



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2025년07월14일  
(11) 등록번호 10-2834431  
(24) 등록일자 2025년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G02B 5/28 (2006.01) G02B 5/30 (2022.01)  
G02F 1/1335 (2019.01)  
(52) CPC특허분류  
G02B 5/281 (2013.01)  
G02B 5/287 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2021-7009997  
(22) 출원일자(국제) 2019년09월13일  
심사청구일자 2022년09월13일  
(85) 번역문제출일자 2021년04월05일  
(65) 공개번호 10-2021-0060503  
(43) 공개일자 2021년05월26일  
(86) 국제출원번호 PCT/IB2019/057744  
(87) 국제공개번호 WO 2020/053832  
국제공개일자 2020년03월19일  
(30) 우선권주장  
62/731,325 2018년09월14일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020180097178 A  
KR1020180097757 A  
WO2017213911 A1\*  
US20110255167 A1  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박  
스 33427 쓰리엠 센터  
(72) 발명자  
파빅 라이언 티  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
수사 매튜 이  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오  
피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

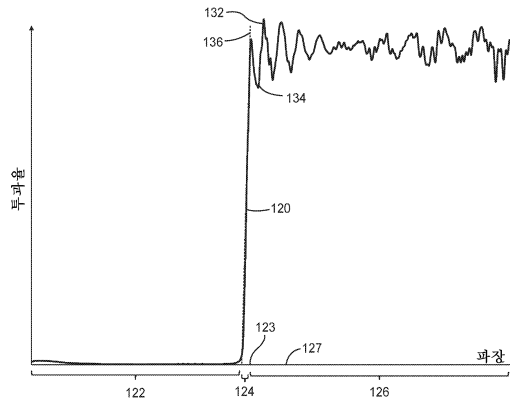
심사관 : 박정욱

(54) 발명의 명칭 **광학 필름**

(57) 요약

스킨 층 상에 배치된 복수의 교번하는 제1 및 제2 층을 포함하는 광학 필름이 기술된다. 스킨 층은 평균 두께가 약 2 마이크로미터 초과이다. 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 필름의 투과율은 제1 파장 범위와 제2 파장 범위를 분리하는 대역 에지(band edge)를 포함하며, 여기서 각각의 범위는 폭이 250 nm 이상이다. 필름의 반사  
(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



율은 제1 파장 범위 내의 각각의 파장에 대해 약 95% 초과이고; 필름의 평균 투과율은 제2 파장 범위에서 약 80% 초과이고; 제2 파장 범위 내에서 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 약 30% 미만이다. 대역 에지는 약 2%/nm 초과와 기울기를 가질 수 있다. 투과율은 파장 증가에 따라 적어도 약 10%로부터 약 70%까지 단조적으로 증가할 수 있다.

(52) CPC특허분류

*G02B 5/3083* (2013.01)

*G02F 1/133521* (2021.01)

(72) 발명자

**블랙 윌리엄 비**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

**키벨 에드워드 제이**

미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

스킨 층 상에 배치된 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층들을 포함하는 광학 필름으로서, 제1 및 제2 층들의 각각은 평균 두께가 250 nm 미만이고, 스킨 층은 평균 두께가 2 마이크로미터 초과이고, 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 광학 필름의 광 투과율은 제1 파장 범위와 제2 파장 범위를 분리하는 대역 에지(band edge)를 포함하고, 제1 파장 범위는 적어도 400 nm로부터 700 nm에 이르고, 제2 파장 범위는 적어도 950 nm로부터 1300 nm에 이르며, 공기 중의 실질적으로 수직 입사하는 광에 대해:

광학 필름의 광 반사율은 제1 파장 범위 내의 각각의 파장의 경우 95% 초과가 되게 하고;

광학 필름의 평균 광 투과율은 제2 파장 범위 내에서 80% 초과가 되게 하고;

제2 파장 범위에서 광학 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 25% 미만이 되게 하며,

광 투과율이 10%로부터 70%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅(linear fit)은 2%/nm 초과와 기울기를 가지며, 제1 및 제2 층들과 스킨 층은 서로 일체로 형성되는, 광학 필름.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층들 내의 한 쌍의 인접한 제1 및 제2 층들은 최대 광학 두께를 갖고, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층들은 최대 광학 두께의 20 nm 범위 이내의 광학 두께를 갖는 20개 이상의 서로소 층 쌍(disjoint layer pair)들을 포함하는, 광학 필름.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

제1 및 제2 층들의 평면들에서, 제1 및 제2 층들은 각각의 굴절률들: 제1 편광 상태를 따른  $n_{1x}$  및  $n_{2x}$ , 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 따른  $n_{1y}$  및  $n_{2y}$ , 및 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태에 직교하는 z-축을 따른  $n_{1z}$  및  $n_{2z}$ 를 가지며, 제1 및 제2 파장 범위들 중 적어도 하나의 파장 범위 내의 적어도 하나의 파장에 대해:

$n_{1x}$  및  $n_{1y}$ 의 각각은  $n_{1z}$ 보다 0.2 이상만큼 더 크게 하고;

$n_{1x}$ 와  $n_{1y}$  사이의 차이가 0.04 미만이 되게 하고;

$n_{2x}$ ,  $n_{2y}$  및  $n_{2z}$  사이의 최대 차이가 0.01 미만이 되게 하고;

$n_{1x}$ 와  $n_{2x}$  사이의 차이가 0.2 초과가 되게 하는, 광학 필름.

#### 청구항 4

개수가 50 내지 800개인 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층들을 포함하는 광학 필름으로서, 각각의 제1 및 제2 층들은 500 nm 미만의 평균 두께를 갖고, 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 광학 필름의 광 투과율은 제1 파장 범위와 제2 파장 범위를 분리하는 대역 에지 영역을 포함하고, 각각의 범위는 폭이 250 nm 이상이고, 각각의 파장 범위 내의 광학 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 30% 미만이고, 제1 및 제2 층들의 평면들에서, 제1 및 제2 층들은 각각의 굴절률들: 제1 편광 상태를 따른  $n_{1x}$  및  $n_{2x}$ , 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 따른  $n_{1y}$  및  $n_{2y}$ , 및 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태에 직교하는 z-축을 따른  $n_{1z}$  및  $n_{2z}$ 를 가지며, 제1 및 제2 파장 범위들 중 적어도 하나의 파장 범위 내의 적어도 하나의 파장에 대해:

$n_{1x}$  및  $n_{1y}$ 의 각각은  $n_{1z}$ 보다 0.2 이상만큼 더 크게 하고;

$n_{1x}$ 와  $n_{1y}$  사이의 차이가 0.04 미만인 되게 하고;

$n_{2x}$ ,  $n_{2y}$  및  $n_{2z}$  사이의 최대 차이가 0.01 미만인 되게 하고;

$n_{1x}$ 와  $n_{2x}$  사이의 차이가 0.2 초과가 되게 하며,

대역 예지 영역 내의 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 광학 필름의 광 투과율은 파장 증가에 따라 적어도 10%로부터 70%까지 단조적으로 증가하는, 광학 필름.

#### 청구항 5

제4항에 있어서,

광 투과율이 10%로부터 70%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 예지에 대한 최상의 선형 피팅은 2%/nm 초과인 기울기를 갖는, 광학 필름.

#### 청구항 6

제4항에 있어서,

각각의 파장 범위 내의 광학 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이가 25% 미만인, 광학 필름.

#### 청구항 7

제4항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서,

복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층들 내의 한 쌍의 인접한 제1 및 제2 층들은 최대 광학 두께를 갖고, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층들은 최대 광학 두께의 20 nm 범위 이내의 광학 두께를 갖는 20개 이상의 서로소 층 쌍들을 포함하는, 광학 필름.

#### 청구항 8

적어도 400 nm로부터 700 nm에 이르는 제1 파장 범위에서 관찰자(viewer)에게 가시적인 이미지를 디스플레이하기 위한 디스플레이 패널;

제1 파장 범위보다 더 큰 적외선 파장의 광을 디스플레이 패널을 통해 관찰자를 향하여 발광하기 위한 적외선 광원; 및

디스플레이 패널과 적외선 광원 사이에 배치되는 미러 필름(mirror film)

을 포함하며,

실질적으로 수직 입사하는 광에 대해 그리고 직교하는 제1 및 제2 편광 상태들의 각각에 대해:

제1 파장 범위 내의 각각의 파장의 경우, 미러 필름은 광의 90% 이상을 반사하게 하고;

적외선 파장에서, 미러 필름은 70% 이상의 광을 투과시키게 하고;

제1 파장 범위와 적외선 파장 사이에 배치된 제1 파장에서, 미러 필름은 광의 40% 내지 60%를 투과시키게 하며, 제1 파장은 적외선 파장의 50 nm 범위 이내가 되게 하는, 디스플레이.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 미러 필름의 광 투과율은 제1 파장 범위와 제2 파장 범위를 분리하는 대역 예지를 포함하고, 제2 파장 범위는 적어도 950 nm로부터 1300 nm에 이르며, 공기 중의 실질적으로 수직 입사하는 광에 대해:

미러 필름의 광 반사율은 제1 파장 범위 내의 각각의 파장의 경우 95% 초과가 되게 하고;

미러 필름의 평균 광 투과율은 제2 파장 범위 내에서 80% 초과가 되게 하고;

제2 파장 범위 내에서 미러 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 25% 미만인 되게 하며,

광 투과율이 10%로부터 70%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅은 2%/nm 초과를 갖는, 디스플레이.

**청구항 10**

제8항 또는 제9항에 있어서,

미러 필름의 광 투과율은 제1 파장 범위와 제2 파장 범위를 분리하는 대역 에지 영역을 포함하고, 제2 파장 범위는 폭이 250 nm 이상이고, 제1 파장 범위 및 제2 파장 범위의 각각에서의 미러 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 30% 미만이고, 대역 에지 영역 내의 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 미러 필름의 광 투과율은 파장의 증가에 따라 적어도 10%로부터 70%까지 단조적으로 증가하는, 디스플레이.

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**발명의 설명**

**배경 기술**

[0001] 광학 필름은 다양한 디스플레이 응용에 이용된다. 예를 들어, 미러 필름(mirror film)은 광 재생을 위해 액정 디스플레이 패널의 백라이트 유닛에 사용될 수 있다.

**발명의 내용**

[0002] 본 발명의 일부 태양에서, 스킨 층 상에 배치된 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층을 포함하는 광학 필름이 제공된다. 각각의 제1 및 제2 층은 평균 두께가 약 250 nm 미만이다. 스킨 층은 평균 두께가 약 2 마이크로미터 초과이다. 제1 및 제2 층과 스킨 층은 서로 일체로 형성된다. 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 광학 필름의 광 투과율은 제1 파장 범위와 제2 파장 범위를 분리하는 대역 에지(band edge)를 가지며, 여기서 제1 파장 범위는 적어도 약 400 nm로부터 약 700 nm에 이르고, 제2 파장 범위는 적어도 약 950 nm로부터 약 1300 nm에 이른다. 공기 중 실질적으로 수직 입사하는 광에 대해, 광학 필름의 광 반사율은 제1 파장 범위 내의 각각의 파장의 경우 약 95% 초과이고; 광학 필름의 평균 광 투과율은 제2 파장 범위에서 약 80% 초과이고; 제2 파장 범위에서 광학 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 약 25% 미만이다. 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸친 파장에 대한 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅(linear fit)은 약 2%/nm 초과를 갖는다.

[0003] 본 발명의 일부 태양에서, 개수가 50 내지 800개인 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층을 포함하는 광학 필름이 제공된다. 각각의 제1 및 제2 층은 평균 두께가 약 500 nm 미만이다. 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 광학 필름의 광 투과율은 제1 파장 범위와 제2 파장 범위를 분리하는 대역 에지 영역을 가지며, 여기서 각각의 범위는 폭이 250 nm 이상이다. 각각의 파장 범위에서 광학 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 약 30% 미만이다. 제1 및 제2 층의 평면에서, 제1 및 제2 층은 각각의 굴절률: 제1 편광 상태를 따른  $n_{1x}$  및  $n_{2x}$ , 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태를 따른  $n_{1y}$  및  $n_{2y}$ , 및 제1 편광 상태 및 제2 편광 상태에 직교하는 z-축을 따른  $n_{1z}$  및  $n_{2z}$ 를 갖는다. 제1 및 제2 파장 범위 중 적어도 하나의 파장 범위 내의 적어도 하

나의 파장에 대해,  $n_{1x}$  및  $n_{1y}$ 의 각각은  $n_{1z}$ 보다 0.2 이상만큼 더 크고;  $n_{1x}$ 와  $n_{1y}$  사이의 차이가 약 0.04 미만이고;  $n_{2x}$ ,  $n_{2y}$  및  $n_{2z}$  사이의 최대 차이는 약 0.01 미만이고;  $n_{1x}$ 와  $n_{2x}$  사이의 차이는 약 0.2 초과이다. 대역 예지 영역 내의 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 광학 필름의 광 투과율은 파장 증가에 따라 적어도 약 10%로부터 약 70%까지 단조적으로 증가한다.

[0004] 본 발명의 일부 태양에서, 적어도 약 400 nm로부터 약 700 nm에 이르는 제1 파장 범위에서 관찰자(viewer)에게 가시적인 이미지를 디스플레이하기 위한 디스플레이 패널, 제1 파장 범위보다 더 큰 적외선 파장의 광을 디스플레이 패널을 통해 관찰자를 향하여 발광하기 위한 적외선 광원; 및 디스플레이 패널과 적외선 광원 사이에 배치되는 미러 필름을 포함하는 디스플레이가 제공된다. 실질적으로 수직 입사하는 광에 대해 그리고 직교하는 제1 및 제2 편광 상태들의 각각에 대해: 제1 파장 범위 내의 각각의 파장의 경우, 미러 필름은 광의 90% 이상을 반사하고; 적외선 파장에서, 미러 필름은 광의 70% 이상을 투과시키고; 제1 파장 범위와 적외선 파장 사이에 배치된 제1 파장에서, 미러 필름은 광의 40% 내지 60%를 투과시킨다. 제1 파장은 적외선 파장의 약 50 nm 범위 이내이다.

**도면의 간단한 설명**

[0005] 도 1은 광학 필름의 개략적인 단면도이다.  
 도 2는 파장에 대한 광학 필름의 광 투과율의 개략적인 플롯(plot)이다.  
 도 3은 광학 필름의 광학 두께 프로파일(optical thickness profile)의 개략적인 도시이다.  
 도 4는 광학 필름을 포함하는 디스플레이의 개략적인 단면도이다.  
 도 5는 적외선 광원의 방출 스펙트럼의 개략적인 도시이다.  
 도 6은 원자력 현미경에 의해 결정된 두께 프로파일 플롯이다.  
 도 7 내지 도 9는 광학 필름에 대한 투과 스펙트럼이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0006] 하기 설명에서, 본 명세서의 일부를 형성하고 다양한 실시 형태가 예시로서 도시되어 있는 첨부 도면을 참조한다. 도면은 반드시 일정한 축척으로 작성된 것은 아니다. 다른 실시 형태가 고려되며 본 명세서의 범주 또는 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 하기의 상세한 설명은 제한적인 의미로 해석되어서는 안 된다.

[0007] 일부 디스플레이에서, 향상된 경면 반사기(Enhanced Specular Reflector, ESR) 필름(미국 미네소타주 세인트 폴 소재의 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)로부터 입수가 가능함)과 같은 미러 필름이 (광 출력 면 반대편에서) 재순환 백라이트 유닛 내의 액정 디스플레이(LCD) 패널 아래에 위치된다. 일부 응용에서, 디스플레이는 하나 이상의 센서를 포함한다. 예를 들어, 스마트폰은 근접 센서, 주변광 센서, 또는 지문 센서 중 하나 이상을 포함할 수 있다. 그러한 센서는 전통적으로 디스플레이의 활성 영역 외부에 위치되었다. 디스플레이 주위의 베젤(bezel)을 감소시키기 위해, 디스플레이의 활성 영역 내에 위치한 하나 이상의 센서를 포함하는 것이 요망될 수 있다. 이어서, 센서는 바람직하게는 미러 필름 아래에 배치된다. 일부 경우에, 미러 필름 아래에 적외선(IR) 광원을 포함하는 것이 요망된다. 예를 들어, 지문 센서는 디스플레이 패널을 통해 적외선 광을 발광하는 적외선 광원을 포함할 수 있고, 예컨대 손가락으로부터 디스플레이 패널을 통해 다시 반사된 후에 적외선 광을 수광하기 위한 센서를 포함할 수 있다. 광원 및/또는 센서가 원하는 대로 작동하기 위해, 미러 필름은 바람직하게는 광원 및/또는 센서가 기능하도록 구성된 파장의 광에 대해 상당한 투과율(예를 들어, 70% 이상)을 갖는다. 전형적으로 IR 광원 및 센서의 경우, 이러한 파장은 850 nm 또는 940 nm이다. 현재, 스마트폰 및 다른 소비자 전자제품 디스플레이에 사용되는 미러 필름은 이들 파장의 광을 투과시키지 않는다.

[0008] 본 발명의 일부 실시 형태에서, 근적외선 내의 대역 예지까지 반사성이고 더 긴 파장에서 투과성인 광학 필름 또는 미러 필름이 제공된다. 대역 예지는 (예를 들어, 약 2%/nm 초과) 큰 기울기를 가질 수 있다. 이는 광학 필름이 (적어도 일부 원하는 입사각까지) 경사지게 입사하는 광에 대해서도 가시 범위 전체에 걸쳐 재순환을 제공하고 광원/센서가 작동하는 대역 예지에 가까운 적외선 파장에서 투과성이 되게 하기 위해 바람직할 수 있다. 이러한 적외선 파장은, 예를 들어, 대역 예지의 약 50 nm 범위 이내일 수 있다. 본 발명의 광학 필름은 또한 IR 광원(들)이 디스플레이의 미러 필름 뒤에서 디스플레이에 포함되어, 예를 들어, 자동차의 캐빈(cabin)

에 IR 조명을 제공하는 자동차 디스플레이 응용에 유용하다.

[0009]

가파른 대역 에지가 있는 반사 대역을 갖는 다층 광학 필름이, 예를 들어, 미국 특허 제6,157,490호(휘틀리(Wheatley) 등)에 기술되어 있다. 일부 경우에, 본 참고 문헌에 기술된 대역 샤프닝(sharpening) 기술은 10%의 투과율 내지 50%의 투과율에서 측정된 바와 같은 가파른 대역 에지 기울기가 초래되게 하지만, 10%의 투과율 내지 70%의 투과율에서 측정된 바와 같은 대역 에지 기울기는 근적외선에서의 대역 에지에 대해 70%의 투과율 미만에서 존재할 수 있고 대역 에지 기울기 감소를 초래하는 10%와 70% 사이의 투과율의 비-단조적인 증가를 초래할 수 있는 투과 스펙트럼에서의 링잉(ringing)으로 인해 실질적으로 더 작을 수 있다. 그러한 링잉은 프레넬 반사로 인해 스킨 층의 최외측 주 표면에서 반사되는 광파의 간섭에 의해 적어도 부분적으로 야기될 수 있다. 적외선 투과 영역에서 투과율의 감소된 링잉을 제공하는 것이 또한 요망될 수 있다. 일부 실시 형태에 따르면, 투과율의 링잉이 적외선 투과 영역에서 감소될 수 있고, 스킨 층(들)의 두께를 적합하게 선택함으로써 (예를 들어, 일부 실시 형태에 따라 약 2 마이크로미터 초과 두께를 갖는 스킨 층을 사용하여) 적어도 투과율이 약 10%로부터 약 70% 이상까지 변하는 범위 내의 대역 에지 영역에서 감소되거나 제거될 수 있는 것으로 밝혀졌다. 본 명세서에 기술된 원하지 않는 링잉을 감소시키거나/시키거나 10%의 투과율 내지 70% 이상의 투과율의 대역 에지 기울기를 증가시키기 위한 다른 기술은 대역 에지 근처의 파장에서 반사를 제공하는 두께를 갖는 광학 필름 내의 층의 수를 증가시키는 것을 포함한다. 예를 들어, 광학 필름의 교번하는 제1 및 제2 층 내의 층 쌍(layer pair)(광학 반복 유닛(optical repeat unit))은 최대 광학 두께를 가질 수 있고, 교번하는 제1 및 제2 층은 광학 두께가 최대 광학 두께의 약 30 nm 범위 이내, 또는 약 25 nm 범위 이내, 또는 약 20 nm 범위 이내, 또는 약 15 nm 범위 이내, 또는 약 12 nm 범위 이내, 또는 약 10 nm 범위 이내, 또는 약 8 nm 범위 이내, 또는 약 7 nm 범위 이내, 또는 약 6 nm 범위 이내인 20개 이상, 또는 25개 이상, 또는 30개 이상의 서로소(disjoint) 층 쌍을 포함할 수 있다. 적합한 스킨 두께 및 적합한 층 두께 프로파일을 사용하는 것은 적어도 약 10%로부터 약 70%까지의(예를 들어, 약 5%로부터 약 80% 이상까지의) 투과율의 단조 증가를 초래할 수 있고, 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅은 예를 들어 약 2%/nm 초과 기울기를 가질 수 있다.

[0010]

도 1은 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층(101, 102)을 포함하는 광학 필름(100)의 개략도이다. 도시된 실시 형태에서, 복수의 교번하는 제1 및 제2 층(101, 102)은 스킨 층(110) 상에 배치된다. 제2 스킨 층이 복수의 교번하는 제1 및 제2 층(101, 102)의 반대쪽 면에 배치될 수 있다. 복수의 교번하는 제1 및 제2 층(101, 102)은 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하고 투과시키고, 광학 층 또는 간섭 층으로 지칭될 수 있다. 간섭 층은, 간섭 층의 반사율 및 투과율이 광학 간섭에 의해 합리적으로 기술될 수 있거나 또는 광학 간섭으로부터 야기되는 것으로 합리적으로 정확하게 모델링될 수 있을 때 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하고 투과시키는 것으로 기술될 수 있다. 상이한 굴절률을 갖는 간섭 층의 인접한 쌍은 그 쌍이 광의 파장의 1/2의 합계 광학 두께(굴절률 × 물리적 두께)를 가질 때 광학 간섭에 의해 광을 반사한다. 광학 두께를 결정하는 데 사용되는 굴절률은 고정된 기준 파장(예를 들어, 532 nm 또는 633 nm)일 수 있다. 간섭 층은 전형적으로 약 500 나노미터(nm) 미만 또는 약 250 nm 미만의 물리적 두께를 갖는다. 스킨 층은 주로 광학 간섭에 의해 광을 반사하고 투과시키는 데 너무 큰 광학 두께를 전형적으로 가지며, 비-간섭 층 또는 비-광학 층 또는 광학적으로 두꺼운 층으로 지칭될 수 있다. 그러나, 스킨 층의 주 표면(예를 들어, 최외측 주 표면)으로부터의 프레넬 반사가 본 명세서의 다른 곳에 추가로 기술되는 바와 같이 광학 필름의 투과 스펙트럼에 영향을 미칠 수 있다.

[0011]

교번하는 제1 및 제2 층의 두께는 원하는 반사 대역을 제공하도록 선택될 수 있고, 두께 프로파일은 본 명세서의 다른 곳에 추가로 기술되는 바와 같이 대역 에지에 상응하는 광학 두께를 갖는 다수의 층 쌍을 포함하도록 선택될 수 있다. 스킨 층(들)의 적절한 두께는, 예를 들어, 투과 스펙트럼이 소정 범위의 스킨 두께에 대해 결정될 수 있는 광학적 모델링에 의해 결정될 수 있다. 감소된 광학적 링잉을 야기하는 스킨 두께가 선택될 수 있는 것으로 밝혀졌다.

[0012]

i번째 층의 평균 두께( $t_i$ )가 표시된다. 일부 실시 형태에서, 제1 층 및 제2 층은 각각 평균 두께가 약 500 nm 미만, 또는 약 250 nm 미만, 또는 약 200 nm 미만, 또는 약 180 nm 미만, 또는 약 200 nm 미만, 또는 20 nm 내지 250 nm의 범위, 또는 25 nm 내지 200 nm의 범위, 또는 약 30 nm 내지 약 180 nm의 범위이다. 평균 두께는 광학 필름(100)의 면적에 걸친 두께의 비가중 평균(unweighted average)을 지칭한다. 층의 두께는 그 평균 두께가 층의 실질적으로 일정한 두께가 되도록 실질적으로 일정할(예컨대, 10% 이하, 또는 5% 이하, 또는 3% 이하만큼 변할) 수 있다. 일부 실시 형태에서, 스킨 층(110)은 평균 두께가 약 2 마이크로미터 초과, 또는 약 3 마이크로미터 초과, 또는 약 4 마이크로미터 초과, 또는 약 5 마이크로미터 초과, 또는 약 6 마이크로미터 초과, 또는 약 7 마이크로미터 초과이다. 일부 실시 형태에서, 스킨 층(110)은 두께가 약 30 마이크로미터 이하, 또

는 약 20 마이크로미터 이하, 또는 약 15 마이크로미터 이하, 또는 약 10 마이크로미터 이하이다. 일부 실시 형태에서, 스킨 층(110)은 평균 두께가, 예를 들어, 약 2 마이크로미터 내지 약 15 마이크로미터의 범위, 또는 약 3 마이크로미터 내지 약 10 마이크로미터의 범위이다. 일부 실시 형태에서, 선택적인 제2 스킨 층이 구비되며, 이는 스킨 층(110)의 평균 두께의 약 20% 범위 이내, 또는 약 15% 범위 이내, 또는 약 10% 범위 이내의 평균 두께를 갖는다.

[0013] 본 명세서에 사용되는 바와 같이, 제2 요소와 "일체로 형성된" 제1 요소란, 제1 및 제2 요소가 별도로 제조된 후에 후속하여 결합되기보다는 오히려 함께 제조되는 것을 의미한다. 일체로 형성된다는 것은, 제1 요소를 제조하는 것, 이어서 제1 요소 상에 제2 요소를 제조하는 것을 포함한다. 복수의 층을 포함하는 광학 필름은, 층들이 별도로 제조되고 이어서 후속하여 결합되기보다는 오히려 함께 제조되는 (예컨대, 용융 스트림으로서 조합되고 이어서 냉각 롤 상으로 캐스팅되어 층들 각각을 갖는 캐스트 필름을 형성하고, 이어서 캐스트 필름을 배향하는) 경우 일체로 형성된다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 층(101, 102)과 스킨 층(110)은 서로 일체로 형성된다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 층(101, 102), 제1 스킨 층(110), 및 반대편의 제2 스킨 층은 서로 일체로 형성된다.

[0014] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)은 그 개수가 50 내지 800개, 또는 400 내지 800개, 또는 500 내지 800개 (중점 포함)인 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층(101, 102)을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 두께가 약 500 nm 미만, 또는 약 250 nm 미만인 광학 필름 내의 유일한 층은 제1 및 제2 층(101, 102)이고, 교번하는 제1 및 제2 중합체 층(101, 102)의 총 개수는 50 내지 800개의 범위, 또는 400 내지 800개의 범위, 또는 500 내지 800개의 범위이다.

[0015] 본 발명의 광학 필름은 임의의 적합한 광 투과성 재료를 사용하여 제조될 수 있지만, 많은 경우에 저흡수성 중합체 재료를 사용하는 것이 유익하다. 그러한 재료에 의해, 가시광선 및 적외선 파장에 걸친 미세층 스택의 흡수가 작거나 무시해도 될 정도로 될 수 있어서, 스택(또는 스택이 일부인 광학 필름)에 대한 반사율과 투과율의 합이, 임의의 주어진 파장에서 그리고 임의의 지정된 입사각 및 편광 상태에 대해, 대략 100%, 즉  $R + T \approx 100\%$ , 또는  $R \approx 100\% - T$ 이다.

[0016] 교번하는 제1 및 제2 층(101, 102)과 스킨 층(110)을 위한 적합한 재료는, 예를 들어, 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN), PEN 및 폴리에스테르(예컨대, 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET) 또는 다이벤조산)를 함유하는 공중합체, 글리콜 개질 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리카르보네이트(PC), 폴리(메틸 메타크릴레이트)(PMMA) 또는 이들 부류의 재료들의 블렌드를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 제1 층(101)은 PEN을 포함하고 제2 층(102)은 PMMA를 포함한다.

[0017] 예시적인 광학 필름은 중합체 재료로 구성되며, 공압출, 캐스팅 및 배향 공정을 사용하여 제조될 수 있다. 그러한 필름을 형성하기 위한 방법은 미국 특허 제5,882,774호(존자(Jonza) 등) "광학 필름", 미국 특허 제6,179,948호(메릴(Merrill) 등) "광학 필름 및 이의 제조 방법", 미국 특허 제6,783,349호(니빈(Neavin) 등) "다층 광학 필름을 제조하기 위한 장치", 및 미국 특허 출원 공개 제2011/0272849호(니빈 등) "다층 중합체 필름을 제조하기 위한 피드블록"에 기술되어 있다. 다층 광학 필름은 전술된 참고 문헌들 중 임의의 것에 기술된 바와 같이 중합체들의 공압출에 의해 형성될 수 있다. 다양한 층들의 중합체들은 유사한 리올로지 특성, 예를 들어 용융 점도를 갖도록 선택될 수 있어서, 그들은 상당한 유동 교란 없이 공압출될 수 있다. 압출 조건은 각자의 중합체들을 공급 스트림들 또는 용융 스트림들로서 연속적이고 안정된 방식으로 적절히 공급, 용융, 혼합 및 펌핑하도록 선택된다. 용융 스트림들 각각을 형성 및 유지하는 데 사용되는 온도는, 온도 범위의 하한에서 동결, 결정화, 또는 과도하게 높은 압력 강하를 회피하고, 그 범위의 상한에서 재료 열화를 회피하는 범위 내에 있도록 선택될 수 있다.

[0018] 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100)은 (예를 들어, 적어도 약 430 nm로부터 약 680 nm에 또는 적어도 약 400 nm로부터 약 700 nm에 이르는) 제1 파장 범위 내에서 반사성(예를 들어, 광 반사율이 약 90% 초과 또는 약 95% 초과)이다. 그러한 광학 필름은 미러 필름 또는 가시광 미러 필름으로서 기술될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 광학 필름(100) 또는 미러 필름은 (예를 들어, 적어도 약 1000 nm로부터 약 1250 nm에 또는 적어도 약 950 nm로부터 약 1300 nm에 이르는) 제2 파장 범위에서 투과성(예를 들어, 평균 광 투과율이 약 75% 초과 또는 약 80% 초과)이다.

[0019] 일부 실시 형태에서, 주 반사 대역은 제1 파장 범위 내에서 반사를 제공한다. 주 반사 대역 또는 1차 고조파(harmonic) 반사 대역은 반사 대역에서의 파장이 그 파장의 절반의 광학 두께를 갖는 층 쌍 또는 광학 반복 유

닛에 의해 반사되는 반사 대역이다. 층 쌍 또는 광학 반복 유닛은 또한 이러한 주 파장의 정수배의 역수 (inverse integer multiple)인 파장에서 더 높은 차수의 고조파를 반사할 수 있다.

[0020] 일부 실시 형태에서, (예시된 x-y-z 좌표계를 참조하여 x-y 평면에 평행한) 제1 및 제2 층(101, 102)의 평면에서, 제1 및 제2 층(101, 102)은 각각의 굴절률: 제1 편광 상태(전기장이 x-축에 평행한 편광 상태)를 따른 굴절률  $n_{1x}$  및  $n_{2x}$ , 제1 편광 상태에 직교하는 제2 편광 상태(전기장이 y-축에 평행한 편광 상태)를 따른 굴절률  $n_{1y}$  및  $n_{2y}$ , 및 제1 및 제2 편광 상태에 직교하는 z-축을 따른 굴절률  $n_{1z}$  및  $n_{2z}$ 를 가지며, 제1 및 제2 파장 범위들 중 적어도 하나의 파장 범위에서의 적어도 하나의 파장(예컨대, 532 nm 또는 633 nm)에 대해,  $n_{1x}$  및  $n_{1y}$ 의 각각이  $n_{1z}$ 보다 0.2 이상만큼 더 크게 하고,  $n_{1x}$ 와  $n_{1y}$  사이의 차이가 약 0.04 미만이 되게 하고;  $n_{2x}$ ,  $n_{2y}$  및  $n_{2z}$  사이의 최대 차이는 약 0.01 미만이 되게 하고;  $n_{1x}$ 와  $n_{2x}$  사이의 차이는 약 0.2 초과가 되게 한다. 예를 들어, 일부 실시 형태에서, 633 nm의 파장에서,  $n_{1x}$ 는 약 1.737이고,  $n_{1y}$ 는 약 1.763이고,  $n_{1z}$ 는 약 1.496이고,  $n_{2x}$ ,  $n_{2y}$  및  $n_{2z}$ 는 각각 약 1.495이다.

[0021] 도 2는 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 광학 필름의 광 투과율의 개략적인 플롯이다. 광학 필름의 광 투과율은 제1 및 제2 파장 범위(122, 126)를 분리하는 대역 에지(120)를 포함한다. 대역 에지 영역(124)은 파장 증가에 따라 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%로 증가하는 적어도 하나의 파장 범위를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 대역 에지 영역(124) 내의 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 광학 필름의 광 투과율은 파장 증가에 따라 적어도 약 10%로부터 약 70%로, 또는 적어도 약 10%로부터 약 75%로, 또는 적어도 약 10%로부터 약 80%로, 또는 적어도 약 5%로부터 약 80%로 단조적으로 증가한다. 일부 실시 형태에서, 제1 파장 범위(122)는 적어도 400 nm로부터 700 nm에 이른다. 일부 실시 형태에서, 제2 파장 범위(126)는 적어도 950 nm로부터 1300 nm에 이른다. 일부 실시 형태에서, 제1 및 제2 파장 범위는 각각 폭이 250 nm 이상이거나, 또는 폭이 300 nm 이상이다. 일부 실시 형태에서, 대역 에지 영역(124)은 폭이 30 nm 이하, 또는 폭이 20 nm 이하, 또는 폭이 15 nm 이하이다.

[0022] 실질적으로 수직 입사하는 광은, 실질적으로 수직 입사하는 광의 투과율 및 반사율이 광학 필름 상에 수직 입사하는 광의 투과율 및 반사율과 무시할 만큼 상이하도록 충분히 광학 필름 상의 수직 입사에 가까운 광이다. 실질적으로 수직 입사하는 광은, 일부 실시 형태에서, 수직 입사의 20도 범위 이내, 또는 10도 범위 이내, 또는 5도 범위 이내일 수 있거나, 또는 수직으로 입사하거나 명목상 수직으로 입사할 수 있다.

[0023] 광학 요소(예컨대, 광학 필름 또는 미러 필름)의 투과율은 일반적으로 (주어진 파장, 입사 방향 등의 광에 대하여) 투과 광 강도를 입사 광 강도로 나눈 값을 지칭하지만, "외부 투과율" 또는 "내부 투과율"의 용어로 표현될 수 있다. 광학 요소의 외부 투과율은 공기 중에 있을 때의, 그리고 요소의 전방에 있는 공기/요소 계면에서의 프레넬 반사에 대해 또는 요소의 후방에 있는 요소/공기 계면에서의 프레넬 반사에 대해 어떠한 보정도 하지 않은 광학 요소의 투과율이다. 광학 요소의 내부 투과율은 그의 전방 및 후방 표면에서의 프레넬 반사가 제거되었을 때의 요소의 투과율이다. 전방 및 후방 프레넬 반사의 제거는 (예를 들어, 외부 투과율 스펙트럼으로부터 적절한 함수를 감산함으로써) 계산적으로 또는 실험적으로 수행될 수 있다. 많은 유형의 중합체 및 유리 재료들에 대해, 프레넬 반사는 2개의 외측 표면들 각각에서 (수직 또는 거의 수직 입사각에 대해) 약 4 내지 6%이며, 이는 내부 투과율에 비해 외부 투과율에 대한 약 10%의 하향 이동(shift)이 있게 된다. 투과율이 본 명세서에서 내부 또는 외부로서 특정되지 않고서 지칭되는 경우, 문맥에 의해 달리 규정되거나 달리 지시되지 않는 한, 투과율은 외부 투과율을 지칭하는 것으로 간주될 수 있다.

[0024] 일부 실시 형태에서, 공기 중의 실질적으로 수직 입사하는 광에 대해: 광학 필름의 광 반사율은 제1 파장 범위(122) 내의 각각의 파장의 경우 약 95% 초과(예를 들어, 93% 초과, 또는 94% 초과, 또는 95% 초과, 또는 96% 초과)이고; 광학 필름의 평균 광 투과율은 제2 파장 범위(126)에서 약 80% 초과이고; 제2 파장 범위(126)에서 광학 필름의 광 투과율의 최대값(132)과 최소값(134) 사이의 차이는 약 30% 미만 또는 약 25% 미만이다(예를 들어, 그 차이가 약 20%가 되도록 제2 파장 범위(126)에서의 광 투과율의 최대값(132)은 약 95%일 수 있고 최소값(134)은 약 75%일 수 있다). 제2 파장 범위(126)에서의 평균 광 투과율은 제2 파장 범위(126)에서의 파장 및 편광 상태에 대한 비가중 평균이다.

[0025] 일부 실시 형태에서, 디스플레이는 적외선 파장(127)에서 광을 발광하도록 구성된 적외선 광원 및 광학 필름을 포함한다. 일부 경우에, 광학 필름은 적외선 파장(127)에 대해 투과성이고 적외선 파장(127)에 가까운(예를 들어, 약 50 nm 낮은) 파장에 대해 반사성인 것이 요망된다. 일부 실시 형태에서, 적외선 파장(127)에서 광학 필름은 실질적으로 수직 입사하는 광의 70% 이상을 투과시키고, 제1 파장 범위(122)와 적외선 파장(127) 사이에 배치된 제1 파장(123)에서 광학 필름은 실질적으로 수직 입사하는 광의 40% 내지 60%를 투과시킨다. 일부 실시

형태에서, 제1 파장(123)은 적외선 파장(127)의 약 60 nm, 또는 약 50 nm, 또는 약 40 nm, 또는 약 30 nm, 또는 약 20 nm 범위 이내이다.

[0026] 일부 실시 형태에서, 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지 증가하는 파장 범위(예를 들어, 대역 예지 영역(124))에 적어도 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 예지에 대한 최상의 선형 피팅은 약 2%/nm 초과, 또는 약 3%/nm 초과, 또는 약 4%/nm 초과, 또는 약 5%/nm 초과인 기울기를 갖는다. 최상의 선형 피팅(136)은 도 2에 개략적으로 도시되어 있다. 최상의 선형 피팅(136)은 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸친 (예를 들어, 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지, 또는 약 10%로부터 약 75%까지, 또는 약 10%로부터 약 80%까지 증가하는 파장 범위에 걸친) 파장의 함수로서 투과율에 대한 선형 최소 제곱 피팅으로서 결정될 수 있다. 일부 실시 형태에서, 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 예지에 대한 최상의 선형 피팅은 적어도 광 투과율이 약 10%로부터 약 75%까지 또는 약 10%로부터 약 80%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸쳐 있다. 일부 실시 형태에서, 광 투과율이 약 10%로부터 약 75%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 예지에 대한 최상의 선형 피팅은 약 2%/nm 초과, 또는 약 3%/nm 초과, 또는 약 4%/nm 초과, 또는 약 5%/nm 초과인 기울기를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 광 투과율이 약 10%로부터 약 80%까지 증가하는 파장 범위에 적어도 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 예지에 대한 최상의 선형 피팅은 약 2%/nm 초과, 또는 약 3%/nm 초과, 또는 약 4%/nm 초과, 또는 약 5%/nm 초과인 기울기를 갖는다.

[0027] 도 3은 일부 실시 형태에 따른 광학 필름의 인접한 층 쌍의 광학 두께의 광학 두께 프로파일의 개략적인 도시이다. 광학 두께 프로파일은 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층(101, 102) 내의 인접한 제1 및 제2 층(101, 102)의 서로소 쌍(광학 반복 유닛)의 광학 두께, 즉 층 쌍의 번호가 필름 내에 포함되는 교번하는 제1 및 제2 층의 쌍의 순차적인 번호 매김(numbering)을 지칭하는 층 쌍의 번호의 함수인 각각의 층 쌍의 평균 광학 두께로 광학 두께에 의해 정의된다. 상이한 층 쌍은 서로소이다(즉, 상이한 층 쌍은 공통 층을 포함하지 않는다). 각각의 층 쌍은 하나의 제1 층과 하나의 제2 층을 갖는데, 이때 이들 하나의 제1 층과 하나의 제2 층 사이에 추가의 제1 층 또는 제2 층이 없다(예컨대, 이들 하나의 제1 층 및 하나의 제2 층은 바로 인접할 수 있다). 각 층의 광학 두께는 그 층의 평균 두께와 그 층의 평면내(in-plane) 굴절률의 곱이다. 예시된 실시 형태에서, 광학 필름은 제1 및 제2 패킷(141, 143)을 포함하며, 이때 각각의 패킷은 실질적으로 연속적으로 변하는 층 쌍의 광학 두께를 갖는다. 광학적으로 두꺼운(예컨대, 2 마이크로미터 이상의 광학 두께의) 보호 경계 층이 선택적으로 제1 패킷(141)과 제2 패킷(143) 사이에 배치될 수 있다. 광학 필름은 최대 광학 두께( $T_m$ )를 갖는 층 쌍(140)을 갖는다(복수의 교번하는 제1 및 제2 층(101, 102) 내의 다른 어떠한 층 쌍도 더 큰 광학 두께를 갖지 않는다). 일부 실시 형태에서, 광학 두께 프로파일은 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층(101, 102) 내의 최외측 층 쌍(142)으로부터 최대 광학 두께( $T_m$ )를 갖는 층 쌍(140)까지 증가하며, 최외측 층 쌍(142)으로부터 멀어지는 방향으로 최대 광학 두께( $T_m$ )를 갖는 층 쌍(140)으로부터 감소한다. 일부 실시 형태에서, 최대 광학 두께( $T_m$ )는 최외측 층 쌍(142)의 광학 두께보다 15 nm 이상 더 크다. 일부 실시 형태에서, 최대 광학 두께( $T_m$ )는 약 330 nm 내지 약 480 nm의 범위 또는 약 360 nm 내지 약 460 nm의 범위이다.

[0028] 일부 실시 형태에서, 광학 필름은 최대 광학 두께( $T_m$ )에 가까운 광학 두께를 갖는 상당한 수의 인접한 층 쌍(144)을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층(101, 102)은 광학 두께가 최대 광학 두께( $T_m$ )의 약 20 nm 범위 이내, 또는 약 15 nm 범위 이내, 또는 약 12 nm 범위 이내, 또는 약 10 nm 범위 이내, 또는 약 8 nm 범위 이내, 또는 약 7 nm 범위 이내, 또는 약 6 nm 범위 이내인 20개 이상의 서로소 층 쌍(예컨대, 층 쌍(144))을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 복수의 교번하는 제1 및 제2 층(101, 102)은 광학 두께가 최대 광학 두께( $T_m$ )의 약 25 nm 이내, 또는 약 20 nm 이내, 또는 약 15 nm 이내, 또는 약 12 nm 이내, 또는 약 10 nm 이내, 또는 약 8 nm 이내, 또는 약 7 nm 이내, 또는 약 6 nm 이내인 25개 이상의 서로소 층 쌍을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 복수의 교번하는 제1 및 제2 층(101, 102)은 광학 두께가 최대 광학 두께( $T_m$ )의 약 30 nm 이내, 또는 약 25 nm 이내, 또는 약 20 nm 이내, 또는 약 15 nm 이내, 또는 약 12 nm 이내, 또는 약 10 nm 이내, 또는 약 8 nm 이내, 또는 약 7 nm 이내, 또는 약 6 nm 이내인 30개 이상의 서로소 층 쌍을 포함한다.

[0029] 일부 실시 형태에서, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층 내의 한 쌍의 인접한 제1 및 제2 층(예컨대, 층 쌍(140))은 최대 광학 두께를 갖고, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층은 광학 두께가 최대 광학 두께의 약 20 nm 이내, 또는 약 15 nm 이내, 또는 약 12 nm 이내, 또는 약 10 nm 이내, 또는 약 8 nm 이내, 또는 약 7 nm 이내, 또는 약 6 nm 이내인 20개 이상의 서로소 층 쌍(예컨대, 층 쌍(144))을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층 내의 한 쌍의 인접한 제1 및 제2 층(예컨대, 층 쌍(140))은 최대 광학

두께를 갖고, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층은 광학 두께가 최대 광학 두께의 약 25 nm 이내, 또는 약 20 nm 이내, 또는 약 15 nm 이내, 또는 약 12 nm 이내, 또는 약 10 nm 이내, 또는 약 8 nm 이내, 또는 약 7 nm 이내, 또는 약 6 nm 이내인 25개 이상의 서로소 층 쌍(예컨대, 층 쌍(144))을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층 내의 한 쌍의 인접한 제1 및 제2 층(예컨대, 층 쌍(140))은 최대 광학 두께를 갖고, 복수의 교번하는 제1 및 제2 중합체 층은 광학 두께가 최대 광학 두께의 약 30 nm 이내, 또는 약 25 nm 이내, 또는 약 20 nm 이내, 또는 약 15 nm 이내, 또는 약 12 nm 이내, 또는 약 10 nm 이내, 또는 약 8 nm 이내, 또는 약 7 nm 이내, 또는 약 6 nm 이내인 30개 이상의 서로소 층 쌍(예컨대, 층 쌍(144))을 포함한다. 일부 실시 형태에서, 광학 두께 프로파일은 도 3에 도시된 것과 상이할 수 있다. 예를 들어, 광학 두께는 최대 광학 두께를 갖는 층 쌍(140)으로부터 최외측 층 쌍(142)까지 비-단조적으로 감소할 수 있거나, 또는 층 쌍(140)으로부터 최외측 층 쌍(142)까지 거의 일정한 광학 두께를 가질 수 있다. 일부 실시 형태에서, 다수의 층 쌍은 동일한 최대 광학 두께를 가질 수 있다. 이러한 경우에, 이들 층 쌍 중 임의의 것이 최대 광학 두께를 갖는 층 쌍(140)(예를 들어, 최외측 층 쌍(142)으로부터 가장 먼 이들 쌍 내의 층 쌍)인 것으로 취해질 수 있다.

[0030] 일부 실시 형태에서, 본 명세서의 다른 곳에 기술된 광학 필름들 중 임의의 것을 포함하는 디스플레이가 제공된다. 도 4는 디스플레이(401)의 개략적인 도시인데, 이는 광학 필름(400); 가시적 이미지(455)를 제1 파장 범위(예컨대, 파장 범위(122))에서 관찰자(460)에게 디스플레이하기 위한 디스플레이 패널(450); 및 디스플레이 패널(450)의 반대편에서 광학 필름(400)에 인접하게 배치된 적외선 센서(454) 또는 적외선 광원(452) 중 적어도 하나를 포함한다. 디스플레이 패널(450)은 광학 필름(400)과 관찰자(460) 사이에 배치된다. 예시된 실시 형태에서, 적외선 센서(454) 및 적외선 광원(452)이 포함된다. 다른 실시 형태에서, 적외선 센서(454) 및 적외선 광원(452) 중 하나는 생략될 수 있다. 광학 필름(400)은 미러 필름일 수 있다.

[0031] 일부 실시 형태에서, 디스플레이(401)는 적어도 약 400 nm로부터 약 700 nm에 이르는 제1 파장 범위에서 가시적 이미지(455)를 관찰자(460)에게 디스플레이하기 위한 디스플레이 패널(450); 제1 파장 범위보다 더 큰 적외선 파장(예를 들어, 도 2에 도시된 적외선 파장(127))의 광을 디스플레이 패널(450)을 통해 관찰자(460)를 향하여 발광하는 적외선 광원(452); 및 디스플레이 패널(450)과 적외선 광원(452) 사이에 배치된 미러 필름(400)을 포함하며, 실질적으로 수직 입사하는 광에 대해 그리고 직교하는 제1 및 제2 편광 상태들의 각각에 대해: 제1 파장 범위 내의 각각의 파장의 경우, 미러 필름(400)은 광의 90% 이상을 반사시키고; 적외선 파장에서, 미러 필름은 광의 70% 이상을 투과시키고; 제1 파장 범위와 적외선 파장 사이에 배치된 제1 파장(예컨대, 도 2에 도시된 파장(123))에서, 미러 필름은 광의 40% 내지 60%, 또는 광의 40% 내지 50%를 투과시키게 한다. 일부 실시 형태에서, 제1 파장은 적외선 파장의 약 60 nm 범위, 또는 약 50 nm 범위, 또는 약 40 nm 범위, 또는 약 30 nm 범위, 또는 약 20 nm 범위 이내이다.

[0032] 일부 실시 형태에서, 적외선 광원(452)은 레이저 다이오드 또는 발광 다이오드(LED)이거나 이를 포함한다. 일부 실시 형태에서, 적외선 광원(452)은 적외선 파장에서 피크를 갖고 약 50 nm 이하, 또는 약 40 nm 이하, 또는 약 30 nm 이하, 또는 약 20 nm 이하, 또는 약 10 nm 이하의 반치전폭(full width at half maximum)을 갖는 방출 스펙트럼을 갖는다. 도 5는 적외선 파장에 상응하는 파장  $\lambda$ I에서 피크를 갖고 459의 반치전폭을 갖는 적외선 광원(452)의 방출 스펙트럼의 개략적인 도시이다. 일부 실시 형태에서, 적외선 파장  $\lambda$ I는 약 850 nm 또는 약 940 nm이다.

[0033] 미러 필름(400)은 본 명세서의 다른 곳에 기술된 광학 필름들 중 임의의 것일 수 있다. 일부 실시 형태에서, 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 미러 필름의 광 투과율은 제1 파장 범위와 제2 파장 범위를 분리하는 대역 에지를 포함하고, 여기서 제2 파장 범위는 적어도 약 950 nm로부터 약 1300 nm에 이르게 되며, 공기 중에서 실질적으로 수직 입사하는 광에 대해: 미러 필름의 광 반사율이 제1 파장 범위 내의 각각의 파장의 경우 약 95% 초과가 되게 하고; 미러 필름의 평균 광 투과율은 제2 파장 범위에서 약 80% 초과가 되게 하고; 제2 파장 범위 내에서 미러 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 약 25% 미만인 되게 한다. 일부 실시 형태에서, 적어도 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지, 또는 약 75%, 또는 약 80%까지 증가하는 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅은 약 2%/nm 초과, 또는 약 3%/nm 초과, 또는 약 4%/nm 초과, 또는 약 5%/nm 초과인 기울기를 갖는다. 일부 실시 형태에서, 미러 필름(400)은 제1 파장 범위를 제2 파장 범위로부터 분리하는 대역 에지 영역을 포함하며, 여기서 제2 파장 범위는 폭이 250 nm 이상이고, 제1 파장 범위 및 제2 파장 범위의 각각에서 광학 필름의 광 투과율의 최대값과 최소값 사이의 차이는 약 30% 미만이다. 일부 실시 형태에서, 대역 에지 영역 내의 실질적으로 수직 입사하는 광에 대한 미러 필름(400)의 광 투과율은 파장 증가에 따라 적어도 약 10%로부터 약 70%까지, 또는 적어도 약 10%로부터 약 75%까지, 또는 적어도 약 10%로부터 약 80%까지 단조적으로 증가한다.

- [0034] **실시예**
- [0035] **투과/반사 스펙트럼 시험 방법**
- [0036] 모든 스펙트럼 투과 또는 반사 특성은 퍼킨엘머(PerkinElmer), 람다(LAMBDA) 950(미국 매사추세츠주 월섬 소재의 퍼킨엘머로부터 입수가능함)을 사용하여 측정하였고, 이때 파장 범위는 350 nm 내지 1500 nm였다.
- [0037] **비교예 C1 (ESR-80v2)**
- [0038] 가시광 미러 필름을 쓰리엠 컴퍼니(3M Company)(미국 미네소타주 세인트 폴 소재)로부터 상표명 ESR-80v2로 입수하였다. 필름은 교번하는 제1 및 제2 광학 층을 포함하였으며, 여기서 제1 층은 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN) 단일중합체(100 몰%의 에틸렌 글리콜을 갖는 100 몰%의 나프탈렌 다이카르복실레이트)였으며, 제2 층은 폴리(메틸 메타크릴레이트) 또는 PMMA였다. 필름은 교번하는 제1 층 및 제2 층의 외부 표면 상에 스킨 층을 포함하였다. 스킨 층에 사용되는 중합체를 제1 층에 사용된 것과 동일한 재료로 형성하였다. 스킨 층을 포함해, 광학 필름은 656개의 층을 가졌다. 교번하는 제1 및 제2 광학 층의 굴절률은 실시예 1에 보고된 것과 대략 동일하였다. 교번하는 제1 층 및 제2 층의 두께 프로파일을 원자력 현미경(AFM)에 의해 결정하였고, 이는 도 6에 도시되어 있다. 바로 인접한 제1 및 제2 층의 서로소 쌍 내의 제1 및 제2 광학 층의 평균 물리적 두께가 도 6에 도시되어 있다. 스킨 두께를 AFM에 의해 측정하였으며 6.1 및 5 마이크로미터였다. 투과 스펙트럼을 측정하였으며 도 7에 도시되어 있다. 대역 예지 기울기는 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지 증가한 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 예지에 대한 최상의 선형 피팅으로부터 1.11%/nm인 것으로 결정되었다. 필름은 AFM에 의해 측정할 때 대략 84 마이크로미터의 물리적 두께를 가졌다.
- [0039] **비교예 C2 (ESR2)**
- [0040] 교호하는 제1 및 제2 광학 층을 포함하는 가시광 미러 필름을, 하기의 것을 제외하고는, 미국 특허 출원 공개 제2001/0013668호(니빈 등)에 기재된 바와 같이 공압출 및 이축 배향에 의해 제조하였다. 제1 광학 층은 Tg가 121 내지 123℃인 에틸렌 나프탈레이트(PEN) 단일중합체(100 몰%의 에틸렌 글리콜을 갖는 100 몰%의 나프탈렌 다이카르복실레이트)였다. 제2 광학 층은 폴리(메틸 메타크릴레이트) 또는 PMMA였다. PMMA의 예는 미국 텍사스주 파사데나 소재의 아르케마(Arkema)로부터 입수가능하며 Tg가 100℃이다. 교번하는 제1 층 및 제2 층의 외부 표면 상에 스킨 층을 형성하였다. 스킨 층에 사용되는 중합체를 제1 광학 층에 사용된 것과 동일한 재료로 형성하였다. 스킨 두께를 AFM에 의해 측정하였으며 3.1 및 3.6 마이크로미터였다. 필름은 AFM에 의해 측정할 때 대략 32 마이크로미터의 물리적 두께를 가졌다. 교번하는 제1 및 제2 광학 층의 굴절률은 실시예 1에 보고된 것과 대략 동일하였다.
- [0041] 별개의 압출기로부터 다층 공압출 피드블록으로 재료를 공급하였고, 이 피드블록에서 재료는 교번 광학 층으로 조립되었다. 스킨 층을 그 목적에 특정된 매니폴드 내에서 이 구조에 추가하여, 269개 층을 갖는 최종 구조로 형성하였다. 이어서, 폴리에스테르 필름에 대한 종래의 방식으로, 다층 용융물을 필름 다이를 통해 냉각 물 상으로 캐스팅하였으며, 그 상에서 다층 용융물은 급랭되었다. 이어서, 캐스팅된 웹(web)를 상업적 규모의 이축 텐터(tenter)에서 미국 특허 출원 공개 제2001/001366호에 기술된 것과 유사한 온도 및 연신 프로파일에서 신장하였다.
- [0042] 투과 스펙트럼을 측정하였으며 도 8에 도시되어 있다. 대역 예지 기울기는 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지 증가한 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 예지에 대한 최상의 선형 피팅으로부터 1.02%/nm인 것으로 결정되었다.
- [0043] **실시예 1**
- [0044] 두께 프로파일 및 스킨 층 두께가 변경된 것을 제외하고는, 교번하는 제1 및 제2 광학 층을 포함하고 스킨 층을 포함하는 광학 필름(가시광 미러 필름)을 비교예 2에 대해 일반적으로 기술된 바와 같이 제조하였다. AFM에 의해 측정된 바와 같은 교번하는 제1 및 제2 층의 두께 프로파일은 도 6에 도시되어 있다. 필름의 처리 동안 냉각 물과 대면하는 스킨 층의 두께는 7.13 마이크로미터로 측정되었고, 반대편의 스킨 층은 7.20 마이크로미터의 측정된 두께를 가졌다. 투과 스펙트럼을 측정하였으며 도 7에 도시되어 있다. 대역 예지 기울기는 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지 증가한 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 예지에 대한 최상의 선형 피팅으로부터 5.17%/nm인 것으로 결정되었다.
- [0045] 스킨 층의 굴절률을 측정함으로써 제1 층의 굴절률을 결정하였는데, 그 이유는 스킨 층이 제1 층과 동일한 재료로 형성되었고 동일한 조건 하에서 배향되기 때문이다. 633 nm의 파장에서의 메트릭론(Metricon) 2010/M 프리

즘 커플러(coupler)를 사용하여  $n_{1x} = 1.737$ ,  $n_{1y} = 1.763$ , 및  $n_{1z} = 1.496$ 인 것으로 밝혀진 굴절률을 측정하였다. 제2 층의 굴절률을 제2 층에 사용된 등방성 PMMA 재료의 633 nm에서의 굴절률로서 측정하였다. 그 결과는  $n_{2x} \approx n_{2y} \approx n_{2z} \approx 1.495$ 였다.

[0046] 필름을 커패시턴스 게이지(capacitance gauge)에 의해 물리적 두께에 대해 측정하였으며, 오노-소키(Ono-Sokki) DG-925 마이크로미터(Micrometer)를 사용하여 측정할 때 대략 77 마이크로미터였다.

[0047] **실시예 2**

[0048] 스킨 층 두께가 변경되고 층 두께 프로파일이 변경되어 대역 에지가 더 짧은 파장으로 이동된 것을 제외하고는, 교번하는 제1 층 및 제2 층을 포함하고 스킨 층을 포함하는 광학 필름을 실시예 1에 대해 일반적으로 기술된 바와 같이 제조하였다. 스킨 두께를 AFM에 의해 측정하였으며 5.1 및 6.7 마이크로미터였다. 필름은 AFM에 의해 측정할 때 대략 69 마이크로미터의 물리적 두께를 가졌다. 투과 스펙트럼을 측정하였으며 도 8에 도시되어 있다. 대역 에지 기울기는 광 투과율이 약 10%로부터 약 70%까지 증가한 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅으로부터 6.25%/nm인 것으로 결정되었다. 교번하는 제1 및 제2 층의 굴절률은 실시예 1에 보고된 것과 대략 동일하였다.

[0049] **실시예 3**

[0050] 교번하는 제1 층 및 제2 층의 개수, 두께 프로파일, 및 스킨 층 두께를 변경한 것을 제외하고는, 교번하는 제1 층 및 제2 층을 포함하고 스킨 층을 포함하는 광학 필름을 실시예 1에 대해 일반적으로 기술된 바와 같이 제조하였다. 스킨 층을 포함해, 광학 필름은 536개의 층을 가졌다. 필름의 처리 동안 냉각 롤과 대면하는 스킨 층의 두께는 3.73 마이크로미터로 측정되었고, 반대편의 스킨 층은 4.43 마이크로미터의 측정된 두께를 가졌다. 필름은 AFM에 의해 측정할 때 대략 59 마이크로미터의 물리적 두께를 가졌다. 층 두께 프로파일을 도 9에 도시된 투과 스펙트럼을 생성하도록 선택하였다. 대역 에지 기울기는, 광 투과율이 8.7%로부터 71.9%까지 증가한 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅으로부터 6.30%/nm인 것으로, 그리고 광 투과율이 8.7%로부터 75.1%까지 증가한 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅으로부터 5.84%/nm인 것으로 결정되었다. 교번하는 제1 및 제2 광학 층의 굴절률은 실시예 1에 보고된 것과 대략 동일하였다.

[0051] **실시예 4**

[0052] 스킨 층 두께가 변경된 것을 제외하고는, 교번하는 제1 층 및 제2 층을 포함하고 스킨 층을 포함하는 광학 필름을 실시예 4에 대해 일반적으로 기술된 바와 같이 제조하였다. 필름의 처리 동안 냉각 롤과 대면하는 스킨 층의 두께는 5.11 마이크로미터로 측정되었고, 반대편의 스킨 층은 5.62 마이크로미터의 측정된 두께를 가졌다. 필름은 AFM에 의해 측정할 때 대략 61 마이크로미터의 물리적 두께를 가졌다. 투과 스펙트럼을 측정하였으며 도 9에 도시되어 있다. 대역 에지 기울기는, 광 투과율이 9.8%로부터 71.2%까지 증가한 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅으로부터 3.71%/nm인 것으로, 그리고 광 투과율이 9.8%로부터 81.5%까지 증가한 파장 범위에 걸친 파장에 대해 광 투과율을 상관시키는 대역 에지에 대한 최상의 선형 피팅으로부터 3.62%/nm인 것으로 결정되었다. 교번하는 제1 및 제2 광학 층의 굴절률은 실시예 1에 보고된 것과 대략 동일하였다.

[0053] "약"과 같은 용어는 그들이 본 명세서에 사용되고 기술된 맥락에서 당업자에 의해 이해될 것이다. 특징부 크기, 양 및 물리적 특성을 표현하는 양에 적용되는 바와 같은 "약"의 사용이, 그것이 본 명세서에서 사용되고 기술된 맥락에서 당업자에게 달리 명백하지 않다면, "약"은 명시된 양의 10% 이내를 의미하는 것으로 이해될 수 있지만, 또한 정확히 명시된 양을 포함한다. 예를 들어, 본 명세서에서 사용되고 기술된 맥락에서 당업자에게 달리 명백하지 않다면, 약 1의 값을 갖는 양은 그 양이 0.9 내지 1.1의 값을 갖지만 또한 정확히 1의 값을 포함함을 의미한다.

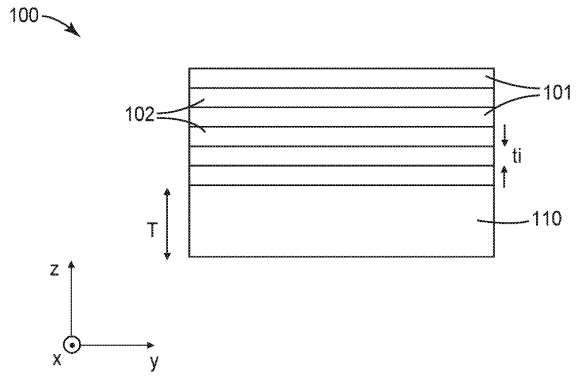
[0054] 전술한 내용에 언급된 모든 참고 문헌, 특허 및 특허 출원은 본 명세서에 전체적으로 일관된 방식으로 참고로 포함된다. 본 출원과 포함되는 참고 문헌의 부분들 사이에 불일치 또는 모순이 있는 경우, 전술한 설명에서의 정보가 우선할 것이다.

[0055] 도면의 요소에 대한 설명은, 달리 지시되지 않는 한, 다른 도면의 대응하는 요소에 동등하게 적용되는 것으로 이해되어야 한다. 구체적인 실시예가 본 명세서에 예시 및 기술되어 있지만, 당업자는 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고서 다양한 대안 및/또는 등가의 구현 형태가 도시 및 기술된 구체적인 실시 형태를 대신할 수 있

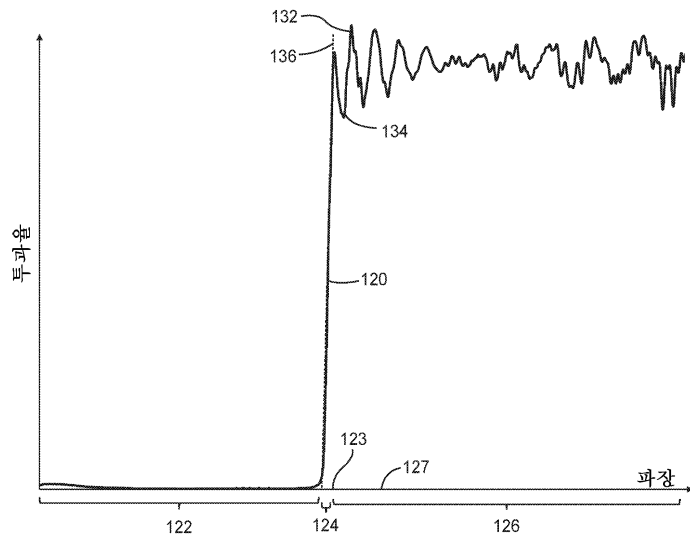
다는 것을 이해할 것이다. 본 출원은 본 명세서에 논의된 구체적인 실시 형태의 임의의 개조 또는 변형을 포함 하도록 의도된다. 따라서, 본 발명은 오직 청구범위 및 그의 등가물에 의해서만 제한되는 것으로 의도된다.

도면

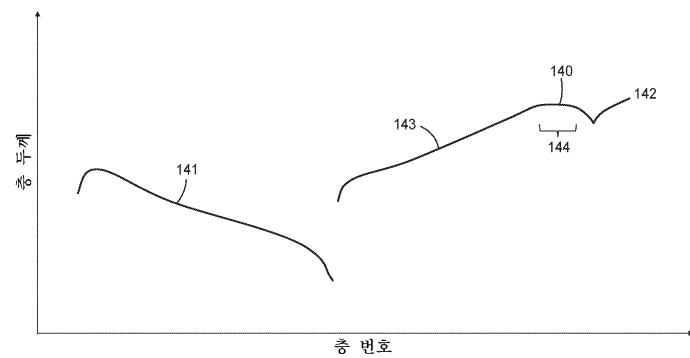
도면1



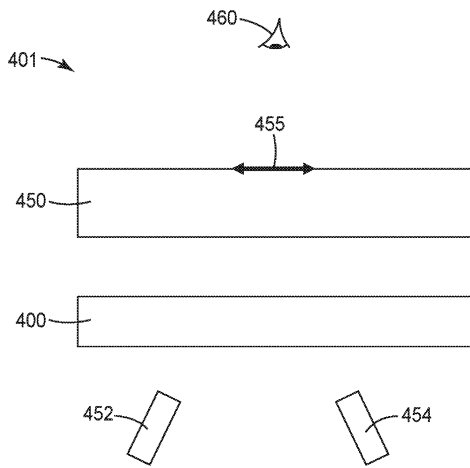
도면2



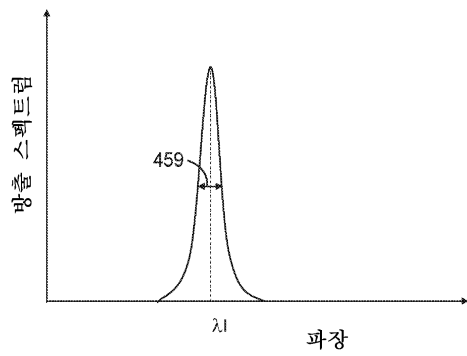
도면3



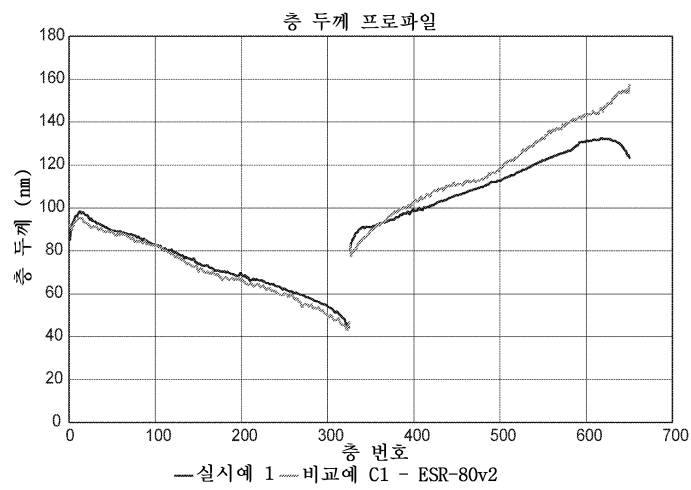
도면4



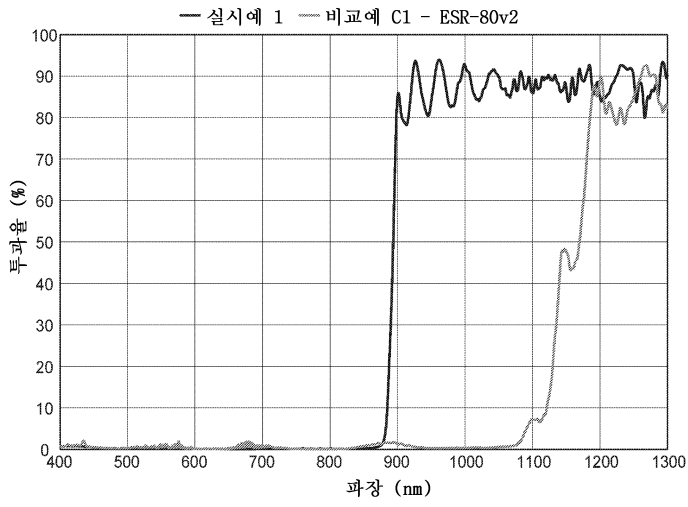
도면5



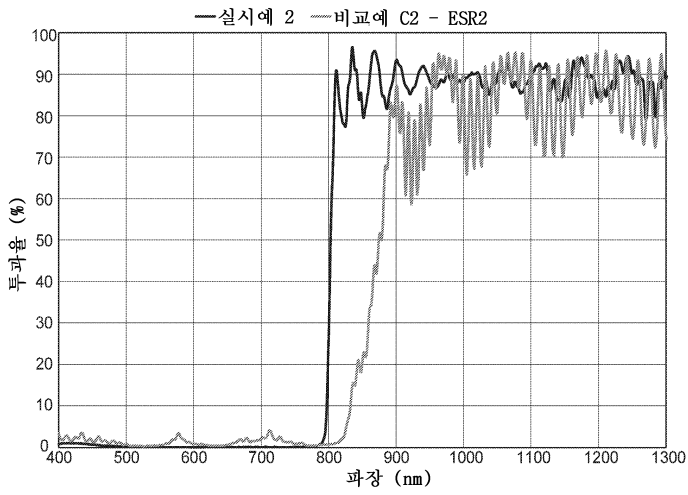
도면6



도면7



도면8



도면9

