



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년09월19일

(11) 등록번호 10-2444466

(24) 등록일자 2022년09월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
**G02B 5/30** (2022.01) **G02B 1/10** (2015.01)  
**H04B 10/40** (2013.01)

(52) CPC특허분류  
**G02B 5/3083** (2013.01)  
**G02B 1/10** (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0015916

(22) 출원일자 2018년02월08일

심사청구일자 2020년11월16일

(65) 공개번호 10-2018-0093805

(43) 공개일자 2018년08월22일

(30) 우선권주장  
 15/431,344 2017년02월13일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020150031336 A\*

KR1020180008898 A

JP2003302521 A

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

비아비 솔루션즈 아이엔씨.

미국 85286 애리조나주 챌들러 스위트 102 사우스 스펙트럼 불러바드 1445

(72) 발명자

핸드릭스 카렌 드니스

미국 캘리포니아주 95401 산타 로사 컨트리사이드 서클 419

롤랜즈 스콧

미국 캘리포니아주 95403 산타 로사 위키업 드라이브 601

(74) 대리인

특허법인아주김장리

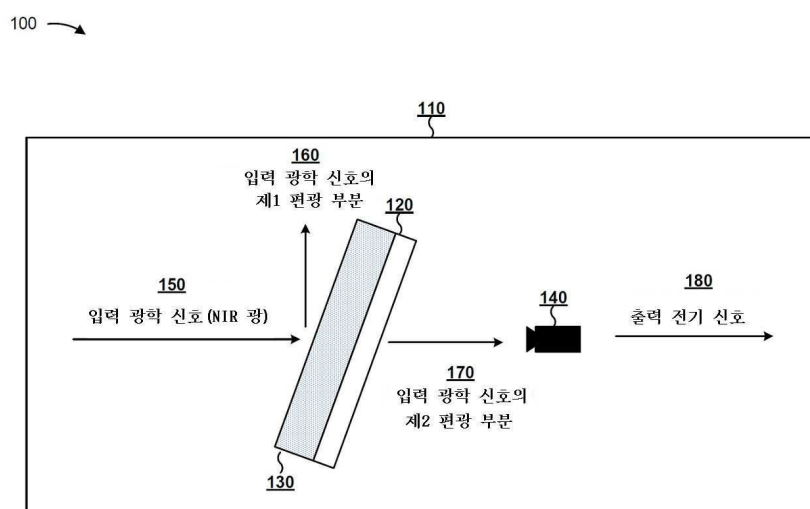
전체 청구항 수 : 총 17 항

심사관 : 장혜정

(54) 발명의 명칭 광학 편광 필터

**(57) 요약**

광학 필터는 기판을 포함할 수 있다. 광학 필터는 입사광을 편광 빔 분할하기 위해 기판 상에 배치된 교번하는 고 굴절률층과 저 굴절률층의 세트를 포함한다. 고 굴절률층과 저 굴절률층의 교번하는 세트는 대략 800나노미터 (nm) 미만의 스펙트럼 범위를 갖는 입사광의 제1 편광은 광학 필터에 의해 반사되고, 대략 800nm를 초과하는 스펙트럼 범위를 갖는 입사광의 제2 편광은 광학 필터를 통과하도록 배치될 수 있다. 고 굴절률층은 수소화규소 (Si:H)일 수 있으며, 저 굴절률층은 이산화규소(SiO<sub>2</sub>)일 수 있다.

**대표도 - 도1**

(52) CPC특허분류

*H04B 10/40* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

편광광학 코팅(polarizing optical coating)으로서,

층의 세트(set of layers)를 포함하되,

상기 층의 세트는 층의 제1 서브세트와 층의 제2 서브세트를 포함하며,

상기 층의 제1 서브세트는 제1 굴절률을 갖는 수소화규소(Si:H)를 포함하고;

상기 층의 제2 서브세트는 제2 굴절률을 갖는 물질을 포함하되, 상기 물질은 이산화규소(SiO<sub>2</sub>) 물질, 산화알루미늄(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) 물질, 이산화티타늄(TiO<sub>2</sub>) 물질, 오산화니오븀(Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 물질, 오산화탄탈륨(Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) 물질 또는 불화마그네슘(MgF<sub>2</sub>) 물질 중 적어도 하나를 포함하고,

상기 제2 굴절률은 상기 제1 굴절률보다 낮으며, 상기 제2 굴절률은 대략 800나노미터(nm) 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위에서 3 미만이고,

상기 편광광학 코팅과 관련된, 입사광의 제1 편광이 s-평면에 있고,

상기 입사광의 제2 편광이 p-평면에 있고,

상기 편광광학 코팅은,

대략 890nm 내지 대략 940nm 또는

대략 930nm 내지 대략 960nm

중 적어도 하나의 스펙트럼 범위 및 45도의 입사각에서 상기 입사광의 상기 제2 편광에 대해 95% 이상의 투과율과 관련되고,

상기 편광광학 코팅은, 상기 s-평면에서 상기 입사광에 대해서 95% 이상의 반사율과 관련되고,

상기 층의 제1 서브세트는 제1 두께와 관련된 제1 층을 포함하고,

상기 층의 제2 서브세트는 제2 두께와 관련된 제2 층을 포함하고,

상기 제1 두께 또는 상기 제2 두께 중 적어도 하나는 3nm 내지 300nm이며,

상기 제2 두께는 상기 제1 두께와는 상이한, 편광광학 코팅.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제1항에 있어서,

상기 층의 제1 서브세트는 고 굴절률층(H)이고, 상기 층의 제2 서브세트는 저 굴절률층(L)이며,

상기 층의 세트는 (H-L)<sub>m</sub> 순서, (H-L)<sub>m</sub>-H 순서, (L-H)<sub>m</sub> 순서 또는 L-(H-L)<sub>m</sub> 순서 중 적어도 하나로 배열되되,

m은 층의 양(quantity of layers)이고,

상기 층의 양은 의도된 세트의 광학적 특성에 기초하여 선택되는, 편광광학 코팅.

#### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 층의 세트는 대략 700 나노미터(nm) 미만의 스펙트럼 범위와 관련된 광의 임계 부분을 차단하는 것인, 편광광학 코팅.

#### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 층의 세트는 대략 1,700나노미터(nm) 미만의 스펙트럼 범위와 관련된 광의 임계 부분을 통과시키는 것인, 편광광학 코팅.

#### 청구항 6

제1항에 있어서, 상기 제1 굴절률은 대략 900나노미터(nm)의 파장에서 대략 3을 초과하는, 편광광학 코팅.

#### 청구항 7

제1항에 있어서, 상기 제1 굴절률은 대략 830나노미터(nm)의 파장에서 대략 3.6인, 편광광학 코팅.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 층의 제1 서브세트는 특정 스펙트럼 범위에서 대략 0.0006 미만의 소광 계수(extinction coefficient)와 관련된, 편광광학 코팅.

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

제1항에 있어서, 상기 제2 굴절률은 대략 800나노미터(nm) 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위에서 2 미만인, 편광광학 코팅.

#### 청구항 11

제1항에 있어서, 상기 편광광학 코팅은 편광 빔 분할기(polarization beam splitter)인, 편광광학 코팅.

#### 청구항 12

제1항에 있어서, 상기 편광광학 코팅은 적어도 10nm의 분리 대역폭으로 700나노미터(nm) 내지 1,700nm의 스펙트럼 범위를 커버하는, 편광광학 코팅.

#### 청구항 13

제1항에 있어서, 상기 편광광학 코팅은,

대략 890nm 내지 대략 940nm 또는

대략 930nm 내지 대략 960nm

중 적어도 하나의 스펙트럼 범위에서,

제1 편광 평면에서의 50% 초과 반사와 제2 편광 평면에서의 50% 초과 투과와 관련되되,

상기 제1 편광 평면은 상기 제2 편광 평면에 직교하는, 편광광학 코팅.

#### 청구항 14

제1항에 있어서, 상기 편광광학 코팅의 표면에 대한 광의 명목(nominal) 입사각은 15° 내지 75° 사이인, 편광광학 코팅.

#### 청구항 15

삭제

#### 청구항 16

광학 필터로서,

기판; 및

대략 800나노미터(nm) 미만의 스펙트럼 범위를 갖는 입사광의 제1 편광이 상기 광학 필터에 의해 반사되고, 대략 800nm를 초과하는 스펙트럼 범위를 갖는 입사광의 제2 편광이 상기 광학 필터를 통과하게끔, 편광 빔이 입사광을 분할하도록 기판 상에 배치된 교번하는 고 굴절률층 및 저 굴절률층의 세트를 포함하되,

상기 입사광의 제1 편광이 s-평면에 있고,

상기 입사광의 제2 편광이 p-평면에 있고,

상기 광학 필터는,

대략 890nm 내지 대략 940nm 또는

대략 930nm 내지 대략 960nm

중 적어도 하나의 스펙트럼 범위 및 45도의 입사각에서 상기 입사광의 상기 제2 편광에 대해 95% 이상의 투과율과 관련되고,

상기 광학 필터는, 상기 s-평면에서 상기 입사광에 대해서 95% 이상의 반사율과 관련되고,

상기 고 굴절률층은 수소화규소( $\text{Si:H}$ )이고,

상기 저 굴절률층은 이산화규소( $\text{SiO}_2$ )이고,

상기 광학 필터는 상기 고 굴절률층과 상기 저 굴절률층의 층의 양과 연관되고,

상기 층의 양은 10개 층 내지 100개 층의 범위이고, 상기 제1 두께 또는 상기 제2 두께 중 적어도 하나는 3nm 내지 300nm인, 광학 필터.

## 청구항 17

제16항에 있어서,

상기 광학 필터는 대략 890nm 내지 대략 940nm의 스펙트럼 범위에서 상기 입사광의 제2 편광에 대해 99% 이상의 투과율과 관련되고, 그리고

상기 광학 필터는 상기 s-평면에서의 상기 입사광에 대해 99% 이상의 반사율과 관련되는, 광학 필터.

## 청구항 18

광학 시스템으로서,

제스처 인식을 위하여 사람 쪽으로, 차량 또는 사람 근처에서 물체를 검출하기 위하여 물체 쪽으로, 또는 LIDAR 기술을 이용해서 상기 물체에 대한 접근을 검출하기 위하여 상기 물체 쪽으로 근적외선(near-infrared: NIR) 광을 방출하는 광 송신기;

입력 광학 신호를 필터링하고 필터링된 입력 광학 신호를 제공하는 편광광학 필터; 및

상기 필터링된 입력 광학 신호를 수신하고 출력 전기 신호를 제공하는 광 수신기를 포함하되,

상기 입력 광학 신호는 상기 광 송신기로부터의 NIR 광 및 다른 광원으로부터의 주변 광을 포함하고,

상기 편광광학 필터는 유전체 박막층의 세트를 포함하되,

상기 유전체 박막층의 세트는,

제1 굴절률을 갖는 수소화규소층의 제1 서브세트,

상기 제1 굴절률보다 작은 제2 굴절률을 갖는 물질의 층의 제2 서브세트를 포함하되, 상기 물질은 이산화규소( $\text{SiO}_2$ ) 물질, 산화알루미늄( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) 물질, 이산화티타늄( $\text{TiO}_2$ ) 물질, 오산화니오븀( $\text{Nb}_2\text{O}_5$ ) 물질,

오산화탄탈륨( $Ta_2O_5$ ) 물질 또는 불화마그네슘( $MgF_2$ ) 물질 중 적어도 하나를 포함하고, 상기 제2 굴절률은 대략 800나노미터(nm) 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위에서 3 미만이고,

상기 편광광학 필터와 관련된, 입사광의 제1 편광이 s-평면에 있고,

상기 입사광의 제2 편광이 p-평면에 있고,

상기 편광광학 필터는,

대략 890nm 내지 대략 940nm 또는

대략 930nm 내지 대략 960nm

중 적어도 하나의 스펙트럼 범위 및 45도의 입사각에서 상기 입사광의 상기 제2 편광에 대해 95% 이상의 투과율과 관련되고,

상기 편광광학 필터는, 상기 s-평면에서 상기 입사광에 대해서 95% 이상의 반사율과 관련되고,

상기 층의 제1 서브세트는 제1 두께와 관련된 제1 층을 포함하고,

상기 층의 제2 서브세트는 제2 두께와 관련된 제2 층을 포함하고,

상기 제1 두께 또는 상기 제2 두께 중 적어도 하나는 3nm 내지 300nm이며,

상기 제2 두께는 상기 제1 두께와는 상이한, 광학 시스템.

#### 청구항 19

제18항에 있어서, 상기 편광광학 필터는 상기 필터링된 입력 광학 신호를 제공하기 위해 상기 입력 광학 신호를 편광 빔 분할하는 것인, 광학 시스템.

#### 청구항 20

제18항에 있어서, 상기 편광광학 필터는 대략 890nm 내지 대략 940nm의 스펙트럼 범위에서 상기 입사광의 제2 편광에 대해 99% 이상의 투과율과 관련되는, 광학 시스템.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001]

일부 예에서, 특정 파장의 에너지를 차단하고/하거나, 특정 파장의 에너지만을 검출기에 전송하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 일부 검출기는 특정 파장의 에너지에 민감할 수 있다. 일례에서, 광 송신기는 광 수신기에 의해 궁극적으로 수신되는 광을 방출할 수 있다. 예를 들어, 제스처 인식 시스템에서, 광 송신기는 사용자에게 근적외선(near infrared: NIR) 광을 전송할 수 있고, NIR 광은 사용자로부터 광 수신기 쪽으로 반사될 수 있다. 이 경우, 광 수신기는 NIR 광에 대한 정보를 캡처할 수 있으며, 이 정보는 사용자가 행한 제스처를 식별하는 데 사용될 수 있다. 예를 들어, 장치는 사용자의 3차원 표현을 생성하고, 상기 3차원 표현에 기초하여 사용자가 행한 제스처를 식별하는 데 정보를 사용할 수 있다. 그러나, 사용자 쪽으로의 NIR 광의 송신 도중 및/또는 사용자로부터 광 수신기 쪽으로의 반사 도중에, 주변 광이 NIR 광과 간섭할 수 있다. 따라서, 광 수신기는 주변 광을 필터링하고 NIR 광을 광 수신기 쪽으로 통과시키기 위해 대역통과 필터(bandpass filter)와 같은 광학 필터에 광학적으로 결합될 수 있다.

[0002]

일부 예에서, 광학 필터는 편광 빔분할기(polarizing beamsplitter)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 편광 빔분할기는 에너지의 입사 빔을 두 개의 선형적으로 편광된 서브-빔("P" 및 "S")으로 물리적으로 분리한다. 하나의 "서브-빔"은 "P" 편광된 에너지를 포함한다(예를 들어, 전기장은 입사 빔의 입사 평면에 평행하거나 그 내부에 존재한다). 두 번째 "서브-빔"은 "S" 편광된 에너지를 포함한다(예를 들어, 전기장은 입사 빔의 입사 평면에 수직이다).

#### 발명의 내용

[0003]

일부 가능한 실시형태에 따르면, 편광광학 코팅은 층들의 세트를 포함할 수 있다. 상기 층들의 세트는 층들의 제1 서브세트를 포함할 수 있다. 층들의 제1 서브세트는 제1 굴절률을 갖는 수소화규소( $Si:H$ )를 포함할 수

있다. 상기 층들의 세트는 층들의 제2 서브세트를 포함할 수 있다. 층들의 제2 서브세트는 제2 굴절률을 갖는 물질을 포함할 수 있다. 제2 굴절률은 제1 굴절률보다 작을 수 있다.

하나의 구체예에서, 상기 편광광학 코팅(polarizing optical coating)은 층의 세트(set of layers)를 포함하되, 상기 층의 세트는 층의 제1 서브세트와 층의 제2 서브세트를 포함하며, 상기 층의 제1 서브세트는 제1 굴절률을 갖는 수소화규소( $\text{Si:H}$ )를 포함하고; 상기 층의 제2 서브세트는 제2 굴절률을 갖는 물질을 포함하고, 상기 제2 굴절률은 상기 제1 굴절률보다 낮으며, 상기 편광광학 코팅과 관련된, 입사광의 제1 편광이 s-평면에 있고, 상기 입사광의 제2 편광이 p-평면에 있고, 상기 편광광학 코팅은, 대략 890nm 내지 대략 940nm 또는 대략 930nm 내지 대략 960nm 중 적어도 하나의 스펙트럼 범위에서 상기 입사광의 상기 제2 편광에 대해 95% 이상의 투과율과 관련되고, 상기 편광광학 코팅은, 상기 s-평면에서 상기 입사광에 대해서 95% 이상의 반사율과 관련되고, 상기 층의 제1 서브세트는 제1 두께와 관련된 제1 층을 포함하고, 상기 층의 제2 서브세트는 제2 두께와 관련된 제2 층을 포함하고, 상기 제2 두께는 상기 제1 두께와는 상이할 수 있다.

[0004] 일부 가능한 실시형태에 따르면, 광학 필터는 기판을 포함할 수 있다. 광학 필터는 입사광을 편광 빔분할하기 위해 기판 상에 배치된 교번하는(alternating) 고 굴절률층 및 저 굴절률층의 세트를 포함할 수 있다. 상기 교번하는 고 굴절률층 및 저 굴절률층의 세트는 약 800나노미터(nm) 미만의 스펙트럼 범위를 갖는 입사광의 제1 편광은 광학 필터에 의해 반사되고, 약 800nm보다 큰 스펙트럼 범위를 갖는 입사광의 제2 편광은 광학 필터를 통과하도록 배치될 수 있다. 고 굴절률층은 수소화규소( $\text{Si:H}$ )일 수 있다. 저 굴절률층은 이산화규소( $\text{SiO}_2$ )일 수 있다. 하나의 구체예에서 상기 광학 필터는 대략 890nm 내지 대략 940nm 또는 대략 930nm 내지 대략 960nm 중 적어도 하나의 스펙트럼 범위 및 45도의 입사각에서 상기 입사광의 상기 제2 편광에 대해 95% 이상의 투과율과 관련될 수 있다.

[0005] 일부 가능한 실시형태에 따르면, 광학 시스템은 근적외선(NIR) 광을 방출하는 광 송신기를 포함할 수 있다. 광학 시스템은 입력 광학 신호를 필터링하고 필터링된 입력 광학 신호를 제공하는 편광광학 필터를 포함할 수 있다. 입력 광학 신호는 광 송신기로부터의 NIR 광 및 기타 광원으로부터의 주변 광을 포함할 수 있다. 편광광학 필터는 유전체 박막층의 세트를 포함할 수 있다. 유전체 박막층의 세트는 제1 굴절률을 갖는 수소화규소층들의 제1 서브세트를 포함할 수 있다. 유전체 박막층의 세트는 제1 굴절률보다 작은 제2 굴절률을 갖는 물질의 층들의 제2 서브세트를 포함할 수 있다. 필터링된 입력 광학 신호는 입력 광학 신호에 대한 주변 광의 감소한 강도를 포함할 수 있다. 광 수신기는 필터링된 입력 광학 신호를 수신하여 출력 전기 신호를 제공할 수 있다. 하나의 구체예에서 상기 편광광학 필터는 대략 890nm 내지 대략 940nm 또는 대략 930nm 내지 대략 960nm 중 적어도 하나의 스펙트럼 범위 및 45도의 입사각에서 상기 입사광의 상기 제2 편광에 대해 95% 이상의 투과율과 관련될 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0006] 도 1은 본 명세서에 기술된 예시적인 구현의 개요를 도시하는 도면;  
 도 2는 본 명세서에서 기술된 예시적인 실시형태에 관련된 물질의 세트에 대한 굴절률 표;  
 도 3은 본 명세서에서 기술된 예시적인 실시형태를 사용하는 것과 관련된 예시적인 광학적 특성의 도면; 및  
 도 4는 본 명세서에서 기술된 예시적인 실시형태의 도면.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0007] 이하의 예시적인 실시형태의 상세한 설명은 첨부된 도면을 참조한다. 상이한 도면에서 동일한 참조번호는 동일하거나 유사한 구성요소를 식별할 수 있다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 용어 "실질적으로", "대략", 및 "약"은 명시된 값의  $\pm 5\%$  내의 값의 범위를 나타낸다.

[0008] 광 수신기는 광 송신기와 같은 광원으로부터 시작하는 광을 수신할 수 있다. 예를 들어, 광 수신기는 광 송신기로부터의 근적외선(NIR) 광 및 사용자 또는 물체와 같은 타깃으로부터 반사된 광을 수신할 수 있다. 이 경우, 광 수신기는 NIR 광뿐만 아니라 가시 스펙트럼 광과 같은 주변 광을 수신할 수 있다. 주변 광은 NIR 광에 관한 결정의 정확성을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 제스처 인식 시스템에서, 주변 광은 NIR 광에 기초한 타깃의 3차원 이미지 생성의 정확도를 감소시킬 수 있다. 따라서, 광 수신기는 주변 광을 필터링하고 NIR 광을 광 수신기 쪽으로 통과시키기 위해 대역통과 필터와 같은 광학 필터에 광학적으로 결합될 수 있다.

[0009] 광학 필터는 유전체 박막층의 세트를 포함할 수 있다. 유전체 박막층의 세트는 700나노미터(nm) 미만과 같은 특

정 임계값 미만 및/또는 초과 대역-외 광의 일부를 차단하도록 선택되고 증착된다. 예를 들어, 상기 유전체 박막층의 세트는 주변 광을 필터링하도록 선택될 수 있다. 광학 필터는 광에 대해 편광 빔분할 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 광학 필터는 제2 편광이 광 수신기에 의해 수신되기를 원할 경우 제1 편광을 갖는 광의 제1 부분을 반사시킬 수 있고 제2 편광을 갖는 광의 제2 부분을 통과시킬 수 있다.

[0010] 그러나, 과도한 양의 유전체 박막층은 비교적 두꺼운 코팅을 초래할 수 있다. 비교적 두꺼운 코팅은 각각의 유전체 박막층의 순차적 증착의 결과로서 제조하기에 비쌀 수 있으며, 과도한 스트레스 조건을 겪어 내구성을 저하시킬 수 있다. 더욱이, 비교적 두꺼운 코팅은 편광 빔분할 기능에 대한 불충분한 평탄도와 관련될 수 있다. 또한, 유전체 박막층의 일부에 실리콘층이 사용되는 경우, 실리콘층은 대략 1,100nm 미만의 광에 대해 비교적 높은 흡수 계수(absorption coefficient)와 관련될 수 있으며, 이는 실리콘층을 대략 1,100nm 미만의 통과 대역에 대해 비교적 높은 투과율 요건을 갖는 편광 빔분할기에서 고 굴절률 물질로서 이용하기에 부적합하게 할 수 있다.

[0011] 본 명세서에 기술된 실시형태는 광학 편광 필터와 같은 편광광학 코팅을 위한 고 굴절률층의 세트로서 수소화 실리콘(Si:H) 물질을 이용할 수 있다. 이러한 방식으로, 광학 필터(즉, 편광광학 코팅)는 주변 광을 반사시키고 NIR 광을 통과시킬 수 있으며, 편광 빔분할 기능을 수행할 수 있다. 광학 필터의 고 굴절률층의 물질로서 수소화규소의 사용에 기초하여, 광학 필터의 두께 및 광학 필터의 비용이 감소하고, 광학 필터에 다른 유형의 물질을 이용하는 것이 비해 광학 필터의 내구성 및 광학 필터의 광학적 특성의 세트가 향상된다.

[0012] 도 1은 본 명세서에서 기술된 예시적인 실시형태(100)의 개요를 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 예시적인 실시형태(100)는 센서 시스템(110)을 포함한다. 센서 시스템(110)은 광학 시스템의 일부일 수 있으며, 센서 결정에 대응하는 전기적 출력을 제공할 수 있다. 센서 시스템(110)은 광학 필터(130)를 포함하는 광학 필터 구조체(120) 및 광학 센서(140)를 포함한다. 예를 들어, 광학 필터 구조체(120)는 통과대역 필터링 기능을 수행하는 편광 빔분할기 광학 필터(130)를 포함할 수 있다.

[0013] 본 명세서에서 기술된 실시형태는 종래의 편광 빔분할기(예를 들어, P-편광된 에너지는 투과되고 S-편광된 에너지는 반사됨) 및/또는 역 편광 빔분할기(예를 들어, P-편광된 에너지는 반사되고 S-편광된 에너지는 투과됨)에 이용될 수 있음을 이해해야 한다.

[0014] 본 명세서에서 기술된 실시형태는 센서 시스템에서의 광학 필터라는 용어로 설명될 수 있지만, 본 명세서에 기술된 실시형태는 다른 유형의 시스템에서 사용될 수 있거나 시스템 외부 등에서 사용될 수 있다.

[0015] 도 1 및 참조번호 150으로 더 도시된 바와 같이, 입력 광학 신호는 편광광학 코팅인 광학 필터 구조체(120)를 향한다. 입력 광학 신호는 광 송신기에 의해 초기에 방출된 NIR 광 및 센서 시스템(110)이 사용되는 환경으로부터의 주변 광을 포함하지만 이에 한정되지는 않는다. 예를 들어, 광 송신기는 제스처 인식 시스템을 위해 사용자 쪽으로 NIR 광을 지향시킬 수 있으며, NIR 광은 광학 센서(140)가 NIR 광의 측정을 수행할 수 있도록 사용자로부터 광학 센서(140) 쪽으로 반사될 수 있다. 이 경우, 주변 광은 하나 이상의 주변 광원(예를 들어, 전구 또는 태양)으로부터 광학 센서(140) 쪽으로 지향될 수 있다. 다른 예에서, 광 송신기는 차량 근처의 물체를 검출하거나, 시각 장애인 근처의 물체를 검출하거나, 물체에 대한 접근을 검출하는 것(예를 들어, LIDAR 기술을 사용하여) 등의 다른 유형의 물체 쪽으로 NIR 광을 지향시킬 수 있으며, 광학 센서(140)는 그 결과 NIR 광 및 주변 광을 수신할 수 있다.

[0016] 도 1 및 참조번호 160으로 더 도시된 바와 같이, 광학 신호의 제1 부분은 광학 필터(130) 및 제1 편광을 갖는 광학 필터 구조체(120)에 의해 반사된다. 예를 들어, 광학 필터(130)의 수소화규소층(예를 들어, 고 굴절률 물질)과 다른 유형의 물질 층(예를 들어, 이산화규소(SiO<sub>2</sub>)과 같은 저 굴절률 물질)을 교번함으로써, 광의 제1 편광이 제1 방향으로 반사되도록 할 수 있다. (임의의 층은 질소, 게르마늄, 아르곤 및/또는 다른 원소를 추가로 포함할 수 있음에 유의해야 한다.) 참조번호 170으로 도시된 바와 같이, 광학 신호의 제2 부분은 광학 필터(130) 및 제2 편광을 갖는 광학 필터 구조체(120)에 의해 통과된다. 예를 들어, 광학 필터(130)는 광학 센서(140)를 향한 제2 방향으로 광의 제2 편광을 통과시킬 수 있다. 이 경우, 광학 필터(130)는 본 명세서에서 보다 상세하게 설명되는 바와 같이, NIR 광을 과도하게 차단하지 않으면서 가시광을 차단한다.

[0017] 도 1 및 참조번호 180으로 더 도시된 바와 같이, 광학 센서(140)로 전달된 광학 신호의 제2 부분에 기초하여, 광학 센서(140)는 사용자의 제스처를 인식하거나 물체의 존재를 검출하는 데 사용하기 위한 것과 같은 센서 시스템(110)을 위한 출력 전기 신호를 제공할 수 있다. 일부 실시형태에서, 광학 필터(130) 및 광학 센서(140)의 다른 배치가 이용될 수 있다. 예를 들어, 광학 신호의 제2 부분을 입력 광학 신호와 동일 선상으로 통과시키는



것이 아니라, 광학 필터(130)는 광학 신호의 제2 부분을 상이하게 위치하는 광학 센서(140)를 향하는 다른 방향으로 지향시킬 수 있다.

- [0018] 종래의 편광 빔분할기에서, 입력 광학 신호의 제1 편광 부분(160)은 반사된 S-편광광일 수 있고, 입력 광학 신호의 제2 편광 부분(170)은 투과된 P-편광광일 수 있다. 반대로, 역방향 편광 빔분할기에서, 입력 광학 신호의 제1 편광 부분(160)은 반사된 P-편광광일 수 있고, 입력 광학 신호의 제2 편광 부분(170)은 투과된 S-편광광일 수 있다. 또한 일부 실시형태에서, 에너지는 도 1에 도시된 것과 반대 방향으로 이동할 수 있음을 이해해야 하며, 하나의 빔을 편광하는 대신에, 광학 필터(130)는 두 개의 빔을 결합할 수도 있다.
- [0019] 상술한 바와 같이, 도 1은 단지 예시로서 제공된다. 다른 예가 가능하며, 도 1과 관련하여 설명된 것과 다를 수 있다.
- [0020] 도 2는 본 명세서에서 설명된 실시형태에 사용될 수 있는 물질 세트에 대한 굴절률의 예시적인 표(200)이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 표(200)는 물질 세트 및 물질 세트에 대응하는 굴절률 세트를 식별한다. 이 경우, 굴절률 세트는 대략 900nm 파장에서 광에 대한 물질 세트에 대해 결정된다. 다른 물질도 가능하며 표(200)에 도시된 물질과는 다를 수 있다.
- [0021] 도 2에 도시된 바와 같이, 수소화규소(Si:H)는 각각 2.28 및 2.12의 오산화니오븀( $Nb_2O_5$ ) 및/또는 오산화탄탈륨( $Ta_2O_5$ )의 굴절률에 비해 상대적으로 높은 3.65의 굴절률과 관련되어 있다. 층의 세트의 저 굴절률 물질에 대한 고 굴절률 물질의 비율은 광학 필터용 편광 빔분할을 일으키기 위해 사용되는 층의 양에 대응한다. 예를 들어, 비교적 높은 굴절률과 관련된 수소화규소에 기초하여, 1.47의 굴절률을 갖는 저 굴절률 물질로서 이산화규소와 고 굴절률 물질로서 수소화규소의 사용은, 고 굴절률 물질로서 오산화탄탈륨 또는 오산화니오븀과 같은 다른 물질을 사용하는 것에 비해 비교적 높은 굴절률 비를 가져온다. 이 경우, 수소화규소와 이산화규소의 교번하는 층을 이용한 광학 필터는 고 굴절률 물질로서 오산화탄탈륨 또는 오산화니오븀을 사용하는 것에 비해 감소된 층의 양으로 편광 빔분할을 수행할 수 있어, 비용 및/또는 광학 필터의 크기를 줄일 수 있고, 광학 필터의 내구성 및/또는 광학 필터의 광학적 특성 세트를 향상시킬 수 있다.
- [0022] 위에 나타난 바와 같이, 도 2는 단지 예시로서 제공된다. 다른 예가 가능하며 도 2와 관련하여 설명된 것과 다를 수 있다.
- [0023] 도 3은 본 명세서에서 설명된 예시적인 실시형태를 사용하는 것에 관한 예시적인 광학적 특성의 도면이다.
- [0024] 도 3 및 차트(310 및 320)에 도시된 바와 같이, 광학 필터의 세트는 NIR 편광 빔분할을 위해 이용될 수 있다. 차트 310은 고 굴절률 물질로서 오산화니오븀을, 저 굴절률 물질로서 이산화규소를 사용하는 제1 광학 필터로 45도의 입사각(Angle Of Incidence: AOI)에서의 NIR 편광 빔분할의 예시적인 광학적 특성을 보여준다. 제1 광학 필터는 15.5마이크로미터( $\mu m$ )의 두께 및 96층과 관련된다. 차트 320은 고 굴절률 물질로서 수소화규소를, 저 굴절률 물질로서 이산화규소를 사용하는 제2 광학 필터로 45도의 AOI에서의 NIR 편광 빔분할의 예시적인 결과를 보여준다. 제2 광학 필터는 5.3 $\mu m$ 의 두께 및 40층과 관련된다. 이러한 방식으로, 수소화규소를 고 굴절률 물질로서 사용하는 광학 필터는 다른 물질을 고 굴절률 물질(예를 들어, 오산화니오븀)로 사용하는 것에 비해 감소된 층의 두께 및 감소된 층의 양으로 NIR 편광 빔분할을 수행함으로써, 비용 및 광학 필터의 크기를 줄이고 광학 필터의 내구성을 향상시킬 수 있다.
- [0025] 도 3에 더 도시된 바와 같이, 참조번호 330은 제1 광학 필터 및 제2 광학 필터에 대한 s-평면에서의 반사 비율을 보여준다. s-평면은 p-평면 편광 및 s-평면 편광 직교 좌표계의 제1 편광을 가리킬 수 있다. 이 경우, 제2 광학 필터는 s-평면 가시광에 대해 99% 이상의 반사율을 제공함으로써, 제1 광학 필터가 이용되기 위해 요구되는 추가적인 차단 필터에 대한 필요성을 제거한다. 도 3에 더 도시된 바와 같이, 참조번호 340은 제1 광학 필터 및 제2 광학 필터에 대한 p-평면에서의 투과 비율을 보여준다. 이 경우, 제2 광학 필터는 대략 890nm 내지 대략 940nm(예를 들어, NIR 광)의 범위에서 p-평면 광에 대해 99% 이상의 투과율, 대략 890nm 내지 대략 960nm, 대략 890nm 내지 대략 940nm, 대략 940nm 내지 대략 960nm 등의 범위에서 p-평면 광에 대해 95% 이상의 투과율을 제공한다. 이러한 방식으로, 수소화규소를 사용하는 광학 필터는 고 굴절률 재료로서 낮은 굴절률을 갖는 다른 물질, 예를 들어 오산화니오븀을 사용하는 다른 필터에 비해 대역 외 차단 및 대역 내 투과율과 관련하여 NIR 편광 빔분할을 위한 개선된 광학적 성능을 나타낸다.
- [0026] 도 3은 특정 스펙트럼 범위 및 AOI에 대한 투과율 및 반사율에 대해 특정 값에 관한 예를 도시하지만, 본 명세서에 기재된 예들은 다른 스펙트럼 범위 및 다른 AOI에 대한 투과율 및 반사율의 다른 값에 대해 유사하게 개선

된 성능을 나타낼 수 있다.

- [0027] 위에 나타난 바와 같이, 도 3은 일례로서 제공되었다. 다른 예도 가능하며 도 3과 관련하여 기재된 것과 다를 수 있다.
- [0028] 도 4는 예시적인 광학 필터(400)의 도면이다. 도 4는 고 굴절률 물질로서 수소화규소를 사용한 광학 필터의 예시적 적층을 도시한다. 도 4에 더 도시된 바와 같이, 광학 필터(400)는 광학 필터 코팅부(410) 및 기관(420)을 포함한다.
- [0029] 광학 필터 코팅부(410)는 광학 필터층의 세트를 포함한다. 예를 들어, 광학 필터 코팅부(410)는 제1 세트의 층(430-1 내지 430-N,  $N \geq 1$ ) 및 제2 세트의 층(440-1 내지 440-(N+1))을 포함한다. 층(430)은 수소화규소와 같은 고 굴절률 물질층(H층)의 세트를 포함할 수 있다. 층(440)은 이산화규소층, 산화알루미늄( $Al_2O_3$ )층, 불화마그네슘( $MgF_2$ )층 등과 같은 저 굴절률 물질층(L 층)의 세트를 포함할 수 있다. 일부 실시형태에서, 층(430 및 440)은  $(H-L)_m$  ( $m \geq 1$ ) 순,  $(H-L)_m$ -H 순,  $(L-H)_m$  순,  $L-(H-L)_m$  순 등과 같이 특정 순서로 적층될 수 있다. 예를 들어, 도시된 바와 같이, 층(430 및 440)은 광학 필터(400)의 표면에 배치된 H 층 및 기관(420)의 표면에 배치된 H 층을 갖는  $(H-L)_n$ -H 순서로 위치한다.
- [0030] 일부 실시형태에서, 광학 필터 코팅부(410)는 층의 특정 양,  $m$ 과 관련될 수 있다. 예를 들어, 도 3과 관련하여 설명한 바와 같이, 수소화규소계 광학 필터는 H 층과 L 층이 교번하는 40개의 층을 포함할 수 있다. 다른 예에서, 광학 필터(400)는 10층 내지 100 층의 범위와 같이 층의 다른 양과 관련될 수 있다. 일부 실시형태에서, 광학 필터 코팅부(410)의 각 층은 특정 두께와 관련될 수 있다. 예를 들어, 층(430 및 440)은 각각 3nm 내지 300nm 사이의 두께와 관련될 수 있으며, 이에 따라 광학 필터 코팅부(410)는 1 $\mu$ m 내지 100 $\mu$ m 사이의 두께와 관련된다. 일부 실시형태에서, 층(430 및 440)은 층(430)에 대한 제1 두께 및 층(440)에 대한 제2 두께, 층(430)의 제1 서브세트에 대한 제1 두께 및 층(430)의 제2 서브세트에 대한 제2 두께, 층(440)의 제1 서브세트에 대한 제1 두께 및 층(440)의 제2 서브세트에 대한 제2 두께 등과 같은 다수의 두께와 관련될 수 있다. 이 경우, 층 두께 및/또는 층의 양은 의도된 통과대역, 의도된 반사율 등과 같은 의도된 광학적 특성 세트에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 층 두께 및/또는 층의 양은 편광 빔분할기가 적어도 10nm의 분리 대역폭을 갖는 대략 700nm 내지 대략 1,700nm의 스펙트럼 범위에 이용될 수 있도록 선택될 수 있다.
- [0031] 일부 실시형태에서, H 층(430)에 대해 특정 수소화규소계 물질이 선택될 수 있다. 일부 실시형태에서, 층(430) 및/또는 440은 특정 스펙트럼 범위(예를 들어, 대략 800nm 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위, 대략 900nm 내지 대략 1,000nm의 스펙트럼 범위, 대략 954nm의 파장 등)에 걸쳐서 대략 0.001 미만, 대략 0.0007 미만, 대략 0.0006 미만, 대략 0.0005 미만의 소광 계수(extinction coefficient), 대략 0.0003 미만의 소광 계수, 대략 0.0001 미만의 소광 계수 등과 같은 특정 소광 계수와 관련될 수 있다. 일부 실시형태에서, 층(430)은 특정 스펙트럼 범위(예를 들어, 대략 800nm 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위, 대략 900nm 내지 대략 1,000nm의 스펙트럼 범위, 대략 954nm의 파장 등)에 걸쳐서 대략 3, 대략 3.5, 대략 3.6, 대략 3.7, 대략 3.75 등을 초과하는 굴절률을 포함하도록 선택 및/또는 제조될 수 있다. 다른 예에서, 층(430)은 대략 830nm 파장에서 대략 3.6의 굴절률을 포함하도록 선택될 수 있다. 일부 실시형태에서, 층(430) 및/또는 (440)은 광의 제1 부분(예를 들어, 대략 800nm 미만, 대략 700nm 미만 등)은 차단되고 광의 제2 부분(예를 들어, 대략 1,700nm 미만, 대략 1,550nm, 대략 1,100nm 미만 등의 스펙트럼 범위)은 통과되게 하도록 제조될 수 있다.
- [0032] 일부 실시형태에서, L 층(440)에 대해 특정 물질이 선택될 수 있다. 예를 들어, 층(440)은 이산화규소( $SiO_2$ )층의 세트, 산화알루미늄( $Al_2O_3$ )층의 세트, 이산화티타늄( $TiO_2$ ) 층의 세트, 오산화니오븀( $Nb_2O_5$ )층의 세트, 오산화탄탈륨( $Ta_2O_5$ )층의 세트, 불화마그네슘( $MgF_2$ )층의 세트 등을 포함할 수 있다. 이 경우, 층(440)은 예를 들어 특정 스펙트럼 범위(예를 들어, 대략 800nm 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위, 대략 900nm 내지 대략 1,000nm의 스펙트럼 범위, 대략 954nm의 파장 등)에 걸쳐 층(430)의 굴절률보다 낮은 굴절률을 포함하도록 선택될 수 있다. 예를 들어, 층(440)은 특정 스펙트럼 범위(예를 들어, 대략 800nm 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위, 대략 900nm 내지 대략 1,000nm의 스펙트럼 범위, 대략 800nm의 스펙트럼 범위, 대략 954nm의 파장 등)에 걸쳐 3 미만의 굴절률과 관련되게 선택될 수 있다.
- [0033] 다른 예에서, 층(440)은 특정 스펙트럼 범위(예를 들어, 대략 800nm 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위, 대략 900nm 내지 대략 1,000nm의 스펙트럼 범위, 대략 800nm의 스펙트럼 범위, 대략 954nm의 파장 등)에 걸쳐 2.5 미만의 굴절률과 관련되게 선택될 수 있다. 다른 예에서, 층(440)은 특정 스펙트럼 범위(예를 들어, 대략 800nm

내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위, 대략 900nm 내지 대략 1,000nm의 스펙트럼 범위, 대략 800nm의 스펙트럼 범위, 대략 954nm의 파장 등)에 걸쳐 2 미만의 굴절률과 관련되게 선택될 수 있다. 다른 예에서, 층(440)은 특정 스펙트럼 범위(예를 들어, 대략 800nm 내지 대략 1,100nm의 스펙트럼 범위, 대략 900nm 내지 대략 1,000nm의 스펙트럼 범위, 대략 954nm의 파장 등)에 걸쳐 1.5 미만의 굴절률과 관련되게 선택될 수 있다. 일부 실시형태에서, 대역 외 차단 스펙트럼 범위의 원하는 폭, AOI의 변화와 관련된 원하는 중심 파장 이동 등에 기초하여 L 층(440)에 대해 특정 물질이 선택될 수 있다.

[0034] 일부 실시형태에서, 광학 필터 코팅부(410)는 스퍼터링(sputtering) 과정을 사용하여 제조될 수 있다. 예를 들어, 광학 필터 코팅부(410)는 펄스-마그네트론(pulsed-magnetron) 기반의 스퍼터링 과정을 사용하여 유리 기판 상에 교번하는 층(430 및 440)을 스퍼터링함으로써 제조될 수 있다. 일부 실시형태에서, 광학 필터 코팅부(410)는 AOI의 변화로 비교적 낮은 중심 파장 이동과 관련될 수 있다. 예를 들어, 광학 필터 코팅부(410)는 입사각이 0° 내지 30°로 변화함에 따라 대략 20nm, 대략 15nm, 대략 12nm 등의 크기의 중심 파장 이동을 발생시킬 수 있다. 일부 실시형태에서, 광학 필터 코팅부(410)는 기판(420)과 같은 기판에 부착된다. 예를 들어, 광학 필터 코팅부(410)는 유리 기판에 부착될 수 있다. 일부 실시형태에서, 광학 필터 코팅부(410)는 공기 매체 또는 유리 매체와 같은 입사 매체와 관련될 수 있으며, 제1 편광 평면에서 50%를 초과하는 반사율을 가지고, 제2 편광 평면에서 50%를 초과하는 투과율을 가지고, 광학 필터(400)의 표면에 대한 입사광의 명목(nominal) AOI가 15° 내지 75°이며, 상기 명목 AOI에 대한 입사광의 각도 범위는 0° 내지 45°이다. 일부 실시형태에서, 광학 필터(400)는 프리즘 세트 사이에 배치될 수 있다.

[0035] 일부 실시형태에서, 광학 필터 코팅부(410)를 제조하는 데 어닐링 과정이 이용될 수 있다. 예를 들어, 기판 상에 층(430 및 440)을 스퍼터링 증착한 후, 어닐링 과정이 수행되지 않은 다른 광학 필터에 비해 광학 필터(400)의 흡수 계수를 감소시키는 것과 같이, 광학 필터(400)의 하나 이상의 광학적 특성을 개선시키기 위해 광학 필터(400)는 어닐링될 수 있다.

[0036] 위에서 나타난 바와 같이, 도 4는 일례로서 제공된다. 다른 예가 가능하며 도 4와 관련하여 기술된 것과 다를 수 있다.

[0037] 이러한 방식으로, 수소화규소층의 세트는 가시광의 대역 외 차단, NIR 광의 투과, 및 고 굴절률층의 세트에 사용되는 다른 유형의 물질에 비해 감소한 두께, 비용 및 제조 시간으로 편광 빔분할을 제공하기 위해 광학 필터의 광학 필터 코팅을 위한 고 지수 물질로서 사용될 수 있다. 또한, 수소화규소를 사용함으로써 대역 외 차단 및 대역 내 투과가 다른 유형의 물질에 비해 개선된다.

[0038] 전술한 개시는 도시 및 설명을 제공하지만, 개시된 정확한 형태로 구현을 제한하거나 포괄하고자 하는 것은 아니다. 수정 및 변형은 상기 개시 내용에 비추어 가능하거나 구현의 실행으로부터 얻어질 수 있다.

[0039] 일부 실시형태는 임계값과 관련하여 여기에 설명된다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 임계값을 만족하는 것은 임계값보다 크거나, 임계값보다 많거나, 임계값보다 높거나, 임계값 이상이거나, 임계값 미만이거나, 임계값보다 작거나, 임계값보다 적거나, 임계값 이하, 임계값과 같거나 등의 값을 나타낼 수 있다.

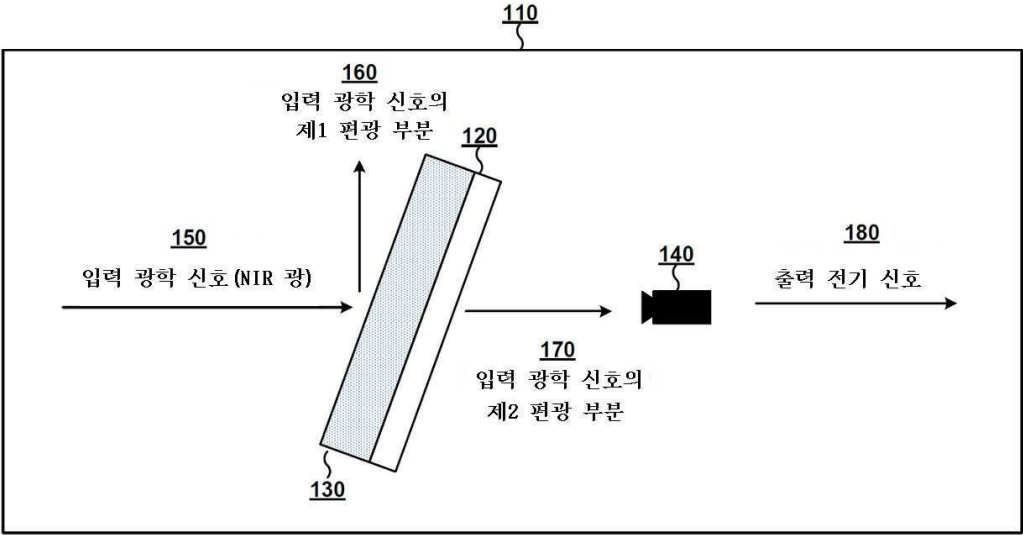
[0040] 특징의 특정 조합이 청구항에 청구되고/되거나 상세한 설명에 기재되어 있음에도 불구하고, 이들 조합은 가능한 실시형태의 개시를 제한하지 않는다. 사실, 이들 특징 중 다수는 구체적으로 청구항에 청구되고/되거나 상세한 설명에 기재되지 않은 방식으로 결합될 수 있다. 아래에 열거된 각각의 종속항이 단지 하나의 청구항에 직접적으로 의존할 수 있지만, 가능한 실시형태의 개시는 청구항 세트의 모든 다른 청구항과 함께 각각의 종속항을 포함한다.

[0041] 본 명세서에서 사용되는 어떠한 요소, 동작 또는 명령도 명시적으로 기재되지 않는 한 결정적이거나 필수적이라고 해석되어서는 안 된다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 표현의 용어는 하나 이상의 아이템을 포함하도록 의도되며, "하나 또는 그 이상"과 상호 교환 가능하게 사용될 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "세트"라는 용어는 하나 이상의 아이тем(예를 들어, 관련 아이тем, 비 관련 아이тем, 관련 아이тем 및 비 관련 아이тем의 조합)을 포함하도록 의도되며, "하나 이상"과 교환 가능하게 사용될 수 있다. 단 하나의 아이тем이 의도된 경우, "하나" 또는 유사한 언어가 사용된다. 또한, 본 명세서에서 사용된 바와 같이, "가지다(has)", "가지다(have)", "갖는(having)" 등의 용어는 제한이 없는 용어로 의도된다. 또한, "~에 기초한"이라는 문구는 명시적으로 다르게 명시되지 않는 한, "적어도 부분적으로 기초하여"를 의미하는 것으로 의도된다.

도면

도면1

100



도면2

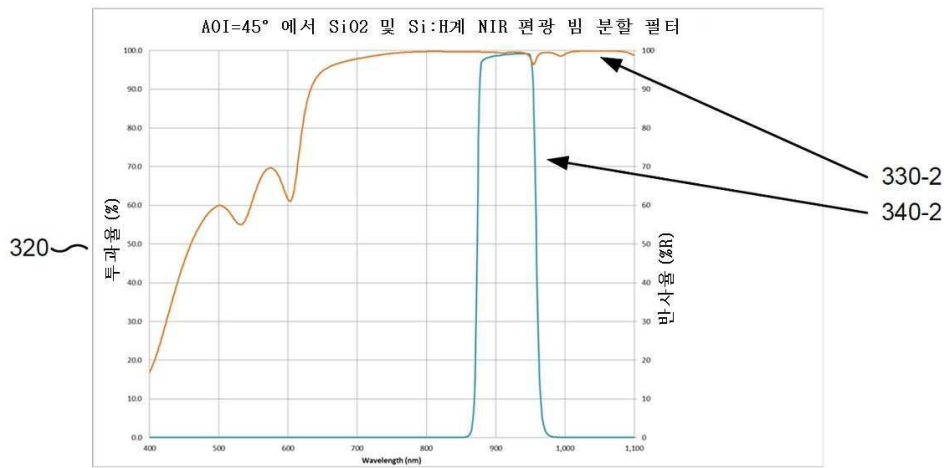
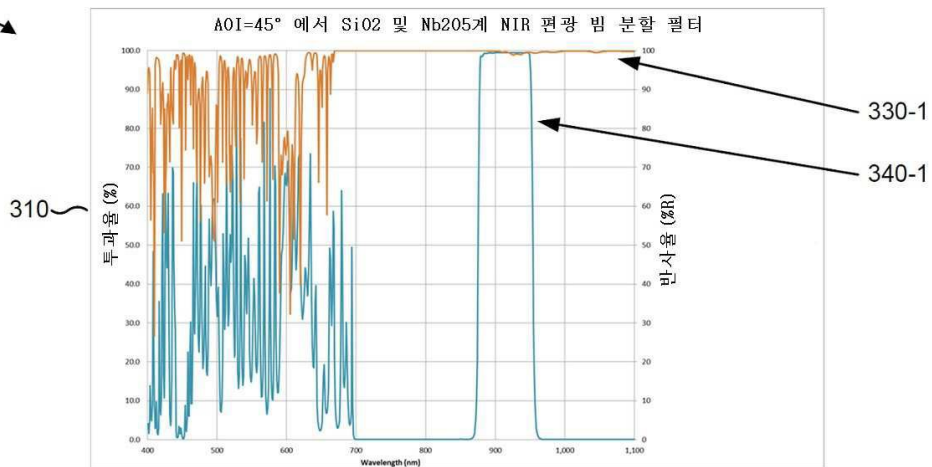
200

물질	굴절률 *
SiO <sub>2</sub>	1.47
Ta <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.12
Nb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.28
Si:H	3.65

\* 900nm에서

도면3

300 →



도면4

