

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2010-0049725 (43) 공개일자 2010년05월13일
(51) Int. Cl. <i>G02B 5/30</i> (2006.01) (21) 출원번호 10-2008-0108670 (22) 출원일자 2008년11월04일 심사청구일자 없음	(71) 출원인 한밭대학교 산학협력단 대전 유성구 덕명동 산16-1 (72) 발명자 최원석 대전광역시 유성구 덕명동 13 장재형 대전광역시 대덕구 비래동 109-16 (74) 대리인 권오식, 박창희, 김종관	

전체 청구항 수 : 총 7 항

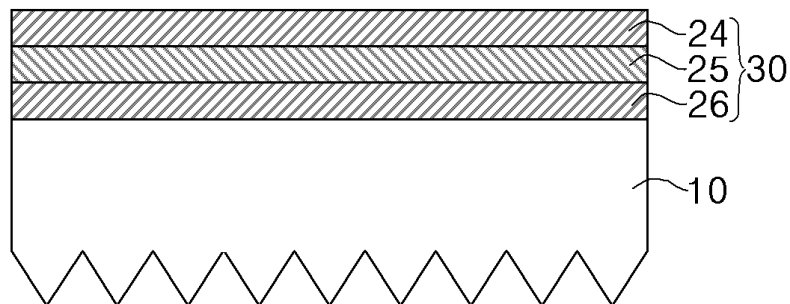
(54) 태양전지용 반사방지막

(57) 요약

본 발명은 태양전지용 반사방지막에 관한 것으로, 구체적으로는 주상 구조를 가지는 물질의 성장 각도를 제어하여 제조된 단층 또는 복층의 반사방지막에 관한 것이다.

성장각도가 제어된 주상구조 반사방지막과 복층형 무반사 반사방지막은 태양전지 내부로 유입되는 광량을 대폭 증가시켜 광변환 효율을 개선시킬 수 있으며, 모든 종류의 태양전지에 활용 가능하다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

이종환

대전광역시 서구 갈마동 갈마아파트 105동 506호

윤지훈

대전광역시 서구 둔산동 1119번지 메르 하우스 62
1호

김영주

대전광역시 대덕구 비래동 420번지 대미리치빌 70
6호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 RIC-2008-01

부처명 지식경제부

연구사업명 산학공동연구과제

연구과제명 상대전극 개선을 통한 염료감응형 태양전지의 효율 향상

주관기관 한밭대학교

연구기간 2008.09.01 ~ 2009.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

주상 구조 물질의 결정 성장 각도를 제어하여 제조된 1층 이상의 경사박막을 포함하는 반사방지막.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 주상 구조 물질은 TiN, ZnO, AZO(Al doped ZnO), GZO(Ga doped ZnO), 또는 ZrN 으로부터 선택되는 반사방지막.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 경사 박막은 스퍼터 공정에서 기판의 각도를 조절하여 형성하는 것을 특징으로 하는 반사방지막.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 경사박막은 스퍼터 챔버의 온도를 상온 내지 600도의 범위로 조절하여 결정화된 것을 특징으로 하는 반사방지막.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 경사박막은 경사 각도가 다른 2층 또는 3층 박막으로 이루어진 것을 특징으로 하는 반사방지막.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 반사방지막의 두께는 광투과도가 90% 이상이 되도록 조절하는 것을 특징으로 하는 반사방지막.

청구항 7

제 1 항 내지 제 7 항에 따른 어느 한 항의 반사방지막을 포함하는 태양전지.

명 세 서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 태양전지용 반사방지막에 관한 것으로, 구체적으로는 주상 구조를 가지는 물질의 성장 각도를 제어하여 제조된 단층 또는 복층의 반사방지막에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로 태양전지는, 외부에서 들어온 빛에 의해 태양전지의 반도체 내부에서 전자와 정공의 쌍이 생성되고, 이러한 전자와 정공의 쌍에서 pn 접합에서 발생한 전기장에 의해 전자는 n형 반도체로 이동하고 정공은 p형 반도체로 이동함으로써 전력을 생산한다. 이러한 태양전지의 효율을 높이기 위해서는 태양전지에서 활성층에 도달하는 광전자(photon)의 수를 최대화하고, 전지 표면의 반사에 의한 손실을 최소화하는 것은 매우 중요하다.

[0003] 반사방지막은(anti-reflection coating)은 상층에서 반사된 빛과 하층에서 반사된 빛이 서로 상쇄간섭(destructive interference)을 일으키도록 함으로써 태양전지 표면에서의 빛 반사를 줄이고, 특정한 파장영역의 선택성을 증가시키기 위해 사용된다. 이러한 상쇄간섭은 위상차가 180도이거나 경로차가 파장의 절반이 되는 조건에서 일어나기 때문에 반사방지막의 두께와 굴절률 값에 따라서 정해지는 제한된 범위의 파장에서만 최저 반사율을 얻을 수 있다. 실제 반사방지막을 제작할 경우 이론적으로 사용되는 물질의 두께와 굴절률을 최적화하는 설계 작업이 선행되어야만 효과적인 태양전지 반사방지막을 제작할 수 있다. 태양전지 표면에서의 빛 반사를 줄여주고 특정한 파장영역의 선택성을 증가시켜 주기 위해서 반사방지막을 사용하는데 빛의 반사를 줄이기 위해서는 굴절률이 서로 다른 물질의 표면에서 반사되는 빛이 상쇄 간섭을 일으켜야 한다. 결국, 반사방지막은 태양광의 난반사를 감소시켜 태양전지 내부로 입사되는 광량을 증가시키는 방법으로 태양전지에 적용 시 기존대비 10% 이상의 광변환 효율 향상을 도모할 수 있다.

[0004] 실리콘(Si)의 경우, 굴절률이 600 nm의 파장(입사태양광이 최대인 파장영역)에서 3.88이므로 이상적인 단층반사방지막의 굴절률은 2.1이다. 이러한 조건을 만족시키는 물질로는 산화티탄(TiO_x)이 대표적이며 실리콘 태양전지의 반사방지막으로 줄곧 사용되어 왔다. 최근에는 반사 방지막으로써의 특성뿐만 아니라 실리콘 표면에 존재하는 결함들을 비활성화시키는 역할까지 병행할 수 있는 질화 실리콘 막이 많이 응용되고 있다.

[0005] 일반적으로 반사율을 줄이기 위해서 적절한 범위의 굴절률을 가지는 물질을 여러층 형성할수록 보다 넓은 파장에서 낮은 반사율을 얻을 수 있어 이층반사방지막을 사용하면 단층반사방지막을 사용하는 것보다 효과적이다. 그러나 대부분의 경우 실리콘질화막은 단층반사방지막으로 사용되고 있으며, 이층반사방지막으로 사용될 경우 굴절률이 낮은 이종의 물질, 예를 들어, ZnS/MgF₂, SiO₂/MgF₂, CeO₂/MgF₂ 등이 사용된다. 그러나 이종 물질을 이용한 다층 반사방지막을 제조공정이 복잡할 뿐만 아니라 성질이 다른 이종 막들 사이의 격자 불일치로 인한 문제점이 발생할 수 있다.

[0006] 한편, 네이처 포토닉스(nature photonics)에 게재된 논문(Xi, J.-Q. *et al.* nature photonics, vol 1, 176-179, 2007)에서는 AlN 기재 상에 TiO₂ 나노막대층 및 SiO₂ 나노막대층을 경사 증착(oblique-angle depositon)하여 점진적으로 굴절률이 감소하도록 제조된 반사방지막이 개시되어 있다. 상기 나노막대층은 나노포러스 구조이므로 일반적으로 기공이 없는 벌크(bulk)상태의 물질에 비해 굴절률을 낮출 수 있는 장점이 있으며, 나노막대층의 기공률을 조절함으로써 점진적으로 굴절률을 조절하는 방법이다. 그러나, 상기 방법은 반드시 고온 공정을 통해 나노막대층을 형성시켜야하기에 유연한 기판(flexible substrate) 위에 성장시킬 수 없는 단점을 가진다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 본 발명은 상술한 바와 같은 종래의 반사방지막의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로 이종 물질간의 격자 불일치 문제 및 제조공정의 복잡성 문제를 해결할 수 있는 반사방지막을 제공하는 데 목적이 있다.

[0008] 즉, 본 발명은 단일 물질을 사용하여 용이하게 제조가능하며 우수한 반사방지 성능을 갖는 새로운 반사방지막을 제공하는 데 목적이 있다.

[0009] 또한 본 발명은 상기 반사방지막을 포함하는 태양전지를 제공하는 데 또 다른 목적이 있다.

과제 해결수단

- [0010] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여 본 발명은 주상 구조(columnar structure) 물질의 결정 성장 각도를 제어하여 제조된 1층 이상의 경사 박막을 포함하는 반사방지막, 및 상기 반사방지막을 포함하는 태양전지를 제공한다.
- [0011] 본 발명에 따른 반사방지막에 포함되는 경사박막은 기판과 주상구조 물질의 c축 배향면이 이루는 각도가 수직이 아닌 소정의 각도를 갖도록 경사지게 형성된 박막을 의미한다. 상기 주상 구조 물질은 TiN, ZnO, AZO(Al doped ZnO), GZO(Ga doped ZnO), ZrN 등이 있다. 본 발명에 따른 경사박막은 스퍼터(sputter) 공정에서 타겟(target)과 기판이 평행이 아닌 소정의 각도로 기울어지도록 하여 주상 구조 물질을 성장시킴으로써 제조할 수 있다. 주상구조물질의 c축 배향면이 기판과 이루는 각도는 기판 또는 타겟이 기울어진 각도에 대응하여 결정된다. 주상 구조 물질 성장 시 온도는 상온(20℃) 내지 600℃ 범위로 유지하여 결정성장이 이루어지도록 할 수 있다.
- [0012] 본 발명에 따른 반사방지막은 경사각도가 다른 2층 또는 3층의 박막을 적층함으로써 보다 우수한 반사방지 성능을 구현할 수 있다. 또한 반사방지막의 총 두께는 반사방지막을 이루는 물질의 종류에 따라 달라질 수 있으나, 광투과도가 90%이상인 되도록 하는 것이 바람직하고, 반사방지성능 및 광투과도를 고려하여 50nm 내지 400nm 범위에서 조절하는 것이 바람직하다.

효과

- [0013] 성장각도가 제어된 주상구조 반사방지막과 복층형 무반사 반사방지막은 태양전지 내부로 유입되는 광량을 대폭 증가시켜 광변환 효율을 개선시킬 수 있다. 이러한, 새로운 형태의 주상구조 반사방지막 설계 및 제작 기술은 기존 실리콘 계열의 결정질, 다결정, 비정질 태양전지와 박막 태양전지, 유기 태양전지 등의 모든 종류의 태양전지 반사방지막으로 활용이 가능하다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시 예들을 상세히 설명한다. 다음에 소개되는 실시 예들은 당업자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 예로서 제공하는 것이다. 따라서 본 발명은 이하 설명되어지는 실시 예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 그리고 도면들에 있어서, 층 및 영역의 길이, 두께 등은 편의를 위하여 과장되어 표현될 수도 있다. 명세서 전체에 걸쳐서 동일한 참조번호들은 동일한 구성요소들을 나타낸다.
- [0015] 도 1은 c축 배향 주상구조로 성장되는 박막의 모식도이다. 도 1에 나타난 바와 같이 기판(10)에 수직하게 성장하는 c축 배향 주상 구조를 갖는 물질(21)로는 TiN, ZnO, AZO(Al doped ZnO), GZO(Ga doped ZnO), ZrN 등이 있고, 스퍼터 공정을 사용하여 제조가능하고 낮은 온도에서 결정화 가능하여 다양한 기판에 성막하기 용이한 물질로는 TiN, ZnO 등이 있으며, TiN이 가장 바람직하다. 결정화 온도는 물질의 종류에 따라 달라지나, 상온 내지 600℃ 범위인 것이 바람직하다. 상기 범위보다 온도가 낮은 경우에는 결정화가 잘 이루어지지 않을 수 있고, 상기 온도보다 너무 높은 경우에는 기판의 변형을 유발할 수 있어서 불리할 수 있다. 결정화 온도가 350℃보다 낮은 경우에는 폴리이미드와 유기고분자 기재에도 적용 가능하다. 통상적인 실리콘 태양전지의 경우에는 기판(10)이 실리콘이고, 이외에도 투명한 유리 기판 과 유연성을 가지는 폴리이미드기판 등을 기판으로 사용할 수 있다.
- [0016] 도 2 및 도 3은 주상구조물질의 c축 배향면이 기판에 경사지게 형성된 것으로 경사 각도는 20도 내지 70도 범위에서 조절할 수 있으며 광투과도가 90% 이상인 두께에서 성장각도를 제어하여 최소의 반사도를 갖도록 반사방지막을 설계 및 제조할 수 있다. 사용하는 주상구조 박막의 종류에 따라 상이하지만 TiN 박막의 경우 성장각도의 최적화를 통해 50%의 반사도 감소 효과를 얻을 수 있다.
- [0017] 도 2는 주상구조의 기울어진 각도(θ_1)가 약 30도가 되도록 성장 각도가 제어된 박막의 모식도이다.
- [0018] 도 3은 주상구조의 기울어진 각도(θ_1)가 약 45도가 되도록 성장 각도가 제어된 박막의 모식도이다.
- [0019] 본 발명에 따른 반사방지막은 2층 또는 3층의 경사박막을 포함하여 반사율을 현저히 낮출 수 있고 각 층의 두께

및 경사 각도를 조절하여 광투과도 90% 이상의 반사방지막 제조가 가능하다. 도 4는 본 발명에 따른 경사박막(24, 25, 26)이 3층으로 적층된 반사방지막(30)을 도시한 것으로 경사 각도가 다른 3층 박막을 적층하여 빛의 난반사를 99%이상 감소시키는 무반사 코팅으로 활용할 수 있다.

[0020] 본 발명에 따른 주상구조 물질의 결정성장 각도를 제어하는 방법은 스퍼터 공정에서 타겟과 기관이 평행하지 않고 기울어지도록 하여 주상구조 물질의 경사 각도를 용이하게 제어할 수 있다. 도 5는 본 발명에 따른 경사 박막을 제조하기 위한 스퍼터 장치의 일례를 나타낸 것으로 도5a는 주상구조물질 성장방향이 기관이 수직이 되도록 하는 경우이고, 도5b는 주상구조 물질의 성장방향이 기관과 기울어지도록 하는 경우이다. 도 5를 참조하면 타겟이 하부에 위치하고 상부에 위치한 기관의 로더(loader)부에 각도 측정기가 구비되어 있고 기관의 로더부의 경사 각도를 조절하여 기관이 타겟에 대하여 소정의 각도로 경사를 이루도록 함으로써 경사박막을 제조할 수 있다.

[0021] 도 6은 도 5a와 같이 기관이 타겟과 평행하게 놓이도록 하여 제조된 TiN 박막의 단면 전자현미경 사진으로, 스퍼터 장치의 10 mtorr의 압력에서 100 sccm의 Ar 가스를 사용하여 상온에서 실리콘 기관 상에 5분간 증착하여 약 100nm의 TiN 박막을 제조하였다. 도 7은 도 5b의 방법으로 기관을 30도 기울여 제조한 TiN 박막의 단면 전자현미경 사진이고, 도 8은 기관을 45도 기울여 제조한 TiN 박막의 단면 전자현미경 사진이다. 기관의 기울어진 각도가 성장되는 주상구조의 기울어진 각도와 거의 일치함을 알 수 있다. 도 7 및 도 8은 TiN 주상구조의 기울어진 각도를 확인하고자 도 6에 비하여 증착 시간을 길게 하여 각각 평균 두께가 평균 327nm 및 323nm이 되도록 하였다.

[0022] 도 9에 본 발명에 따른 일 실시예로서 본 발명에 따른 반사방지막을 적용한 태양전지(100)의 구조도를 도시하였다. 도 9를 참조하면, p형 실리콘 기관 등의 태양전지용 기관(40) 상에 n형 반도체 층(50) 및 p형 반도체 층(60)이 순차적으로 적층되어 있고, p형 반도체층 상에 전면전극(70) 및 본 발명에 따른 반사방지막(80)이 형성되어 있다. 상술한 바와 같은 성장각도가 제어된 단층의 주상구조물질로 이루어진 반사방지막뿐만 아니라, 2층 또는 3층으로 적층된 반사방지막을 모두 태양전지에 적용할 수 있으며, 반사방지막으로 적용하는 막의 두께는 주상구조의 기울어진 각도 및 물질에 따라 다르게 조절할 수 있으며 광투과도가 90% 이상이 되도록 반사방지막 층 두께를 50 내지 400nm 범위에서 조절하며, TiN의 경우 50 내지 100nm 범위에서 조절하는 것이 적절하다.

도면의 간단한 설명

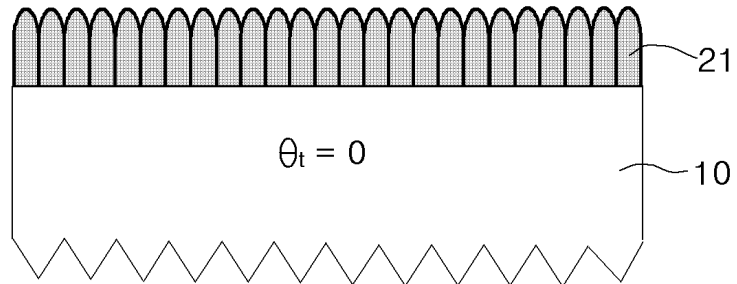
- [0023] 도 1은 c축 배향 주상구조 기관에 수직($\theta_t=0$)로 성장되는 박막의 모식도이다.
- [0024] 도 2는 주상구조의 기울어진 각도(θ_t)가 약 30도가 되도록 성장 각도가 제어된 박막의 모식도이다.
- [0025] 도 3은 주상구조의 기울어진 각도(θ_t)가 약 45도가 되도록 성장 각도가 제어된 박막의 모식도이다.
- [0026] 도 4는 본 발명에 따른 경사박막이 3층으로 적층된 반사방지막을 도시한 것이고,
- [0027] 도 5는 본 발명에 따른 경사 박막을 제조하기 위한 스퍼터 장치의 일례를 나타낸 것으로 도 5a는 주상구조물질 성장방향이 기관이 수직이 되도록 하는 경우이고, 도 5b는 주상구조 물질의 성장방향이 기관과 기울어지도록 하는 경우이다.
- [0028] 도 6은 도 5a의 방법으로 성장된 TiN 박막의 단면 전자현미경 사진이다.
- [0029] 도 7은 도 5b의 방법으로 기관을 30도 기울여 제조한 TiN 박막의 단면 전자현미경 사진이다.
- [0030] 도 8은 도 5b의 방법으로 기관을 45도 기울여 제조한 TiN 박막의 단면 전자현미경 사진이다.
- [0031] 도 9는 본 발명에 따른 반사방지막을 적용한 태양전지의 단면 구조도이다.
- [0032] <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- [0033] 10 : 기관 21, 22, 23, 24, 25, 26 : 주상구조 물질 박막
- [0034] 30 : 3층 반사방지막
- [0035] 40 : 태양전지용 기관 50 : n형 반도체 층

[0036] 80 : 반사방지막
[0037] 60 : p형 반도체 층

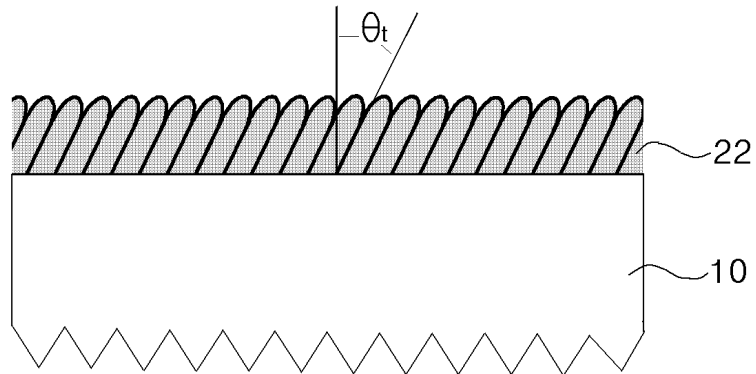
100 : 태양전지
70 : 전면 전극

도면

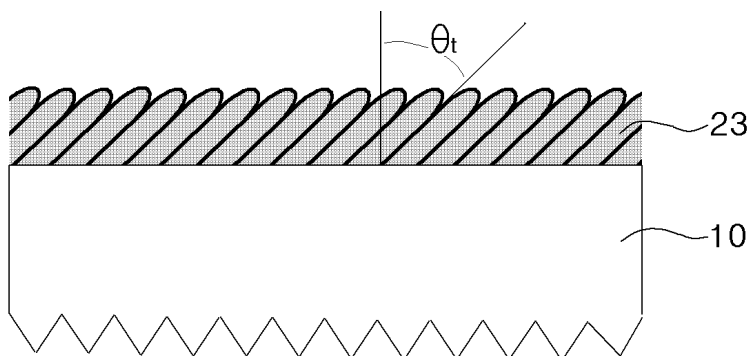
도면1



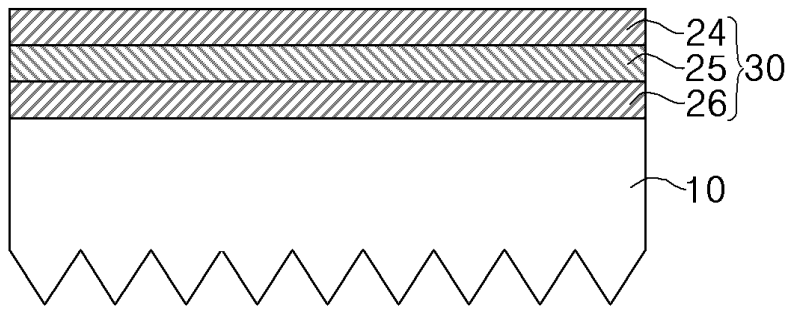
도면2



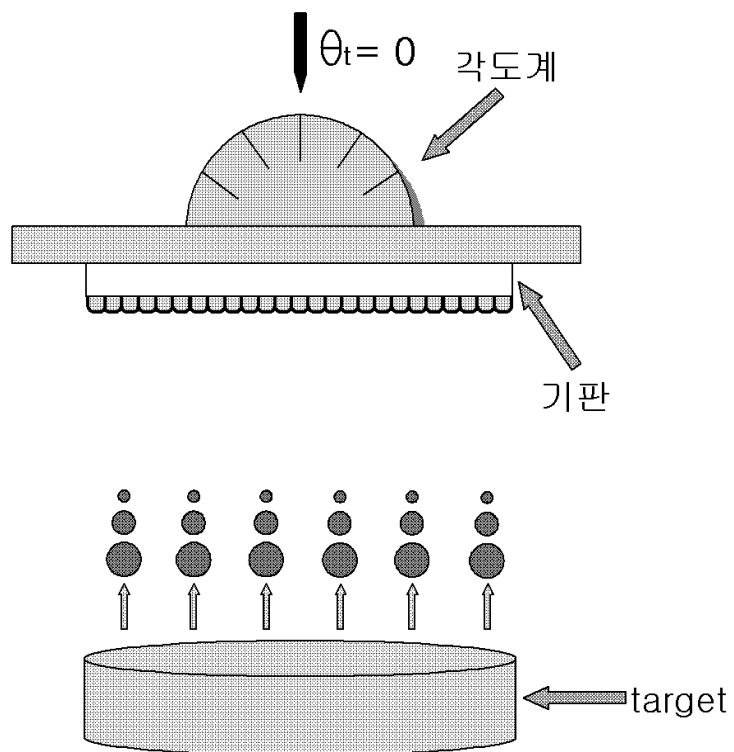
도면3



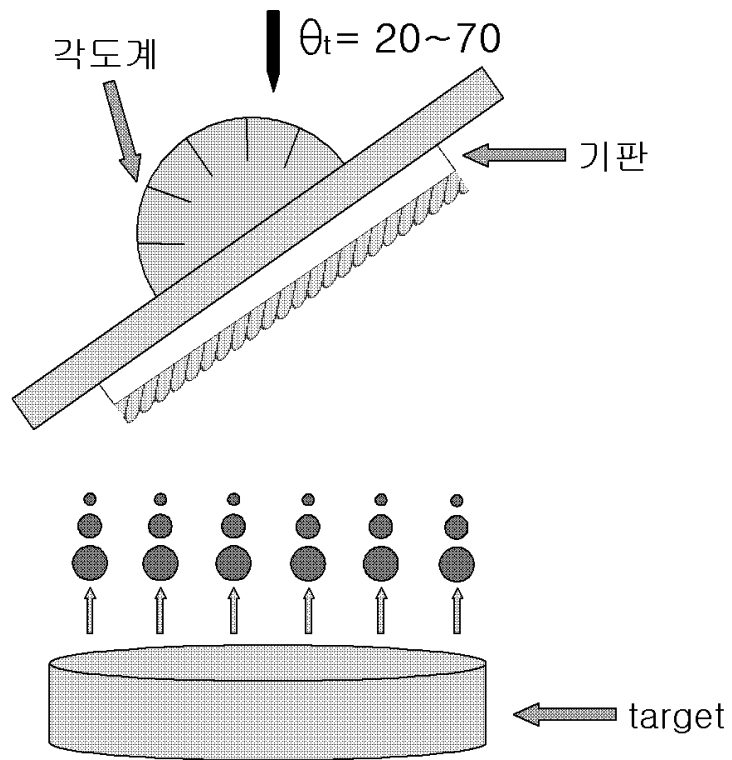
도면4



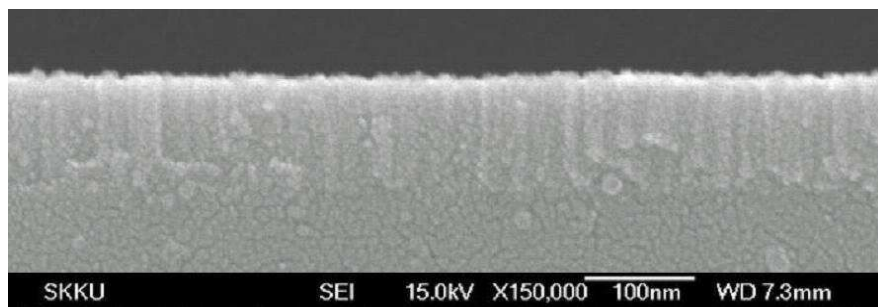
도면5a



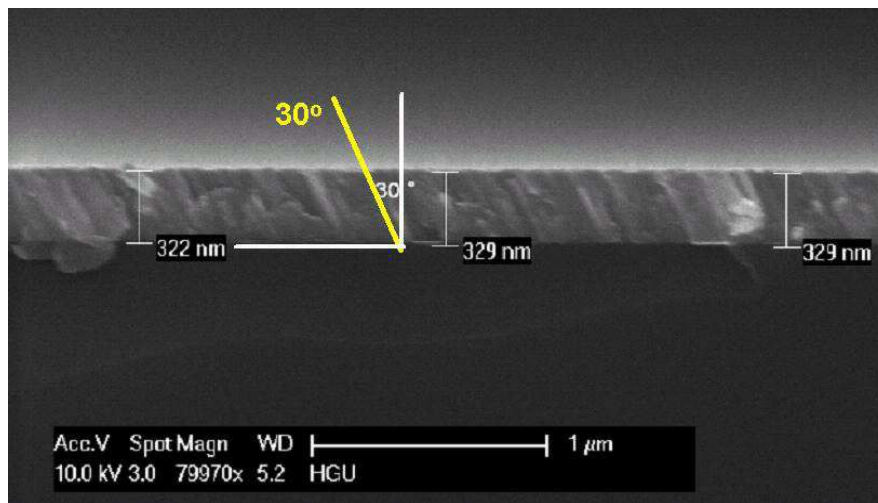
도면5b



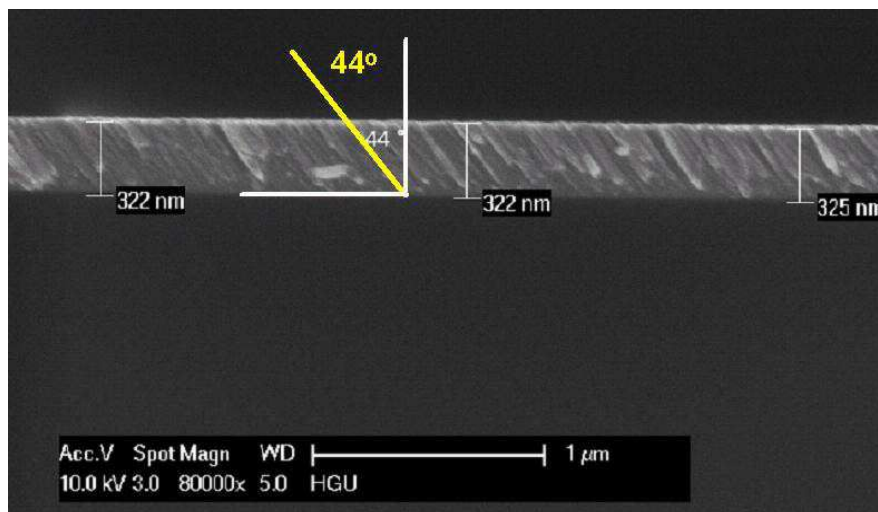
도면6



도면7



도면8



도면9

