



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년03월11일  
(11) 등록번호 10-0811007  
(24) 등록일자 2008년02월29일

(51) Int. Cl.

H01L 31/042 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0080877  
(22) 출원일자 2006년08월25일  
심사청구일자 2006년08월25일  
(65) 공개번호 10-2008-0018565  
(43) 공개일자 2008년02월28일  
(56) 선행기술조사문헌  
KR1020040095320

(73) 특허권자

주식회사 신안에스엔피

대구광역시 달서구 호림동 첨단산업단지 109블록  
6롯데

(72) 발명자

최규한

경북 영천시 성내동2동 138번지

안정철

대구 수성구 상동 72번지 정화 우방팔레스 101동  
1707호

(74) 대리인

나승택, 조영현

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 한상수

(54) I T O 투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀의 제조방법 및상기 방법으로 제작된 솔라셀이 내장된 액정표시 장치

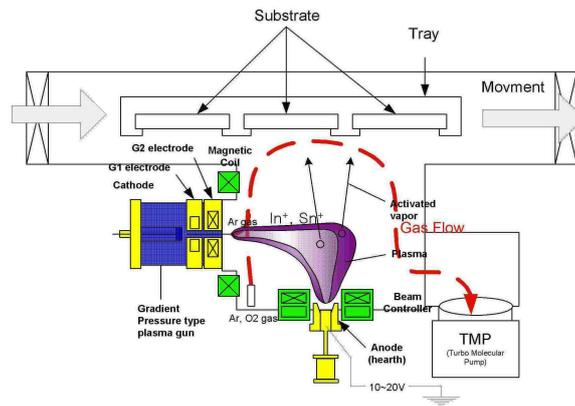
**(57) 요약**

본 발명은 이온 플레이팅에 의하여 제조된 ITO 투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀의 제조방법 및 상기 방법으로 제작된 솔라셀이 내장된 액정표시장치에 관한 발명이다.

종전에는 스퍼터링 방법에 의하여 ITO 투명 전도성 박막을 제작하였으나, 이러한 공정을 이용하는 경우, 열적 변화로 인한 문제점이 발생하였다. 따라서 FTO(Flouro Tin Oxide)를 사용하였는데, 이는 제조공법상 비용이 고가이며 대형화에 어려움이 발생하였다.

따라서 본 발명은 이온플레이팅 방법을 이용하여 투명 전도성 박막을 제조함으로써 제조 비용을 감소시킬 뿐만 아니라 광전 효율이 우수한 솔라셀을 제조하는 것을 목적으로 한다.

**대표도 - 도1**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀 제조방법에 있어서,  
 전 스퍼터링 공정을 이용하여 산화규소를 플라즈마 상태로 만들어 기판을 예비 증착하는 단계;  
 상기 기판에 30 내지 250℃의 온도에서 이온 플레이팅 공정을 이용하여 인라인 방식으로 ITO를 코팅하는 단계;  
 및  
 상기 코팅된 기판을 가열 및 소성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀 제조방법.

**청구항 2**

제 1 항에 있어서,  
 상기 기판은 유리 또는 플렉서블 기판인 것을 특징으로 하는 투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀 제조방법.

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,  
 상기 이온 플레이팅 공정시의 진공도는, 플라즈마 건 영역에서 0.5 내지 5torr, 플라즈마 발생 영역에서 1 내지 10mtorr인 것을 특징으로 하는 투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀 제조방법.

**청구항 4**

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항의 방법을 이용하여 제작된 솔라셀을 적용한 액정표시장치로서,  
 디스플레이 상부에 셀 갭을 형성하고, 상기 솔라셀의 양면에는 투명 전도막이 포함되며, 상기 솔라셀의 양면에 기판을 포함하는 구조로 이루어지는 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

**청구항 5**

제 4 항에 있어서,  
 상기 솔라셀의 표면 조도는 20Å 내지 300Å인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

**청구항 6**

제 4 항에 있어서,  
 상기 솔라셀의 비저항은  $1.45 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$  내지  $3 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$ 인 것을 특징으로 하는 액정표시장치.

**청구항 7**

삭제

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

<11> 본 발명은 이온 플레이팅(ion plating)에 의하여 제조된 ITO 투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀(solar cell)의 제조방법 및 상기 방법으로 제작된 솔라셀이 내장된 액정표시장치에 관한 것이다. 투명 전도성 필름은 빛을 통과시키고 전기를 흐르게 하는 고유한 특성을 가지고 있기 때문에 평판 디스플레이 및 태양전지에서 필수적이고 중요한 요소이다.

- <12> 종래에는 불소 도핑 산화주석(FTO), 산화주석(TO)을 이용하여 디스플레이 장치에 사용되는 투명 도전막을 제조하였으나, 이는 제조 비용이 매우 높으며, 투명 도전막의 대형화에 어려운 문제가 있다.
- <13> 일본 공개 공보(평09-171188호)는 스퍼터링 방법에 의한 ITO 투명 전도성 필름의 제조에 대해 공개하고 있는데, 낮은 저항을 갖는 ITO 투명 전도성 필름을 300℃ 이상의 온도에서 기판을 가열함으로써 수득하는 방법을 기재하고 있다. 또한, 일본 공개 공보(제2004-00340107호)는 이온 도금 장치를 이용하여 기판상에 ITO 투명 전도성 필름을 형성하는 방법을 이용하고 있는데, 플라즈마 빔을 이용하여 빔을 생성하고 ITO 소스를 가열, 증발시켜 이온화하여 투명 전도성 필름을 생성한다. 이러한 발명의 경우, 본원발명과 달리 증착시 입자 저하 및 양산 가능성의 측면에서 불리하며, 플라즈마 건의 각도 조절 및 ITO 코팅 기판의 목표 물질에 대하여 플라즈마를 집중화할 수 있는 전자기장을 형성하기에 불리하다는 단점이 있다.
- <14> 본 발명은 상기한 바와 같은 문제를 해결하기 위한 것으로서 최적의 조건에서 이온 플레이팅에 의하여 제조된 투명한 ITO 기판을 이용하여 솔라셀을 제작하는 방법 및 상기 방법으로 제작된 솔라셀이 내장된 액정표시장치를 제조하는 것을 목적으로 한다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <15> 본 발명은 이온 플레이팅(ion plating)에 의하여 제조된 ITO 투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀(solar cell)의 제조방법 및 상기 솔라셀이 내장된 액정표시장치로서, 액정표시장치가 태양광을 집광하여 전력을 생산하는 기능을 함께 갖출 수 있도록 한 솔라셀 내장 액정표시장치가 제공된다. 본 발명은 전술한 문제점을 극복하기 위한 것으로서, 액정표시장치가 전력을 생산하는 수단으로 기능할 수 있고, 이렇게 생산된 전력은 특히, 휴대기기의 배터리를 충전시키는 에너지원으로 사용될 수 있으므로, 대형화, 양산 가능성 및 기판 비용의 감소를 가져올 뿐만 아니라 우수한 효율을 나타내는 것을 목적으로 한다.

**발명의 구성 및 작용**

- <16> 이하 본 발명의 기술적 구성에 대하여 상세히 설명한다.
- <17> 본 발명에 의한 투명 전도성 박막을 이용한 솔라셀 제조방법에 있어서, 전 스퍼터링(pre-sputtering) 공정을 이용하여 산화규소(SiO<sub>2</sub>)를 플라즈마 상태로 만들어 기판을 예비 증착하는 단계; 상기 기판에 30 내지 250℃의 온도에서 이온 플레이팅 공정을 이용하여 인라인 방식으로 ITO를 코팅하는 단계; 및 상기 코팅된 기판을 가열 및 소성하는 단계를 포함한다. 상기 기판은 유리 또는 플렉서블(flexible) 기판을 이용할 수 있으며, 상기 이온 플레이팅 공정시의 진공도는, 건 부위에서 0.5 내지 5torr, 플라즈마 발생부에서 1 내지 10mtorr인 것을 특징으로 한다. 상기 예비 증착 단계를 포함하는 방법이 바람직하나, 생략하고 이용할 수도 있다.
- <18> 또한 본 발명에 따른 액정표시장치는 상기 방법으로 제작된 솔라셀을 적용한 액정표시장치로서, 디스플레이 상부에 셀 갭을 형성하고, 상기 솔라셀의 양면에는 투명 도전막이 포함되며, 상기 솔라셀의 양면에 기판을 포함하는 구조로 이루어진다.
- <19> 상기 액정표시장치의 솔라셀의 표면 조도는 50Å 내지 100Å이며, 상기 솔라셀의 비저항은 1.45\*10<sup>-4</sup>Ω\*cm 내지 3\*10<sup>-4</sup>Ω\*cm이다. 상기 표면 조도가 50Å이하인 경우에는 영상의 반사 현상이 일어날 수 있으며, 100Å이상에서는 표면이 거칠기가 커지므로, 상기 값 이내로 조절하는 것이 바람직하다. 또한, 솔라셀의 저항이 1.45\*10<sup>-4</sup>Ω\*cm 이하인 경우, 이온 플레이팅이 원활하지 않으며, 3\*10<sup>-4</sup>Ω\*cm 이상인 경우에는 솔라셀의 효율이 낮아지므로, 상기 값을 유지하는 것이 바람직하다.
- <20> 또한, 본 발명은 상기 방법에 따라 제작된 솔라셀에서 생성된 태양 에너지를 저장하여 액정 표면에서 에너지원으로 이용하는 것을 특징으로 하는 액정표시장치를 권리범위에 포함한다.
- <21> 상기와 같은 본원발명에 대하여 구체적으로 살펴보기 전에 본원 발명에서 이용되는 이온 플레이팅 방법 및 ITO(indium tin oxide) 기판에 대하여 간단히 설명하기로 한다.
- <22> 박막을 피복하는 방법에는 PVD(physical vapor deposition)법 및 CVD(chemical vapor deposition)법이 있다. PVD법은 박막형성에 일반적으로 이용되어 온 방법으로서, 저온처리에 의해서 비교적 간단한 방법으로 박막을 형성할 수 있기 때문에 최근 표면경화의 수단으로 많이 이용되고 있다. PVD법은 크게 (i)이온을 이용하지 않는 진공증착(evaporation), (ii)이온을 이용하는 스퍼터링(sputtering), 이온플레이팅(ion plating), 이온주입(ion

implantation), 이온빔믹싱(ion beam mixing) 등이 있다. CVD법은 가스반응을 이용해서 금속, 탄화물, 질화물, 산화물 및 황화물 등을 기판에 피복하는 방법을 의미한다. 이러한 방법은 반응이 비교적 고온에서 이루어지므로 기판재료, 즉 모재가 제한적으로 이용된다.

- <23> 스퍼터링 방법은 모재의 내마모성, 내식성, 내열성 및 장식성 등을 향상시킬 목적으로 이용되기 때문에 기존에는 스퍼터링에 의해 ITO 기판을 제작하였으나, 밀착성이 약하며, 대형화에 어려움이 있고 가격이 비싸다는 단점이 있기 때문에 본 발명에서는 이온 플레이팅법을 이용하여 ITO 기판을 이용한다.
- <24> 이온 플레이팅은 진공 용기 내에서 금속을 증발시키고, 기판에 (-)극을 걸어주어 글로우 방전(glow discharge)에 의해 이온화가 촉진되게 함으로써 진공 증착보다 밀착력이 우수한 피막을 얻을 수 있다. 상기와 같이 이온화를 촉진시키기 위해 일반적으로 글로우 방전이 사용되는데, 방전되는 도중에 매우 다양한 입자가 생성된다. 이온화율을 높여 이온 플레이팅 효과를 향상시킬 수 있다.
- <25> 이하에서는 본 발명을 도면을 참고하여 설명하기로 한다.
- <26> 도 1은 본 발명에 따라 솔라셀을 제조하는 방법의 개략도이다. 종래의 이온 플레이팅 방식을 응용하여 플라즈마 건의 각도를 변경하여 플라즈마가 기판에 적정량 도달하여 표면을 에칭하는 방식과 증착시 큰 입자의 제어를 위하여 펌프의 위치를 가스 유입구와 대치되는 위치에 설치하는 것을 특징으로 한다. 플라즈마 건 영역은 대략 0.5 내지 5torr, 플라즈마 발생부는 1 내지 10mtorr의 진공도를 유지하는 압력 구배에 의하여 플라즈마가 이동되도록 한다. 생성된 플라즈마는 플라즈마 건 영역과 ITO 타블렛이 위치한 영역에서 45 내지 135도까지 휘 수 있도록 전기장 및 자기장을 이용하여 설정되는 시스템을 이용한다. 상기 전/자기장의 위치는 건 영역과 타겟 소스의 두 영역을 기본으로 한다. 아르곤 가스 분위기 하에서 플라즈마를 형성하고, 기판에 이온 플레이팅 공정을 통하여 ITO를 코팅하며, 인라인 방식을 이용한다. 상기 코팅 단계를 거친 후, 기판의 가열 및 소성은 인라인 생산 공정은 별도의 챔버에서 실시한다.
- <27> 도 2는 제조된 ITO 기판을 모재로 이용하여 염료 감응형 솔라셀을 제작한 모식도로서, 도 10은 상기 솔라셀과 종래의 염료 감응형 솔라셀의 특성을 대비하여 표로 나타내었다.
- <28> 도 3은 본 발명에 따라 제조된 솔라셀이 내장된 액정표시장치이다. 본 발명에 의하여 제조된 액정표시장치는 유리 또는 고분자 박막의 사이에 이온 플레이팅 방법에 의하여 ITO를 코팅한 솔라셀을 내장한 구조를 갖는다. 투명 전도성 ITO 기판을 이용하기 때문에, 디스플레이 액정으로 이용하기에 적합하며, 화면 전면을 이용하여 솔라셀 자체의 에너지 생성 및 충전이 가능하다.
- <29> 도 4는 각각의 온도에 따른 ITO 결정화 정도를 나타내는 그래프로서, 상온에서 200℃까지 이온 플레이팅을 이용하여 코팅할 경우, 스퍼터링 방법을 이용하여 코팅하는 경우에 비하여 결정화 정도에 큰 차이가 있음을 나타낸다. 스퍼터링 방법의 경우 온도가 낮아질수록 배향성, 즉 결정화 정도가 낮아지기 때문이다.
- <30> 도 5는 본 발명에 따른 온도 변화에 대한 저항 및 에칭율의 그래프이다. 온도가 높아짐에 따라 저항이 낮아지며, 에칭율도 저항과 비슷한 변화를 나타낸다.
- <31> 도 6 및 도 7은 본 발명의 온도 변화에 따른 성막 조성의 5만배 및 10만배 확대 사진이다.
- <32> 도 8은 막 두께 대비 과장에 따른 투과율을 나타낸 그래프이다. 필름의 두께가 증가하면 필름 스트레스가 증가한다는 점 및 제조 단가, 광 투과도를 고려하여 ITO 투명 전도성 필름의 두께를 조절하는 것이 바람직하다. 도 8의 그래프를 보면, 1400Å 내지 1600Å인 경우가 가장 투과율이 우수한 것으로 나타난다. 도 9는 코팅 방식별 과장에 따른 투과율을 나타낸 그래프이다. 본 발명과 같이 이온 플레이팅 방법을 이용하는 경우가 스퍼터링 방법에 의한 경우보다 투과율이 높은 것으로 나타났다.
- <33> 도 10은 스퍼터링 방법에 의하여 ITO를 제작한 경우, FTO를 이용한 경우 및 본 발명에 따른 경우의 바이어스에 따른 전류의 세기를 나타낸 결과이며, 아래의 표에서도 상기의 솔라셀을 비교한 결과를 볼 수 있다.
- <34> 다음의 표는 본 발명에 따라 이온 플레이팅 방법에 의하여 제조된 ITO기판을 이용한 솔라셀과 기존의 스퍼터링 방법에 의하여 제조된 ITO기판 및 일반적으로 대형화 및 기판의 가격이 비싼 FTO를 대비한 결과이다.
- <35> 발명에 따라 이온 플레이팅 방법에 의하여 ITO 기판을 제조하여 이용하는 경우, FTO 기판을 이용하는 경우보다 가격면에서 저렴하고, 대형화도 가능하게 되었으며, 에너지 및 전류 밀도 등의 면에서도 거의 유사한 값을 나타낼 수 있다. 또한 스퍼터링 방법에 의하여 제조된 ITO 기판의 경우는 이온 플레이팅 방법에 의하여 제조된 경우보다 그 효율이 떨어지는 것을 알 수 있다.

<36>

구분	Voc(V)	Isc(mA/cm <sup>2</sup> )	FF(%)	EFF(%)
스퍼터 ITO	0.63	11.63	0.41	3.73
FTO	0.64	11.22	0.47	4.18
이온플레이팅 ITO	0.64	12.19	0.42	4.10

<37> 상기 표에서 나타내는 수치에 대한 설명은 다음과 같다.

<38> \*Voc(open circuit potential)는 회로에 큰 저항이 걸려 광전류가 흐르지 않을 때 생성된 광전압으로 전지에서 얻을 수 있는 깁스 프리 에너지(Gibbs free energy)이다. 높은 Voc를 얻기 위해서는 전하 운반(charge carrier)의 확산 거리가 가급적 커야하고, 도너(donor)와 억셉터(acceptor)의 도핑농도가 가급적 커야하고, 결정의 부피가 얇은 박막과 같이 가급적 작아야 한다.

<39> \*Isc(short circuit current)는 광전압이 생성되지 않았을 때, 전지에서 얻을 수 있는 최대 전류밀도이다. 또한 전자-정공 쌍으로 전환되는 광양자의 총수와 같다.

<40> \*FF(fill factor)는 도 10에서 Vm/Im으로 표현되는 저항의 최적점이다. 이때 최대출력은 Vm과 Im의 곱인 Pm=VmIm으로 나타낸다. FF는 Pm과 VocIsc의 비율로써, 전지의 성능을 나타내는 주요한 척도이다.

<41> --- >  $FF = V_m I_m / V_{oc} I_{sc}$

<42> FF는 Voc의 함수이므로, Voc가 높을수록 커지게 된다. 일반적으로 최적화된 태양전지에서 FF는 0.6 내지 0.75의 범위에 있다.

<43> \*EFF(광전효율)은 광전출력과 투입된 태양광 에너지의 비율로써 다음과 같이 정의된다.

<44> --- >  $\eta = I_m V_m / P_{light} = FF I_{sc} V_{oc} / P_{light}$

<45> P<sub>light</sub>는 태양전지에 투입되는 태양광 에너지이며, 통상적으로 상업상 이용되는 태양전지의 효율은 12 내지 16%이다.

<46> <실시예>

<47> 본 발명에서는 우선, 산화규소를 전 스퍼터링(pre-sputtering) 공정을 이용하여 기판에 예비 증착하는 단계를 거친다. 이 후에, 8.7kw의 전압을 인가하여 ITO 입자 표면의 온도를 1000℃ 정도로 상승시켜 승화를 시킨다. 상기 승화된 ITO 입자는 아르곤 플라즈마 분위기 하에서 거의 완전히 이온화된다. 상기 기판 표면에 성막된 입자의 경우, 이온화 단계에서 부족한 산소 결합이 발생되는데, 이는 챔버내의 아르곤 가스 유입 라인 옆에 별도로 위치시킨다. 이 산소 가스는 유체의 흐름에 의하여 기판 표면을 유동하는데, 이때 부족 산소량을 채워준다. 따라서 이러한 경우 입자를 분석한 결과, 공정 중 1μm 이상의 입자는 검출되지 아니하였다.

<48> 상기 조건하에서 기판의 온도를 30℃ 내지 250℃로 단계별로 성막하였다. 도 7 및 도 8은 온도가 상승함에 따라 주결정의 배향성이 증대된다는 것을 보여준다. 또한 주결정화 정도가 낮을수록 비결정질의 성질이 강해지므로 에칭율은 빨라진다. 비저항은 1.45\*10<sup>-4</sup>Ω\*cm 내지 3\*10<sup>-4</sup>Ω\*cm이며, 표면 조도(Ra)는 20 내지 300Å이었으며, 온도의 상승 정도에 따라 결정화로 인하여 표면 조도의 값이 높아졌다.

<49> 본 발명을 구성을 중심으로 실시예와 비교예를 참조하여 상세하게 설명하였다. 그러나 본 발명의 권리범위는 상기 실시예에 한정되는 것은 아니며 첨부된 특허청구범위 내에서 다양한 형태의 실시예로 구현될 수 있다. 특허청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 누구든지 가능한 다양한 변형 가능한 범위까지 본 발명의 청구 범위 기재의 범위 내에 있는 것으로 본다.

**발명의 효과**

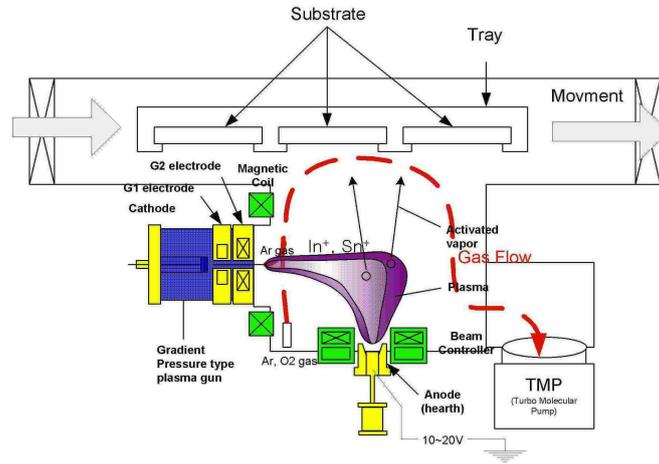
<50> 본 발명에 따른 솔라셀을 이용하는 경우, 제조 비용이 낮으며 대형화에 유리하고 광전 효율이 우수한 투명전도성 박막을 제조하는데 매우 유리하다. 또한, 핸드폰 충전 대신 태양력을 이용하여 충전 기능을 할 수 있으므로 매우 편리하고 경제적이다.

**도면의 간단한 설명**

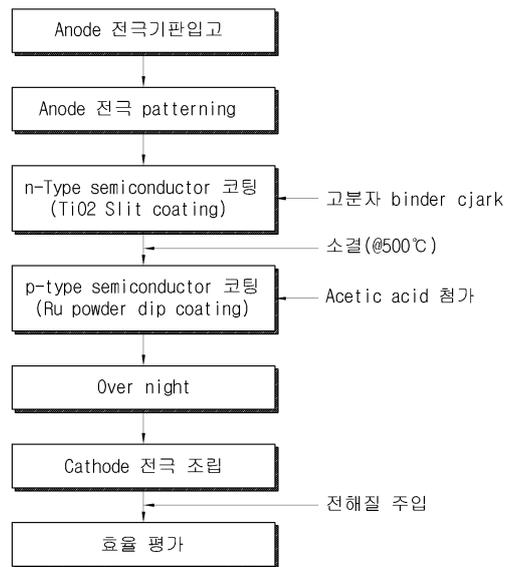
- <1> 도 1은 본 발명에 따라 솔라셀을 제조하는 방법의 개략도이다.
- <2> 도 2는 ITO 기판을 이용하여 염료 감응형 솔라셀을 제작한 모식도이다.
- <3> 도 3은 본 발명에 따라 제조된 솔라셀이 내장된 액정표시장치이다.
- <4> 도 4는 각각의 온도에 따른 ITO 결정화 정도를 나타내는 그래프이다.
- <5> 도 5는 본 발명에 따른 온도 변화에 대한 저항 및 예칭율의 그래프이다.
- <6> 도 6은 본 발명의 온도 변화에 따른 성막 조성의 5만배 확대 사진이다.
- <7> 도 7은 본 발명의 온도 변화에 따른 성막 조성의 10만배 확대 사진이다.
- <8> 도 8은 막 두께 대비 과장에 따른 투과율을 나타낸 그래프이다.
- <9> 도 9는 코팅 방식별 과장에 따른 투과율을 나타낸 그래프이다.
- <10> 도 10은 바이어스에 따른 전류의 세기를 나타낸다.

도면

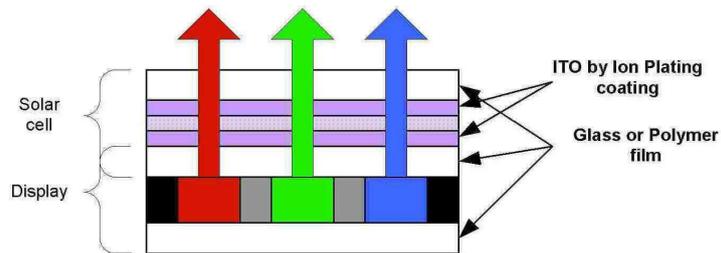
도면1



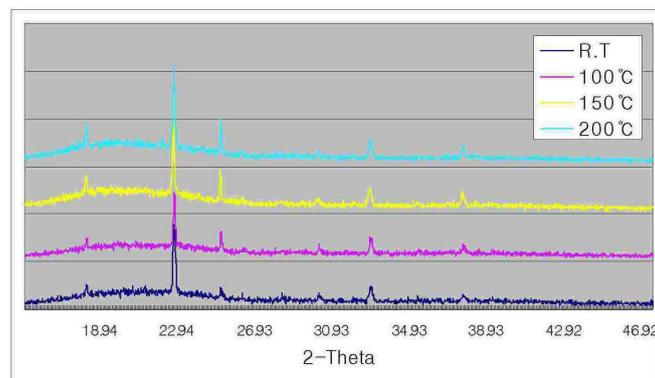
도면2



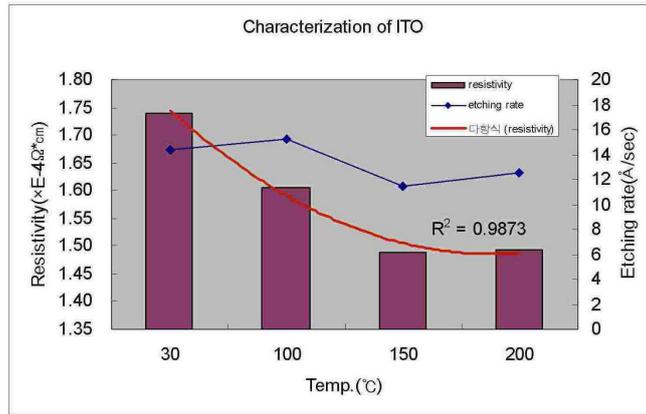
도면3



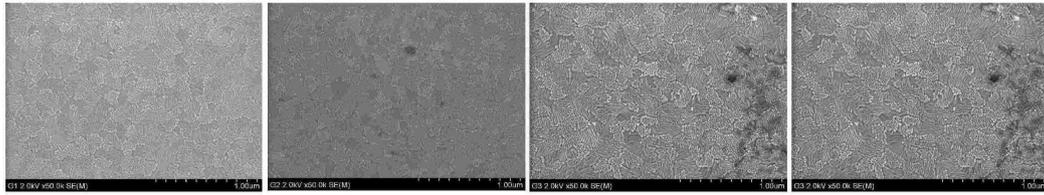
도면4



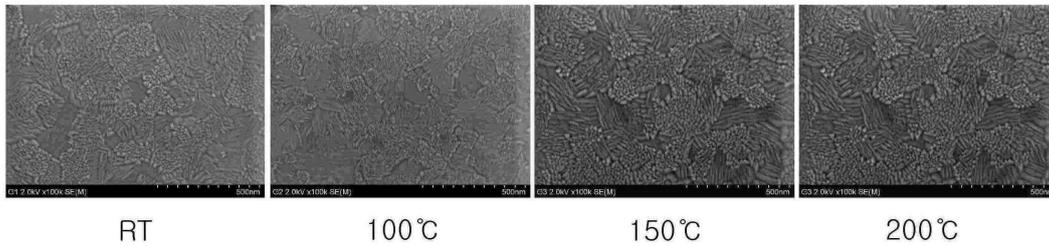
도면5



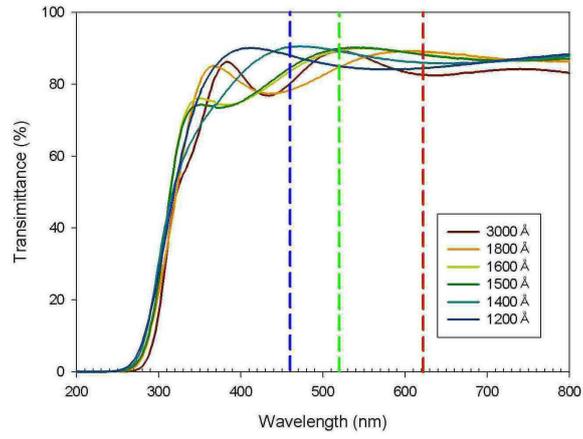
도면6



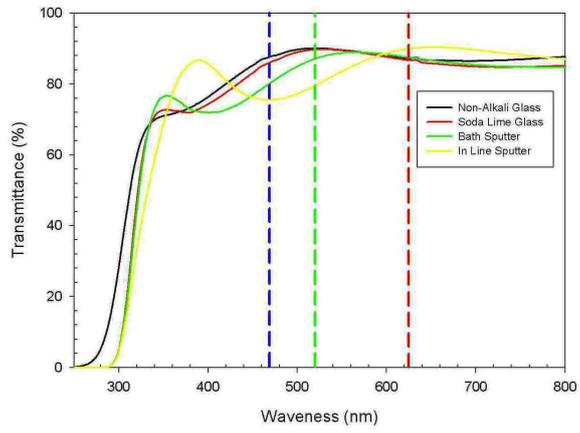
도면7



도면8



도면9



도면10

