



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월01일
(11) 등록번호 10-1078561
(24) 등록일자 2011년10월25일

(51) Int. Cl.

G02B 5/18 (2006.01) G02B 1/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0118203

(22) 출원일자 2010년11월25일

심사청구일자 2010년11월25일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090110048 A

KR1020100075000 A

JP2009098237 A

(73) 특허권자

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

유재수

서울특별시 강남구 삼성2동 서광아파트 102동 50 6호

임정우

경기도 수원시 영통구 영통1동 1019-2 205호

주동혁

서울특별시 강남구 개포4동 1175-7번지 201호

(74) 대리인

서재승

전체 청구항 수 : 총 12 항

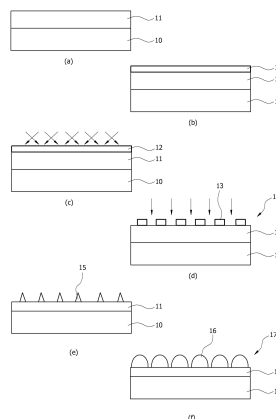
심사관 : 이미현

(54) 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법 및 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법

(57) 요약

본 발명은 광소자의 표면 반사를 줄여 투과성을 높여줄 수 있는 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성 방법 및 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법에 관한 것이다. 본 발명에 의한 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법은, 투명막의 표면에 광과장 이하의 주기로 배치되는 격자 패턴을 갖는 격자 패턴층을 형성하는 단계, 투명막의 표면을 격자 패턴이 제거될 때까지 식각하여 투명막의 표면에 광과장 이하의 주기로 배치되는 미세 격자 시드(seed)를 형성하는 단계, 투명막과 같은 물질을 미세 격자 시드에 증착하여 투명막 상에 미세 격자 시드보다 크고 광과장 이하의 주기로 배치되는 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 형성하는 단계를 포함한다. 본 발명은 종래의 무반사 미세 구조물의 형성방법이 갖는 식각 선택비의 한계로 형성할 수 있는 무반사 미세 구조물의 높이가 한정되는 점, 광소자의 식각 특성에 따라 식각을 통한 무반사 미세 구조물의 높이나 형상이 제한되는 점 등의 한계를 극복할 수 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

- (a) 투명막의 표면에 광파장 이하의 주기로 배치되는 격자 패턴을 갖는 격자 패턴층을 형성하는 단계;
- (b) 상기 투명막의 표면을 상기 격자 패턴이 제거될 때까지 식각하여, 상기 투명막의 표면에 광파장 이하의 주기로 배치되는 미세 격자 시드(seed)를 형성하는 단계; 및
- (c) 상기 투명막과 같은 물질을 상기 미세 격자 시드에 증착하여 상기 투명막 상에 상기 미세 격자 시드보다 크고 광파장 이하의 주기로 배치되는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 (c) 단계는 상기 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물을 파라볼라(parabola)형으로 형성하는 것을 특징으로 하는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 (c) 단계는 상기 투명막과 같은 물질의 타겟을 이용하여 상기 투명막과 같은 물질을 상기 미세 격자 시드에 증착하는 스퍼터링 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 스퍼터링 공정은 상기 투명막을 회전시키면서 상기 타겟에서 스퍼터링된 입자를 상기 투명막의 표면에 비스듬히 입사시켜 상기 미세 격자 시드에 증착하는 것을 특징으로 하는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 (a) 단계는 홀로그래프 리소그래피, 전자빔 리소그래피, 나노임프린트 리소그래피 중에서 선택된 방법으로 상기 투명막의 표면에 상기 격자 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 투명막은 AZO를 포함하는 것을 특징으로 하는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법.

청구항 7

- (a) 기판 위에 투명막을 적층하는 단계;
- (b) 상기 투명막의 표면에 광파장 이하의 주기로 배치되는 격자 패턴을 갖는 격자 패턴층을 형성하는 단계;
- (c) 상기 격자 패턴을 포함하는 상기 투명막의 표면을 상기 격자 패턴이 제거될 때까지 식각하여, 상기 투명막의 표면에 광파장 이하의 주기로 배치되는 미세 격자 시드(seed)를 형성하는 단계; 및
- (d) 상기 투명막과 같은 물질을 상기 미세 격자 시드에 증착하여 상기 투명막 상에 상기 미세 격자 시드보다 크고 광파장 이하의 주기로 배치되는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물을 형성하는 단계;를 포함하는 것을

특징으로 하는 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 (d) 단계는 상기 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 파라볼라(parabola)형으로 형성하는 것을 특징으로 하는 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서,

상기 (d) 단계는 상기 투명막과 같은 물질의 타겟을 이용하여 상기 투명막과 같은 물질을 상기 미세 격자 시드에 증착하는 스퍼터링 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 스퍼터링 공정은 상기 투명막을 회전시키면서 상기 타겟에서 스퍼터링된 입자를 상기 투명막의 표면에 비스듬히 입사시켜 상기 미세 격자 시드에 증착하는 것을 특징으로 하는 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법.

청구항 11

제 7 항에 있어서,

상기 (a) 단계는 홀로그램 리소그래피, 전자빔 리소그래피, 나노임프린트 리소그래피 중에서 선택된 방법으로 상기 투명막의 표면에 상기 격자 패턴을 형성하는 것을 특징으로 하는 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법.

청구항 12

제 7 항에 있어서,

상기 투명막은 AZO를 포함하는 것을 특징으로 하는 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 광소자의 표면 반사를 줄여 투과성을 높여줄 수 있는 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법 및 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 첨단 정보기술산업과 함께 신재생 에너지산업이 급부상하면서 전기 전도성과 광투과성을 동시에 갖춘 투명전극 소재에 관한 관심이 높아지고 있다. 평판 디스플레이 제품과 박막형 태양전지는 얇은 투명기관으로 빛이 투과해야 되고, 동시에 전기 전도성도 우수해야 한다.

[0003] 투명전극 소재로는 얇은 막 형태로 제조된 투명 전도성 산화물(Transparent Conducting Oxide: TCO)이 대표적이다. 투명 전도성 산화물은 가시광선 영역에서의 높은 광학적 투과도(85% 이상)와 낮은 비저항($1 \times 10^{-3} \Omega \cdot \text{cm}$)을 동시에 갖는 산화물계의 축퇴된(degenerate) 반도체 전극을 총칭하는 것으로, 면저항 크기에 따라 정전기 방지막, 전자파 차폐 등의 기능성 박막과 평판 디스플레이, 태양전지, 터치패널, 투명 트랜지스터, 플렉시블 광전소자, 투명 광전소자 등의 핵심 전극 재료로 사용되고 있다.

[0004] 현재, 투명 산화물 전극으로 인듐 산화물에 10wt.%의 주석산화물이 도핑된 인듐 주석 산화물(이하, 'ITO' 한다)이 보편적으로 사용되고 있다. ITO 전극은 가시광 영역의 빛을 90% 이상 투과시킬 수 있어 매우 투명한 특성을 나타내며 낮은 비저항($10^{-3} \sim 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$)의 특성을 지니고 있어서, 대부분 유기 기관을 기반으로 하는 평판 디스플레이 및 태양전지의 투명전극 재료로 사용되고 있다.

[0005] 그러나 높은 인듐 가격으로 인한 고가의 생산비, 수소 플라즈마에 대한 취약성, 유연성 부족, 고온 공정으로 인한 플렉시블 기판 응용 등의 어려움으로 ITO 투명 전극을 대체하기 위한 소재를 찾으려는 연구가 활발히 이루어지고 있다. ITO를 대체하기 위한 투명전극 재료로 ZnO, SnO₂, TiO₂, CNT, 그래핀(graphene) 등의 재료가 소개되고 있으며, 이 중, 메탈(예컨대, 갈륨, 알루미늄 등)이 도핑된 ZnO의 연구가 활발히 진행되고 있다.

[0006] 이와 함께 최근에는, 광소자의 표면 반사를 줄여 광학적 특성을 개선하기 위한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 광소자의 표면 반사를 줄이기 위한 무반사 처리는 디스플레이 분야에서 중요한 역할을 한다. 디스플레이에는 여러 장의 광학 패널이 사용되므로, 무반사 처리를 하지 않으면 빛이 여러 장을 거치면서 투과율이 크게 떨어질 수 있다. 태양전지의 경우, 표면 반사로 인해 에너지 효율이 떨어지기도 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 광소자의 반사를 줄이기 위한 방법으로, 단·다층 박막을 통한 무반사 코팅이 알려져 있으나, 박막 간 열적 불일치(thermal mismatch), 접착(adhesion)의 문제, 박막 증착 조건의 까다로움 등의 어려움이 있다.

[0008] 반사를 줄이기 위한 다른 방법으로, 미세한 격자 구조를 만드는 방법이 있다. 격자 주기가 주기적이고 광파장 이하가 되면, 표면 반사율이 떨어질 뿐 아니라 강한 산란광을 만들어내지도 않으므로, 무반사 특성이 나타나게 된다. 이러한 구체적인 방법으로, 입사한 빛의 파장보다 작은 파장 이하의 주기적인 미세 구조물(subwavelength grating: SWG)을 광소자의 표면에 형성하는 방법이 알려져 있다.

[0009] 종래의 광파장 이하의 미세 구조물의 형성 방법은, 대상 광소자의 표면에 주기적인 격자 패턴을 형성한 후 광소자의 표면을 식각하는 방법을 이용하였다. 그러나 이러한 식각을 통한 종래 방법은 무반사 미세 구조물의 높이나 형상이 제한된다. 특히, 대부분의 투명전극 물질은 열적·화학적 내구성이 좋은 특성을 지니므로 식각율(etch rate) 및 식각 선택비(etch selectivity)가 상대적으로 낮아 형성할 수 있는 무반사 미세 구조물의 높이가 한정되며, 그 형상 또한 끝이 뾰족한 원뿔 모양으로 제한된다. 따라서, 종래의 방법으로는 광소자의 무반사율을 높이는데 한계가 있다.

[0010] 본 발명은 이러한 점을 감안하여 안출된 것으로, 본 발명의 목적은 광소자의 반사율을 최소화할 수 있도록 시드(seed)를 이용하여 미세 구조물의 높이를 더욱 높일 수 있는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법 및 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법을 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명의 다른 목적은 광소자의 반사율을 최소화할 수 있도록 시드(seed)를 이용하여 무반사 미세 구조물의 형상을 개선할 수 있는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법 및 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법은, (a) 투명막의 표면에 광파장 이하의 주기로 배치되는 격자 패턴을 갖는 격자 패턴층을 형성하는 단계, (b) 상기 투명막의 표면을 상기 격자 패턴이 제거될 때까지 식각하여, 상기 투명막의 표면에 광파장 이하의 주기로 배치되는 미세 격자 시드(seed)를 형성하는 단계, (c) 상기 투명막과 같은 물질을 상기 미세 격자 시드에 증착하여 상기 투명막 상에 상기 미세 격자 시드보다 크고 광파장 이하의 주기로 배치되는 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물을 형성하는 단계를 포함한다.

[0013] 상기 (c) 단계는 상기 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물을 파라볼라(parabola)형으로 형성할 수 있다.

[0014] 상기 (c) 단계는 상기 투명막과 같은 물질의 타겟을 이용하여 상기 투명막과 같은 물질을 상기 미세 격자 시드에 증착하는 스퍼터링 공정을 포함할 수 있다.

[0015] 상기 스퍼터링 공정은 상기 투명막을 회전시키면서 상기 타겟에서 스퍼터링된 입자를 상기 투명막의 표면에 비스듬히 입사시켜 상기 미세 격자 시드에 증착할 수 있다.

[0016] 상기 (a) 단계는 홀로그래프 리소그래피, 전자빔 리소그래피, 나노임프린트 리소그래피 중에서 선택된 방법으로 상기 투명막의 표면에 상기 격자 패턴을 형성할 수 있다.

[0017] 상기 투명막은 알루미늄이 도핑된 산화아연(이하, 'AZO'라 한다)을 포함할 수 있다.

[0018] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명에 의한 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법은, (a) 기판 위에 투명막을 적층하는 단계, (b) 상기 투명막의 표면에 광과장 이하의 주기로 배치되는 격자 패턴을 갖는 격자 패턴층을 형성하는 단계, (c) 상기 격자 패턴을 포함하는 상기 투명막의 표면을 상기 격자 패턴이 제거될 때까지 식각하여, 상기 투명막의 표면에 광과장 이하의 주기로 배치되는 미세 격자 시드(seed)를 형성하는 단계, (d) 상기 투명막과 같은 물질을 상기 미세 격자 시드에 증착하여 상기 투명막 상에 상기 미세 격자 시드보다 크고 광과장 이하의 주기로 배치되는 파라볼라형 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 형성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명은 종래의 무반사 미세 구조물의 형성방법이 갖는 식각 선택비의 한계로 형성할 수 있는 무반사 미세 구조물의 높이가 한정되는 점, 광소자의 식각 특성에 따라 식각을 통한 무반사 미세 구조물의 높이나 형상이 제한되는 점 등의 한계를 극복할 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명은 종래의 방법에 비해 광소자의 반사율을 낮출 수 있도록 높이와 형상이 개선된 광과장 이하의 미세 구조물들을 효과적으로 제공할 수 있고, 저반사율 특성을 갖는 광소자의 생산성을 높일 수 있다.

[0021] 또한, 본 발명은 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 주기 및 크기를 조절함으로써, 원하는 과장 영역의 반사율을 낮추거나 높일 수 있으므로, 높은 정밀도를 요구하는 전자, 통신, 의료 장비 등에 유용하게 활용될 수 있다.

[0022] 특히, LED 분야에 활용될 경우, 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 주기를 조절하여 특정 과장 영역의 반사율을 낮춤으로써 고효율 광출력의 LED를 제조할 수 있다. 또한, 태양 스펙트럼의 광대역 과장의 영역 특히, 태양광 감도가 가장 높은 가시광 영역에서 낮은 반사율을 갖도록 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 형성함으로써 고효율의 태양전지의 제작이 가능하다.

도면의 간단한 설명

[0023] 도 1은 본 발명의 일실시예에 의한 무반사층을 갖는 광소자의 제조과정을 나타낸 것이다.
 도 2는 투명막 상에 마련된 미세 격자 시드에 투명막과 같은 물질을 스퍼터링 공정으로 증착하는 방법을 나타낸 것이다.
 도 3a 내지 도 3c는 본 발명을 적용하여 제조한 AZO 박막과 본 발명을 적용하지 않고 제조한 AZO 박막을 비교하기 위한 FE-SEM이미지이다.
 도 4는 본 발명을 적용하여 제조한 AZO 박막과 본 발명을 적용하지 않고 제조한 AZO 박막의 반사율을 비교하여 나타낸 그래프이다.
 도 5a 내지 도 5c는 AZO 박막의 구조에 따른 굴절률 분포를 나타낸 것이다.
 도 6은 본 발명을 적용하여 형성한 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 갖는 AZO 박막의 표면에서의 입사각에 따른 반사율을 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명에 의한 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법 및 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법에 대하여 상세히 설명한다.

[0025] 본 발명을 설명함에 있어서, 도면에 도시된 구성요소의 크기나 형상 등은 설명의 명료성과 편의를 위해 과장되거나 단순화되어 나타날 수 있다. 또한, 본 발명의 구성 및 작용을 고려하여 특별히 정의된 용어들은 사용자, 운용자의 의도 또는 관례에 따라 달라질 수 있다. 이러한 용어들은 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야 한다.

[0026] 도 1에 도시된 것과 같이, 본 발명의 일실시예에 의한 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법 및 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법은, 기판(10) 위에 적층된 투명막(11)의 표면에 광과장 이하의 주기로 배치되는 격자 패턴(13)을 형성하는 단계, 투명막(11)의 표면을 식각하여 투명막(11)의 표면에 광과장 이하의 주기로 배치되는 미세 격자 시드(seed, 15)를 형성하는 단계, 투명막(11)과 같은 물질을 미세 격자 시드(15)에 증착하여 투명막(11) 상에 광과장 이하의 주기로 배치되는 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물(16)을 형성하는 단계를 포함한다. 그 구체적인 과정은 다음과 같다.

- [0027] 먼저, 도 1의 (a)에 도시된 것과 같이, 기판(10) 위에 투명막(11)을 적층한다. 기판(10)으로는 반도체 기판, 유리 기판 등 다양한 것이 이용될 수 있고, 투명막(11)으로는 투명전극 등 다양한 광학 필름이 이용될 수 있다. 또한, 투명막(11)을 적층하는 방법으로는 스퍼터링(sputtering), 전자빔, sol-gel, 또는 그 이외의 물리 증착법, 화학 증착법 등 다양한 박막 형성법이 이용될 수 있다.
- [0028] 다음으로, 도 1의 (b) 내지 (d)에 도시된 것과 같이, 홀로그래프 리소그래피(hologram lithography) 기술을 이용하여 투명막(11)의 표면에 광파장 이하의 주기로 배치되는 미세 격자 패턴(13)을 갖는 격자 패턴층(14)을 형성한다. 이를 더욱 자세히 설명하면, 먼저, 도 1의 (b)에 도시된 것과 같이 투명막(11) 위에 감광층(photoresist, 12)을 적층하고, 도 1의 (c)에 도시된 것과 같이 감광층(12)에 빛을 조사하여 감광층(12)을 노광한 후, 도 1의 (d)에 도시된 것과 같이 노광된 감광층(12)을 현상하여 광파장 이하의 주기로 배치되는 격자 패턴(13)을 형성한다.
- [0029] 잘 알려진 것과 같이, 이러한 홀로그래프 리소그래피는 간섭 리소그래피(interference lithography)로 불리기도 하며, 빛의 간섭무늬를 이용한 패턴링 방법이다. 이 방법은 기존의 포토리소그래피에서 이용되는 광화학 반응을 적용하여 단시간에 패턴 형성이 가능하다는 유사점을 갖지만, 기존의 포토리소그래피에서는 불가능한 광학계의 조절, 즉 두 빛 간의 각도를 조절하여 수십 나노미터에서 수 마이크로의 다양한 스케일의 패턴 형성이 가능하다는 장점이 있다.
- [0030] 투명막(11)의 표면에 격자 패턴(13)을 형성하는 방법으로는, 상술한 것과 같은 홀로그래프 리소그래피 이외에 전자빔 리소그래피(electron-beam lithography), 나노임프린트 리소그래피(nanoimprint lithography) 등의 다양한 패턴링 방법이 이용될 수 있다.
- [0031] 계속해서, 도 1의 (e)에 도시된 것과 같이, 격자 패턴(13)을 포함하는 투명막(11)의 표면을 이온반응 식각(reactive ion etching) 또는 다른 식각 방법으로 격자 패턴(13)이 제거될 때까지 식각하여, 투명막(11)의 표면에 광파장 이하의 주기로 배치되는 미세 격자 시드(seed, 15)를 형성한다. 형성되는 미세 격자 시드(15)는 일반적으로 윗부분이 아랫부분보다 상대적으로 많이 깎여 원뿔형이 된다.
- [0032] 마지막으로, 도 1의 (f)에 도시된 것과 같이, 투명막(11)과 같은 물질을 미세 격자 시드(15)에 증착한다. 이때, 미세 격자 시드(15)는 높이가 높아지고 그 모양도 파라볼라(parabola)형으로 변형되어 전체적으로 미세 격자 시드(15)보다 커진 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물(16)을 형성할 수 있다.
- [0033] 이러한 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물(subwavelength grating nanostructure, 16)은 표면에서 반사되는 빛의 양을 줄일 뿐만 아니라, 강한 산란광을 만들어내지도 않으므로 투명막(11)의 반사율을 낮추는 무반사층(17)을 구성한다. 미세 격자 시드(15)에 투명막(11)과 같은 물질을 증착하는 방법으로는 물리 증착법이나 화학 증착법 등 다양한 증착 방법이 이용될 수 있다.
- [0034] 도 2는 스퍼터링 공정을 통해 미세 격자 시드(15)에 투명막(11)과 같은 물질을 증착하는 방법을 나타낸 것으로, 그 구체적인 과정은 다음과 같다.
- [0035] 먼저, 미세 격자 시드(15)가 형성된 투명막(11)과 기판(10)으로 구성된 기판 조립체(18)를 피증착물 홀더(20)에 장착하고, 투명막(11)과 같은 물질로 이루어진 타겟(30)을 타겟 홀더(21)에 장착한다. 타겟 홀더(21)는 피증착물 홀더(20)를 향해 일정 각도(예컨대, 25°) 기울어져 있으며, 타겟(30) 또한 기판 조립체(18)를 향해 일정 각도 기울어지게 배치된다.
- [0036] 이후, 진공 펌프(22)를 이용하여 진공 챔버(23)를 진공 상태로 만들고, 가스 공급관(24)을 통해 스퍼터링 가스(예컨대, 알곤 30 sccm)를 진공 챔버(23) 안에 공급한 후, 타겟(30)에 스퍼터링 전력을 인가하면서 기판 조립체(18)를 회전시킨다. 타겟(30)에 스퍼터링 전력이 인가되면 스퍼터링 가스의 글로우 방전이 유도되며, 이에 의해 플라즈마가 발생한다. 이때, 플라즈마의 양이온이 타겟(30)을 스퍼터링하여 타겟(30)으로부터 타겟의 입자가 증기 상으로 방출된다.
- [0037] 그리고 타겟(30)에서 방출된 입자는 확산되어 투명막(11)의 표면에 비스듬히 입사되어 미세 격자 시드(15)에 증착된다. 이렇게 투명막(11)을 회전시키면서 타겟의 입자를 미세 격자 시드(15)에 비스듬히 입사시킴으로써 미세 격자 시드(15)를 효과적으로 파라볼라형 미세 구조물(16)로 변형시킬 수 있다.
- [0038] 상술한 것과 같이, 본 발명에 의한 무반사 미세 구조물의 형성방법 및 무반사층을 갖는 광소자의 제조방법은 투명막 상에 종래에 비해 높이가 형상이 개선된 무반사 광파장 이하의 격자 미세 구조물을 효과적으로 형성함으로써, 광소자의 반사율을 크게 낮출 수 있다.

- [0039] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명에 의한 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법이 적용된 AZO 박막과 본 발명에 의한 방법이 적용되지 않은 AZO 박막을 비교하여 나타낸 FE-SEM이미지이고, 도 4은 이들 각각의 반사율을 나타낸 그래프이다.
- [0040] 실시예에서 실리콘(Si) 기판 위에 AZO를 RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 성장시킨 후, 포토레지스트(photoresist)를 스핀 코팅하여 홀로그램 리소그래피 방법을 이용하여 주기적인 격자 패턴을 형성하였다. 그리고 이온반응식각 시스템을 이용하여 AZO를 건식 식각함으로써 원뿔형의 미세 격자 시드를 형성하였고, 이에 AZO를 RF 마그네트론 스퍼터링 방법으로 재증착함으로써 주기적인 파라볼라형의 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 만들었다.
- [0041] 도 3a 내지 도 4를 참조하면, 도 3a에 나타난 것과 같이 실리콘(Si) 기판 위에 AZO 박막을 단순히 증착한 경우(AZO film)보다, 도 3b에 나타난 것과 같이 AZO 박막 상에 종래 방법으로 광과장 이하의 원뿔형 미세 구조물을 형성하는 경우(AZO SWG(cone)) AZO 박막의 반사율이 크게 저감됨을 알 수 있다. 또한, AZO 박막 상에 종래 방법으로 광과장 이하의 원뿔형 미세 구조물을 형성한 경우보다는 도 3c에 나타난 것과 같이 본 발명에 의한 무반사 미세 구조물의 형성방법으로 미세 구조물의 높이를 높이고 모양을 파라볼라형으로 변형시킨 경우(AZO SWG(parabola)) AZO 박막의 반사율이 더욱 저감됨을 알 수 있다.
- [0042] 특히, 300~1100nm 파장 영역에서 단순 AZO 박막의 경우나 AZO 박막 상에 종래 방법으로 광과장 이하의 원뿔형 미세 구조물을 형성한 경우의 반사율은 최고치가 각각 40% 및 30%가 되지만, 본 발명에 의한 무반사 미세 구조물의 형성방법으로 파라볼라형의 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 형성한 경우에는 반사율이 10% 이하로 가장 낮게 나타났다.
- [0043] 반사율이 낮아지는 이유는, 도 5a 내지 도 5c에 나타난 AZO 박막의 구조에 따른 굴절률 분포를 통해 알 수 있듯이, AZO 박막과 달리 AZO 박막 상에 미세 구조물이 형성된 경우에는 공기($n=1$)와 AZO($n=2$) 사이의 굴절율이 선형적으로 변하기 때문이다. 더욱이, '미세 구조물의 부피/공기 부피'의 비는 원뿔형보다는 파라볼라형이 더 크기 때문에 파라볼라형 미세 구조물이 형성된 경우 '공기/AZO 굴절율'의 변화가 조금 더 선형적으로 나타나며, 이것은 반사율 감소로 이어진다.
- [0044] 한편, 도 6은 실리콘 기판에 500nm 두께의 AZO 박막을 증착하고, AZO 박막에 본 발명을 적용하여 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 형성한 후, AZO 박막의 표면에서의 입사각에 따른 반사율을 측정하여 나타낸 그래프이다. 도 6에 나타난 그래프를 보면, AZO 박막에 파라볼라형 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물이 형성된 경우, 입사각이 70°로 커지더라도 반사율은 25%이하로 낮게 나타남을 알 수 있다.
- [0045] 이러한 무반사층을 갖는 AZO 박막은 전기전도성 및 광학적 특성이 우수하여 LED, 평판 디스플레이, 태양전지, 바이오 센서 등의 투명전극으로 활용될 수 있다.
- [0046] 상술한 것과 같이, 본 발명에 의한 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물의 형성방법은 열적·화학적 내구성이 강해 식각이 어려운 투명전극 등 다양한 광학 필름에 높이와 형상이 개선된 무반사 광과장 이하의 격자 미세 구조물을 형성할 수 있다. 따라서, 투명전극 등 다양한 광학 필름에 무반사층을 제공할 수 있다.
- [0047] 앞에서 설명되고, 도면에 도시된 본 발명의 실시예는, 본 발명의 기술적 사상을 한정하는 것으로 해석되어서는 안 된다. 본 발명의 보호범위는 특허청구범위에 기재된 사항에 의해서만 제한되고, 본 발명의 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상을 다양한 형태로 개량 및 변경하는 것이 가능하다. 따라서, 이러한 개량 및 변경은 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명한 것인 한 본 발명의 보호범위에 속하게 될 것이다.

부호의 설명

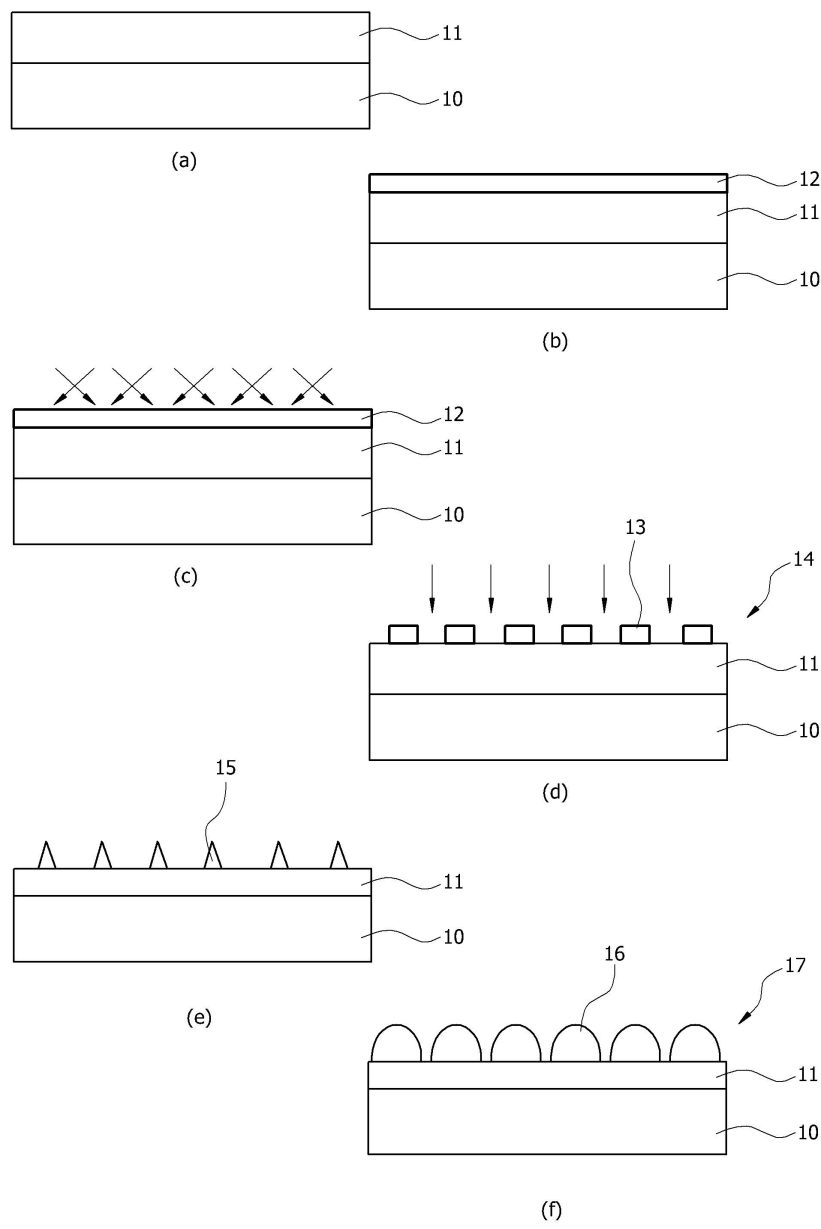
- [0048]
- | | |
|--------------|---------------|
| 10 : 기판 | 11 : 투명막 |
| 12 : 감광층 | 13 : 격자 패턴 |
| 14 : 격자 패턴층 | 15 : 미세 격자 시드 |
| 16 : 미세 구조물 | 17 : 무반사층 |
| 20 : 피증착물 홀더 | 21 : 타겟 홀더 |
| 22 : 진공 펌프 | 23 : 진공 챔버 |

24 : 가스 공급관

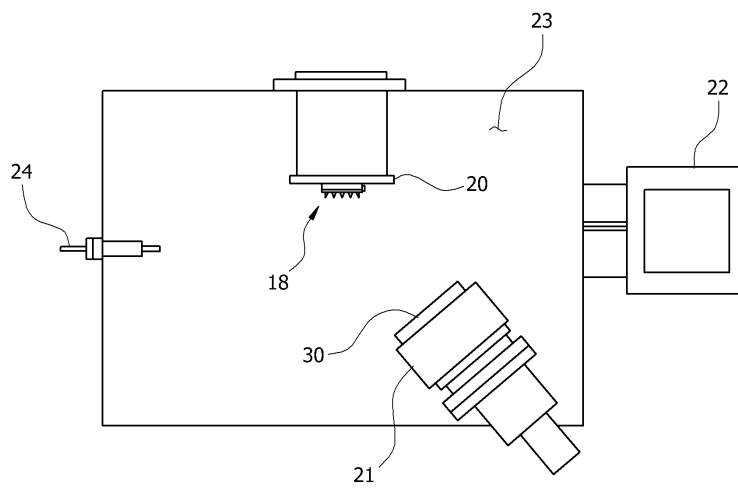
30 : 타겟

도면

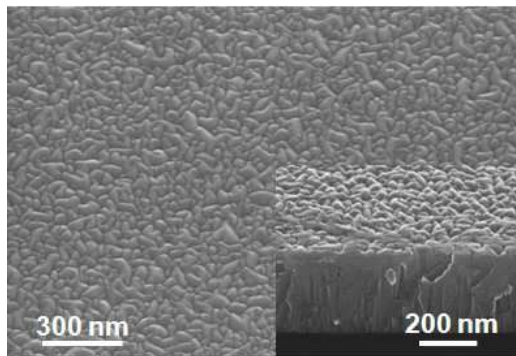
도면1



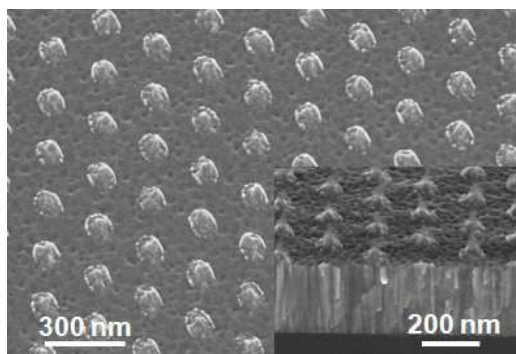
도면2



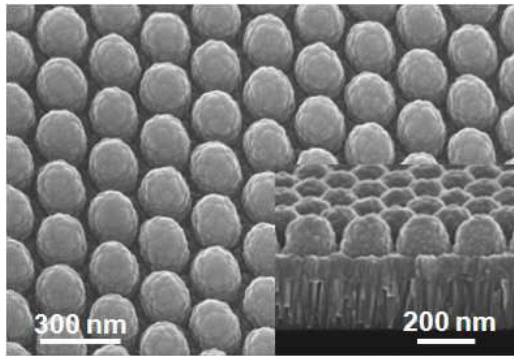
도면3a



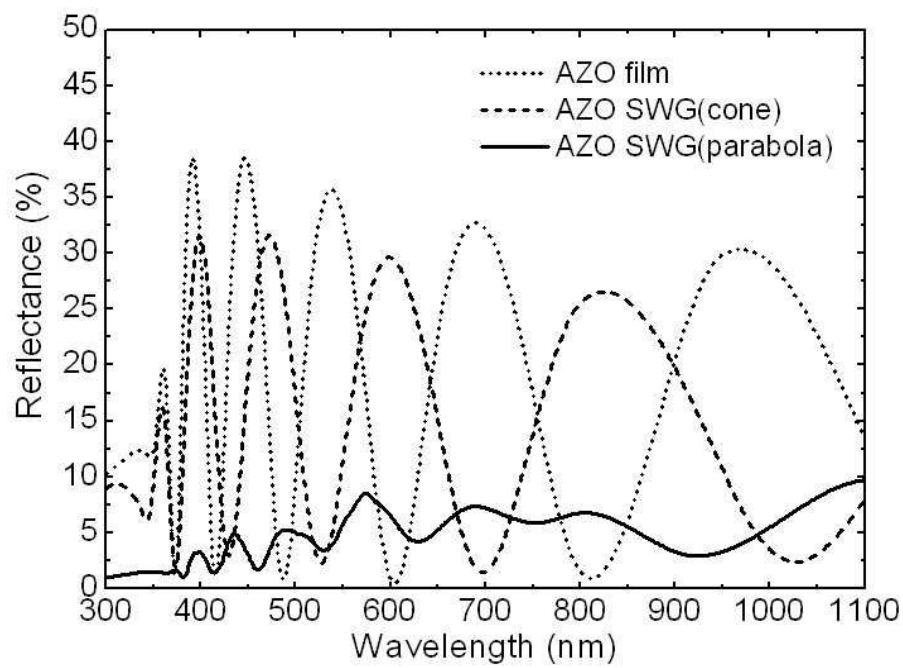
도면3b



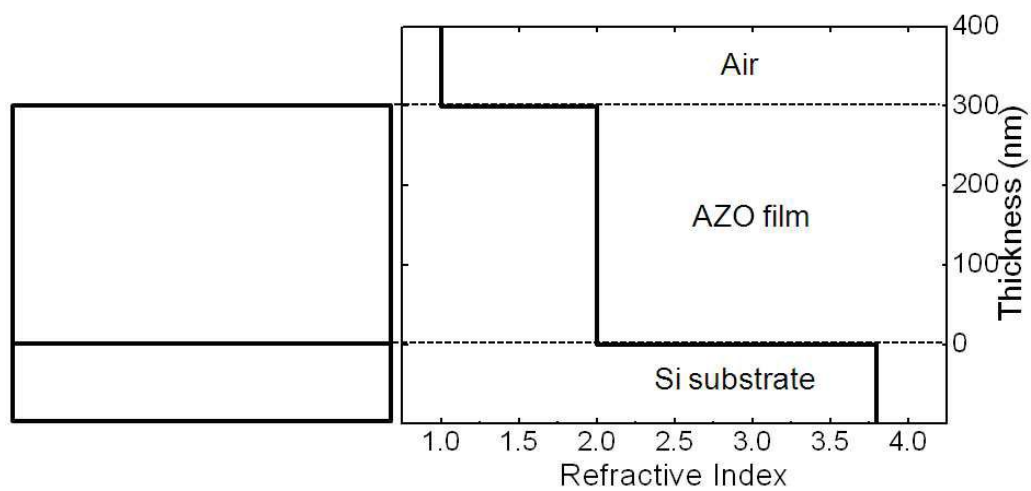
도면3c



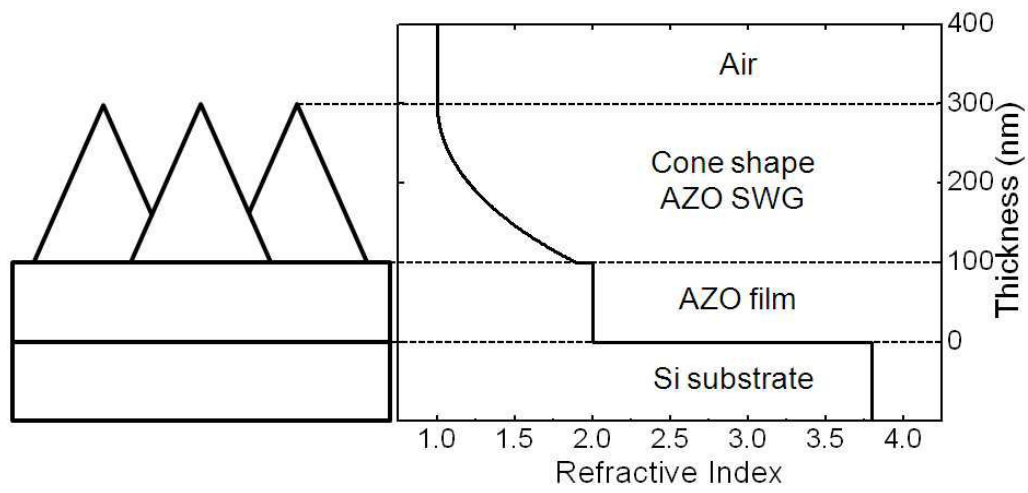
도면4



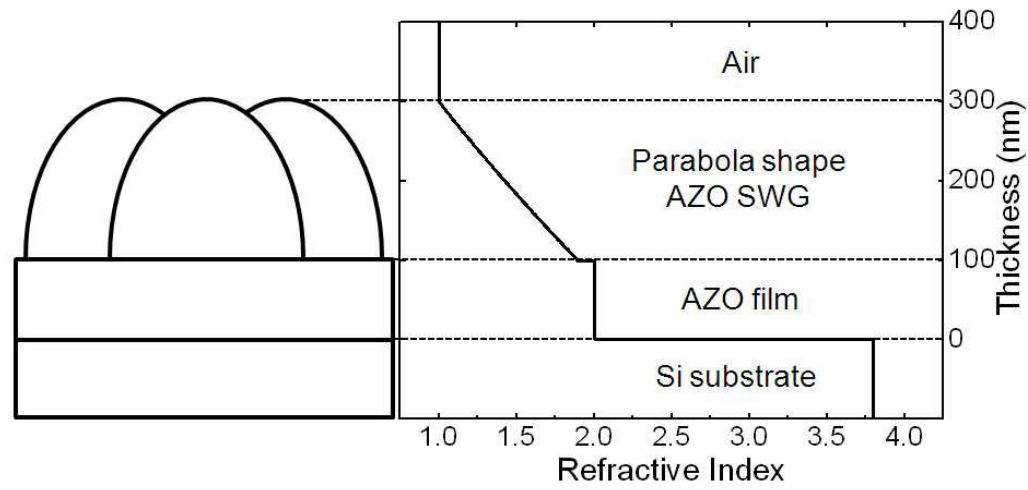
도면5a



도면5b



도면5c



도면6

