



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0061505
(43) 공개일자 2024년05월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01R 43/00 (2019.01) C30B 25/18 (2006.01)
C30B 29/40 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01R 43/00 (2019.02)
C30B 25/18 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0143235
(22) 출원일자 2022년10월31일
심사청구일자 2022년10월31일

(71) 출원인
주식회사 에스앤에스
경기도 여주시 가남읍 경충대로 1473-23
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
이덕영
충청북도 충주시 칠금중앙로 30, 201동 1009호(칠금동 부영아파트)
우마르 자밀
대전광역시 유성구 농대로21번길 22, 102호(궁동)
김중훈
대전광역시 유성구 봉명로 94, 703동 1903호 도안신도시7단지예미지백조의호수
(74) 대리인
김영대

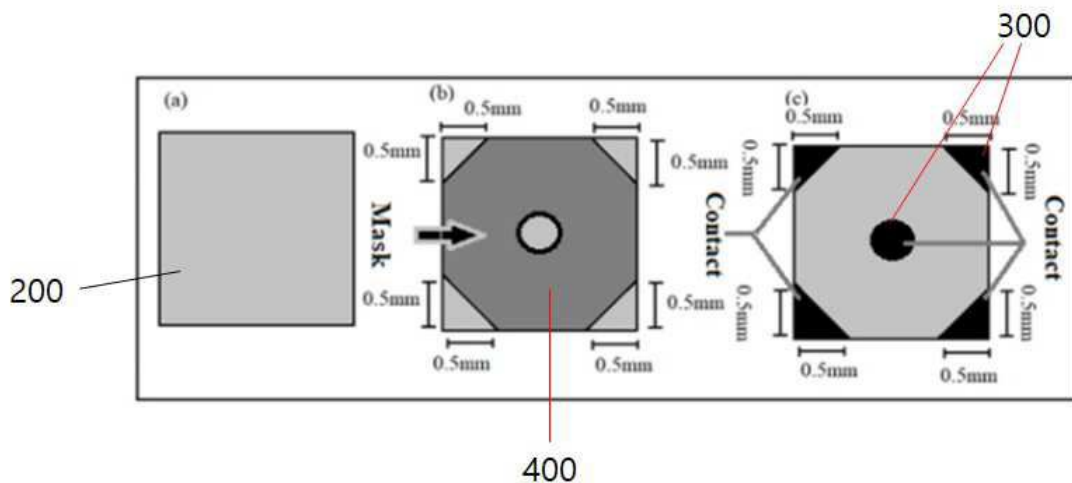
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법

(57) 요약

본 발명에 따른 배터리 및 광학소자용 전극 제조 방법은, InP 재질이며, 50마이크로미터 두께로 이루어진 정사각형 형상의 웨이퍼를 준비하는 단계; 상기 웨이퍼의 윗면에 1마이크로미터 두께의 n형 InGaAsP층을 성장시켜 증착하는 단계; 및 상기 n형 InGaAsP층의 윗면 각 4개의 모서리에 이등변 직각삼각형 형상의 4개의 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부 및 상기 n형 InGaAsP층의 윗면 중앙부에 원형 형상의 중앙 금속 접촉부를 형성하는 단계;를 포함한다. 여기서, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는 주석(Sn)으로 형성되는 것이 바람직하다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

C30B 29/40 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

InP 재질이며, 50마이크로미터 두께로 이루어진 정사각형 형상의 웨이퍼를 준비하는 단계;

상기 웨이퍼의 윗면에 1마이크로미터 두께의 n형 InGaAsP층을 성장시켜 증착하는 단계; 및

상기 n형 InGaAsP층의 윗면 각 4개의 모서리에 이등변 직각삼각형 형상의 4개의 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부 및 상기 n형 InGaAsP층의 윗면 중앙부에 원형 형상의 중앙 금속 접촉부를 형성하는 단계;를 포함하는,

배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는 주석(Sn)으로 형성되는 것을 특징으로 하는,

배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는 주석(Sn)으로 형성할 때,

상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부를 제외한 상기 n형 InGaAsP층의 윗면에, 마스크를 형성한 다음, 원자 물리 기상 증착법(Atomistic Physical Vapor Deposition)으로 증착되는 것을 특징으로 하는,

배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는, 10nm 또는 50nm의 두께로 형성되는 것을 특징으로 하는,

배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 접촉부가 배터리 및 광학소자의 양극에 접촉하는 경우에는, 10nm의 두께로 주석을 형성하고, 상기 접촉부가 배터리 및 광학소자의 음극에 접촉하는 경우에는, 50nm의 두께로 주석이 형성되는 것을 특징으로 하는,

배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법에 관한 것으로, 좀 더 구체적으로는, 절대온도 300도 내지 350도 범위에서도 잘 작동하는 저저항(low-resistance)을 가지며, 순방향 및 역방향 바이어스의 균형을 기반으로 옴 및 쇼트키 접점을 얻을 수 있는, 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 금속 접촉(metal contacts)은 장치와 직렬로 연결되는데, 저항이 있어서 전력 손실을 발생하게 된다. 저항의 원인은, 열악한 계면(poor interface), 금속 접촉 자체의 저항(self-resistivity of metal contact), 격자 불일치(lattice mismatch), 금속 접촉의 면적(area of metal contact) 및 금속 접촉의 물리적 구조(physical structure of metal contact) 등이다. 저항을 유발하는 높은 일함수(work function)의 금속 전극을 사용하면서 쇼트키 장벽(schottky barrier)이 유도되는데, 이 효과는 피닝 효과(pinning effects)로 인해 매칭되는 일함수의 금속 접촉을 사용하더라도 여전히 존재한다. 이와 같은 금속 접촉의 문제점을 해소하고자 본 발명을 안출하였다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 특허 제10-2429758호(2022.08.02. 등록, 발명의 명칭 : 배터리 충방전을 위한 픽스처 장치(FICTURE APPARATUS FOR FIXING THE PROBE))

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위하여 창출된 것으로, 본 발명의 목적은, 절대온도 300도 내지 350도 범위에서 잘 작동하는 저저항(low-resistance)의 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법은, InP 재질이며, 50마이크로미터 두께로 이루어진 정사각형 형상의 웨이퍼를 준비하는 단계; 상기 웨이퍼의 윗면에 1마이크로미터 두께의 n형 InGaAsP층을 성장시켜 증착하는 단계; 및 상기 n형 InGaAsP층의 윗면 각 4개의 모서리에 이등변 직각삼각형 형상의 4개의 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부 및 상기 n형 InGaAsP층의 윗면 중앙부에 원형 형상의 중앙 금속 접촉부를 형성하는 단계;를 포함한다.

[0009] 여기서, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는 주석(Sn)으로 형성된다.

[0010] 또한, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는 주석(Sn)으로 형성할 때, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부를 제외한 상기 n형 InGaAsP층의 윗면에, 마스크를 형성한 다음, 원자 물리 기상 증착법(Atomistic Physical Vapor Deposition)으로 증착된

다.

[0011] 또한, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는, 10nm 또는 50nm의 두께로 형성될 수 있다.

[0012] 또한, 상기 접촉부가 배터리 및 광학소자의 양극에 접촉하는 경우에는, 10nm의 두께로 주석을 형성하고, 상기 접촉부가 배터리 및 광학소자의 음극에 접촉하는 경우에는, 50nm의 두께로 주석이 형성되는 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0014] 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법은, 제안된 접촉 형태와 크기는 300k~350k의 온도 범위 내에서 배터리 및 광학 소자를 사용하는 모든 분야에서 사용할 수 있으며, 낮은 저항 접촉을 가지며, 순방향 및 역방향 바이어스의 균형을 기반으로 옴 및 쇼트키 접점을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 본 발명에 따른 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법을 개략적으로 나타낸 것이다.

도 2는 도 1에 따라 제조된 접촉부의 측단면도이다.

도 3 내지 도 9는 InGaAsP 층의 전압 및 전류 특성을 통해서 본 저항 특성, 순방향 전도도(forward conductance) 및 역방향 전도도(Reverse conductance)을, 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부 및 중앙 금속 접촉부가 10nm 및 50nm 두께의 경우 각각 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 이에 앞서, 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니 되며, 발명자는 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원칙에 입각하여, 본 발명의 기술적 사상에 부합하는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

[0018] 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일 실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.

[0020] 금속은 장치의 외부 연결에 널리 사용되고 있으며, 금속 접촉부의 특성은 옴의 성분, 즉 저항일 수 있으며, 또는 쇼트키(schottky)일 수 있다. 이것은 장치의 전도 특성에 영향을 미친다. 금속 접촉부는 장치와 연결되어서, 전류 흐름의 경로를 제공한다. 금속 인터페이스는 장치의 성능에 중요한 역할을 한다. 전자 및 정공의 전도에 영향을 주게 되는 것이다.

[0021] 이와 같은, 배터리 또는 광학소자의 전극, 즉 양극과 음극을 연결하는 이러한 장치에서는 전원 문제가 유발될 수 있다. 반도체 장치의 사이즈가 계속적으로 작아지면서, 나노 스케일 사이즈에서조차 효과적으로 동작해야 한다는 것이 핵심이다. 크기(사이즈)가 작아지는 것은 많은 문제, 예를 들어 회로 단락의 위험성, 전력 전달의 제한, 온도 특성의 불안정성 등등의 문제가 생긴다. 이와 같은 문제를 해소하고자 본 발명을 안출하였으며, 도면을 참조하여, 본 발명에 따른, 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법에 대해서 설명하기로 한다.

[0022] 도 1은 본 발명에 따른 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법을 개략적으로 나타낸 것으로, 금속 접촉부가 5군데 노출되도록 하는 마스크를 나타내고 있으며, 마스크는 오염에 노출되지 않도록 클린룸에서 이루어지며, 도 2는 도 1에 따라 제조된 접촉부의 측단면도이다.

[0023] 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명에 따른 배터리 및 광학소자용 접촉부 제조 방법은, 인화인듐(InP) 재질이며, 50마이크로미터 두께로 이루어진 정사각형 형상의 웨이퍼(wafer)를 준비하는 단계(S100 단계)를 포함한다. 최근 인화인듐(InP)은 화합물 반도체로서 꾸준히 주목을 받고 있는 재질이다.

- [0024] 여기서 정사각형 형상의 웨이퍼는 가로와 세로는 $5\text{mm} \times 5\text{mm}$ 로 하는 것이 바람직하다.
- [0025] 인화인듐(InP)은, III족의 인듐(In)과 V족의 인(P)으로 이루어지는 III-V족 화합물 반도체 재료이다. 반도체 재료로서의 특성은, 밴드 갭 1.35eV , 전자 이동도 $5400\text{cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$ 까지이며, 고전계하에서의 전자 이동도는 실리콘이나 갈륨 비소와 같은 다른 일반적인 반도체 재료보다 높은 값이 된다고 하는 특성을 갖고 있다. 또한, 상온 상압하에서의 안정된 결정 구조는 입방정의 섬아연광형 구조이며, 그 격자 상수는, 비소화갈륨(GaAs)이나 인화갈륨(GaP) 등의 화합물 반도체와 비교해서 큰 격자 상수를 갖는다고 하는 특징을 갖고 있다.
- [0026] 인화인듐 기관의 원료가 되는 인화인듐의 잉곳은, 통상, 소정의 두께로 슬라이싱되고, 원하는 형상으로 연삭되어, 적절히 기계 연마된 후, 연마 부스러기나 연마에 의해 발생한 대미지를 제거하기 위해서, 에칭이나 정밀 연마(폴리싱) 등에 제공된다. 인화인듐 기관의 결정 방위를 나타내기 위해서 일반적으로 행해지는 것은, 원형 기관(웨이퍼)의 소정 영역의 궁형 부분을 잘라내고, 특정한 면 방위를 갖는 면을 노출시키는 오리엔테이션 플랫폼이다. 방위를 나타내는 짧은 선분을 오리엔테이션 플랫폼이라고 칭한다. 웨이퍼 프로세스에 있어서 오리엔테이션 플랫폼을 기준으로 웨이퍼의 방향을 정해서 다양한 공정을 행하도록 되어 있다.
- [0027] 다음으로, 상기 인화인듐(InP) 웨이퍼의 윗면에 1마이크로미터 두께의 n형 InGaAsP층을 성장시켜 증착한다(S200 단계). 비접촉 측정(contactless measurement)을 알아보기 위해, ASMEC을 사용하여 전기 분석을 수행했다. 비접촉 측정에 대한 연구는, 기준점(reference point)으로서, 금속 접촉 인터페이스 성능과 InGaAsP 기반 장치의 신뢰성을 측정하는 데 사용된다.
- [0028] 도 1은 금속 접촉이 없는 InGaAsP-InP의 전류-전압 특성과 접촉 개발에 사용된 마스크, 패터닝에 사용된 마스크 패턴을 나타낸다. 본 발명에서는, 4개의 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부를 위한 마스크 패턴이, $0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm} \times 1.0\text{mm}$ 로 형성되고, 다섯 번째 접점(접촉부)인 원형 형상의 중앙 금속 접촉부의 마스크 지름이 1mm 이다.
- [0029] 다음으로, 상기 n형 InGaAsP층의 윗면 각 4개의 모서리에 이등변 직각삼각형 형상의 4개의 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부 및 상기 n형 InGaAsP층의 윗면 중앙부에 원형 형상의 중앙 금속 접촉부를 형성한다(S300 단계).
- [0030] 여기서, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는 주석(Sn)으로 형성되는 것이 바람직하다. 또한, 접점(접촉부)의 면적은 4개의 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부의 넓이 $= 0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm} \times 1/2 \times 4개 = 0.5\text{mm}^2$ 이고, 원형 형상의 중앙 금속 접촉부의 넓이 $= 3.14 \times 0.5\text{mm} \times 0.5\text{mm} = 0.785\text{mm}^2$ 이다.
- [0031] 또한, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는 주석(Sn)으로 형성할 때, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부를 제외한 상기 n형 InGaAsP층의 윗면에, 마스크를 형성한 다음, 원자 물리 기상 증착법(Atomistic Physical Vapor Deposition)으로 증착된다. 주석은 $7.3\text{g}/\text{cm}^3$ 의 밀도를 갖게 한다. 바람직하게는, 텅스텐 보트(Tungsten boat 58D-010W)가 금속화 과정을 위해 사용될 수 있다. 은과 주석 2가지 금속(single metal) 및 금속합금(AgGe)를, InGaAsP 상의 접촉부로서, 본 출원인은 실험을 하였다. 주석이 가장 바람직한 결과를 얻을 수 있었다.
- [0032] 이 때, 상기 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 및 중앙 금속 접촉부는, 10nm 또는 50nm 의 두께로 형성된다. 상기 접촉부가 배터리 및 광학소자의 양극에 접촉하는 경우에는, 10nm 의 두께로 주석을 형성하고, 상기 접촉부가 배터리 및 광학소자의 음극에 접촉하는 경우에는, 50nm 의 두께로 주석이 형성되는 것이 바람직하다.
- [0033] 구체적으로, 금속화를 위한 제조 공정 레시피를 설정하기 위해 광전자 및 배터리 장치를 위한 n-InGaAsP/InP 파급효과에 제공되는 박막 금속 접촉에 대한 자세한 평가를 통해서, 배터리 또는 광학소자의 양극에 대한 접촉부의 경우 최소 장벽 높이(0.03169eV), 최대 전도도 및 340K 에 대해 0.8V 에서 달성되는 3.25mA 의 전달 모드에서 최대 전류 때문에 10nm 두께의 Sn 금속 접촉부를 선택하는 것이 바람직하다. 마찬가지로, 배터리 또는 광학소자의 음극에 대한 접촉부의 경우, 310K 의 경우 0.9V , 장벽 높이 0.05765eV 에서 최대 역전류가 3.2mA 인 50nm 두께의 Sn 금속 접촉부를 선택하는 것이 바람직하다.
- [0034] 참고로, 도 3 내지 도 9는 InGaAsP 층의 전압 및 전류 특성을 통해서 본 저항 특성, 순방향 전도도(forward conductance) 및 역방향 전도도(Reverse conductance)을, 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부

및 중앙 금속 접촉부가 10nm 및 50nm 두께의 경우 각각 나타낸 것이다. 10nm 성능의 주석 금속 접촉부는 은(Ag), Ag-Ge 보다 우수하다. Sn 접촉부는 50nm 주석, 5nm 및 10nm 두께의 은(Ag), 50nm 및 100nm 두께의 Ag-Ge 금속, 1000nm n-InGaAsP/InP 금속 접촉의 합금 접촉의 정의된 크기 내에서 이 두 종류의 금속 접촉 중에서 최소 저항을 갖는다는 것을 확인하였다.

[0035] 도 3은 금속 접촉부의 증착 이전에 InP 및 InGaAsP에 대한 전류-전압 특성을 나타낸 것으로, 앞면과 뒷면은 각각 InGaAsP, InP를 나타낸다.

[0036] 도 4는 -5 ~ +5V의 10nmSn/InGaAsP/InP 장치에 대한 전류-전압 특성을 보여주는데, 전류가 최대값에 가까워질 때 다른 전류 값이 동일하게 유지된다. 도 4 내지 도 6에서는, InGaAsP에서 10nm Sn 접촉의 I-V 거동, 포워드 모드에서는 340K에서 0.8V에 대해 3.25mA의 최대 전류를 달성했다. 300K를 기준 노드로 삼는다. 전류가 증가하면 양극 전압 $I_{300k} > I_{340k} > I_{320k} > I_{330k} > I_{350k} > I_{310k}$ 가 증가한다. 리버스 모드에서는 In-situ 온도 300 ~ 350 K에서 0V ~ -5V의 전압에 대해 I-V 특성을 분석하였다. 이 시나리오에서 전류는 전압 증가에 따라 증가함을 알 수 있다. $I_{300k} > I_{340k} > I_{320k} > I_{350k} > I_{310k} > I_{330k}$

[0037] 도 7 내지 도 9는 50 nm Sn 금속 접촉/InGaAsP의 I-V 분석과, 포워드 모드에서 300K 온도 곡선의 결과는 온도가 최대 310K까지 증가함에 따라 전류가 급격히 증가한다는 것을 보여준다. 340K와 310K의 I-V 전류 곡선이 거의 겹치는 것은 일치하는 작업 기능 때문일 수 있다. 320K에서 10nm Sn에서 거의 유사한 행동을 보였다. 순방향 모드 조건에서 전압에 대한 전류 증가 순서는 다음과 같다. $I_{350k} > I_{330k} > I_{320k} > I_{340k} > I_{310k} > I_{300k}$

[0038] -5 ~ 0V의 역방향 모드에서 좌측의 I-V 측정과, 포워드 모드와 비교하여, 역방향 모드에서도 거의 동일한 효과가 관찰된다. 한 가지 다른 점은 전압과 관련하여 310K 측정에서 전류가 더 빠르게 증가했다는 것이다. 인가 전압에 대한 전류 증가 순서는 다음과 같다. $I_{350k} > I_{330k} > I_{310k} > I_{340k} > I_{320k} > I_{300k}$

[0040] 이상과 같이, 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 이것에 의해 한정되지 않으며 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 본 발명의 기술 사상과 아래에 기재될 청구 범위의 균등 범위 내에서 다양한 수정 및 변형이 가능함은 물론이다.

부호의 설명

[0042] 100...InP 재료의 정사각형 형상의 웨이퍼

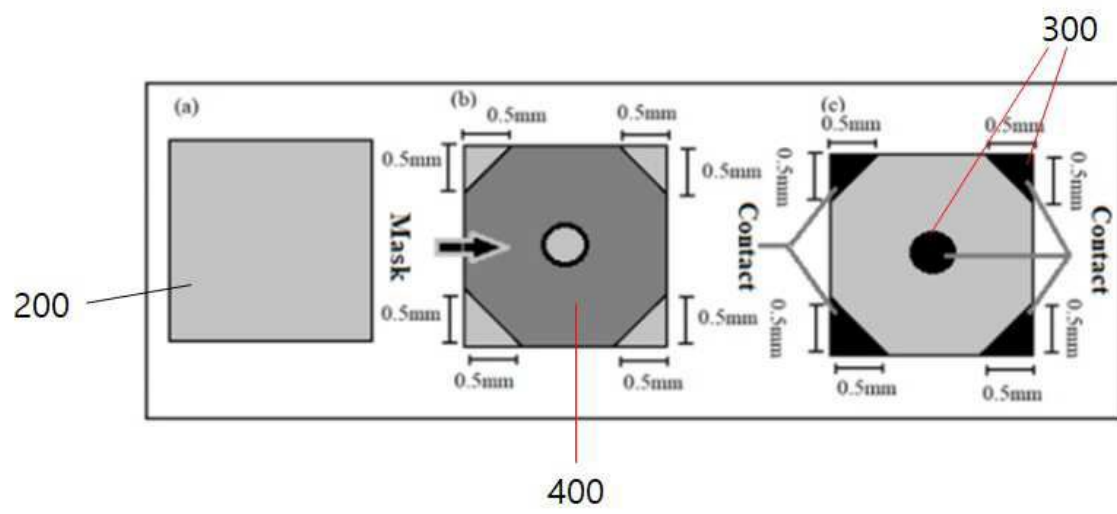
200...n형 InGaAsP층

300...주석 재료의 제 1 코너 금속 접촉부 내지 제 4 코너 금속 접촉부, 중앙 금속 접촉부

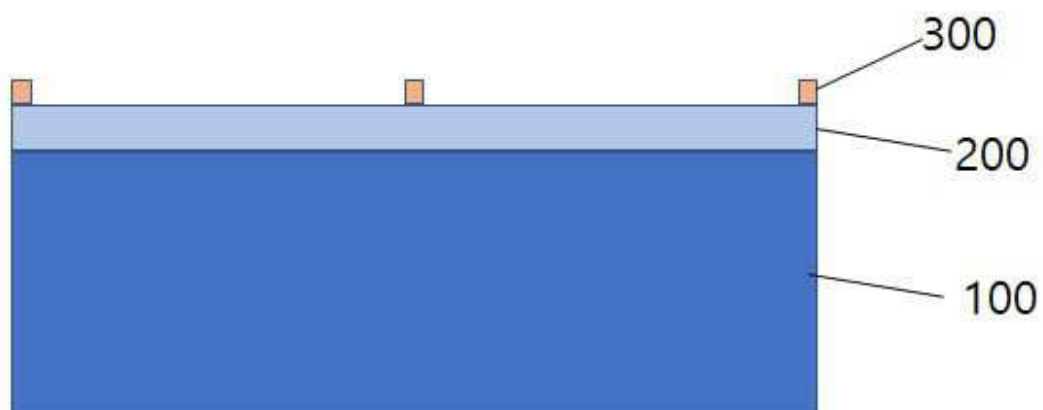
400...마스크(mask)

도면

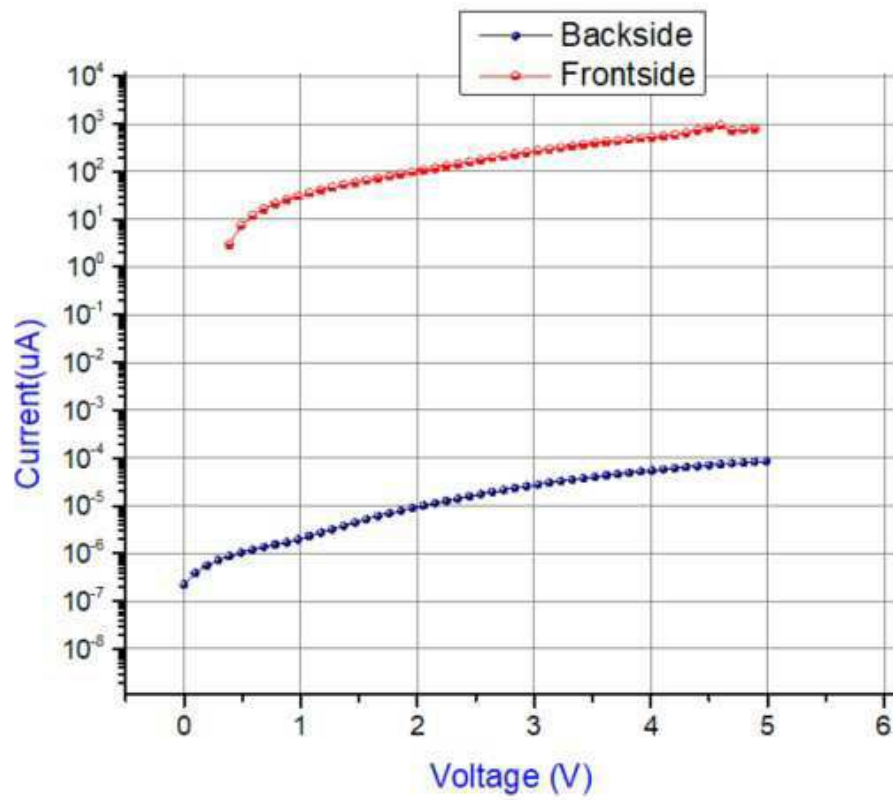
도면1



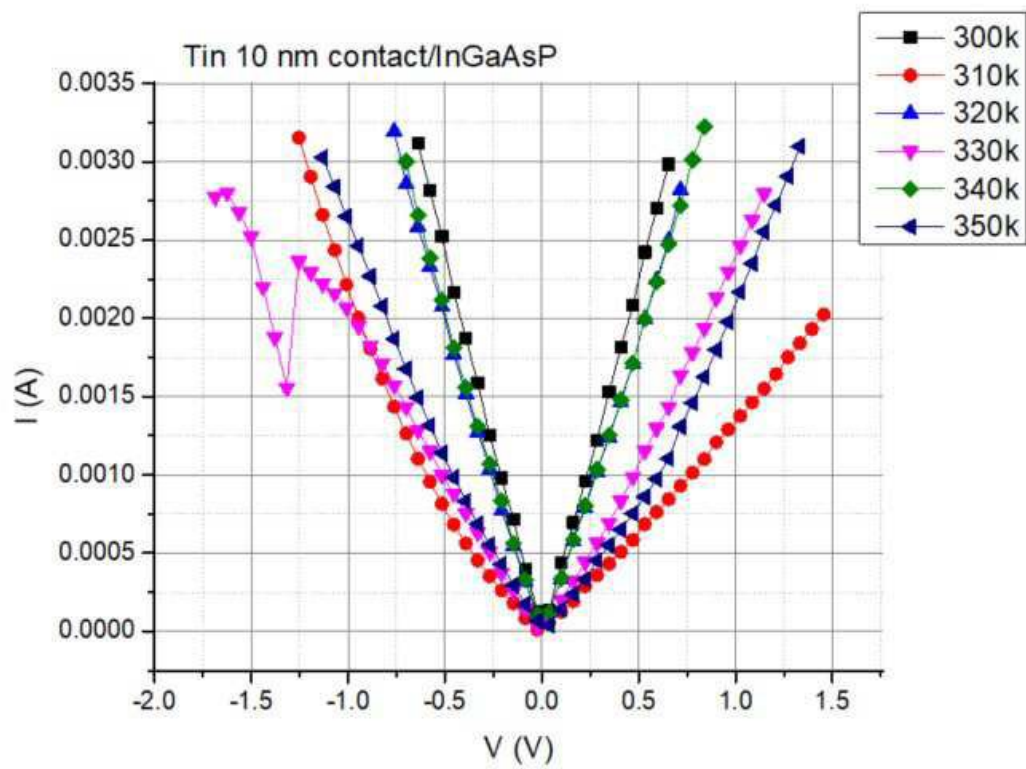
도면2



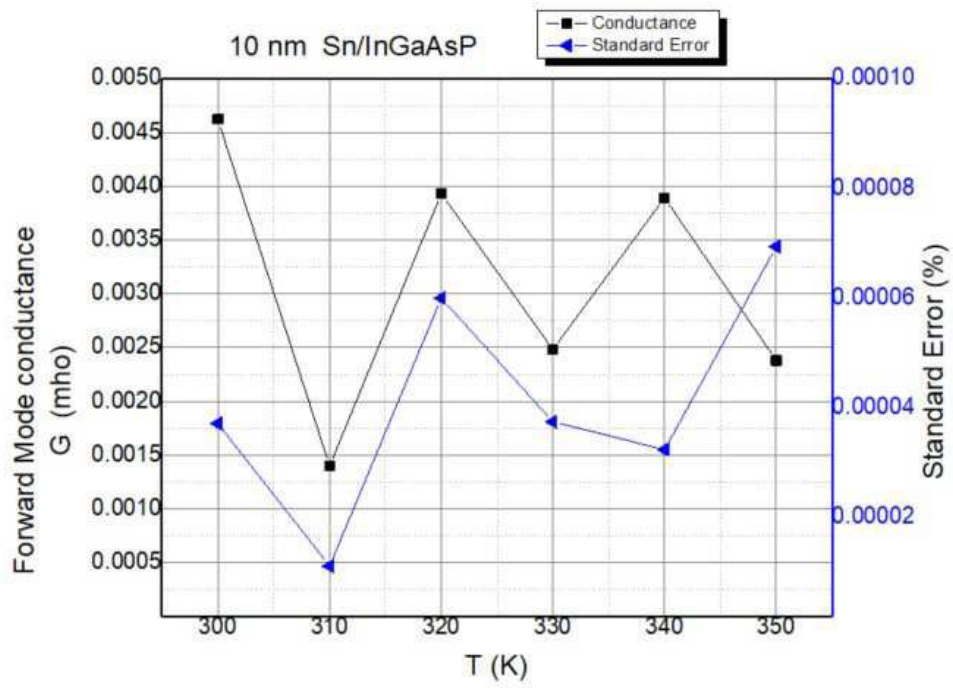
도면3



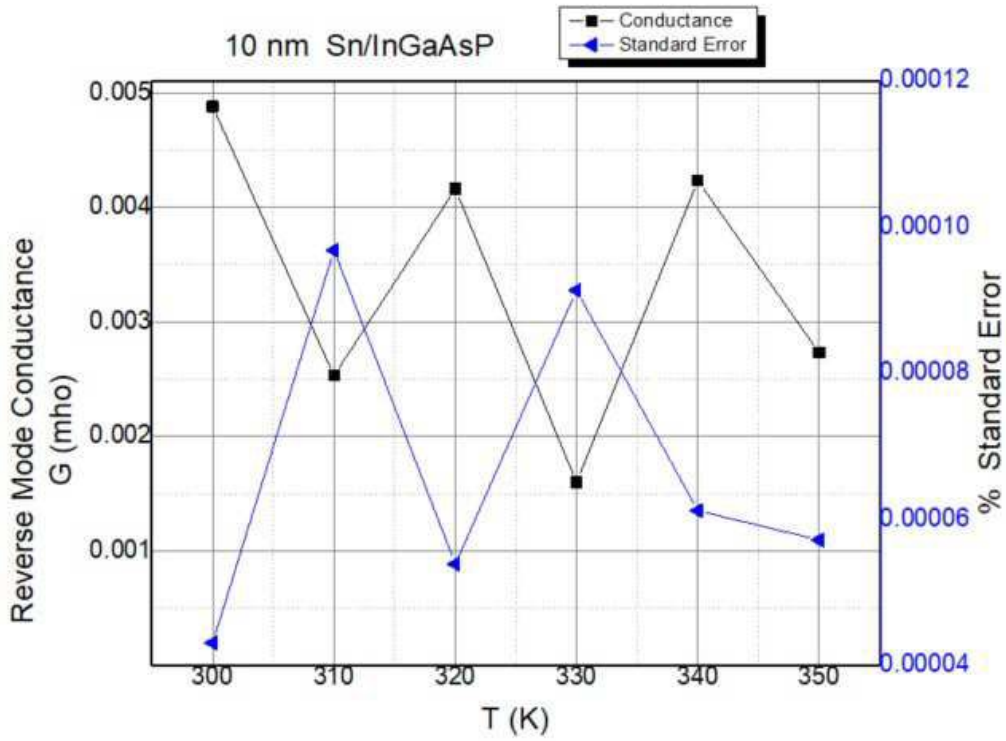
도면4



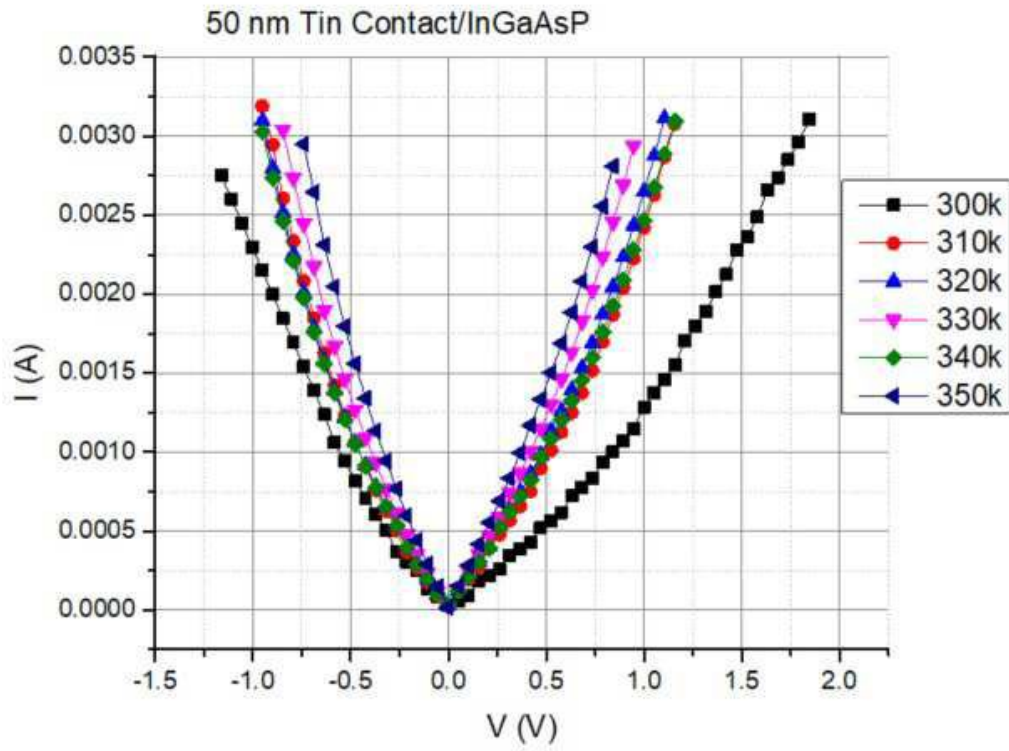
도면5



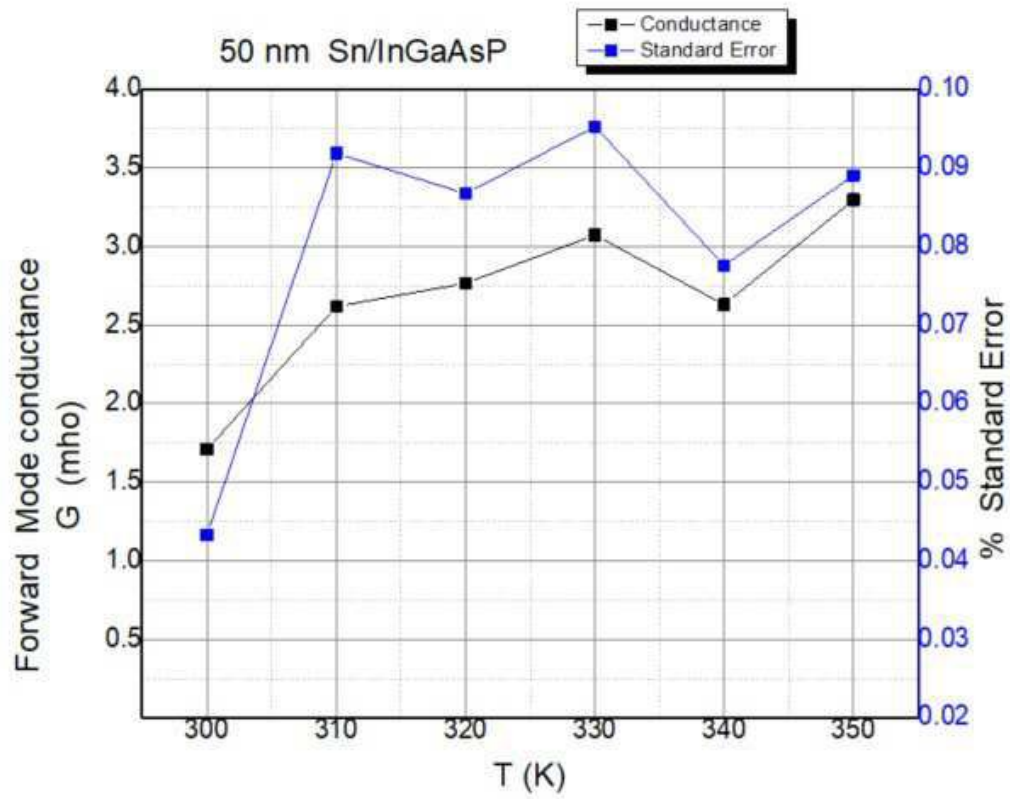
도면6



도면7



도면8



도면9

