

**(19) 대한민국특허청(KR)**
(12) 공개특허공보(A)**(11) 공개번호** 10-2022-0143524
(43) 공개일자 2022년10월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C08J 5/18 (2006.01) *B29C 55/12* (2006.01)
C08L 67/04 (2006.01)

(52) CPC특허분류
C08J 5/18 (2021.05)
B29C 55/12 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0050149

(22) 출원일자 2021년04월16일
심사청구일자 2021년04월16일

(71) 출원인
에스케이씨 주식회사
경기도 수원시 장안구 장안로309번길 84(정자동)

(72) 발명자
오미욱
경기도 수원시 장안구 정자로 102(정자동)

이득영
경기도 수원시 장안구 정자로 102(정자동)

(74) 대리인
제일특허법인(유)

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) 발명의 명칭 이축연신 필름 및 이를 포함하는 친환경 포장재**(57) 요약**

구현예는 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 특정 함량범위의 PHA를 포함하며, 필름의 유연소음 복합 지수(LSN)가 특정 범위를 만족함으로써, 우수한 강도 및 유연성을 동시에 가지면서, 광학적 특성 및 열적 특성을 향상시키고, 소음도를 저감시킬 수 있다.

나아가, 상기 구현예에 따른 이축연신 필름은 생분해가 가능하고, 매립시 완전 분해되어 환경 친화적인 특성을 가지므로, 포장재로서 다양한 분야에 활용되어 고품질의 포장재를 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류

C08L 67/04 (2013.01)

C08J 2367/04 (2013.01)

C08L 2205/025 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고,

이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만의 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고,

상기 필름의 두께가 19 내지 21 μ m일 때, 하기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)가 20 이하인, 이축연신 필름:

$$\text{<식 1> 유연소음 복합 지수(LSN)} = N_{\text{AVG}} \times \text{LS}$$

상기 식 1에서,

상기 N_{AVG} 는 KS C IEC61672-1에서 정한 클래스 2 소음계를 소음원 방향으로 향하도록 하여, 지면 1.2 내지 1.5m 높이의 지점에서, 폭 21cm 및 길이 29.5cm의 이축연신 필름 시편을 1분간 120 회/min의 속도로 흔들 때의 최대 소음도를 각 5회 측정하여 산출한 평균 소음도(dB)에서, 단위를 제외한 수치이고,

상기 LS는 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치(Loop Stiffness Tester)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정한 루프강성(gf)에서, 단위를 제외한 수치이다.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 N_{AVG} 가 86dB 이하이고,

상기 LS가 0.10 내지 0.23gf인, 이축연신 필름.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 이축연신 필름의 종방향(MD)의 유연소음 복합 지수(LSN_{MD})가 5 내지 20이고, 횡방향(TD)의 유연소음 복합 지수(LSN_{TD})가 5 내지 20인, 이축연신 필름.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

하기 식 2로 표시되는 열수축률(S_{100})이 15% 이하인, 이축연신 필름:

$$\text{<식 2> 열수축률}(S_{100}) = \frac{L_{25} - L_{100}}{L_{25}} \times 100$$

상기 식 2에서,

L_{25} 는 25 $^{\circ}$ C에서 이축연신 필름 시편의 초기 길이(mm)이고,

L₁₀₀은 100℃의 열풍기에서 5분 동안 체류시킨 직후 측정된 이축연신 필름 시편의 길이(mm)이다.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

하기 식 3으로 표시되는 성형 지수(FI)가 65 이상인, 이축연신 필름:

$$\text{<식 3> 성형 지수(FI)} = \frac{TS}{LS}$$

상기 식 3에서,

TS는 ASTM D882 기준으로 길이 약 100 mm, 폭 15mm로 재단하여 시편을 만든 후, 척간거리가 50mm가 되도록 장착하여, 상기 시편을 만능시험기(UTM)를 이용하여 상온에서 측정된 인장강도(kgf/mm²)에서, 단위를 제외한 수치이고,

상기 LS는 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치(Loop Stiffness Tester)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정된 루프강성(gf)에서, 단위를 제외한 수치이다.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 이축연신 필름의 종방향(MD)의 성형 지수(FI_{MD})가 65 내지 90이고, 횡방향(TD)의 성형 지수(FI_{TD})가 80 내지 110인, 이축연신 필름.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 이축연신 필름의 종방향(MD)의 인장강도(TS_{MD})가 9 내지 25kgf/mm²이고, 횡방향(TD)의 인장강도(TS_{TD})가 9 내지 25kgf/mm²인, 이축연신 필름.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 필름의 전체폭의 두께에 대한 두께 편차가 10 μ m 이하이고,

헤이즈가 10% 이하인, 이축연신 필름.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)인, 이축연신 필름.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

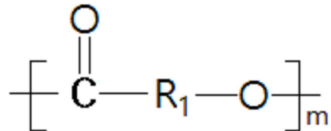
상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 결정화도가 조절된 폴리하이드록시알카노에이트인, 이축연신 필름.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 하기 화학식 1의 단위 및 하기 화학식 2의 단위를 각각 적어도 하나 이상 포함하는, 이축연신 필름:

[화학식 1]

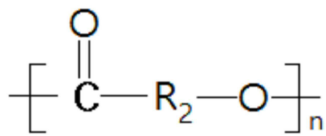


상기 화학식 1에서,

상기 R₁은 치환된 C₁-C₈의 알킬렌이고,

m은 1 이상의 정수이며,

[화학식 2]



상기 화학식 2에서,

상기 R₂는 치환되거나 비치환된 C₁-C₈의 알킬렌이고,

n은 1 이상의 정수이다.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 상기 화학식 2의 단위를 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 전체 중량을 기준으로 1 중량% 내지 60 중량% 포함하는, 이축연신 필름.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

필러를 더 포함하는, 이축연신 필름.

청구항 14

이축연신 필름을 포함하고,

상기 이축연신 필름은 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고,

상기 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만의 폴리하이드록시알카노에이트

(PHA)를 포함하고,

상기 필름의 두께가 19 내지 21 μ m일 때, 하기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)가 20 이하인, 친환경 포장재:

$$\text{<식 1> 유연소음 복합 지수(LSN) = } N_{\text{AVG}} \times \text{LS}$$

상기 식 1에서,

상기 N_{AVG} 는 KS C IEC61672-1에서 정한 클래스 2 소음계를 소음원 방향으로 향하도록 하여, 지면 1.2 내지 1.5m 높이의 지점에서, 폭 21cm 및 길이 29.5cm의 이축연신 필름 시편을 1분간 120 회/min의 속도로 흔들 때의 최대 소음도를 각 5회 측정하여 산출한 평균 소음도(dB)에서, 단위를 제외한 수치이고,

상기 LS는 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치(Loop Stiffness Tester)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정한 루프강성(gf)에서, 단위를 제외한 수치이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 구현에는 이축연신 필름 및 이를 포함하는 친환경 포장재에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 최근 언택트(untact) 등 비대면 소비 문화 및 위생 등의 측면에서 일회용 제품의 사용이 증가하고 있고, 특히 식품용 포장재의 사용량이 현저히 증가하고 있는 추세이다.

[0004] 현재 상기 포장재에 사용되는 범용적 플라스틱 필름으로는, 석유계로부터 유래된 폴리비닐클로라이드(PVC), 폴리에틸렌(PE) 또는 폴리프로필렌(PP)을 들 수 있다. 그러나, PVC 필름은 소각시 다이옥신 등과 같은 유해물질이 발생하여 사용에 많은 규제가 있고, 폴리에틸렌 필름은 치수안정성이 불량하고 기계적 특성이 너무 낮아 저급 포장지 이외에는 사용에 제한이 있다. 비교적 안정한 분자구조를 형성하여 양호한 기계적 특성들을 지닌 필름으로는 폴리프로필렌 필름이 있으나, 포장 용도로 사용된 후 대부분 매립 처리되며, 이는 화학적·생물학적 안정성 때문에 거의 분해되지 않고 축적되는 플라스틱 필름의 특성상 지구 토양 오염의 원인으로서 심각한 환경 문제를 야기한다.

[0005] 또한, 최근에는 수지 자체의 생분해성이 높은 지방족 폴리에스테르인 폴리락트산(polylactic acid, PLA)에 관한 연구도 많이 진행되고 있다. 그러나, 상기 폴리락트산 필름은 유연성이 부족하고 소음이 심해 포장용으로 그 용도가 제한적이다.

[0006] 이에, 상기 폴리락트산을 다른 수지와 혼합하여 사용하는 필름에 관한 연구도 진행되었다.

[0007] 예를 들어, 한국 공개특허 제2014-0106882호에는 폴리락트산 및 폴리부틸렌아디페이트 테레프탈레이트(polybutyleneadipate terephthalate, PBAT)를 혼합하여 사용한 필름이 개시되어 있다. 그러나, 이 경우, 상기 두 소재의 상용성이 부족하여 투명성이 저하되고, 열적 특성이 저감되며, 만족할만한 유연성 및 강도를 동시에 구현하기 어려운 문제점이 있을 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0009] (특허문헌 0001) 한국 공개특허 제2014-0106882호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 구현예는 상술한 종래 기술의 문제를 해결하기 위해 고안된 것이다.
- [0011] 구현예는 우수한 강도 및 유연성을 동시에 가지면서, 수지간의 상용성이 있어 우수한 투명성을 가지며, 소음도 및 열적 특성이 개선된, 이축연신 필름을 제공하고자 한다.
- [0012] 또한, 상기 특성을 갖는 이축연신 필름을 사용함으로써, 생분해가 가능하면서 친환경적이며, 고품질의 친환경 포장재를 제공하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위해 일 구현예는, 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만의 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 상기 필름의 두께가 19 내지 21 μ m일 때, 하기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)가 20 이하인, 이축연신 필름을 제공한다:
- [0015] <식 1> 유연소음 복합 지수(LSN) = $N_{AVG} \times LS$
- [0016] 상기 식 1에서,
- [0017] 상기 N_{AVG} 는 KS C IEC61672-1에서 정한 클래스 2 소음계를 소음원 방향으로 향하도록 하여, 지면 1.2 내지 1.5m 높이의 지점에서, 폭 21cm 및 길이 29.5cm의 이축연신 필름 시편을 1분간 120 회/min의 속도로 흔들 때의 최대 소음도를 각 5회 측정하여 산출한 평균 소음도(dB)에서, 단위를 제외한 수치이고,
- [0018] 상기 LS는 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치(Loop Stiffness Tester)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정한 루프강성(gf)에서, 단위를 제외한 수치이다.
- [0019] 또 다른 구현예는, 이축연신 필름을 포함하고, 상기 이축연신 필름은 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만의 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 상기 필름의 두께가 19 내지 21 μ m일 때, 상기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)가 20 이하인, 친환경 포장재를 제공한다.

발명의 효과

- [0021] 구현예에 따른 이축연신 필름은 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 특정 함량 범위의 PHA를 포함하며, 필름의 유연소음 복합 지수(LSN)가 특정 범위를 만족함으로써, 우수한 강도 및 유연성을 동시에 가지면서, 소음도가 낮고, 광학적 특성 및 열적 특성이 향상될 수 있다.
- [0022] 나아가, 상기 구현예에 따른 이축연신 필름은 생분해가 가능하고, 매립시 완전 분해되어 환경 친화적인 특성을 가지므로, 포장재로서 다양한 분야에 활용되어 고품질의 포장재를 제공할 수 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 이하, 구현예를 통해 발명을 상세하게 설명한다. 구현예는 이하에서 개시된 내용에 한정되는 것이 아니라 발명의 요지가 변경되지 않는 한, 다양한 형태로 변형될 수 있다.
- [0025] 본 명세서에 있어서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함" 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한, 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0026] 본 명세서에서 단수 표현은 특별한 설명이 없으면 문맥상 해석되는 단수 또는 복수를 포함하는 의미로 해석된다.
- [0027] 또한, 본 명세서에 기재된 구성요소의 물성 값, 치수, 반응 조건 등을 나타내는 모든 수치 범위는 특별한 기재

가 없는 한 모든 경우에 "약"이라는 용어로 수식되는 것으로 이해하여야 한다.

[0028] 본 명세서에서 제 1, 제 2 등의 용어는 다양한 구성요소를 설명하기 위해 사용되는 것이고, 상기 구성요소들은 상기 용어에 의해 한정되지 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0030] 일 구현예에서, 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만의 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 상기 필름의 두께가 19 내지 21 μ m일 때, 하기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)가 20 이하인, 이축연신 필름을 제공한다:

[0031] <식 1> 유연소음 복합 지수(LSN) = $N_{AVG} \times LS$

[0032] 상기 식 1에서,

[0033] 상기 N_{AVG} 는 KS C IEC61672-1에서 정한 클래스 2 소음계를 소음원 방향으로 향하도록 하여, 지면 1.2 내지 1.5m 높이의 지점에서, 폭 21cm 및 길이 29.5cm의 이축연신 필름 시편을 1분간 120 회/min의 속도로 흔들 때의 최대 소음도를 각 5회 측정하여 산출한 평균 소음도(dB)에서, 단위를 제외한 수치이고,

[0034] 상기 LS는 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치(Loop Stiffness Tester)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정한 루프강성(gf)에서, 단위를 제외한 수치이다.

[0035] 일 구현예에서는 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함함으로써 유연성을 향상시키고 소음도를 낮출 수 있으며, 특히 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만으로 포함함으로써, 유연성을 향상시키면서 적절한 강도를 유지할 수 있고, 광학적 특성을 더욱 향상시킬 수 있으며, 100 $^{\circ}$ C 이상의 고온에서의 열수축률이 낮고 두께 편차가 적은 필름을 제공할 수 있다. 아울러, 상기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)를 20 이하로 제어함으로써, 강도, 유연성, 및 소음도를 더욱 개선할 수 있으며, 나아가 상기 필름을 양방향으로 연신하는 이축연신 필름으로 제공함으로써, 필름의 물성 및 성형성 등을 더욱 향상시켜 고품질의 포장재를 구현할 수 있다는 것에 기술적 의의가 있다.

[0037] 이하, 구현예에 따른 이축연신 필름에 대하여 보다 자세히 설명하기로 한다.

[0039] **이축연신 필름**

[0040] 일 구현예에 따른 이축연신 필름은 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함한다.

[0041] 상기 폴리락트산(PLA)은 석유기반의 수지와 달리 바이오매스(biomass)를 기반으로 하기 때문에, 재생자원의 활용이 가능하고, 생산시 기존의 수지에 비해 지구온난화의 주범인 이산화탄소의 배출이 적으며, 매립시 수분 및 미생물에 의해 생분해되는 등 친환경적이다.

[0042] 상기 폴리락트산(PLA)은 중량평균 분자량(M_w)이 100,000 내지 1,000,000 g/mol, 예컨대 100,000 내지 800,000 g/mol, 100,000 내지 500,000 g/mol 또는 100,000 내지 300,000 g/mol일 수 있다. 상기 중량평균 분자량(M_w)은 겔 투과 크로마토그래피법(GPC)에 의해 측정될 수 있다. 상기 폴리락트산(PLA)의 중량평균 분자량(M_w)이 상기 범위를 벗어나는 경우 필름의 기계적 강도 및 내열성이 상기 범위 내일 경우보다 감소될 수 있다.

[0043] 상기 폴리락트산(PLA)은 L-락트산, D-락트산, D, L-락트산, 또는 이들의 조합을 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 폴리락트산(PLA)은 L-락트산 및 D-락트산의 랜덤 공중합체일 수 있다. 이때, 상기 L-락트산의 함량은 폴리락트산의 총 중량을 기준으로 80 중량% 내지 99 중량%, 83 중량% 내지 99 중량%, 또는 85 중량% 내지 99 중량%일 수 있다.

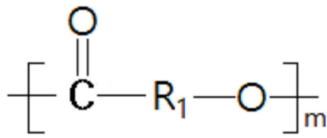
[0044] 상기 폴리락트산(PLA)은 용융온도(T_m)가 100 $^{\circ}$ C 내지 250 $^{\circ}$ C, 110 $^{\circ}$ C 내지 220 $^{\circ}$ C, 또는 120 $^{\circ}$ C 내지 200 $^{\circ}$ C일 수 있다.

[0045] 상기 폴리락트산(PLA)은 유리전이온도(T_g)가 30 $^{\circ}$ C 내지 80 $^{\circ}$ C, 40 $^{\circ}$ C 내지 80 $^{\circ}$ C, 40 $^{\circ}$ C 내지 70 $^{\circ}$ C, 또는 45 $^{\circ}$ C 내지

65℃일 수 있다.

- [0046] 상기 폴리락트산(PLA)은 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로 70 중량% 초과, 75 중량% 이상, 80 중량% 이상, 85 중량% 이상, 88 중량% 이상, 90 중량% 이상, 93 중량% 이상, 또는 95 중량% 이상을 포함할 수 있다. 또한, 상기 폴리락트산(PLA)은 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로 100 중량% 미만, 99 중량% 이하, 98 중량% 이하, 97 중량% 이하, 또는 95 중량% 이하일 수 있다.
- [0047] 구체적으로, 상기 폴리락트산(PLA)은 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로 70 중량% 초과 내지 100 중량% 미만, 70 중량% 초과 내지 99중량% 이하, 75 중량% 이상 내지 99중량% 이하, 75 중량% 이상 내지 98중량% 이하, 75 중량% 이상 내지 97중량% 이하, 80 중량% 이상 내지 97중량% 이하, 85 중량% 이상 내지 97중량% 이하, 90 중량% 이상 내지 97중량% 이하, 95 중량% 이상 내지 100중량% 미만, 95 중량% 이상 내지 97중량% 이하, 또는 90 중량% 이상 내지 95중량% 이하의 양으로 포함될 수 있다.
- [0048] 상기 폴리락트산(PLA)의 함량이 너무 적으면, 인장강도가 감소하고, 열수축률이 증가할 수 있으며, 투명성 및 광투과율 등의 광학적 특성이 저하될 수 있다. 반면, 상기 폴리락트산(PLA)의 함량이 너무 많은 경우, 취성(brittleness)이 증가하고, 유연성이 저하되어 부서지거나 깨지기 쉽고, 소음이 심한 문제점이 있을 수 있다.
- [0049] 특히, 상기 폴리락트산(PLA)은 취성이 커서 사용온도 범위가 20℃ 이하인 경우 필름이 딱딱해지는 특성이 있어, 겨울철에 필름이 충격을 받을 경우 쉽게 갈라지고 깨지는 경향이 있고, 사용온도 범위가 35℃ 이상인 경우 필름이 탄성을 잃어 흐물흐물해지는 경향이 있으며, 소음이 심해 사용이 제한적이다.
- [0050] 따라서, 구현예에서는 상기 폴리락트산(PLA)과 함께 유연성이 우수하고, 소음도가 낮은 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 혼합하여 사용하는 것을 특징으로 한다.
- [0051] 특히, 구현예에 따른 이축연신 필름에 있어서, 우수한 강도, 유연성, 향상된 광학적 특성, 열적 특성, 개선된 소음도를 달성하기 위하여 상기 이축연신 필름에 포함되는 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 함량이 중요하다.
- [0052] 구현예에 따른 이축연신 필름은 상기 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만의 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함할 수 있다.
- [0053] 구체적으로, 상기 이축연신 필름은 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만, 1 중량% 이상 내지 30 중량% 미만, 1 중량% 이상 내지 25 중량% 이하, 2 중량% 이상 내지 25 중량% 이하, 3 중량% 이상 내지 25 중량% 이하, 3 중량% 이상 내지 20 중량% 이하, 3 중량% 이상 내지 15 중량% 이하, 3 중량% 이상 내지 10 중량% 이하, 0 초과 내지 5 중량%, 3 중량% 내지 5 중량, 또는 5 중량% 내지 10 중량%의 양으로 포함할 수 있다.
- [0054] 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 함량이 너무 많으면, 인장강도가 감소하고, 열수축률이 증가할 수 있으며, 압출 가공성이 저하되고, 광학적 특성이 저하될 수 있다. 반면, 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 함량이 너무 적은 경우, 취성이 증가하고, 유연성이 저하되어 부서지거나 깨지기 쉽고, 소음도가 증가하는 문제점이 있을 수 있다.
- [0055] 구현예에 따르면, 상기 폴리락트산(PLA) 및 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 혼합 중량비는 70 초과 내지 100 미만 : 0 초과 내지 30 미만, 예컨대 80 내지 97 : 3 내지 20, 예컨대 80 내지 95 : 5 내지 20, 예컨대 90 내지 97 : 3 내지 10, 예컨대 90 내지 95 : 5 내지 10, 또는 예컨대 95 내지 97 : 3 내지 5일 수 있다. 상기 폴리락트산(PLA) 및 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 혼합 중량비가 상기 범위를 만족하는 경우, 적절한 강도를 가지면서 유연성을 향상시킬 수 있고, 광학적 특성 및 열적 특성을 향상시키고, 소음도를 낮출 수 있다.
- [0056] 구현예에 따르면, 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)일 수 있다.
- [0057] 구체적으로, 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 결정화도(결정성)가 조절된 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)일 수 있다.
- [0058] 예컨대, 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 하기 화학식 1의 단위 및 하기 화학식 2의 단위를 각각 적어도 하나 이상 포함하는 공중합 폴리하이드록시알카노에이트를 포함하여, 결정성이 조절된 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)일 수 있다:

[0059] [화학식 1]



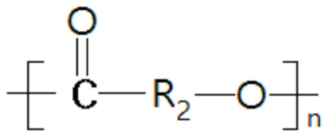
[0060]

[0061] 상기 화학식 1에서,

[0062] 상기 R₁은 치환된 C₁-C₈의 알킬렌이고,

[0063] m은 1 이상의 정수이며,

[0064] [화학식 2]



[0065]

[0066] 상기 화학식 2에서,

[0067] 상기 R₂는 치환되거나 비치환된 C₁-C₈의 알킬렌이고,

[0068] n은 1 이상의 정수이다.

[0069] 이때, 상기 화학식 1 및 2에서, "치환된"이라는 것은 특별한 기재가 없는 한, 치환 또는 비치환된 알킬기, 구체적으로 치환 또는 비치환된 C₁-C₈의 알킬기를 포함할 수 있다.

[0070] 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 중합 단위로서 상기 화학식 1의 단위 및 상기 화학식 2의 단위만을 포함하는 폴리에스테르일 수 있고, 중합 단위로서 상기 화학식 1의 단위 및 상기 화학식 2의 단위를 포함하고, 나아가 상기 이외의 다른 중합 단위를 포함할 수 있다. 또한, 상기 화학식 2의 단위는 랜덤하게 반복될 수 있다.

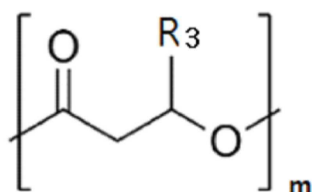
[0071] 구현예에 따르면, 상기 화학식 1에서, 상기 R₁은 예컨대 치환된 C₂-C₈의 알킬렌, 치환된 C₃-C₈의 알킬렌, 또는 치환된 C₃-C₆의 알킬렌일 수 있다. 또한, 상기 m은 1 내지 12,000일 수 있다.

[0072] 상기 화학식 2에서, 상기 R₂는 예컨대 치환되거나 비치환된 C₂-C₈의 알킬렌, 치환되거나 비치환된 C₃-C₈의 알킬렌, 또는 치환되거나 비치환된 C₄-C₈의 알킬렌일 수 있다. 예컨대, 상기 화학식 2에서 상기 R₂는 비치환된 알킬렌을 포함할 수 있다. 또한, 상기 n은 1 내지 12,000일 수 있다.

[0073] 또한, 상기 화학식 1 및 2에서, 상기 치환기는 각각 C₁-C₈의 알킬, C₁-C₆의 알킬, 또는 C₁-C₄의 알킬을 포함할 수 있다.

[0074] 구체적으로, 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 하기 화학식 1-1의 단위 및 하기 화학식 2-1의 단위를 각각 적어도 하나 이상 포함할 수 있다.

[0075] [화학식 1-1]



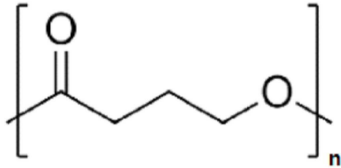
[0076]

[0077] 상기 화학식 1-1에서,

[0078] 상기 R₃은 메틸, 에틸, 또는 프로필이고,

[0079] m은 1 이상의 정수이고,

[0080] [화학식 2-1]



[0081]

[0082] 상기 화학식 2-1에서,

[0083] n은 1 이상의 정수이다.

[0084] 구체적으로, 상기 화학식 1-1에서, R₃이 메틸이고, m이 1 내지 12,000일 수 있다.

[0085] 상기 화학식 2-1에서 n은 1 내지 12,000일 수 있다.

[0086] 상기 결정성이 조절된 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 분자구조상 비규칙성을 증가시킴으로써 결정성과 비정질성이 조절된 것일 수 있으며, 구체적으로는 모노머의 종류, 모노머의 비율 또는 이성질체의 종류 및/또는 함량을 조절한 것일 수 있다.

[0087] 구현예에 따르면, 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)가 상기 화학식 1의 단위 및 상기 화학식 2의 단위를 포함하는 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)이고, 상기 화학식 2의 단위 함량은 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트의 전체 중량을 기준으로 1 중량% 이상, 3 중량% 이상, 5 중량% 이상, 10 중량% 이상일 수 있으며, 60 중량% 이하, 55 중량% 이하, 50 중량% 이하일 수 있다.

[0088] 예컨대, 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)가 상기 화학식 1의 단위 및 상기 화학식 2의 단위를 포함하는 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)이고, 상기 화학식 2의 단위 함량은 1 내지 60 중량%, 5 내지 50 중량%, 10 내지 60 중량%, 10 내지 50 중량%, 15 내지 60 중량%, 15 내지 50 중량%, 20 내지 60 중량%, 20 내지 50 중량%, 25 내지 60 중량%, 25 내지 50 중량%, 30 내지 60 중량%, 30 내지 50 중량%, 35 내지 60 중량%, 35 내지 50 중량%, 40 내지 60 중량%, 40 내지 50 중량%, 45 내지 60 중량%, 45 내지 50 중량%, 또는 46 내지 50 중량%일 수 있다.

[0089] 구현예에 따르면, 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 이성질체를 포함할 수 있다. 예컨대, 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 구조 이성질체, 거울상 이성질체, 또는 기하 이성질체를 포함할 수 있다. 구체적으로 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 구조 이성질체를 포함할 수 있다.

[0090] 구현예에 따르면, 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)일 수 있다.

[0091] 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)가 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)인 경우, 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)로서 결정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 사용하여 상기 폴리락트산(PLA)과 혼합하여 필름을 제조하는 경우에 비해, 수지간의 상용성이 있어, 광학적 특성이 향상되는 효과가 있을 수 있다.

[0092] 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)가 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)인 경우, 상기 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 상기 화학식 1의 단위 및 상기 화학식 2의 단위를 포함하는 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)이고, 상기 화학식 2의 단위를 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 전체 중량을 기준으로 15 내지 60 중량% 포함할 수 있다.

[0093] 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)에서 상기 화학식 2의 단위의 함량이 증가할수록 비정형성이 증가할 수 있으므로, 구현예에 따른 이축연신 필름에 있어서, 상기 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 중의 상기 화학식 2의 단위의 함량이 중요할 수 있다.

[0094] 예컨대, 상기 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 상기 화학식 2의 단위를 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 전체 중량을 기준으로 15 내지 60 중량%, 15 내지 50 중량%, 20 내지 60 중량%, 20 내지 50 중량%,

25 내지 60 중량%, 25 내지 50 중량%, 30 내지 60 중량%, 30 내지 50 중량%, 35 내지 60 중량%, 35 내지 50 중량%, 40 내지 60 중량%, 40 내지 50 중량%, 45 내지 60 중량%, 45 내지 50 중량%, 또는 46 내지 50 중량%의 양으로 포함할 수 있다.

- [0095] 구현예에 따른 이축연신 필름은 상기 화학식 2의 단위를 상기 범위로 포함함으로써, 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 폴리락트산(PLA)과 함께 혼합하여 사용 시, 수지간의 상용성이 있어서, 광학적 특성이 우수하여 필름의 광학적 특성을 더욱 향상시킬 수 있는 이점이 있다. 만일, 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)에 있어서, 상기 화학식 2의 단위가 15 중량% 미만인 경우, 수지간의 상용성이 나빠져 투명성 및 광투과율이 저하될 수 있다.
- [0096] 구현예에 따르면, 상기 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)가 3-하이드록시부티레이트(3-HB) 단위 및 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위를 포함하는 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)이고, 상기 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위를 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 전체 중량을 기준으로 15 내지 60 중량% 포함할 수 있다.
- [0097] 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)에서 상기 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위의 함량이 증가할수록 비정형성이 증가하므로, 구현예에 따른 이축연신 필름에 있어서, 상기 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 중의 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위의 함량이 중요할 수 있다.
- [0098] 예컨대, 상기 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위는 상기 공중합 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 전체 중량을 기준으로 예컨대 20 내지 60 중량%, 예컨대 25 내지 60 중량%, 예컨대 25 내지 50 중량%, 예컨대 30 내지 60 중량%, 예컨대 30 내지 50 중량%, 예컨대 35 내지 60 중량%, 예컨대 35 내지 50 중량%, 예컨대 40 내지 60 중량%, 예컨대 40 내지 50 중량%, 예컨대 45 내지 60 중량%, 예컨대 45 내지 50 중량%, 예컨대 46 내지 60 중량%, 또는 예컨대 46 내지 50 중량%의 양으로 포함될 수 있다.
- [0099] 구현예에 따른 이축연신 필름은 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위를 상기 범위로 포함함으로써, 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 상기 폴리락트산(PLA)과 함께 혼합하여 사용 시, 수지간의 상용성이 있어서, 필름의 광학적 특성을 더욱 향상시킬 수 있는 이점이 있다. 만일, 상기 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위가 15 중량% 미만인 경우, 수지간의 상용성이 나빠져 광학적 특성이 저하될 수 있다.
- [0100] 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 중합 단위로서 3-하이드록시부티레이트 단위(3-HB) 및 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위만을 포함하는 폴리에스테르일 수 있고(즉, 중합 단위는, 3-하이드록시부티레이트 단위(3-HB)와 4-하이드록시부티레이트 단위(4-HB)만으로 이루어진다), 또는, 중합 단위로서 3-하이드록시부티레이트 단위(3-HB) 및 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위를 포함하고, 나아가 상기 이외의 다른 중합 단위를 포함할 수 있다. 또한, 상기 4-하이드록시부티레이트(4-HB) 단위는 랜덤하게 반복될 수 있다.
- [0101] 상기 다른 중합 단위로는, 락테이트(LA), 글리콜레이트(GA), 3-하이드록시프로피오네이트(3HP), 3-하이드록시발레레이트(3HV), 5-하이드록시발레레이트(5HV), 5-하이드록시헥사노에이트(5HH), 6-하이드록시헥사노에이트(6HH), 또는 3-하이드록시헥사노에이트(3HH), 또는 탄소수 7 이상의 하이드록시알카노에이트 등을 들 수 있다.
- [0102] 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 중량평균 분자량(Mw)이 100,000 g/mol 내지 1,000,000 g/mol, 100,000 g/mol 내지 900,000 g/mol, 120,000 g/mol 내지 850,000 g/mol, 또는 150,000 g/mol 내지 800,000 g/mol일 수 있다. 상기 중량평균 분자량(Mw)는 겔 투과 크로마토그래피법(GPC)에 의해 측정될 수 있다.
- [0103] 상기 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)는 유리전이온도(Tg)가 -5℃ 내지 -50℃, -15℃ 내지 -40℃, -20℃ 내지 -40℃일 수 있다. 상기 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 중량평균 분자량(Mw) 및 유리전이온도(Tg)가 상기 범위를 만족하는 경우, 투명성 및 광투과율 등의 광학적 특성이 향상되고, 목적하는 소음 개선 효과 및 유연성 향상 효과를 달성하는 데 더욱 유리할 수 있다.
- [0104] 일 구현예에 따르면, 상기 이축연신 필름은 필러를 더 포함할 수 있다.
- [0105] 상기 필러는 유기 필러, 무기 필러, 또는 이들의 혼합물을 포함할 수 있다.
- [0106] 상기 유기 필러는 경질 아크릴레이트, 폴리스티렌, 나일론 및 연질 아크릴레이트 중에서 선택된 재질을 포함하는 유기 필러를 포함할 수 있다.
- [0107] 상기 무기 필러는 황산바륨, 실리카 및 탄산칼슘으로 이루어진 군으로부터 선택된 1종 이상일 수 있다.
- [0108] 상기 필러는 무기 필러일 수 있고, 예컨대 실리카를 포함할 수 있다.

- [0109] 상기 이축연신 필름은 상기 필러를 포함함으로써, 슬립성이 우수하여 가공성을 향상시킬 수 있고, 우수한 품질을 제공할 수 있다.
- [0110] 또한, 상기 필러의 입경은 0.1 μ m 내지 6.0 μ m일 수 있다. 예를 들어, 상기 필러의 입경은 1.0 μ m 내지 5.5 μ m 또는 2.0 μ m 내지 5.2 μ m일 수 있다.
- [0111] 상기 이축연신 필름은 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 상기 필러를 0.01 내지 3 중량%의 양으로 포함할 수 있다. 예를 들어, 상기 이축연신 필름은 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 상기 필러를 0.05 내지 2.5 중량%, 0.1 내지 2 중량%, 0.2 내지 1.7 중량%, 또는 0.5 내지 1.5 중량%의 양으로 포함할 수 있다.
- [0113] 일 구현예에 따른 이축연신 필름은 상기 필름의 두께가 19 내지 21 μ m일 때, 하기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)가 20 이하일 수 있다:
- [0114] <식 1> 유연소음 복합 지수(LSN) = $N_{AVG} \times LS$
- [0115] 상기 식 1에서,
- [0116] 상기 N_{AVG} 는 KS C IEC61672-1에서 정한 클래스 2 소음계를 소음원 방향으로 향하도록 하여, 지면 1.2 내지 1.5m 높이의 지점에서, 폭 21cm 및 길이 29.5cm의 이축연신 필름 시편을 1분간 120 회/min의 속도로 흔들 때의 최대 소음도를 각 5회 측정하여 산출한 평균 소음도(dB)에서, 단위를 제외한 수치이고,
- [0117] 상기 LS는 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치(Loop Stiffness Tester)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정한 루프강성(gf)에서, 단위를 제외한 수치이다.
- [0118] 상기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)는 이축연신 필름의 평균 소음도 및 루프강성의 곱으로 나타내며, 이는 이축연신 필름의 유연성 및 소음도의 복합 특성 정도를 나타내는 지표이다. 따라서, 상기 유연소음 복합 지수(LSN)는 상기 이축연신 필름을 포함하는 포장재의 품질을 나타내는 척도가 될 수 있다.
- [0119] 상기 유연소음 복합 지수(LSN)는 이축연신 필름의 평균 소음도(N_{AVG})가 낮을수록 낮고, 소음도(N_{AVG})가 높을수록 높을 수 있다. 또한, 상기 유연소음 복합 지수(LSN)는 루프강성(LS)이 낮을수록 낮고, 루프강성(LS)이 높을수록 높을 수 있다.
- [0120] 이러한 특성을 갖는 유연소음 복합 지수(LSN)는 상기 특정 범위 이하를 만족할 때, 이축연신 필름의 기계적 물성, 광학적특성 및 열적 특성이 우수하고 소음도를 저감시킬 수 있다.
- [0121] 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 유연소음 복합 지수(LSN)는 예를 들어 20 이하, 19 이하, 18 이하, 17 이하, 16 이하, 또는 15 이하일 수 있다. 만일, 상기 이축연신 필름의 유연소음 복합 지수(LSN)가 20을 초과하는 경우, 유연성이 저하되고, 취성이 커질 수 있으며, 소음이 증가할 수 있으므로, 이를 포장재에 적용하는 경우 품질이 저하될 수 있다.
- [0122] 상기 이축연신 필름의 유연소음 복합 지수(LSN)는 이축연신 필름의 종방향(MD) 및 횡방향(TD)에 따라 동일하거나 다를 수 있다. 이때, 상기 이축연신 필름의 종방향(MD)은 길이방향 또는 기계방향을 나타낼 수 있으며, 상기 이축연신 필름의 횡방향(TD)은 상기 종방향(MD)에 수직인 방향으로서 폭방향을 나타낼 수 있다.
- [0123] 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 종방향(MD)의 유연소음 복합 지수(LSN_{MD})는 예컨대 5 내지 20, 5 내지 19, 5 내지 18, 10 내지 18, 14 내지 18, 또는 15 내지 18일 수 있다.
- [0124] 상기 이축연신 필름의 횡방향(TD)의 유연소음 복합 지수(LSN_{TD})는 예컨대 5 내지 20, 5 내지 19, 8 내지 19, 10 내지 19, 12 내지 19, 또는 13 내지 19일 수 있다.
- [0125] 상기 이축연신 필름은 상기 LSN_{MD} 만을 만족할 수 있고, 또는 LSN_{TD} 만을 만족할 수 있으며, 또는 LSN_{MD} 및 LSN_{TD} 둘 다를 만족할 수 있다. 이 경우, 구현예에 따른 이축연신 필름은 적절한 인장강도를 유지하면서 유연성을 향상시킬 수 있고, 소음을 낮출 수 있으므로, 목적하는 효과를 구현하는 데 더욱 유리하여, 품질이 우수한 친환경 포장재를 제공할 수 있다.
- [0126] 한편, 상기 식 1에 있어서, 상기 이축연신 필름의 평균 소음도(N_{AVG})는 KS C IEC61672-1에 정한 클래스 2의 소음

계 또는 그 이상의 소음계를 사용하여, 소음원 방향으로 향하도록 하여, 지면 1.2 내지 1.5m 높이의 지점에서, 상기 이축연신 필름 한장을 일정한 속도로 1분간 흔들어서 발생하는 소음도를 측정하여 최대 소음도를 기록하고, 이를 각 5회 반복하여 각 회에 대한 최대 소음도의 평균값을 구하여 평균 소음도로 정의하였다. 상기 소음도는 지면 위 1.2 내지 1.5m 높이에서 측정할 수 있고, 측정 지점에 높이 1.5m를 초과하는 장애물이 있는 경우 장애물로부터 소음원 방향으로 약 1.0 내지 3.5m 떨어진 지점에서 측정할 수 있다.

- [0127] 상기 이축연신 필름은 특정 범위 이하로 상기 평균 소음도(N_{AVG})를 제어하는 것이 고품질의 포장재를 제공하는 측면에서 좋을 수 있다.
- [0128] 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 평균 소음도(N_{AVG})는 예컨대 86dB 이하, 예컨대 85dB 이하, 예컨대 84dB 이하, 예컨대 83dB 이하, 또는 예컨대 82.5dB 이하일 수 있다.
- [0129] 상기 이축연신 필름의 평균 소음도(N_{AVG})가 86dB 이하인 경우, 상기 식 1의 유연소음 복합 지수(LSN)를 20 이하로 제어하는 데 유리하며, 소음을 개선하여 품질 좋은 포장재를 제공할 수 있다.
- [0130] 또한, 상기 식 1에 있어서, 상기 이축연신 필름의 루프강성(LS)은 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치(Loop Stiffness Tester, TOYOSEIKI)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정한 것으로서, 이축연신 필름의 유연성의 정도를 나타내는 지표이다.
- [0131] 상기 이축연신 필름의 루프강성(LS)은 0.23gf 이하, 0.22gf 이하, 0.21gf 이하, 또는 0.20gf 이하일 수 있다. 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 루프강성(LS)은 예컨대 0.10 내지 0.23gf, 예컨대 0.10 내지 0.22gf, 예컨대 0.10 내지 0.21gf, 또는 예컨대 0.10 내지 0.20gf일 수 있다.
- [0132] 상기 이축연신 필름의 루프강성(LS)이 낮을수록 유연성이 증가할 수 있고, 상기 이축연신 필름의 루프강성(LS)이 높을수록 유연성은 감소할 수 있다.
- [0133] 또한, 상기 이축연신 필름의 루프강성(LS)은 이축연신 필름의 종방향(MD) 및 횡방향(TD)에 따라 동일하거나 다를 수 있다.
- [0134] 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 종방향(MD)의 루프강성(LS_{MD})은 예컨대 0.10 내지 0.23gf, 예컨대 0.10 내지 0.22gf, 예컨대 0.12 내지 0.22gf, 예컨대 0.12 내지 0.21gf, 예컨대 0.15 내지 0.21gf일 수 있다.
- [0135] 상기 이축연신 필름의 횡방향(TD)의 루프강성(LS_{TD})은 예컨대 0.10 내지 0.23gf, 예컨대 0.10 내지 0.22gf, 예컨대 0.12 내지 0.22gf, 또는 예컨대 0.14 내지 0.22gf일 수 있다.
- [0136] 상기 이축연신 필름은 상기 LS_{MD} 만을 만족할 수 있고, 또는 LS_{TD} 만을 만족할 수 있으며, 또는 LS_{MD} 및 LS_{TD} 둘 다를 만족할 수 있다. 이 경우, 구현예에 따른 이축연신 필름은 상기 식 1로 표시되는 유연소음 복합 지수(LSN)를 상기 범위로 제어하는 데 더욱 효과적이므로 목적하는 효과를 구현하는 데 더욱 유리하여, 품질이 우수한 친환경 포장재를 제공할 수 있다.
- [0137] 한편, 상기 이축연신 필름은 하기 식 2로 표시되는 열수축률(S_{100})이 15% 이하일 수 있다:

[0138] <식 2> 열수축률(S_{100}) = $\frac{L_{25} - L_{100}}{L_{25}} \times 100$

- [0139] 상기 식 2에서,
- [0140] L_{25} 는 25℃에서 이축연신 필름 시편의 초기 길이(mm)이고,
- [0141] L_{100} 은 100℃의 열풍기에서 5분 동안 체류시킨 직후 측정된 이축연신 필름 시편의 길이(mm)이다.
- [0142] 상기 식 2로 표시되는 열수축률(S_{100})은 100℃의 열풍온도에서 이축연신 필름 시편의 열수축 정도를 백분율로 산출한 값으로서, 상기 이축연신 필름 시편의 초기 길이에 대한 이축연신 필름 시편의 초기 길이와 열풍기에서 5분 동안 체류시킨 직후 측정된 이축연신 필름 시편의 길이 변화량을 백분율로 산출한 값이다.
- [0143] 상기 열수축률(S_{100})은 이축연신 필름을 방향과 관계없이 길이 150mm, 폭 2cm로 잘라 시편을 만든 후, 상온에서의 초기 길이 및 100℃의 열풍 오븐에서 5분 간 체류 후의 이축연신 필름 시편의 길이를 측정하여 산출할 수 있다.

다.

- [0144] 상기 열수축률(S_{100})은 15% 이하, 12% 이하, 10% 이하, 9% 이하, 8% 이하, 7% 이하, 6% 이하, 5% 이하, 또는 4.5% 이하일 수 있다.
- [0145] 상기 열수축률(S_{100})이 상기 범위 이하를 만족하는 경우 100℃ 이상의 고온의 열풍온도에서 열수축 정도가 적어 열적 특성이 향상되어 인쇄성 및 성형성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0146] 또한, 상기 이축연신 필름의 열수축률(S_{100})은 이축연신 필름의 종방향(MD) 및 횡방향(TD)에 따라 동일하거나 다를 수 있다.
- [0147] 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 종방향(MD)의 열수축률(S_{MD100})은 15% 이하, 12% 이하, 10% 이하, 9% 이하, 8% 이하, 7% 이하, 6% 이하, 5% 이하, 4.5% 이하, 또는 4% 이하일 수 있다.
- [0148] 상기 이축연신 필름의 횡방향(TD)의 열수축률(S_{TD100})은 예컨대 15% 이하, 12% 이하, 10% 이하, 9% 이하, 8% 이하, 7% 이하, 6% 이하, 5% 이하, 또는 4.5% 이하일 수 있다.
- [0149] 상기 이축연신 필름의 종방향(MD) 및 횡방향(TD)의 열수축률이 상기 범위를 초과하는 경우, 인쇄나 라미네이트 시에 열풍에 의한 종방향 및 횡방향의 수축이 심하여 인쇄상 문제가 발생하고, 인쇄 후 쉐 발생이 심하여 말리는 현상이 있으므로 바람직하지 않다.
- [0150] 한편, 구현예에 따른 이축연신 필름은 하기 식 3으로 표시되는 성형 지수(FI)가 65 이상일 수 있다:
- [0151] <식 3> 성형 지수(FI) = $\frac{TS}{LS}$
- [0152] 상기 식 3에서,
- [0153] TS는 ASTM D882 기준으로 길이 약 100mm, 폭 15mm로 재단하여 시편을 만든 후, 척간거리가 50mm가 되도록 장축하여, 상기 시편을 만능시험기(UTM)를 이용하여 상온에서 측정된 인장강도(kgf/mm²)에서, 단위를 제외한 수치이고,
- [0154] LS는 상기에서 정의한 바와 같다.
- [0155] 상기 이축연신 필름의 성형지수(FI)는 이축연신 필름의 루프강성에 대한 인장강도의 비율로서, 인장강도 및 유연성이 적절한지에 대한 척도를 나타낼 수 있다.
- [0156] 즉, 구현예에 따르면, 상기 이축연신 필름은 유연성이 증가하여 소프트한 특성을 가지면서도 적정 범위의 강도, 예컨대 인장강도를 유지할 수 있는 것이 주요 특징 중 하나일 수 있다. 이 경우, 상기 이축연신 필름은 성형성이 우수하여 다양한 어플리케이션 확장에 유리할 수 있다.
- [0157] 상기 이축연신 필름의 성형지수(FI)는 예컨대 65 이상, 68 이상, 70 이상, 75 이상, 80 이상, 85 이상, 90 이상, 95 이상, 또는 100 이상일 수 있다. 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 성형지수(FI)는 예컨대 65 내지 120, 예컨대 65 내지 110, 또는 예컨대 65 내지 105일 수 있다. 만일, 상기 이축연신 필름의 성형지수(FI)가 65 미만인 경우, 유연성이 저하되어 쉽게 부서지거나, 강도가 저하되어 가공 또는 성형 시, 다양한 문제가 발생하거나, 다양한 어플리케이션 적용에 한계가 있을 수 있고, 상기 이축연신 필름을 적용한 포장재 등의 성형품에 품질이 저하되거나 불량 발생할 수 있다.
- [0158] 상기 이축연신 필름의 성형지수(FI)는 이축연신 필름의 종방향(MD) 및 횡방향(TD)에 따라 동일하거나 다를 수 있다.
- [0159] 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 종방향(MD)의 성형지수(FI_{MD})는 예컨대 65 내지 90, 예컨대 70 내지 90, 또는 예컨대 70 내지 80일 수 있다.
- [0160] 상기 이축연신 필름의 횡방향(TD)의 성형지수(FI_{TD})는 예컨대 80 내지 110, 예컨대 85 내지 110, 또는 예컨대 90 내지 110일 수 있다.
- [0161] 상기 이축연신 필름은 상기 FI_{MD}만을 만족할 수 있고, 또는 FI_{TD}만을 만족할 수 있으며, 또는 FI_{MD} 및 FI_{TD} 둘 다를 만족할 수 있다. 이 경우, 구현예에 따른 이축연신 필름은 적절한 인장강도를 유지하면서 유연성을 향상시킬

수 있고, 품질이 우수한 친환경 포장재를 제공할 수 있다.

- [0162] 또한, 상기 식 3에 있어서, 상기 이축연신 필름의 루프강성(LS)은 상기 정의한 바와 같다.
- [0163] 또한, 상기 이축연신 필름의 인장강도는 ASTM D882 기준으로 이축연신 필름 시편을 만든 후, 길이 100mm 및 폭 15mm로 재단하고, 척간길이가 50mm가 되도록 장착하여 인스트론(INSTRON)사의 만능시험기(UTM, 모델명 5966)을 이용하여 인장속도 200mm/분의 속도로 25℃의 상온에서 실험한 후, 설비에 내장된 프로그램에 의하여 측정될 수 있다.
- [0164] 상기 인장강도는 예컨대 9 내지 25kgf/mm², 예컨대 9.5 내지 22kgf/mm², 예컨대 10 내지 22kgf/mm², 예컨대 12 내지 20kgf/mm², 또는 예컨대 13 내지 20kgf/mm² 일 수 있다.
- [0165] 상기 인장강도가 상기 범위를 만족하는 경우, 이축연신 필름의 생산성, 가공성 및 성형성을 동시에 향상시킬 수 있다.
- [0166] 또한, 상기 이축연신 필름의 인장강도(TS)은 이축연신 필름의 종방향(MD) 및 횡방향(TD)에 따라 동일하거나 다를 수 있다.
- [0167] 구체적으로, 상기 이축연신 필름의 종방향(MD)의 인장강도(TS_{MD})는 예컨대 9 내지 25kgf/mm², 9.5 내지 22kgf/mm², 예컨대 10 내지 22kgf/mm², 예컨대 12 내지 20kgf/mm², 또는 예컨대 13 내지 18kgf/mm² 일 수 있다.
- [0168] 상기 이축연신 필름의 횡방향(TD)의 인장강도(TS_{TD})는 예컨대 9 내지 25kgf/mm², 10 내지 25kgf/mm², 예컨대 11 내지 23kgf/mm², 예컨대 12 내지 23kgf/mm², 또는 예컨대 15 내지 20kgf/mm² 일 수 있다.
- [0169] 상기 이축연신 필름은 상기 TS_{MD}만을 만족할 수 있고, 또는 TS_{TD}만을 만족할 수 있으며, 또는 TS_{MD} 및 TS_{TD} 둘 다를 만족할 수 있다. 이 경우, 구현예에 따른 이축연신 필름은 상기 식 3로 표시되는 성형지수(FI)를 상기 범위로 제어할 수 있어서, 생산성, 가공성 및 성형성을 동시에 향상시킬 있고, 품질이 우수한 친환경 포장재를 제공할 수 있다.
- [0170] 한편, 상기 이축연신 필름은 스트레인-스트레스 곡선상에서 200kgf/mm² 내지 380kgf/mm², 200kgf/mm² 내지 360kgf/mm², 200kgf/mm² 내지 350kgf/mm², 250kgf/mm² 내지 350kgf/mm², 또는 260kgf/mm² 내지 350kgf/mm²의 모듈러스를 갖는다. 상기 모듈러스가 200kgf/mm² 미만인 경우에는, 인쇄 또는 라미네이팅 등의 가공 공정에서 기계적인 텐션에 대한 저항력이 충분하지 못해 주행방향으로 주름이 발생하여 인쇄상 문제가 발생하거나, 주행 중 파단이 발생하여 바람직하지 않다. 반면에, 상기 모듈러스가 380kgf/mm²를 초과하는 경우에는, 필름의 강성(stiffness)이 상승하여 외부 충격에 의해 쉽게 파단되거나 깨질 수 있다. 또한, 상기 범위 내에서 모듈러스가 낮을수록 유연성이 우수할 수 있다.
- [0171] 한편, 상기 이축연신 필름은 필름의 전체폭의 두께에 대한 두께 편차가 10 μ m 이하일 수 있다. 구체적으로, 상기 이축연신 필름은 필름의 전체폭의 두께에 대한 두께 편차가 9 μ m 이하, 8.5 μ m 이하, 8 μ m 이하, 7 μ m 이하, 6.5 μ m 이하, 또는 5 μ m 이하일 수 있다.
- [0172] 구현예에 따른 이축연신 필름은 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하는 경우, 연신 균일성이 우수하여, 두께 편차가 적은 이축연신 필름을 제공할 수 있다.
- [0173] 한편, 상기 이축연신 필름은 광학적 특성이 우수할 수 있다.
- [0174] 구체적으로, 상기 이축연신 필름은 헤이즈가 10% 이하, 9% 이하, 8% 이하, 7% 이하, 6% 이하, 또는 5% 이하일 수 있다. 헤이즈가 상술한 범위를 초과하는 경우 필름의 투명도가 현저히 감소하여 안의 내용물이 보이는 포장 용도로 사용하는데 제한이 있을 수 있다.
- [0175] 구현예에 따른 이축연신 필름은 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 특정 함량으로 포함하는 경우, 헤이즈가 낮아 투명한 이축연신 필름을 제공할 수 있다.
- [0176] 또한, 상기 이축연신 필름은 광투과율이 90% 이상, 92% 이상, 또는 93% 이상일 수 있다.
- [0177] 나아가, 상기 이축연신 필름은 KS M3100-1에 따라 이산화탄소의 발생량을 측정한 생분해도가 90% 이상임을 특징으로 한다. 생분해도는 동일 기간에 표준물질(예컨대, 셀룰로오스) 대비 분해된 비율을 나타낸 것으로서, 대한민국 환경부에서는 생분해도가 표준물질 대비 90% 이상일 때 생분해성 물질로 규정하고 있다.

- [0179] 구현예에 따른 이축연신 필름의 상기 구조 및 물성 특징은 구현예에 따른 이축연신 필름의 제조방법을 통해 제조함으로써 효율적으로 달성할 수 있다.
- [0180] 이하, 상기 이축연신 필름을 제조하는 방법을 자세히 설명하기로 한다.
- [0182] **이축연신 필름의 제조방법**
- [0183] 이축연신 필름의 제조방법은 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 혼합한 후 이를 용융압출하여 시트를 제조하는 제 1 단계; 용융압출된 시트를 이축연신하여 필름을 제조하는 제 2 단계; 및 상기 이축연신된 필름을 열고정시키는 제 3 단계를 포함할 수 있다.
- [0184] 구체적으로, 상기 제 1 단계는 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 혼합한 후 이를 용융압출하여 시트를 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0185] 상기 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 함량 또는 혼합 중량비는 상술한 바와 같다.
- [0186] 또한, 상기 혼합 시, 슬립성 및 품질 향상을 위해 필러를 더 투입할 수 있다.
- [0187] 상기 필러의 종류, 함량 및 입경 등은 상술한 바와 같다.
- [0188] 상기 용융압출은 180℃ 내지 250℃에서 수행될 수 있으며, 상기 용융압출 후, 약 10℃ 내지 30℃로 냉각된 냉각 롤에 밀착시켜 시트를 얻을 수 있다.
- [0189] 상기 제 2 단계는 용융압출된 시트를 이축연신하여 필름을 제조하는 단계를 포함할 수 있다.
- [0190] 상기 용융압출된 시트는 50℃ 내지 80℃로 예열한 후, 40℃ 내지 100℃에서 종방향(MD)으로 2 내지 4배 종연신할 수 있다.
- [0191] 예컨대, 상기 용융압출된 시트는 50℃ 내지 80℃로 예열한 후, 70℃ 내지 100℃의 연신 구간에 물을 통과시켜 2 내지 4배로 종연신할 수 있다.
- [0192] 상기 연신된 필름은 50℃ 내지 110℃에서 횡방향(MD)으로 3 내지 5배 횡연신할 수 있다.
- [0193] 예컨대, 상기 연신된 필름은 초기 30% 구간의 평균 온도가 80℃ 내지 105℃인 제1 구역, 및 후기 70% 구간의 평균 온도가 80℃ 내지 110℃인 2구역으로 구분되어 있는 텐터의 구간내에서 3 내지 5배 횡연신을 수행할 수 있다.
- [0194] 구현예에 따라, 양방향으로 연신하는 이축필름으로 제공함으로써, 필름의 물성 및 성형성 등을 더욱 향상시킬 수 있으므로, 고품질의 포장재를 구현할 수 있다.
- [0195] 만일, 종방향 및 횡방향 중 한 방향으로 연신하는 일축필름인 경우, 필름의 두께 편차가 심하고, 연신을 수행 안한쪽의 강도가 현저히 떨어질 수 있으며, 열적 특성도 저하될 수 있다.
- [0196] 상기 제 3 단계는 상기 이축연신된 필름을 열고정시키는 단계를 포함할 수 있다.
- [0197] 상기 열고정 단계는 50℃ 내지 150℃, 70℃ 내지 150℃, 100℃ 내지 150℃, 또는 120℃ 내지 150℃에서 수행될 수 있다.
- [0198] 구현예의 제조방법에 따라 상기 이축연신 필름을 제조하는 경우, 목적하는 구성 및 물성을 갖는 이축연신 필름을 제조하는 데에 더욱 효과적일 수 있다.

[0200] **친환경 포장재**

- [0201] 일 구현예에서, 이축연신 필름을 포함하고, 상기 이축연신 필름은 폴리락트산(PLA) 및 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 이축연신 필름의 총 중량을 기준으로, 0 중량% 초과 내지 30 중량% 미만의 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 상기 필름의 두께가 19 내지 21 μ m일 때, 하기 식 1로 표시되는 유연소음 복합지수(LSN)가 20 이하인, 친환경 포장재를 제공할 수 있다.
- [0202] 상기 친환경 포장재는 예를 들어 일반적인 일회용 포장재 및 식품 포장재 등으로 이용될 수 있는 필름 또는 시트 형태일 수 있고, 직물, 편물, 부직포, 로프(rop) 등으로 이용될 수 있는 섬유 형태일 수 있으며, 도시락 등

과 같은 식품 포장용 용기로 이용될 수 있는 용기 형태일 수 있다.

[0203] 상기 친환경 포장재는 우수한 강도 및 유연성을 동시에 가지면서, 투명성 등의 광학적 특성 및 열적 특성이 우수하고, 소음도가 낮은 이축연신 필름을 포함함으로써 우수한 물성 및 품질을 제공할 수 있다. 또한, 생분해가 가능하며, 매립시 완전히 분해되어 환경 친화적인 특성을 갖는 포장재를 제공할 수 있으므로, 포장재로서 다양한 분야에 활용되어 우수한 특성을 발휘할 수 있다.

[0205] 상기 내용을 하기 실시예에 의하여 더욱 상세하게 설명한다. 단, 하기 실시예는 본 발명을 예시하기 위한 것일 뿐, 실시예의 범위가 이들만으로 한정되는 것은 아니다.

[0207] <실시예>

[0208] 실시예 1

[0209] 이축연신 필름의 제조

[0210] L-락트산 및 D-락트산의 랜덤 공중합체(L-락트산의 함량: 98 중량%)이고, 중량평균 분자량이 150,000 g/mol이며, 용융온도(Tm)가 170℃, 유리전이온도(Tg)가 58℃인 폴리락트산(PLA) 수지(NatureWorks사, 미국); 유리전이온도(Tg)가 -30℃인 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 수지 (CJ사, 한국); 및 실리카(Fuji Silysia Chemical, 3.9 μm)를 혼합하여 혼합 수지를 제조하였다. 이 때, 상기 폴리락트산(PLA) 및 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 혼합은 하기 표 1에 나타낸 바와 같이, 최종 필름의 폴리락트산(PLA) 및 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 중량비가 97:3이 되도록 혼합을 수행하였고, 실리카의 함량은 이축연신 필름 총 중량을 기준으로 0.1 중량%였다.

[0211] 상기 혼합 수지를 온도가 220℃인 압출기를 통하여 용융압출한 후, 20℃로 냉각된 냉각물에 밀착시켜 시트를 얻었다.

[0212] 이렇게 얻어진 시트를 곧바로 55℃로 예열한 후, 70℃의 연신 구간에 물을 통과시켜 종방향(MD)으로 3배 연신하였다. 상기 연신된 필름을, 초기 30% 구간의 평균 온도가 85℃, 후기 70% 구간의 평균 온도가 100℃인 2구역으로 구분되어 있는 텐터의 연신 구간 내에서 횡방향(TD)으로 4배 연신하였다.

[0213] 이어, 연신된 시트를 텐터의 열처리 구간 내에서 150℃로 열고정하여 두께가 19.98μm인 이축연신 필름을 제조하였다.

[0215] 실시예 2

[0216] 하기 표 1에 나타낸 바와 같이, 최종 이축연신 필름에서 폴리락트산(PLA) 및 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 중량비가 95:5가 되도록 혼합한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 이축연신 필름을 제조하였다.

[0218] 실시예 3

[0219] 하기 표 1에 나타낸 바와 같이, 최종 이축연신 필름에서 폴리락트산(PLA) 및 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 중량비가 90:10이 되도록 혼합한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 이축연신 필름을 제조하였다.

[0221] 실시예 4

[0222] 하기 표 1에 나타낸 바와 같이, 최종 이축연신 필름에서 폴리락트산(PLA) 및 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 중량비가 80:20이 되도록 혼합한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 이축연신 필름을 제조하였다.

[0224] **실시예 5**

[0225] 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 대신 결정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 수지(CJ사, 한국)를 사용한 것을 제외하고는, 실시예 3과 동일한 방법으로 수행하여 이축연신 필름을 제조하였다.

[0227] **비교예 1**

[0228] 하기 표 1에 나타난 바와 같이, 폴리락트산(PLA) 수지만 사용한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 이축연신 필름을 제조하였다.

[0230] **비교예 2**

[0231] 하기 표 1에 나타난 바와 같이, 이축연신 필름에서 폴리락트산(PLA) 수지 및 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA) 수지의 중량비가 70:30이 되도록 혼합한 것을 제외하고는, 상기 실시예 1과 동일하게 수행하여 이축연신 필름을 제조하였다.

[0233] **비교예 3**

[0234] 실시예 3과 동일한 폴리락트산(PLA) 및 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)의 혼합 수지를 온도가 220℃인 압출기를 통하여 용융압출한 후, 20℃로 냉각된 냉각물에 밀착시켜 시트를 얻은 후, 종방향(MD)으로 3배 연신 후, 연신된 시트를 텐터의 열처리 구간 내에서 150℃로 열고정하여, 일축연신 필름을 제조하였다.

표 1

필름 조성	실시예					비교예		
	1	2	3	4	5	1	2	3
PHA	비정형	비정형	비정형	비정형	결정형	-	비정형	비정형
PLA:PHA (중량비)	97:3	95:5	90:10	80:20	90:10	100:0	70:30	90:10
필러(실리카) (중량%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
연신	이축연신					이축 연신	이축 연신	일축 연신

[0236]

[0237] **평가예**

[0238] **평가예 1: 두께 및 표준편차**

[0239] 실시예 및 비교예에서 제조된 필름의 전체 폭에 대한 두께를 측정하고, 이에 대한 두께 편차를 구하였다.

[0240] 상기 실시예 1 내지 5 및 비교예 1 내지 3에서 제조된 이축연신 필름에 대하여 필름의 두께 d(nm)를 전기 마이크로미터(밀리톤 1245D, 제조사: 파인류프)를 이용해서 폭방향으로 5cm 간격으로 두께를 측정 한 뒤, 두께편차를 하기의 식으로 계산하였다

[0241] <식 4> 두께편차 = 폭방향 두께 최대값 - 폭방향 두께 최소값

[0243] **평가예 2: 인장강도**

[0244] ASTM D882 기준으로 필름 시편을 만든 후, 길이 100mm 및 폭 15mm로 재단하고, 척간길이가 50mm가 되도록 장착하여 상기 시편을 ASTM D882 기준으로 인스트론(INSTRON)사의 만능시험기(UTM, 모델명 5966)을 이용하여 인장속

도 200mm/분의 속도로 25℃의 상온에서 평가한 후, 설비에 내장된 프로그램에 의하여 측정될 수 있다.

[0245] TS_{MD} 는 이축연신 필름의 종방향의 인장강도이고, TS_{TD} 는 이축연신 필름의 횡방향의 인장강도이다.

[0247] **평가예 3: 모듈러스**

[0248] ASTM D882 기준으로 이축연신 필름 시편을 만든 후, 길이 100mm 및 폭 15mm로 재단하고, 척간길이가 50mm가 되도록 장착하여 인스트론(INSTRON)사의 만능시험기(UTM, 모델명 5966)을 이용하여 인장속도 200mm/분의 속도로 실험한 후, 설비에 내장된 프로그램에 의해 계산된 모듈러스(kgf/mm²) 값을 얻었다.

[0250] **평가예 4: 열수축률**

[0251] 실시예 및 비교예에서 제조된 이축연신 필름을 방향과 관계없이 길이 150mm, 폭 1.5cm로 잘라 시편을 만든 후, 상온에서의 초기 길이 및 100℃의 열풍 오븐에서 5분 동안 체류시킨 직후의 이축연신 필름 시편의 길이를 측정하였고, 하기 식 2와 같이 산출하여 열수축률을 평가하였다:

[0252] <식 2> 열수축률(S_{100}) = $\frac{L_{25} - L_{100}}{L_{25}} \times 100$

[0253] 상기 식 2에서,

[0254] L_{25} 는 25℃에서 이축연신 필름 시편의 초기 길이(mm)이고,

[0255] L_{100} 은 100℃의 열풍기에서 5분 동안 체류시킨 직후 측정된 이축연신 필름 시편의 길이(mm)이다.

[0256] S_{MD100} 은 이축연신 필름의 종방향의 열수축률이고, S_{TD100} 은 이축연신 필름의 횡방향의 열수축률이다.

[0258] **평가예 5: 헤이즈 및 광투과율**

[0259] 상기 실시예 및 비교예에서 제조된 이축연신 필름에 대해 ASTM D1003에 근거하여 헤이즈미터(Haze gardner, Gardner BYK)를 이용하여 헤이즈 및 광투과율을 분석하였다.

[0261] **평가예 6: 소음도**

[0262] KS C IEC61672-1에서 정한 클래스 2 소음계 또는 그 이상의 소음계(청감 보정회로: A 특성, 동특성: 빠름(fast) 모드)를 소음원 방향으로 향하도록 하여, 지면 1.2 내지 1.5m 높이의 지점(측정지점에 높이 1.5m를 초과하는 장애물이 있는 경우 장애물로부터 소음원 방향으로 1.0~3.5m 떨어진 지점)에서, 폭 21cm 및 길이 29.5cm의 이축연신 필름 시편을 1분간 120 회/min의 속도로 흔들 때의 최대 소음도를 1회 측정하였다. 동일한 방법으로 소음도를 각 5회 측정하여 평균 소음도(dB)를 구하였다.

[0264] **평가예 7: 루프강성(loop stiffness)**

[0265] 루프강성은 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치(Loop Stiffness Tester, TOYOSEIKI)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정하였다.

[0266] LS_{MD} 는 이축연신 필름의 종방향의 루프강성이고, LS_{TD} 는 이축연신 필름의 횡방향의 루프강성이다.

[0268] **평가예 8: 유연소음 복합 지수(LSN)**

[0269] 상기 평가예 6 및 7의 소음도 및 루프강성을 이용하여 하기 식 1로 표시되는 이축연신 필름의 유연소음 복합 지수(LSN)를 구하였다.

- [0270] <식 1> 유연소음 복합 지수(LSN) = $N_{AVG} \times LS$
- [0271] 상기 식 1에서,
- [0272] 상기 N_{AVG} 는 KS C IEC61672-1에서 정한 클래스 2 소음계를 소음원 방향으로 향하도록 하여, 지면 1.2 내지 1.5m 높이의 지점에서, 폭 21cm 및 길이 29.5cm의 이축연신 필름 시편을 1분간 120 회/min의 속도로 흔들 때의 최대 소음도를 각 5회 측정하여 산출한 평균 소음도(dB)에서, 단위를 제외한 수치이고,
- [0273] 상기 LS는 ASTM D747에 의거하여, 폭 1.5cm 및 길이 18cm의 루프 형상의 이축연신 필름 시편을 루프 측정 장치 (Loop Stiffness Tester)에 고정하여 루프 중심에서의 하중을 측정한 루프강성(gf)에서, 단위를 제외한 수치이다.
- [0274] LSN_{MD} 는 이축연신 필름의 종방향의 유연소음 복합 지수이고, LSN_{TD} 는 이축연신 필름의 횡방향의 유연소음 복합 지수이다.
- [0276] **평가예 9: 성형지수**
- [0277] 상기 평가예 2 및 7의 인장강도 및 루프강성을 이용하여 하기 식 3으로 표시되는 이축연신 필름의 성형 지수 (FI)를 구하였다.
- [0278] <식 3> 성형 지수(FI) = $\frac{TS}{LS}$
- [0279] 상기 식 3에서,
- [0280] TS는 ASTM D882 기준으로 필름 시편을 만든 후, 길이 100mm 및 폭 15mm로 재단하고, 척간길이가 50mm가 되도록 장착하여, 상기 시편을 만능시험기(UTM)를 이용하여 측정한 인장강도(kgf/mm²)에서, 단위를 제외한 수치이고,
- [0281] LS는 상기에서 정의한 바와 같다.
- [0282] FI_{MD} 는 이축연신 필름의 종방향의 성형 지수이고, FI_{TD} 는 이축연신 필름의 횡방향의 성형 지수이다.

표 2

필름		실시예					비교예		
		1	2	3	4	5	1	2	3
두께 TD(μm)		19.98	20.54	21.02	20.52	20	20.2	20	20
두께 편차(μm)		6.5	4.1	3.2	8.7	9.1	8.3	15.7	11.3
기계 물성	인장강도(TS _{MD}) (kgf/mm ²)	15.5	14.8	13.2	9.8	16.7	17	4.2	14.2
	인장강도(TS _{TD}) (kgf/mm ²)	19.8	18.5	16.5	11.9	23.8	25.3	5.6	4.5
	모듈러스 MD(kgf/mm ²)	301	299	280	251	331	348	212	278
	모듈러스 TD(kgf/mm ²)	321	281	276	241	353	399	228	182
열 특성	열수축률(S _{MD100})(%)	3	3.3	4	6.5	3.8	3.4	17.2	5.6
	열수축률(S _{TD100})(%)	3.5	4	4.4	7	3.6	2.2	19.4	1.2
광학 적 특성	헤이즈(%)	3.7	4.3	3.3	6.8	15.8	2.6	14.1	3.6
	광투과율(%)	94.6	93.7	93.3	90.6	82.3	95	85.6	93.8
소음도(N _{AVG})(dB)		83.6	82.2	81	77.5	85.6	86.5	72.8	80.7
루프강성(LS _{MD})(gf)		0.21	0.19	0.18	0.15	0.21	0.24	0.06	0.15
루프강성(LS _{TD}) (gf)		0.22	0.18	0.16	0.14	0.22	0.25	0.08	0.07
LSN _{MD} (N _{AVG} X LS _{MD})		17.56	15.62	14.58	11.63	17.98	20.76	4.37	12.11
LSN _{TD} (N _{AVG} X LS _{TD})		18.39	14.80	12.96	10.85	18.83	21.63	5.82	5.65
FI _{MD} (TS _{MD} /LS _{MD})		73.81	77.89	73.33	65.33	79.52	70.83	70.00	94.67
FI _{TD} (TS _{TD} /LS _{TD})		90.0	102.8	103.1	85.0	108.2	101.2	70.0	64.3

[0283]

- [0284] 상기 표 2에서 볼 수 있듯이, 폴리락트산(PLA) 및 특정 함량 범위의 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하고, 유연소음 복합 지수(LSN)가 20 이하인 실시예의 이축연신 필름의 경우, 우수한 강도 및 유연성을 동시에 가지면서, 열적 특성이 우수하고, 소음도가 개선되었다.
- [0285] 구체적으로, 실시예 1 내지 5의 이축연신 필름은 인장강도가 9 내지 25kgf/mm²로 적정 범위를 가지면서 루프강성이 0.1 내지 0.23gf로서 유연성이 우수하였다. 또한, 소음도가 86dB 이하로 낮았고, 100℃의 고온에서도 열수축률이 15% 이하로 매우 낮아, 기계적 물성 및 열적 특성이 모두 우수하였다.
- [0286] 반면, 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하지 않은 비교예 1의 이축연신 필름의 경우, 유연소음 복합 지수가 20을 초과함으로써, 필름의 루프강성이 증가하여 유연성이 감소하였고, 소음도가 증가하였으며, 특히, 실시예 4의 이축연신 필름에 비해 루프강성은 60% 이상 증가하고, 소음도는 10% 이상까지 증가함을 확인하였다.
- [0287] 한편, 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 30 중량% 이상 과량 함유한 비교예 2의 이축연신 필름의 경우, 인장강도가 약 4 내지 6kgf/mm²으로 현저히 감소하였고, 100℃의 고온에서 열수축률은 17 내지 20%로 현저히 증가하였다. 또한, 헤이즈도 14% 이상으로 증가하고 광투과율도 약 85%로 광학적 특성이 현저히 저하되었다.
- [0288] 아울러, 비교예 3의 일축연신 필름의 경우, 동일 함량의 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하는 실시예 3의 이축연신 필름과 비교하여, 두께 변차가 11.3 μ m로, 250% 이상 증가하였고, 연신이 안된 횡방향(TD)의 강도가 현저히 떨어졌으며, 열수축률도 40% 이상 증가하였다.
- [0289] 한편, 비정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 포함하는 실시예 1 내지 4의 이축연신 필름은 헤이즈가 6.8% 이하로 낮고, 광투과율이 90% 이상으로 우수한 반면, 결정형 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 사용한 실시예 5의 이축연신 필름의 경우, 폴리하이드록시알카노에이트(PHA)를 동일 함량으로 포함하는 실시예 3의 이축연신 필름에 비해 헤이즈가 증가하고, 광투과율이 저하되어 광학적 특성이 저하하였다.
- [0290]