

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0067666 (43) 공개일자 2016년06월14일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01B 5/14 (2006.01) G06F 3/041 (2006.01) G09F 9/00 (2006.01) (21) 출원번호 10-2014-0173342 (22) 출원일자 2014년12월04일 심사청구일자 2014년12월04일		(71) 출원인 고려대학교 산학협력단 서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가) (72) 발명자 성태연 서울특별시 서초구 신반포로33길 64 한신로얄아파트 1동 506호 김준호 대구광역시 달서구 조암남로 24 태왕아너스월성아파트 105동 1502호 (74) 대리인 이동건

전체 청구항 수 : 총 4 항

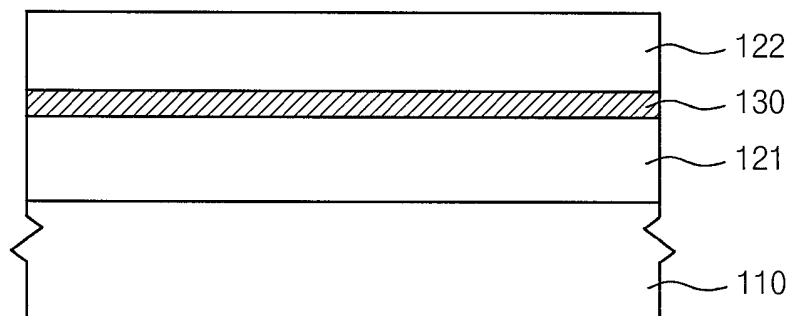
(54) 발명의 명칭 다층 투명 전극 구조물

(57) 요약

다층 투명 전극 구조물은 기판, 기판 상에 형성되며, 티타늄 산화물로 이루어진 제1 티타늄 산화물층, 제1 티타늄 산화물층 상에 형성되고, 18 내지 22 nm의 두께를 갖는 실버(Ag)층 및 실버(Ag)층 상에 형성되며, 티타늄 산화물로 이루어진 제2 티타늄 산화물층을 포함하고, 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각은 실버(Ag)층에 대하여 1.50 내지 2.25배의 두께 비를 가진다. 개선된 투과도 및 면저항을 갖는 다층 투명 전극 구조물이 형성될 수 있다

대표도 - 도1

100



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10049601

부처명 한국산업기술평가관리원

연구관리전문기관 에너지공동기술연구소

연구사업명 벤처형전문소재 기술개발사업

연구과제명 OLED조명을 위한 flexible 기관용 광추출 효율이 2.0배 향상된 flexible 전도성 광추출 기
관 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 덕산하이메탈(주)

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관 상에 형성되며, 티타늄 산화물로 이루어진 제1 티타늄 산화물층;

상기 제1 티타늄 산화물층 상에 형성되고, 18 내지 22 nm의 두께를 갖는 실버(Ag)층; 및

상기 실버(Ag)층 상에 형성되며, 티타늄 산화물로 이루어진 제2 티타늄 산화물층을 포함하고,

상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각은 상기 실버(Ag)층에 대하여 1.50 내지 2.25배의 두께비를 갖는 것을 특징으로 하는 다층 투명 전극 구조물.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층은 35 내지 45 nm의 두께를 각각 갖는 것을 특징으로 하는 다층 투명 전극 구조물.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 기관은 플렉서블 재질로 이루어진 것을 특징으로 하는 다층 투명 전극 구조물.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 하나의 항에 따른 다층 투명 전극 구조물을 포함하는 플렉서블 전자 소자.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 다층 투명 전극 구조물에 관한 것이다. 보다 상세하게는 기관 상에 광학적으로 투명한 특성 및 전기적으로 우수한 전기전도도를 갖는 다층 투명 전극 구조물에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] ITO 투명 전극은 우수한 전기전도도 및 높은 광투과도를 갖는 전극 재료로서 현재까지 광범위하게 사용되고 있다. 하지만, 상기 ITO 투명 전극을 형성하기 위하여 고온 열처리를 통한 결정화 공정이 요구된다. 하지만 기관이 플렉서블한 고분자로 이루어질 경우, 상기 고온 열처리 공정이 어려운 문제가 있다.

[0003] 따라서, ITO 투명 전극을 대체하고자 많은 연구가 진행되고 있다. 일 예로서, 옥사이드/메탈/옥사이드 (OMO) 다층 구조의 투명 전극이 개시되어 있다. 고온 열처리가 필요한 ITO 투명 전극에 비해 상기 다층구조의 투명 전극은 열처리가 필요하지 않아서 플렉서블한 폴리머 기관을 사용할 수 있으며, 경제적인 측면에서도 열처리 공정을 줄이고, ITO에 비해 생산 가격을 낮출 수 있는 경쟁력을 지니고 있다.

[0004] 이러한 많은 장점을 지니고 있는 다층 구조의 투명 전극도 단점이 하나 있는데, 기존의 투명 전극으로 사용되는 ITO에 비해서 낮은 면저항을 지니고 있음에도 불구하고 중간에 삽입된 금속 박막으로 인해 광투과도가 낮아서 유기태양전지의 효율이 낮다는 문제점을 지니고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안한 것으로써, 본 발명의 일 목적은 상대적으로 낮은 면저항 및 높은 광투과도를 갖는 다층 투명 전극 구조물을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0006] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 다층 투명 전극 구조물은 기판, 상기 기판 상에 형성되며, 티타늄 산화물로 이루어진 제1 티타늄 산화물층, 상기 제1 티타늄 산화물층 상에 형성되고, 18 내지 22 nm의 두께를 갖는 실버(Ag)층 및 상기 실버(Ag)층 상에 형성되며, 티타늄 산화물로 이루어진 제2 티타늄 산화물층을 포함하고, 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각은 상기 실버(Ag)층에 대하여 1.50 내지 2.25배의 두께 비를 가진다.
- [0007] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층은 35 내지 45 nm의 두께를 각각 가질 수 있다.
- [0008] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 기판은 플렉서블 재질로 이루어질 수 있다.

발명의 효과

- [0009] 본 발명의 실시예에 따른 다층 투명 전극 구조물은 제1 및 제2 티타늄 산화물층 사이에 개재되고 18 내지 22 nm의 두께를 갖는 실버(Ag)층 및 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각은 상기 실버(Ag)층에 대하여 1.50 내지 2.25배의 두께 비를 갖도록 형성됨에 따라 개선된 투과도 및 면저항을 갖는 다층 투명 전극 구조물이 형성될 수 있다. 이로써 다층 투명 전극 구조물은 기존 ITO 투명전극을 대체할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 투명 전극 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.
- 도 2는 도 1의 다층 투명 전극 구조물에 대한 투자 전자 현미경 사진이다.
- 도 3은 도 1의 다층 투명 전극 구조물의 광과장에 따른 광투과도를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 도 1의 다층 투명 전극 구조물에 포함된 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각의 두께 변화에 따른 저항 및 면저항을 나타내는 그래프이다.
- 도 5는 도 1의 다층 투명 전극 구조물에 포함된 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각의 두께 변화에 따른 성능 지수를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.
- [0012] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [0013] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0014] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0015] **다층 투명 전극 구조물**

[0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 투명 전극 구조물을 설명하기 위한 단면도이다.

[0017] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 다층 투명 전극 구조물(100)은 기판(110), 제1 티타늄 산화물층(121), 실버(Ag)층(130) 및 제2 티타늄 산화물층(122)을 포함한다. 상기 다층 투명 전극 구조물(100)은 상대적으로 우수한 광투과도 및 전도성을 가짐에 따라 태양전자, 유기발광다이오드, 액정표시장치의 전극으로서 적용될 수 있다.

[0018] 상기 기판(110)은 광학적으로 투명한 성질을 갖는다.

[0019] 상기 기판(110)은 기판(110) 위에 제조되는 투명 전극을 지지하기 위한 모재 기판으로, 유연성이 없는 유리 기판, 사파이어 기판과 같은 투명 기판이 사용되거나 폴리에틸렌나프탈레이트(PEN), 폴리에틸렌테레프탈레이트(PET), 폴리카보네이트(PC), 폴리에틸렌술폰(PES), 폴리이미드(PI), 폴리아릴레이트(PAR), 폴리싸이클릭올레핀(PCO), 폴리메틸메타크릴레이트(PMMA), 가교형 에폭시(crosslinking type epoxy), 가교형 우레탄 필름(crosslinking type urethane)와 같은 플렉시블 투명 기판이 사용될 수 있다. 바람직하게 본 발명에 따

[0020] 상기 제1 티타늄 산화물층(121)은 상기 기판(110) 상에 형성된다. 상기 제1 티타늄 산화물층(121)은 티타늄 산화물로 이루어짐에 따라 상대적으로 우수한 고굴절율, 가시광선 영역에 대한 우수한 광투과도 및 화학적 안정성을 가질 수 있다.

[0021] 상기 실버(Ag)층(130)은 상기 제1 티타늄 산화물층(121)에 형성된다. 상기 실버(Ag)층(130)은 상대적으로 높은 전기 전도도를 갖는 반면에 광학적으로 상대적으로 낮은 광투과도를 가지는 문제가 있다. 따라서, 상대적으로 낮은 광투과도를 갖는 상기 실버(Ag)층(130)은 가능한 한 얇은 두께, 예를 들면 10 nm 이하의 두께를 가지도록 요구되고 있다. 하지만, 상기 실버(Ag)층(130)은 상대적으로 높은 전기 전도도를 가짐에 따라 상기 다층 투명 전극 구조물(100)의 면저항을 감소시키는 기능을 할 수 있다.

[0022] 상기 제2 티타늄 산화물층(122)은 상기 실버(Ag)층(130) 상에 형성된다. 상기 제2 티타늄 산화물층(122)은 상기 제1 티타늄 산화물층(121)과 실질적으로 동일한 물질로 이루어 질 수 있다. 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들(121, 122)은 상호 동일한 두께를 가질 수 있도록 구비될 수 있다.

[0023] 하지만 본 발명의 실시예들에 따른 상기 실버(Ag)층(130)은 18 내지 22 nm 의 두께를 가진다. 이 경우, 상기 실버(Ag)층(130)이 단독으로 투명 전극으로 사용될 경우 상술한 바와 같이 낮은 광투과도를 가짐에 따라 투명 전극으로 사용되기에는 적합하지 않은 문제를 갖는다.

[0024] 하지만, 본 발명의 실시예들에 따른 다층 투명 전극 구조물(100)은 상기 실버(Ag)층(130)이 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들(121, 122) 사이에 샌드위치 방식으로 개재된다. 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들(121, 122) 각각은 상기 실버(Ag)층(130)에 대하여 1.50 내지 2.25배의 두께 비를 가질 수 있다. 이로써 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들(121, 122) 및 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들(121, 122) 사이에 샌드위치 방식으로 개재된 실버(Ag)층(130)을 포함하는 다층 투명 전극 구조물(100)은 상기 실버(Ag)층(130)의 상대적인 높은 두께를 가짐에 따라 전기 전도성이 개선될 수 있다. 나아가, 상기 실버(Ag)층(130)이 상대적인 높은 두께를 가짐에도 불구하고, 제1 및 제2 티타늄 산화물층들(121, 122) 각각은 상기 실버(Ag)층(130)에 대하여 1.50 내지 2.25배의 두께 비(thickness ratio)를 가짐에 따라 상기 다층 투명 전극 구조물(100)이 개선된 광투과도를 가질 수 있다.

[0025] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 실버(Ag)층(130)은 18 내지 22 nm 의 두께를 가질 경우, 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들(121, 122)은 35 내지 45 nm 의 두께를 각각 가질 수 있다.

[0026] **다층 투명 전극 구조물에 대한 평가**

[0027] 유리 기판($1.5 \times 1.5 \text{ cm}^2$) 상에 RF 스퍼터링 공정을 통하여 제1 티타늄 산화물층, 실버층 및 제2 티타늄 산화물층이 순차적으로 형성되었다. 세라믹 티타늄산화물 타겟(순도 99.999%) 및 실버 타겟(순도 99.99%)이 상온에서 1×10^{-6} 의 압력 조건에서 이용되었다. 90W RF 전력 및 30W RF 전력이 각각 티타늄 산화물 및 실버층을 형성하는데 적용되었다. 상기 실버층은 19 nm 의 두께로 고정되었으며, 제1 및 제2 티타늄 산화물층 각각의 두께가 10 내지 50 nm 로 변경함으로써 다층 투명 전극 구조물들이 각각 형성되었다. 이에 대하여 아래의 표1로 정리하였

다.

[0028] 먼저항을 측정하기 위하여 4 포인트 프로브 기술이 적용되었으며, UV/visible spectrometer (UV-1800, Shimadzu 社)를 이용하여 가시광선 영역에 대한 광투과도를 측정하였다.

표 1

구분	실시예1	실시예2	비교예1	비교예2	비교예3	비교예4
실버층의 두께((nm)	19	19	19	19	19	19
제1 및 제2 티타늄 산화물층의 각 두께(nm)	30	40	-	10	20	50
두께 비(thickness ratio)	1.58	2.10	-	0.53	1.05	2.63

[0030] 도 2는 도 1의 다층 투명 전극 구조물에 대한 투과 전자 현미경 사진이다.

[0031] 도 2를 참조하면, 상기 공정들을 통하여 유리 기판 상에 제1 티타늄 산화물층/실버층/제2 티타늄 산화물층이 순차적으로 형성됨으로써 다층 투명 전극 구조물이 형성됨을 확인할 수 있다.

[0032] 도 3은 도 1의 다층 투명 전극 구조물의 광과장에 따른 광투과도를 나타내는 그래프이다.

[0033] 도 3을 참조하면, 제1 및 제2 티타늄 산화물층 각각의 두께가 변화함에도 불구하고, 광투과도는 전반적으로 최대값에 도달한 후 파장이 증가함에 따라 점차적으로 감소함을 확인할 수 있다. 또한 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층 각각의 두께가 증가함에 따라 투과창의 넓어지며, 점점 작은 에너지를 향하여 이동되어진다. 특히, 50nm 두께를 갖도록 제1 및 제2 티타늄 산화물층 각각이 형성될 경우 375nm 이하의 파장의 빛에 대하여 가장 넓은 투과 최저값을 나타냄을 확인할 수 있다.

[0034] 도 4는 도 1의 다층 투명 전극 구조물에 포함된 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각의 두께 변화에 따른 저항 및 먼저항을 나타내는 그래프이다.

[0035] 도 4를 참조하면, 모든 경우 3.9 내지 4.4 Ω cm 범위의 먼저항 값을 가짐을 확인할 수 있다. 또한 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각이 10 nm 의 두께를 가질 경우 1.3×10^{-5} 의 저항을 가지며, 50 nm 의 두께를 가질 경우 5.0×10^{-5} 의 저항을 가짐을 확인할 수 있다.

[0036] 도 5는 도 1의 다층 투명 전극 구조물에 포함된 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각의 두께 변화에 따른 성능 지수를 나타내는 그래프이다.

[0037] 상기 성능 지수(ϕ_{TC})는 아래의 식으로 정의될 수 있다.

$$[0038] \phi_{TC} = T_{av}^{10} / R_{sh}$$

[0039] 여기서, T_{av} 는 평균 광투과도를 나타내며, R_{sh} 는 먼저항을 나타낸다.

[0040] 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각이 40 nm 의 두께를 가질 경우 가장높은 성능 지수를 가짐을 확인할 수 있다. 이와 다르게, 상기 제1 및 제2 티타늄 산화물층들 각각이 10 nm, 20 nm 및 50 nm의 두께를 가질 경우, 성능 지수는 급격하게 감소함을 확인할 수 있다.

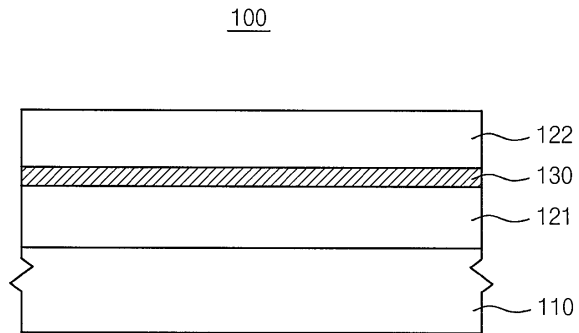
산업상 이용가능성

[0041] 본 발명의 실시예들에 따른 다층 투명 전극 구조물은 플렉서블한 폴리머 기판에도 사용가능하며, 비틀림과 꺾임 속에서도 전기적 특성을 유지할 수 있다. 또한 ITO 기반의 투명 전극 소재를 대체할 수 있으며 이를 통하여 제조 단가를 낮추는 효과까지 얻을 수 있다. 스마트폰 이후 시계 및 안경 속에 삽입되는 디스플레이 외에 입는 의류에도 사용 가능한 투명전극으로 활용할 수 있다. 보다 상세하게는, 본 발명의 실시예들에 따른 다층 투명 전극 구조물은 유기태양전지 투명 전극, 버퍼 일체형 유기태양전지의 투명 전극, 플렉서블 염료감응 태양전지의 일체형 투명 전극, 유기발광다이오드(OLED)의 투명전극, 투명 디스플레이용 투명 전극, 웨어러블 디스플레이용 투명 전극 및 플렉서블 디스플레이용 투명 전극 등에 적용될 수 있다.

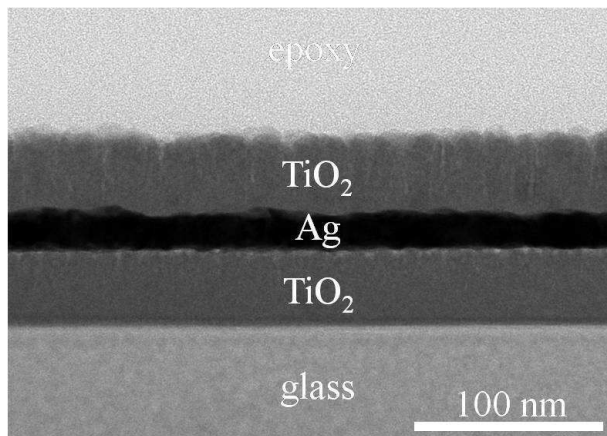
[0042] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면

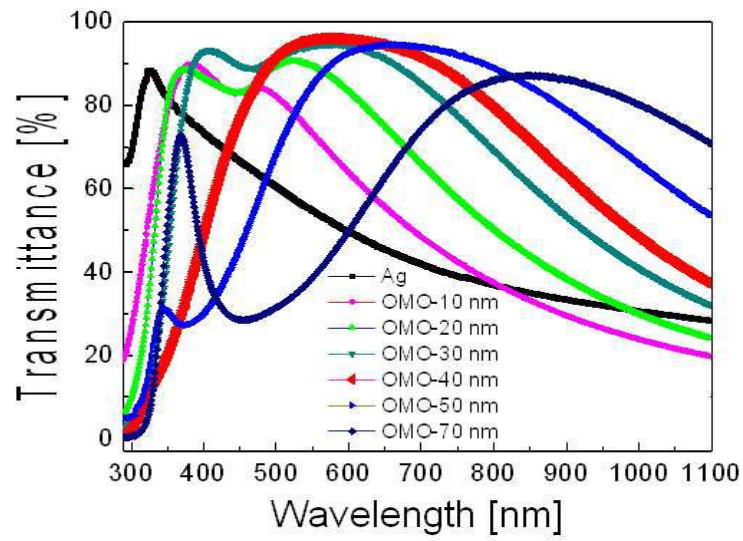
도면1



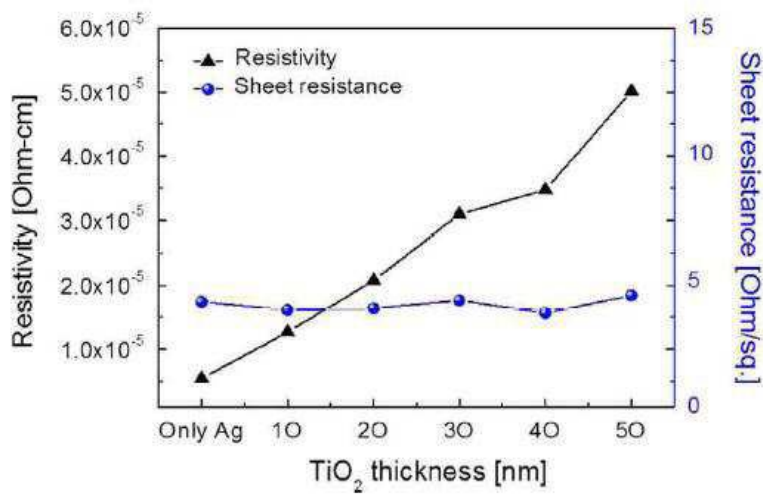
도면2



도면3



도면4



도면5

