(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0129862
(43) 공개일자 2019년11월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08J 5/18 (2006.01) *B32B 15/085* (2006.01)
H01G 4/32 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C08J 5/18 (2013.01)
B32B 15/085 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-7026700
(22) 출원일자(국제) 2018년04월03일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2019년09월10일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2018/014342
(87) 국제공개번호 WO 2018/186424
국제공개일자 2018년10월11일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-073748 2017년04월03일 일본(JP)
(뒷면에 계속)

(71) 출원인
오지 홀딩스 가부시키가이샤
일본 도쿄도 쥬오쿠 긴자 4쵸메 7반 5고
(72) 발명자
이시다 타츠지
(104-0061) 일본국 도쿄도 쥬오쿠 긴자 4쵸메 7반 5고 오지 홀딩스 가부시키가이샤 내
도미나가 타케시
(104-0061) 일본국 도쿄도 쥬오쿠 긴자 4쵸메 7반 5고 오지 홀딩스 가부시키가이샤 내
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
정영선

전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **폴리프로필렌 필름, 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름 및 필름 콘덴서**

(57) 요 약

과제는 직류 120℃의 절연 파괴 강도가 우수하고, 또한 교류 120℃의 절연 파괴 강도가 우수한 폴리프로필렌 필름을 제공하는 것이다. 본 개시의 폴리프로필렌 필름은 식 I을 만족하고, 또한 두께가 1.0~19㎛인 폴리프로필렌 필름이다. 31.5≤융해 엔탈피/√결정자 사이즈≤33.0 (I) 식 I에 있어서, 융해 엔탈피의 단위는 J/g이며, 결정자 사이즈의 단위는 ㎚이다. 결정자 사이즈는, 광각 X선 회절법으로 측정한 α정(040)면의 반사 피크의 반값폭으로부터 Scherrer의 식을 이용하여 구해진다.

(52) CPC특허분류
H01G 4/32 (2013.01)
C08J 2323/12 (2013.01)
(72) 발명자
나카타 마사히로
(104-0061) 일본국 도쿄도 쥬오쿠 긴자 4쵸메 7반 5고 오지 홀딩스 가부시키가이샤 내
이시와타 타다카즈
(104-0061) 일본국 도쿄도 쥬오쿠 긴자 4쵸메 7반 5고 오지 홀딩스 가부시키가이샤 내

(30) 우선권주장
JP-P-2018-070358 2018년03월30일 일본(JP)
JP-P-2018-071964 2018년04월03일 일본(JP)

명 세 서

청구범위

청구항 1

식 I을 만족하고, 또한 두께가 1.0㎛～19㎛인 폴리프로필렌 필름으로서,

상기 식 I은,

31.5≤융해 엔탈피/√결정자 사이즈≤33.0

이며,

상기 식 I에 있어서, 상기 융해 엔탈피의 단위는 J/g이고, 상기 결정자 사이즈의 단위는 ㎚이며,

상기 결정자 사이즈는, 광각 X선 회절법으로 측정한 α정(040)면의 반사 피크의 반값폭으로부터 Scherrer의 식을 이용하여 구해지는 폴리프로필렌 필름.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

식 II를 추가로 만족하고,

상기 식 II는,

176≤융점+50/결정자 사이즈

이며,

상기 식 II에 있어서, 상기 융점의 단위는 ℃이고, 상기 결정자 사이즈의 단위는 ㎚인 폴리프로필렌 필름.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

콘덴서용인 폴리프로필렌 필름.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

제1 폴리프로필렌 수지를 주성분으로서 함유하고,

상기 제1 폴리프로필렌 수지의 수평균 분자량 Mn이 30000 이상 54000 이하이며,

상기 제1 폴리프로필렌 수지의 중량 평균 분자량 Mw가 25만 이상 35만 미만이고,

상기 제1 폴리프로필렌 수지에 있어서의 Mw의 Mn에 대한 비가 5.0 이상 10.0 이하인 폴리프로필렌 필름.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제1 폴리프로필렌 수지의 헵탄 불용분이 97.0% 이상 98.5% 이하이며,

상기 제1 폴리프로필렌 수지의 멜트 플로우 레이트가 4.0g/10분 이상 10.0g/10분 이하인 폴리프로필렌 필름.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항의 폴리프로필렌 필름과,

상기 폴리프로필렌 필름의 편면 또는 양면에 적층된 금속층을 갖는 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름.

청구항 7

권회된 제 6 항의 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름을 갖거나, 또는, 제 6 항의 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름이 복수 적층된 구성을 갖는 필름 콘덴서.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 개시는 폴리프로필렌 필름, 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름 및 필름 콘덴서에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 폴리프로필렌 필름은 콘덴서의 유도체로 사용할 수 있다. 예를 들면, 하이브리드 자동차·전기 자동차의 파워 컨트롤 유닛을 구성하는 인버터에 있어서의 콘덴서의 유도체로 사용할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 일본 공개특허공보 2010-280795호

(특허문헌 0002) 일본 특허 제6238403호 공보

(특허문헌 0003) 일본 특허 제6089186호 공보

(특허문헌 0004) 일본 특허 제3689009호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 폴리프로필렌 필름을 콘덴서 유도체로서 사용한 콘덴서는, 상술한 사용 환경(일례로서, 엔진룸 내에서 온도가 상승하는 환경이나, 콘덴서의 자기 발열 등)의 관점에서, 소형·경량·고용량이면서, 120℃ 정도의 고온하에 있어서 직류 전압을 인가시켰을 때의 절연 파괴 강도(절연 파괴 세기) 및 교류 전압을 인가시켰을 때의 절연 파괴 강도가 우수한 것이 바람직하다. 즉, 폴리프로필렌 필름의 두께가 20㎛ 미만과 같이 얇고, 또한 상기 절연 파괴 강도가 우수한 것이 바람직하다.

[0005] 상술한 특허문헌 1에 기재된 폴리프로필렌 필름에서는 저입체 규칙성 수지를 사용하고 있으며, 이러한 필름을 콘덴서 소자로서 사용했을 때, 고온하(예를 들면, 120℃)에서 우수한 절연 파괴 강도가 얻어지지 않는 경우가 있다는 문제가 있다.

[0006] 본 개시는 상술한 과제를 감안하여 이루어진 것이며, 그 목적은 고온하에서의 우수한 절연 파괴 강도가 얻어지고, 결과적으로 고온하에 있어서 양호한 내전압성을 갖는 폴리프로필렌 필름을 제공하는 것이다. 보다 구체적으로는, 그 목적은 120℃의 환경하에 있어서 직류 전원으로 직류 전압을 인가시켜 측정되는 절연 파괴 강도(이하, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도, 또는 $V_{DC120℃}$라고도 한다)가 우수하고, 또한 120℃의 환경하에 있어서 교류 전원으로 교류 전압을 인가시켜 측정되는 절연 파괴 강도(이하, 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도, 또는 $V_{AC120℃}$라고도 한다)도 우수한 폴리프로필렌 필름을 제공하는 것이다. 본 개시의 또 다른 목적은, 폴리프로필렌 필름을 갖는 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름, 및 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름을 갖는 필름 콘덴서를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명자들은 폴리프로필렌 필름에 대해 예의 검토를 행했다. 그 결과, 폴리프로필렌 필름의 결정자 사이즈가 작을수록, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도 및 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 높아지는 경향이 있는 것을 본 발명자들은 알아냈다. 또한, 폴리프로필렌 필름의 융해 엔탈피가 높을수록, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도 및 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 높아지는 경향을 알아냈다.

[0008] 이 결과를 통해, 본 발명자들은 폴리프로필렌 필름의 상기 결정자 사이즈와 융해 엔탈피의 관계에 대해서도 예의 검토를 행했다. 그 결과, 주로 금속 재료 분야에서 알려져 있는 홀·페치의 관계가 폴리프로필렌 필름의 절연 파괴 강도에 있어서도 적용 가능하다는 것을 알아냈다. 홀·페치의 관계는, $\sigma_y = a + b/\sqrt{d}$로 나타낸다. σ_y는 다결정체의 항복 응력(항복 강도), a는 단결정체의 경우의 항복 응력(또는 전위 운동에 대한 마찰 응력)으로서 σ_0로도 나타내는 상수이며, b는 결정 입계의 미끄럼에 대한 저항을 나타내는 상수로서 k로도 나타내는 상수이고, d는 평균 결정 입경이다. 금속 재료의 변형의 주된 요인은, 결정 내에 존재하는 전위로 불리는 격자 결함의 이동에 의해 발생되는 미끄럼 변형에 있다고 알려져 있으며, 결정 입계는 전위와의 상호 작용에 의해, 전위가 입계를 통과할 때 큰 저항을 발생한다고 알려져 있다. 본 발명자들은, 폴리프로필렌 필름 콘덴서에 직류 전압 또는 교류 전압을 인가시켰을 때의 폴리프로필렌 필름의 절연 파괴를 상기 금속 재료의 변형으로 판단하여, $\sigma_y - a$로 나타내는 항복 응력값의 차이를 폴리프로필렌 필름의 120℃에서의 절연 파괴 강도의 지표로서 상기 b와 d의 관계를 검토했다. 그 결과, 상기 b가 폴리프로필렌 필름의 융해 엔탈피, 상기 d를 폴리프로필렌 필름의 결정자 사이즈로 했을 경우에 120℃에서의 직류 전압 및 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도와의 상관이 나타나는 것을 알아냈다. 그리고, 융해 엔탈피/√결정자 사이즈의 값이 어느 특정 범위 내인 경우(즉, 폴리프로필렌 필름이 식 I을 만족했을 경우), 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수하고, 또한 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수한 것을 알아냈다. 본 발명자들은 상술한 바와 같이 하여 본 개시의 폴리프로필렌 필름을 완성했다.

[0009] 본 개시의 폴리프로필렌 필름은 식 I을 만족하고, 또한 두께가 1.0㎛~19㎛이다.

[0010] $31.5 \leq$ 융해 엔탈피/√결정자 사이즈 ≤ 33.0 (I)

[0011] 식 I에 있어서, 융해 엔탈피의 단위는 J/g이며, 결정자 사이즈의 단위는 ㎚이다. 결정자 사이즈는, 광각 X선 회절법으로 측정한 α정(040)면의 반사 피크의 반값폭으로부터 Scherrer의 식을 이용하여 구해진다.

[0012] 본 개시의 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름은, 본 개시의 폴리프로필렌 필름과 폴리프로필렌 필름의 편면 또는 양면에 적층된 금속층을 갖는다.

[0013] 본 개시의 필름 콘덴서는, 본 개시의 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름을 갖는다.

발명의 효과

[0014] 본 개시의 폴리프로필렌 필름은 120℃의 전기적 절연 저항성이 우수하다. 보다 구체적으로는, 본 개시에 의하면, 고온하에서의 직류 전압에 있어서의 우수한 절연 파괴 강도가 얻어지고, 또한 고온하에서의 교류 전압에 있어서의 우수한 절연 파괴 강도가 얻어진다. 그 결과, 고온하에 있어서 양호한 내전압성을 갖는 폴리프로필렌 필름을 제공할 수 있다. 또한, 본 개시의 폴리프로필렌 필름은 두께가 얇다. 이 때문에, 본 개시의 폴리프로필렌 필름은 필름 콘덴서 용도로서 바람직하다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 개시의 실시형태에 대해 설명한다. 단, 본 발명은 실시형태만으로 한정되는 것은 아니다.

[0016] 본 개시에 있어서의 실시형태의 폴리프로필렌 필름은 식 I을 만족하고, 또한 두께가 1.0㎛~19㎛이다.

[0017] $31.5 \leq$ 융해 엔탈피/√결정자 사이즈 ≤ 33.0 (I)

[0018] 식 I에 있어서, 융해 엔탈피의 단위는 J/g이며, 결정자 사이즈의 단위는 ㎚이다. 결정자 사이즈는, 광각 X선 회절법으로 측정한 α정(040)면의 반사 피크의 반값폭으로부터 Scherrer의 식을 이용하여 구해진다. 본 명세서에 있어서, 융해 엔탈피/√결정자 사이즈는, 이하, $H_m/\sqrt{S_c}$라고도 한다. H_m은, 폴리프로필렌 필름의 융해 엔탈피(단위 : J/g)이며, S_c는, 폴리프로필렌 필름의 결정자 사이즈(단위 : ㎚)이다.

[0019] 본 개시에 있어서의 실시형태의 폴리프로필렌 필름은, 융해 엔탈피/√결정자 사이즈가 31.5 이상 33.0 이하이므로, 상기 폴리프로필렌 필름은, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수하고, 또한 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수하다(환언하면, 120℃에서의 전기적 절연 저항성이 우수하다고도 말할 수 있다). 120℃에서의 전기적 절연 저항성이 우수한 이유는, 폴리프로필렌 필름 내에 누출 전류의 전파에 대해 유효한 저해 효과가 있는 결정자의 질(완전성)과 양 및 당해 결정자 사이즈가 적절히 제어된 결과로서, 줄(Joule) 발열 기인으로 발생하는 구조 파괴가 억제된다고 추측된다. 융해 엔탈피/√결정자 사이즈가 31.5를 현저히 하회

하는 경우, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도, 및/또는, 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 열악하다. 이 이유는 폴리프로필렌 필름 내의 결정자 사이즈가 미세화되어 있지 않거나, 결정자가 적거나, 및/또는, 결정자가 강고하지 않은 것에 의해, 누출 전류의 전파가 발생하기 쉽고, 결과적으로 줄 발열 기인으로 발생하는 구조 파괴가 발생하기 쉽다고 추측된다. 융해 엔탈피/√결정자 사이즈가 33.0을 현저히 상회하는 경우, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도, 및/또는, 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 열악하다. 이 이유는 폴리프로필렌 필름 내의 결정자 사이즈가 너무 미세화되어 있기 때문에, 전류는 결정자 내를 통과하지 않는다는 전제가 무너져, 결과적으로 누출 전류의 전파가 발생하기 쉽다는 것 등이 추측된다.

[0020] 본 개시에 있어서의 실시형태의 폴리프로필렌 필름의 두께는 1.0㎛~19㎛이기 때문에, 당해 폴리프로필렌 필름을 필름 콘덴서에 사용했을 경우에 있어서 콘덴서의 소형화, 경량화 및 고용량화를 달성할 수 있다. 이 때문에, 고온 환경하에서 사용되는 전기 자동차·하이브리드 자동차 용도 등에 요구되는 필름 콘덴서 용도로 바람직하게 사용된다. 19㎛를 현저히 초과하면, 소형화가 곤란하고, 고용량화가 어렵다. 1.0㎛를 현저히 하회하면, 필름 콘덴서로서의 용량의 편차가 커지기 쉽다.

[0021] 또한 본 발명자들은, 120℃의 전기적 절연 저항성이 융점이 높을수록 강해지는 경향이 있는 것을 알아내어, 이 발견과 고분자 결정의 평형 융점 T_m° 를 구하는 이론식을 기초로 식 II를 생각해 냈다. 즉, 폴리프로필렌 필름이 식 II를 만족하는 경우에도, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도 및 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수한 것을 알아냈다. T_m° 는, 라멜라의 두께가 무한대일 때의 융점이다. T_m° 를 구하는 이론식은, $T_m=T_m^\circ-(T_m^\circ\times k)/l$로 나타내고, T_m은 융점(보다 구체적으로는, 폴리프로필렌 필름에 대해 DSC 측정을 함으로써 얻어지는 폴리프로필렌 필름의 융점), k는 상수, l은 라멜라의 두께이다.

[0022] 본 개시에 있어서의 실시형태의 폴리프로필렌 필름은 식 II를 만족하는 것이 바람직하다.

[0023] 176≤융점+50/결정자 사이즈 (II)

[0024] 식 II에 있어서, 융점의 단위는 ℃이며, 결정자 사이즈의 단위는 ㎚이다. 상기 식 II는, 이하와 같이 하여 도출한다. 우선, 상기 이론식 $T_m=T_m^\circ-(T_m^\circ\times k)/l$에 대해 $k=2\sigma e/\Delta hf$를 대입하고, $T_m^\circ=T_m+(T_m^\circ\times 2\sigma e/\Delta hf)/l$을 도출한다(도출된 식을 식 α라고도 한다). 여기서, σe는 라멜라의 접힘면의 표면 에너지이며, Δhf는 완전한 고체 결정 구조의 융해열이다. 이어서, $T_m^\circ=176$, $T_m^\circ\times 2\sigma e=50$, $\Delta hf\times l=$결정자 사이즈($=S_c$)를 대입한다. 마지막으로, 식 α의 우변(즉, T_m+50/S_c)이 식 α의 좌변(즉, 라멜라의 두께가 무한대일 때의 융점 T_m° ($=176$))과 동등하거나 그보다 클 때, 상기 식 II를 도출하는 것이 가능해진다(「고분자」 16권(1967) 6호 694-706페이지 하마다 후미유키).

[0025] 융점+50/결정자 사이즈가 176 이상인 경우는, 결정자 사이즈가 전류의 전파가 곤란한 크기이거나 및/또는 라멜라의 완전성이 높기 때문에, 120℃의 전기적 절연 저항성이 우수한 것이라고 추측된다.

[0026] 본 개시에 있어서의 실시형태의 폴리프로필렌 필름은 콘덴서용인 것이 바람직하다.

[0027] 본 개시에 있어서의 실시형태의 폴리프로필렌 필름은, 제1 폴리프로필렌 수지를 주성분으로서 함유하고, 제1 폴리프로필렌 수지의 수평균 분자량 Mn이 30000 이상 54000 이하이며, 제1 폴리프로필렌 수지의 중량 평균 분자량 Mw가 25만 이상 35만 미만이며, 제1 폴리프로필렌 수지에 있어서의 Mw의 Mn에 대한 비가 5.0 이상 10.0 이하인 것이 바람직하다.

[0028] 또한, 제1 폴리프로필렌 수지의 헵탄 불용분이 97.0% 이상 98.5% 이하이며, 제1 폴리프로필렌 수지의 멜트 플로우 레이트가 4.0g/10분 이상 10.0g/10분 이하인 것이 바람직하다.

[0029] 본 개시에 있어서의 실시형태의 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름은, 폴리프로필렌 필름과 폴리프로필렌 필름의 편면 또는 양면에 적층된 금속층을 갖는다.

[0030] 본 개시에 있어서의 실시형태의 필름 콘덴서는, 권회된 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름을 갖는다. 상기 필름 콘덴서는, 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름이 복수 적층된 구성을 갖고 있어도 된다.

[0031] 본 명세서에 있어서, 폴리프로필렌을 PP로 생략하는 경우가 있으며, 폴리프로필렌 수지를 PP 수지로 생략하는 경우가 있다.

[0032] 본 명세서 중에 있어서, 「함유」 및 「포함한다」라는 표현은 「함유」, 「포함한다」, 「실질적으로 이루어진

다」 및 「만으로 이루어진다」라는 개념을 포함한다.

[0033] 본 명세서 중에 있어서, 「콘덴서」라는 표현은 「콘덴서」, 「콘덴서 소자」 및 「필름 콘덴서」라는 개념을 포함한다.

[0034] 본 실시형태의 폴리프로필렌 필름은 미공성 필름이 아니기 때문에, 다수의 공공을 갖고 있지 않다.

[0035] 본 개시에 있어서의 실시형태의 폴리프로필렌 필름은, 2층 이상의 복수층으로 구성되어 있어도 되지만, 단층으로 구성되어 있는 것이 바람직하다.

[0036] 여기서, 본 개시에 있어서의 실시형태에서 기재 및 사용되고 있는 방향에 대해 상세히 설명한다. 폴리프로필렌 필름의 세로 방향을 길이 방향이라고 부르는 경우가 있다. 본 개시의 실시형태에서는, 세로 방향은 Machine Direction(이하, 「MD 방향」이라고 한다)과 같은 방향이다. MD 방향을 진행 방향이라고 부르는 경우가 있다. 단, 본 발명은, 세로 방향이 MD 방향과 같은 방향을 가리키는 형태로 한정되지 않는다. 이에 비해, 폴리프로필렌 필름의 가로 방향을 폭 방향이라고 부르는 경우가 있다. 본 개시의 실시형태에서는, 가로 방향은 Transverse Direction(이하, 「TD 방향」이라고 한다)과 같은 방향이다. 단, 본 발명은, 가로 방향이 TD 방향과 같은 방향을 가리키는 형태로 한정되지 않는다.

[0037] 실시형태 1

[0038] 여기서는, 실시형태 1로 본 개시를 설명한다.

[0039] 실시형태 1에 있어서의 폴리프로필렌 필름의 양면은, 제1 면과 제2 면으로 정의할 수 있다. 제1 면은 조면일 수 있다. 제1 면이 조면이면, 콘덴서 제작에 있어서의 소자 롤에 주름이 발생하기 어렵다. 제2 면이 조면일 수도 있다.

[0040] 폴리프로필렌 필름에 있어서의 제1 면의 중심선 평균 조도 Ra는, 예를 들면 0.03㎛ 이상 0.08㎛ 이하이다. 폴리프로필렌 필름에 있어서의 제1 면의 최대 높이 Rz는, 예를 들면 0.3㎛ 이상 0.8㎛ 이하이다. Ra·Rz의 양쪽은, 도쿄 정밀사 제조의 3차원 표면 조도계 서프컴 1400D-3DF-12형을 이용하여 JIS-B0601：2001에 기재된 방법에 준거하여 구한다.

[0041] 폴리프로필렌 필름에 있어서의 제2 면의 Ra는, 예를 들면 0.03㎛ 이상 0.08㎛ 이하이다. 폴리프로필렌 필름에 있어서의 제2 면의 Rz는, 예를 들면 0.3㎛ 이상 0.8㎛ 이하이다.

[0042] 실시형태 1에 있어서의 폴리프로필렌 필름의 두께는 1.0㎛~19㎛이다. 1.0㎛~19㎛이기 때문에, 당해 폴리프로필렌 필름을 필름 콘덴서에 사용했을 경우에 있어서 콘덴서의 소형화, 경량화 및 고용량화를 달성할 수 있다. 이 때문에, 고온 환경하에서 사용되는 전기 자동차·하이브리드 자동차 용도 등에 요구되는 필름 콘덴서 용도로 바람직하게 사용된다. 상기 폴리프로필렌 필름의 두께는 19㎛ 이하이며, 18㎛ 이하가 바람직하고, 10㎛ 이하가 보다 바람직하고, 더욱 바람직하게는 6.0㎛ 이하, 한층 더 바람직하게는 4.0㎛ 이하, 특히 바람직하게는 3.0㎛ 이하이다. 19㎛를 현저히 초과하면, 소형화가 곤란하고, 고용량화가 어렵다. 또한, 실시형태 1에 있어서의 폴리프로필렌 필름의 두께는 1.0㎛ 이상이며, 1.5㎛ 이상이 바람직하고, 1.8㎛ 이상이 보다 바람직하고, 2.0㎛ 이상이 더욱 바람직하다. 1.0㎛를 현저히 하회하면, 필름 콘덴서로서의 용량의 편차가 커지기 쉽다. 두께는 마이크로미터(JIS-B7502)를 이용하여, JIS-C2330에 준거하여 측정된다.

[0043] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은 식 I을 만족한다.

[0044] $31.5 \leq$ 융해 엔탈피$/\sqrt{}$결정자 사이즈≤ 33.0 (I)

[0045] 식 I에 있어서, 융해 엔탈피의 단위는 J/g이며, 결정자 사이즈의 단위는 ㎚이다. 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 식 I을 만족함으로써, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수하고, 또한 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수하다. 따라서, 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수하고, 또한 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수한 필름 콘덴서를 제작할 수 있다. 또한, 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수하고, 또한 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도가 우수할 뿐만 아니라, 교류 전압에 있어서의 100℃에서의 절연 파괴 강도도 우수하다. 이 점에 대해서는, 본 명세서 중의 실시예 등으로부터 명백하다. 한편, 식 I은,

[0046] $31.5 \leq H_m \div (S_c)^{0.5} \leq 33.0$ (I')

[0047] (H_m은 폴리프로필렌 필름의 융해 엔탈피(단위：J/g)이며, S_c는 폴리프로필렌 필름의 결정자 사이즈(단위：㎚)이

다)로 나타낼 수도 있다. 또한, 본 명세서에 있어서, 융해 엔탈피/√결정자 사이즈는 이하, $H_m/\sqrt{S_c}$라고도 한다. H_m은 폴리프로필렌 필름의 융해 엔탈피(단위 : J/g)이며, S_c는 폴리프로필렌 필름의 결정자 사이즈(단위 : ㎚)이다. $H_m/\sqrt{S_c}$의 값은 31.6 이상이 바람직하고, 31.7 이상이 보다 바람직하며, 31.8 이상이 더욱 바람직하다. $H_m/\sqrt{S_c}$의 값은 32.8 이하가 바람직하고, 32.5 이하가 보다 바람직하며, 32.3 이하가 더욱 바람직하고, 32.1 이하가 특히 바람직하다.

[0048] 폴리프로필렌 필름의 융해 엔탈피(H_m)는, 예를 들면 105J/g 이상, 바람직하게는 108J/g 이상이다. 105J/g 이상은 결정자가 강고하여 바람직하다. 융해 엔탈피의 상한은 예를 들면, 125J/g, 바람직하게는 122J/g이다. 폴리프로필렌 필름이 연신 필름인 경우, 융해 엔탈피는, 원료의 영향을 받을 뿐만 아니라, 연신시의 조건(예를 들면, 세로 연신시의 온도, 세로 연신시의 연신 속도, 세로 연신의 연신 배율, 가로 연신 전의 예열 온도, 가로 연신시의 온도, 가로 연신시의 연신 속도, 가로 연신의 연신 배율)이나 연신 후의 완화 조건에 의해 영향을 받는다. 예를 들면, 세로 연신시 및 가로 연신시의 온도가 높을수록, 융해 엔탈피가 높아지는 경향이 있다. 가로 연신 전의 예열 온도가 높을수록, 융해 엔탈피가 높아지는 경향이 있다. 융해 엔탈피에 연신 속도가 주는 영향의 정도는 연신 온도에 따라 상이하지만, 세로 연신시 및 가로 연신시의 속도가 낮을수록, 융해 엔탈피가 높아지는 경향이 있다. 세로 연신 및 가로 연신의 배율이 낮을수록, 융해 엔탈피가 높아지는 경향이 있다. 다음 식으로 정의되는 완화율이 클수록, 융해 엔탈피가 높아지는 경향이 있다.

[0049] 완화율(%)={1-(완화 후의 가로 연신 배율/최대 가로 연신 배율)}×100

[0050] 폴리프로필렌 필름의 융해 엔탈피는, 시차 주사 열량 측정의 퍼스트 런으로 구하는 값이며, 구체적으로는, 실시예에 기재된 방법으로 측정되는 값이다.

[0051] 폴리프로필렌 필름의 결정자 사이즈(S_c)는, 절연 파괴 강도의 관점에서, 바람직하게는 14.5㎚ 이하, 보다 바람직하게는 14.2㎚ 이하이며, 더욱 바람직하게는 13.0㎚ 이하이며, 특히 바람직하게는 12.5㎚ 이하이다. 결정자 사이즈가 14.5㎚ 이하이면, 큰 면적의 결정자 계면을 폴리프로필렌 필름이 포함하게 되고, 누출 전류가 전파하기 어려운 경향이 있다. 결정자 사이즈는, 10.0㎚ 이상이 바람직하고, 10.5㎚ 이상이 보다 바람직하고, 11.0㎚ 이상이 더욱 바람직하고, 11.5㎚ 이상이 특히 바람직하다. 10.0㎚ 이상이 바람직한 것은, 전류가 결정자 내를 통과하지 않고 내전압성을 확보하는데 있어서 바람직하기 때문이다. 폴리프로필렌 필름이 연신 필름인 경우, 결정자 사이즈는, 폴리프로필렌 수지의 배합량이나 분자량 등의 영향을 받을 뿐만 아니라, 연신시의 조건(예를 들면, 세로 연신시의 온도, 세로 연신시의 속도, 가로 연신 전의 예열 온도, 가로 연신시의 온도, 가로 연신시의 속도)에 의해 영향을 받는다. 예를 들면, 세로 연신시의 온도가 낮을수록, 결정자 사이즈가 작아지는 경향이 있다. 세로 연신시의 속도가 느릴수록, 결정자 사이즈가 커지는 경향이 있다. 가로 연신 전의 예열 온도가 높을수록, 결정자 사이즈가 커지는 경향이 있다. 가로 연신시의 온도가 낮을수록, 결정자 사이즈가 작아지는 경향이 있다. 가로 연신시의 속도가 느릴수록, 결정자 사이즈가 커지는 경향이 있다. 결정자 사이즈는, 광각 X선 회절법(XRD법)으로 측정한 α정(040)면의 반사 피크의 반값폭으로부터 Scherrer의 식을 이용하여 산출한다. Scherrer의 식을 식 (1)로서 다음에 나타낸다.

수학식 1

[0052] $$D = K \times \lambda / (\beta \times \mathrm{Cos}\,\theta) \qquad (1)$$

[0053] 식 (1)에 있어서, D는 결정자 사이즈(㎚), K는 상수(형상 인자), λ는 사용 X선 파장(㎚), β는 반값폭, Θ는 회절 브래그각이다. K로서 0.94를 사용한다. λ로서 0.15418㎚를 사용한다.

[0054] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은 식 II를 만족하는 것이 바람직하다.

[0055] 176≤융점+50/결정자 사이즈 (II)

[0056] 식 II에 있어서, 융점의 단위는 ℃이며, 결정자 사이즈의 단위는 ㎚이다. 식 II는,

[0057] $176 \leq T_m + 50 \div S_c$ (II')

[0058] (T_m은 폴리프로필렌 필름의 융점(단위 : ℃)이며, S_c는 폴리프로필렌 필름의 결정자 사이즈(단위 : ㎚)이다)로 나

타낼 수도 있다. 융점+50/결정자 사이즈의 하한으로서 예를 들면, 176.05, 176.1을 들 수 있다. 융점+50/결정자 사이즈의 상한으로서 예를 들면, 180, 179, 178.4를 들 수 있다.

[0059] 폴리프로필렌 필름의 융점은, 예를 들면 170℃ 이상, 바람직하게는 171℃ 이상이다. 융점이 170℃ 이상이면, 라멜라의 완전성이 높고, 전류가 전파하기 어려운 경향이 있다. 융점의 상한은 예를 들면 176℃, 바람직하게는 175℃이다. 폴리프로필렌 필름이 연신 필름인 경우, 융점은 원료의 영향을 받을 뿐만 아니라, 연신시의 조건(예를 들면, 세로 연신시의 온도, 세로 연신시의 속도, 세로 연신의 배율, 가로 연신 전의 예열 온도, 가로 연신시의 온도, 가로 연신시의 속도, 가로 연신의 배율)이나 연신 후의 완화 조건에 의해 영향을 받는다. 예를 들면, 세로 연신시 및 가로 연신시의 온도가 높을수록, 라멜라의 미세화가 진행되기 어렵고, 융점이 높아지는 경향이 있다. 가로 연신 전의 예열 온도가 높을수록, 융점이 높아지는 경향이 있다. 융점에 연신 속도가 주는 영향의 정도는 연신 온도에 따라 상이하지만, 세로 연신시 및 가로 연신시의 속도가 낮을수록, 융점이 높아지는 경향이 있다. 세로 연신 및 가로 연신의 배율이 낮을수록, 융점이 높아지는 경향이 있다. 완화율이 클수록, 융점이 높아지는 경향이 있다. 폴리프로필렌 필름의 융점은, 시차 주사 열량 측정의 퍼스트 런으로 구한 값이며, 구체적으로는, 실시예에 기재된 방법으로 측정되는 값이다.

[0060] 실시형태 1에 있어서의 폴리프로필렌 필름의 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도($V_{DC120℃}$)는, 바람직하게는 510V/㎛ 이상이고, 보다 바람직하게는 515V/㎛ 이상이며, 더욱 바람직하게는 530V/㎛ 이상이다. 120℃ 직류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도의 상한은 높을수록 바람직하지만, 예를 들면 600V/㎛, 580V/㎛ 등이다.

[0061] 실시형태 1에 있어서의 폴리프로필렌 필름의 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도($V_{AC120℃}$)는, 바람직하게는 230V/㎛ 이상, 보다 바람직하게는 232V/㎛ 이상, 더욱 바람직하게는 233V/㎛ 이상이다. 120℃ 교류 전압에 있어서의 절연 파괴 강도의 상한은 높을수록 바람직하지만, 예를 들면 300V/㎛, 270V/㎛ 등이다.

[0062] 실시형태 1에 있어서의 폴리프로필렌 필름의 상기 $V_{AC120℃}$와 상기 $V_{DC120℃}$의 합계값($V_{AC120℃}+V_{DC120℃}$)은, 바람직하게는 750V/㎛ 이상이며, 보다 바람직하게는 760V/㎛ 이상이며, 더욱 바람직하게는 770V/㎛ 이상이다. 상기 $V_{AC120℃}$와 상기 $V_{DC120℃}$의 합계값의 상한은 높을수록 바람직하지만, 예를 들면 1000V/㎛, 900V/㎛, 850V/㎛ 등이다.

[0063] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 융해 엔탈피/√결정자 사이즈가 31.5 이상 33.0 이하이기 때문에, 120℃의 전기적 절연 저항성 뿐만 아니라, 교류 100℃의 절연 파괴 강도도 우수하다. 따라서, 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 교류 성분을 포함하는 전류를 정류하기 위한 콘덴서 정격 전압을 고압화할 수 있으며, 에너지 절약화가 가능하다. 실시형태 1에 있어서의 폴리프로필렌 필름의 교류 100℃ 절연 파괴 강도($V_{AC100℃}$)는, 바람직하게는 243V/㎛ 이상이다. 교류 100℃ 절연 파괴 강도의 상한은 높을수록 바람직하지만, 예를 들면 300V/㎛ 등이다.

[0064] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은 폴리프로필렌 수지를 포함한다. 폴리프로필렌 수지의 함유량은, 폴리프로필렌 필름 전체에 대해(폴리프로필렌 필름 전체를 100중량%로 했을 때), 바람직하게는 90중량% 이상, 보다 바람직하게는 95중량% 이상이다. 폴리프로필렌 수지의 함유량의 상한은 폴리프로필렌 필름 전체에 대해 예를 들면, 100중량%, 98중량% 등이다.

[0065] 폴리프로필렌 수지의 총 회분은 전기 특성을 위해 적을수록 바람직하다. 총 회분은 폴리프로필렌 수지를 기준으로 하여 바람직하게는 50ppm 이하, 보다 바람직하게는 40ppm 이하, 더욱 바람직하게는 30ppm 이하이다. 총 회분의 하한은 예를 들면, 2ppm, 5ppm 등이다. 총 회분은 적을수록, 중합 촉매 잔사 등의 불순물이 적은 것을 의미한다.

[0066] 폴리프로필렌 수지는, 1종의 폴리프로필렌 수지를 단독으로 포함하는 것이어도 되며, 2종 이상의 폴리프로필렌 수지를 포함하는 것이어도 된다.

[0067] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름에 포함되는 폴리프로필렌 수지가 2종 이상인 경우, 가장 함유량이 많은 폴리프로필렌 수지를 본 명세서에서는 주성분으로 하고, 본 명세서에서는 「주성분의 폴리프로필렌 수지」라고 한다. 또한, 상기 폴리프로필렌 필름에 포함되는 폴리프로필렌 수지가 1종인 경우, 당해 폴리프로필렌 수지도 본 명세서에서는 주성분으로 하고, 본 명세서에서는 「주성분의 폴리프로필렌 수지」라고 한다.

[0068] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 예를 들면, 하기 제1 폴리프로필렌 수지만을 포함할 수 있고, 제1 폴리프로필렌 수지와 함께, 하기 제2 폴리프로필렌 수지를 포함할 수도 있다.

[0069] 폴리프로필렌 수지는 제1 폴리프로필렌 수지를 포함할 수 있다. 폴리프로필렌 수지가 제1 폴리프로필렌 수지를 포함하는 경우, 제1 폴리프로필렌 수지의 함유량은, 폴리프로필렌 수지 100중량%에 대해 바람직하게는 50중량

% 이상, 보다 바람직하게는 55중량% 이상, 더욱 바람직하게는 60중량% 이상이다. 제1 폴리프로필렌 수지의 함유량은, 상한에 관하여는, 폴리프로필렌 수지 100중량%에 대해 예를 들면, 100중량% 이하, 99중량% 이하, 98중량% 이하, 95중량% 이하 등을 들 수 있고, 폴리프로필렌 수지 100중량%에 대해 바람직하게는 90중량% 이하, 보다 바람직하게는 85중량% 이하, 더욱 바람직하게는 80중량% 이하이다. 이와 같이, 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 제1 폴리프로필렌 수지를 주성분으로서 포함할 수 있다. 제1 폴리프로필렌 수지로서 예를 들면, 아이소택틱 폴리프로필렌을 들 수 있다.

[0070] 제1 폴리프로필렌 수지의 중량 평균 분자량 Mw는, 바람직하게는 25만 이상 35만 미만, 보다 바람직하게는 25만 이상 34.5만 이하, 더욱 바람직하게는 27만 이상 34만 이하이다. Mw가 25만 이상 35만 미만이면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5 이상 33.0 이하인 폴리프로필렌 필름을 얻기 쉽다. 또한, Mw가 25만 이상 35만 미만이면, 캐스트 원반 시트의 두께의 제어가 용이하며, 두께 편차가 발생하기 어렵다.

[0071] 제1 폴리프로필렌 수지의 수평균 분자량 Mn은, 바람직하게는 30000 이상 54000 이하, 보다 바람직하게는 33000 이상 52000 이하, 더욱 바람직하게는 33000 이상 50000 이하이다. 상기 제1 폴리프로필렌 수지의 수평균 분자량 Mn이 30000 이상 54000 이하이면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5 이상 33.0 이하인 폴리프로필렌 필름을 얻기 쉽다.

[0072] 제1 폴리프로필렌 수지의 z평균 분자량 Mz는, 바람직하게는 700000 이상 1550000 이하, 보다 바람직하게는 750000 이상 1500000 이하이다. 상기 제1 폴리프로필렌 수지의 z평균 분자량 Mz가 700000 이상 1550000 이하이면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5 이상 33.0 이하인 폴리프로필렌 필름을 얻기 쉽다.

[0073] 제1 폴리프로필렌 수지의 분자량 분포(Mw/Mn)는, 바람직하게는 5.0 이상, 보다 바람직하게는 5.5 이상이다. 제1 폴리프로필렌 수지의 상기 Mw/Mn은, 10.0 이하가 바람직하고, 9.5 이하가 보다 바람직하다. 상기 제1 폴리프로필렌 수지의 Mw/Mn이 5.0 이상 10.0 이하이면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5 이상 33.0 이하인 폴리프로필렌 필름을 얻기 쉽다.

[0074] 한편, 상기 분자량 분포 Mw/Mn은, 중량 평균 분자량 Mw의 수평균 분자량 Mn에 대한 비이다.

[0075] 제1 폴리프로필렌 수지의 분자량 분포(Mz/Mn)는, 10 이상 70 이하인 것이 바람직하고, 15 이상 60 이하인 것이 보다 바람직하며, 15 이상 50 이하인 것이 더욱 바람직하다. 상기 폴리프로필렌 수지의 분자량 분포(Mz/Mn)가 10 이상 70 이하이면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5 이상 33.0 이하인 폴리프로필렌 필름을 얻기 쉽다. 한편, 상기 분자량 분포 Mz/Mn은, 수평균 분자량 Mn에 대한 z평균 분자량 Mz의 비이다.

[0076] 본 명세서에 있어서, 상기 폴리프로필렌 수지의 중량 평균 분자량(Mw), 수평균 분자량(Mn), z평균 분자량(Mz) 및 분자량 분포(Mw/Mn 및 Mz/Mn)는, 겔 퍼미에이션 크로마토그래프(GPC) 장치를 이용하여 측정한 값이다. 보다 구체적으로는, 토소 주식회사 제조, 시차 굴절계(RI) 내장형 고온 GPC 측정기인 HLC-8121GPC-HT(상품명)를 사용하여 측정한 값이다. GPC 컬럼으로서, 토소 주식회사 제조의 3개의 TSKgel GMHHR-H(20)HT를 연결하여 사용한다. 컬럼 온도를 140℃로 설정하고, 용리액으로서 트리클로로벤젠을 1.0㎖/10분의 유속으로 흐르게 하여, Mw와 Mn의 측정값을 얻는다. 토소 주식회사 제조의 표준 폴리스티렌을 사용하여 그 분자량 M에 관한 검량선을 작성하고, 측정값을 폴리스티렌값으로 환산하여, Mw, Mn 및 Mz를 얻는다.

[0077] 제1 폴리프로필렌 수지의 230℃에서의 멜트 플로우 레이트(MFR)는, 바람직하게는 10.0g/10분 이하, 보다 바람직하게는 7.0g/10분 이하, 더욱 바람직하게는 6.0g/10분 이하이다. 또한, 230℃에 있어서의 멜트 플로우 레이트는 4.0g/10분 이상이 바람직하다. 230℃에서의 멜트 플로우 레이트는 JIS K 7210-1999에 준거하여 하중 2.16kg, 230℃에서 측정된다. 상기 멜트 플로우 레이트의 단위 g/10분은, dg/min이라고도 한다.

[0078] 제1 폴리프로필렌 수지의 헵탄 불용분은, 바람직하게는 97.0% 이상이다. 헵탄 불용분은, 바람직하게는 98.5% 이하이다. 헵탄 불용분은 많을수록, 수지의 입체 규칙성이 높은 것을 나타낸다. 상기 헵탄 불용분(HI)이 97.0% 이상 98.5% 이하이면, 적당히 높은 입체 규칙성에 의해, 폴리프로필렌 필름 중에서의 폴리프로필렌 수지의 결정성이 적당히 향상하고, 고온하에서의 내전압성이 향상한다. 또한, 캐스트 원반 시트 성형시의 고화(결정화)의 속도가 적당해지고, 적당한 연신성을 갖는다. 헵탄 불용분(HI)의 측정 방법은, 실시예에 기재된 방법에 따른다.

[0079] 제1 폴리프로필렌 수지의 총 회분은 전기 특성을 위해 적을수록 바람직하다. 총 회분은 제1 폴리프로필렌 수지를 기준으로 하여 바람직하게는 50ppm 이하, 보다 바람직하게는 40ppm 이하, 더욱 바람직하게는 30ppm 이하이다. 총 회분의 하한은 예를 들면, 2ppm, 5ppm 등이다.

[0080] 폴리프로필렌 수지는 제2 폴리프로필렌 수지를 추가로 포함할 수 있다. 본 실시형태의 폴리프로필렌 필름은, 제

1 폴리프로필렌 수지에 추가로 제2 폴리프로필렌 수지를 포함하는 것이 바람직하고, 폴리프로필렌 필름을 구성하는 수지가 제1 폴리프로필렌 수지 및 제2 폴리프로필렌 수지인 것이 더욱 바람직하다.

[0081] 폴리프로필렌 수지가 제2 폴리프로필렌 수지를 포함하는 경우, 제2 폴리프로필렌 수지의 함유량은, 폴리프로필렌 수지 100중량%에 대해 50중량% 이하가 바람직하고, 49중량% 이하가 보다 바람직하며, 45중량% 이하가 더욱 바람직하고, 40중량% 이하가 특히 바람직하다. 또한, 폴리프로필렌 수지가 제2 폴리프로필렌 수지를 포함하는 경우, 제2 폴리프로필렌 수지의 함유량은, 하한에 관하여는, 예를 들면, 폴리프로필렌 수지 100중량%에 대해 1중량% 이상, 2중량% 이상, 5중량% 이상 등을 들 수 있고, 폴리프로필렌 수지 100중량%에 대해 바람직하게는 10중량% 이상, 보다 바람직하게는 15중량% 이상, 더욱 바람직하게는 20중량% 이상이다. 제2 폴리프로필렌 수지로서 예를 들면, 아이소택틱 폴리프로필렌을 들 수 있다. 제2 폴리프로필렌 수지는, 적어도 Mw가 35만 이상 55만 이하이며, Mw/Mn이 3.0 이상 11.0 이하이며, 230℃의 멜트 플로우 레이트가 4.0g/10분 미만인 것이 바람직하다.

[0082] 제2 폴리프로필렌 수지의 Mw는 바람직하게는 35만 이상이다. 제2 폴리프로필렌 수지에 있어서의 Mw는, 바람직하게는 55만 이하, 보다 바람직하게는 45만 이하, 더욱 바람직하게는 38만 이하이다.

[0083] 제2 폴리프로필렌 수지의 Mn은, 바람직하게는 40000 이상 54000 이하, 보다 바람직하게는 42000 이상 50000 이하, 더욱 바람직하게는 44000 이상 48000 이하이다.

[0084] 제2 폴리프로필렌 수지의 Mz는, 바람직하게는 1550000 초과 2000000 이하, 보다 바람직하게는 1580000 이상 1700000 이하이다.

[0085] 제2 폴리프로필렌 수지에 있어서, Mw의 Mn에 대한 비(Mw/Mn)는, 바람직하게는 3.0 이상, 보다 바람직하게는 4.5 이상, 더욱 바람직하게는 5.0 이상, 더욱 바람직하게는 5.5 이상, 더욱 바람직하게는 7.0 이상, 특히 바람직하게는 7.5 이상이다. 제2 폴리프로필렌 수지에 있어서의 Mw/Mn의 상한은 예를 들면 11.0, 10.0, 9.0, 8.5 등이다. Mw/Mn과 Mw가 상술한 각 범위를 만족하는 제2 폴리프로필렌 수지를 제1 폴리프로필렌 수지와 병용함으로써, 결정자 사이즈를 용이하게 작게 하는 것이 가능하다.

[0086] 제2 폴리프로필렌 수지에 있어서의 Mz의 Mn에 대한 비(Mz/Mn)는, 바람직하게는 30 이상 40 이하, 보다 바람직하게는 33 이상 36 이하이다.

[0087] 제2 폴리프로필렌 수지에 있어서의 230℃의 멜트 플로우 레이트는 바람직하게는 4.0g/10분 미만, 보다 바람직하게는 3.9g/10분 이하, 더욱 바람직하게는 3.8g/10분 이하이다. 또한, 230℃의 멜트 플로우 레이트는 1.0g/10분 이상이 바람직하고, 1.5g/10분 이상이 보다 바람직하고, 2.0g/10분 이상이 더욱 바람직하다.

[0088] 제2 폴리프로필렌 수지의 헵탄 불용분은, 바람직하게는 97.5% 이상, 보다 바람직하게는 98.0% 이상, 더욱 바람직하게는 98.5% 초과, 특히 바람직하게는 98.6% 이상이다. 또한, 헵탄 불용분은, 바람직하게는 99.5% 이하이며, 보다 바람직하게는 99.0% 이하이다.

[0089] 제2 폴리프로필렌 수지의 총 회분은 전기 특성을 위해 적을수록 바람직하다. 총 회분은 제2 폴리프로필렌 수지를 기준으로 하여 바람직하게는 50ppm 이하, 보다 바람직하게는 40ppm 이하, 더욱 바람직하게는 30ppm 이하이다. 총 회분의 하한은 예를 들면, 2ppm, 5ppm 등이다.

[0090] 제1 폴리프로필렌 수지와 제2 폴리프로필렌 수지의 합계량은, 폴리프로필렌 수지 전체를 100중량%로 했을 경우, 예를 들면 90중량% 이상일 수 있고, 95중량% 이상일 수도 있으며, 100중량%일 수도 있다.

[0091] 폴리프로필렌 수지 이외의 수지를, 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은 추가로 포함할 수 있다. 이러한 수지로서 예를 들면, 폴리에틸렌, 폴리(1-부텐), 폴리이소부텐, 폴리(1-펜텐), 폴리(1-메틸펜텐), 에틸렌-프로필렌 공중합체, 프로필렌-부텐 공중합체, 에틸렌-부텐 공중합체, 스티렌-부타디엔 랜덤 공중합체, 스티렌-부타디엔-스티렌 블록 공중합체 등을 들 수 있다.

[0092] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 첨가제를 추가로 포함할 수 있다. 첨가제로서 예를 들면, 산화 방지제, 염소 흡수제, 자외선 흡수제, 윤활제, 가소제, 난연화제, 대전 방지제, 착색제 등을 들 수 있다.

[0093] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 이축 연신 필름이어도 되며, 일축 연신 필름이어도 되며, 무연신 필름이어도 되지만, 이축 연신 필름인 것이 바람직하다.

[0094] 이어서, 본 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름의 제작 방법을 설명한다. 단, 본 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름의 제작 방법은, 이하의 기재로 한정되지 않는다.

[0095] 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 예를 들면, 캐스트 원반 시트를 제작하고, 캐스트 원반 시트를 이축 연신하는 순서로 제작할 수 있다. 캐스트 원반 시트는, 예를 들면, 수지와 필요에 따라 첨가제를 압출기에 공급하고, T다이로부터 용융 압출하여 고화시키는 순서로 제작할 수 있다. 캐스트 원반 시트의 이축 연신은, 순차 이축 연신이 바람직하다. 순차 이축 연신에서는 예를 들면, 캐스트 원반 시트를, 속도차가 있는 롤 사이로 유도하여 진행 방향으로 연신(이하, 「세로 연신」이라고 하는 경우가 있다)하고, 필요에 따라 냉각하고 텐터로 유도하여 폭 방향으로 연신(이하, 「가로 연신」이라고 하는 경우가 있다)하고, 완화, 열고정을 실시하여 권취한다. 이에, 필요에 따라 20℃～45℃ 정도의 분위기 중에서 에이징 처리를 실시하고, 원하는 제품폭으로 재단한다. 이와 같이 하여 얻어진 폴리프로필렌 필름의 편면 또는 양면에 코로나 방전 처리를 필요에 따라 행한다.

[0096] 캐스트 원반 시트를 형성하기 위한 압출은, 압출 온도 220℃～270℃에서 행하는 것이 바람직하다.

[0097] 캐스트 온도, 즉 금속 드럼의 표면 온도는 40℃～100℃가 바람직하고, 45℃～95℃가 보다 바람직하다. 캐스트 온도가 40℃를 현저히 하회하면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$가 31.5를 하회하여, 결과적으로 120℃에서의 전기적 절연 저항성이 열악해질 우려가 있다. 캐스트 온도를 높게 할수록, 융해 엔탈피/√결정자 사이즈, 즉 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값은 커지는 경향이 있다. 또한, 캐스트 온도를 낮게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 작아지는 경향이 있다.

[0098] 캐스트 원반 시트의 두께는 예를 들면, 0.05㎜ 이상일 수 있고, 0.1㎜ 이상일 수도 있다. 캐스트 원반 시트에 있어서의 두께의 상한으로서 2㎜, 1㎜ 등을 들 수 있다.

[0099] 캐스트 원반 시트의 이축 연신에 관하여, 캐스트 원반 시트를 세로 연신하기 전에, 125℃～165℃로 예열하는 것이 바람직하다. 이하, 이 세로 연신을 하기 전에 있어서의 예열의 온도를 세로 연신 전 예열 온도라고 하는 경우가 있다.

[0100] 세로 연신시의 온도(세로 연신 온도)는, 125℃～165℃가 바람직하다. 세로 연신시의 온도가 165℃를 현저히 상회하면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$가 31.5를 하회하여, 결과적으로 120℃에서의 전기적 절연 저항성이 열악해질 우려가 있다. 세로 연신 온도를 높게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 작아지는 경향이 있다. 세로 연신 온도를 낮게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 커지는 경향이 있다.

[0101] 세로 연신시의 연신 속도(이하, 「세로 연신 속도」라고 하는 경우가 있다)는, 400%/초 이상이 바람직하고, 500%/초～60000%/초가 보다 바람직하다.

[0102] 세로 연신의 연신 배율(세로 연신 배율)은, 3.5배～5.5배가 바람직하고, 4.0배～5.4배가 보다 바람직하며, 4.0배～5.0배가 더욱 바람직하다. 5.5배를 현저히 초과하면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 33을 초과하여 120℃에서의 전기적 절연 저항성이 열악해질 우려가 있다. 세로 연신 배율을 올릴수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 커지는 경향이 있다. 또한, 세로 연신 배율을 내릴수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값은 작아지는 경향이 있다.

[0103] 세로 연신 후의 필름을 가로 연신 전에 155℃～172℃로 예열하는 것이 바람직하다. 172℃를 현저히 초과하면 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5를 하회하여, 결과적으로 120℃에서의 전기적 절연 저항성이 열악해질 우려가 있다. 이 가로 연신 전에 행하는 예열의 온도(이하, 「가로 연신 전 예열 온도」라고 하는 경우가 있다)를 높게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 작아지는 경향이 있다. 가로 연신 전 예열 온도를 낮게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 커지는 경향이 있다.

[0104] 가로 연신 전에 있어서의 예열 후의 필름은, 150℃～165℃에서 가로 연신하는 것이 바람직하다. 이 가로 연신시의 온도(이하, 「가로 연신 온도」라고 하는 경우가 있다)는, 바람직하게는 155℃～165℃, 보다 바람직하게는 160℃～165℃이다. 단, 165℃를 현저히 초과하면 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5를 하회하여, 120℃에서의 전기적 절연 저항성이 열악해질 우려가 있다. 가로 연신 온도를 높게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 작아지는 경향이 있다. 가로 연신 온도를 낮게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 커지는 경향이 있다.

[0105] 가로 연신시의 연신 속도(이하, 「가로 연신 속도」라고 하는 경우가 있다)는, 280%/초～350%/초가 바람직하다. 가로 연신 속도가 280%/초를 현저히 하회하면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5를 하회하여, 120℃에서의 전기적 절연 저항성이 열악해질 우려가 있다. 또한, 가로 연신 속도가 350%/초를 현저히 상회하면, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 33을 초과하거나, 가로 연신시에 필름이 파단할 우려가 있다.

[0106] 가로 연신 속도를 낮게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$가 작아지는 경향이 있다. 또한, 가로 연신 속도를 높게 할수록, 상기 $H_m/\sqrt{S_c}$가 커지는 경향이 있다.

[0107] 가로 연신의 연신 배율(이하, 「가로 연신 배율」이라고 하는 경우가 있다)은, 9배～11배가 바람직하고, 9.2배～10.7배가 보다 바람직하다. 9배보다 현저히 하회하면, $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 31.5를 하회하여, 결과적으로 120℃의 전기적 절연 저항성이 열악해질 우려가 있다. 이에 비해, 11배보다 현저히 높으면, $H_m/\sqrt{S_c}$의 값이 33.0을 초과하거나, 가로 연신시에 필름이 파단할 우려가 있다.

[0108] 가로 연신 후의 필름을 157℃～170℃에서 완화하는 것이 바람직하다. 이하, 완화할 때의 온도를 완화 온도라고 하는 경우가 있다.

[0109] 완화에 걸리는 시간, 즉 열고정에 걸리는 시간은 10초 이내가 바람직하고, 1초～9초가 보다 바람직하다.

[0110] 완화율[{1-(완화 후의 가로 연신 배율/최대 가로 연신 배율)}×100]을 1%～15%로 완화하는 것이 바람직하다.

[0111] 한편, 융해 엔탈피와 결정자 사이즈는, 연신시의 조건에 의해 영향을 받는다. 예를 들면, 가로 연신 속도를 변경했을 경우, 융해 엔탈피와 결정자 사이즈의 양쪽의 값이 변경되게 된다. 이 때문에, 융해 엔탈피와 결정자 사이즈의 어느 한쪽을 고정한 후, 다른 쪽을 변경하는 것은 어렵다. 이에 비해, 실시형태 1에서는 융해 엔탈피와 결정자 사이즈의 양쪽을 가미한 $H_m/\sqrt{S_c}$가 일정한 범위, 즉 31.5 이상 33.0 이하를 만족하는 것으로 하고 있다. 즉, 융해 엔탈피와 결정자 사이즈를 개별적으로 컨트롤하는 것이 아니라, 양쪽을 가미한 $H_m/\sqrt{S_c}$를 컨트롤한다.

[0112] 이와 같이 하여 얻어진 실시형태 1의 폴리프로필렌 필름은, 콘덴서의 유전체로 사용할 수 있다. 바람직하게는, 하이브리드 자동차·전기 자동차에 있어서의 인버터를 구성하는 콘덴서의 유도체로 사용할 수 있다.

[0113] 콘덴서로 가공하기 위해, 실시형태 1에 있어서의 폴리프로필렌 필름의 편면 또는 양면에 금속층을 적층하여, 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름으로 해도 된다. 금속층은 전극으로서 기능한다. 금속층에 사용되는 금속으로는, 예를 들면, 아연, 납, 은, 크롬, 알루미늄, 구리, 니켈 등의 금속단체, 이들의 복수종의 혼합물, 이들의 합금 등을 사용할 수 있지만, 환경, 경제성 및 콘덴서 성능 등을 고려하면 아연, 알루미늄이 바람직하다.

[0114] 폴리프로필렌 필름의 편면 또는 양면에 금속층을 적층하는 방법으로는, 예를 들면, 진공 증착법이나 스퍼터링법을 예시할 수 있다. 생산성 및 경제성 등의 관점에서, 진공 증착법이 바람직하다. 진공 증착법으로서 일반적으로 도가니 방식이나 와이어 방식 등을 예시할 수 있지만, 특별히 한정되지 않고, 적절히 최적인 것을 선택할 수 있다.

[0115] 증착에 의해 금속층을 적층할 때의 마진 패턴도 특별히 한정되는 것은 아니지만, 콘덴서의 보안성 등의 특성을 향상시키는 점으로부터, 피쉬넷 패턴 내지는 T마진 패턴과 같은 이른바 특수 마진을 포함하는 패턴을 폴리프로필렌 필름의 한쪽 면 상에 실시하는 것이 바람직하다. 보안성이 높아지고, 콘덴서의 파괴, 쇼트의 방지 등의 점으로부터도 효과적이다.

[0116] 마진을 형성하는 방법은 테이프법, 오일법 등, 일반적으로 공지된 방법을 아무런 제한 없이 사용할 수 있다.

[0117] 실시형태 1의 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름은, 종래 공지된 방법으로 적층하거나 권회하여 필름 콘덴서로 할 수 있다.

[0118] 실시형태 1의 필름 콘덴서는, 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름이 복수 적층된 구성을 갖고 있어도 되고, 권회된 금속층 일체형 폴리프로필렌 필름을 갖고 있어도 된다. 이러한 필름 콘덴서는, 전기 자동차나 하이브리드 자동차 등의 구동 모터를 제어하는 인버터 전원 기기용 콘덴서 등에 바람직하게 사용할 수 있다. 이 외, 철도 차량용, 풍력 발전용, 태양광 발전용, 일반 가전용 등에 있어서도 바람직하게 사용할 수 있다.

[0119] 실시예

[0120] 여기서는, 본 개시의 실시예를 설명한다. 단, 본 발명은 실시예의 양태로 한정되지 않는다.

[0121] 표 1에 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 제조하기 위해 사용한 폴리프로필렌 수지의 물성을 나타낸다. 표 1에 나타내는 폴리프로필렌 수지 B는 대한유화사 제조의 HPT-1이며, 폴리프로필렌 수지 C는 대한유화사 제조의 S802M이다. 폴리프로필렌 수지 D는 보레알리스사 제조의 HC300-BF이며, 폴리프로필렌 수지 G는 보레알리스사 제조의 HB311-BF이며, 폴리프로필렌 수지 J는 보레알리스사 제조의 HC318-BF이다. 폴리프로필렌 수지 A, 폴리프로필렌

수지 E, 폴리프로필렌 수지 F 및 폴리프로필렌 수지 H는 프라임 폴리머사 제조의 제품이다.

표 1

폴리프로필렌	$Mn\times10^3$	$Mw\times10^3$	$Mz\times10^3$	Mw/Mn	Mz/Mn	MFR dg/min	HI %
수지 A	47	270	750	5.7	16.0	5.6	97.8
수지 B	45	350	1600	7.8	35.6	3.8	98.6
수지 C	46	380	1600	8.3	34.8	2.3	98.8
수지 D	42	340	1500	8.1	35.7	4.0	98.5
수지 E	66	310	910	4.7	13.8	3.4	97.6
수지 F	33	310	1400	9.4	42.4	4.9	97.3
수지 G	55	350	1200	6.4	21.8	2.8	96.4
수지 H	54	310	1200	5.7	22.2	5.0	97.5
수지 J	55	330	1200	6.0	21.8	4.0	97.2

[0122]

[0123] 중량 평균 분자량(Mw)·수평균 분자량(Mn)·z평균 분자량(Mz)·분자량 분포(Mw/Mn)·분자량 분포(Mz/Mn)의 측정

[0124] 중량 평균 분자량(Mw), 수평균 분자량(Mn) 및 z평균 분자량(Mz)은, GPC(겔 퍼미에이션 크로마토그래피)를 이용하여 이하의 조건에서 측정했다. 검량선의 제작에는, 토소 주식회사 제조의 표준 폴리스티렌을 사용하여 폴리스티렌 환산에 의해 측정 결과를 얻었다. 폴리프로필렌의 분자량에 대한 환산에서는 Q-팩터를 사용했다.

[0125] 측정기 : 토소 주식회사 제조의 시차 굴절계(RI) 내장 고온 GPC 장치, HLC-8121GPC-HT형

[0126] 컬럼 : 토소 주식회사 제조의 TSKgel GMHHR-H(20)HT를 3개 연결

[0127] 컬럼 온도 : 140℃

[0128] 용리액 : 트리클로로벤젠

[0129] 유속 : 1.0mL/분

[0130] 멜트 플로우 레이트(MFR)의 측정

[0131] JIS K 7210-1999에 준거하여 하중 2.16kg, 230℃에서 측정했다.

[0132] 헵탄 불용분(HI)의 측정

[0133] 10㎜×35㎜×0.3㎜의 약 3g의 시료를 프레스 성형으로 제작하고, 이에 헵탄 약 150mL를 첨가하여, 속슬렛 추출을 8시간 행했다. 추출 전후의 시료 질량으로부터 헵탄 불용분을 산출했다.

[0134] 실시예 1에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0135] 표 2에 따라, 폴리프로필렌 수지(PP 수지 A 및 PP 수지 B)를 계량하고, PP 수지 A와 PP 수지 B를 PP 수지 A : PP 수지 B=65 : 35(중량비)로 혼합함으로써 드라이 블렌드 수지 조성물을 얻었다. 이어서, 상기 드라이 블렌드 수지 조성물을 압출기에 공급하고, 230℃에서 용융하여 T다이로 압출하고, 표면 온도(캐스트 온도)를 45℃로 유지한 금속 드럼에 권부하여 고화시켰다. 이에 의해, 두께 900㎛의 캐스트 원반 시트를 얻었다. 이어서, 상기 캐스트 원반 시트를 브루크너사 제조 배치식 이축 연신기 KARO IV를 이용하여 165℃에서 예열하고, 이어서 165℃의 세로 연신 온도에서 연신 속도 600%/초로 세로 방향으로 5.0배 연신하고, 이어서 가로 방향 연신 전에 165℃에서 예열한 후에 165℃의 가로 연신 온도에서 연신 속도 300%/초로 가로 방향으로 10.5배 연신하고, 그 후 10배로 완화했다. 이에 의해, 두께 18㎛의 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다. 한편, 세로 방향 연신 전 예열·세로 연신·세로 방향 연신 전 예열·가로 연신·완화 중 어느 공정에 있어서도 165℃에서 조작을 행했다. 또한, 예열 공정에 있어서는 디퓨저에 의해 풍량을 강하게 했다. 상기 완화의 온도는 165℃이며, 상기 완화의 시간은 5초였다. 완화율은 4.8%[={1-(10/10.5)}×100]이었다.

[0136] 실시예 2에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0137] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 A : PP 수지 C=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0138] 실시예 3에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0139] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 A : PP 수지 D=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0140] 실시예 4에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0141] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 D : PP 수지 B=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0142] 실시예 5에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0143] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 A : PP 수지 H=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 세로 방향 연신 전 예열·세로 연신·가로 방향 연신 전 예열·가로 연신·완화 중 어느 공정의 온도에 대해 160℃에서 조작을 행했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0144] 실시예 6에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0145] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 D : PP 수지 B=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 가로 방향의 연신 속도를 300%/초 대신에 320%/초로 했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0146] 실시예 7에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0147] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 D : PP 수지 B=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 가로 방향의 연신 속도를 300%/초 대신에 280%/초로 했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0148] 비교예 1에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0149] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 E를 사용했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0150] 비교예 2에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0151] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 F : PP 수지 G=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 세로 방향 연신 전 예열·세로 연신·가로 방향 연신 전 예열·가로 연신·완화 중 어느 공정의 온도에 대해 166℃에서 조작을 행했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필

름을 얻었다.

[0152] 비교예 3에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0153] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 A : PP 수지 H=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 세로 방향 연신 전 예열 · 세로 연신 · 가로 방향 연신 전 예열 · 가로 연신 · 완화 중 어느 공정의 온도에 대해 166℃에서 조작을 행했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0154] 비교예 4에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0155] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 J : PP 수지 H=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0156] 비교예 5에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0157] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 D : PP 수지 B=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 가로 방향의 연신 속도를 300%/초 대신에 250%/초로 했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0158] 비교예 6에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0159] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 C : PP 수지 A=90 : 10(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 세로 방향 연신 전 예열 · 세로 연신 · 가로 방향 연신 전 예열 · 가로 연신 · 완화 중 어느 공정의 온도에 대해 163℃에서 조작을 행했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0160] 비교예 7에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0161] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 D : PP 수지 B=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 가로 방향의 연신 속도를 300%/초 대신에 700%/초로 했다. 그 이외에는, 실시예 1과 동일하게 하여 두께 18㎛의 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻으려고 한 결과, 필름 콘덴서 소자로서 사용할 수 없을 정도로 필름의 두께 편차가 매우 컸다.

[0162] 융점 · 융해 엔탈피의 측정

[0163] 이축 연신 폴리프로필렌 필름으로부터 5mg의 시료를 절출하여, 알루미늄제 판에 봉입하고, 시차 주사 열량계(퍼킨 · 엘머사 제조의 Diamond DSC)로 입력 보상 시차 주사 열량 측정을 행했다. 측정에서는 질소 분위기하에서 30℃부터 280℃까지 20℃/분으로 승온(퍼스트 런)했다. 퍼스트 런의 결과로부터, 융점 및 융해 엔탈피를 구했다.

[0164] 결정자 사이즈의 측정

[0165] 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 결정자 사이즈를, XRD(광각 X선 회절) 장치로 이하에 따라 측정했다.

[0166] 측정기 : 리가쿠사 제조의 데스크톱 X선 회절 장치 「MiniFlex300」

[0167] X선 발생 출력 : 30kV, 10mA

[0168] 조사 X선 : 모노크로미터 단색화 CuKα선(파장 0.15418nm)

[0169] 검출기 : 신틸레이션 카운터

[0170] 고니오미터 주사 : 2θ/θ연동 주사

[0171] 얻어진 데이터로부터, 해석 컴퓨터를 이용하고, 장치 표준 부속의 통합 분말 X선 해석 소프트웨어 PDXL을 이용하여 α정(040)면의 회절 반사 피크의 반값폭을 산출했다. 반값폭으로부터, 식 (1)로서 나타내는 Scherrer의 식을 이용하여 결정자 사이즈를 구했다.

수학식 2

[0172] $$D = K \times \lambda / (\beta \times \mathrm{Cos}\,\theta) \qquad (1)$$

[0173] 식 (1)에 있어서, D는 결정자 사이즈(㎚), K는 상수(형상 인자), λ는 사용 X선 파장(㎚), β는 구한 반값폭, Θ는 회절 브래그각이다. K로서 0.94를 사용했다.

[0174] 절연 파괴 강도의 측정

[0175] JIS C2330(2001) 7.4.11.2 B법(평판 전극법)에 준거하여, 절연 파괴 전압을 12회 측정하고, 이들 절연 파괴 전압을 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 두께(㎛)로 나누고, 상위 2회 및 하위 2회의 값을 제외한 8회의 평균값을 구하여 이를 절연 파괴 강도로 했다. 교류 전원을 사용한 시험에서는 분위기 온도 100℃ 및 120℃에서 절연 파괴 전압을 측정했다. 직류 전원을 사용한 시험에서는 분위기 온도 120℃에서 절연 파괴 전압을 측정했다.

표 2

[0176]

	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	실시예 7	비교예 1	비교예 2	비교예 3	비교예 4	비교예 5	비교예 6	비교예 7
배합 중량부	수지 A 65 수지 B 35	수지 A 65 수지 C 35	수지 A 65 수지 D 35	수지 D 65 수지 B 35	수지 A 65 수지 H 35	수지 D 65 수지 B 35	수지 D 65 수지 B 35	수지 E 100 -	수지 F 65 수지 G 35	수지 A 65 수지 H 35	수지 J 65 수지 H 35	수지 D 65 수지 B 35	수지 C 90 수지 A 10	수지 D 65 수지 B 35
캐스트 온도[℃]	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45
세로 연신 온도[℃]	165	165	165	165	160	165	165	165	166	166	165	165	163	163
세로 연신 배율	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
가로 연신 전 예열 온도[℃]	165	165	165	165	160	165	165	165	166	166	165	165	163	163
가로 연신 온도[℃]	165	165	165	165	160	165	165	165	166	166	165	165	163	163
가로 연신 속도[%/초]	300	300	300	300	300	320	280	300	300	300	300	250	300	700
가로 연신 배율	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	10.5	-
융점[℃]	173.7	174.7	174.0	174.9	173.4	174.7	175.0	172.5	170.7	174.5	171.5	175.2	174.7	-
융해 엔탈피(Hm)[J/g]	120.5	119.1	120.6	119.0	112.6	118.9	119.2	106.8	116.3	117.4	109.9	119.3	119.3	-
결정자 사이즈(Sc)[㎚]	14.1	13.7	14.0	14.1	12.5	14.0	14.1	14.6	14.3	14.1	15.1	14.4	13.0	-
융해 엔탈피/√결정자 사이즈 (Hm/√Sc)[J/g·㎚$^{1/2}$]	32.1	32.2	32.3	31.7	31.8	31.8	31.7	28.0	30.7	31.2	28.2	31.4	33.1	-
절연 파괴 강도														
AC100℃[V/㎛]	246	250	243	247	245	250	245	241	249	242	237	240	240	-
AC120℃[V/㎛]	236	239	237	235	232	239	233	237	217	228	238	225	231	-
DC120℃[V/㎛]	518	528	525	526	550	534	520	489	518	507	455	508	509	-

[0177] 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 「융점+50/결정자 사이즈」는, 실시예 1에서는 177.2, 실시예 2에서는 178.4, 실시예 3에서는 177.5, 실시예 4에서는 178.4, 실시예 5에서는 177.4, 실시예 6에서는 178.3, 실시예 7에서는 178.5, 비교예 1에서는 175.9, 비교예 2에서는 174.1, 비교예 3에서는 178.0, 비교예 4에서는 174.8, 비교예 5

에서는 178.7, 비교예 6에서는 178.5였다.

[0178] 실시예 1~7의 이축 연신 폴리프로필렌 필름은, 직류 120℃의 절연 파괴 강도가 우수하며, 교류 120℃의 절연 파괴 강도도 우수했다. 또한, 실시예 1~7의 이축 연신 폴리프로필렌 필름은, 또한 교류 100℃의 절연 파괴 강도도 우수했다. 교류 전원에서의 절연 파괴 강도 시험은, 코로나 방전이 발생되는 것에 의한 필름의 발열이나 열화(분해 등)가 발생하거나 극성이 교대로 바뀌는 것에 의한 누출 전류가 발생하고, 그 누출 전류에서의 줄 발열도 발생하는 점에서, 직류 전원에서의 절연 파괴 강도 시험과 다르다. 상기 실시예 1~7의 이축 연신 폴리프로필렌 필름은, 상술한 바와 같이, 120℃에서 직류 전압·교류 전압의 양쪽을 인가시켰을 경우에 있어서도 절연 파괴 강도가 우수했다.

[0179] 실시예 8에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0180] 표 3에 따라, 폴리프로필렌 수지(PP 수지 F 및 PP 수지 B)를 계량하고, PP 수지 F와 PP 수지 B를 PP 수지 A : PP 수지 B=60 : 40(중량비)으로 혼합함으로써 드라이 블렌드 수지 조성물을 얻었다. 이어서, 상기 드라이 블렌드 수지 조성물을 압출기에 공급하고, 250℃에서 용융하여 T다이로 압출하고, 표면 온도(캐스트 온도)를 95℃로 유지한 금속 드럼에 권부하여 고화시켰다. 이에 의해, 두께 100㎛의 미연신 캐스트 원반 시트를 얻었다. 얻어진 미연신 캐스트 원반 시트를 세로 연신 전에 130℃로 예열하고, 세로 연신 온도가 130℃가 되도록 130℃의 온도로 유지하고, 속도차를 형성한 롤 사이에 통과시켜 세로 방향으로 4.0배 연신하고, 즉시 실온으로 냉각했다. 이어서, 일축 연신 필름을 텐터로 유도하고, 가로 방향 연신 전에 171℃에서 예열한 후, 연신 속도 300%/초로 160℃의 가로 연신 온도에서 가로 방향으로 10.0배 연신했다. 그 후, 이축 연신된 필름에 대해 가로 방향으로 9배 완화, 열고정을 실시하여 권취하고, 30℃ 정도의 분위기 중에서 에이징 처리를 실시했다. 이에 의해, 두께 2.5㎛의 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다. 상기 완화(열고정)의 온도는 160℃이며, 상기 완화의 시간은 4초였다. 완화율은 10%[={1-(9/10)}×100]이었다.

[0181] 실시예 9에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0182] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 D : PP 수지 C=80 : 20(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 가로 방향 연신 전에 있어서의 예열의 온도(가로 연신 전 예열 온도)를 171℃ 대신에 172℃로 했다. 그 이외에는, 실시예 8과 동일하게 하여 두께 2.5㎛의 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0183] 실시예 10에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0184] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 A : PP 수지 C=75 : 25(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 드라이 블렌드 수지 조성물의 압출량을 조정함으로써, 미연신 캐스트 원반 시트의 두께를 100㎛ 대신에 90㎛로 했다. 또한, 가로 방향 연신 전에 있어서의 예열의 온도(가로 연신 전 예열 온도)를 171℃ 대신에 172℃로 했다. 그 이외에는, 실시예 8과 동일하게 하여 두께 2.3㎛의 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0185] 실시예 11에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0186] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 F : PP 수지 C=65 : 35(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 드라이 블렌드 수지 조성물의 압출량을 조정함으로써, 미연신 캐스트 원반 시트의 두께를 100㎛ 대신에 90㎛로 했다. 또한, 가로 방향 연신 전에 있어서의 예열의 온도(가로 연신 전 예열 온도)를 171℃ 대신에 172℃로 했다. 그 이외에는, 실시예 8과 동일하게 하여 두께 2.3㎛의 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0187] 비교예 8에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0188] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 F : PP 수지 B=60 : 40(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 가로 방향 연신 전에 있어서의 예열의 온도(가로 연신 전 예열 온도)를 171℃ 대신에 173℃로 했다. 그 이외에는, 실시예 8과 동일하게 하여 두께 2.5㎛의 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었다.

[0189] 비교예 9에서의 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 제작

[0190] 폴리프로필렌 수지로서, PP 수지 A : PP 수지 C=75 : 25(중량비)의 비율로 혼합된 드라이 블렌드 수지 조성물을 사용했다. 또한, 드라이 블렌드 수지 조성물의 압출량을 조정함으로써, 미연신 캐스트 원반 시트의 두께를 100㎛ 대신에 90㎛로 했다. 또한, 가로 방향 연신 전에 있어서의 예열의 온도(가로 연신 전 예열 온도)를 171℃ 대신에 173℃로 했다. 그 이외에는, 실시예 8과 동일하게 하여 두께 2.3㎛의 이축 연신 폴리프로필렌 필름을 얻었

다.

[0191] 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 융점, 융해 엔탈피, 결정자 사이즈, 절연 파괴 강도를 상술한 방법으로 측정했다.

표 3

[0192]

	실시예 8	실시예 9	실시예 10	실시예 11	비교예 8	비교예 9
배합 중량부	수지 F 60 수지 B 40	수지 D 80 수지 C 20	수지 A 75 수지 C 25	수지 F 65 수지 C 35	수지 F 60 수지 B 40	수지 A 75 수지 C 25
캐스트 온도[℃]	95	95	95	95	95	95
세로 연신 온도[℃]	130	130	130	130	130	130
세로 연신 배율	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
가로 연신 전 예열 온도[℃]	171	172	172	172	173	173
가로 연신 온도[℃]	160	160	160	160	160	160
가로 연신 속도[%/초]	300	300	300	300	300	300
가로 연신 배율	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
융점[℃]	171.9	173.6	172.5	172.4	173.1	173.1
융해 엔탈피(Hm)[J/g]	109.7	111.5	107.3	107.8	110.9	108.0
결정자 사이즈(Sc)[nm]	12.1	12.1	11.6	11.5	12.2	11.8
융해 엔탈피/√결정자 사이즈 (Hm/√Sc)[J/g·$nm^{1/2}$]	31.6	32.1	31.6	31.8	31.4	31.4
절연 파괴 강도						
AC100℃[V/μm]	245	252	260	262	235	237
AC120℃[V/μm]	232	239	248	245	225	226
DC120℃[V/μm]	519	535	555	549	500	505

[0193] 이축 연신 폴리프로필렌 필름의 「융점+50/결정자 사이즈」는, 실시예 8에서 176.1, 실시예 9에서 177.8, 실시예 10에서 176.8, 실시예 11에서 176.7, 비교예 8에서 177.2, 비교예 9에서 177.3이었다.

[0194] 실시예 8~11의 이축 연신 폴리프로필렌 필름은, 직류 120℃에서의 절연 파괴 강도가 우수하며, 또한 교류 120℃에서의 절연 파괴 강도도 우수했다. 또한, 실시예 8~11의 이축 연신 폴리프로필렌 필름은, 또한 교류 100℃의 절연 파괴 강도도 우수했다.