401	1,3491	1,3505	1,339	1,3481	1,3413	1,3211	1,2943	
Mức độ kết tinh (%)		5,9	7,3		12,1	8,7	4,6	12,7	13,9	3,6	11,8	5,7	-	-	
Kết quả đánh giá đặc tính hoàn thiện sau co		5	4		4	4	5	5	1	4	2	1	5	5	

Trong các màng co vì nhiệt trong các ví dụ 6 đến 10 mà thỏa mãn các yêu cầu theo sáng chế, mặc dù 60% khối lượng hoặc lớn hơn của nguyên liệu thô PET tái chế được sử dụng và tỷ lệ của thành phần vô định hình được giảm xuống còn 10% mol hoặc nhỏ hơn trong nguyên liệu thô, tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng là cao, mức không đều về độ dày theo chiều rộng được giảm, tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc cũng thấp, và đặc tính hoàn thiện sau co cũng tốt khi nhãn được che (Đánh giá 4 hoặc 5).

Trong khi đó, trong ví dụ so sánh 5, mặc dù nguyên liệu thô PET tái chế được sử dụng, nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1 là thấp ở 95°C. Do đó, tỷ lệ co vì nhiệt ở 90°C theo chiều rộng là thấp ở 25,6%, và, ngoài ra, ứng suất co vì nhiệt ở 90°C là cao ở 16,4%. Do đó, đặc tính hoàn thiện sau co của nhãn bị trở nên xấu hơn một cách đáng kể (Đánh giá 1).

Trong ví dụ so sánh 6, mỗi nhiệt độ làm nóng sơ bộ T1, nhiệt độ T2 ở lần kéo căng thứ nhất, và nhiệt độ T3 ở lần kéo căng ngang thứ hai là 80°C và do đó, là giống nhau, và tỷ lệ kéo căng tổng cộng là thấp ở 2,3, sao cho mức không đều về độ dày theo chiều rộng là cao ở 31,4%.

Trong ví dụ so sánh 7, mặc dù nguyên liệu thô PET tái chế được sử dụng, nhiệt độ T2 ở lần kéo căng là thấp ở 70°C. Do đó, tỷ lệ co vì nhiệt ở 70°C theo chiều dọc là cao ở 14,1%, vì vậy đặc tính hoàn thiện sau co của nhãn bị trở nên xấu hơn (Đánh giá 2).

Trong ví dụ so sánh 8, mặc dù nguyên liệu thô PET tái chế được sử dụng, nhiệt độ T3 ở lần kéo căng là cao ở 100°C. Do đó, tỷ lệ co vì nhiệt ở 90°C theo chiều rộng là thấp ở 19,3%, và đặc tính hoàn thiện sau co của nhãn bị trở nên xấu hơn (Đánh giá 1). Ngoài ra, mức không đều về độ dày theo chiều rộng là cao ở 21,4%.

Trong ví dụ so sánh 9, mặc dù các đặc tính vật lý như tỷ lệ co thỏa mãn các yêu cầu theo sáng chế, lượng monome etylen glycol là nhỏ (tức là lượng đơn vị etylen terephthalat là nhỏ), và, do đó, các yêu cầu theo sáng chế không được thỏa mãn. Trong ví dụ so sánh 9, vì nguyên liệu thô vô định hình không phải là polyetylen terephthalat được sử dụng, phương pháp tính mức độ kết tinh theo phương trình 3 không được sử dụng, và “-” được chỉ ra trong ô về việc đó trong bảng 3.

Trong ví dụ so sánh 10, lượng monome etylen glycol là nhỏ (tức là lượng đơn vị

etylen terephtalat là nhỏ). Do đó, các yêu cầu theo sáng chế không được thỏa mãn. Ngoài ra, tỷ lệ của các thành phần vô định hình là cao ở 23%, vì vậy mức không đều về độ dày theo chiều rộng là cao ở 23,4%. Trong ví dụ so sánh 10, vì nguyên liệu thô vô định hình không phải là polyetylen terephtalat được sử dụng, phương pháp tính mức độ kết tinh theo phương trình 3 không được sử dụng, và “-” được chỉ ra trong ô về việc đó trong bảng 3.

Khả năng áp dụng công nghiệp

Vì màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo sáng chế sử dụng các nguyên liệu thô sinh khối hoặc các nguyên liệu thô là các chai PET được tái chế và có các đặc điểm nêu trên, nó có thể được sử dụng một cách thích hợp cho các nhãn cho chai hoặc các màng dạng dải băng được sử dụng để buộc dải hộp cơm trưa hoặc các loại tương tự và góp phần vào việc làm giảm gánh nặng môi trường.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt chứa đơn vị etylen terephtalat với lượng khoảng 90% mol hoặc lớn hơn trong số tổng số đơn vị este là 100% mol, trong đó,

ít nhất một phần của etylen glycol và/hoặc axit terephtalic cấu thành đơn vị etylen terephtalat thu được từ nguồn sinh khối hoặc màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt chứa nhựa polyeste được tái chế từ các chai PET, và

màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt thỏa mãn các yêu cầu (1) đến (4) sau:

(1) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều rộng đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 90°C là 50% hoặc lớn hơn và 75% hoặc nhỏ hơn,

(2) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 90°C là -6% hoặc lớn hơn và 14% hoặc nhỏ hơn,

(3) tỷ lệ co vì nhiệt theo chiều dọc đo được bằng cách co màng trong 10 giây trong nước nóng 70°C là -6% hoặc lớn hơn và 6% hoặc nhỏ hơn, và

(4) mức không đều về độ dày theo chiều rộng là 1% hoặc lớn hơn và 20% hoặc nhỏ hơn.

2. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo điểm 1, còn thỏa mãn yêu cầu (5) sau:

(5) ứng suất co vì nhiệt lớn nhất theo chiều rộng đo được bằng cách co màng trong 30 giây trong không khí nóng 90°C là 4 MPa hoặc lớn hơn và 13 MPa hoặc nhỏ hơn.

3. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo điểm 1 hoặc 2, còn thỏa mãn yêu cầu (6) sau:

(6) mức độ kết tinh tính được từ mật độ là 1% hoặc lớn hơn và 15% hoặc nhỏ hơn.

4. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó ít nhất một phần của etylen glycol và/hoặc axit terephtalic cấu thành etylen terephtalat thu được từ nguồn sinh khối.

5. Màng trên cơ sở polyeste co vì nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến

4, trong đó màng trên cơ sở polyeste có vì nhiệt này chứa nhựa polyeste được tái chế từ các chai PET với lượng khoảng 50% khối lượng hoặc lớn hơn và 100% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

6. Màng trên cơ sở polyeste có vì nhiệt theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó hàm lượng của thành phần axit isophtalic so với tổng số thành phần axit dicarboxylic trong tổng số nhựa polyeste cấu thành màng trên cơ sở polyeste là 0,5% mol hoặc lớn hơn và 5% mol hoặc nhỏ hơn.