(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년08월23일
(11) 등록번호 10-1058992
(24) 등록일자 2011년08월17일

(51) Int. Cl.
G02B 1/11 (2006.01) *G02B 1/10* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7001196
(22) 출원일자(국제출원일자) 2008년07월24일
심사청구일자 2010년01월19일
(85) 번역문제출일자 2010년01월19일
(65) 공개번호 10-2010-0022116
(43) 공개일자 2010년02월26일
(86) 국제출원번호 PCT/JP2008/063716
(87) 국제공개번호 WO 2009/017182
국제공개일자 2009년02월05일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-196745 2007년07월27일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2006259711 A
JP2004284178 A
JP소화50070040 A
전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자
캐논 가부시끼가이샤
일본 도꾜도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고
(72) 발명자
사노 다이스께
일본1468501 도꾜도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤내
오꾸노 다께하루
일본1468501 도꾜도 오오따꾸 시모마루꼬 3쪼메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤내
(74) 대리인
장수길, 박충범

심사관 : 정성용

(54) 광학 소자 및 광학 기기

(57) 요 약

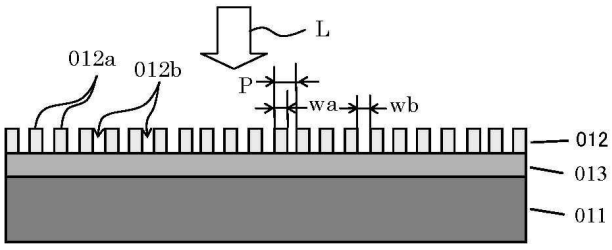
광학 소자는 제1 층(012)과 제2 층(013)과 베이스 부재(011)를 광 입사측으로부터 순서대로 포함한다. 제1 층은 입사광의 파장 λ보다 작은 피치로 교대로 형성된 볼록부(012a)와 오목부(012b)를 갖는 요철 구조를 포함하고, 제2 층은 이하의 조건을 충족시키고,

$$\sqrt{nb \cdot ns} - 0.15 \le nA \le \sqrt{nb \cdot ns} + 0.10$$

$$\frac{\lambda}{8 \cdot nA} \le dA \le \frac{\lambda}{nA}$$

여기서, ns는 제1 층의 유효 굴절률을 나타내고, nb는 베이스 부재의 굴절률을 나타내고, nA 및 dA는 각각 제2 층의 굴절률 및 두께를 나타낸다.

대 표 도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

광학 소자이며,

제1 층과,

제2 층과,

베이스 부재를 광 입사측으로부터 순서대로 포함하고,

상기 제1 층은 입사광의 파장(λ)보다 작은 피치로 교대로 형성된 볼록부와 오목부를 갖는 요철 구조를 포함하고,

상기 제2 층은 이하의 조건을 충족시키고,

$$\sqrt{nb \cdot ns} - 0.15 \le nA \le \sqrt{nb \cdot ns} + 0.10$$

$$\frac{\lambda}{8 \cdot nA} \le dA \le \frac{\lambda}{nA}$$

여기서, ns는 상기 제1 층의 유효 굴절률을 나타내고, nb는 상기 베이스 부재의 굴절률을 나타내고, nA 및 dA는 각각 상기 제2 층의 굴절률 및 두께를 나타내는 광학 소자.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 볼록부와 상기 오목부는 상기 제1 층의 두께 방향으로의 폭이 변화하고, ns는 요철 구조의, 상기 베이스 부재에 가장 가까운 부분의 유효 굴절률을 나타내는 광학 소자.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 층과 상기 제2 층 사이에 배치되는 제3층을 더 포함하고, 상기 제3층은 이하의 조건을 충족시키고,

$$0 < dB \le \frac{\lambda}{5 \cdot nB}$$

여기서, nB 및 dB는 각각 상기 제3층의 굴절률 및 두께를 나타내는 광학 소자.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 제1 층과 상기 제1 층에 인접하는 층은 상호 다른 재료를 포함하는 광학 소자.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 따른 광학 소자를 포함하는 광학 기기.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 반사 억제(반사 감소) 기능과 같은 광학 기능을 갖는 광학 소자와, 광학 소자를 사용하는 광학 기기에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 많은 광학 기기가 다양한 투과 광학 소자를 사용한다. 예를 들면, 디지털 카메라의 촬상 광학계는 촬상 소자 상에 피사체 상을 형성하기 위한 투과 광학 소자로서 렌즈를 사용한다.

[0003] 그러나, 투과 광학 소자의 재료로서 일반적으로 사용되는 광학 유리 및 광학 플라스틱은 큰 굴절률을 가져서, 큰 반사율을 갖는다. 따라서, 이러한 복수의 투과 광학 소자의 사용은 반사광량을 증가시켜서, 투과광량을 감소시킨다.

[0004] 투과 광학 소자에 의한 반사를 억제하기 위해, 광학 소자에는 때로는 반사 억제 기능이 제공된다. 광학 소자에 반사 억제 기능을 제공하는 방법으로서 몇 개의 방법이 공지되어 있다.

[0005] 가장 일반적인 방법은 투과 광학 소자의 표면 상에 반사 억제(반사 방지)막을 형성하는 것이다. 보다 구체적으로는, 증착 또는 스퍼터링과 같은 박막 형성 기술에 의해 투과 광학 소자의 표면 상에 박막이 형성되어, 광학 간섭을 사용함으로써 반사율을 내린다.

[0006] 다른 방법은 입사광 파장[사용 파장(use wavelength)이라고도 칭함] 보다 미세한 구조를 이용하는 것이다. 가장 유명한 구조로서, "나방의 눈" 구조가 사용가능하다. 나방의 눈은 특유의 미세한 구조로 인해 매우 낮은 반사율을 가능하게 한다.

[0007] 입사광 파장보다 미세한 구조에서, 광은 구조에 영향을 받지 않지만, 균일한 매질을 통과하는 것과 같은 성질을 나타낸다. 이러한 구조는 구성하는 재료의 부피비에 따라 굴절률을 나타낸다. 이에 의해, 통상의 재료에 의해 달성될 수 없는 낮은 굴절률을 갖는 구조가 달성되어, 반사율을 양호하게 억제한다.

[0008] 미세 구조를 사용하는 반사 억제 방법으로서, 입사광 파장보다 작은 직경을 갖는 미립자가 분산된 입자 분산막이 도포되고(일본 특허 공보 제3135944호), 미세 주기 구조는 미세 패턴 가공 기술에 의해 형성된다[(일본 특허 공개 공보 소50(1975)-70040호)].

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 그러나, 입사광 파장보다 미세한 구조를 형성하기 위해서는 복잡한 프로세스가 요구되고, 구성하는 재료의 제한 때문에 설계 자유도가 낮다. 따라서, 높은 반사 억제 성능은 제한된 조건에서의 투과 광학 소자에서 대해서만 이러한 미세 구조로 달성될 수 있다.

[0010] 본 발명은 우수한 반사 억제 성능과 같은 광학 성능을 갖고 높은 설계 자유도를 갖는 광학 소자를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 태양에 따르면, 본 발명은 제1 층과, 제2 층과, 베이스 부재를 광 입사측으로부터 순서대로 포함하는 광학 소자를 제공한다. 제1 층은 입사광의 파장 λ보다 작은 피치로 교대로 형성된 볼록부와 오목부를 갖는 요철 구조를 포함하고, 제2 층은 이하의 조건을 충족시키고,

$$\sqrt{nb \cdot ns} - 0.15 \le nA \le \sqrt{nb \cdot ns} + 0.10$$

$$\frac{\lambda}{8 \cdot nA} \le dA \le \frac{\lambda}{nA}$$

[0012]

[0013] 여기서, ns는 제1 층의 유효 굴절률을 나타내고, nb는 베이스 부재의 굴절률을 나타내고, nA 및 dA는 각각 제2 층의 굴절률 및 두께를 나타낸다.

[0014] 본 발명의 다른 태양에 따르면, 본 발명은 상술된 광학 소자를 포함하는 광학 기기를 제공한다.

[0015] 본 발명의 다른 태양들은 이하의 설명 및 첨부된 도면으로부터 명백해질 것이다.

발명의 효과

[0016] 본 발명은 우수한 반사 억제 성능과 같은 광학 성능을 갖고 높은 설계 자유도를 갖는 광학 소자를 제공한다.

도면의 간단한 설명

[0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예인 광학 소자의 구조를 개략적으로 도시하는 도면.

도 2는 도 1에 도시된 광학 소자의 굴절률 구조를 도시하는 도면.

도 3은 비교예로서 광학 소자 구조를 개략적으로 도시하는 도면.

도 4는 도 1 및 도 3에 도시된 광학 소자의 반사 억제 성능을 도시하는 도면.

도 5는 본 발명의 다른 실시예인 광학 소자의 구조를 개략적으로 도시하는 도면.

도 6은 도 5에 도시된 광학 소자의 굴절률 구조를 도시하는 도면.

도 7은 다른 비교예로서 광학 소자의 구조를 개략적으로 도시하는 도면.

도 8은 도 7에 도시된 비교예의 굴절률 구조를 도시하는 도면.

도 9는 또 다른 비교예로서 광학 소자의 구조를 개략적으로 도시하는 도면.

도 10은 도 9에 도시된 비교예의 굴절률 구조를 도시하는 도면.

도 11은 실시예의 반사 억제 구조가 렌즈에 응용되는 응용예를 도시하는 도면.

도 12는 실시예의 반사 억제 구조가 프리즘에 응용되는 응용예를 도시하는 도면.

도 13은 실시예에 대응하는 수치예 1의 반사율 특성을 도시하는 도면.

도 14는 수치예 2의 반사율 특성을 도시하는 도면.

도 15는 수치예 3의 반사율 특성을 도시하는 도면.

도 16은 수치예 4의 반사율 특성을 도시하는 도면.

도 17은 비교예 1의 반사율 특성을 도시하는 도면.

도 18은 비교예 2의 반사율 특성을 도시하는 도면.

도 19는 비교예 3의 반사율 특성을 도시하는 도면.

도 20은 본 발명의 또 다른 실시예인 광학 소자의 구조를 개략적으로 도시하는 도면.

도 21은 실시예의 광학 소자를 사용하는 디지털 카메라를 개략적으로 도시하는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명의 예시적인 실시예들이 첨부한 도면을 참조하여 이하에 설명될 것이다.

[0019] 도 1은 본 발명의 일 실시예인 광학 소자의 구조를 도시한다. L은 광학 소자에 입사하는 광을 나타낸다. 광학 소자는 광 입사 측으로부터 순서대로 제1 층(012)과, 제2 층(013)과, 베이스 부재(011)를 포함한다.

[0020] 베이스 부재(011)는 제1 및 제2 층(012, 013)에 의해 반사 억제 기능이 제공되는 렌즈 또는 프리즘과 같은 광학 투명 부재(optically transparent member)에 대응한다.

[0021] 제1 층(012)은 광학 소자에 입사하는 광(L)의 파장(λ)보다 작은 피치(p)로 교대로 형성된 볼록부(012a)와 오목부(012b)를 포함하는 요철 구조를 갖는다. 볼록부(012a)와 오목부(012b)는 각각, 폭(wa, wb)을 갖는다. 여기서 지칭되는 피치(p)는 하나의 볼록부(012a)로부터 다음 볼록부(012a)까지의 거리이다. 여기서 지칭하는 볼록부(012a)와 오목부(012b) 각각의 폭은 볼록부(012a)와 오목부(012b)의 교대 정렬 방향에서의 치수이다.

[0022] 제1 층(012)은 제1 층(012)의 두께 방향에 있어서 균일한 폭을 갖는 볼록부(012a)와 오목부(012b)를 포함하는 요철 구조를 갖는다.

[0023] 제2 층(013)은 제1 층(012)과 베이스 부재(011) 사이에 배치되는 요철 구조를 갖지 않는 균질층(homogeneous layer)이다. 여기서, 제1 층(012)은 볼록부(012a)를 구성하는 매질과 오목부(012b)를 충전하는 매질(예를 들어, 공기)을 혼합하여 얻어진 유효 굴절률(effective refractive index)을 갖는 층으로서 기능할 수 있기 때문에, 제1 층(012)을 형성하는 요철 구조의 피치 p가 양호하게는 λ/20 이상이다.

[0024] 요철 구조는, 각각 균일한 폭을 갖고 규칙적으로 배열되는 볼록부(012a)와 오목부(012b)를 포함하는 주기 구조이다(즉, 볼록부와 오목부가 동일한 피치로 교대로 형성된다). 그러나, 평균 피치가 λ보다 작으면, 불규칙하게 배열된 볼록부(012a)와 오목부(012b)를 갖는 비주기(non-periodic) 구조이어도 사용가능하다.

[0025] 도 1은 제2 층(013)으로서 1개의 층만을 도시한다. 그러나, 2개 이상의 층이 제2 층으로서 배치될 수도 있다.

[0026] 제2 층(013)은 전술된 균질층 대신에, λ보다 작은 피치로 교대로 형성된 볼록부와 오목부를 갖는 요철 구조를 가질 수도 있다.

[0027] 도 2는 도 1에 도시된 광학 소자의 굴절률 구조를 도시한다. 도 2에서, 참조 번호 021은 베이스 부재(011)의 굴절률을 나타내고, 022는 제1 층(012)의 굴절률(유효 굴절률)을 나타내고, 023은 제2 층(013)의 굴절률을 나타낸다. 또한, 도 2의 종축은 굴절률을 나타내고, 횡축은 두께 방향의 위치를 나타낸다.

[0028] 제1 층(012)은 입사광(L)의 파장보다 충분히 작은 요철 구조를 가지기 때문에, 균질층의 광학 특성과 같은 광학 특성을 명시적으로 나타낸다. 보다 구체적으로, 제1 층(012)은 볼록부(012a)를 구성하는 재료의 충전율(ff)로부터 얻어진 유효 굴절률을 갖는다.

[0029] 유효 굴절률(ns)은 볼록부(012a)를 구성하는 재료의 굴절률이 n0이라고 하면, 이하의 식 (a)에 의해 대략적으로 나타낼 수 있다.

$$n_s = \left\{ ff * n_0^2 + (1 - ff) \right\}^{1/2} \qquad (a)$$

[0030]

[0031] 식 (a)로부터 알 수 있는 바와 같이, 볼록부(012a)를 구성하는 재료의 충전율이 클수록 제1 층(012)의 유효 굴절률이 증가한다. 이 특성을 이용함으로써 종래의 균질층에서 얻어질 수 없는 낮은 굴절률 층을 형성할 수 있다.

[0032] 본 실시예의 광학 소자는 제1 층(012)과 베이스 부재(011)와의 사이에, 광학 간섭을 생성하는 다른 층[제2 층(013)]이 삽입되는 구조를 갖는다. 이러한 구조는, 최표층으로서 제1 층(012)의 굴절률을 낮춰서 입사광의 입사각에 대한 프레스넬 계수(Fresnel coefficient)의 변화를 억제할 수 있다. 또한, 제2 층(013)에서 생성된 광학 간섭은 입사 각도 특성(incident angle characteristics)을 향상시킬 수 있다.

[0033] 최표층으로서 제1 층(012)과 이에 접하는 공기 사이의 굴절률차를 작게 할 수 있어, 광학 간섭파의 진폭을 감소시킬 수 있고, 따라서, 광대역 특성(broadband characteristics)에서 우수한 반사 억제 기능이 얻어질 수 있다.

[0034] 상술된 성능 및 기능을 얻기 위해서, 이하의 조건 (1) 및 (2)가 충족되어야 한다. 이하의 조건 (1) 및 (2)에서, 제2 층(013)의 굴절률 및 두께(막 두께라고도 칭함)는 각각 nA, dA로 나타내고, 입사광의 파장은 λ로 나타내고, 베이스 부재(011)의 굴절률은 nb로 나타내고, 제1 층(012)의 유효 굴절률은 ns로 나타낸다.

$$\sqrt{nb \cdot ns} - 0.15 \le nA \le \sqrt{nb \cdot ns} + 0.10 \qquad (1)$$

$$\frac{\lambda}{8 \cdot nA} \le nA \le \frac{\lambda}{nA} \qquad (2)$$

[0035]

[0036] 보다 양호하게는, 이하의 조건 (3) 및 (4)가 충족된다.

$$\sqrt{nb \cdot ns} - 0.10 \le nA \le \sqrt{nb \cdot ns} + 0.07 \qquad (3)$$

$$\frac{\lambda}{5 \cdot nA} \le nA \le \frac{\lambda}{2 \cdot nA} \qquad (4)$$

[0037]

[0038] 이들 조건들을 충족시키는 경우에, 제2 층(013)에서의 광학 간섭은 제1 층(012)에 의해 입사 각도 특성 및 광대역 특성이 보정된 광의 반사를 더 줄일 수 있어서, 고성능 반사 억제 구조를 얻는다. 또한, 단지 제2 층(013)의 굴절률 및 두께를 조정함으로써, 다양한 종류의 투과 광학 부재에 적용할 수 있는, 높은 설계 자유도를 갖는 반사 억제 구조를 형성할 수 있다.

[0039] 도 1에 도시된 광학 소자의 구조와 유사한 구조를 갖는 광학 소자에 있어서, 제1 층에 제공되는 요철 구조는,

도 5에 도시된 것일 수도 있다. 참조 번호 051은 베이스 부재를 나타내고, 052는 입사광(L)의 파장(λ)보다 작은 피치로 볼록부(052a)와 오목부(052b)가 교대로 형성되는 요철 구조를 갖는 제1 층을 나타낸다.

[0040] 그러나, 볼록부(052a)와 오목부(052b)의 폭은, 제1 층(052)의 두께 방향에 있어서 변동한다. 보다 구체적으로는, 볼록부(052a)의 폭은 제2 층(053) 및 베이스 부재(051)에 가까워질수록 커지는 반면, 오목부(052b)의 폭은 그 반대 방식으로 변화하고 있다. 참조 번호 053은 균질층인 제2 층이다.

[0041] 이 경우에서 제1 층(052)의 유효 굴절률은, 두께 방향에서 변화하고, 이는 도 6에 도시된다. 참조 번호 061은 베이스 부재(051)의 굴절률을 나타내고, 062는 제1 층(052)의 굴절률(유효 굴절률)을 나타내고, 063은 제2 층(053)의 굴절률을 나타낸다. 도 6의 종축은 굴절률을 나타내고, 횡축은 두께 방향으로의 위치를 나타낸다.

[0042] 제1 층(052)의 볼록부(052a)는, 제2 층측으로부터 얇아지는 테이퍼진 형상을 가져서, 유효 굴절률이 제2 층측으로부터 공기측(광 입사측)을 향하여 점진적으로 감소된다.

[0043] 이러한 굴절률 구조에서, 입사광은 제1 층(052) 내에서 다수번 간섭해서 제2 층(053)에 입사된다. 이 경우에서, 종래의 광학 간섭 막과는 달리, 굴절률의 구배(gradient)와 제1 층(052)의 두께에 따라 광이 감쇠하면서 제2 층(053)에 입사된다. 따라서, 베이스 부재(051)에서 잔류한 광의 반사를 억제하기 위해서, 제2 층(053)의 굴절률 및 두께를 조정함으로써, 광학 특성이 우수한 반사 억제 구조를 형성할 수 있다.

[0044] 상술된 바와 같이, 본 실시예의 반사 억제 구조는 종래의 광학 간섭을 사용하지 않고 광을 감쇠시킬 수 있다. 광학 간섭은 층의 두께 및 굴절률에 대해 민감하기 때문에, 광학 간섭은 광대역 특성 및 입사각 특성이 우수한 반사 억제 구조를 실현하는 것을 어렵게 만든다. 반대로, 본 실시예의 구조는 입사각 및 입사광의 파장에 둔감해서, 고성능 반사 억제 구조를 용이하게 실현할 수 있게 만든다.

[0045] 또한, 본 실시예에서, 제1 층 구조에 적합한 제2 층을 사용함으로써, 제1 층의 재료 및 형상과 관계없이 다양한 투과 광학 부재에 적용가능한 반사 억제 구조를 형성할 수 있다. 또한, 본 실시예에서는, 제1 층에서 감쇠된 광이 제2 층에 입사되므로, 본 실시예의 구조는 종래의 광학 간섭막을 사용한 경우와 비교했을 때 제2 층의 굴절률 및 두께에 둔감하다. 따라서, 본 실시예의 광학 소자는 종래의 것과 비교했을 때 제조 정밀도에서 큰 마진을 갖는다.

[0046] 또한, 도 20에 도시된 바와 같이, 이하의 조건 (5)를 충족시키는 다른 층(제3 층)(014)이 조건 (1) 및 (2) 또는 조건 (3) 및 (4)를 충족시키는 제2 층(013)과 제1 층(012) 사이에 삽입될 수도 있다.

$$0 < dB \leq \frac{\lambda}{5 \cdot nB} \qquad (5)$$

[0047]

[0048] 여기서, nB 및 dB는 제3 층의 굴절률 및 두께를 나타낸다.

[0049] 조건 (5)를 충족시키는 제3 층(014)은 얇아서 광학 소자의 광학 특성에 미치는 영향은 작다. 그러나, 제3 층(014)은 제1 층(012)과 제2 층(013) 사이에 접착성을 향상시키는 효과를 갖는다.

[0050] 제1 층과 그에 접하는 층(도 1 및 도 2에 도시된 구조에서 제1 층 또는 제3층, 이하 인접층이라 칭한다)은 상호 다른 재료로 구성될 수도 있다. 요철 구조가 입사광의 파장보다 작은 피치로 형성되는 경우에, 균질층을 형성하는 가공 후에 요철 형상을 형성하는 가공이 일반적으로 뒤따른다.

[0051] 이 경우에, 상호 다른 재료를 사용하여 제1 층 및 인접층을 형성함으로써, 요철 형상 가공에 의해 야기된 인접층의 손상을 피하거나 줄일 수 있다. 상호 다른 재료는 성분에 있어서 상호 동일한 재료를 부분적으로 함유할 수도 있다.

[0052] 도 3은 베이스 부재(031) 상에 직접 형성되어 있고(즉, 제2 층을 갖지 않음), 두께 방향으로 균일한 폭을 갖는 요철 구조를 갖는 제1 층(032)을 포함하는 광학 소자를 비교예로서 도시한다. 이 경우에도, 제1 층(032)의 구조를 변경함으로써 굴절률을 조정할 수 있다. 이 경우에, 이하의 조건 (6)을 충족시키는 구조는 도 4의 참조 번호 203으로 표시된 반사율 특성을 허용한다. 도 4의 참조 번호 202는 베이스 부재의 반사율을 나타낸다.

$$ns = \sqrt{nb} \qquad (6)$$

[0053]

[0054] 그러나, 도 3에 도시된 구조는 단층막과 등가이므로, 좁은 파장 대역과 좋지 못한 입사각을 갖는다. 반대로,

도 1에 도시된 구조는 도 4에 도시된 참조 번호 201에 의해 표시된 바와 같은 양호한 광대역 반사 억제 특성을 달성할 수 있다.

[0055] 도면에 도시되지 않았지만, 도 5에 도시된 구조도 도 1에 도시된 구조와 유사하게 양호한 광대역 반사 억제 특성을 달성할 수 있다.

[0056] 도 7 및 도 9는 두께 방향으로 변화하는 구조를 갖는 제1 층을 갖는 비교예를 도시한다. 도 7은 베이스 부재(071)와 베이스 부재(071)의 재료와 다른 재료로 구성되는 제1 층(072)이 (제2 층이 없이) 서로 인접한 경우를 도시한다. 도 9는 베이스 부재(091)와 베이스 부재(091)의 재료와 다른 재료로 구성되는 제1 층(092)이 (제2 층이 없이) 서로 인접한 경우를 도시한다.

[0057] 도 8은 도 7에 도시된 구조의 굴절률 구조를 도시한다. 참조 번호 081는 베이스 부재(071)의 굴절률을 나타내고, 082는 제1 층(072)의 굴절률(유효 굴절률)을 나타낸다. 도7에 도시된 구조에서, 제1 층(072)과 베이스 부재(071)가 상호 다른 재료로 구성되어 있기 때문에, 그 사이의 경계면에서 큰 굴절률차가 생성된다. 따라서, 공기측으로부터 입사하는 광이 제1 층(072)에서 감쇠되는 경우에도, 광은 제1 층(072)과 베이스 부재(071) 사이의 경계면에서 상당히 반사되고, 구조의 광학 성능이 감소된다.

[0058] 도 10은 도 9에 도시된 구조의 굴절률 구조를 도시한다. 참조 번호(101)는 베이스 부재(091)의 굴절률을 나타내고, 102는 제1 층(092)의 굴절률(유효 굴절률)을 나타낸다. 도 9에 도시된 구조에서, 제1 층(092) 및 베이스 부재(091)가 동일한 재료로 구성되기 때문에, 베이스 부재측에 대한 제1 층(092)의 굴절률은 베이스 부재(091)의 굴절률과 크게 다르지 않다. 따라서, 베이스 부재(091)에 입사하는 광은 감쇠된 광만이고, 이는 우수한 광학 특성을 얻게 만들 수 있다.

[0059] 그러나, 광학 유리 또는 광학 플라스틱을 사용함으로써 베이스 부재와 같은 구조를 제조하는 것은 곤란하고, 대량 생산성이 좋지 못하다. 또한, 베이스 부재(091)는 그 형상에 따라 가공시 어려움이 있고, 이는 이러한 구조가 적용가능한 베이스 부재(091)의 형상의 범위를 좁힌다.

[0060] 도 7에 도시된 구조에서 제1 층(072)의 재료 및 형상을 조정함으로써 도 10에 도시된 굴절률 구조를 또한 실현할 수 있다. 그러나, 이러한 구조는 1.8을 초과하는 높은 굴절률을 갖는 베이스 부재에 적용되는 경우에, 재료의 선택과 구조의 최적화가 곤란하고, 제조가 곤란하게 되고 대량 생산성이 좋지 못하게 된다.

[0061] 도 11 및 도 12는 본 실시예에서 설명된 반사 억제 구조가 광학 소자에 응용된 응용예를 도시한다. 도 11은 광학 소자 중 하나인 렌즈의 단면도이고, 도 12는 광학 소자 중 다른 하나인 프리즘의 단면도이다.

[0062] 이들 도면에서, 참조 번호 112, 122는 각각, 반사 억제 기능이 제공되는 베이스 부재(광학 투명 부재)인 렌즈 본체 및 프리즘 본체를 나타낸다. 참조 번호 111, 121은 각각, 입사광의 파장(λ)보다 작은 피치로 요철 구조를 갖는 제1 층을 나타낸다. 참조 번호 113, 123은 제2 층을 나타낸다.

[0063] 렌즈 본체(112) 및 프리즘 본체(122)는 일반적인 광학 기기에 장착되기에 충분히 큰 두께를 갖는다. 제1 층(111, 121) 및 제2 층(113, 123)은 입사광의 파장(λ)보다 작은 요철 피치 및 두께를 갖는다.

[0064] 렌즈 및 프리즘을 포함하는 이러한 광학 소자는, 많은 광학 기기에 사용될 수 있다. 예를 들어, 도 21은 본 실시예의 광학 소자를 사용하는 광학 기기 중 하나인 디지털 카메라를 도시한다.

[0065] 참조 번호 20은 카메라 본체를 나타내고, 21은 본 실시예의 광학 소자로서 렌즈를 포함하는 촬영 광학계를 나타낸다. 촬영 광학계(21)는 복수의 렌즈를 포함하고, 본 실시예의 광학 소자 중 하나인 렌즈를 적어도 하나 포함한다. 참조 번호 22는 카메라 본체(20)에 제공되는, 촬영 광학계(21)에 의해 형성된 피사체 상을 수광하는 CCD 센서 또는 CMOS 센서와 같은 고체 촬상 소자[solid-state image-pickup element(광전 변환 소자)]를 나타낸다.

[0066] 참조 번호 23은 고체 촬상 소자(22)에 의해 피사체 상을 광전 변환하여 생성된, 피사체 상에 대응하는 상 정보를 기록하는 메모리를 나타낸다. 참조 번호 24는 액정 디스플레이 패널 등으로 구성되어, 고체 촬상 소자(22) 상에 형성된 피사체 상을 관찰할 수 있게 하는 전자 뷰파인더(electronic viewfinder)를 나타낸다.

[0067] 이러한 방식으로, 본 실시예의 광학 소자를 사용하는 촬상 광학계를 구성함으로써, 촬영 광학계 내에서의 불필요한 반사를 억제하는 높은 광학 성능을 갖는 카메라를 실현할 수 있다.

[0068] 본 실시예의 광학 소자는 카메라의 뷰파인더 광학계와, 액정 프로젝터의 투영 광학계(projection optical system) 및 조명 광학계(illumination optical system) 등에도 사용될 수 있다. 상술된 반사 억제 구조를 갖는 광학 소자는 투과광량을 충분히 증가시키고, 불필요한 반사로 인해 생성된 고스트(ghost) 또는 플레어

(flare)를 충분히 억제할 수 있다.

[0069] 이하에서는 상술된 실시예에 대응하는 수치예(시뮬레이션 예)를 설명한다. 각각의 수치예는 입사광의 파장으로서 500nm를 채용했다. 그러나, 입사광의 파장은 본 발명의 대안적인 실시예(대안적인 수치예)에 제한되지 않는다. 또한, 각각의 수치예는 층의 두께로서 물리적 층두께(막 두께)를 채용했다.

[0070] [수치예 1]

[0071] 본 수치예의 광학 소자에서, 1.8의 굴절률을 갖는 광학 유리가 베이스 부재로서 사용되었다. 이어서, 1.46의 굴절률을 갖는 제2 층(균질층)이 95nm의 두께로 베이스 부재 상에 형성되었고, 제1 층이 150nm의 두께로 제2 층 상에 더 형성되었다. 제1 층은 1.46의 굴절률을 갖는 재료로 구성되었고, 재료 충전율은 30%였다. 제1 층의 유효 굴절률은 1.13이었다. 제1 층은 두께 방향으로 균일한 구조를 가졌다.

[0072] 도 13은 본 수치예의 특성을 도시한다. 도 13은, 입사각이 0°, 30° 및 60°인 광에 대한 반사율 특성을 도시한다.

[0073] 이 광학 소자는 낮은 입사각에서는 장파장측에 있어서, 높은 입사각에서는 단파장측에 있어서 현저하게 우수한 반사 억제 특성(낮은 반사율)을 나타냈다. 또한, 입사각이 변화해도, 가장 낮은 반사율의 변화는 억제되었다.

[0074] [수치예 2]

[0075] 본 수치예의 광학 소자에서는, 1.5의 굴절률을 갖는 광학 유리가 베이스 부재로서 사용되었다. 이어서, 1.38의 굴절률을 갖는 제2 층(균질층)이 100nm의 두께로 베이스 부재 상에 형성되었고, 제1 층이 100nm의 두께로 제2 층 상에 더 형성되었다. 제1 층은 1.46의 굴절률을 갖는 재료로 구성되었고, 재료 충전율은 30%였다. 제1 층의 유효 굴절률은 1.13이었다. 제1 층은 두께 방향으로 균일한 구조를 가졌다.

[0076] 도 14는 본 수치예의 특성을 도시한다. 도 14는 입사각이 0°, 30° 및 60°인 광에 대한 반사율 특성을 도시한다.

[0077] 본 광학 소자는 특히 높은 입사각에서 광대역 반사 억제 특성을 나타냈다.

[0078] [수치예 3]

[0079] 본 수치예의 광학 소자에서는, 1.8의 굴절률을 갖는 광학 유리가 베이스 부재로서 사용되었다. 이어서, 제2 층이 85nm의 두께로 베이스 부재 상에 형성되었고, 제1 층이 300nm의 두께로 제2 층 상에 더 형성되었다. 제2 층은 1.68의 굴절률을 갖는 재료로 구성되었고, 요철 구조를 갖고, 재료 충전율은 90%였다. 제2 층의 유효 굴절률은 1.61이었다. 제1 층은 1.53의 굴절률을 갖는 재료로 구성되었고, 베이스 부재측에 가장 가까운 부분에서의 재료 충전율은 70%였다. 제1 층의 유효 굴절률은 1.37이었다. 제1 층은 광 입사측에 가까워질수록 점진적으로 충전율이 저하되도록 형성되었다.

[0080] 도 15는 본 수치예의 특성을 도시한다. 도 15는 입사각이 0°, 30° 및 60°인 광에 대한 반사율 특성을 도시한다.

[0081] 본 광학 소자는 낮은 입사각에서 높은 입사각까지 넓은 입사각 범위에서 우수한 반사 억제 특성을 나타냈다. 또한, 전체 입사각 범위에서 우수한 광대역 반사 억제 특성을 나타냈다.

[0082] [수치예 4]

[0083] 본 수치예의 광학 소자에서는, 1.8의 굴절률을 갖는 광학 유리가 베이스 부재로서 사용되었다. 이어서, 1.64의 굴절률을 갖는 제2 층(균질층)이 70nm의 두께로 베이스 부재 상에 형성되었고, 1.53의 굴절률을 갖는 제3 층(균질층)이 25nm의 두께로 제2 층 상에 형성되었고, 제1 층이 300nm의 두께로 제3층 상에 형성되었다. 제1 층은 1.53의 굴절률을 갖는 재료로 구성되었고, 베이스 부재측에 가장 가까운 부분에서 재료 충전율은 70%였다. 제1 층의 유효 굴절률은 1.37이었다. 제1 층은 광 입사측에 가까워질수록 점진적으로 충전율이 저하되도록 형성되었다.

[0084] 도 16은 본 수치예의 특성을 도시한다. 도 16은 입사각이 0°, 30° 및 60°인 광에 대한 반사율 특성을 도시한다.

[0085] 본 광학 소자에서는, 제1 층과 제2 층 사이에 배치되는 제3층에서의 간섭의 영향이 작기 때문에, 입사 각도 특성과 광대역 특성에서 우수한 반사 억제 구조가 얻어졌다.

[0086] 이하에서는 상술된 수치예와 비교하여 비교예(시뮬레이션 예)를 설명한다. 각각의 비교예는 입사광의 파장으로서 500nm를 채용했다.

[0087] [비교예 1]

[0088] 본 비교예에서는, 1.8의 굴절률을 갖는 광학 유리가 베이스 부재로서 사용되었다. 이후에, 제1 층이 300nm의 두께로 베이스 부재 상에 형성되었다. 제1 층은 1.46의 굴절률을 갖는 재료로 구성되었고, 재료 충전율은 30%였다. 제1 층의 유효 굴절률은 1.13이었다. 제1 층은 두께 방향으로 균일한 구조를 가졌다.

[0089] 도 17은 본 비교예의 특성을 도시한다. 도 17은 입사각이 0° , 30° 및 60° 인 광에 대한 반사율 특성을 도시한다.

[0090] 본 비교예에서는 베이스 부재와 제1 층 사이에 큰 굴절률차를 가졌으므로, 반사율이 전체 입사각 범위에서 3% 이상이었다. 즉, 우수한 반사 억제 특성이 얻어질 수 없었다.

[0091] [비교예 2]

[0092] 본 비교예에서는, 1.8의 굴절률을 갖는 광학 유리가 베이스 부재로서 사용되었다. 이어서, 제1 층이 300nm의 두께로 베이스 부재 상에 형성되었다. 제1 층은 1.53의 굴절률을 갖는 재료로 구성되었고, 베이스 부재에 가장 가까운 부분에서의 재료 충전율은 70%였다. 제1 층의 유효 굴절률은 1.37이었다. 제1 층은 광 입사측에 가까워질수록 점진적으로 충전율이 저하되도록 형성되었다.

[0093] 도 18은 본 비교예의 특성을 도시한다. 도 18은 입사각이 0° , 30° 및 60° 인 광에 대한 반사율 특성을 도시한다.

[0094] 본 비교예에서는, 베이스 부재와 제1 층[그레이티드 층(grated layer)] 사이에 큰 굴절률차를 가졌으므로, 입사각이 60° 인 경우에, 400nm 부근의 파장 대역에서 반사율이 5% 정도까지 상당히 증가되었다.

[0095] [비교예 3]

[0096] 본 비교예에서는, 1.8의 굴절률을 갖는 광학 유리가 베이스 부재로서 사용되었다. 이어서, 2.3의 굴절률을 갖는 (실시예의 제2 층에 대응하는) 균질층이 50nm의 두께로 베이스 부재 상에 형성되었고, 제1 층이 300nm의 두께로 균질층 상에 형성되었다. 제1 층은 1.53의 굴절률을 갖는 재료로 구성되었고, 베이스 부재에 가장 가까운 부분에서 재료 충전율은 70%였다. 제1 층의 유효 굴절률은 1.37이었다. 제1 층은, 광 입사측에 가까워질수록 점진적으로 충전율이 저하되도록 형성되었다.

[0097] 도 19는 본 비교예의 특성을 도시한다. 도 19는 입사각이 0° , 30° 및 60° 인 광에 대한 반사율 특성을 도시한다.

[0098] 본 비교예에서는, 균질층이 조건 (1)을 충족시키지 못했으므로, 반사 억제 특성이 불량하였다.

[0099] 표 1은 상술된 수치예 1 내지 4와, 비교예 1 내지 3의 구조를 도시한다.

표 1

#		수치예 1	수치예 2	수치예 3	수치예 4	비교예 1	비교예 2	비교예 3
베이스 부재	굴절률	1.8	1.5	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8
제1층	굴절률	1.46○	1.38○	1.61○	1.64○	----	----	2.3×
	막두께 [nm]	95○	100○	85○	70○	----	----	50○
제2층	굴절률	----	----	----	1.53	----	----	----
	막두께 [nm]	----	----	----	25○	----	----	----
최표층	유효 굴절률	1.13	1.13	1.37-1.0	1.37-1.0	1.13	1.37-1.0	1.37
	막두께 [nm]	150	100	300	300	300	300	300
조건 (1)	굴절률	1.28-1.53	1.15-1.40	1.42-1.67	1.42-1.67	----	----	1.42-1.67
조건 (2)	막두께 [nm]	47-377	50-399	43-342	42-335	----	----	27-217
조건 (3)	막두께 [nm]	----	----	----	0-41	----	----	----

[0100]

[0101] 상술된 바와 같이, 실시예에서는 광대역 특성 및 입사 각도 특성에서 우수한 반사 억제 성능과 같은 우수한 광학 성능을 갖고, 또한 높은 설계 자유도를 갖는 광학 소자를 실현할 수 있다.

[0102] 또한, 본 발명은 이들 실시예들에 제한되지 않고, 다양한 변형 및 수정이 본 발명의 범주로부터 벗어나지 않고서 만들어질 수 있다.

[0103] 상술된 예들에서는, 반사 억제 기능이 베이스 부재 상에 제1 및 제2 층을 제공함으로써 얻어진다. 그러나, 제1 및 제2 층은 다른 광학 기능을 얻기 위해서 베이스 부재 상에 제공될 수도 있다.

[0104] 본 출원은 2007년 7월 27일자로 출원된 일본 특허 출원 제2007-196745호에 대한 우선권을 주장하고, 그 전체가 본 명세서에 참조로서 인용된다.

[0105] [산업상의 이용 분야]

[0106] 광대역 특성 및 입사 각도 특성에서 우수한 반사 억제 성능과 같은 우수한 광학 성능을 갖고, 높은 설계 자유도를 갖는 광학 소자와, 이를 사용하는 광학 기기가 제공된다.

부호의 설명

[0107] 011: 베이스 부재

012: 제1 층

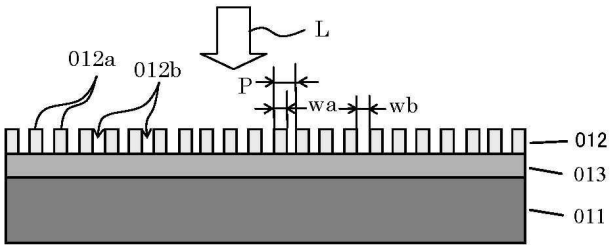
012a: 볼록부

012b: 오목부

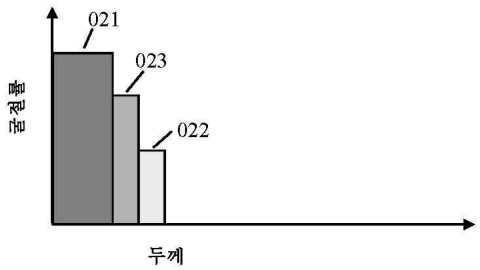
013: 제2 층

도면

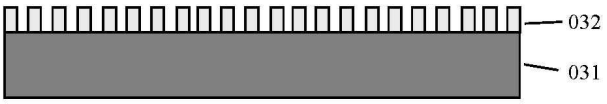
도면1



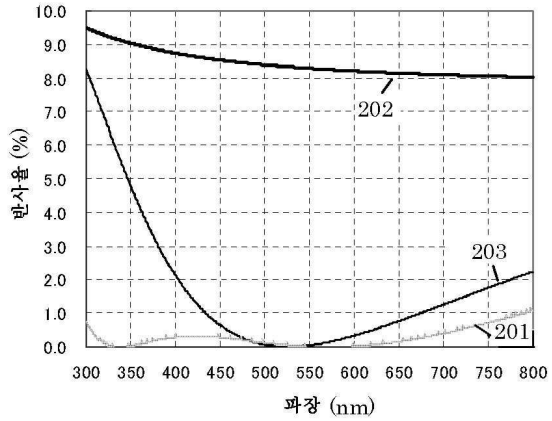
도면2



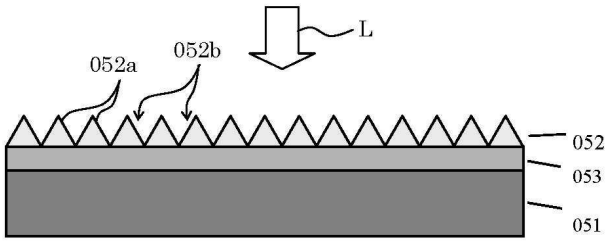
도면3



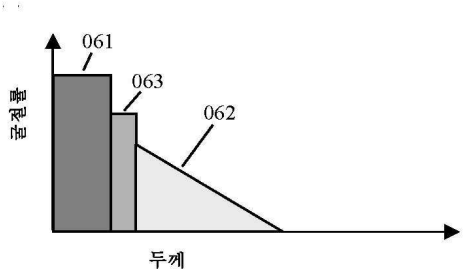
도면4



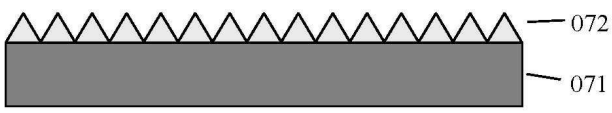
도면5



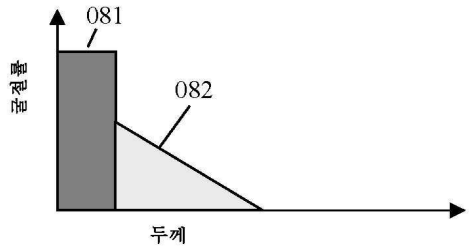
도면6



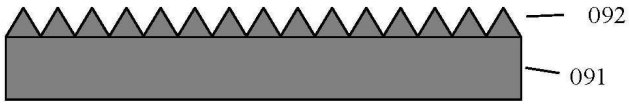
도면7



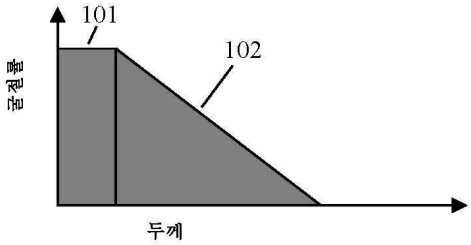
도면8



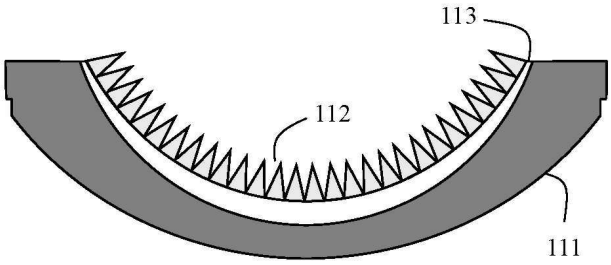
도면9



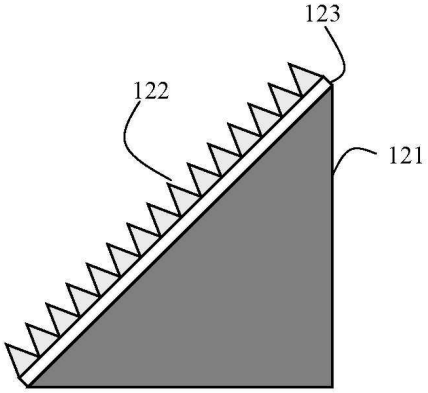
도면10



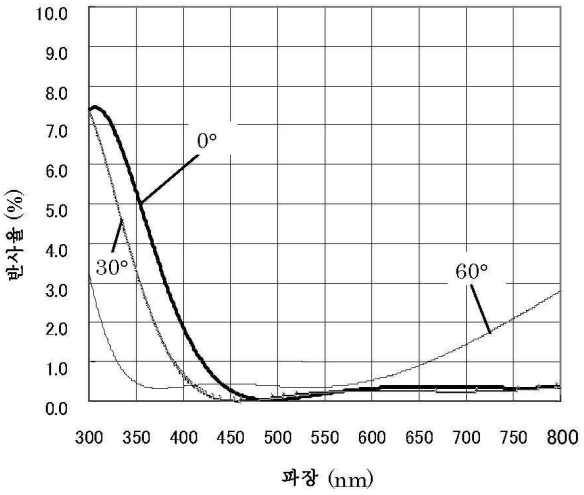
도면11



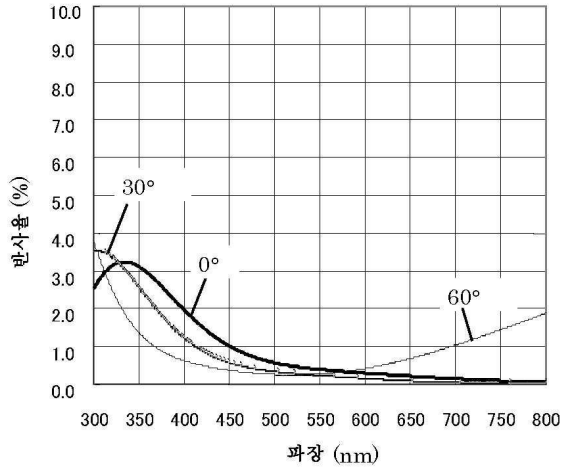
도면12



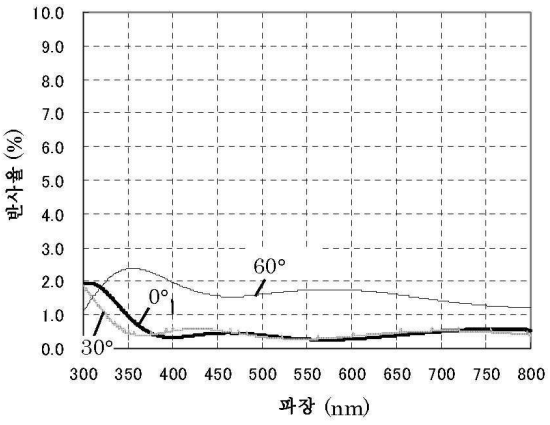
도면13



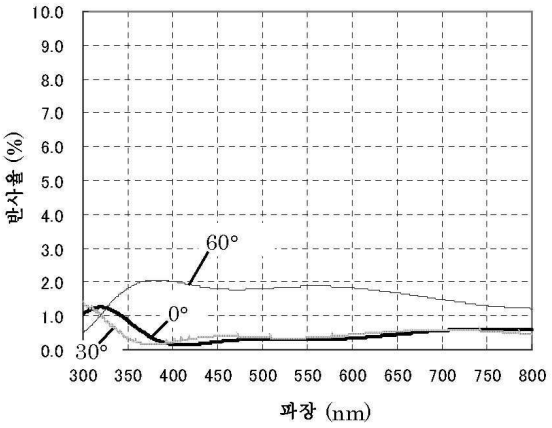
도면14



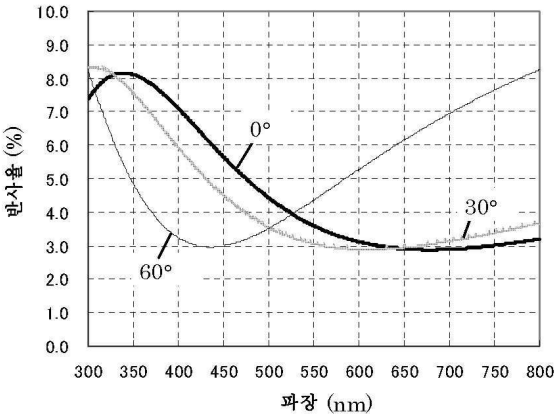
도면15



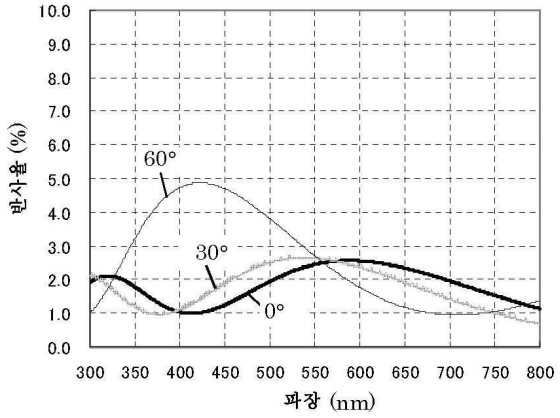
도면16



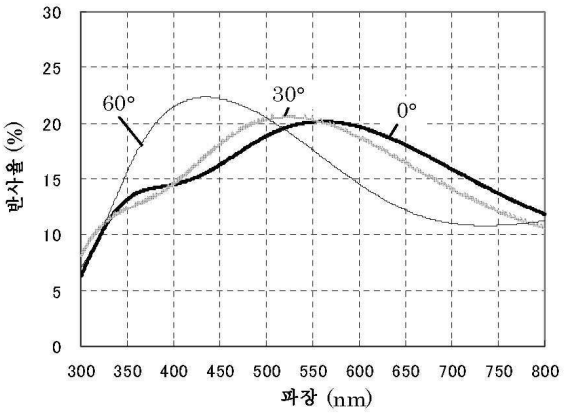
도면17



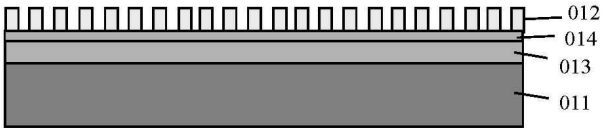
도면18



도면19



도면20



도면21

