



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0041958
(43) 공개일자 2023년03월27일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 5/00 (2006.01) C08J 5/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G02B 5/003 (2013.01)
C08J 5/18 (2021.05)
- (21) 출원번호 10-2022-7040956
- (22) 출원일자(국제) 2021년07월09일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2022년11월22일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2021/025892
- (87) 국제공개번호 WO 2022/014478
국제공개일자 2022년01월20일
- (30) 우선권주장
JP-P-2020-122713 2020년07월17일 일본(JP)

- (71) 출원인
미쯔비시 가스 가가쿠 가부시키키가이샤
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 5반 2고
- (72) 발명자
가토 노리유키
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 2초메 5반 2고
미쯔비시 가스 가가쿠 가부시키키가이샤 나이
이케다 신야
일본 니이가타켄 니이가타시 기타쿠 마츠하마쵸
3500반치 미쯔비시 가스 가가쿠 가부시키키가이샤
니이가타고쵸 나이
히라카와 마나부
일본 가나가와켄 히라츠카시 히가시야와타 5초메
6방 2고 미쯔비시 가스 가가쿠 가부시키키가이샤 히
라츠카켄쵸 나이
- (74) 대리인
특허법인코리아나

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 광학 필름

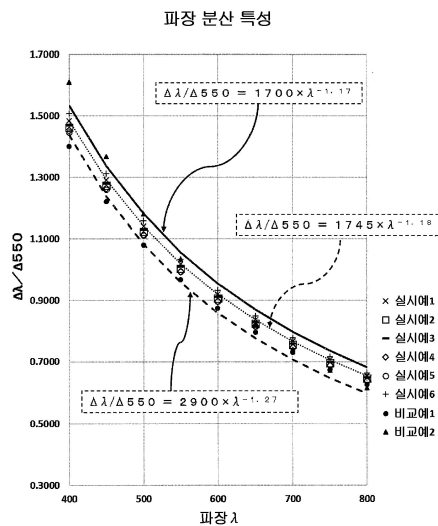
(57) 요약

본 발명에 의하면, 파장 400 nm ~ 800 nm 에 있어서의 파장 분산 특성이, 하기 일반식 (1)

$$\frac{\Delta\lambda}{\Delta 550} = a \lambda^{-b} \quad (1)$$

(여기서, a 의 값은 $1500 < a < 6600$ 이며, b 의 값은 $1.17 < b < 1.27$ 이며, $\Delta\lambda$ 는 400 nm ~ 800 nm 에 있어서의 임의의 파장 λ nm 에 있어서의 광탄성 계수를 나타내고, $\Delta 550$ 은 파장 550 nm 에 있어서의 광탄성 계수를 나타낸다.) 을 만족하고, 두께가, 10 μm ~ 1000 μm 인, 광학 필름을 제공할 수 있다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C08J 2333/00 (2013.01)

C08J 2367/00 (2013.01)

C08J 2369/00 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

파장 400 nm ~ 800 nm 에 있어서의 파장 분산 특성이, 하기 일반식 (1)

$$\frac{\Delta\lambda}{\Delta 550} = a \lambda^{-b} \quad (1)$$

(여기서, a 의 값은 $1500 < a < 6600$ 이며, b 의 값은 $1.17 < b < 1.27$ 이며, $\Delta\lambda$ 는 400 nm ~ 800 nm 에 있어서의 임의의 파장 λ nm 에 있어서의 광탄성 계수를 나타내고, $\Delta 550$ 은 파장 550 nm 에 있어서의 광탄성 계수를 나타낸다.) 을 만족하고,

두께가, 10 μm ~ 1000 μm 인, 광학 필름.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 필름의 비중이, 1.01 ~ 1.39 g/cm³ 인, 광학 필름.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 필름의 흡수율이, 0.5 질량% 이하인, 광학 필름.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필름의 헤이즈가, 0.8 미만인, 광학 필름.

청구항 5

제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 필름이, 탄소, 수소, 및 산소만으로 이루어지는 열가소성 수지를 포함하는, 광학 필름.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 열가소성 수지가, 폴리에스테르카보네이트 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리카보네이트 수지, 시클로올레핀 수지, 및 아크릴 수지로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나인, 광학 필름.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 특정한 파장 분산 특성을 갖는 광학 필름에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 각종 표시 디바이스 등의 광학 부재는, 경량화나 고성능화가 요구되고 있고, 광학 성능을 저해하지 않고 필름을 박막화하는 것은 중요하다. 특히 터치 패널이나 스마트 폰 등의 부재로서 사용되는 박막화된 필름에는, 우수한 광학 물성 외에, 실사용에 견딜 수 있는 물성을 갖는 것이 요구되고 있다.

[0003] 이와 같은 과제에 대해, 파장 600 ~ 800 nm 에 흡수 극대가 있는 흡수제를 함유한 투명 수지계 기판을 사용하

는 것이 검토되고 있다 (특허문헌 1).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 5489669호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은, 우수한 광학 물성 외에, 실사용에 견딜 수 있는 물성 (흡수율이나 경도) 을 갖는 광학 필름을 제공하는 것을 과제로 한다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명자들은, 상기 과제를 해결하고자 예의 검토한 결과, 광학 부재로서 실사용에 관여하는 400 nm ~ 800 nm 의 파장에 있어서, 특정한 파장 분산 특성을 나타내는 필름이, 저흡수 또한 중경도이며, 광학 필름으로서 실용 면에 있어서 유익한 것을 알아냈다.

[0007] 즉, 본 발명은 이하와 같다.

[0008] <1> 파장 400 nm ~ 800 nm 에 있어서의 파장 분산 특성이, 하기 일반식 (1)

[0009] [수학식 1]

$$\frac{\Delta \lambda}{\Delta 550} = a \lambda^{-b} \quad (1)$$

[0010]

[0011] (여기서, a 의 값은 $1500 < a < 6600$ 이며, b 의 값은 $1.17 < b < 1.27$ 이며, $\Delta \lambda$ 는 400 nm ~ 800 nm 에 있어서의 임의의 파장 λ nm 에 있어서의 광탄성 계수, $\Delta 550$ 은 파장 550 nm 에 있어서의 광탄성 계수를 나타낸다.) 을 만족하고,

[0012] 두께가, 10 μm ~ 1000 μm 인, 광학 필름이다.

[0013] <2> 상기 필름의 비중이, 1.01 ~ 1.39 g/cm³ 인, 상기 <1> 에 기재된 광학 필름이다.

[0014] <3> 상기 필름의 흡수율이, 0.5 질량% 이하인, 상기 <1> 또는 <2> 에 기재된 광학 필름이다.

[0015] <4> 상기 필름의 헤이즈가, 0.8 미만인, 상기 <1> ~ <3> 중 어느 하나에 기재된 광학 필름이다.

[0016] <5> 상기 필름이, 탄소, 수소, 및 산소만으로 이루어지는 열가소성 수지를 포함하는, 상기 <1> ~ <4> 중 어느 하나에 기재된 광학 필름이다.

[0017] <6> 상기 열가소성 수지가, 폴리에스테르카보네이트 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리카보네이트 수지, 시클로올레핀 수지, 및 아크릴 수지로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나인, 상기 <5> 에 기재된 광학 필름이다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 의하면, 특정한 파장 분산 특성을 나타내고, 우수한 흡수율이나 경도를 갖는 광학 필름을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0019] 도 1 은 실시예 1 ~ 6 및 비교예 1 ~ 2 에서 얻어진 파장 분산 특성을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0020] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 형태 (이하, 단순히 「본 실시형태」라고 한다.)에 대해 상세하게 설명한다. 이하의 본 실시형태는, 본 발명을 설명하기 위한 예시이며, 본 발명을 이하의 내용으로 한정하는 취지는 아니다. 본 발명은, 그 요지의 범위 내에서 적절히 변형하여 실시할 수 있다.

[0021] 본 발명의 광학 필름은, 파장 400 nm ~ 800 nm 에 있어서의 파장 분산 특성이, 하기 일반식 (1)

[0022] [수학식 2]

$$\frac{\Delta \lambda}{\Delta 550} = a \lambda^{-b} \quad (1)$$

[0023] (여기서, a 의 값은 $1500 < a < 6600$ 이며, b 의 값은 $1.17 < b < 1.27$ 이며, $\Delta \lambda$ 는 400 nm ~ 800 nm 에 있어서의 임의의 파장 λ nm 에 있어서의 광탄성 계수를 나타내고, $\Delta 550$ 은 파장 550 nm 에 있어서의 광탄성 계수를 나타낸다.) 을 만족하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 일반식 (1) 에 있어서의 a 의 값은, $1650 < a < 2900$ 인 것이 바람직하고, $1700 < a < 1900$ 인 것이 보다 바람직하고, $1700 < a < 1850$ 인 것이 더욱 바람직하고, $1700 < a < 1800$ 인 것이 특히 바람직하다.

[0026] 또, 일반식 (1) 에 있어서의 b 의 값은, $1.17 < b < 1.21$ 인 것이 바람직하고, $1.17 < b < 1.19$ 인 것이 보다 바람직하다.

[0027] 일반식 (1) 에 있어서의 a 및 b 의 값의 산출 방법으로는, $\lambda = 400, 450, \dots, 800$ nm 의 각각에 대해 $\Delta \lambda / \Delta 550$ 의 값을 측정하고, 얻어진 값을 Excel (등록상표) 의 누승 근사의 수학적, 즉 최소 이승법으로 풀림으로써 구할 수 있다.

[0028] 본 발명의 광학 필름의 두께는, $10 \mu\text{m} \sim 1000 \mu\text{m}$ 이며, 바람직하게는 $10 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ 이며, 보다 바람직하게는 $10 \mu\text{m} \sim 300 \mu\text{m}$ 이며, 특히 바람직하게는 $10 \mu\text{m} \sim 100 \mu\text{m}$ 이다. 또, $100 \mu\text{m} \sim 300 \mu\text{m}$ 의 두께도 바람직하다. 광학 필름의 두께가, 상기와 같은 범위이면, 파장 분산 특성을 제어하기 쉬워지기 때문에 바람직하다. 또한, 본 발명의 광학 필름으로 이루어지는 광학 시트나 광학 렌즈와 같은 성형체의 두께도, 상기 수치 범위인 것이 바람직하다.

[0029] 사용후의 광학 필름을, 예를 들어 염수나 사이클론 분리와 같이, 비중에 의해 리사이클하는 것을 고려하여, 물 보다 높은 비중인 것, 또한, 수송 비용을 고려하여, 보다 경량인 것이 바람직하다. 양자의 요구로부터 본 발명의 광학 필름의 비중은 $1.01 \sim 1.39 \text{ g/cm}^3$ 인 것이 바람직하고, $1.10 \sim 1.30 \text{ g/cm}^3$ 인 것이 보다 바람직하고, $1.17 \sim 1.25 \text{ g/cm}^3$ 인 것이 특히 바람직하다.

[0030] 본 발명의 광학 필름의 흡수율은, 0.5 질량% 이하인 것이 바람직하고, 0.3 질량% 이하인 것이 보다 바람직하고, 0.2 질량% 이하인 것이 특히 바람직하다. 광학 필름의 흡수율이 0.5 질량% 이하이면, 치수 안정성을 유지할 수 있기 때문에 바람직하다.

[0031] 본 발명의 광학 필름의 헤이즈는, 0.8 미만인 것이 바람직하고, 0.5 미만인 것이 보다 바람직하고, 0.2 미만인 것이 더욱 바람직하고, 0.01 ~ 0.15 인 것이 특히 바람직하다. 이 범위이면 고투명 필름이 되기 때문에 바람직하다.

[0032] 본 발명의 광학 필름의 연필 경도는, H ~ 3B 인 것이 바람직하고, HB ~ 2B 인 것이 보다 바람직하고, B ~ 2B 인 것이 특히 바람직하다. 광학 필름의 연필 경도가 상기 범위이면, 실사용상, 표면 경도가 적절한 (중용인) 경도임으로써, 비교적 다양한 용도로 전개하기 쉽기 때문에 바람직하다.

[0033] 본 발명의 광학 필름은, 탄소, 수소, 및 산소만으로 이루어지는 열가소성 수지를 포함하는 것이, 상기 일반식 (1) 을 만족하는 경향이 높기 때문에 바람직하다. 한편, 질소나 황 등의 그 밖의 성분을 포함하는 열가소성 수지를 사용하면 상기 일반식 (1) 을 만족하지 못하게 되어 버리는 경향이 높다.

[0034] 탄소, 수소, 및 산소만으로 이루어지는 열가소성 수지로는, 폴리에스테르카보네이트 수지, 폴리에스테르 수지, 폴리카보네이트 수지, 시클로올레핀 수지, 및 아크릴 수지로 이루어지는 군에서 선택되는 적어도 하나인 것이 바람직하다. 이하, 이들 수지에 대해 설명한다.

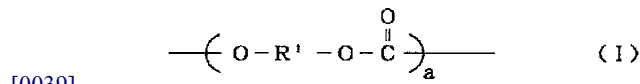
[0035] <폴리에스테르 수지, 폴리에스테르카보네이트 수지>

[0036] 본 발명에서 바람직하게 사용되는 폴리에스테르 수지 및 폴리에스테르카보네이트 수지는, 디카르복실산의 디오

르가노에스테르와, 폴리카보네이트 및/또는 방향족 디오르가노디카보네이트를 반응시켜 제조할 수 있다.

[0037] 원료로서 사용되는 폴리카보네이트로는, 하기 일반식 (I) 로 나타내는 화합물을 들 수 있다.

[0038] [화학식 1]

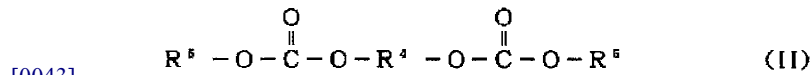


[0039]

[0040] 일반식 (I) 중의 R¹ 은 2 개의 방향족 탄화수소기, R²-X-R³ 기 (단, R² 및 R³ 은 2 개의 방향족 탄화수소기이며, X 는 산소 원자, 술폰닐기, 카르보닐기, 탄화수소기, 에스테르기 또는 직접 결합을 나타낸다.) 를 나타내고 (단, 방향족 고리의 수소 원자는 할로젠 원자, 탄화수소기, 알콕시기 또는 폐록시기 등으로 치환되어 있어도 된다.), a 는 1 에서 500 까지의 양의 정수를 나타낸다. 원료로서 사용되는 폴리카보네이트는, 물성과 비용의 밸런스면에서 비스페놀 A 에 기초하는 폴리카보네이트가 특히 바람직하다.

[0041] 본 발명에 있어서 사용되는 방향족 디오르가노디카보네이트로는, 하기 일반식 (II) 로 나타내는 화합물을 들 수 있다.

[0042] [화학식 2]



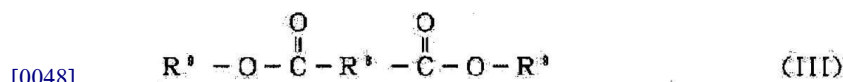
[0043]

[0044] 일반식 (II) 중의 R⁴ 는 2 개의 방향족 탄화수소기, R⁶-X-R⁷ 기 (단, R⁶ 및 R⁷ 은 2 개의 방향족 탄화수소기며, X 는 산소 원자, 술폰닐기, 카르보닐기, 탄화수소기, 에스테르기 또는 직접 결합을 나타낸다.) 를 나타내고 (단, 방향족 고리의 수소 원자는 할로젠 원자, 탄화수소기, 알콕시기 또는 폐록시기 등으로 치환되어 있어도 된다.), R⁵ 는 지방족 탄화수소기 또는 방향족 탄화수소기를 나타낸다.

[0045] 방향족 디오르가노디카보네이트의 구체예로는, 이하에 나타내는 방향족 디올의 디메틸, 디에틸 및 디페닐카보네이트를 들 수 있다. 즉, 방향족 디올의 구체예로는, 예를 들어, 비스페놀 A, 비스(4-하이드록시페닐)메탄, 비스(4-하이드록시-3,5-디메틸페닐)메탄, 비스(4-하이드록시-3,5-디클로로페닐)메탄, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)시클로헥실메탄, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)에탄, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)-1-페닐에탄, 1,1-비스(4-하이드록시페닐)-3,3,5-트리메틸시클로헥산, 4,4'-디하이드록시디페닐에테르, 비스(4-하이드록시-3,5-디메틸페닐)에테르, 비스(4-하이드록시페닐)술폰, 비스(4-하이드록시-3,5-디메틸페닐)술폰, 4,4'-디하이드록시벤조페논, 2,2-비스(4-하이드록시-3,5-디메틸페닐)프로판, 테트라브로모 비스페놀 A, 테트라클로로비스페놀 A, 디하이드록시디페닐, 하이드로퀴논, 레조르시놀, 디하이드록시나프탈렌, 디하이드록시안트라센, 페놀프탈레인, 페로오레세인, 2,2'-디하이드록시-1,1-디나프틸메탄, 4,4'-디하이드록시디나프틸 등을 들 수 있다. 이들 중에서 입수의 용이함에서, 비스페놀 A 의 디메틸카보네이트가 특히 바람직하다. 본 발명에 있어서는, 상기 서술한 폴리카보네이트 및 방향족 디알킬디카보네이트는, 각각 단독 또는 2 종 이상 조합하여 사용해도 된다.

[0046] 본 발명에 있어서, 또 하나의 원료로서 사용되는 디카르복실산의 디오르가노에스테르로는, 하기 일반식 (III) 으로 나타내는 화합물을 들 수 있다.

[0047] [화학식 3]



[0048]

[0049] 일반식 (III) 중의 R⁸ 은 2 개의 방향족 탄화수소기 (단, 방향족 고리의 수소 원자는 할로젠 원자, 탄화수소기, 알콕시기 또는 폐록시기 등으로 치환되어 있어도 된다.), 지방족 또는 지환식 탄화수소기를 나타내고, R⁹ 는 지방족 탄화수소기 또는 방향족 탄화수소기를 나타낸다.

[0050] 이러한 디카르복실산의 디오르가노에스테르의 구체예로는, 이하에 나타내는 디카르복실산의 디메틸, 디에틸, 디페닐에스테르를 들 수 있다. 즉, 디카르복실산의 구체예로는, 테레프탈산, 메톡시테레프탈산, 에톡시테레프탈산, 플루오로테레프탈산, 클로로테레프탈산, 메틸테레프탈산, 이소프탈산, 프탈산, 메톡시이소프탈산, 디페닐

메탄-4,4'-디카르복실산, 디페닐메탄-3,3'-디카르복실산, 디페닐에테르-4,4'-디카르복실산, 디페닐-4,4'-디카르복실산, 나프탈렌-1,5-디카르복실산, 나프탈렌-1,4-디카르복실산, 나프탈렌-2,6-디카르복실산, 나프탈렌-1,7-디카르복실산, 아디프산, 세바크산, 아젤라산, 수베르산, 도데칸디카르복실산, 3-메틸아젤라산, 글루타르산, 숙신산, 시클로헥산-1,4-디카르복실산, 시클로헥산-1,3-디카르복실산, 시클로펜탄-1,3-디카르복실산 등을 들 수 있다. 이들은 단독으로 사용해도 되고, 또 2 종 이상 조합하여 사용해도 된다. 이들 중에서, 물성면, 비용면에서 테레프탈산, 이소프탈산, 시클로헥산-1,4-디카르복실산, 시클로헥산-1,3-디카르복실산의 디메틸에스테르 또는 이들의 2 종 이상의 혼합물을 사용하는 것이 특히 바람직하다.

[0051] 본 발명에 있어서는, 반응시에 에스테르화 촉매 및/또는 에스테르 교환 촉매를 사용하는 것이 바람직하다. 본 반응에 사용되는 에스테르화 촉매나 에스테르 교환 촉매의 예로는, Li 원소, Na 의 원소, K 원소 등의 알칼리 금속, Mg 원소, Ca 원소, Sr 원소, Ba 원소 등의 알칼리 토금속, Sn 원소, Sb 원소, Zn 원소, Cd 원소, Pb 원소, Ti 원소, Zr 원소, Mn 원소, Co 원소 등의 일반적으로 에스테르화 촉매나 에스테르 교환 촉매라고 불리는 원소로부터 선택되는 적어도 1 종의 원소를 포함하는 것이면 모두 사용 가능하다. 또, 촉매는 무수물로 한정되는 것이 아니고, 수화물 등을 사용해도 된다.

[0052] 본 발명에서 바람직하게 사용되는 폴리에스테르 수지 및 폴리에스테르카보네이트 수지의 제조 방법으로는, 배치식, 연속식의 어느 방법이어도 된다.

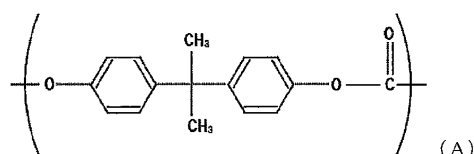
[0053] 본 발명에서 바람직하게 사용되는 폴리에스테르 수지 및 폴리에스테르카보네이트 수지의 제조 방법에 있어서, 폴리카보네이트 및/또는 방향족 디오르가노디카보네이트와 디카르복실산의 디오르가노에스테르 사용량은, 몰비로 100 : 5 이상이고 100 : 200 이하 (폴리카보네이트 및/또는 방향족 디오르가노카보네이트 : 디카르복실산의 디오르가노에스테르) 의 범위가 바람직하다. 보다 바람직하게는, 100 : 5 ~ 100 : 140 의 범위이다. 그 몰비가 100 : 5 이상 100 : 100 미만이면, 폴리에스테르카보네이트 수지가 생성되고, 100 : 100 이상이면, 폴리에스테르 수지가 생성된다. 또, 디카르복실산의 디오르가노디에스테르는 승화성을 갖는 것도 있어, 폴리에스테르 수지를 제조할 때에는, 디카르복실산의 디오르가노디에스테르의 첨가량을 폴리카보네이트 및/또는 방향족 디오르가노디카보네이트의 첨가량에 비해 약간 과잉으로 하는 편이 용이하게 폴리에스테르 수지를 제조할 수 있다. 또한, 상기 몰비가 100 : 5 미만이면 폴리에스테르카보네이트 수지의 특징을 효과적으로 발현할 수 없고, 또, 100 : 200 을 초과하면, 디카르복실산의 디오르가노에스테르를 대과잉으로 사용하기 때문에, 비용이 지나치게 드는 등의 문제점을 갖는다.

[0054] 본 발명에 있어서는, 적당한 보조 용매, 예를 들어 디페닐에테르, 치환된 시클로헥산, 테카하이드로나프탈렌 등을 사용해도 된다. 또, 본 발명에 있어서는, 원하는 성질을 부여하기 위해서, 여러 가지의 화합물을 더해도 된다. 예를 들어, 점도를 조절하기 위해서 분기제 등을 사용하는 것도 가능하다. 또, 저착색의 폴리에스테르 수지 및 폴리에스테르카보네이트 수지를 얻기 위해서, 예를 들어, 산화 방지제를 더해도 된다. 일반적으로, 본 발명에 의한 폴리에스테르 수지 및 폴리에스테르카보네이트 수지의 중량 평균 분자량은, 폴리스티렌 환산으로 3000 ~ 150000 의 범위가 바람직하고, 3000 ~ 100000 의 범위가 더욱 바람직하다.

[0055] <폴리카보네이트 수지>

[0056] 본 발명에서 바람직하게 사용되는 폴리카보네이트 수지는, 분자 주사슬 중에 탄산에스테르 결합을 포함한다. 즉, $[-O-R-OCO-]$ 단위 (식 중, R 이 지방족기, 방향족기, 또는 지방족기와 방향족기의 쌍방을 포함하는 것, 또한 직사슬 구조 혹은 분기 구조를 갖는 것을 나타낸다) 를 포함하는 것이면 특별히 한정되는 것은 아니지만, 특히 하기 식 (A) 의 구조 단위를 포함하는 폴리카보네이트 수지를 사용하는 것이 바람직하다. 이와 같은 폴리카보네이트 수지를 사용함으로써, 내충격성이 우수한 광학 필름을 얻을 수 있다. 또, W02018/016516 이나 W02019/044875 에 기재되는 바와 같은 플루오렌 골격이나 비나프탈렌 골격을 갖는 폴리카보네이트 수지를 사용하는 것도 바람직하다.

[0057] [화학식 4]



[0058]

[0059] 구체적으로는, 폴리카보네이트 수지로서, 방향족 폴리카보네이트 수지 (예를 들어, 미즈비시 엔지니어링 플라스틱

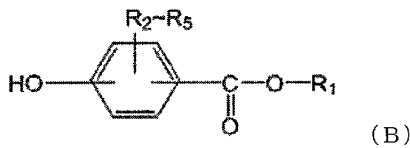
틱스 주식회사로부터 시판되고 있는, 유피론 S-2000, 유피론 S-1000, 유피론 E-2000) 등이 바람직하게 사용 가능하다.

[0060] 또, 본 발명에서는, 비스페녹시에탄올플루오렌, 비스페놀플루오렌, 비스크레졸플루오렌, 1,1'-비나프틸-2,2'-디올, 2,2'-비스(2-하이드록시에톡시)-1,1'-비나프탈렌, 1,4-시클로헥산디메탄올, 트리시클로데칸디메탄올, 이소소르비드, 스피로글리콜, 및 펜타시클로펜타데칸디메탄올로 이루어지는 군에서 선택되는 1 이상의 모노머를 유래로 하는 폴리카보네이트 수지를 사용할 수도 있다.

[0061] 본 발명에서 바람직하게 사용되는 폴리카보네이트 수지의 유리 전이 온도는, 120 ~ 160 °C 가 바람직하고, 125 ~ 155 °C 가 보다 바람직하고, 130 °C ~ 150 °C 가 특히 바람직하다.

[0062] 폴리카보네이트 수지는, 하기 일반식 (B) 로 나타내는 1 가 페놀을 말단 정지제로서 사용하여 합성하는 것이 바람직하다.

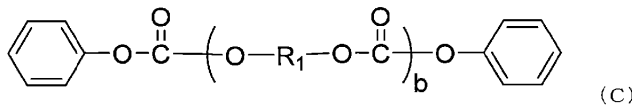
[0063] [화학식 5]



[0064] 식 중, R₁ 은, 탄소수 8 ~ 36 의 알킬기, 또는 탄소수 8 ~ 36 의 알케닐기를 나타내고, R₂ ~ R₅ 는 각각 수소, 할로젠, 또는 치환기를 가져도 되는 탄소수 1 ~ 20 의 알킬기 혹은 탄소수 6 ~ 12 의 아릴기를 나타내고, 상기 치환기는, 할로젠, 탄소수 1 ~ 20 의 알킬기, 또는 탄소수 6 ~ 12 의 아릴기이다.

[0065] 폴리카보네이트 수지의 제조 방법으로는, 하기 일반식 (C) 로 나타내는 폴리카보네이트 프레폴리머를 에스테르 교환 축매의 존재하에서, 디올 화합물 (예를 들어, 부틸에틸프로판디올, 비스페녹시에탄올플루오렌 등) 과 반응시켜 제조하는 방법을 들 수 있다.

[0066] [화학식 6]



[0067] (일반식 (C) 중, b 는 1 ~ 50 의 정수를 나타낸다.)

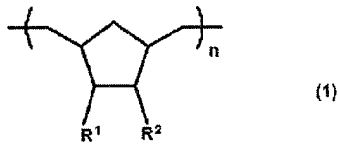
[0070] 또, 폴리카보네이트 수지의 다른 제조 방법으로는, 에스테르 교환 축매의 존재하, 디올 화합물과 탄산디아틸을 반응시켜 제조하는 방법을 들 수 있다.

[0071] 본 발명에 있어서, 폴리카보네이트 수지의 중량 평균 분자량은, 광학 필름의 내충격성 및 성형 조건에 영향을 미친다. 요컨대, 중량 평균 분자량이 지나치게 작은 경우에는, 광학 필름의 내충격성이 저하되므로 바람직하지 않다. 중량 평균 분자량이 지나치게 많은 경우에는, 폴리카보네이트 수지 (A) 를 적층시킬 때에 과잉된 열원을 필요로 하는 경우가 있어, 바람직하지 않다. 또, 성형법에 따라서는 높은 온도가 필요하게 되므로, 폴리카보네이트 수지가 고온에 노출되게 되어, 그 열안정성에 악영향을 미치는 경우가 있다. 폴리카보네이트 수지의 중량 평균 분자량은, 15,000 ~ 75,000 이 바람직하고, 20,000 ~ 70,000 이 보다 바람직하다. 더욱 바람직하게는 25,000 ~ 65,000 이다.

[0072] <시클로올레핀 수지>

[0073] 본 발명에서 바람직하게 사용되는 시클로올레핀 수지는, 하기 일반식 (1)

[0074] [화학식 7]

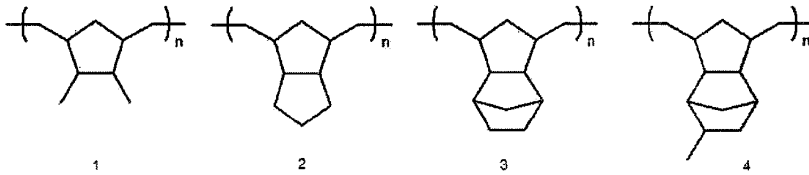


[0075]

[0076] 로 나타낸다.

[0077] 일반식 (1) 중, R^1 , R^2 는 각각 독립적으로 $C_1 \sim C_6$ 의 알킬기이거나, 또는, R^1 및 R^2 가 서로 가교함으로써 시클로펜탄, 시클로헥산, 또는 노르보르난을 형성하고 있다. 일반식 (1) 로서, 예를 들어, 하기 폴리머 1 (R^1 이 메틸기, R^2 가 메틸기), 폴리머 2 (R^1 및 R^2 가 서로 가교함으로써 시클로펜탄을 형성하고 있다), 폴리머 3 및 폴리머 4 (R^1 및 R^2 가 서로 가교함으로써 노르보르난을 형성하고 있다) 를 들 수 있다.

[0078] [화학식 8]



[0079]

[0080] 일반식 (1) 중, n 은 모노머 단위의 반복수를 나타낸다. n 은 20 ~ 800 의 정수이다. 바람직하게는, 50 ~ 400 의 정수이다.

[0081] 시클로올레핀 수지는, 노르보르넨 유도체를 모노머로서 사용하여, 개환 메타세시스 중합을 실시한 후, 수소화함으로써 제조할 수 있다. 또, 노르보르넨 유도체는, $R^1CH = CHR^2$ 로 나타내는 올레핀과 시클로펜타디엔으로 Diels-Alder 반응을 실시함으로써 제조할 수 있다. 예를 들어, 상기 폴리머 1 이면, 올레핀으로서 2-부텐을 사용하고, 상기 폴리머 2 이면, 시클로펜텐을 사용함으로써 제조할 수 있다.

[0082] <아크릴 수지>

[0083] 본 발명에서 바람직하게 사용되는 아크릴 수지는, 아크릴계의 단량체 단위를 주성분으로 하는 중합체이다.

[0084] 아크릴 수지는, 유리 전이 온도 (T_g) 가 95 ~ 120 °C 인 것이 바람직하고, 95 ~ 115 °C 가 보다 바람직하다. T_g 가 95 °C 이상이면, 광학 필름의 표면 경도가 양호해진다. 또, T_g 가 120 °C 이하이면, 광학 필름의 성형성이 양호해진다. 여기서, T_g 는, DSC (시차 주사 열량 분석계) 에 의해 측정할 수 있다.

[0085] 「유리 전이 온도」는, JIS K 7121, 3. (2) 에 기재된 방법에 준거하여 승온 속도 10 °C/분의 조건으로 승온을 실시하고, 「보외 유리 전이 개시 온도」로서 측정되는 온도이다.

[0086] 본 발명에서 바람직하게 사용되는 아크릴 수지는, 알킬(메트)아크릴레이트로부터 얻어지는 중합체이며, 알킬메타크릴레이트 단위를 70 질량% 이상 포함하는 중합체인 것이 바람직하다. 아크릴 수지 중의 알킬메타크릴레이트 단위의 함유율은, 광학 필름의 표면 경도 및 내열성의 점에서 80 질량% 이상이 보다 바람직하고, 광학 필름의 내열 분해성의 점에서 99 질량% 이하가 바람직하다. 85 질량% 이상, 99 질량% 이하가 더욱 바람직하다.

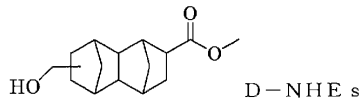
[0087] 아크릴 수지의 원료가 되는 단량체로는, 표면 경도가 높은 광학 필름을 얻는 점에서, 그 단독 중합체의 T_g 가 95 °C 이상인 알킬메타크릴레이트를 사용하는 것이 바람직하다. 이 요건을 만족하는 알킬메타크릴레이트로는, 예를 들어, 메틸메타크릴레이트, *t*-부틸메타크릴레이트, *t*-부틸시클로헥실메타크릴레이트, 이소보르닐메타크릴레이트를 들 수 있다. 이들은 1 종을 단독으로 사용해도 되고 2 종 이상을 병용해도 된다. 또한, 알킬메타크릴레이트의 알킬기는 분기형이어도 되고, 직사슬형이어도 된다. 또, 알킬메타크릴레이트의 알킬기의 탄소수는, 광학 필름의 내열성의 점에서 4 이하가 바람직하다.

[0088] 아크릴 수지는, 알킬메타크릴레이트로부터 얻어지는 중합체여도 되고, 알킬메타크릴레이트와 다른 단량체 (예를

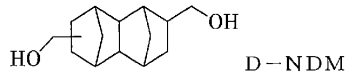
들어, 메타크릴산이나 스티렌)로부터 얻어지는 중합체여도 된다.

- [0089] 아크릴 수지의 Mw 는, 광학 필름의 기계적 특성의 점에서 3 만 이상이 바람직하고, 광학 필름의 성형성의 점에서 20 만 이하가 바람직하다. 5 만 이상, 15 만 이하가 보다 바람직하고, 7 만 이상, 15 만 이하가 더욱 바람직하다.
- [0090] 실시예
- [0091] 이하에, 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명하지만, 본 발명은 이들 실시예에 의해 그 범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0092] <과장 분산 특성의 측정 방법>
- [0093] 일본 분광 주식회사 제조 분광 엘립소미터 (모델명 「M-220」) 를 사용하여, 과장 400 ~ 800 nm 간의 광탄성 계수를 50 nm 간격으로 측정한 값과, 550 nm 에 있어서의 광탄성 계수의 값으로부터, 과장 분산 특성을 구하였다.
- [0094] <필름 두께의 측정 방법>
- [0095] 미츠토요사 제조 마이크로미터 MDE-25MX 를 사용하여 필름의 두께를 측정하였다. 필름 중심부를 3 회 측정하고, 평균치를 두께로서 채용하였다.
- [0096] <필름 비중의 측정 방법>
- [0097] ALFAMiRAGE 제조 전자 비중계 SD-200L 을 사용하여 필름의 비중을 측정하였다.
- [0098] <필름의 흡수율의 측정 방법>
- [0099] 100 μm 의 필름을 제작하고, 23 ℃ 의 순수 속에 가라앉혀 24 시간 후의 중량을 측정하고, 이하의 식에 의해 흡수율을 구하였다.
- [0100]
$$\text{흡수율 \%} = (\text{흡수 후 필름 중량 g} - \text{흡수 전 필름 중량 g}) / (\text{흡수 전 필름 중량 g}) \times 100$$
- [0101] <필름 연필 경도의 측정 방법>
- [0102] JIS K-5600 에 준거한 방법에 의해 필름의 연필 경도를 측정하였다.
- [0103] <헤이즈의 측정 방법>
- [0104] JIS K 7136 : 2000 에 준거하여, 이하의 장치를 사용하여 헤이즈를 측정하였다.
- [0105] 장치 : 닛폰 전색 공업 주식회사 제조 색채·탁도 동시 측정기 「COH400」
- [0106] (실시예 1)
- [0107] 하기 구조식으로 나타내는 D-NHEs : 183.02 g (0.731 mol), 하기 구조식으로 나타내는 D-NDM : 108.36 g (0.487 mol), 디페닐카보네이트 : 105.76 g (0.494 mol), 및 티탄테트라부톡사이드 : 20.0 mg (5.9×10^{-5} mol) 을, 각각 교반기 및 유출 장치가 부착된 500 mL 반응기에 첨가하고, 계 내에 질소 가스를 도입하고, 질소 분위기 760 torr 하에서, 교반하면서, 1 시간에 걸쳐 180 ℃ 까지 가열하였다. 그리고, 180 ℃ 에 도달한 후, 30 분에 걸쳐 300 torr 까지 감압함과 함께, 감압 개시부터 2 시간에 걸쳐 255 ℃ 까지 승온을 하면서, 유출 메탄올 및 유출 페놀이 60 % 가 된 시점에서, 추가로 1 시간에 걸쳐 1 torr 이하까지 감압하였다. 그 후, 1 torr 이하에서 30 분간 유지하고, 폴리에스테르카보네이트 수지를 얻었다. 이와 같이 하여 얻어진 수지를 염화메틸렌에 10 질량% 농도로 용해시키고, 용액을 전해 도금 처리한 SUS 판 상에 흘려 넣어, 용매를 25 ℃ 에서 휘발시킴으로써 제거하여 두께 100 μm 의 필름을 성형하였다. 계속하여 그 필름을 100 ℃ 에서 12 시간 건조시켜, 잔류 용매를 제거하고, 두께 100 μm 의 광학 필름을 얻었다. 그 결과, 과장 분산 특성은, $\Delta \lambda / \Delta 550 = 1745 \times \lambda^{-1.18}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1) 에 있어서의 a 는 1745, b 는 1.18 이었다. 그 필름의 물성값을 측정된 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0108] [화학식 9]



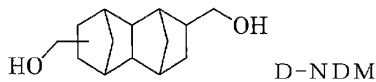
[0109]



[0110] (실시예 2)

[0111] 하기 구조식으로 나타내는 D-NDM : 50.00 g (0.225 몰), 디페닐카보네이트 : 48.68 g (0.227 몰), 및 탄산수소나트륨 : 0.19 mg (2.3 μ 몰) 을 교반기 및 유출 장치가 부착된 300 mL 반응기에 넣고, 질소 분위기 760 Torr 하 1 시간에 걸쳐 215 $^{\circ}$ C 로 가열하고, 교반하였다. 오일 배스에서 가열을 실시하고, 200 $^{\circ}$ C 에서부터 에스테르 교환 반응을 개시하였다. 반응 개시로부터 5 분 후에 교반을 개시하고, 20 분 후, 10 분에 걸쳐 760 Torr 에서 200 Torr 까지 감압하였다. 감압하면서 온도를 210 $^{\circ}$ C 까지 가열하고, 반응 개시 후 70 분 후에 220 $^{\circ}$ C 까지 승온, 80 분 후로부터 30 분에 걸쳐 150 Torr 까지 감압, 온도를 240 $^{\circ}$ C 까지 승온시킴과 함께 1 Torr 까지 감압한 후 10 분간 유지하고, 폴리카보네이트 수지를 얻었다. 이와 같이 하여 얻어진 수지를 사용하고, 실시예 1 과 동일한 방법으로, 두께 100 μ m 의 광학 필름을 얻었다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta \lambda / \Delta 550 = 1720 \times \lambda^{-1.18}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1) 에 있어서의 a 는 1720, b 는 1.18 이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0112] [화학식 10]



[0113]

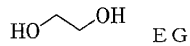
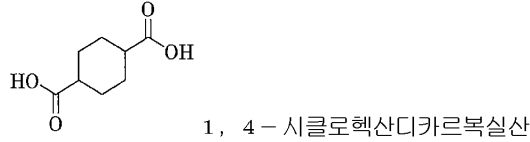
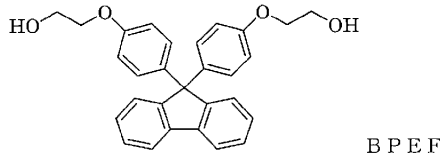
[0114] (실시예 3)

[0115] 실시예 2 에서 얻어진 폴리카보네이트 수지를 250 $^{\circ}$ C 로 가열한 SUS 금속판 사이에 끼우고, 프레스기로 3 분간 100 kgf 의 압력을 가하고, 또한 25 $^{\circ}$ C 로 설정한 프레스기로 5 분간 100 kgf 의 압력을 가해, 두께 100 μ m 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta \lambda / \Delta 550 = 1730 \times \lambda^{-1.18}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1) 에 있어서의 a 는 1730, b 는 1.18 이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0116] (실시예 4)

[0117] 하기 구조식으로 나타내는 1,4-시클로헥산디카르복실산 : 93.09 g, 하기 구조식으로 나타내는 BPEF : 189.68 g, 하기 구조식으로 나타내는 에틸렌글리콜 (EG) : 50.34 g, 아세트산망간 4 수화물 : 0.040 g 을 각각 교반기 및 유출 장치가 부착된 500 mL 반응기에 넣고, 질소 분위기하, 230 $^{\circ}$ C 까지 승온 후, 1 시간 유지하고, 소정량의 메탄올을 유출시켰다. 그 후, 인산 : 0.034 g, 이산화제르마늄 : 0.113 g 을 더해 승온과 감압을 서서히 실시하고, 최종적으로 270 $^{\circ}$ C, 0.1 kPa 이하에서 중축합을 실시하였다. 적당한 용융 점도가 된 시점에서 반응을 종료하고, 공중합 폴리에스테르를 얻었다. 이와 같이 하여 얻어진 수지를 실시예 1 과 동일한 방법으로, 두께 100 μ m 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta \lambda / \Delta 550 = 1814 \times \lambda^{-1.19}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1) 에 있어서의 a 는 1814, b 는 1.19 였다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0118] [화학식 11]

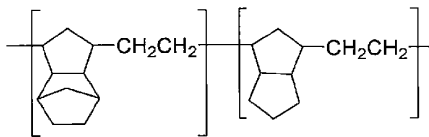


[0119]

[0120] (실시예 5)

[0121] 시판되는 하기 식으로 나타내는 구조의 시클로올레핀 수지를 사용하고, 실시예 3 과 동일한 방법으로 100 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 1702 \times \lambda^{-1.18}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1) 에 있어서의 a 는 1702, b 는 1.18 이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0122] [화학식 12]



[0123]

[0124] (실시예 6)

[0125] 시판되는 폴리메타크릴산메틸 수지 (PMMA) 를 사용하고, 실시예 1 과 동일한 방법으로 100 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 1805 \times \lambda^{-1.18}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1) 에 있어서의 a 는 1805, b 는 1.18 이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0126] (비교예 1)

[0127] 일본 특허 제2818398 의 실시예 3 을 참고로 폴리아미드를 합성하였다. 즉, 도데칸디아민 150 g, 1,4-시클로헥산디카르복실산 128 g, 50 % H_3PO_2 수용액 0.30 g, 벤조산 0.9 g, 및 물 0.12 리터를 120 $^\circ\text{C}$ 까지 가열하고, 균일해질 때까지 교반하고, 오토클레이브에 넣었다. 그 후, 275 $^\circ\text{C}$ 에서 중축합 반응을 시킨 후, 폴리아미드를 투명한 스트랜드로서 꺼내고, 냉각시켜 수지를 회수하였다. 얻어진 수지를 사용하고, 실시예 3 과 동일한 방법으로 100 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 1479 \times \lambda^{-1.16}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1) 에 있어서의 a 는 1479, b 는 1.16 이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1 에 나타낸다.

[0128] (비교예 2)

[0129] 질소 도입관, 교반 장치, 콘덴서를 구비한 3 구 플라스크에 디아민으로서 2,2-비스(4-(4-아미노페녹시)페닐)프로판올 8.210 g (20 mmol) 을 넣고, 충분히 탈수한 γ -부티로락톤 (GBL) 을 20 mL 및 톨루엔을 10 mL 더하였다. 이 용액에 H-PMDA (1,2,4,5-시클로헥산테트라카르복실산 2 무수물) 분말 4.483 g (20 mmol) 을 더해 승온해 가고, 이미드화에 의해 생성되는 물을 제거하면서 질소 분위기 중, 200 $^\circ\text{C}$ 에서 4 시간 교반하여 원 포트 중합을 실시하고, 용질 농도 30 질량% 의 균일하고 점조한 폴리아미드 바니시를 얻었다. 이 폴리아미드 바니시를 유리 기판에 도포하고, 열풍 건조기 중 80 $^\circ\text{C}$ 에서 2 시간 건조시켜 폴리아미드 필름을 제작하였다. 이것을 유리 기판째 진공 중 250 $^\circ\text{C}$ 에서 1 시간 건조시키고, 이어서 기판으로부터 벗겨 추가로 진공 중 250 $^\circ\text{C}$ 에서 1 시간 열처리를 실시하고, 막두께 100 μm 의 유연한 폴리아미드 필름을 얻었다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 6665 \times \lambda^{-1.39}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1) 에 있어서의 a 는 6665, b 는 1.39

였다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1에 나타낸다.

- [0130] (실시예 7)
- [0131] 실시예 1에서 얻어진 폴리카보네이트 수지를 사용하고, 실시예 3과 동일하게 하여, 두께 100 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 1760 \times \lambda^{-1.183}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1)에 있어서의 a는 1760, b는 1.183이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1에 나타낸다.
- [0132] (실시예 8)
- [0133] 실시예 1에서 얻어진 폴리카보네이트 수지를 사용하고, 실린더 온도 250 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정한 필름 압출기로, 두께 100 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 1690 \times \lambda^{-1.179}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1)에 있어서의 a는 1690, b는 1.179였다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1에 나타낸다.
- [0134] (실시예 9)
- [0135] 실시예 1에서 얻어진 폴리카보네이트 수지를 사용하고, 실린더 온도 270 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정한 필름 압출기로, 두께 100 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 1790 \times \lambda^{-1.180}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1)에 있어서의 a는 1790, b는 1.180이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1에 나타낸다.
- [0136] (실시예 10)
- [0137] 실시예 1에서 얻어진 폴리카보네이트 수지를 사용하고, 155 $^{\circ}\text{C}$ 로 가열한 SUS 금속판 사이에 끼우고, 프레스기로 3분간 100 kgf의 압력을 가하고, 또한 25 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정한 프레스기로 5분간 100 kgf의 압력을 가해, 100 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 2000 \times \lambda^{-1.200}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1)에 있어서의 a는 2000, b는 1.200이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1에 나타낸다.
- [0138] (실시예 11)
- [0139] W02018/016516의 실시예 7에서 얻어진 폴리카보네이트 수지를 사용하고, 실린더 온도 270 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정한 필름 압출기로, 두께 300 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 1821 \times \lambda^{-1.190}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1)에 있어서의 a는 1821, b는 1.190이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1에 나타낸다.
- [0140] (실시예 12)
- [0141] W02019/044875의 실시예 6-A에서 얻어진 폴리카보네이트 수지를 사용하고, 실린더 온도 270 $^{\circ}\text{C}$ 로 설정한 필름 압출기로, 두께 300 μm 의 필름을 제작하였다. 그 결과, 파장 분산 특성은, $\Delta\lambda/\Delta 550 = 1844 \times \lambda^{-1.190}$ 의 관계, 즉, 일반식 (1)에 있어서의 a는 1844, b는 1.190이었다. 그 필름의 물성값을 측정한 결과를 표 1에 나타낸다.

표 1

	실시예 1	실시예 2	실시예 3	실시예 4	실시예 5	실시예 6	비교예 1	비교예 2	실시예 7	실시예 8	실시예 9	실시예 10	실시예 11	실시예 12
식(1)중의 a	1745	1720	1730	1814	1702	1805	1479	6665	1760	1690	1790	2000	1821	1844
식(1)중의 b	1.180	1.180	1.180	1.190	1.180	1.183	1.162	1.390	1.183	1.179	1.180	1.200	1.190	1.190
λ	$\Delta \lambda / \Delta 550$													
400	1.4838	1.4625	1.4710	1.4527	1.4472	1.5074	1.4008	1.6104	1.4699	1.4482	1.5220	1.5085	1.4583	1.4768
450	1.2912	1.2727	1.2801	1.2627	1.2594	1.3114	1.2216	1.3672	1.2787	1.2787	1.3245	1.3097	1.2676	1.2836
500	1.1403	1.1239	1.1305	1.1139	1.1122	1.1577	1.0808	1.1810	1.1288	1.1288	1.1697	1.1542	1.1182	1.1324
550	1.0190	1.0044	1.0102	0.9945	0.9939	1.0343	0.9675	1.0344	1.0085	1.0085	1.0453	1.0294	0.9983	1.0109
600	0.9196	0.9064	0.9116	0.8967	0.8969	0.9331	0.8745	0.9166	0.9098	0.9098	0.9433	0.9274	0.9001	0.9115
650	0.8367	0.8247	0.8295	0.8152	0.8161	0.8488	0.7968	0.8201	0.8276	0.8276	0.8583	0.8424	0.8184	0.8287
700	0.7666	0.7556	0.7600	0.7464	0.7477	0.7775	0.7311	0.7398	0.7582	0.7582	0.7864	0.7707	0.7493	0.7587
750	0.7067	0.6966	0.7006	0.6876	0.6893	0.7166	0.6748	0.6721	0.6987	0.6987	0.7249	0.7095	0.6902	0.6989
800	0.6549	0.6455	0.6492	0.6367	0.6387	0.6639	0.6260	0.6145	0.6474	0.6474	0.6717	0.6566	0.6392	0.6473
비중(g/cm^3)	1.18	1.20	1.20	1.22	1.01	1.19	1.00	1.40	1.18	1.18	1.18	1.18	1.25	1.25
흡수율(%)	0.12	0.10	0.10	0.13	0.01	0.22	3.0	1.0	0.12	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11
연필 경도	B	2B	2B	HB	H	4H	H	5B	B	B	B	B	HB	HB
헤이즈	0.12	0.13	0.11	0.11	0.15	0.10	0.90	0.85	0.13	0.12	0.15	0.20	0.13	0.12

도면

도면1

파장 분산 특성

