



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년07월31일
(11) 등록번호 10-0849552
(24) 등록일자 2008년07월24일

(51) Int. Cl.

G02B 5/30 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2002-0016391

(22) 출원일자 2002년03월26일

심사청구일자 2006년05월22일

(65) 공개번호 10-2002-0077102

(43) 공개일자 2002년10월11일

(30) 우선권주장

JP-P-2001-00094057 2001년03월28일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP06281814 A*

KR1020000017521 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

다이니폰 인사츠 가부시키키가이샤

일본 도쿄도 신주쿠구 이치가야카가정 1정목 1-1

(72) 발명자

우메야마사노리

일본도쿄도신주쿠구이치가야카가정1정목1-1다이니
폰인사츠가부시키키가이샤내

(74) 대리인

김윤배, 이범일

전체 청구항 수 : 총 7 항

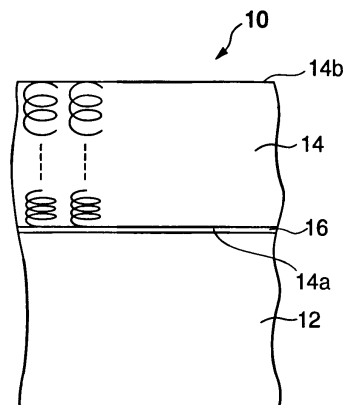
심사관 : 정성용

(54) 원편광 제어 광학 소자 및 그 제조 방법

(57) 요약

본 발명은, 광학적인 계면이 없으면서 내열성이 있는 반사 파장 대역이 넓은 원편광 제어 광학 소자(10)를 제공한다. 콜레스테릭 규칙성을 갖는 네마틱 액정과 키랄제를 광중합 개시제로 도포하고, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층을 배향막(16)이 형성된 유리 기판(12) 상에 형성한다. 이와 같이 해서 형성된 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층의 한쪽의 계면을 유리 기판(12)의 배향막(16)에 밀착시켜 산소에 접촉하지 않도록 함과 더불어 다른 쪽의 계면을 공기 분위기에 쪼이게 하고, 이 상태에서 콜레스테릭 액정층(18)에 대해서 약한 조사 강도의 자외선을 조사하는 것에 의해 콜레스테릭 액정층(18)을 경화시킨다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

기관 상에 광중합 개시제를 첨가한 콜레스테릭 액정 용액을 도포해서 미경화 상태의 액정층을 형성하는 공정과,
상기 기관 상에 형성된 상기 미경화 상태의 액정층에 자외선을 조사해서 경화시키는 공정을 포함하고,
상기 자외선을 조사하는 공정에서 상기 미경화 상태의 액정층 중 상기 기관측에 위치하는 표면과 반대측의 표면을 상압에서의 산소 농도가 10% 이상인 가스로 쪼이면서 상기 미경화 상태의 액정층에 대해서 자외선을 조사하
되,
상기 자외선을 조사하는 공정에서 자외선의 조사를 개시해서부터 상기 가스 중의 산소 농도를 서서히 저하시키
는 것을 특징으로 하는 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법.

청구항 2

기관 상에 광중합 개시제를 첨가한 콜레스테릭 액정 용액을 도포해서 미경화 상태의 액정층을 형성하는 공정과,
상기 기관 상에 형성된 상기 미경화 상태의 액정층에 자외선을 조사해서 경화시키는 공정을 포함하고,
상기 자외선을 조사하는 공정에서 상기 미경화 상태의 액정층 중 상기 기관측에 위치하는 표면과 반대측의 표면을 상압에서의 산소 농도가 10% 이상인 가스로 쪼이면서 상기 미경화 상태의 액정층에 대해서 자외선을 조사하
되,
상기 자외선의 조사 강도는 상기 가스 중에서 상기 액정층에 포함되는 상기 액정 분자를 균일한 나선 피치를 유
지한 채로 경화시키는데 필요로 되는 조사 강도의 10%~ 1%인 것을 특징으로 하는 원편광 제어 광학 소자의 제조
방법.

청구항 3

기관 상에 광중합 개시제를 첨가한 콜레스테릭 액정 용액을 도포해서 미경화 상태의 액정층을 형성하는 공정과,
상기 기관 상에 형성된 상기 미경화 상태의 액정층에 자외선을 조사해서 경화시키는 공정을 포함하고,
상기 자외선을 조사하는 공정에서 상기 미경화 상태의 액정층 중 상기 기관측에 위치하는 표면과 반대측의 표면을 상압에서의 산소 농도가 10% 이상인 가스로 쪼이면서 상기 미경화 상태의 액정층에 대해서 자외선을 조사하
되,
상기 기관 상에 형성된 상기 미경화 상태의 액정층 중 상기 기관측에 위치하는 표면과 반대측의 표면에 산소 투
과성 재료로 이루어지는 추가 기관을 밀착시키는 공정을 더 포함하고,
상기 자외선을 조사하는 공정에서 상기 한쌍의 기관의 사이에 끼워진 상기 미경화 상태의 액정층에 대해서 상기
추가 기관을 통해서 산소를 공급하면서, 자외선을 조사하는 것을 특징으로 하는 원편광 제어 광학 소자의 제조
방법.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 추가 기관 중 상기 액정층측의 표면에는 상기 액정층에 포함되는 상기 액정 분자를 배향
시키기 위한 배향능이 부여되는 것을 특징으로 하는 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법.

청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 가스는 공기인 것을 특징으로 하는 원편광 제어 광학 소자의
제조 방법.

청구항 6

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 자외선을 조사하는 공정에서, 상기 기관을 가열하는 것을 특징
으로 하는 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법.

청구항 7

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 기관 중 상기 액정층측의 표면에는 상기 액정층에 포함되는 상기 액정 분자를 배향시키기 위한 배향능이 부여되는 것을 특징으로 하는 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법.

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <11> 본 발명은 무편광으로부터 우선회 또는 좌선회의 원편광을 추출하기 위한 원편광 제어 광학 소자 및 그 제조 방법에 관한 것이다.
- <12> 종래부터, 이와 같은 원편광 제어 광학 소자로서, 콜레스테릭(cholesteric) 규칙성을 갖는 액정층을 구비하고, 그 나선 구조의 피치(나선 피치)에 대응하는 파장의 우선회 또는 좌선회의 원편광 중 한쪽을 소정의 반사 파장 대역에서 반사하고, 나머지를 투과하는 것이 알려져 있다. 또한, 본 명세서 중에서 「액정층」이란 용어는 광학적으로 액정의 성질을 갖는 층이란 의미로 이용되고, 층의 상태로서는 유동성이 있는 액정상의 상태 이외에, 액정상이 갖는 분자 배열을 유지해서 고화된 고상의 상태도 포함한다.
- <13> 이와 같은 원편광 제어 광학 소자는 액정 표시 패널 등에 널리 이용되는 것이고, 반사 파장 대역으로서 가시광 영역의 전역에 걸친 넓은 범위의 대역이 필요하게 되는 일이 많다.
- <14> 종래, 이와 같은 원편광 제어 광학 소자에 있어서, 반사 파장 대역을 광대역화하는 수법으로서 다른 중심 반사 파장을 갖는 액정층을 복수 적층하는 방법이 알려져 있다. 또한, 단계적(연속적)으로 나선 피치를 변화시킬 수 있는 콜레스테릭 액정 재료를 이용하고, 그 나선 피치를 두께 방향으로 변화시키는 방법이 알려져 있다(미국 특허 제5691789호 명세서 및 특개평6-281814호 공보).
- <15> 더욱이, 특개평10-319235호 공보 및 특개평11-44816호 공보에 개시되어 있는 바와 같이, 2층의 콜레스테릭 액정 폴리머층을 압착한 후, 열처리에 의해 단계적으로 나선 피치를 변화시키는 방법이 알려져 있다.
- <16> 그러나, 상기된 종래 수법 중, 다른 중심 반사 파장을 갖는 액정층을 복수 적층하는 방법에서는 각 층의 반사 파장 대역이 단순히 서로 연결된 것으로 전체 반사 파장 대역이 결정되므로, 예컨대 가시광 영역 전역을 반사 파장 대역으로 하는 경우에 있어서는 다수의 액정층을 적층할 필요가 있다. 이에 따라, 이와 같은 경우에는 각

액정층 사이의 적층 계면에서 생기는 반사의 영향을 무시할 수 없게 되고, 광학 특성이 저하되어 버린다는 문제가 있다.

- <17> 또한, 단계적(연속적)으로 나선 피치를 변화시킬 수 있는 콜레스테릭 액정 재료를 이용하는 방법에서는 단일 액정층으로 반사 파장 대역의 광대역화를 행하는 것이 가능하므로, 원편광 반사율을 어느 정도 일정하게 하는 것이 가능하다는 이점이 있지만, 이 방법에서는 액정 재료 중에 비가교성의 액정 소자를 포함시키거나 (미국특허 제5691789호 명세서), 색소를 포함시키거나 할 필요가 있다(특개평6-281814호 공보). 이에 따라, 내열성이 결핍되거나 액정층에 색이 물으므로 광학 특성도 저하되어 버린다는 문제가 있다.
- <18> 더욱이, 2층의 콜레스테릭 액정 폴리머층을 압착해서 열처리하는 방법에서는 고온에서 열처리가 행해지므로 액정 재료에 내열성이 필요하고, 액정 재료의 종류가 한정되어 버리는 문제가 있다. 또한, 액정 폴리머층의 접착 계면은 일단 폴리머화되어 있기 때문에, 광학적인 계면은 완전하게는 소실되지 않고, 이와 같은 계면이 다수 존재하는 경우에는 광학 특성이 저하되어 버리는 문제가 있다.
- <19> 더욱이 또한, 상기된 방법에 이용되는 액정은 어느 것도 반응성 액정이 아니라 반사 파장 대역을 광대역화한 후에 액정층의 구조를 고정하는 것이 곤란하고, 다시 가열하면 해당 액정층의 구조가 변화되어 버리는 문제가 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <20> 본 발명자는 이와 같은 문제에 관해서 예의(銳意) 연구를 거듭한 결과, 콜레스테릭 규칙성을 갖는 액정층의 표면의 경화도의 차이에 의해 간편한 방법으로 본래적으로는 액정층 내에서 균일한 나선 피치로 되는 콜레스테릭상 구조를 액정층 내에서 연속적으로 나선 피치가 변화된 콜레스테릭상 구조로 이행시키는 것이 가능한 것을 발견했다.
- <21> 본 발명은 이와 같은 견지에 기초해서 이루어진 것으로, 반사 파장 대역을 광대역화하는 경우에 있어서도 계면 반사 등에 기인해서 광학 특성이 저하하지 않는 원편광 제어 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <22> 또한, 본 발명은 내열성이 있고, 그 광학 특성이 고정되면서 가열해도 광학 특성이 변화되거나 하지 않는 원편광 제어 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <23> 본 발명은 제1해결 수단으로서, 플라나 배향된 콜레스테릭 규칙성을 갖는 액정층에 있어서, 액정 분자와 액정 분자의 나선 구조에서 나선 피치를 제어하는 키랄제를 포함하는 경화 상태의 액정층을 구비하고, 상기 액정층에 포함되는 상기 키랄제의 농도가 해당 액정층의 두께 방향에 대해서 직선적으로 변화된 것을 특징으로 하는 원편광 제어 광학 소자를 제공한다.
- <24> 또한, 본 발명의 제1해결 수단에서는, 상기 액정층을 지지하는 기판에 있어서, 상기 액정층에 포함되는 상기 액정 분자를 배향시키기 위한 배향능(背向能)이 상기 액정층측의 표면에 부여된 기판을 더 구비하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 액정층 중 상기 기판측에 위치하는 제1표면측의 나선 피치가 상기 제1표면의 반대측에 위치하는 제2표면측의 나선 피치 보다도 짧은 피치인 것이 바람직하다. 또한, 상기 액정층 중 상기 기판측에 위치하는 제1표면측의 나선 피치는 상기 제1표면의 반대측에 위치하는 제2표면측의 나선 피치 보다도 긴 피치여도 좋다. 더욱이, 상기 액정층은 광중합 개시제를 더 포함하고, 상기 액정층에 포함되는 상기 액정 분자는 중합성 모노머 액정 분자 및 중합성 올리고머 액정 분자 중 적어도 한쪽인 것이 바람직하다.
- <25> 본 발명은, 제2해결 수단으로서, 기판 상에 광중합 개시제를 첨가한 콜레스테릭 액정 용액을 도포해서 미경화 상태의 액정층을 형성하는 공정과, 상기 기판 상에 형성된 상기 미경화 상태의 액정층에 자외선을 조사해서 경화시키는 공정을 포함하고, 상기 자외선을 조사하는 공정에서 상기 미경화 상태의 액정층 중 상기 기판측에 위치하는 표면과 반대측의 표면을 상압(常壓)에서의 산소 농도가 10% 이상의 가스 분위기로 쪼이면서 상기 미경화 상태의 액정층에 대해서 자외선을 조사하는 것을 특징으로 하는 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법을 제공한다.
- <26> 또한, 본 발명의 제2해결 수단에서는, 상기 가스 분위기는 공기 분위기인 것이 바람직하다. 또한, 상기 자외선을 조사하는 공정에서 자외선의 조사를 개시하고나서 상기 가스 분위기 중의 산소 농도를 서서히 저하시키는 것이 바람직하다. 더욱이, 상기 자외선의 조사 강도는 상기 가스 분위기에서 상기 액정층에 포함되는 상기 액정

분자를 균일하게 나선 피치를 유지한 채로 경화시키는데 필요로 되는 조사 강도의 대략 10%~ 대략 1%인 것이 바람직하다. 더욱이, 상기 자외선을 조사하는 공정에서, 상기 기판을 가열하는 것이 바람직하다. 더욱이, 상기 기판 중 상기 액정층측의 표면에는 상기 액정층에 포함되는 상기 액정 분자를 배향시키기 위한 배향능이 부여되어 있는 것이 바람직하다. 더욱이, 상기 기판 상에 형성된 상기 미경화 상태의 액정층 중 상기 기판측에 위치하는 표면과 반대측의 표면에 산소 투과성 재료로 이루어지는 추가 기판을 밀착시키는 공정을 더 포함하고, 상기 자외선을 조사하는 공정에서 상기 한 쌍의 기판의 사이에 끼워진 상기 미경화 상태의 액정층에 대해서 상기 추가 기판을 통해서 산소를 공급하면서, 자외선을 조사하는 것이 바람직하다. 또한, 상기 추가 기판 중 상기 액정층측의 표면에는 상기 액정층에 포함되는 상기 액정 분자를 배향시키기 위한 배향능이 부여되고 있는 것이 바람직하다.

<27> 본 발명에 따른 원편광 제어 광학 소자에 의하면, 플라나 배향된 콜레스테릭 규칙성을 갖는 액정층에 포함되는 키랄제의 농도를 액정층의 두께 방향에 대해서 직선적으로 변화시키는 것에 의해 액정층 중의 액정 분자의 나선 구조에서 나선 피치를 제어하고 있으므로, 다수의 액정층을 적층하지 않고 단층의 액정층에 의해서 반사 파장 대역의 광대역화를 도모할 수 있고, 광학적인 계면을 작게 하는 것으로 계면 반사에 기인한 광학 특성의 저하를 방지할 수 있다. 또한, 액정 성분의 농도 분포를 발생시키기 위해 통상 이용되는 비가교 물질 등을 포함할 필요가 없고, 또한 자외선에 의해 완전히 액정 분자의 구조를 고정할 수 있으므로, 내열성이 있음과 더불어 그 광학 특성이 고정되고, 더욱이 그 후의 가열에 의해서도 광학 특성이 변화하지 않는다. 더욱이, 미경화 상태의 액정층을 경화하는 공정에서, 통상 어닐 공정에 이용되도록 고온(150~300℃)으로 가열할 필요가 없으므로 액정 재료의 선택 범위가 넓게 된다.

<28> 또한, 본 발명에 따른 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법에 의하면, 경화 상태의 액정층의 표리의 경화도의 차이에 의해 본래적으로는 액정층 내에 균일한 나선 피치로 되는 콜레스테릭상 구조를 액정층 내에서 연속적으로 나선 피치가 변화된 콜레스테릭상 구조로 이행시키는 것이 가능하므로, 광대역화된 반사 파장 대역을 갖는 단층의 액정층으로 이루어지는 원편광 제어 광학 소자를 용이하게 그리고 효율 좋게 제조할 수 있고, 액정층에서 반사 파장 대역의 폭을 양호하게 제어할 수 있다.

<29> 여기서, 본 발명에 따른 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법에 있어서는, 플라나 배향된 콜레스테릭 규칙성을 갖는 미경화 상태의 액정층의 한쪽 계면을 기판에 밀착시켜서 산소에 접촉하지 않도록 함과 더불어 다른 쪽의 계면을 공기 분위기 등의 상압에서 산소 농도가 10% 이상의 가스 분위기로 쪼이고, 이 상태에서 액정층에 대해서 약한 조사 강도의 자외선을 조사하는 것에 의해 액정층을 경화시킨다. 이 경우, 액정층의 가스 분위기측의 표면에서는 가스 분위기 중의 산소에 의해 자외선의 조사에 의해서 생기는 라디칼 중합이 저해되어 액정 분자가 경화되기 어렵게 되는 한편, 액정층의 기판측의 표면에서 액정 분자는 양호하게 경화한다. 이에 의해서, 액정층 내에서는 해당 액정층의 두께 방향에 대해서 액정 분자의 경화 속도 분포가 생기고, 이와 같은 경화 속도 분포에 대응해서 콜레스테릭 액정의 주재료인 액정 분자와 키랄제에 농도 구배가 생긴다. 즉, 콜레스테릭 액정의 주재료인 액정 분자와 키랄제는 그 응답성(즉, 경화되기 쉬움)이 다르므로, 상기된 바와 같은 경화 속도 분포에 의해 자외선을 조사하기 전에는 콜레스테릭 액정층 내에서 균일한 주재료와 키랄제의 농도 분포가 액정층의 두께 방향에 대해서 다른 것으로 되고, 기판측의 제1표면과 공기 분위기측의 제2표면의 사이에서 나선 피치가 다른 경화 상태의 액정층이 형성된다.

<30> 바람직한 실시 형태

<31> 이하, 도면을 참조해서 본 발명의 실시 형태에 관해서 설명한다.

<32> 도 1에 나타난 바와 같이, 본 발명의 1실시 형태에 따른 원편광 제어 광학 소자(10)는 유리 기판(12)과 유리 기판(12)에 지지된 플라나(planar) 배향된 콜레스테릭 규칙성을 갖는 콜레스테릭 액정층(14)을 구비하고 있다. 또한, 유리 기판(12) 중 콜레스테릭 액정층(14)측의 표면에는 콜레스테릭 액정층(14)에 포함되는 액정 분자를 배향시키기 위한 배향능이 부여된 배향막(16)이 형성되어 있다.

<33> 여기서, 콜레스테릭 액정층(14)은 액정 분자로서의 네마틱 액정과 키랄(chiral)제를 포함하는 키랄네마틱 액정(콜레스테릭 액정)으로 이루어지고, 키랄제의 농도를 변화시키는 것에 의해 액정 분자의 나선 구조에서 나선 피치를 제어할 수 있도록 되어 있다. 또한, 콜레스테릭 액정층(14)은 후술된 바와 같이, 네마틱 액정과 키랄제를 혼합한 콜레스테릭 액정 모노머의 용액(콜레스테릭 액정 용액)에 광중합 개시제를 첨가하고, 이 콜레스테릭 액정 용액을 유리 기판(12)의 배향층(16) 상에 도포한 후, 자외선을 조사해서 경화시키는 것에 의해 형성할 수 있다. 또한, 콜레스테릭 액정층(14)에 포함되는 액정 분자로서는 중합성 모노머 액정 분자나 중합성 올리고머 액정 분자를 이용할 수 있다. 여기서, 중합성 모노머 액정 분자를 이용하는 경우는, 특허평7-258638호 공보나 특

표평10-508882호 공보에 기재되어 있는 바와 같은 액정성 모노머 및 키랄 화합물의 혼합물을 이용할 수 있다. 또한, 중합성 올리고머 액정 분자를 이용하는 경우는, 특개소57-165480에 기재되어 있는 바와 같은 콜레스테릭 상을 갖는 환식유기폴리실리코화합물을 이용할 수 있다.

<34> 또한, 콜레스테릭 액정층(14)에서는 콜레스테릭 액정층(14)에 포함되는 키랄제의 농도가 콜레스테릭 액정층(14)의 두께 방향에 관해서 직선적으로 변화하고, 이에 의해 액정 분자의 나선 구조에서 나선 피치가 콜레스테릭 액정층(14)의 두께 방향에 연속적으로 변화하도록 되어 있다.

<35> 여기서, 콜레스테릭 액정층(14) 중 유리 기판(12)측에 위치하는 제1표면(14a)측의 나선 피치는 제1표면(14a)의 반사측에 위치하는 제2표면(14b)측의 나선 피치 보다도 짧은 피치여도 좋고(도 1참조), 제2표면(14b)측의 나선 피치 보다도 긴 피치여도 좋다. 또한, 이와 같은 나선 피치의 변화는 후술하는 바와 같이 콜레스테릭 액정의 주재료인 네마틱 액정과 키랄제의 반응성의 차이에 의해서 결정되고, 주재료 보다도 키랄제의 반응성이 큰 경우에는 유리 기판(12)측이 보다 짧은 피치로 되며, 반대의 경우에는 유리 기판(12)측이 보다 긴 피치로 된다.

<36> 상기된 바와 같은 콜레스테릭 액정층(14)은, 일반적으로 액정 분자의 물리적인 분자 배열에 기초해서, 한 방향의 선회 광 성분과 이와 반대로 회전하는 선회 광 성분을 분리하는 선회 광 선택 특성(편광 분리 특성)을 갖는다. 즉, 이와 같은 콜레스테릭 액정층(14)에 대해서, 액정의 플라나 배열의 헬리칼 축(나선 중심축)을 따라서 입사한 자연광(무편광)은 우 선회 및 좌 선회의 2개의 원편광 성분으로 분리되고, 한쪽은 투과되며, 다른 쪽은 반사된다. 이 현상은 원편광 2색성으로서 알려지고, 액정 분자의 나선 구조에서 선회 방향을 적당히 선택하면, 이 선회 방향과 동일한 선회 광 방향을 갖는 원편광 성분이 선택적으로 반사된다.

<37> 이 경우의 최대 선회 광 광 산란은, 다음 식 (1)의 파장 λ_0 에서 발생한다.

<38>
$$\lambda_0 = n_{av} \cdot p \quad \dots (1)$$

<39> 여기서, p 는 액정 분자의 나선 구조에서 나선 피치(액정 분자의 분자 나선의 1피치 당의 길이), n_{av} 는 헬리칼 축에 직교하는 평면 내에서의 평균 굴절률이다. 또한, 이 때의 반사광의 파장 대역폭($\Delta\lambda$)은 다음 식 (2)으로 표시된다.

<40>
$$\Delta\lambda = \Delta n \cdot p \quad \dots (2)$$

<41> 여기서, Δn 은 복굴절 값이다.

<42> 즉, 콜레스테릭 액정층(14)에서, 입사된 무편광은 상기된 바와 같은 편광 분리 특성에 따라서 파장 λ_0 을 중심으로 한 파장 대역폭($\Delta\lambda$)의 범위(반사 파장 대역)의 광의 우선회 또는 좌선회의 원편광 성분 중 한쪽이 반사되고, 다른 쪽의 원편광 성분 및 다른 파장 영역의 광(무편광)이 투과된다. 또한, 반사된 우선회 또는 좌선회의 원편광 성분은 통상의 반사와는 다르고, 위상이 반전되는 것이 아니라 그대로 반사된다.

<43> 일반적으로, 콜레스테릭 액정에 의한 가시광 영역에서의 반사 파장 대역의 반값 폭은 25nm~100nm이고, 가시광 영역 전역에 걸쳐서 폭넓게 반사할 수 없다. 특히, 단파장측의 400nm~500nm의 영역에서는 반값 폭이 50nm 이하로 되고, 대단히 좁은 반사 파장 대역으로 된다.

<44> 그러나, 본 실시 형태에 따른 원편광 제어 광학 소자(10)에서는 콜레스테릭 액정층(14) 중의 액정 분자의 나선 구조에서 나선 피치가 콜레스테릭 액정층(14)의 두께 방향으로 연속적으로 변화하므로, 반사 파장 대역의 폭을 크게 증대시킬 수 있다.

<45> 다음에, 도 2에 의해 도 1에 나타난 원편광 제어 광학 소자(10)의 제조 방법에 대해 설명한다.

<46> 우선, 도 2의 (a)에 나타난 바와 같이, 액정 분자를 배향시키기 위한 배향능이 부여된 배향막(16)이 형성된 유리 기판(12)을 준비하고, 이 배향막(16) 상에 네마틱 액정과 키랄제를 혼합한 콜레스테릭 액정 모노머의 용액(13; 콜레스테릭 액정 용액)을 스피너 등을 이용하여 도포한다. 여기서, 콜레스테릭 액정 용액(13)에는 광중합 개시제를 첨가한다. 또한, 광중합 개시제로서는, 일반적으로 이용되는 임의의 것을 이용할 수 있고, 예컨대 Irg907이나, Irg184, Irg361, Irg651(모두 Ciba사 제조) 등을 이용할 수 있다.

<47> 다음에, 도 2의 (b)에 나타난 바와 같이, 핫 플레이트 등에 의해 50~90℃의 온도로 콜레스테릭 액정 용액(13)을 가열하는 것에 의해, 콜레스테릭 액정 용액(13) 중의 용매를 증발시키고, 미경화상태의 콜레스테릭 액정층(18)을 형성한다.

<48> 그 다음, 도 2의 (c)에 나타난 바와 같이, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)에 대해서 대기 중에서(공기 분

위기 하에서), 약한 조사 강도의 자외선을 조사하고, 미리 첨가해 둔 광중합 개시제와 외부로부터 조사한 자외선에 의해서 중합을 개시시키는 것에 의해 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18) 중의 액정 분자를 3차원 가교(폴리머화)해서 경화시키며, 도 2의 (d)에 나타난 바와 같은 경화 상태의 콜레스테릭 액정층(14)을 형성한다. 또한, 이때, 필요에 따라서 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)이 형성되어 있는 유리 기판(12)을 가열하도록 해도 좋다. 여기서, 「3차원 가교」란 중합성 모노머 분자나 중합성 올리고머 분자를 서로 3차원적으로 중합해서, 그물망(네트워크) 구조의 상태로 하는 것을 의미한다. 이와 같은 상태로 하는 것에 의해서, 액정 분자를 액정상이 갖는 분자 배열을 유지한 채 광학적으로 고정할 수 있고, 광학막으로서 취급하는 것이 용이한, 상온에서 안정된 필름상의 막으로 할 수 있다.

<49> 여기서, 유리 기판(12)의 배향막(16)상에 도포된 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18) 중 유리 기판(12)측에 위치하는 표면과 반대측의 표면은 공기 분위에 쏘여지고, 공기 중의 산소(산소 농도 약 20%)에 의해 자외선의 조사에 의해 생기는 라디칼 중합이 저해된다. 이에 따라, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18) 중 유리 기판(12)측에 위치하는 표면과 반대측의 표면에서의 액정 분자는 유리 기판(12)측의 표면에서의 액정 분자에 비해서 경화되기 어렵게 된다.

<50> 이 때, 상기된 바와 같이, 자외선의 조사 강도를 약하게 하면, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18) 내에 액정 분자의 경화 속도 분포가 발생한다. 여기서, 콜레스테릭 액정의 주재료인 네마틱 액정과 키랄제는 그 반응성(즉, 경화하기 쉬움)이 다르므로, 상기된 경화 속도 분포에 의해 경화가 진행된 영역과 진행되지 않은 영역 사이에서 액정 성분(네마틱 액정 및 키랄제)의 농도 분포가 발생한다. 이와 같은 액정 성분의 농도 분포에 의해, 경화 상태의 콜레스테릭 액정층(14) 내에서 액정 분자의 나선 피치를 두께 방향으로 직선적으로 변화시킬 수 있고, 경화 상태의 콜레스테릭 액정층(14)의 반사 파장 영역이 광대역화 된다.

<51> 이 경우, 상기된 바와 같이, 콜레스테릭 액정층(14) 내에서의 액정 분자의 나선 피치의 변화는 콜레스테릭 액정의 주재료인 네마틱 액정과 키랄제의 반응성의 차이에 의해서 결정되고, 예컨대 주재료의 반응성이 키랄제의 반응성 보다도 작은 경우에는, 유리 기판(12)측이 보다 짧은 피치로 되고, 반대의 경우에는 유리 기판(12)측이 보다 긴 피치로 된다.

<52> 여기서, 자외선 조사 강도는 상기된 바와 같은 공기 분위기에서 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)에 포함되는 액정 분자를 균일한 나선 피치를 유지한 채로 경화시키는데 필요로 되는 조사 강도의 대략 10%~대략 1%, 보다 바람직하게는 대략 8%~대략 2%로 하는 것이 바람직하다.

<53> 또한, 자외선의 조사 강도가 강한 경우에는, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18) 내에서의 라디칼의 생성물이 크게 되고, 콜레스테릭 액정층(18)의 유리 기판(12)측의 표면과 공기 분위기측의 표면 사이의 경화도의 차이가 작게되며, 액정 성분의 농도 분포가 생기는 것 보다 빨리 전체가 경화되어 버리기 때문에, 통상의 좁은 반사 파장 대역을 갖는 콜레스테릭 액정층이 형성되어 버린다. 또한, 자외선의 조사 강도가 너무 약하면, 액정의 경화가 충분히 진행되지 않거나, 진행에 시간이 너무 걸리게 된다.

<54> 또한, 산소가 존재하는 분위기(라디칼 중합의 저해를 받는 환경)에서, 낮은 조사 강도로 자외선을 조사하는 경우, 콜레스테릭 액정층의 가장 표면(표면으로부터 nm 정도)은 조건에 의해서는 완전히 경화되지 않는 경우도 있다. 그러나, 본 실시 형태에 따른 콜레스테릭 액정층은 액정 성분의 농도 분포를 발생시키기 때문에 통상 이용되는 비가교 물질을 포함하지 않으므로, 가령 상기와 같은 상태가 발생해도 콜레스테릭 액정층 내에서의 분리(액정 성분의 농도 분포)가 발생한 후에, 필요에 따라서 자외선을 조사하는 것에 의해 완전하게 경화시키는 것도 가능하다. 또한, 본 실시 형태에 따른 콜레스테릭 액정층의 특수한 나선구조는 상기된 제조 과정에서 이미 고정되어 있으므로, 상기된 바와 같은 추가적인 자외선의 조사에 의해 광학 특성이 변화하는 일은 없다.

<55> 이와 같이, 본 실시 형태에 따른 원편광 제어 광학 소자(10)에 의하면, 플라나 배향된 콜레스테릭 액정층(14)에 포함되는 키랄제의 농도를 콜레스테릭 액정층(14)의 두께 방향에 대해서 직선적으로 변화시키는 것에 의해 콜레스테릭 액정층(14) 중의 액정 분자의 나선 구조에서 나선 피치를 제어하므로, 다수의 액정층을 적층하는 것이 아니라 단층의 액정층에 의해서 반사 파장 대역의 광대역화를 도모할 수 있고, 광학적인 계면을 작게 하는 것으로, 계면 반사에 기인한 광학 특성의 저하를 방지할 수 있다. 또한, 액정 성분의 농도 분포를 발생시키기 위해 통상 이용되는 비가교 물질 등을 포함할 필요가 없고, 또한 자외선에 의해 완전히 액정 분자의 구조를 고정하는 것이 가능하기 때문에, 내열성이 있게 됨과 더불어 그 광학 특성이 고정되며, 더욱이 그 후의 가열에 의해서도 광학 특성이 변화하는 일은 없다. 더욱이, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)을 경화하는 공정에서, 통상 어닐공정에 이용되는 고온(150~300℃)으로 가열할 필요가 없으므로, 액정 재료의 선택 범위가 넓어진다.

- <56> 또한, 본 실시 형태에 따른 원편광 제어 광학 소자(10)의 제조 방법에 의하면, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)의 표리의 경화도의 차이에 의해 본래적으로는 액정층 내에서 균일한 나선 피치로 되는 콜레스테릭상 구조를 액정층 내에서 연속적으로 나선 피치가 변화된 콜레스테릭상 구조로 이행시킬 수 있으므로, 광대역화된 반사 파장 대역을 갖는 단층의 콜레스테릭 액정층(14)으로 이루어지는 원편광 제어 광학 소자(10)를 용이하면서 효율 좋게 제조할 수 있고, 또한, 콜레스테릭 액정층(14)에서 반사 파장 대역의 폭을 양호하게 제어할 수 있다.
- <57> 또한, 상기된 실시 형태에서는 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)에 대해서 자외선을 조사할 때에, 콜레스테릭 액정층(18) 중 유리 기판(12)측에 위치하는 측과 반대측의 표면을 공기 분위기에 쬌여지도록 하고 있지만, 이 분위기는 공기 분위기에 한정되는 것이 아니라 상압의 산소 농도가 10% 이상의 가스 분위기이면 좋다.
- <58> 또한, 상기된 실시 형태에서는 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)의 한쪽의 표면에만 유리 기판(12)을 배치하도록 하고 있지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니라, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)의 한쪽 표면에 산소를 존재하지 않게 하고, 다른 쪽 표면만이 공기 분위기(산소가 존재하는 분위기)에 쬌여지도록 하는 것으로 하면, 그 이외의 임의의 구성을 취하는 것도 가능하다.
- <59> 따라서, 예컨대 도 3의 (a) 내지 도 3의 (d)에 나타낸 바와 같은 제조 방법을 갖는 것이 가능하다. 이 제조 방법에서는, 우선 도 3의 (a)에 나타낸 바와 같이 유리 기판(12)의 배향막(16) 상에 콜레스테릭 액정 용액(13)을 도포한다. 다음에, 도 3의 (b)에 나타낸 바와 같이 가온 처리에 의해 콜레스테릭 액정 용액(13) 중의 용매를 증발시켜서 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)을 형성한다. 그 후, 도 3의 (c)에 나타낸 바와 같이, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18) 중 유리 기판(12)측에 위치하는 표면과 반대측의 표면에 산소 투과성 재료로 이루어지는 추가 기판(20)을 배치해서 밀착시킨 후, 유리 기판(12:배향막(16))과 추가 기판(20:배향막(22))의 사이에 끼워진 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)에 대해서 자외선을 조사하고, 최종적으로 도 3의 (d)에 나타낸 바와 같은 경화 상태의 콜레스테릭 액정층(14)을 형성한다. 또한, 이 때 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)에 대해서 자외선을 조사할 때에는 콜레스테릭 액정층(18)에 대해서 추가 기판(20)을 통해서 산소를 공급하면서 자외선을 조사하도록 하면 좋다.
- <60> 이 경우, 추가 기판(20)을 통해서 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)으로 공급되는 산소의 투과량은 추가 기판(20) 중 콜레스테릭 액정층(18)측의 표면에서의 산소 분압이 상압에서의 산소 농도가 10% 이상으로 될 때의 분압과 동일 정도로 되도록 하면 좋다. 또한, 추가 기판(20)에 의한 산소의 투과량이 부족한 경우에는 가압된 상태에서 산소를 공급하거나 혹은 순(純) 산소를 이용하도록 하면 좋다. 또한, 추가 기판(20) 중 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)측의 표면에는 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)에 포함되는 액정 분자를 배향시키기 위한 배향능이 부여된 추가 배향막(22)이 형성되어 있으면 좋다. 또한, 상기된 바와 같은 산소 투과성을 갖는 추가 기판(20)으로서는 산소 투과막이나 콘택트렌즈 등에 이용되는 산소 투과성의 수지 등을 이용하는 것이 가능하다.
- <61> 더욱이, 상기된 실시 형태에서는 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층(18)에 대해서 자외선을 조사할 때에, 산소 농도 또는 산소 분압을 일정하게 하고 있지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니라 자외선을 조사하는 공정에서 자외선의 조사 개시 시에 산소 농도를 높게 해 두고, 자외선의 조사를 개시하고나서 산소 농도를 서서히 저하시키도록 해도 좋다. 이에 의해, 산소 농도의 저하의 속도에 맞춰서 액정의 경화 속도를 제어할 수 있다.
- <62> 또한, 상기된 실시 형태에서는 단층의 콜레스테릭 액정층(14)만을 이용해서 원편광 제어 광학 소자(10)를 구성하고 있지만, 본 발명은 이에 한정되는 것이 아니라 콜레스테릭 액정층(14)을 복수 적층해서 소망의 범위의 반사 파장 대역(예컨대, 가시광 영역 전역)을 커버하는 원편광 제어 광학 소자를 구성해도 된다.

<63> 실시예

- <64> 이하, 상기된 실시 형태의 구체적인 실시예를 비교예와 함께 설명한다.
- <65> (실시예1)
- <66> 네마틱 액정과 키랄제를 혼합하는 것에 의해 콜레스테릭 액정 모노머의 35%톨루엔 용액(콜레스테릭 액정 용액)을 준비했다. 더욱이, 이 콜레스테릭 액정 용액에는 광중합 개시제를 콜레스테릭 액정에 대해서 5% 첨가했다. 또한, 광중합 개시제로서는 Irg 907(Ciba사 제조)을 이용했다.
- <67> 상기와 같이 조정된 콜레스테릭 액정 용액을 배향 처리를 실시한 폴리이미드막 부착의 유리 기판 상에 스피너를 이용해서 도포하고, 다음에 90℃의 온도에서 건조시키는 것에 의해 콜레스테릭 액정 용액 중의 용매(톨루엔)를

제거했다. 이에 의해, 두께가 $3\mu\text{m}$ 의 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층이 형성되었다.

<68> 또한, 이와 같이 해서 형성된 콜레스테릭 액정층은, 상온으로부터 100°C 까지의 넓은 온도 범위에서 콜레스테릭 상을 갖고, 중심 반사 파장이 535nm , 반사 파장 대역의 반값 폭이 46nm 이며, 녹색의 우원편광을 경면적으로 반사하는 것이었다.

<69> 그 후, 이와 같은 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층을 유리 기판과 함께 공기 분위기 하에 놓고, 90°C 의 온도로 $2.6\text{mW}/\text{cm}^2$ (310nm)의 조사 강도의 자외선을 60초 조사했다. 이에 의해, 반사 파장 대역의 반값 폭이 대략 150nm 인 광대역화된 경화 상태의 콜레스테릭 액정층이 형성되었다.

<70> 이와 같이 해서 형성된 콜레스테릭 액정층의 우원편광 투과율의 파장 의존성을 도 4에 나타냈다. 또한, 이와 같이 해서 형성된 콜레스테릭 액정층의 나선 구조에서 나선 피치(p)의 변화의 상태를 측정한 결과를 도 5에 나타낸다.

<71> (실시예2)

<72> 실시예1과 동일한 방법으로, 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층을 배향 처리를 실시한 폴리이미드막 부착의 유리 기판 상에 형성하고, 그 후 공기 분위기 하에서 그리고 90°C 의 온도로 $7.5\text{mW}/\text{cm}^2$ (310nm)의 조사 강도의 자외선을 20초 조사했다. 이에 의해, 반사 파장 대역의 반값 폭이 대략 100nm 인 광대역화된 경화 상태의 콜레스테릭 액정층이 형성되었다.

<73> 이와 같이 해서 형성된 콜레스테릭 액정층의 우원편광 투과율의 파장 의존성을 도 6에 나타낸다.

<74> (비교예)

<75> 비교예1과 동일한 방법으로 구성된 미경화 상태의 콜레스테릭 액정층을 다른 경화 조건(분위기 및 자외선의 조사 정도(硬度))에서 경화시켰을 때의 경화 후의 각 콜레스테릭 액정층의 광학 특성을 비교했다.

<76> 경화 조건(분위기 및 자외선의 조사 정도)과 반사 파장 대역(반사 스펙트럼)의 반사 폭과의 관계를 하기 표 1에 나타낸다. 또한, 도 7 내지 도 10은 하기 표 1의 각각의 항목에 대응하는 콜레스테릭 액정층의 우원편광 투과율의 파장 의존성을 나타낸 도면이다.

<77> (표 1)

경화 시의 분위기	자외선 조사 강도(mW/cm^2)	반사 스펙트럼의 반값 폭(nm)
산소	220	43
(산소 농도 0.2% 이하)	100	43
	50	43
	10	43
	1	43
공기	220	43
	150	43
	100	43
	90	43
	75	62
	50	62
	25	(피크 분열)
	7.5	100
	3.5	110
	2.5	150

<79> 여기서, 질소 분위기 하(산소 농도 대략 0.2%)에서 콜레스테릭 액정층을 경화시킨 경우에는 상기 표 1 및 도 7에 나타낸 바와 같이, 자외선의 조사 강도를 변화시켜도 반사 파장 대역의 반값 폭은 일정하고, 반사광(원편광)의 스펙트럼 형상도 일정하여 광대역화는 일어나지 않는다.

<80> 한편, 공기 분위기 하(산소 농도 대략 20%)에서 콜레스테릭 액정층을 경화시킨 경우에는, 상기 표 1에 나타낸

바와 같이 자외선의 조사 강도에 의해서 반사 파장 대역의 반값 폭 및 반사광(원편광)의 스펙트럼의 형상이 크게 다르다.

<81> 여기서, 자외선의 조사 강도가 $90\text{mW}/\text{cm}^2$ 이상인 경우에는, 상기 표 1 및 도 8에 나타낸 바와 같이, 반사 파장 대역의 반값 폭은 통상의 값이고, 광대역화는 일어나지 않는다. 이에 대해서, 자외선의 조사 강도가 $90\text{mW}/\text{cm}^2$ 의 대략 8%인 $7.5\text{mW}/\text{cm}^2$ 이하의 경우에는 상기 표 1 및 도 9에 나타낸 바와 같이 반사 파장 대역의 반값 폭이 넓게 되고, 광대역화가 일어난다.

<82> 또한, 자외선의 조사 강도가 $90\text{mW}/\text{cm}^2$ 의 100% 미만 10% 이상의 범위에 해당하는 $25\text{mW}/\text{cm}^2$, $50\text{mW}/\text{cm}^2$, $75\text{mW}/\text{cm}^2$ 인 경우에는 반사광(원편광)의 스펙트럼의 형상에 변화는 있지만, 도 10에 나타낸 바와 같이 스펙트럼이 분열하거나 광대역화가 불충분했다.

발명의 효과

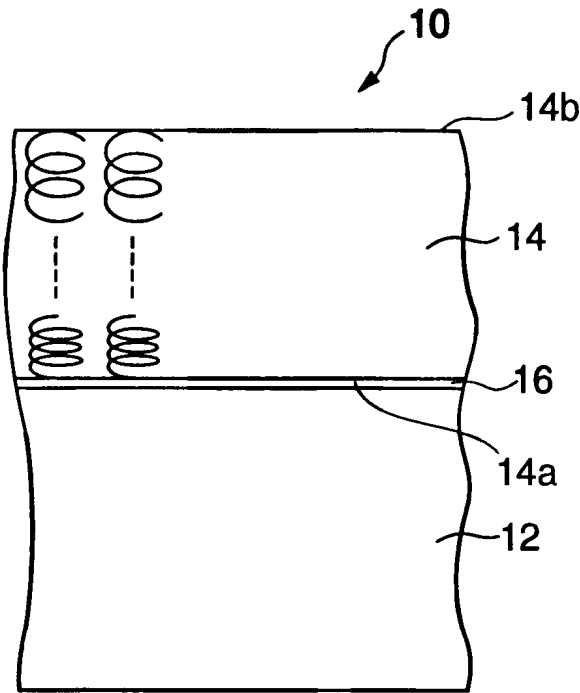
<83> 본 발명에 의하면, 반사 파장 대역을 광대역화하는 경우에 있어서도 계면 반사 등에 기인해서 광학 특성이 저하하지 않는 원편광 제어 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공하고, 또한 내열성이 있고, 그 광학 특성이 고정되면서 가열해도 광학 특성이 변화되거나 하지 않는 원편광 제어 광학 소자 및 그 제조 방법을 제공하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

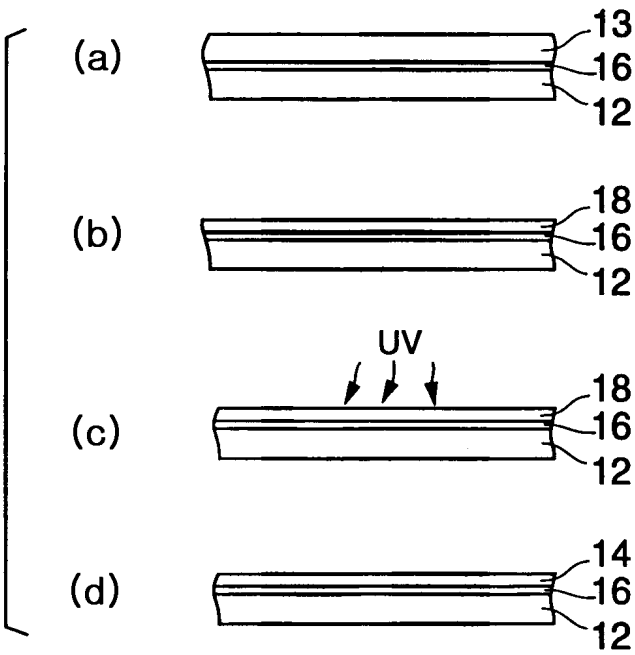
- <1> 도 1은 본 발명의 실시 형태에 따른 원편광 제어 광학 소자를 모식적으로 나타낸 확대 단면도,
- <2> 도 2는 도 1에 나타낸 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법의 1례를 설명하기 위한 개략 단면도,
- <3> 도 3은 도 1에 나타낸 원편광 제어 광학 소자의 제조 방법의 다른 예를 설명하기 위한 개략 단면도,
- <4> 도 4는 실시예1에 따른 콜레스테릭 액정층(원편광 제어 광학 소자)의 우(右)원편광 투과율의 파장 의존성을 나타낸 그래프,
- <5> 도 5는 실시예1에 따른 콜레스테릭 액정층(원편광 제어 광학 소자)의 나선 구조에서 나선 피치의 변화의 상태를 측정한 결과를 나타낸 도면,
- <6> 도 6은 실시예2에 따른 콜레스테릭 액정층(원편광 제어 광학 소자)의 우원편광 투과율의 파장 의존성을 나타낸 그래프,
- <7> 도 7은 질소 분위기 하에서 경화시킨 비교예에 따른 콜레스테릭 액정층(원편광 제어 광학 소자)의 우원편광 투과율의 파장 의존성을 나타낸 그래프,
- <8> 도 8은 공기 분위기 하에서 자외선의 조사 강도가 $90\text{mW}/\text{cm}^2$ 이상의 조건에서 경화시킨 비교예에 따른 콜레스테릭 액정층(원편광 제어 광학 소자)의 우원편광 투과율의 파장 의존성을 나타낸 그래프,
- <9> 도 9는 공기 분위기 하에서 자외선의 조사 강도가 $9\text{mW}/\text{cm}^2$ 이하의 조건에서 경화시킨 비교예에 따른 콜레스테릭 액정층(원편광 제어 광학 소자)의 좌원편광 투과율의 파장 의존성을 나타낸 그래프,
- <10> 도 10은 공기 분위기 하에서 자외선의 조사 강도가 $9\sim 90\text{mW}/\text{cm}^2$ 의 조건에서 경화시킨 비교예에 따른 콜레스테릭 액정층(원편광 제어 광학 소자)의 우원편광 투과율의 파장 의존성을 나타낸 그래프이다.

도면

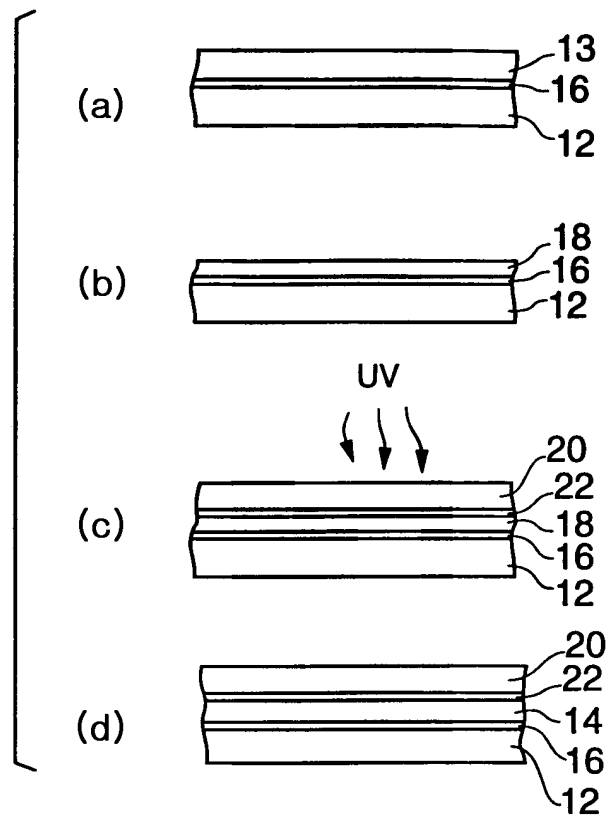
도면1



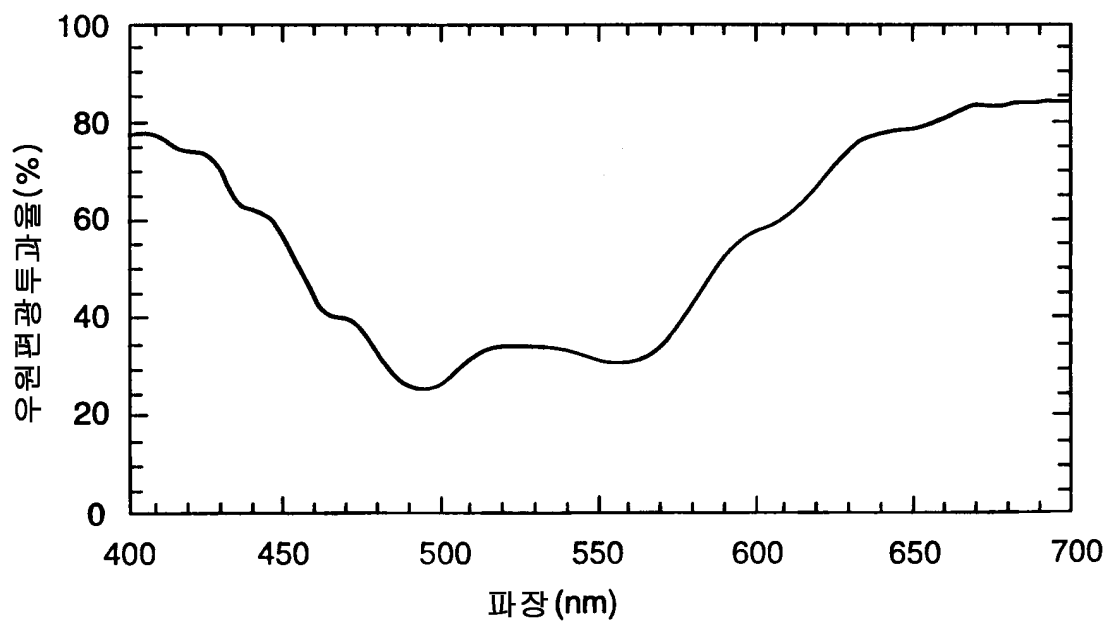
도면2



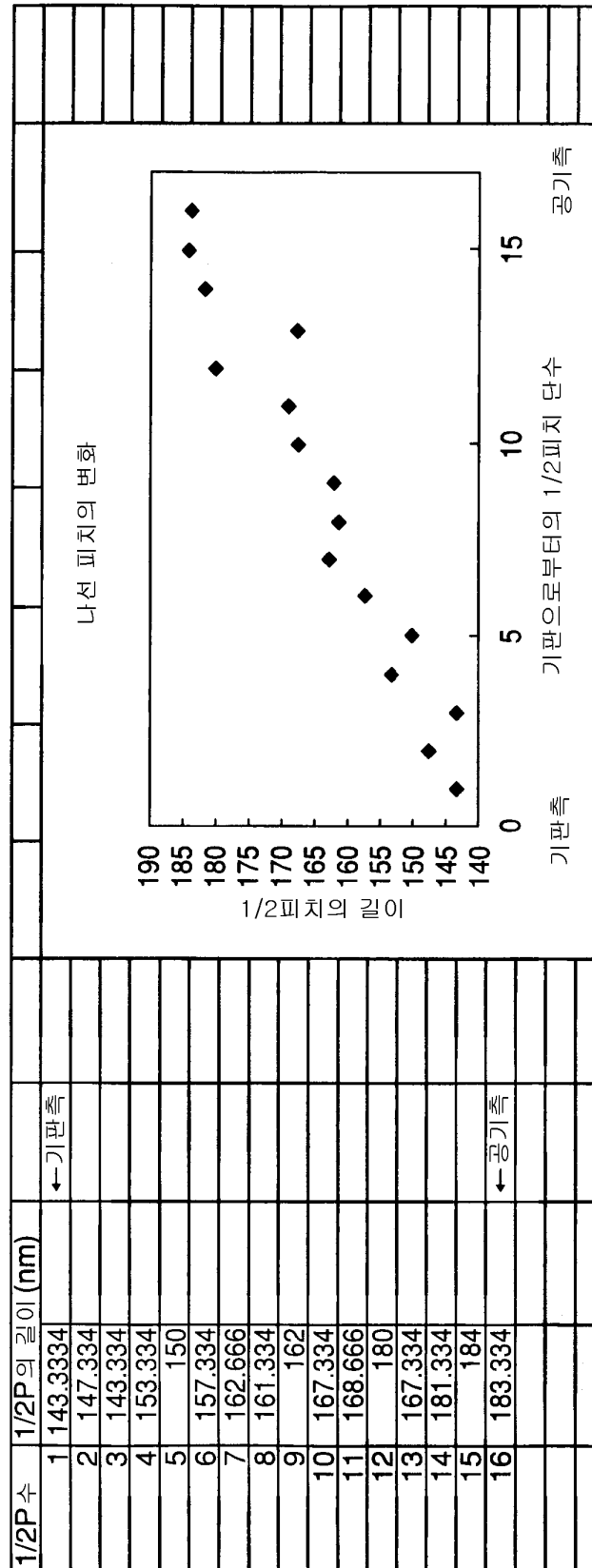
도면3



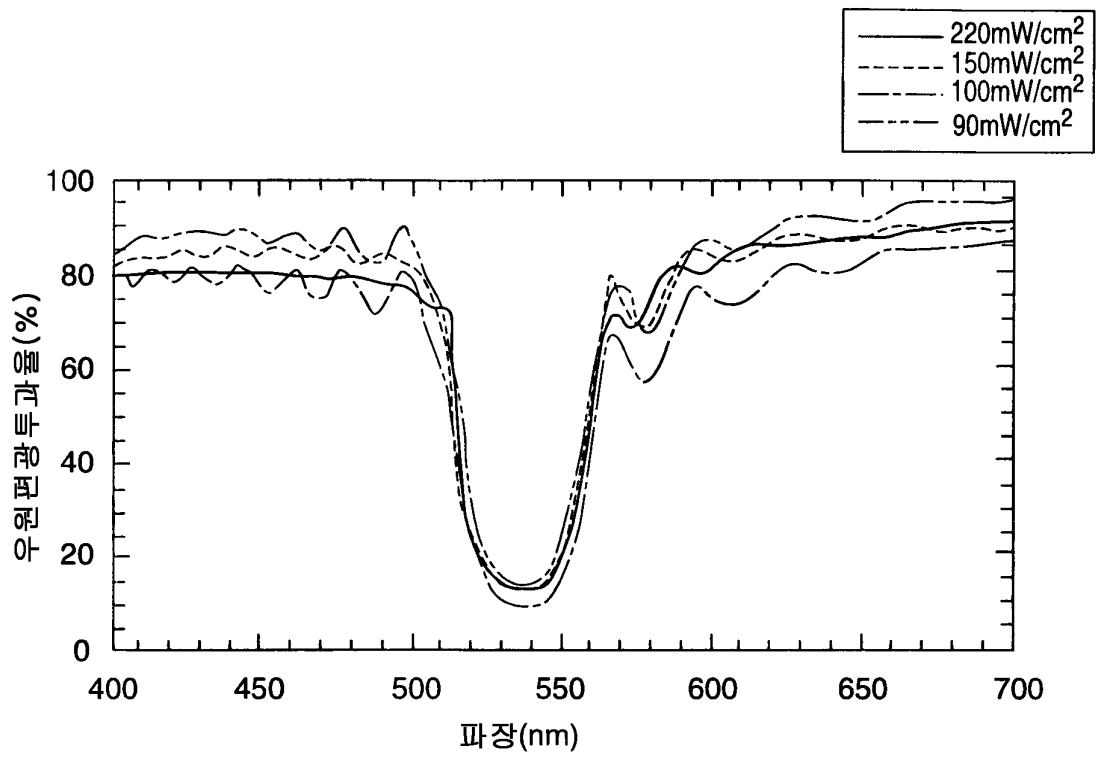
도면4



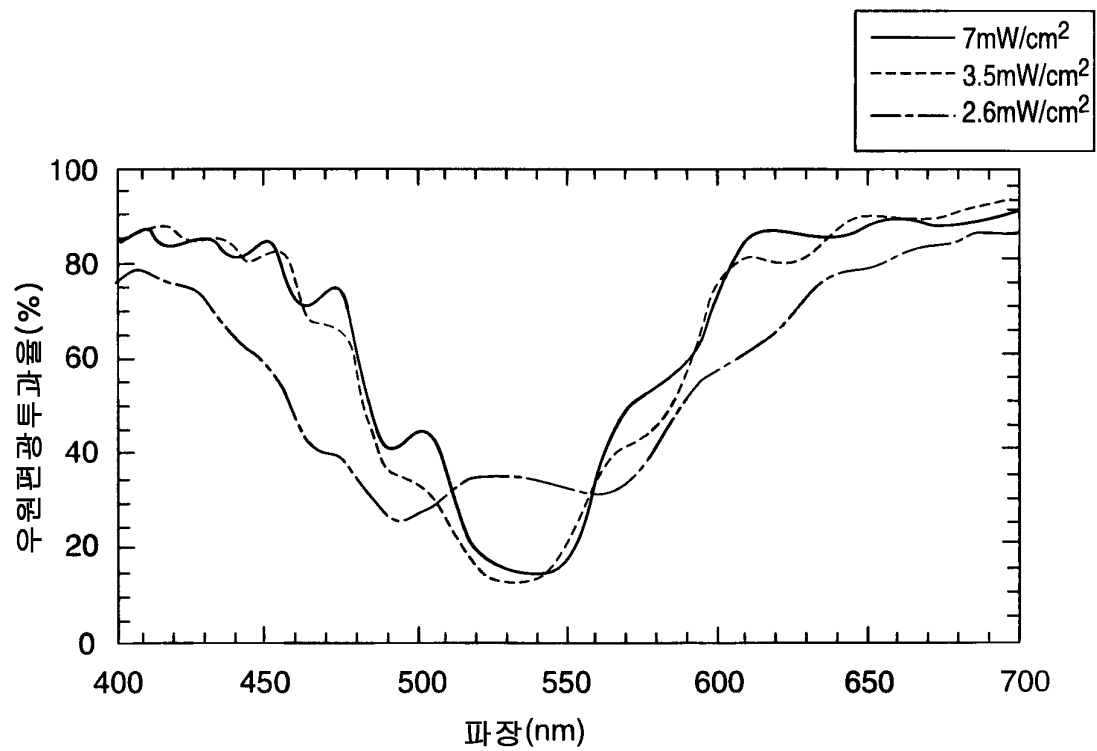
도면5



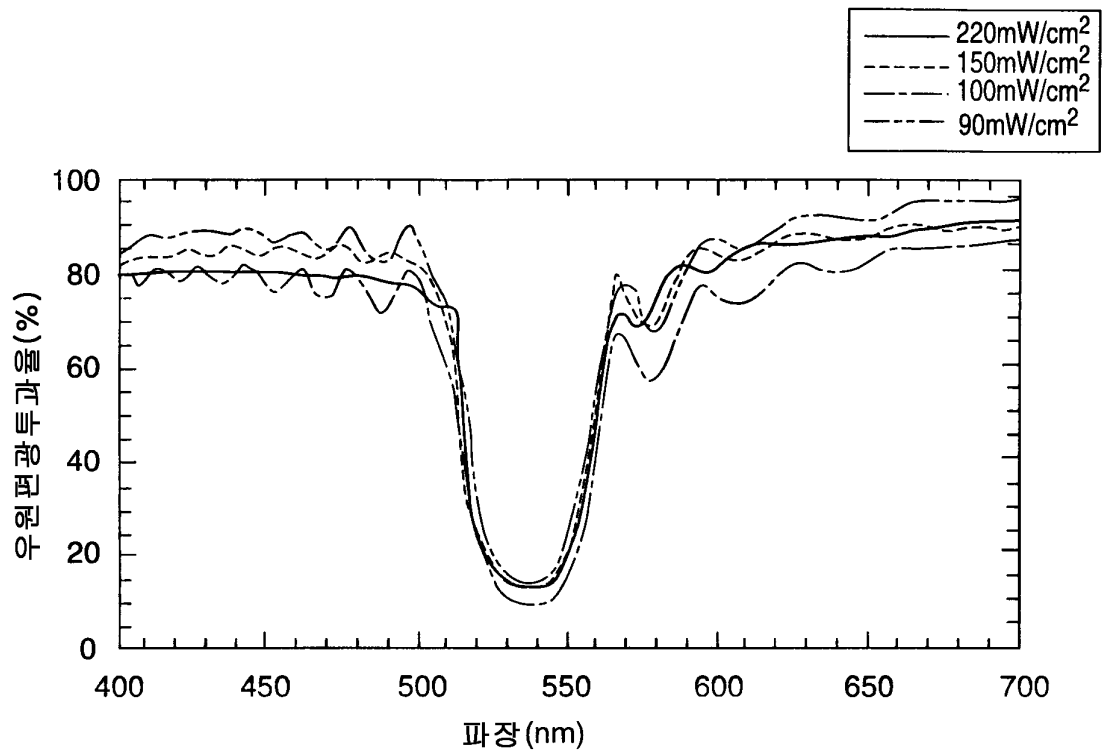
도면6



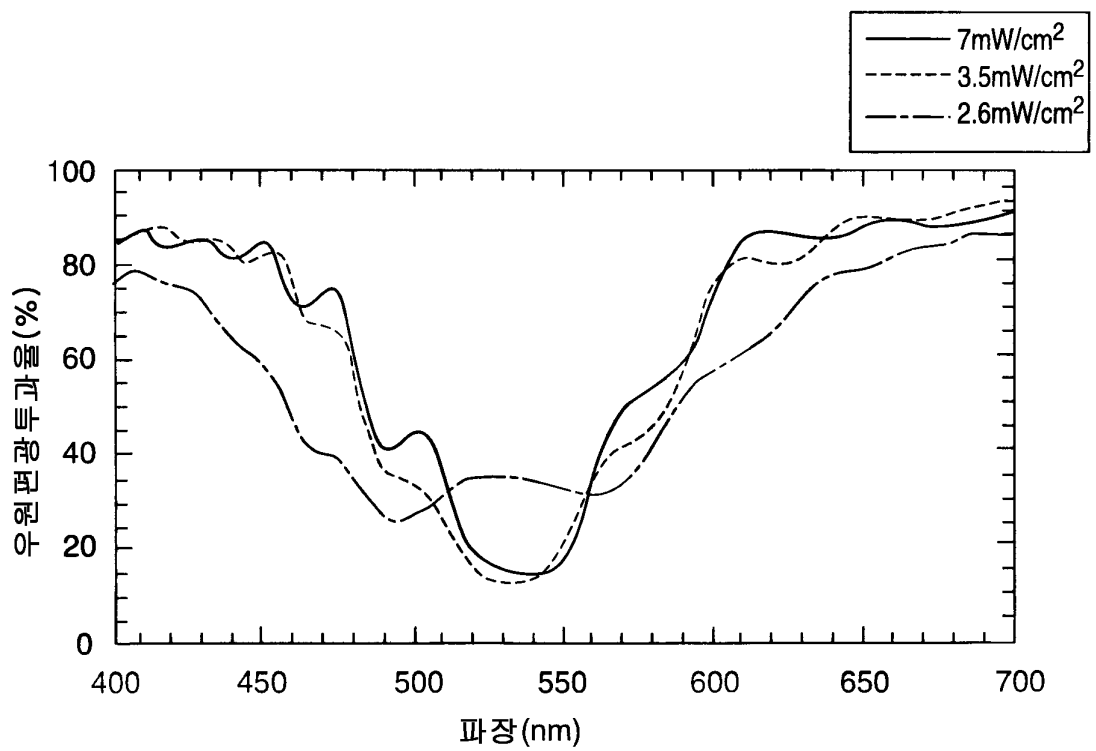
도면7



도면8



도면9



도면10

