



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0018550  
(43) 공개일자 2019년02월22일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G02B 5/26* (2006.01) *G02B 5/22* (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
*G02B 5/26* (2013.01)  
*G02B 5/22* (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7003956
- (22) 출원일자(국제) 2017년06월30일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2019년02월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/040290
- (87) 국제공개번호 WO 2018/013363  
국제공개일자 2018년01월18일
- (30) 우선권주장  
62/361,246 2016년07월12일 미국(US)

- (71) 출원인  
쓰리엠 이노베이티브 프로퍼티즈 컴파니  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 피.오.박스 33427 쓰리엠 센터
- (72) 발명자  
휘틀리 존 에이  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
두 꾸앙레이  
미국 55133-3427 미네소타주 세인트 폴 포스트 오피스 박스 33427 쓰리엠 센터  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
양영준, 조윤성, 김영

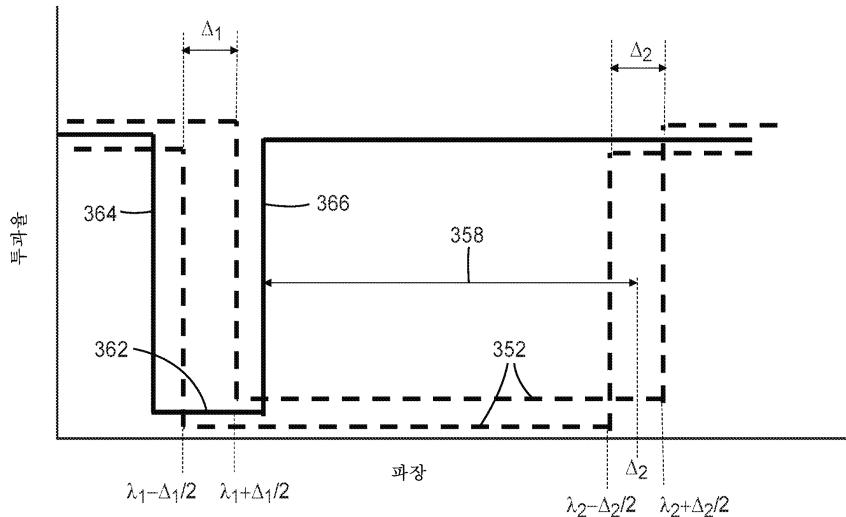
전체 청구항 수 : 총 25 항

(54) 발명의 명칭 광학 스택

### (57) 요 약

배향 중합체 다층 광학 필름(oriented polymeric multilayer optical film)과 비-복굴절성 광학 필터(non-birefringent optical filter)를 포함하는 광학 스택(optical stack)이 기재된다. 배향 중합체 다층 광학 필름은 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 구비하며, 비-복굴절성 광학 필터는 제1 차단 대역을 구비한다. 몇몇 경우에, 제1 차단 대역은 제1 밴드 에지를 포함하며, 제1 차단 대역은 광학 스택의 전체 차단 대역의 대역 에지의 변화(variation)의 감소를 제공한다.

**대 표 도** - 도3b



(72) 발명자

브누아 질 제이

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

비에르나스 롤프 더블유

미국 55092 미네소타주 와이오밍 헤리티지 레인  
25534

---

매클로플린 크리스토퍼 에이

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

크리스티 세리 에이

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

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름(oriented polymeric multilayer optical film) - 제1 반사 대역은 다층 광학 필름의 길이 또는 폭에 걸쳐 변화(variation)를 갖는 제1 대역 에지를 갖고, 제1 대역 에지는 수직 입사에서 설계 파장(design wavelength)  $\lambda$ 와 설계 파장에 대한 특성 편차(characteristic deviation)  $\Delta$ 를 가짐 - 과;

다층 광학 필름에 인접하게 배치되고 제1 차단 대역을 갖는 제1 비-복굴절성 광학 필터(non-birefringent optical filter) - 제1 차단 대역은 수직 입사에서  $\lambda - \Delta/2$  내지  $\lambda + \Delta/2$ 의 파장을 포함함 - 를 포함하며,

제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 차단 대역 밖에 있는 적어도  $\Delta$ 의 폭을 갖는 파장 범위를 포함하는, 광학 스택(optical stack).

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 제1 비-복굴절성 광학 필터는 비-복굴절성 반사기이고, 제1 차단 대역은 반사 대역인, 광학 스택.

#### 청구항 3

제1항에 있어서, 차단 대역은 흡수 대역인, 광학 스택.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 차단 대역은 제2 반사 대역인, 광학 스택.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 제2 비-복굴절성 광학 필터를 추가로 포함하고, 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제2 설계 파장을 갖는 제2 대역 에지를 가지며, 제2 비-복굴절성 광학 필터는 제2 설계 파장을 포함하는 제2 차단 대역을 갖는, 광학 스택.

#### 청구항 6

제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름 - 제1 반사 대역은 원하지 않는 대역 에지 파장에서 수직 입사에서의 제1 대역 에지를 가짐 - 과;

다층 광학 필름에 인접하고 제1 차단 대역을 갖는 제1 비-복굴절성 광학 필터 - 제1 차단 대역은 수직 입사에서 원하지 않는 대역 에지 파장을 포함하고 제1 원하는 대역 에지 파장에서 제2 대역 에지를 가짐 - 를 포함하는, 광학 스택.

#### 청구항 7

제6항에 있어서, 제2 차단 대역을 갖는 제2 비-복굴절성 광학 필터를 추가로 포함하고, 제1 반사 대역은 제2 원하지 않는 대역 에지 파장에서 수직 입사에서의 제3 대역 에지를 가지며, 제2 차단 대역은 제2 원하지 않는 파장을 포함하고 제2 원하는 대역 에지 파장에서 제4 대역 에지를 갖는, 광학 스택.

#### 청구항 8

제6항에 있어서, 배향 중합체 다층 광학 필름 및 제1 비-복굴절성 광학 필터와 광학 연통하는 마커(marker)를 추가로 포함하는, 광학 스택.

#### 청구항 9

제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름 - 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 대역 폭을 갖고 수직

입사와 60도의 입사각 사이의 제1 시프트(shift)를 갖는 제1 차단 대역 에지를 가짐 - 과;

배향 중합체 다층 광학 필름에 인접하게 배치되고 제1 차단 대역을 갖는 제1 비-복굴절성 광학 필터 - 제1 차단 대역은 수직 입사에서 제2 차단 대역 폭을 갖고 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제2 시프트를 갖는 제2 차단 대역 에지를 가짐 - 를 포함하고,

제1 시프트는 제2 시프트와 상이한, 광학 스택.

#### **청구항 10**

제9항에 있어서, 제1 차단 대역 폭은 제2 차단 대역 폭보다 큰, 광학 스택.

#### **청구항 11**

제9항에 있어서, 제1 시프트는 제2 시프트보다 더 작은, 광학 스택.

#### **청구항 12**

제9항에 있어서, 제1 시프트는 제2 시프트보다 더 큰, 광학 스택.

#### **청구항 13**

제9항에 있어서, 제1 차단 대역 에지는 수직 입사에서 제1 파장에 있고, 제1 차단 대역은 수직 입사에서 제1 파장을 포함하는, 광학 스택.

#### **청구항 14**

제9항에 있어서, 제1 비-복굴절성 광학 필터는 비-복굴절성 반사기이고, 광학 스택은 제1 반사 대역과 제1 차단 대역으로부터 생성되는 전체 반사 대역을 가지며, 전체 반사 대역은 수직 입사에서 제3 차단 대역 폭을 갖고 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제3 시프트를 갖는 제3 차단 대역 에지를 가지며, 제3 차단 대역 폭은 제1 차단 대역 폭보다 더 크고, 제3 시프트는 제2 시프트와 동일한, 광학 스택.

#### **청구항 15**

제9항에 있어서, 제1 차단 대역은 수직 입사에서는 제1 반사 대역 내에 전적으로 포함되고, 경사 입사각에서는 제1 반사 대역 내에 전적으로 포함되지 않는, 광학 스택.

#### **청구항 16**

제9항에 있어서, 제1 반사 대역과 제1 차단 대역은 수직 입사에서는 중첩되지 않고, 경사 입사각에서는 중첩되는, 광학 스택.

#### **청구항 17**

제1항 내지 제16항 중 어느 한 항의 광학 스택을 포함하고, 광학 스택과 광학 연통(optical communication)하는 광원 및 센서 중 하나 또는 둘 모두를 추가로 포함하는, 광학 시스템.

#### **청구항 18**

제17항에 있어서, 광원을 포함하고, 광원은 40 nm 이하의 반치전폭(full-width at half-maximum)을 갖는 출력 대역에서 광을 생성하도록 구성되는, 광학 시스템.

#### **청구항 19**

제18항에 있어서, 제1 반사 대역은 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지 않는, 광학 시스템.

#### **청구항 20**

제18항에 있어서, 제1 반사 대역은 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지 않는, 광학 시스템.

**청구항 21**

제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름; 및  
출력 대역에서 광을 생성하도록 구성되는 광원  
을 포함하며,

광원은 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하고,

제1 반사 대역은 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지 않는, 광학 시스템.

**청구항 22**

제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름; 및  
출력 대역에서 광을 생성하도록 구성되는 광원  
을 포함하며,

광원은 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하고,

제1 반사 대역은 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지 않는, 광학 시스템.

**청구항 23**

제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름; 및  
입력 대역에서 광을 수광하도록 구성되는 센서  
를 포함하며,

센서는 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하고,

제1 반사 대역은 수직 입사에서는 입력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각에서는 입력 대역과 중첩되지 않는, 광학 시스템.

**청구항 24**

제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름; 및  
입력 대역에서 광을 수광하도록 구성되는 센서  
를 포함하며,

센서는 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하고,

제1 반사 대역은 경사 입사각에서는 입력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 입력 대역과 중첩되지 않는, 광학 시스템.

**청구항 25**

배향 중합체 다층 광학 필름의 제1 반사 대역을 변경시키는 방법으로서,

제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름 - 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 파장에서 대역 에지를 가짐 - 을 제공하는 단계;

원하는 수직 입사 대역 에지 파장을 결정하는 단계;

제1 차단 대역을 갖는 비-복굴절성 광학 필터 - 제1 차단 대역은 원하는 수직 입사 대역 에지 파장을 갖고 수직 입사에서의 제1 파장을 포함함 - 를 선택하는 단계; 및

비-복굴절성 반사기를 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하게 위치시키는 단계

를 포함하는, 방법.

### 발명의 설명

### 기술 분야

### 배경 기술

[0001] 광학 필터(optical filter)가 상이한 파장 또는 상이한 편광의 광을 선택적으로 투과시키기 위해 사용될 수 있다. 광학 필터는 검출기 시스템과 같은 다양한 광학 시스템에 유용하다.

### 발명의 내용

[0002] 본 발명의 일부 태양에서, 배향 중합체 다층 광학 필름(oriented polymeric multilayer optical film)과 다층 광학 필름에 인접하게 배치된 제1 비-복굴절성(non-birefringent) 광학 필터를 포함하는 광학 스택(optical stack)이 제공된다. 배향 중합체 다층 광학 필름은 다층 광학 필름의 길이 또는 폭에 걸쳐 변화(variation)를 갖는 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 구비한다. 제1 대역 에지는 수직 입사에서 설계 파장(design wavelength)  $\lambda$  및 설계 파장에 대한 특성 편차(characteristic deviation)  $\Delta$ 를 갖는다. 제1 비-복굴절성 광학 필터는 수직 입사에서  $\lambda - \Delta/2$  내지  $\lambda + \Delta/2$ 의 파장을 포함하는 제1 차단 대역을 갖는다. 수직 입사에서, 제1 반사 대역은 제1 차단 대역 밖에 있는 적어도  $\Delta$ 의 폭을 갖는 파장 범위를 포함한다.

[0003] 본 발명의 일부 태양에서, 배향 중합체 다층 광학 필름과 다층 광학 필름에 인접하게 배치된 제1 비-복굴절성 광학 필터를 포함하는 광학 스택이 제공된다. 배향 중합체 다층 광학 필름은 원하지 않는 대역 에지 파장을 원하지 않는 대역 에지 파장을 포함하고 제1 원하는 대역 에지 파장에서 제2 대역 에지를 갖는 제1 차단 대역을 갖는다.

[0004] 본 발명의 일부 태양에서, 배향 중합체 다층 광학 필름과 다층 광학 필름에 인접하게 배치된 제1 비-복굴절성 광학 필터를 포함하는 광학 스택이 제공된다. 배향 중합체 다층 광학 필름은 제1 반사 대역을 가지며, 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 대역 폭을 갖고 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제1 시프트(shift)를 갖는 제1 대역 에지를 갖는다. 제1 비-복굴절성 광학 필터는 제1 차단 대역을 가지며, 제1 차단 대역은 수직 입사에서 제2 대역 폭을 갖고 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제2 시프트를 갖는 제2 대역 에지를 갖는다. 제1 시프트는 제2 시프트와 상이하다.

[0005] 본 발명의 일부 태양에서, 광학 스택을 포함하는 광학 시스템이 제공된다. 광학 시스템은 광학 스택과 광학 연통(optical communication)하는 광원 및 센서 중 하나 또는 둘 모두를 포함한다.

[0006] 본 발명의 일부 태양에서, 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름, 및 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하는 광원을 포함하는 광학 시스템이 제공된다. 광원은 출력 대역에서 광을 생성하도록 구성된다. 몇몇 경우에, 제1 반사 대역은 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지 않는다. 몇몇 경우에, 제1 반사 대역은 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지 않는다.

[0007] 본 발명의 일부 태양에서, 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름, 및 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하는 센서를 포함하는 광학 시스템이 제공된다. 센서는 입력 대역에서 광을 수광하도록 구성된다. 몇몇 경우에, 제1 반사 대역은 수직 입사에서는 입력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각에서는 입력 대역과 중첩되지 않는다. 몇몇 경우에, 제1 반사 대역은 경사 입사각에서는 입력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 입력 대역과 중첩되지 않는다.

[0008] 본 발명의 일부 태양에서, 배향 중합체 다층 광학 필름의 제1 반사 대역을 변경시키는 방법이 제공된다. 본 방법은, 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름 - 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 파장에서 대역 에지를 가짐 - 을 제공하는 단계; 원하는 수직 입사 대역 에지 파장을 결정하는 단계; 제1 차단 대역을 갖는 비-복굴절성 광학 필터 - 제1 차단 대역은 원하는 수직 입사 대역 에지 파장을 갖고 수직 입사에서의 제1 파장을 포함함 - 를 선택하는 단계; 및 비-복굴절성 반사기를 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하게 위치시키는

단계를 포함한다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1a 내지 도 1d는 광학 스택의 개략 단면도.

도 2는 공간 가변적(spatially variant) 층을 갖는 광학 스택의 개략 단면도.

도 3a는 파장의 함수로서 배향 중합체 다층 광학 필름을 통한 수직 입사에서의 투과율을 도시한 선도(plot).

도 3b는 파장의 함수로서 도 3a의 배향 중합체 다층 광학 필름을 통한 그리고 비-복굴절성 광학 필터를 통한 수직 입사에서의 투과율을 도시한 선도.

도 3c는 파장의 함수로서 도 3a의 배향 중합체 다층 광학 필름을 통한 그리고 1개 또는 2개의 비-복굴절성 광학 필터를 통한 수직 입사에서의 투과율을 도시한 선도.

도 3d는 수직 입사에서의 광학 스택의 전체 차단 대역의 개략도.

도 4a 내지 도 7b는 광학 스택의 반사 대역 및 흡수 대역에 대하여 파장의 함수로서 투과율을 도시한 선도.

도 8은 반치전폭(full-width at half-maximum)의 개념을 예시한 그래프.

도 9는 광학 필터의 개략 단면도.

도 10a 내지 도 10c는 광학 시스템의 개략도.

도 11 내지 도 18은 광학 필터에 대한 % 투과율 대 파장의 선도.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 하기 설명에서는, 본 명세서의 일부를 형성하고 다양한 실시예가 예시로서 도시된 첨부 도면을 참조한다. 도면은 반드시 축척대로 그려진 것은 아니다. 다른 실시예가 고려되면 본 발명의 범주 또는 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 따라서, 하기의 상세한 설명은 제한적 의미로 해석되어서는 안 된다.

[0011] 배향 중합체 다층 광학 필름이 백라이트 시스템 내의 반사 편광기 또는 미러 및 검출기 시스템 내의 광학 필터와 같은 매우 다양한 응용에 유용하다. 그러한 필름은 의도된 응용에 따라 매우 다양한 파장 범위에서 반사 대역을 갖도록 설계될 수 있다.

[0012] 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름은 흔히 반사 대역의 하나 또는 두 개의 대역 에지의 변화를 보인다. 이러한 변화는 몇몇 응용에서 바람직하지 않을 수 있다. 본 발명에 따르면, 배향(및 따라서 복굴절성) 중합체 다층 광학 필름 및 비-복굴절성 광학 필터 둘 모두를 포함하는 광학 스택을 사용하는 것이 배향 중합체 다층 광학 필름 단독에 비해 (예컨대, 60 퍼센트 이상만큼, 또는 70 퍼센트 이상만큼, 또는 80 퍼센트 이상만큼) 실질적으로 감소된 대역 에지 변화를 제공함과 동시에 비-복굴절성 광학 필터 단독으로는 용이하게 얻어지지 않을 넓은 차단 대역(예컨대, 반사 대역)을 제공할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

[0013] 배향 중합체 다층 광학 필름과 비-복굴절성 광학 필터의 조합은 광학 스택에 대한 전체 차단 대역을 생성한다. 배향 중합체 다층 광학 필름은 2가지 직교 편광 상태들 중 하나 또는 둘 모두에 대해 전형적으로 반사기이다. 비-복굴절성 광학 필터는 (예컨대, 상이한 굴절률을 갖는 교변하는 비-복굴절성 층을 사용하는) 반사 대역 또는 (예컨대, 원하는 파장 범위에서 흡수하는 염료 또는 안료를 사용하는) 흡수 대역일 수 있는 차단 대역을 갖는다. 몇몇 실시예에서, 비-복굴절성 광학 필터는 반사 필터이고 전체 차단 대역은 반사 대역이며, 몇몇 실시예에서, 비-복굴절성 광학 필터는 흡수 필터이고 전체 차단 대역은 일부 파장에서는 흡수 대역이고 다른 파장에서는 반사 대역이다.

[0014] 몇몇 실시예에서, 본 발명의 광학 스택은 입사각에 따른 설계 시프트를 갖는 전체 차단 대역을 갖는다. 그러한 광학 스택은 예를 들어 센서에 대해 각도 제한 수용 구역을 제공하기 위해, 광원에 대해 제한된 방출 각도를 제공하기 위해, 또는 마커(marker)에 대해 제한된 시야각(angle of view)을 제공하기 위해 사용될 수 있는 소정 파장에 대한 각도 선택 요소(angle selective element)를 생성할 수 있다.

[0015] 본 발명의 광학 스택은 맞춤 설계된 배향 중합체 다층 광학 필름을 생성하는 비용을 발생시킴이 없이 맞춤된 차단 대역을 생성하는 방식을 추가로 제공한다. 비-복굴절성 필터(또는 필터들)는 배향 중합체 다층 광학 필름의

반사 대역의 대역 예지(또는 양쪽 대역 예지들)와 중첩되는 그리고 맞춤된 차단 대역을 제공하기 위해 원하는 대역 예지 내로 연장되는 차단 대역을 갖도록 선택될 수 있다.

[0016] 도 1a는 제1 및 제2 층(110, 114)을 포함하는 광학 스택(100)의 개략 단면도이다. 제1 및 제2 층(110, 114) 중 하나는 배향 중합체 다층 광학 필름이고, 제1 및 제2 층(110, 114) 중 다른 하나는 비-복굴절성 광학 필터이다. 광(140)이 수직 입사로 제1 층(110)과 제2 층(114)에 입사하는 한편, 광(142)이 (광선과 제1 층(110)의 볍선 벡터 사이의 각도인)  $\alpha$ 의 경사 입사각으로 제1 층(110)에 입사한다. 광(140 또는 142)은 먼저 배향 중합체 다층 광학 필름을 통해 그리고 이어서 비-복굴절성 광학 필터를 통해 투과될 수 있거나, 또는 광(140 또는 142)은 먼저 비-복굴절성 광학 필터를 통해 그리고 이어서 배향 중합체 다층 광학 필름을 통해 투과될 수 있다. 제1 및 제2 층(110, 114)은 도 1a에 예시된 바와 같이 서로 바로 인접하게 배치될 수 있거나, 또는 도 1b와 도 1c에 예시된 바와 같이 각각 공기 갭 또는 중간 층이 제1 층과 제2 층 사이에 배치될 수 있다.

[0017] 간섭 필터의 반사 대역 또는 차단 대역의 대역 예지의 과장은 입사각  $\alpha$ 에 전형적으로 좌우되고, 입사각의 증가에 따라 더 낮은 과장으로 전형적으로 시프트된다. 입사각은 입사 광선과 이 광선이 입사하는 표면의 볍선 사이의 각도(예컨대, 광(142)의 경사 입사각  $\alpha$ )를 지칭한다. 수직 입사는 0의 입사각을 지칭한다. 대역 예지 과장과 같은 반사 대역 또는 차단 대역의 특성이 수직 입사에서 또는 경사 입사각에서 특정될 수 있다. 수직 입사에서의 대응하는 대역으로부터의 반사 또는 차단 대역의 시프트를 비교하는 데 사용되는 경사 입사각은 예를 들어 45도 또는 60도로 선택될 수 있다.

[0018] 배향 중합체 다층 광학 필름은 예를 들어 미리 필름 또는 반사 편광기 필름일 수 있다. 배향 중합체 다층 광학 필름은 제1 대역 예지(예컨대, 좌측 대역 예지)를 갖는 제1 반사 대역을 갖고, 또한 제2 대역 예지(예컨대, 우측 대역 예지)를 가질 수 있다. 배향 중합체 다층 광학 필름은 또한 제2 반사 대역(예컨대, 제1 반사 대역의 고차 고조파(harmonic))을 가질 수 있다. 몇몇 실시예에서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 반사 대역들 사이에 통과 대역이 있는 복수의 반사 대역을 갖는 콤 필터(comb filter)이다. 배향 중합체 다층 광학 필름과 비-복굴절성 광학 필터는 본 명세서의 다른 곳에 기재된 기술 중 임의의 기술을 사용하여 제조될 수 있다.

[0019] 비-복굴절성 광학 필터는 광학 활성 층(들)이 등방성 굴절률을 갖는 임의의 필터일 수 있다. 예들로는 본 명세서의 다른 곳에 추가로 기술된 바와 같이 상이한 등방성 굴절률의 복수의 교번 층을 갖는 간섭 필터를 포함하고, 등방성 복소 굴절률을 갖는 흡수 층(예컨대, 염료 또는 안료 층)을 갖는 필터를 포함한다. 등방성 염료 또는 안료는 이 염료 또는 안료가 배향 기재(substrate) 상에 또는 내부에 배치되는 경우에도 비-복굴절성 광학 필터로 고려될 수 있다. 요오드 착색 폴리비닐 알코올 흡수 편광기 내의 요오드 층과 같은 비-등방성 염료 또는 안료는 본 발명에서 사용되는 바와 같은 비-복굴절성 광학 필터가 아닌데, 왜냐하면 요오드 분자가 배향되고 x- 및 y-방향(도 1a의 x-y-z 좌표계 참조)으로 상이한 복굴절 복소 굴절률을 제공하기 때문이다.

[0020] 반사 및 차단 대역의 과장 범위는 의도된 응용에 기초하여 선택될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 대역 예지들 중 하나 또는 모두는 수직 입사에서 300 nm 또는 400 nm 내지 2500 nm, 또는 2000 nm, 또는 1200 nm, 또는 900 nm 또는 700 nm의 범위 내에 위치된다.

[0021] 도 1b는 제1 및 제2 층(110b, 114b)을 그들 사이에 공기 갭이 있는 상태로 포함하는 광학 스택(100b)의 개략 단면도이다. 제1 및 제2 층(110b, 114b) 중 하나는 배향 중합체 다층 광학 필름이고, 제1 및 제2 층(110b, 114b) 중 다른 하나는 제1 비-복굴절성 광학 필터이다.

[0022] 도 1c는 제1, 제2 및 제3 층(110c, 114c, 116c)을 포함하는 광학 스택(100c)의 개략 단면도이다. 제1, 제2 및 제3 층(110c, 114c, 116c) 중 하나는 배향 중합체 다층 광학 필름이고, 제1, 제2 및 제3 층(110c, 114c, 116c) 중 상이한 하나는 제1 비-복굴절성 광학 필터이다. 나머지 층은 예를 들어 접착제 층일 수 있고/있거나, 제2 비-복굴절성 광학 필터(예컨대, 염색된 접착제 층)일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 층(110c)은 배향 중합체 다층 광학 필름이고, 제2 층(114c)은 제1 비-복굴절성 광학 필터이며, 제3 층(116c)은 중간 층이다. 몇몇 실시예에서 중간 층은 접착제 층이고, 몇몇 실시예에서 중간 층은 하나 이상의 편광 염료 또는 안료를 포함할 수 있는 하나 이상의 염료 또는 안료를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 중간 층은 배향 폴리에틸렌 테레프탈레이트(PET)와 같은 배향 중합체 층이다.

[0023] 도 1d는 제1 및 제2 층(110d, 114d)을 포함하는 광학 스택(100d)의 개략 단면도이다. 제1 및 제2 층(110d, 114d) 중 하나는 배향 중합체 다층 광학 필름이고, 제1 및 제2 층(110d, 114d) 중 다른 하나는 제1 비-복굴절성 광학 필터이다. 광학 스택(100d)은 하나의 축(x-축)을 중심으로 또는 2개의 직교 축(x-축 및 y-축)을 중심으로 만곡된다. 광학 스택(100d)은 열성형 공정 또는 인몰드 성형 공정을 사용하여 형성될 수 있다. 몇몇 실시예에

서, 제1 및 제2 층(110d, 114d)은 별개의 층으로서 형성되고, 이들은 후속하여 도 1d에 예시된 만곡된 형상으로 형성(예컨대, 열성형)된다. 몇몇 실시예에서, 배향 중합체 다층 광학 필름이 준비되고 몰드(mold) 내에 배치되며 파장 선택적 염료 또는 안료를 갖는 재료가 몰드 새로 주입되어 비-복굴절성 광학 필터를 형성하는 인몰드 공정이 사용된다. 추가의 층이 배향 중합체 다층 광학 필름과 비-복굴절성 광학 필터 사이에 형성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 인몰드 성형은 적어도 하나의 축을 중심으로 만곡된(예컨대, 2개의 직교 축을 중심으로 만곡된) 배향 중합체 다층 광학 필름을 생성한다. 다른 실시예에서, 인몰드 성형은 평평한 배향 중합체 다층 광학 필름을 생성한다.

[0024] 도 2는 제1 및 제2 층(210, 214)을 포함하는 광학 스택(200)의 개략 단면도이다. 제1 및 제2 층(210, 214) 중 하나는 배향 중합체 다층 광학 필름이고, 제1 및 제2 층(210, 214) 중 다른 하나는 비-복굴절성 광학 필터이다. 제1 층(210)은 공간 가변적이고, 구멍 또는 불연속부(218)를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 제1 층(210)은 배향 중합체 다층 광학 필름이고, 구멍 또는 불연속부(218)는 예를 들어 다이 커팅(die cutting)에 의해 형성될 수 있는 배향 중합체 다층 광학 필름을 관통한 구멍이다. 몇몇 실시예에서, 제1 층(210)은 비-복굴절성 광학 필터이고, 구멍 또는 불연속부(218)는 비-복굴절성 광학 필터를 침착시키는 데에 마스크를 사용함으로써 형성될 수 있는 불연속부이다. 예를 들어, 비-복굴절성 광학 필터는 기재 상에 또는 직접 배향 중합체 다층 광학 필름 상에 흡수 재료를 침착시키거나 교번 층의 반사 스택을 침착시킴으로써 형성될 수 있다. 침착은 마스크를 통해 행해져, 패턴화된 비-복굴절성 광학 필터를 생성할 수 있다. 침착은 예를 들어 흡수 재료의 인쇄 또는 분무, 또는 교번 층의 반사 스택의 스퍼터링 또는 증착을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 층(210)은 비-복굴절성 광학 필터이고, 이는 비-복굴절성 광학 필터의 길이 또는 폭에 걸쳐 불연속적이다.

[0025] 몇몇 실시예에서, 광학 스택은 다층 광학 필름의 길이 또는 폭에 걸쳐 변화를 갖는 제1 대역 예지를 갖는 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름과, 차단 대역을 갖고 다층 광학 필름에 인접하게 배치되는 제1 비-복굴절성 광학 필터를 포함한다. 그러한 반사 및 차단 대역이 도 3a 내지 도 3d에 개략적으로 예시된다.

[0026] 도 3a는 파장의 함수로서 배향 중합체 다층 광학 필름을 통한 수직 입사에서의 투과율을 도시한 선도이고, 배향 중합체 다층 광학 필름의 제1 반사 대역(352)의 개략적인 예시를 제공한다. 제1 반사 대역(352)은 파선에 의해 이 도면에 표시된 다층 광학 필름의 길이 또는 폭(예를 들어, 도 1a 내지 도 2에 예시된 x-y-z 좌표계를 참조하면, 필름의 길이는 y-방향을 따른 치수일 수 있고, 필름의 폭은 x-방향을 따른 치수일 수 있음)에 걸쳐 변화를 보인다. 제1 반사 대역(352)은 각각  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 의 설계 또는 공칭 파장과 각각  $\Delta_1$  및  $\Delta_2$ 의 설계 파장에 대한 특성 편차를 갖는 제1 및 제2 대역 예지(354, 356)를 갖는다. 달리 명시되지 않는 한, 특성 편차  $\Delta_1$  및  $\Delta_2$ 는 각각  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 의 설계 또는 공칭 파장에 대한 각각 제1 및 제2 대역 예지 파장의 표준 편차를 지칭한다.

[0027] 도 3b는 파장의 함수로서 도 3a의 배향 중합체 다층 광학 필름을 통한 그리고 비-복굴절성 광학 필터를 통한 수직 입사에서의 투과율을 도시한 선도이고, 비-복굴절성 광학 필터의 제1 차단 대역(362)의 개략적인 예시를 제공한다. 흡수 대역 또는 반사 대역일 수 있는 제1 차단 대역(362)은 각각 제1 및 제2 대역 예지(364, 366)를 갖는다. 제1 대역 예지(364)는  $\lambda_1 - \Delta_1/2$ 보다 낮은 파장에 있고, 제2 대역 예지(366)는  $\lambda_1 + \Delta_1/2$ 보다 높은 파장에 있다. 제1 반사 대역(352)은 제1 차단 대역(362) 밖에 있는, 적어도  $\Delta_1$ 의 폭을 갖는 파장 범위(358)를 포함한다. 도 3b에서 식별되는 파장 범위(358)는 제2 대역 예지(366)로부터 설계 또는 공칭 파장  $\lambda_2$ 까지 연장된다.

[0028] 도 3c는 파장의 함수로서 도 3a의 배향 중합체 다층 광학 필름을 통한 그리고 1개 또는 2개의 비-복굴절성 광학 필터를 통한 수직 입사에서의 투과율을 도시한 선도이고, 1개 또는 2개의 비-복굴절성 광학 필터의 제1 및 제2 차단 대역(362a, 362b)의 개략적인 예시를 제공한다. 몇몇 실시예에서, 2개의 별개의 비-복굴절성 광학 필터가 사용되는데, 이때 하나의 필터는 제1 차단 대역(362a)을 제공하고 다른 하나의 필터는 제2 차단 대역(362b)을 제공하기 위해 사용된다. 몇몇 실시예에서, 2개 초파의 비-복굴절성 광학 필터가 광학 스택 내에 포함된다. 예를 들어, 몇몇 응용에서, 대역(352, 362a, 362b) 중 임의의 것의 범위 밖에 있는 하나 이상의 파장 범위에서 광을 차단하는 것이 요구될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 2개 이상의 차단 대역을 갖는 단일 비-복굴절성 광학 필터가 제1 차단 대역(362a) 및 제2 차단 대역(362b) 둘 모두를 제공하기 위해 사용된다. 예를 들어, 제1 및 제2 차단 대역(362a, 362b)은 교번하는 비-복굴절성 제1 및 제2 층에 의해 제공되는 상이한 차수의 고조파인 반사 대역일 수 있다. 예를 들어, 제2 차단 대역(362b)은 1차 반사 대역일 수 있고, 제1 차단 대역(362a)은 제2 차단 대역(362b)의 2차 고조파일 수 있다.

[0029] 도 3d는 제1 반사 대역(352)과 도 3c에 예시된 제1 및 제2 차단 대역(362a, 362b)의 조합에 의해 제공되는 전체

차단 대역(367)의 개략적인 예시이다. 몇몇 실시예에서, 광학 필터는 제1 및 제2 차단 대역(362a, 362b) 중 둘 모두가 아닌 하나를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 제1 비-복굴절성 광학 필터는 비-복굴절성 반사기이고, 전체 차단 대역(367)은 전체 반사 대역이다. 전체 차단 대역(367)은 수직 입사에서의 제1 반사 대역(352)의 제1 대역 폭( $\lambda_2 - \lambda_1$ )보다 큰 수직 입사에서의 제3 대역 폭(368)을 갖는다. 몇몇 실시예에서, 전체 차단 대역(367)은 수직 입사에서의 제1 반사 대역(352)의 제1 대역 폭( $\lambda_2 - \lambda_1$ )보다 1.3배 이상 또는 1.5배 이상만큼 더 큰 수직 입사에서의 제3 대역 폭(368)을 갖는다. 전체 차단 대역(367)은 주로 제1 차단 대역(362a)의 제1 대역 에지(364a)와 제2 차단 대역(362b)의 제2 대역 에지(366b)에 의해 확립되는 제1 및 제2 대역 에지(364d, 366d)를 갖는다. 본 명세서의 다른 곳에 추가로 기술된 바와 같이, 몇몇 실시예에서, 제1 및 제2 대역 에지(364d, 366d) 중 하나 또는 둘 모두는 제1 대역 에지(364a) 또는 제2 대역 에지(366b)의 대응하는 시프트와 동일한 수직 입사와 경사 입사각(예컨대, 45도 또는 60도) 사이의 시프트를 갖는다. 제1 및 제2 대역 에지(364d, 366d) 중 하나 또는 둘 모두의 수직 입사와 경사 입사각 사이의 시프트는 제1 반사 대역(352)의 제1 및 제2 대역 에지(354, 356)의 대응하는 시프트와 상이할 수 있다.

[0030] 몇몇 실시예에서, 광학 스택은 다층 광학 필름의 길이 또는 폭에 걸쳐 변화를 갖는 제1 대역 에지(예컨대, 대역 에지(354) 또는 대역 에지(356))를 갖는 제1 반사 대역(예컨대, 반사 대역(352))을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름과, 다층 광학 필름에 인접하게 배치되는 제1 비-복굴절성 광학 필터를 포함한다. 제1 대역 에지는 수직 입사에서 설계 파장  $\lambda$ (예컨대, 도 3a에 도시된 파장  $\lambda_1$  또는  $\lambda_2$ )와 설계 파장에 대한 특성 편차  $\Delta$ (예컨대, 도 3a에 도시된 파장  $\Delta_1$  또는  $\Delta_2$ )를 갖는다. 제1 비-복굴절성 광학 필터는 제1 차단 대역(예컨대, 도 3b에 도시된 차단 대역(362) 또는 도 3c에 도시된 차단 대역(362b))을 가지며, 이때 제1 차단 대역은 수직 입사에서  $\lambda - \Delta/2$  내지  $\lambda + \Delta/2$ 의 파장을 포함한다. 수직 입사에서, 제1 반사 대역은 제1 차단 대역 밖에 있는, 적어도  $\Delta$ 의 폭(예컨대, 도 3b에 도시된 파장 범위(358)의 폭)을 갖는 파장 범위를 포함한다.

[0031] 도 4a는, 둘 모두 수직 입사에서, 배향 중합체 다층 광학 필름의 제1 반사 대역(452) 및 비-복굴절성 광학 필터의 제1 차단 대역(462)의 개략적인 예시이다. 제1 반사 대역(452)은 각각  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 의 파장에서 수직 입사에서의 제1 및 제2 대역 에지(454, 456)를 갖고, 제1 차단 대역은 각각  $\lambda_3$  및  $\lambda_4$ 의 파장에서 수직 입사에서의 제1 및 제2 대역 에지(464, 466)를 갖는다.

[0032] 몇몇 경우에, 대역 에지(454)는 원하지 않는 파장에 있고, 차단 대역(462)은 광학 스택에 의해 차단된 파장을 제1 대역 에지(464)에 대응하는 원하는 대역 에지 파장까지 연장시키기 위해 사용된다. 몇몇 실시예에서, 광학 스택은 배향 중합체 다층 광학 필름(예컨대, 제1 층(110))과 다층 광학 필름에 인접한 제1 비-복굴절성 광학 필터(예컨대, 제2 층(114))를 포함한다. 배향 중합체 다층 광학 필름은 원하지 않는 대역 에지 파장  $\lambda_1$ 에서 수직 입사에서의 제1 대역 에지(454)를 갖는 제1 반사 대역(452)을 갖는다. 제1 비-복굴절성 광학 필터는 수직 입사에서 원하지 않는 대역 에지 파장  $\lambda_1$ 을 포함하고 제1 원하는 대역 에지 파장  $\lambda_3$ 에서 제2 대역 에지(466)를 갖는 제1 차단 대역(462)을 갖는다.

[0033] 몇몇 실시예에서, 배향 중합체 다층 광학 필름의 제1 반사 대역을 변경시키는 방법이 제공된다. 이 방법은 제1 반사 대역(452)을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름(예컨대, 제1 층(110))을 제공하는 단계로서, 제1 반사 대역(452)은 수직 입사에서 제1 파장  $\lambda_1$ 에서 대역 에지(454)를 갖는, 상기 제공 단계; 원하는 수직 입사 대역 에지 파장  $\lambda_3$ 을 결정하는 단계; 제1 차단 대역(462)을 갖는 비-복굴절성 광학 필터(예컨대, 제2 층(114))를 선택하는 단계로서, 제1 차단 대역(462)은 원하는 수직 입사 대역 에지 파장  $\lambda_3$ 을 갖고 수직 입사에서의 제1 파장  $\lambda_1$ 을 포함하는, 상기 선택 단계; 및 비-복굴절성 반사기를 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하게 위치시키는 단계를 포함한다. 2개의 물체에 적용되는 경우 용어 "광학 연통"은 광이 하나로부터 다른 하나로 직접 또는 간접적으로 광학적 방법(예를 들어, 반사, 회절, 굴절)을 사용하여 투과될 수 있음을 의미한다.

[0034] 반사 및 차단 대역의 대역 에지의 시프트는 광학 스택의 구성(예컨대, 본 명세서의 다른 곳에 추가로 기술된 바와 같이 비-복굴절성 광학 필터에 사용된 굴절률)에 좌우된다. 도 4b와 도 4c는 도 4a에 예시된 수직 입사의 반사 및 차단 대역을 제공하는 2가지 상이한 실시예에 대한 경사 입사각에서의 반사 및 차단 대역을 도시한다.

[0035] 도 4b는 경사 입사각에서의 제1 반사 대역(452b)(제1 반사 대역(452)에 대응함) 및 제1 차단 대역(462b)(제1 차단 대역(462)에 대응함)의 개략적인 예시이다. 제1 반사 대역(452b)의 제1 및 제2 대역 에지(454b, 456b)는  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 의 파장으로부터 각각  $\lambda'_1$  및  $\lambda'_2$ 의 파장으로 시프트되었고, 제1 차단 대역(462b)의 제1 및 제2 대역

예지(464b, 466b)는  $\lambda_3$  및  $\lambda_4$ 의 파장으로부터 각각  $\lambda'_3$  및  $\lambda'_4$ 의 파장으로 시프트되었다. 1 내지 4의 임의의 i에 대한  $\lambda_i$ 로부터  $\lambda'_i$ 로의 시프트(즉,  $\lambda_i$ 와  $\lambda'_i$ 의 차이의 절대값)는 임의의 다른 시프트와 동일하거나 상이할 수 있다(예컨대, 시프트는 1.3배 이상 또는 1.5배 이상만큼 상이할 수 있다).

[0036] 도 4c는, 광학 스택이 수직 입사에서 도 4a에 예시된 반사 및 차단 대역(452, 462)을 각각 갖지만 도 4b의 실시예와 상이한 시프트를 갖는 실시예에서, 경사 입사각에서의 제1 반사 대역(452c)(제1 반사 대역(452)에 대응함) 및 제1 차단 대역(462c)(제1 차단 대역(462)에 대응함)의 개략적인 예시이다. 제1 반사 대역(452c)의 제1 및 제2 대역 예지(454c, 456c)는  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 의 파장으로부터 각각  $\lambda''_1$  및  $\lambda''_2$ 의 파장으로 시프트되었고, 제1 차단 대역(462c)의 제1 및 제2 대역 예지(464c, 466c)는  $\lambda_3$  및  $\lambda_4$ 의 파장으로부터 각각  $\lambda''_3$  및  $\lambda''_4$ 의 파장으로 시프트되었다. 통과 대역이  $\lambda''_4$ 와  $\lambda''_1$  사이에서 개방되었다. 도 4b에 예시된 실시예에서, 제1 반사 대역(452b)과 제1 차단 대역(462b)은 수직 입사 및 경사 입사 둘 모두에서 중첩되는 반면, 도 4c에 예시된 실시예에서, 제1 반사 대역(452c)과 제1 차단 대역(462c)은 수직 입사에서는 중첩되지만 경사 입사각에서는 중첩되지 않는다. 다른 실시예에서, 제1 반사 대역과 제1 차단 대역은 경사 입사각에서는 중첩되지만 수직 입사에서는 그렇지 않다.

[0037] 입사각에 따른 대역 예지의 시프트는 배향 중합체 다층 광학 필름과 비-복굴절성 광학 필터에 사용되는 재료의 선택에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, 배향 중합체 다층 광학 필름 내의 교번 층의 굴절률은 다층 광학 필름의 반사 대역의 대역 예지(들)가 입사각에 따라 얼마나 신속하게 시프트되는지를 조절하기 위해 조절될 수 있다. 더 높은 굴절률은 수직 방향에 더 가까운 광선을 휘게 하는 굴절로 인해 더 낮은 대역 예지 시프트를 가져오며, 이는 층을 통한 더 짧은 경로 길이를 가져온다. 몇몇 실시예에서, 비-복굴절성 광학 필터는 본 명세서의 다른 곳에 추가로 기술된 바와 같이 (예컨대,..ABABABA.. 형태의) 복수의 교번 층을 포함한다. 교번 층은 교번하는 무기 층(A 및 B 둘 모두가 무기 층임), 교번 중합체 층(A 및 B 둘 모두가 중합체 층임), 또는 무기 층과 교번하는 중합체 층(A 및 B 중 하나가 무기 층이고 다른 하나가 중합체 층임)일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 더 낮은 굴절률의 재료가 배향 중합체 다층 광학 필름보다 비-복굴절성 광학 필터에 사용되고, 비-복굴절성 광학 필터의 차단 대역은 배향 중합체 다층 광학 필름의 반사 대역보다 입사각에 따라 더 신속하게 시프트된다. A 및 B 중 적어도 하나에 무기 재료를 사용하는 것은 전형적으로 배향 중합체 층에 이용 가능한 것보다 더 높은 굴절률의 재료가 사용될 수 있게 한다. 이는 배향 중합체 다층 광학 필름보다 더 작은 대역 시프트를 갖는 비-복굴절성 광학 필터가 구성될 수 있게 한다.

[0038] 몇몇 실시예에서, 광학 스택은 제1 반사 대역(예컨대, 반사 대역(452 또는 453b))을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름을 포함하는데, 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 대역 폭( $\lambda_2 - \lambda_1$ )을 가지며 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제1 시프트(예컨대,  $\lambda_1 - \lambda'_1$ )를 갖는 제1 대역 예지(예컨대, 대역 예지(454 또는 454b))를 갖는다. 광학 스택은 또한 제1 차단 대역(예컨대, 차단 대역(462 또는 462b))을 갖는 제1 비-복굴절성 광학 필터를 포함하는데, 제1 차단 대역은 수직 입사에서 제2 대역 폭( $\lambda_4 - \lambda_3$ )을 가지며 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제2 시프트(예컨대,  $\lambda_3 - \lambda'_3$ )를 갖는 제2 대역 예지(예컨대, 대역 예지(464 또는 464b))를 갖는다. 몇몇 실시예에서, 제1 대역 폭은 제2 대역 폭과 상이하고, 제1 시프트는 제2 시프트와 상이하다. 예를 들어, 제1 대역 폭은 제2 대역 폭보다 클 수 있고, 제1 시프트는 제2 시프트보다 클 수 있다. 이러한 경우에, 광학 스택은 예를 들어 비-복굴절성 간섭 필터에 의해 제공되는 입사각에 따른 대역 예지의 낮은 시프트를 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름의 넓은 대역 폭을 제공할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 제1 대역 폭은 제2 대역 폭의 1.3배 또는 1.5배 이상이다. 몇몇 실시예에서, 제1 시프트는 제2 시프트의 1.3배 또는 1.5배 이상이다. 몇몇 실시예에서, 제1 차단 대역은 입사각에 따른 시프트를 거의 또는 전혀 갖지 않는 흡수 대역이다.

[0039] 몇몇 실시예에서, 비-복굴절성 차단 필터는 2개의 차단 대역을 포함하거나, 또는 각각 차단 대역을 포함하는 2개의 비-복굴절성 차단 필터가 제공된다. 차단 대역 중 하나 또는 둘 모두는 수직 입사에서 배향 중합체 다층 광학 필름의 대역 예지와 중첩될 수 있다. 이는, 모두 수직 입사에서의 배향 중합체 다층 광학 필름의 제1 반사 대역(552) 및 1개 또는 2개의 비-복굴절성 광학 필터의 제1 및 제2 차단 대역(562a, 562b)의 개략적인 예시인 도 5에 예시된다. 몇몇 실시예에서, 제1 반사 대역(552)과 제1 및 제2 차단 대역(562a, 562b)은 제1 및 제2 차단 대역(562a, 562b) 둘 모두가 경사 입사각(예컨대, 45도 또는 60도)에서 제1 반사 대역(552)의 대역 예지와 중첩되도록 입사각에 따라 시프트된다. 다른 실시예에서, 제1 반사 대역(552)과 제1 및 제2 차단 대역(562a, 562b)은 제1 및 제2 차단 대역(562a, 562b) 중 하나 또는 둘 모두가 경사 입사각(예컨대, 45도 또는 60도)에서 제1 반사 대역(552)의 대역 예지와 중첩되지 않도록 입사각에 따라 시프트된다. 또 다른 실시예에서, 제1 및

제2 차단 대역(562a, 562b) 중 하나 또는 둘 모두는 수직 입사에서 제1 반사 대역(552)의 대역 에지와 중첩되지 않지만, 경사 입사각에서 제1 반사 대역(552)의 대역 에지와 중첩된다.

[0040] 도 6a와 도 6b는 (도 6a에 도시된 바와 같이) 수직 입사에서 중첩되는 그리고 (도 6b에 도시되는 바와 같이) 경사 입사각에서 중첩되지 않는 제1 반사 대역(652)과 제1 차단 대역(662)을 개략적으로 예시한다. 제1 반사 대역(652)은 각각 수직 입사에서  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 에서 그리고 경사 입사각에서  $\lambda'_1$  및  $\lambda'_2$ 에서 대역 에지를 갖는다. 제3 차단 대역(662)은 각각 수직 입사에서  $\lambda_3$  및  $\lambda_4$ 에서 그리고 경사 입사각에서  $\lambda'_3$  및  $\lambda'_4$ 에서 대역 에지를 갖는다. 통과 대역이 경사 입사각에서  $\lambda'_2$ 와  $\lambda'_3$  사이에 존재한다. 경사 입사각은 예를 들어 45도 또는 60도 일 수 있다.

[0041] 도 7a와 도 7b는 (도 7a에 도시된 바와 같이) 수직 입사에서 중첩되지 않는 그리고 (도 7b에 도시되는 바와 같이) 경사 입사각에서 중첩되는 제1 반사 대역(752)과 제1 차단 대역(762)을 개략적으로 예시한다. 제1 반사 대역(752)은 각각 수직 입사에서  $\lambda_1$  및  $\lambda_2$ 에서 그리고 경사 입사각에서  $\lambda'_1$  및  $\lambda'_2$ 에서 대역 에지를 갖는다. 제1 차단 대역(762)은 각각 수직 입사에서  $\lambda_3$  및  $\lambda_4$ 에서 그리고 경사 입사각에서  $\lambda'_3$  및  $\lambda'_4$ 에서 대역 에지를 갖는다. 경사 입사각에서는 존재하지 않는 통과 대역이 수직 입사에서  $\lambda_4$ 와  $\lambda_1$  사이에 존재한다. 경사 입사각은 예를 들어 45도 또는 60도 일 수 있다.

[0042] 도 6a 내지 도 7b에 도시된 것과 상이한 대역 시프트 패턴이 또한 가능하다. 몇몇 실시예에서, 차단 대역은 수직 입사에서 반사 대역과 부분적으로 중첩되고, 수직 입사에서 반사 대역의 우측 대역 에지의 우측으로 연장된다. 이러한 경우에, 대역 에지의 상대 시프트는 광학 스택의 결과적으로 생성된 전체 차단 대역의 대역 폭이 증가하는 입사각에 따라 좁아지도록 선택될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 차단 대역은 수직 입사에서 반사 대역과 부분적으로 중첩되고, 수직 입사에서 반사 대역의 좌측 대역 에지의 좌측으로 연장된다. 이러한 경우에, 대역 에지의 상대 시프트는 광학 스택의 결과적으로 생성된 전체 차단 대역의 대역 폭이 입사각에 따라 넓어지고/넓어지거나 통과 대역(예컨대,  $\lambda''_4$ 와  $\lambda''_1$  사이의 통과 대역이 도 4c에 존재함)을 개방시키도록 선택될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 차단 대역은 수직 입사에서 반사 대역과 부분적으로 중첩되고, 수직 입사에서 반사 대역을 지나 연장되지 않는다. 이러한 경우에, 대역 에지의 상대 시프트는 전체 차단 대역이 확장되고/확장되거나 통과 대역(예를 들어, 도 6b에 도시된  $\lambda'_2$  내지  $\lambda'_3$ 의 광장 범위가 투과가 허용되는 통과 대역이고; 이러한 통과 대역은 도 6a에 존재하지 않음)을 개방시키도록 선택될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 차단 대역은 수직 입사에서 반사 대역과 중첩되지 않고, 반사 대역의 좌측 대역 에지의 좌측에 위치된다. 이러한 경우에, 대역 에지의 상대 시프트는 전체 차단 대역이 좁아지고/좁아지거나 통과 대역이 좁아지거나 폐쇄되도록(예를 들어, 도 7a에 도시된  $\lambda_4$  내지  $\lambda_1$ 의 광장 범위가 투과가 허용되는 통과 대역이고; 이러한 통과 대역은 도 7b에서 폐쇄됨) 선택될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 차단 대역은 수직 입사에서 반사 대역과 중첩되지 않고, 반사 대역의 우측 대역 에지의 우측에 위치된다. 이러한 경우에, 대역 에지의 상대 시프트는 반사 대역과 차단 대역 사이의 통과 대역이 입사각의 증가에 따라 넓어지도록 선택될 수 있다.

[0043] 몇몇 실시예에서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 복수의 반사 대역을 갖는다. 몇몇 실시예에서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 인접 반사 대역들 사이에 복수의 통과 대역을 갖는 콤 필터이다. 몇몇 실시예에서, 통과 대역 중 적어도 일부는 입사각이 변함에 따라 차단 대역 아래로 시프트되거나 차단 대역 아래로부터 밖으로 시프트된다(shift out).

[0044] 도 8은 반치전폭("FWHM")의 개념을 예시한 그래프이다. 곡선(850)은 예를 들어 투과율, 1 - 투과율, 흡수율, 반사율, 광원의 출력 스펙트럼, 또는 센서의 입력 스펙트럼에 해당할 수 있는 광장의 함수를 나타낸다. 곡선(850)의 관련 특징을 정량화하기 위해, 곡선(850)의 기저 값(baseline value) B, 곡선(850)의 피크 값(peak value) P, 및 P와 B 사이의 중간에 있는 곡선(850)의 중간 값 H가 도 8에서 식별된다. 곡선(850)은 광장 값이 각각 대역(869)의 짧은 광장 대역 에지  $\lambda_a$  및 긴 광장 대역 에지  $\lambda_b$ 와 동일한 점 p1 및 p2에서 값 H와 교차한다. 짧은 그리고 긴 광장 대역 에지들은 관심 있는 2가지 다른 파라미터, 즉  $\lambda_b - \lambda_a$ 와 동일한 대역(869)의 폭(반치전폭 또는 "FWHM")과  $(\lambda_a + \lambda_b)/2$ 와 동일한 대역(869)의 중심 광장을 계산하기 위해 사용될 수 있다. 곡선(850)이 어느 정도 대칭 또는 비대칭인지에 따라 중심 광장이 대역(869)의 피크 광장(점 p3)과 동일하거나 상이할 수 있다는 것에 유의하여야 한다.

[0045] 몇몇 실시예에서, 곡선(850)은 1 - (비-복굴절성 광학 필터를 통한 또는 배향 중합체 다층 광학 필름을 통한 투과율)을 나타낸다. 몇몇 실시예에서, 곡선(850)은 광원의 출력 대역을 나타낸다. 몇몇 실시예에서, 곡선(850)

0)은 센서를 위한 입력 대역을 나타낸다. 곡선(850)이 1 - (차단 대역 또는 반사 대역의 투과율)을 나타내는 실시예에서, 값 H는 0.6 초과(0.4 또는 40 퍼센트 이하의 투과율), 0.7 초과(0.3 또는 30 퍼센트 이하의 투과율), 0.8 초과(0.2 또는 20 퍼센트 이하의 투과율), 또는 0.9 초과(0.1 또는 10 퍼센트 이하의 투과율)일 수 있다. 값 P는 0.7 초과(0.3 또는 30 퍼센트 이하의 투과율), 0.8 초과(0.2 또는 20 퍼센트 이하의 투과율), 또는 0.9 초과(0.1 또는 10 퍼센트 이하의 투과율)일 수 있다. 값 B는 0.5 미만(0.5 또는 50 퍼센트 이상의 투과율), 0.4 미만(0.6 또는 60 퍼센트 이상의 투과율), 0.3 미만(0.7 또는 70 퍼센트 이상의 투과율), 또는 0.2 미만(0.8 또는 80 퍼센트 이상의 투과율)일 수 있다.

[0046] 도 9는 복수의 교번하는 제1 층(957) 및 제2 층(959)을 포함하는 필터(913)의 단면도이다. 필터(913)는 제1 및 제2 층(957, 959)의 선택에 따라 배향 중합체 다층 광학 필름 또는 비-복굴절성 광학 필터일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 교번하는 제1 및 제2 층(957, 959)은 상이한 굴절률을 갖는 교번하는 중합체 층이다.

[0047] 몇몇 실시예에서, 교번하는 제1 및 제2 층(957, 959)은 제1 및 제2 층(957, 959) 중 적어도 하나가 배향 중합체 층인 교번하는 중합체 층이다. 그러한 중합체 필터(예컨대, 미러 또는 반사 편광기)가 미국 특허 제5,882,774 호(존자(Jonza) 등); 제5,962,114호(존자 등); 제5,965,247호(존자 등); 제6,939,499호(메릴(Merrill) 등); 제6,916,440호(잭슨(Jackson) 등); 제6,949,212호(메릴 등); 및 제6,936,209호(잭슨 등)에 대략적으로 기재되며, 예를 들어 이들의 각각은 본 발명과 상충되지 않을 정도로 본 명세서에 참고로 포함된다. 간략히 요약하면, 중합체 다층 광학 필름은 복수의 교번하는 중합체 층(예컨대, 수백 개의 층)을 공압출하고, 편광기의 경우에 압출된 필름을 (예컨대, 선형 또는 포물선형 텐터(tenter) 내에서) 일축으로 또는 실질적으로 일축으로 연신시켜 필름을 배향시키거나 또는 미러의 경우에 필름을 이축으로 연신시켜 필름을 배향시킴으로써 제조될 수 있다.

[0048] 몇몇 실시예에서, 광학 스택에 사용되는 비-복굴절성 광학 필터는 흡수 재료를 (예컨대, 흡수 재료의 인쇄, 분무, 및 라미네이팅 중 하나 이상에 의해) 별개의 기재 상에 또는 직접 배향 중합체 다층 광학 필름 상에 침착시킴으로써 형성된다. 별개의 기재가 사용되면, 비-복굴절성 광학 필터를 기재 상에 침착시킨 후에, 기재는 선택적으로 배향 중합체 다층 광학 필름에 라미네이팅될 수 있다.

[0049] 몇몇 실시예에서, 교번하는 제1 및 제2 층(957, 959)은 교번하는 비-복굴절성 층이다. 교번하는 비-복굴절성 층이 기재 상에 침착되고 기재가 배향 중합체 다층 광학 필름에 인접하게 위치되어(그리고 선택적으로 상기 필름에 라미네이팅되어) 광학 스택을 형성할 수 있거나, 또는 교번하는 비-복굴절성 층이 배향 중합체 다층 광학 필름 상에 직접 침착되어 광학 스택을 형성할 수 있다. 몇몇 실시예에서, 교번하는 비-복굴절성 층은 원자 층 침착(atomic layer deposition), 스퍼터링, 화학 증착, 및 층상 자기 조립(layer-by-layer self-assembly) 중 하나 이상을 사용하여 침착된다.

[0050] 몇몇 실시예에서, 교번하는 제1 및 제2 층(957, 959)은 교번하는 무기 층이다. 이러한 경우에, 필터(913)는 유전체 미러로 지칭될 수 있다. 그러한 유전체 미러는 당업계에 알려진 박막 침착 기술을 사용하여 무기 재료의 교번하는 저굴절률 및 고굴절률 층을 침착시킴으로써 제조될 수 있다. 예를 들어, TiO<sub>2</sub> 및 SiO<sub>2</sub>의 교번 층이 기재 상에 또는 배향 다층 광학 필름 상에 증착되어 반사 비-복굴절성 광학 필터를 제공할 수 있다. 예를 들어 산화 아연 또는 금속-도핑된 산화 아연, 및 금속-도핑된 산화 규소를 비롯한 다른 산화물 또는 금속-도핑된 산화물이 또한 사용될 수 있다. 예를 들어, Al-도핑된 ZnO 또는 Al-도핑된 SiO<sub>x</sub>가 무기 층으로서 사용될 수 있다.

[0051] 다른 실시예에서, 교번하는 제1 및 제2 층(957, 959) 중 하나는 중합체 층이고, 교번하는 제1 및 제2 층(957, 959) 중 다른 하나는 무기 층이다. 예를 들어, 무기 제2 층(959)이 중합체 제1 층(957) 상에 증착 또는 스퍼터링될 수 있고, 이어서 다른 중합체 제1 층(957)이 무기 제2 층(959) 상에 코팅될 수 있다. 이어서, 코팅된 중합체 제1 층(957) 상에 다른 무기 제2 층(959)이 침착될 수 있고, 원하는 개수의 층들이 형성될 때까지 이 공정이 반복될 수 있다. 중합체 제1 층은 미국 특허 제5,440,446호(肖(Shaw) 등) 및 미국 특허 제7,018,713호(파디야스(Padiyath) 등) - 이들 둘 모두는 본 발명과 상충되지 않을 정도로 본 명세서에 참고로 포함됨 -에 기재된 코팅기와 유사한 전공 코팅기를 사용하여 단량체 층을 침착시키고 단량체 층을 화학 방사선(예컨대, 자외선 방사선)에 노출시켜 경화시킴으로써 형성될 수 있다. 예를 들어, 경화된 아크릴레이트 중합체(예컨대, 1.4 내지 1.6의 범위 내의 굴절률을 가짐)와 산화물(예컨대, 1.8 내지 3.0의 범위 내의 굴절률을 갖는 금속 산화물)의 교번 층들의 스택이 반사 비-복굴절성 광학 필터를 제공하기 위해 사용될 수 있다. 산화물은 Al-도핑된 ZnO와 같은 금속-도핑된 산화물일 수 있다. 굴절률은 원하는 반사 대역의 중심의 파장에서 또는 예를 들어 550 nm와 같은 표준 고정 파장에서 결정되는 굴절률을 지칭할 수 있다.

- [0052] 다른 실시예에서, 교변하는 무기 층을 갖는 필터(913)와 교변하는 배향 중합체 층을 갖는 상이한 필터(913)가 서로 인접하게 배치되어 본 발명의 광학 스택을 형성한다. 2개의 필터가 접착제 층을 통해 함께 라미네이팅될 수 있거나, 또는 무기 필터가 예를 들어 미국 특허 출원 공개 제2015/0285956호(슈미트(Schmidt) 등) - 본 발명과 상충되지 않을 정도로 본 명세서에 참고로 포함됨 - 의 층상 자기 조립 방법을 사용하여 중합체 필터 상에 층상으로 침착될 수 있다.
- [0053] 중합체 층이 사용되는 무기 층이 사용되는 간에, 한 쌍의 인접 층(광학 반복 유닛)의 층 광학적 두께(층의 물리적 두께 × 층의 굴절률)가 파장의 절반이 될 때 반사가 제공된다. 층들의 스택을 통해 층들의 두께를 조절함으로써, 원하는 반사 대역 또는 반사 대역들이 제공될 수 있다.
- [0054] 도 10a는 광원(1022)과 광학 필터(1000a)를 포함하는 광학 시스템(1001a)의 개략적인 예시이다. 광선(1040a)이 광원(1022)에 의해 발광되고, 광학 필터(1000a)를 통해 투과된다. 광학 필터(1000a)는 본 발명의 광학 스택 중 임의의 것일 수 있거나, 또는 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름일 수 있다. 도 10b는 센서(1024)와 광학 필터(1000b)를 포함하는 광학 시스템(1001b)의 개략적인 예시이다. 광선(1040b)이 광학 필터(1000b)를 통해 투과되고, 센서(1024)에 의해 수광된다. 광학 필터(1000b)는 본 발명의 광학 스택 중 임의의 것일 수 있거나, 또는 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름일 수 있다. 광학 필터(1000b)는 센서(1024) 내로 투과되는 광을 센서(1024)를 위한 원하는 입력 대역으로 제한하도록 구성될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 광학 시스템은 광원 및 센서 둘 모두를 포함한다. 예를 들어, 광원이 광학 필터(1000b)를 통과하기 전에 마커(예컨대, 흰색 티셔츠, 반사 테이프, 표지 내의 마커, 번호판(license plate), 예를 들어 재귀반사 번호판 등)로부터 반사될 수 있는 광선(1040b)을 제공하도록 배치되는 광학 시스템(1001b) 내에 포함될 수 있거나, 또는 센서가 광선(1040a)이 예를 들어 마커로부터 반사된 후에 또는 직접 광선(1040a)을 수광하도록 광학 시스템(1000a) 내에 포함될 수 있다. 몇몇 실시예에서, 본 발명의 광학 스택은 필터를 통과하는 광의 각도 제한을 제공하기 위해 사용된다. 예를 들어, 광학 스택은 수직 입사에서 광원에 의해 발광된 광을 차단하고 경사 입사각에서 동일한 파장의 광을 투과시킬 수 있다. 다른 예로서, 광학 스택은 수직 입사에서 광원에 의해 발광된 광을 투과시키고 경사 입사각에서 동일한 파장의 광을 차단할 수 있다.
- [0055] 도 10c는 도 10a와 도 10b에 관하여 기술된 광학 시스템(1001a, 1001b)을 포함하고 광원(1022) 및 센서(1024)와 광학 연통하는 마커(1030)를 추가로 포함하는 광학 시스템(1001c)의 개략적인 예시이다. 마커(1030)는 반사기(1032)와 층(1034)을 포함한다. 반사기(1032)는 경면 반사기, 확산 반사기, 반-경면 반사기, 및 재귀반사기 중 하나 이상일 수 있거나 이를 포함할 수 있다. 층(1034)은 예를 들어 주어진 응용에 적합한 광학 필터일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 층(1034)은 예를 들어 마커(1030)를 위한 각도 제한 필터로서 사용될 수 있는 본 발명의 광학 스택이다. 다른 실시예에서, 층(1034)은 생략된다.
- [0056] 광학 시스템에서의 광학 필터의 다른 사용이, 2016년 6월 9일자로 출원되고 본 발명과 상충되지 않을 정도로 본 명세서에 참고로 포함되는 공계류 중인 미국 특허 출원 제62/347776호(휘틀리(Wheatley) 등)에 기재된다.
- [0057] 몇몇 실시예에서, 광학 필터를 포함하고 광학 필터와 광학 연통하는 광원 및 센서 중 하나 또는 둘 모두를 추가로 포함하는 광학 시스템이 제공된다. 광학 필터는 본 발명의 광학 스택 중 임의의 것일 수 있거나, 또는 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름일 수 있다. 몇몇 실시예에서, 광학 시스템은 출력 대역에서 광을 생성하도록 구성될 수 있는 광원을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 출력 대역은 협대역(예컨대, 40 nm 이하의 반치전폭을 갖는 대역)이다. 몇몇 실시예에서, 광원은 예를 들어 발광 다이오드(LED), 레이저, 또는 레이저 다이오드이다. 몇몇 실시예에서, 광학 시스템은 입력 대역에서 광을 수광하도록 구성될 수 있는 센서를 포함한다. 몇몇 실시예에서, 입력 대역은 센서의 입구에 배치되는 광학 대역 통과 필터에 의해 확립될 수 있는 협대역(예컨대, 40 nm 이하의 반치전폭을 갖는 대역)이다. 몇몇 실시예에서, 광학 스택의 제1 반사 대역은 수직 입사에서는 출력 대역 및/또는 입력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각(예컨대, 45도 또는 60도)에서는 중첩되지 않는다. 예를 들어, 제1 반사 대역은 반사 대역(652)에 해당할 수 있고, 출력 대역 및/또는 입력 대역은 도 6a에 도시된  $\lambda_3$  내지  $\lambda_4$ 의 파장 범위 내에 있을 수 있다. 수직 입사에서는  $\lambda_3$  내지  $\lambda_4$ 의 범위가  $\lambda_1$  내지  $\lambda_2$ 의 범위와 중첩되고, 경사 입사각에서는  $\lambda_3$  내지  $\lambda_4$ 의 범위가  $\lambda'_1$  내지  $\lambda'_2$ 의 범위와 중첩되지 않는다. 다른 실시예에서, 제1 반사 대역은 경사 입사각(예컨대, 45도 또는 60도)에서는 출력 대역 및/또는 입력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 중첩되지 않는다. 예를 들어, 제1 반사 대역은 반사 대역(752)에 해당할 수 있고, 출력 대역 및/또는 입력 대역은 도 7a에 도시된  $\lambda_3$  내지  $\lambda_4$ 의 파장 범위 내에 있을

수 있다. 수직 입사에서는  $\lambda_3$  내지  $\lambda_4$ 의 범위가  $\lambda_1$  내지  $\lambda_2$ 의 범위와 중첩되지 않고, 경사 입사각에서는  $\lambda_3$  내지  $\lambda_4$ 의 범위가  $\lambda'_1$  내지  $\lambda'_2$ 의 범위와 중첩된다. 몇몇 실시예에서, 광학 시스템은 광원 및 센서 둘 모두를 포함하며, 여기서 센서, 광원 및 광학 스택은 본 명세서의 다른 곳에 추가로 기술된 바와 같이 서로 광학 연통한다.

#### [0058] 예

[0059] 하기의 예는 공압출된 배향 중합체 다층 광학 필름과 수직 입사에서 중합체 다층 광학 필름의 적어도 하나의 대역 에지와 중첩되도록 설계되는 비-복굴절성 광학 필터를 포함하는 광학 스택에 대한 제조 수단 및 시험 결과를 보여준다.

#### [0060] 시험 방법

[0061] 광학 스펙트럼을 퍼킨 엘머 람다(Perkin Elmer Lambda) 900 UV/VIS 분광광도계를 사용하여 측정하였다.

#### [0062] 제조예 1

[0063] 배향 중합체 다층 광학 필름을 미국 특허 제5,882,774호(존자 등)에 대략적으로 기재된 바와 같이 제조하였다. 필름은 폴리에틸렌 나프탈레이트(PEN)의 고굴절률 층 및 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA)의 저굴절률 층의 550개의 교번 층으로 구성된 단일 다층 광학 패킷(packet)을 포함하였고, 양측에 PEN의 보호 스킨(skin) 층을 포함하여 총 552개의 층을 포함하였다. 필름을 압출하고 이축 연신시켜 수직 입사에서 도 11에 도시된 광학 스펙트럼을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름을 생성하였다. 도 11에 도시된 광학 스펙트럼은 공정 변화의 결과를 보여주기 위해 중첩된 필름의 다수의 색선으로부터 취해진 데이터를 포함한다. 이 예에서, 광학 대역 에지는 약 700 nm에 있었고, 크로스-웨브(cross-web) 변화는 대략 50 nm였다.

#### [0064] 제조예 2

[0065] 배향 중합체 다층 광학 필름을 제조예 1에 대략적으로 기술된 바와 같이 제조하였다. 필름을 압출하고 이축 연신시켜 도 12에 도시된 광학 스펙트럼을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름을 생성하였다. 도 12에 도시된 광학 스펙트럼은 공정 변화의 결과를 보여주기 위해 중첩되는 다수의 위치에서 취해진 데이터를 포함한다. C1, C3, C8, C11, C17 및 C24로 표시된 곡선은 필름의 단부로부터 2.8 인치, 4.7 인치, 13.8 인치, 19.3 인치, 30.3 인치 및 43.2 인치에 있는, 필름을 가로지른 크로스웨브 위치에 상응한다. 이 예에서, 광학 대역 에지는 약 800 nm에 있었고, 크로스-웨브 변화는 대략 50 nm였다.

#### [0066] 예 1

[0067] 하이브리드(hybrid) 유기/무기 간접 필터 형태의 비-복굴절성 대역 에지 보정 필터를 미국 특허 제7,018,713호(파디야스 등)에 대략적으로 기재된 중착 절차를 사용하여 침착시켰다. 이 예의 목적상, 하이브리드 필터를 PET 필름 기재 상에 침착시킨 다음에 제조예 1에 기술된 다층 광학 필름 스택 상에 라미네이팅하여 광학 스택을 생성하였다. 대안적으로, 하이브리드 필터를 제조예 1의 다층 광학 필름 스택 상에 직접 코팅할 수 있었다.

[0068] 비-복굴절성 광학 필터인 하이브리드 필터를, 98.3 nm 두께의 고굴절률(681 nm에서  $n = 1.983$ ) 무기 층(ZnO:A 1)들이 114.4 nm 두께의 저굴절률(681 nm에서  $n = 1.488$ ) 유기 중합체 층들과 교번하는 12개 층들의 스택으로 설계하였다. 이러한 하이브리드 비-복굴절성 보정 필터의 광학 스펙트럼이 도 13에 도시된다.

[0069] 이러한 예의 하이브리드 필터를 제조예 1의 배향 중합체 다층 광학 필름 상에 라미네이팅한 후에, 결과적으로 생성된 광학 스펙트럼을 측정하였으며, 그 결과가 도 14에 도시된다. 결과적으로 생성된 대역 에지 파장은 약 660 nm에서의 하이브리드 필터의 대역 에지 파장으로 시프트되었으며, 이때 크로스-웨브 변화는 약 50 nm로부터 5 nm 미만으로 감소하였다.

#### [0070] 예 2

[0071] 예 1에 사용된 PET 상에 형성된 동일한 하이브리드 필터를 제조예 2의 배향 중합체 다층 광학 필름 상에 라미네이팅하여 광학 스택을 생성하였다. 결과적으로 생성된 광학 스펙트럼을 측정하였으며, 그 결과가 도 15에 도시된다. L1, L3, L8, L11, L17 및 L24로 표시된 곡선은 각각 도 12의 C1, C3, C8, C11, C17 및 C24에 상응한다. 결과적으로 생성된 측정치는 대역 에지 파장이 약 660 nm에서의 하이브리드 필터의 대역 에지 파장으로 시프트되었으며, 이때 크로스-웨브 변화가 약 50 nm로부터 5 nm 미만으로 감소하였음을 보여주었다.

#### [0072] 예 3

- [0073] 이 예는 다층 광학 필름의 대역 에지에 대한 보정을 제공하기 위한 흡수 염료 층의 사용을 보여준다. 배향 중합체 다층 광학 필름을 제조예 1에서와 같이 생성하였고, 배향 중합체 다층 광학 필름은 도 16에 도시된 (그리고 도 18에 곡선(1882)으로 또한 도시된) 스펙트럼을 가졌다. 이 예의 경우, 1/8" 두께의 아크릴라이트(Acrylicite) 257-0 GP 레드(Red)(사이로 코포레이션(Cyro Corporation))의 샘플을 비-복굴절성 광학 필터로서 사용하였다. 이러한 재료는 도 17의 투과 스펙트럼에 도시된(도 18에 곡선(1884)으로 또한 도시된) 바와 같이 스펙트럼상 뚜렷한 흡수 염료를 아크릴 호스트(acrylic host) 내에 함유하였다. 이는 약 610 nm 미만에서 강력하게 흡수하고, 더 높은 파장에서 높은 투과율로의 급격한 전이를 갖는다.
- [0074] 아크릴라이트 257-0 GP 레드 층을 배향 중합체 다층 광학 필름에 인접하게 배치하여, 도 18에 도시된 바와 같이 약 55 nm의 반치전폭과 함께 약 640 nm에서 피크 투과율을 갖는 통과 대역(1860)을 갖는 수직 입사에서의 노치 필터(notch filter)인 광학 스택을 생성하였다. 흡수기 대역 에지가 입사각에 따라 시프트되지 않고 배향 중합체 다층 광학 필름 간섭 필터가 입사각 증가에 따라 더 낮은 파장으로 시프트되기 때문에, 투과율 노치(transmission notch)가 각도의 함수로서 신속하게 폐쇄된다. 광학 스택을 통한 투과는 입사각이 수직으로부터 약 30도로 변함에 따라 적색으로부터 흑색으로 시프트되는 것으로 관찰되었다.
- [0075] 다음은 본 발명의 예시적인 실시예들의 목록이다.
- [0076] 실시예 1은 광학 스택이며, 이 광학 스택은
- [0077] 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름 - 제1 반사 대역은 다층 광학 필름의 길이 또는 폭에 걸쳐 변화를 갖는 제1 대역 에지를 갖고, 제1 대역 에지는 수직 입사에서 설계 파장  $\lambda$ 와 설계 파장에 대한 특성 편차  $\Delta$ 를 가짐 - 과;
- [0078] 다층 광학 필름에 인접하게 배치되고 제1 차단 대역을 갖는 제1 비-복굴절성 광학 필터 - 제1 차단 대역은 수직 입사에서  $\lambda - \Delta/2$  내지  $\lambda + \Delta/2$ 의 파장을 포함함 - 를 포함하며,
- [0079] 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 차단 대역 밖에 있는 적어도  $\Delta$ 의 폭을 갖는 파장 범위를 포함한다.
- [0080] 실시예 2는 실시예 1의 광학 스택으로서, 제1 비-복굴절성 광학 필터는 비-복굴절성 반사기이고, 제1 차단 대역은 반사 대역이다.
- [0081] 실시예 3은 실시예 2의 광학 스택으로서, 비-복굴절성 반사기는 복수의 교번하는 제1 및 제2 층이다.
- [0082] 실시예 4는 실시예 3의 광학 스택으로서, 제1 및 제2 층은 무기 층이다.
- [0083] 실시예 5는 실시예 4의 광학 스택으로서, 제1 층은 무기 층이고 제2 층은 유기 층이다.
- [0084] 실시예 6은 실시예 1의 광학 스택으로서, 차단 대역은 흡수 대역이다.
- [0085] 실시예 7은 실시예 1의 광학 스택으로서, 차단 대역은 제2 반사 대역이다.
- [0086] 실시예 8은 실시예 1의 광학 스택으로서, 제2 비-복굴절성 광학 필터를 추가로 포함하고, 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제2 설계 파장을 갖는 제2 대역 에지를 가지며, 제2 비-복굴절성 광학 필터는 제2 설계 파장을 포함하는 제2 차단 대역을 갖는다.
- [0087] 실시예 9는 실시예 1의 광학 스택으로서, 제1 비-복굴절성 광학 필터는 다층 광학 필름 상에 직접 배치된다.
- [0088] 실시예 10은 실시예 1의 광학 스택으로서, 중간 층이 비-복굴절성 광학 필터와 다층 광학 필름을 분리시킨다.
- [0089] 실시예 11은 실시예 10의 광학 스택으로서, 중간 층은 접착제 층이다.
- [0090] 실시예 12는 실시예 10의 광학 스택으로서, 중간 층은 하나 이상의 염료 또는 안료를 포함한다.
- [0091] 실시예 13은 실시예 12의 광학 스택으로서, 하나 이상의 염료 또는 안료는 하나 이상의 편광 염료 또는 안료를 포함한다.
- [0092] 실시예 14는 실시예 1의 광학 스택으로서, 공기 캡이 비-복굴절성 광학 필터와 다층 광학 필름을 분리시킨다.
- [0093] 실시예 15는 실시예 1의 광학 스택으로서, 실질적으로 평탄하다.
- [0094] 실시예 16은 실시예 1의 광학 스택으로서, 적어도 하나의 축에 대해 만곡되어 있다.
- [0095] 실시예 17은 실시예 16의 광학 스택으로서, 2개의 직교 축에 대해 만곡되어 있다.

- [0096] 실시예 18은 실시예 1의 광학 스택으로서, 제1 비-복굴절성 광학 필터는 제2 차단 대역을 갖는다.
- [0097] 실시예 19는 실시예 18의 광학 스택으로서, 제1 및 제2 차단 대역들 중 하나는 1차 반사 대역이고 제1 및 제2 차단 대역들 중 다른 하나는 2차 반사 대역이다.
- [0098] 실시예 20은 실시예 1의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 반사 편광기이다.
- [0099] 실시예 21은 실시예 1의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 미러 필름이다.
- [0100] 실시예 22는 실시예 1의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 콤 필터이다.
- [0101] 실시예 23은 실시예 1의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름 및 제1 비-복굴절성 광학 필터와 광학 연통하는 마커를 추가로 포함한다.
- [0102] 실시예 24는 실시예 23의 광학 스택으로서, 마커는 경면 반사기, 확산 반사기, 또는 반-경면 반사기를 포함한다.
- [0103] 실시예 25는 실시예 23의 광학 스택으로서, 마커는 재귀반사기를 포함한다.
- [0104] 실시예 26은 광학 스택이며, 이 광학 스택은
- [0105] 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름 - 제1 반사 대역은 원하지 않는 대역 예지 파장에서 수직 입사에서의 제1 대역 예지를 가짐 - 과;
- [0106] 다층 광학 필름에 인접하고 제1 차단 대역을 갖는 제1 비-복굴절성 광학 필터 - 제1 차단 대역은 수직 입사에서 원하지 않는 대역 예지 파장을 포함하고 제1 원하는 대역 예지 파장에서 제2 대역 예지를 가짐 - 를 포함한다.
- [0107] 실시예 27은 실시예 26의 광학 스택으로서, 제2 차단 대역을 갖는 제2 비-복굴절성 광학 필터를 추가로 포함하고, 제1 반사 대역은 제2 원하지 않는 대역 예지 파장에서 수직 입사에서의 제3 대역 예지를 가지며, 제2 차단 대역은 제2 원하지 않는 파장을 포함하고 제2 원하는 대역 예지 파장에서 제4 대역 예지를 갖는다.
- [0108] 실시예 28은 실시예 27의 광학 스택으로서, 제1 및 제2 비-복굴절성 광학 필터들 중 하나는 흡수 필터이고 하나는 반사 필터이다.
- [0109] 실시예 29는 실시예 26의 광학 스택으로서, 비-복굴절성 광학 필터 및 배향 중합체 다층 광학 필름 중 적어도 하나는 공간 분리적이다.
- [0110] 실시예 30은 실시예 29의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 이를 관통하는 하나 이상의 구멍을 포함한다.
- [0111] 실시예 31은 실시예 29의 광학 스택으로서, 비-복굴절성 광학 필터는 비-복굴절성 광학 필터의 길이 또는 폭에 걸쳐 불연속적이다.
- [0112] 실시예 32는 실시예 26의 광학 스택으로서, 제1 비-복굴절성 광학 필터는 다층 광학 필름 상에 직접 배치된다.
- [0113] 실시예 33은 실시예 26의 광학 스택으로서, 중간 층이 비-복굴절성 광학 필터와 다층 광학 필름을 분리시킨다.
- [0114] 실시예 34는 실시예 26의 광학 스택으로서, 공기 챕이 비-복굴절성 광학 필터와 다층 광학 필름을 분리시킨다.
- [0115] 실시예 35는 실시예 26의 광학 스택으로서, 실질적으로 평탄하다.
- [0116] 실시예 36은 실시예 26의 광학 스택으로서, 적어도 하나의 축에 대해 만곡되어 있다.
- [0117] 실시예 37은 실시예 36의 광학 스택으로서, 2개의 직교 축에 대해 만곡되어 있다.
- [0118] 실시예 38은 실시예 26의 광학 스택으로서, 차단 대역은 흡수 대역이다.
- [0119] 실시예 39는 실시예 26의 광학 스택으로서, 차단 대역은 제2 반사 대역이다.
- [0120] 실시예 40은 실시예 26의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 반사 편광기이다.
- [0121] 실시예 41은 실시예 26의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 미러 필름이다.
- [0122] 실시예 42는 실시예 26의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 콤 필터이다.
- [0123] 실시예 43은 실시예 26의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름 및 제1 비-복굴절성 광학 필터와 광학

연통하는 마커를 추가로 포함한다.

[0124] 실시예 44는 실시예 43의 광학 스택으로서, 마커는 경면 반사기, 확산 반사기, 또는 반-경면 반사기를 포함한다.

[0125] 실시예 45는 실시예 43의 광학 스택으로서, 마커는 채귀반사기를 포함한다.

[0126] 실시예 46은 광학 스택으로서,

[0127] 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름 -

[0128] 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 대역 폭을 갖고 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제1 시프트를 갖는 제1 대역 에지를 가짐 - 과;

[0129] 배향 중합체 다층 광학 필름에 인접하게 배치되고 제1 차단 대역을 갖는 제1 비-복굴절성 광학 필터 - 제1 차단 대역은 수직 입사에서 제2 대역 폭을 갖고 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제2 시프트를 갖는 제2 대역 에지를 가짐 - 를 포함하고,

[0130] 제1 시프트는 제2 시프트와 상이하다.

[0131] 실시예 47은 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 대역 폭은 제2 대역 폭보다 더 크다.

[0132] 실시예 48은 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 대역 폭은 제2 대역 폭의 1.3배 이상이다.

[0133] 실시예 49는 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 대역 폭은 제2 대역 폭의 1.5배 이상이다.

[0134] 실시예 50은 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 시프트는 제2 시프트보다 더 작다.

[0135] 실시예 51은 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 시프트는 제2 시프트보다 더 크다.

[0136] 실시예 52는 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 시프트는 제2 시프트의 1.3배 이상이다.

[0137] 실시예 53은 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 시프트는 제2 시프트의 1.5배 이상이다.

[0138] 실시예 54는 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 대역 에지는 수직 입사에서 제1 파장에 있고, 제1 차단 대역은 수직 입사에서 제1 파장을 포함한다.

[0139] 실시예 55는 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 비-복굴절성 광학 필터는 비-복굴절성 반사기이고, 광학 스택은 제1 반사 대역과 제1 차단 대역으로부터 생성되는 전체 반사 대역을 가지며, 전체 반사 대역은 수직 입사에서 제3 대역 폭을 갖고 수직 입사와 60도의 입사각 사이의 제3 시프트를 갖는 제3 대역 에지를 가지며, 제3 대역 폭은 제1 대역 폭보다 더 크고, 제3 시프트는 제2 시프트와 동일하다.

[0140] 실시예 56은 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 차단 대역은 수직 입사에서는 제1 반사 대역 내에 전적으로 포함되고, 경사 입사각에서는 제1 반사 대역 내에 전적으로 포함되지 않는다.

[0141] 실시예 57은 실시예 56의 광학 스택으로서, 경사 입사각은 60도이다.

[0142] 실시예 58은 실시예 56의 광학 스택으로서, 차단 대역은 경사 입사각에서 제1 반사 대역의 좌측으로 연장된다.

[0143] 실시예 59는 실시예 56의 광학 스택으로서, 차단 대역은 경사 입사각에서 제1 반사 대역의 우측으로 연장된다.

[0144] 실시예 60은 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 반사 대역과 제1 차단 대역은 수직 입사에서는 중첩되지 않고, 경사 입사각에서는 중첩된다.

[0145] 실시예 61은 실시예 60의 광학 스택으로서, 경사 입사각은 60도이다.

[0146] 실시예 62는 실시예 60의 광학 스택으로서, 경사 입사각에서 제1 차단 대역은 제1 반사 대역의 좌측 대역 에지와 중첩된다.

[0147] 실시예 63은 실시예 60의 광학 스택으로서, 경사 입사각에서 제1 차단 대역은 제1 반사 대역의 우측 대역 에지와 중첩된다.

[0148] 실시예 64는 실시예 46의 광학 스택으로서, 제1 반사 대역과 제1 차단 대역은 수직 입사에서는 중첩되지만, 경사 입사각에서는 중첩되지 않는다.

[0149] 실시예 65는 실시예 64의 광학 스택으로서, 경사 입사각은 60도이다.

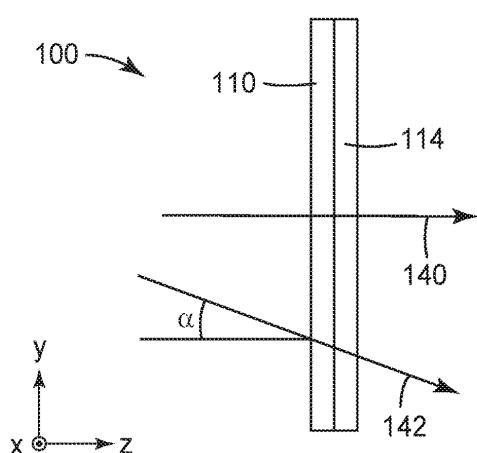
- [0150] 실시예 66은 실시예 46의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 반사 편광기이다.
- [0151] 실시예 67은 실시예 46의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 미러 필름이다.
- [0152] 실시예 68은 실시예 46의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름은 콤 필터이다.
- [0153] 실시예 69는 실시예 46의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름 및 제1 비-복굴절성 광학 필터와 광학 연통하는 마커를 추가로 포함한다.
- [0154] 실시예 70은 실시예 69의 광학 스택으로서, 마커는 경면 반사기, 확산 반사기, 또는 반-경면 반사기를 포함한다.
- [0155] 실시예 71은 실시예 69의 광학 스택으로서, 마커는 재귀반사기를 포함한다.
- [0156] 실시예 72는 광학 스택에 관한 전술한 실시예들 중 어느 하나의 광학 스택을 포함하는 광학 시스템이며, 이는 광학 스택과 광학 연통하는 광원 및 센서 중 하나 또는 둘 모두를 추가로 포함한다.
- [0157] 실시예 73은 실시예 72의 광학 시스템으로서, 광원을 포함한다.
- [0158] 실시예 74는 실시예 73의 광학 시스템으로서, 광원은 40 nm 이하의 반치전폭을 갖는 출력 대역에서 광을 생성하도록 구성된다.
- [0159] 실시예 75는 실시예 74의 광학 시스템으로서, 제1 반사 대역은 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지 않는다.
- [0160] 실시예 76은 실시예 74의 광학 시스템으로서, 제1 반사 대역은 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지 않는다.
- [0161] 실시예 77은 실시예 73의 광학 시스템으로서, 센서를 추가로 포함하고, 센서, 광원 및 광학 스택은 서로 광학 연통한다.
- [0162] 실시예 78은 광학 시스템이며, 이 광학 시스템은
- [0163] 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름; 및
- [0164] 출력 대역에서 광을 생성하도록 구성되는 광원
- [0165] 을 포함하며,
- [0166] 광원은 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하고,
- [0167] 제1 반사 대역은 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지 않는다.
- [0168] 실시예 79는 광학 시스템이며, 이 광학 시스템은
- [0169] 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름, 및
- [0170] 출력 대역에서 광을 생성하도록 구성되는 광원
- [0171] 을 포함하며,
- [0172] 광원은 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하고,
- [0173] 제1 반사 대역은 경사 입사각에서는 출력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 출력 대역과 중첩되지 않는다.
- [0174] 실시예 80은 실시예 78 또는 실시예 79의 광학 시스템으로서, 경사 입사각은 60도이다.
- [0175] 실시예 81은 실시예 78 또는 실시예 79의 광학 시스템으로서, 출력 대역은 40 nm 이하의 반치전폭을 갖는다.
- [0176] 실시예 82는 실시예 78 또는 실시예 79의 광학 스택으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름 및 광원과 광학 연통하는 센서를 추가로 포함한다.
- [0177] 실시예 83은 광학 시스템이며, 이 광학 시스템은
- [0178] 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름, 및
- [0179] 입력 대역에서 광을 수광하도록 구성되는 센서

- [0180] 를 포함하며,
- [0181] 센서는 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하고,
- [0182] 제1 반사 대역은 수직 입사에서는 입력 대역과 중첩되지만, 경사 입사각에서는 입력 대역과 중첩되지 않는다.
- [0183] 실시예 84는 광학 시스템이며, 이 광학 시스템은
- [0184] 제1 대역 에지를 갖는 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름, 및
- [0185] 입력 대역에서 광을 수광하도록 구성되는 센서
- [0186] 를 포함하며,
- [0187] 센서는 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하고,
- [0188] 제1 반사 대역은 경사 입사각에서는 입력 대역과 중첩되지만, 수직 입사에서는 입력 대역과 중첩되지 않는다.
- [0189] 실시예 85는 실시예 83 또는 실시예 84의 광학 시스템으로서, 경사 입사각은 60도이다.
- [0190] 실시예 86은 실시예 83 또는 실시예 84의 광학 시스템으로서, 출력 대역은 40 nm 이하의 반치전폭을 갖는다.
- [0191] 실시예 87은 실시예 83 또는 실시예 84의 광학 시스템으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름 및 센서와 광학 연통하는 광원을 추가로 포함한다.
- [0192] 실시예 88은 실시예 87의 광학 시스템으로서, 광원은 40 nm 이하의 반치전폭을 갖는 출력 대역에서 광을 생성하도록 구성된다.
- [0193] 실시예 89는 실시예 83 또는 실시예 84의 광학 시스템으로서, 센서는 센서 내로 투과되는 광을 입력 대역으로 제한하는 광학 필터를 포함한다.
- [0194] 실시예 90은 배향 중합체 다층 광학 필름의 제1 반사 대역을 변경시키는 방법이며, 이 방법은
- [0195] 제1 반사 대역을 갖는 배향 중합체 다층 광학 필름 - 제1 반사 대역은 수직 입사에서 제1 파장에서 대역 에지를 가짐 - 을 제공하는 단계;
- [0196] 원하는 수직 입사 대역 에지 파장을 결정하는 단계;
- [0197] 제1 차단 대역을 갖는 비-복굴절성 광학 필터 - 제1 차단 대역은 원하는 수직 입사 대역 에지 파장을 갖고 수직 입사에서의 제1 파장을 포함함 - 를 선택하는 단계; 및
- [0198] 비-복굴절성 반사기를 배향 중합체 다층 광학 필름과 광학 연통하게 위치시키는 단계를 포함한다.
- [0199] 실시예 91은 실시예 90의 방법으로서, 비-복굴절성 광학 필터는 비-복굴절성 반사기이고, 제1 차단 대역은 제2 반사 대역이며, 비-복굴절성 광학 필터를 선택하는 단계는 상이한 제1 및 제2 재료를 선택하여 제1 및 제2 재료의 교번 층들의 스택이 제2 반사 대역을 제공하도록 하는 단계를 포함한다.
- [0200] 실시예 92는 실시예 91의 방법으로서, 위치시키는 단계는 교번 층들의 스택을 배향 중합체 다층 광학 필름 상에 직접 침착시키는 단계를 포함한다.
- [0201] 실시예 93은 실시예 92의 방법으로서, 침착시키는 단계는 마스크를 통해 스택을 침착시켜 공간 가변적 비-복굴절성 반사기를 생성하는 단계를 포함한다.
- [0202] 실시예 94는 실시예 91의 방법으로서, 위치시키는 단계는 교번 층들의 스택을 기재 상에 침착시켜 비-복굴절성 반사기를 형성하는 단계와 형성된 비-복굴절성 반사기를 배향 중합체 다층 광학 필름에 인접하게 위치시키는 단계를 포함한다.
- [0203] 실시예 95는 실시예 92 내지 실시예 94 중 어느 하나의 방법으로서, 침착시키는 단계는 원자 충 침착, 스피터링, 화학 증착, 및 총상 자기 조립 중 하나 이상을 포함한다.
- [0204] 실시예 96은 실시예 94의 방법으로서, 형성된 비-복굴절성 반사기를 배향 중합체 다층 광학 필름 상에 라미네이팅하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0205] 실시예 97은 실시예 94의 방법으로서, 형성된 비-복굴절성 반사기는 배향 중합체 다층 광학 필름에, 그들 사이에 캡을 갖고서, 인접하게 위치된다.

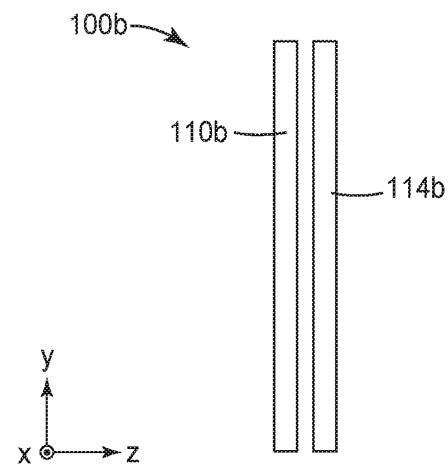
- [0206] 실시예 98은 실시예 90의 방법으로서, 배향 중합체 다층 광학 필름의 부분들을 절결(cut out)하여 공간 가변적 다층 광학 필름을 형성하는 단계를 추가로 포함한다.
- [0207] 실시예 99는 실시예 90의 방법으로서, 위치시키는 단계는 배향 중합체 다층 광학 필름에 인접한 비-복굴절성 광학 필터의 인몰드 성형을 포함한다.
- [0208] 실시예 100은 실시예 99의 방법으로서, 인몰드 성형은 평평한 배향 중합체 다층 광학 필름을 생성한다.
- [0209] 실시예 101은 실시예 99의 방법으로서, 인몰드 성형은 적어도 하나의 축을 중심으로 만곡된 배향 중합체 다층 광학 필름을 생성한다.
- [0210] 실시예 102는 실시예 101의 방법으로서, 인몰드 성형된 배향 중합체 다층 광학 필름은 2개의 직교 축을 중심으로 만곡된다.
- [0211] 실시예 103은 실시예 90의 방법으로서, 위치시키는 단계는 흡수 재료를 기재 상에 인쇄, 분무, 및 라미네이팅하는 단계들 중 하나 이상과 이 기재를 배향 중합체 다층 광학 필름에 인접하게 침착시키는 단계를 포함한다.
- [0212] 실시예 104는 실시예 90의 방법으로서, 위치시키는 단계는 흡수 재료를 배향 중합체 다층 광학 필름 상에 인쇄, 분무, 및 라미네이팅하는 단계들 중 하나 이상을 포함한다.
- [0213] 실시예 105는 광학 시스템에 관한 전술한 실시예들 중 어느 하나의 광학 시스템으로서, 광원을 포함하며, 광원과 광학 연통하는 마커를 추가로 포함한다.
- [0214] 실시예 106은 광학 시스템에 관한 전술한 실시예들 중 어느 하나의 광학 시스템으로서, 센서를 포함하며, 센서와 광학 연통하는 마커를 추가로 포함한다.
- [0215] 실시예 107은 실시예 105 또는 실시예 106의 광학 시스템으로서, 마커는 광학 스택에 관한 전술한 실시예들 중 어느 하나에 따른 광학 스택을 포함한다.
- [0216] 실시예 108은 실시예 105 또는 실시예 106의 광학 시스템으로서, 마커는 경면 반사기, 확산 반사기, 또는 반-경면 반사기를 포함한다.
- [0217] 실시예 109는 실시예 105 또는 실시예 106의 광학 시스템으로서, 마커는 재귀반사기를 포함한다.
- [0218] 도면 내의 요소에 대한 설명은, 달리 지시되지 않는 한, 다른 도면 내의 대응하는 요소에 동등하게 적용되는 것으로 이해되어야 한다. 특정 실시예가 본 명세서에 예시 및 기술되어 있지만, 당업자는 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고서 다양한 대안 및/또는 등가의 구현예가 도시 및 기술된 특정 실시예를 대신할 수 있다는 것을 이해할 것이다. 본 출원은 본 명세서에 논의된 특정 실시예의 임의의 개조 또는 변형을 포함하도록 의도된다. 따라서, 본 발명은 오직 청구범위 및 이의 등가물에 의해서만 제한되는 것으로 의도된다.

## 도면

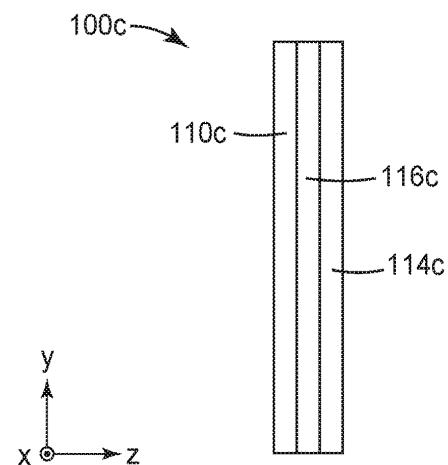
### 도면1a



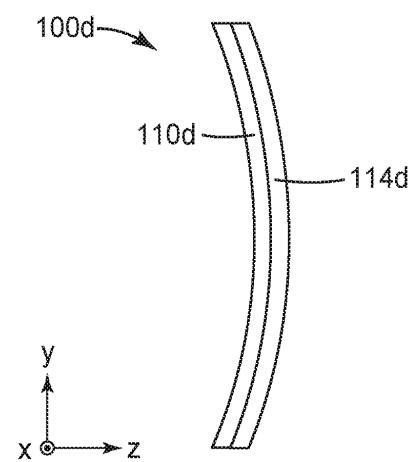
도면1b



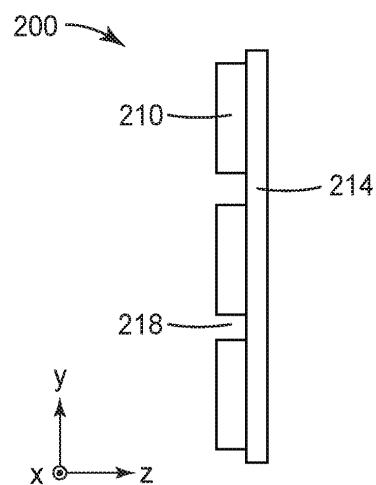
도면1c



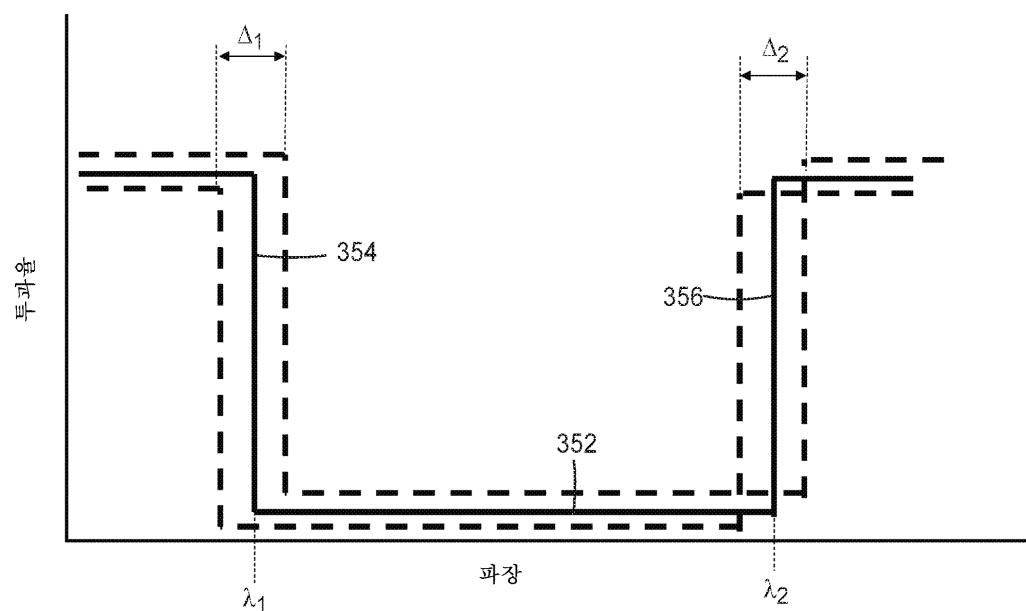
도면1d



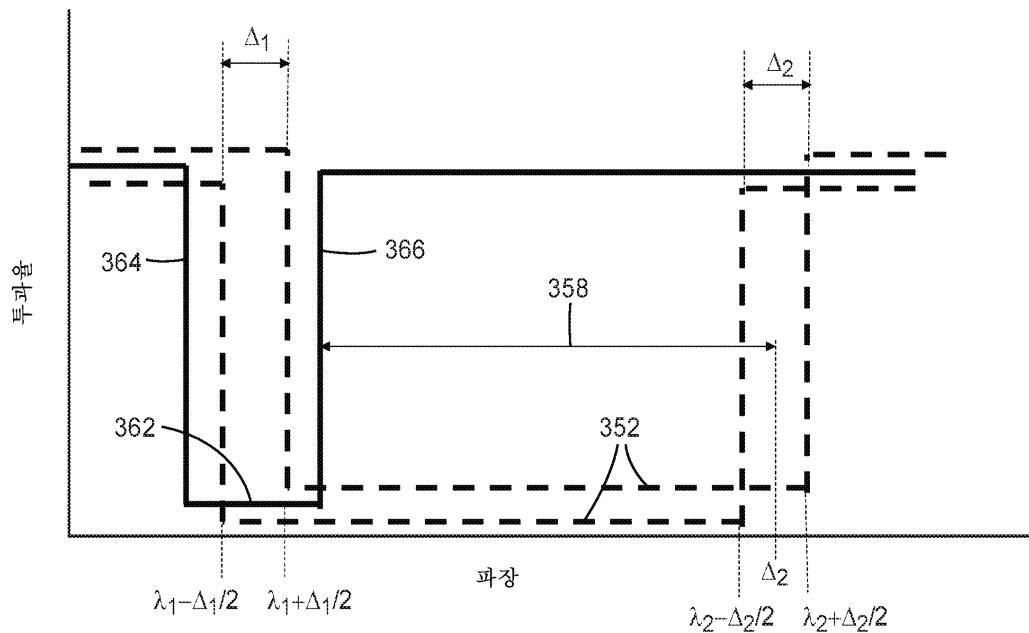
## 도면2



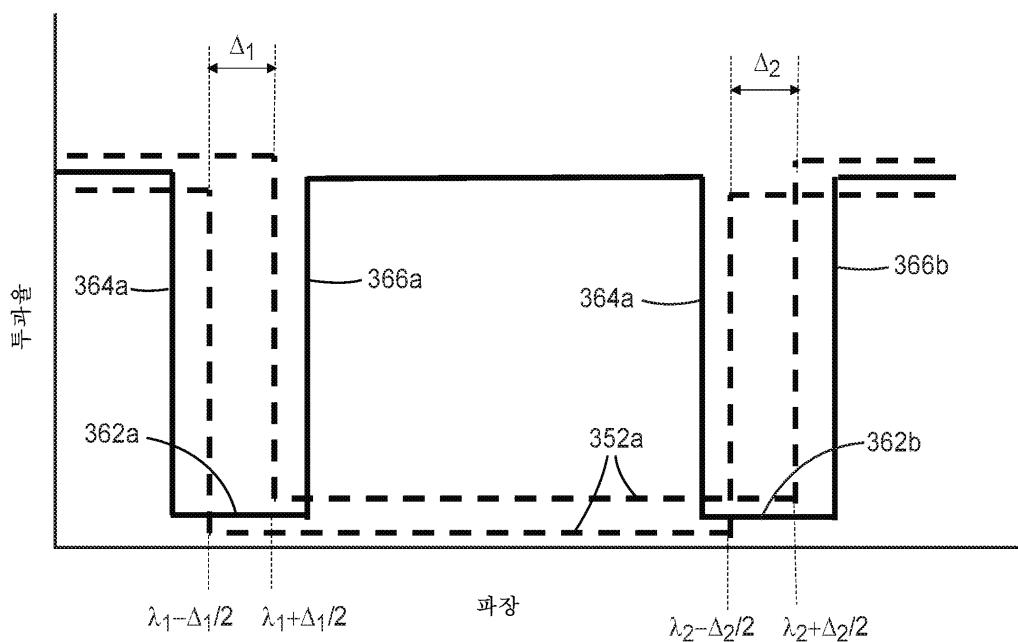
## 도면3a



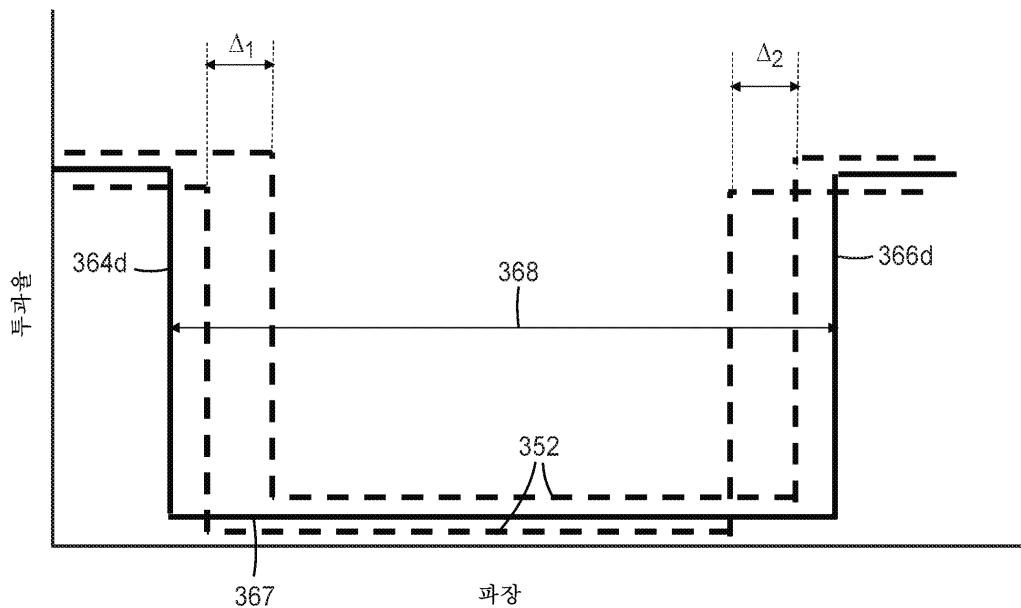
도면3b



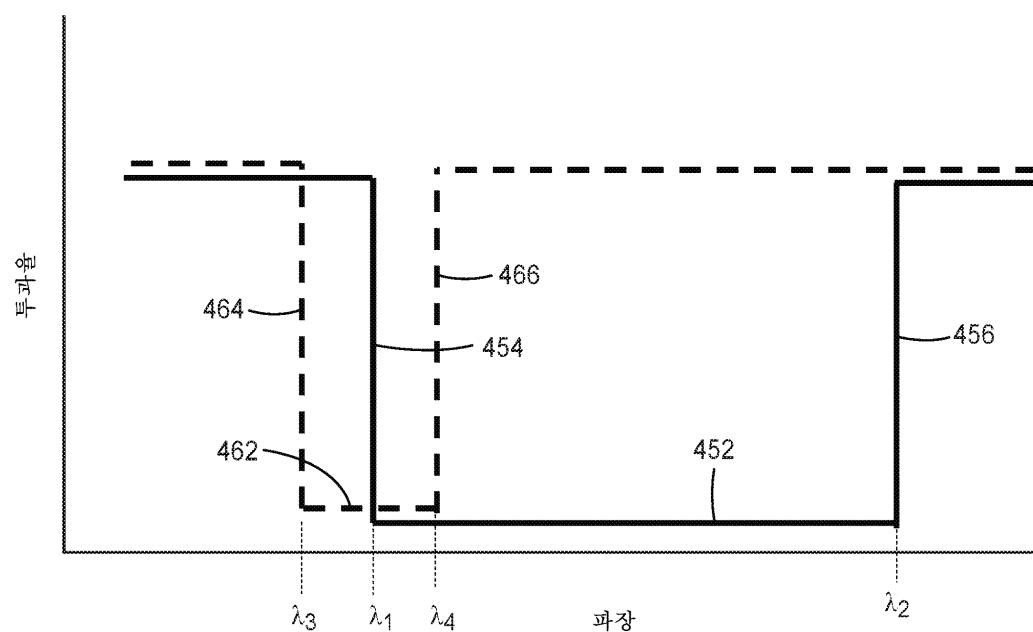
도면3c



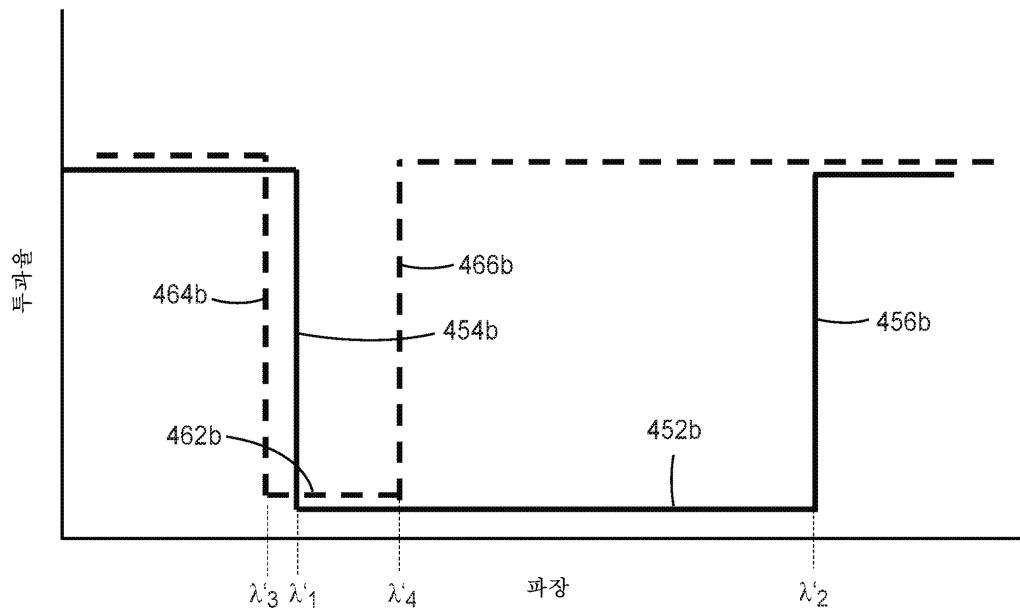
도면3d



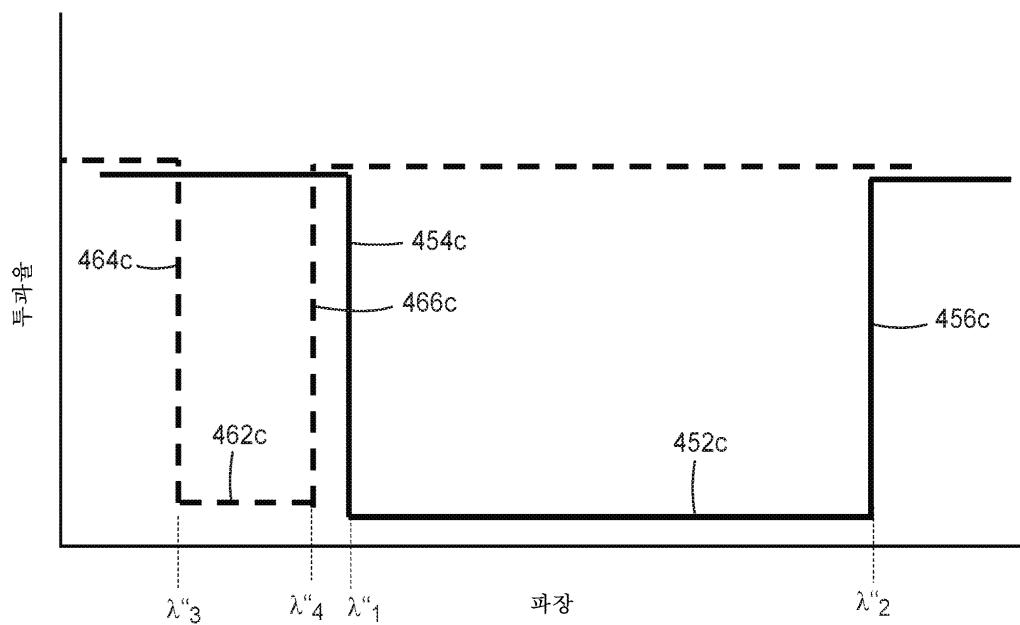
도면4a



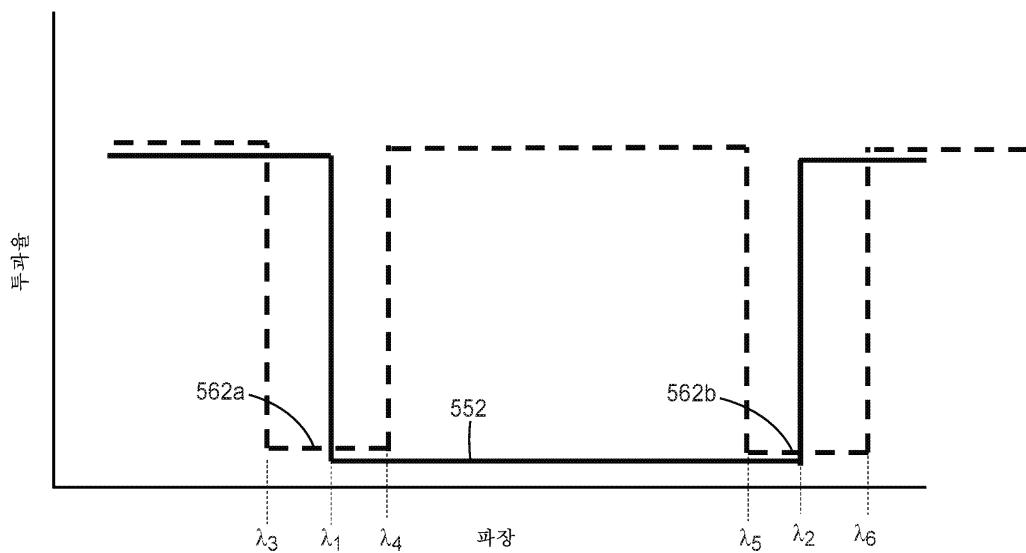
도면4b



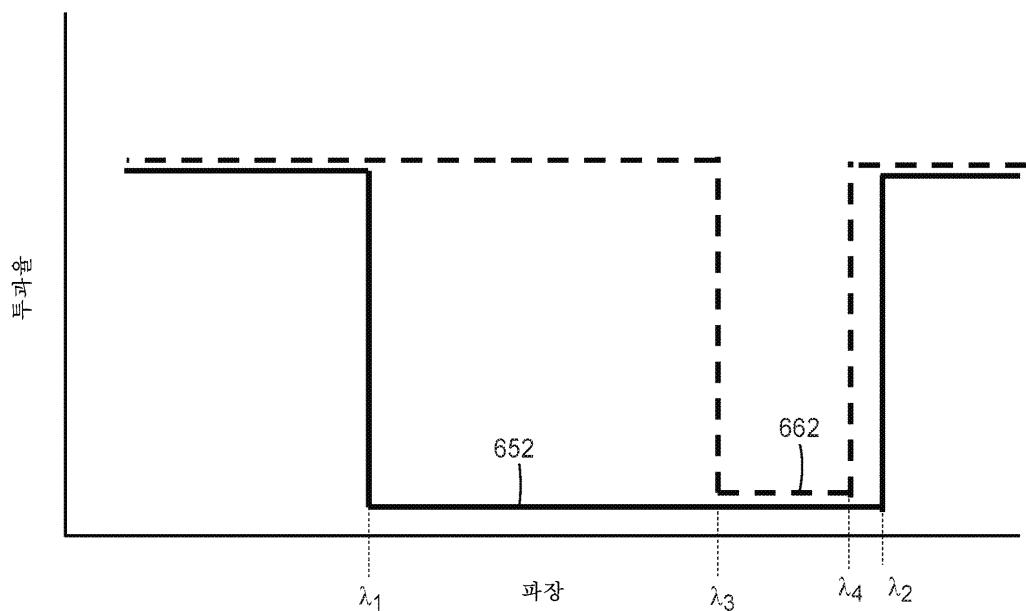
도면4c



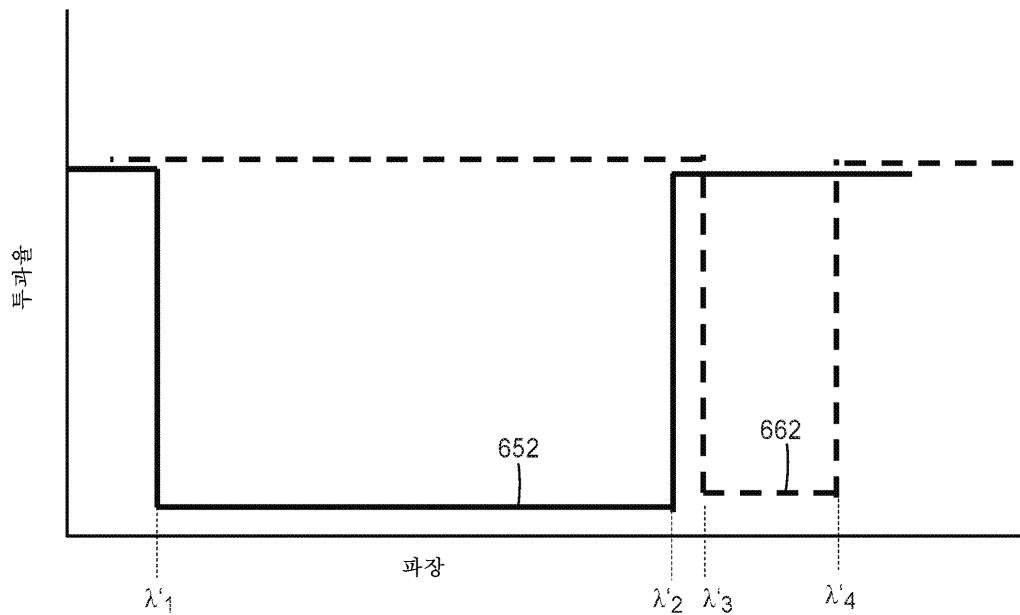
도면5



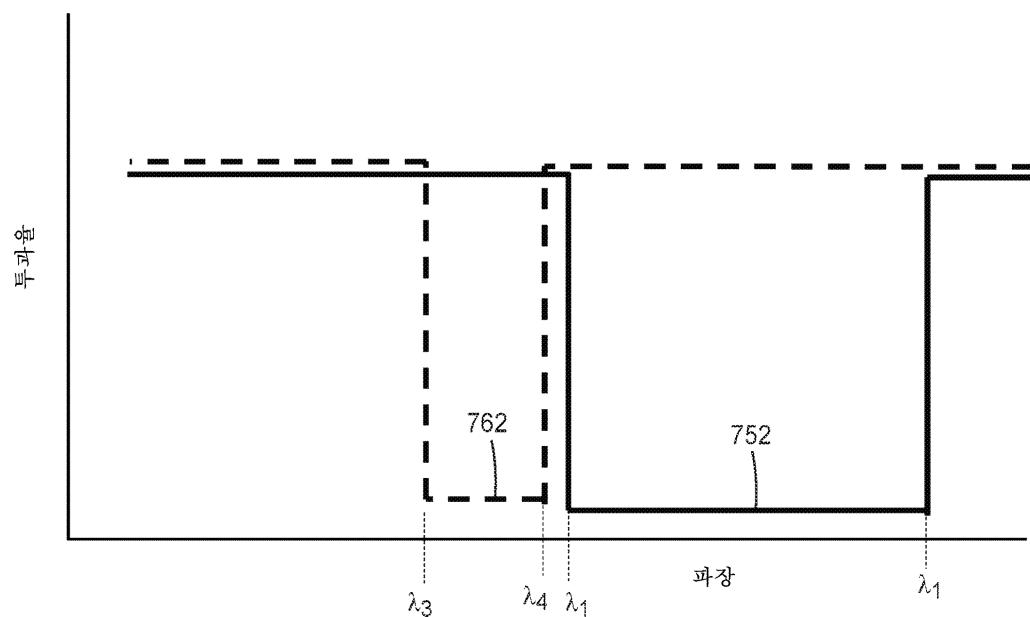
도면6a



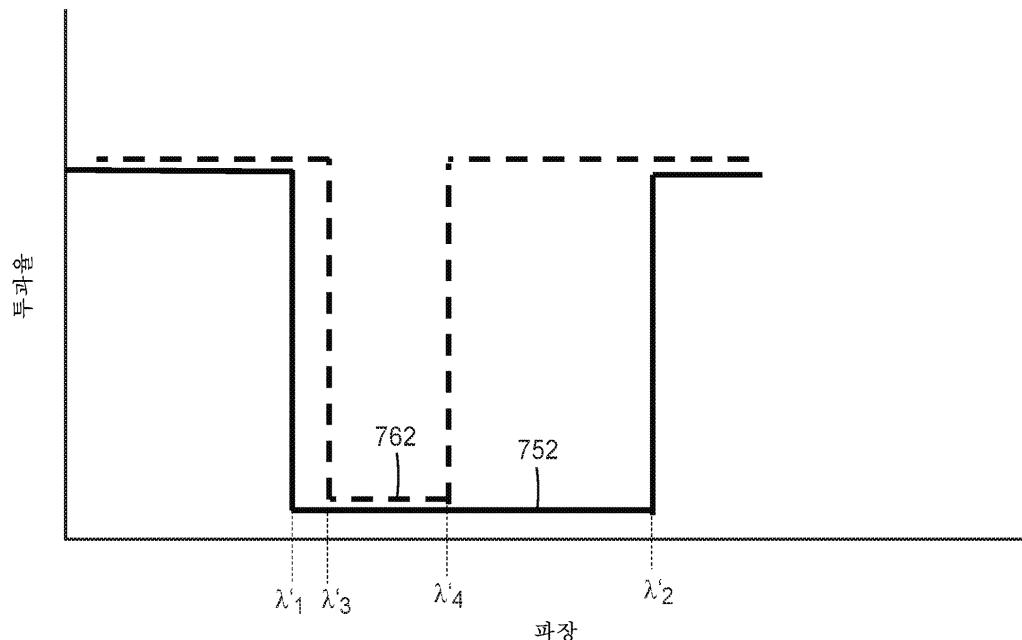
도면6b



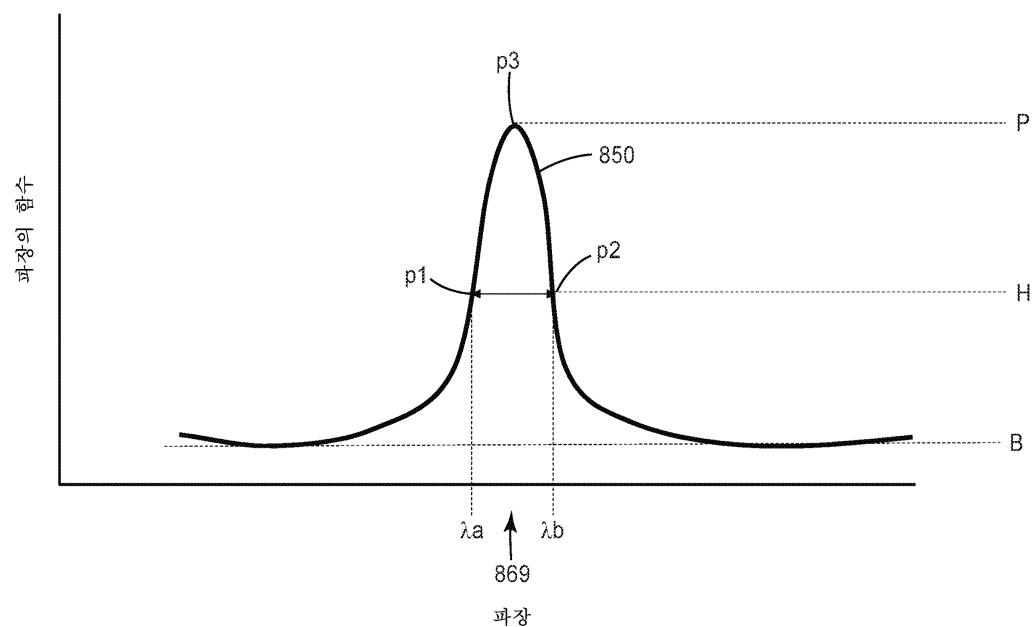
도면7a



도면7b

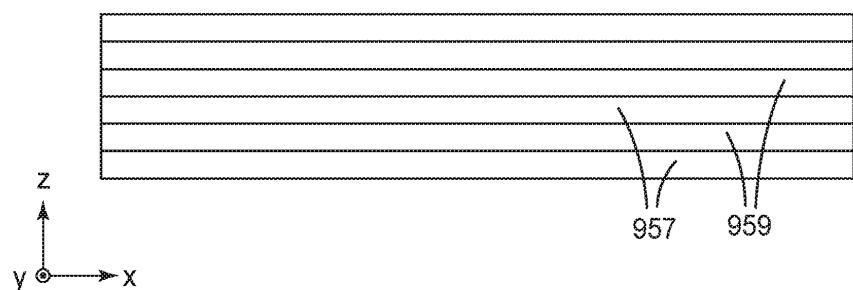


도면8



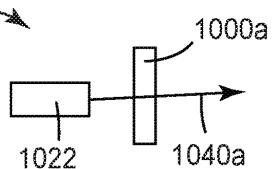
## 도면9

913 ↗



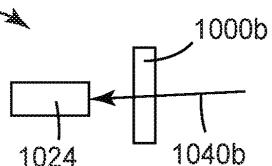
## 도면10a

1001a ↗



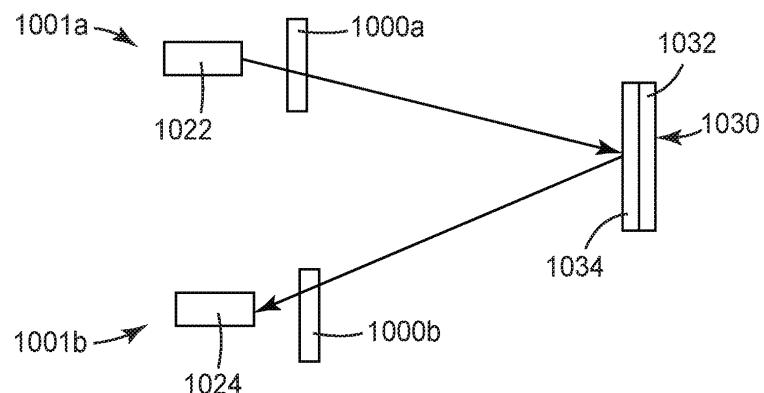
## 도면10b

1001b ↗

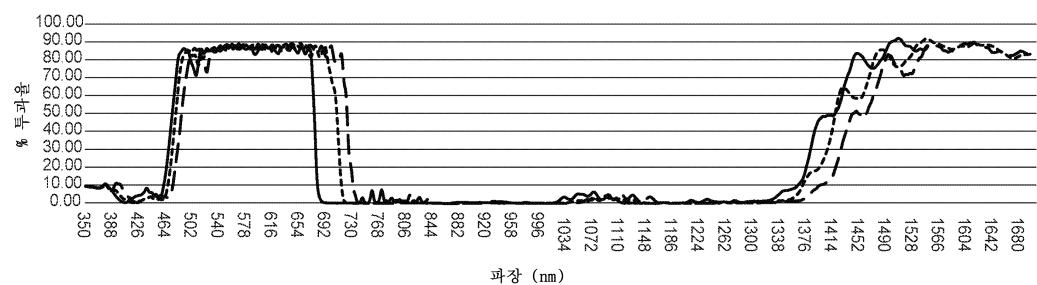


## 도면10c

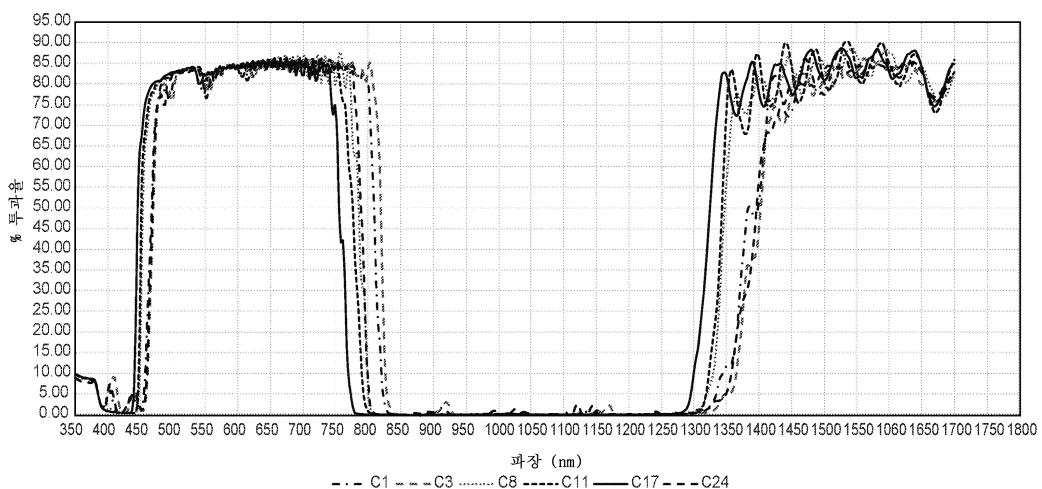
1001c ↗



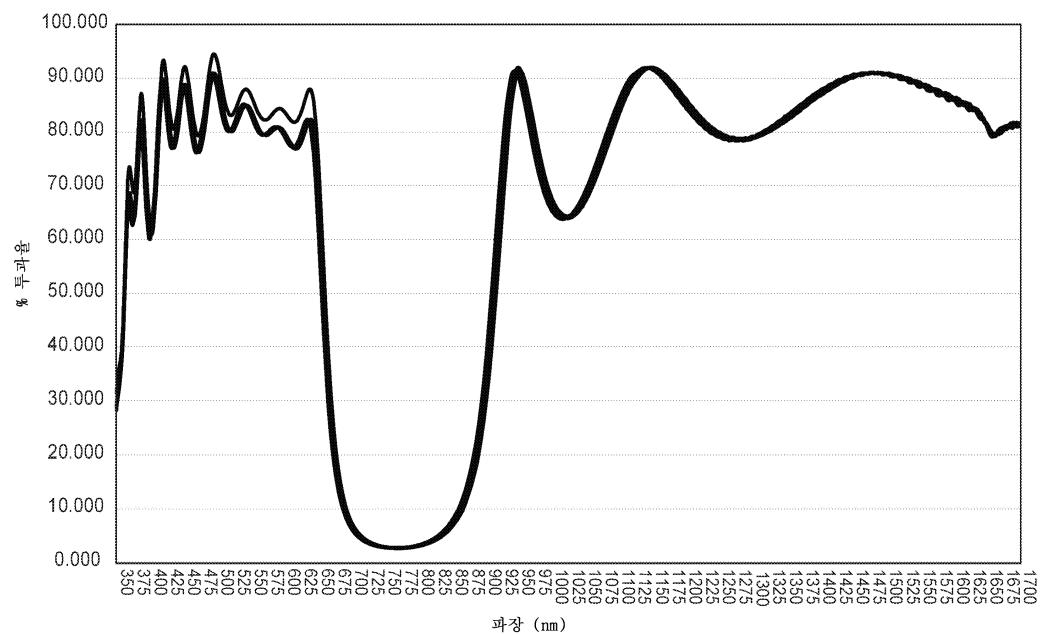
도면11



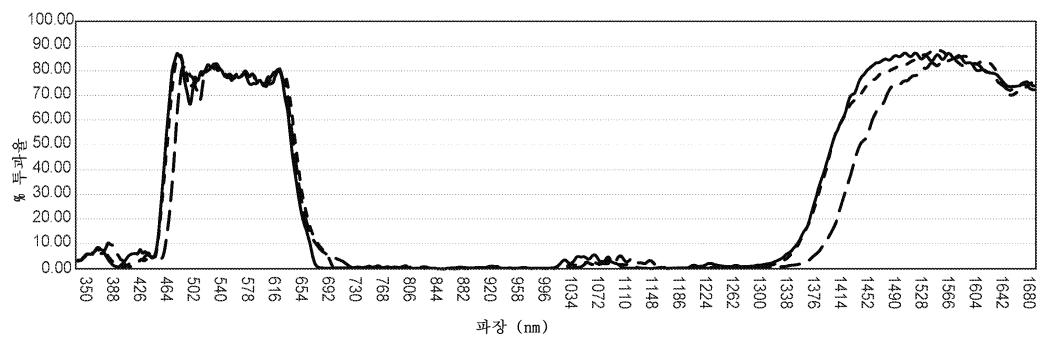
도면12



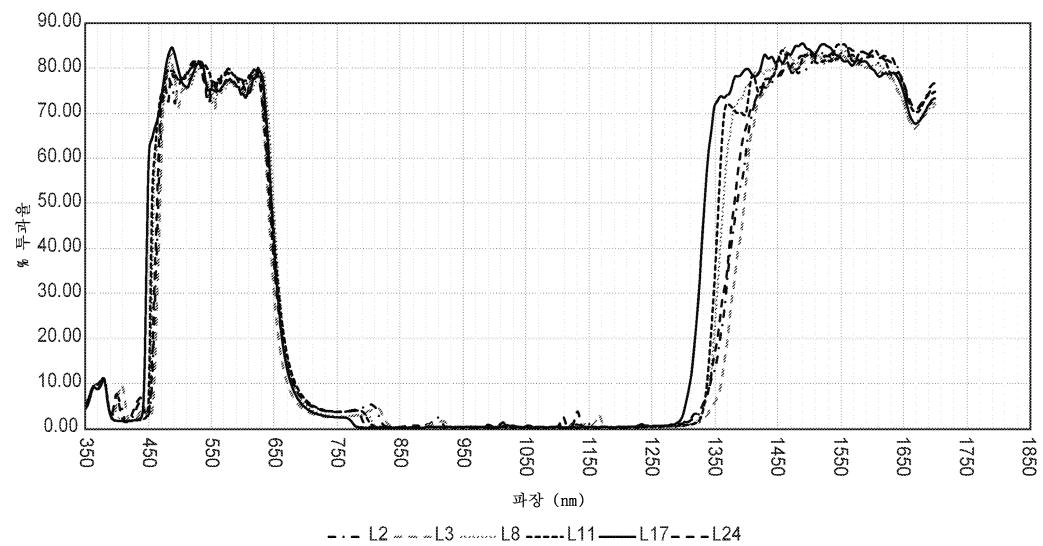
도면13



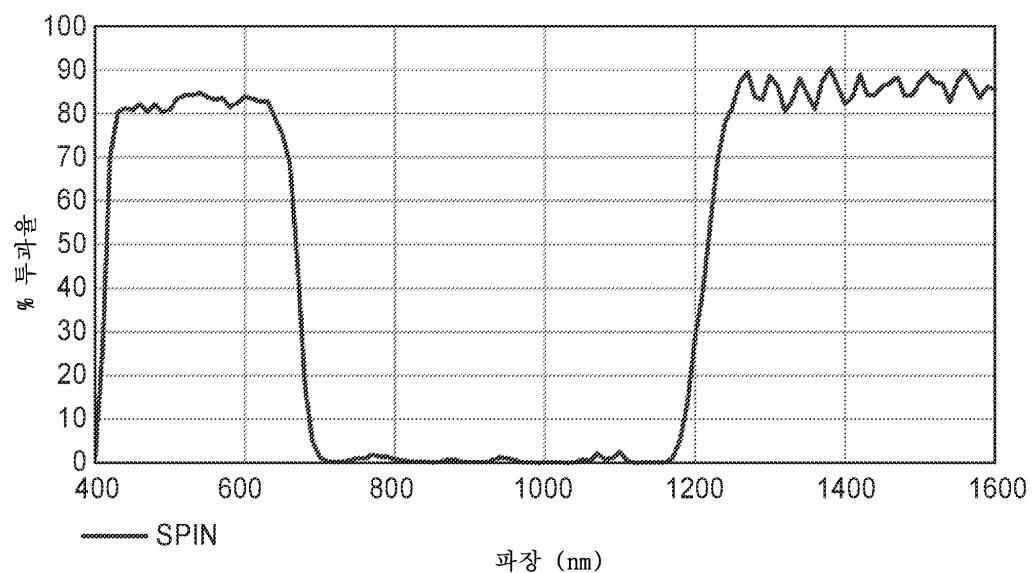
도면14

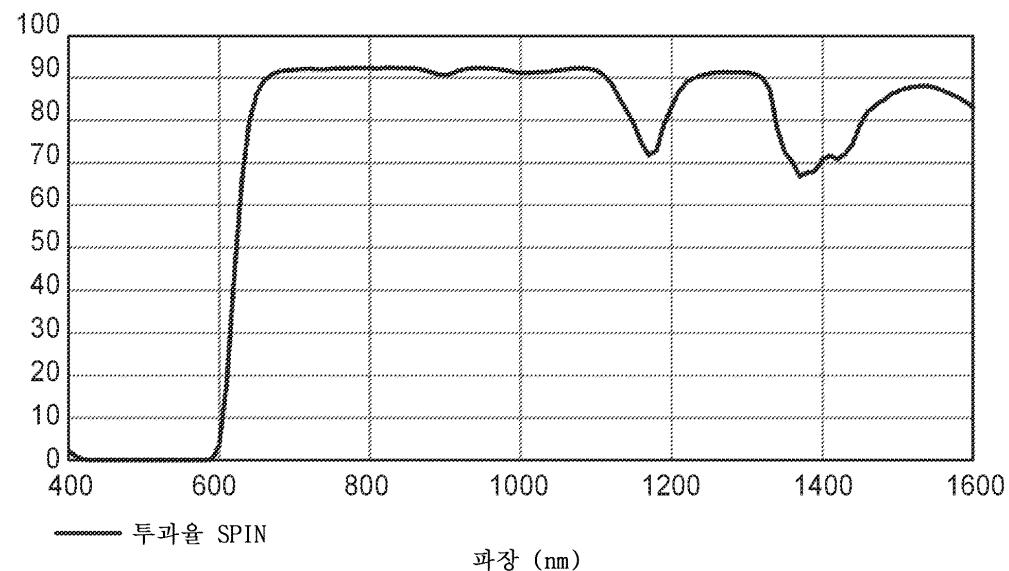


도면15



도면16



**도면17****도면18**