



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2012년03월30일  
 (11) 등록번호 10-1131062  
 (24) 등록일자 2012년03월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*H01J 1/30* (2006.01) *H01L 33/36* (2010.01)  
 (21) 출원번호 10-2011-0130769  
 (22) 출원일자 2011년12월08일  
 심사청구일자 2011년12월08일  
 (56) 선행기술조사문헌  
 KR101007424 B1

(73) 특허권자  
**한국기계연구원**  
 대전광역시 유성구 가정북로 156 (장동)  
 (72) 발명자  
**황보윤**  
 대전 유성구 장동 한국기계연구원 메카트로닉스 연구동 119호  
**김상민**  
 대구 수성구 만촌1동 럭키골든아파트 6-207  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**김중관, 박창희, 권오식**

전체 청구항 수 : 총 7 항

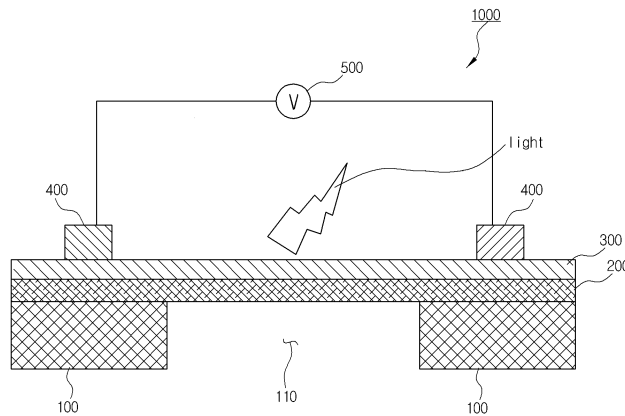
심사관 : 박남현

(54) 발명의 명칭 **그래핀 발광 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 그래핀 발광 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 관통되는 중공부가 형성되는 기관; 상기 기관의 상측에 형성되는 절연성과 강성을 지니는 멤브레인 형태의 박막 절연층; 상기 멤브레인 형태 박막 절연층의 재료 중 하나인 실리콘 나이트라이드의 상면에 적층 형성되는 그래핀; 상기 그래핀의 상면 양측에 형성되는 전극; 및 상기 전극에 연결되어 전원을 공급하는 전원 공급 장치; 를 포함하여 이루어져, 상기 그래핀에 전원 공급(전위차 인가)시 빛을 발생시킬 수 있는 그래핀 발광 장치에 관한 것이다.

**대표도** - 도2



(72) 발명자  
**이승모**  
 대전광역시 유성구 노은서로100번길 5 (노은동)  
**이학주**  
 대전광역시 서구 대덕대로 415, 102동 807호 (만년  
 동, 상아아파트)

**김재현**  
 대전광역시 유성구 어은로 57, 127동 208호 (어은  
 동, 한빛아파트)  
**김경식**  
 대전광역시 유성구 봉산로32번길 21 (봉산동)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업  
 과제고유번호 NK162B  
 부처명 지식경제부  
 연구사업명 기본사업-기관고유  
 연구과제명 나노 기반 연속생산시스템 핵심요소기술 개발 (3/3)  
 주관기관 한국기계연구원  
 연구기간 2011.01.01 ~ 2011.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업  
 과제고유번호 NM7110  
 부처명 교육과학기술부  
 연구사업명 교과부-국가연구개발사업(I)  
 연구과제명 10nm급 측정 원천기술개발 (4/4)  
 주관기관 한국기계연구원  
 연구기간 2011.04.01 ~ 2012.03.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업  
 과제고유번호 M02120  
 부처명 지식경제부  
 연구사업명 지경부-국가연구개발사업(II)  
 연구과제명 유연 나노박막용 대면적 전사 및 연속 생산시스템 기술 개발(2단계 1/3)  
 주관기관 한국기계연구원  
 연구기간 2011.06.01 ~ 2012.05.31

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

관통되는 중공부(110)가 형성되는 기관(100);  
 상기 기관(100)의 상측에 형성되는 멤브레인 형태의 절연층(200);  
 상기 절연층(200)의 상면에 적층 형성되는 그래핀(300);  
 상기 그래핀(300)의 상면 양측에 형성되는 전극(400); 및  
 상기 전극(400)에 연결되어 전원을 공급하는 전원 공급 장치(500); 를 포함하여 이루어지는 그래핀 발광 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 절연층(200)과 그래핀(300) 사이에 개재되는 폴리머층(600)을 더 포함하여 이루어지는 그래핀 발광 장치.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,  
 상기 그래핀(300)은 단층 또는 복수층으로 형성되는 그래핀 발광 장치.

### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,  
 상기 그래핀(300)은 도핑(doping)하여 전하 밀도를 높인 그래핀(300)인 것을 특징으로 하는 그래핀 발광 장치.

### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,  
 상기 그래핀 발광 장치가 수용되어 밀폐되는 진공챔버(700)를 더 포함하여 이루어지며, 상기 진공챔버(700) 내부의 진공 압력은  $10^{-2}$  torr 내지  $10^{-4}$  torr 인 그래핀 발광 장치.

### 청구항 6

제1항 또는 제2항에 있어서,  
 상기 그래핀(300)의 상면에 형성되며, 국부적인 진공부(810)가 형성되는 투광성을 가진 보호층(800)을 더 포함하여 이루어지는 그래핀 발광 장치.

### 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 전극(400)은 상기 그래핀(300)의 상면 양측에 형성되며, 상기 기판(100)의 중공부(110)를 기준으로 양측에 형성되는 그래핀 발광 장치.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 그래핀 발광 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 관통되는 중공부가 형성되는 기판; 상기 기판의 상측에 형성되는 절연성과 강성을 지니는 멤브레인 형태의 박막 절연층; 상기 멤브레인 형태 박막 절연층의 재료 중 하나인 실리콘 나이트라이드의 상면에 적층 형성되는 그래핀; 상기 그래핀의 상면 양측에 형성되는 전극; 및 상기 전극에 연결되어 전원을 공급하는 전원 공급 장치; 를 포함하여 이루어져, 상기 그래핀에 전원 공급(전위차 인가)시 빛을 발생시킬 수 있는 그래핀 발광 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 그래핀(graphene)은 연필심으로 쓰이는 흑연 즉 '그래파이트(graphite)'와 탄소이중결합을 가진 분자를 뜻하는 접미사(-ene)를 결합하여 만든 용어이다.

[0003] 흑연은 탄소를 6각형의 벌집모양으로 층층이 쌓아올린 구조로 이루어져 있는데 그래핀은 흑연에서 가장 얇게 한 겹을 떼어낸 것이라 보면 된다. 탄소동소체인 그래핀은 탄소나노튜브, 풀러린(Fullerene)처럼 원자번호 6번인 탄소로 구성된 나노물질이다. 한 층의 그래핀은 2차원 평면 형태를 가지고 있으며, 두께는 0.335nm 정도로 매우 얇으면서 물리적, 화학적 안정성도 높다. 또한, 구리보다 100배 이상 전기가 잘 통하고 반도체로 주로 쓰이는 단결정 실리콘보다 100배 이상 전자를 빠르게 이동시킬 수 있다. 게다가 강도는 강철보다 200배 이상 강하며, 최고의 열전도성을 자랑하는 다이아몬드보다 2배 이상 열전도성이 높으며, 투광성이 우수한 특징이 있다. 또 휨 특성(flexibility) 이 뛰어나 늘리거나 구부려도 전기적 성질을 잃지 않는다.

[0004] 이런 특성으로 인해 그래핀은 차세대 신소재로 각광받는 탄소나노튜브를 뛰어넘는 소재로 평가받으며 '꿈의 나노물질'이라 불린다. 그리하여 그래핀은 구부릴 수 있는 디스플레이나 전자종이, 착용식 컴퓨터(wearable computer), 초고속 트랜지스터 등을 만들 수 있는 전자정보 산업분야의 미래 신소재로 주목받고 있다.

[0005] 최근 이러한 그래핀을 이용하여 빛을 발생시킬 수 있는 소자 또는 장치들의 연구가 진행되고 있다. 그 일례로 한국등록특허(10-1007424)인 '그래핀 가변 에너지 가시광 방출 투과 광소자'가 개시되어 있으며, 이는 도 1과 같이 기판(20)과; 상기 기판 상부에 일정거리 이격되어 부착된 두개의 그래핀 편(30a,30b)과; 상기 두개의 그래핀 편(30a,30b) 상부에 일부분이 노출되도록 각각 형성된 절연층(40a,40b)과; 상기 노출된 그래핀 편(30a,30b) 상부에 각각 형성된 제1전극(50a,50b)들과; 상기 절연층(40a,40b) 상부에 형성된 제2전극들(60a,60b)을 포함하여 이루어져, 물리적인 특성과 투과 현상을 갖는 그래핀을 이용하여 가시광 방출 투과 광소자를 제공함으로써 가시광 에너지를 조절할 수 있고, 우수하고 안정적인 가시광을 방출할 수 있도록 하고 있다.

[0006] 그러나 이는 기존 반도체 트랜지스터의 원리를 그래핀에 그대로 적용한 것으로서, 그래핀에 전기장(electric field)을 가함으로써 전하 운반체(carrier)인 전자(electron)와 정공(hole)을 유도시킨 뒤, 전위차를 인가하여 이 둘의 상호작용에 의해 빛을 내는 개념적인 원리를 이용한 것이다. 그러나 한국등록특허(10-1007424) 같이 대면적에 전자와 정공을 각각 독립적으로 유도시키기가 일반적으로 쉽지 않으며, 한국등록특허(10-1007424)와 같이 두 그래핀 사이에 갭(gap)이 있는 경우에는 전자와 정공이 그 갭(gap)을 극복하여 서로 반응하기 위해서는 매우 많은 에너지가 필요할 것으로 예상된다. 또한 한국등록특허(10-1007424)에 제시된 그래핀의 경우에는 그래파이트(graphite)로 얻는 방법을 사용하고 있기 때문에, 대면적화가 쉽지 않을 것으로 생각되고, 위와 같이 얻어진 그래핀의 두께가 1~2층 보다 두꺼울 경우, 매우 뛰어난 그래핀의 전기, 기계적 물성을 효율적으로 활용하는데 제약이 있을 수 있다.

[0007] 이에 따라 높은 전력을 사용해야 하므로 에너지 효율이 저하되며, 물리적 특성 및 투광성이 우수한 그래핀의 적용 범위가 제한되는 문제점이 있다. 뿐만 아니라, 그 구조가 복잡한 문제점도 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0008] (특허문헌 0001) KR 10-1007424 B1 (2011.01.04.) 도4

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0009] 본 발명은 상술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 관통되는 중공부가 형성되는 기관; 상기 기관의 상측에 형성되는 절연성과 강성을 가진 멤브레인 형태의 절연층; 상기 절연층의 재료 중 하나인 실리콘 나이트라이드의 상면에 적층 형성되는 그래핀; 상기 그래핀의 상면 양측에 형성되는 전극; 및 상기 전극에 연결되어 전원을 공급하는 전원 공급 장치; 를 포함하여 이루어져, 상기 그래핀에 전원(전위차) 공급 시 빛을 발생시킬 수 있는 그래핀 발광 장치를 제공하는 것이다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 그래핀 발광 장치는, 관통되는 중공부(110)가 형성되는 기관(100); 상기 기관(100)의 상측에 형성되는 멤브레인 형태의 절연층(200); 상기 절연층(200)의 상면에 적층 형성되는 그래핀(300); 상기 그래핀(300)의 상면 양측에 형성되는 전극(400); 및 상기 전극(400)에 연결되어 전원을 공급하는 전원 공급 장치(500); 를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0011] 또한, 상기 절연층(200)과 그래핀(300) 사이에 개재되는 폴리머층(600)을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0012] 또한, 상기 그래핀(300)은 단층 또는 복수층으로 형성되는 것을 특징으로 한다.

[0013] 또한, 상기 그래핀(300)은 도핑(doping)하여 전하 밀도를 높인 그래핀(300)인 것을 특징으로 한다.

[0014] 또한, 상기 그래핀 발광 장치가 수용되어 밀폐되는 진공챔버(700)를 더 포함하여 이루어지며, 상기 진공챔버(700) 내부의 진공 압력은  $10^{-2}$  torr 내지  $10^{-4}$  torr 인 것을 특징으로 한다.

[0015] 또한, 상기 그래핀(300)의 상면에 형성되며, 국부적인 진공부(810)가 형성되는 투광성을 가진 보호층(800)을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

[0016] 또한, 상기 전극(400)은 상기 그래핀(300)의 상면 양측에 형성되며, 상기 기관(100)의 중공부(110)를 기준으로 양측에 형성되는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

[0017] 본 발명의 그래핀 발광 장치는, 빛의 투과성이 우수하고 물리적 화학적 특성이 우수한 그래핀을 이용하여 빛을 발생시킬 수 있어 산업상 적용 범위가 매우 다양하며, 또한 그래핀의 전기 전도도가 매우 우수하므로 낮은 전력으로도 빛을 발생시킬 수 있어 에너지 효율이 높은 장점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0018] 도 1은 종래의 그래핀을 이용한 가시광 방출 소자를 나타낸 사시도.
- 도 2는 본 발명의 그래핀 발광 장치를 나타낸 단면 개략도.
- 도 3은 본 발명의 그래핀 발광 장치의 다른 예를 나타낸 단면 개략도.
- 도 4는 본 발명에 따른 복수층의 그래핀을 나타낸 개략도.
- 도 5는 본 발명의 그래핀 발광 장치에 진공챔버가 포함된 단면 개략도.

도 6은 도 3에 국부적인 진공상태를 만들기 위한 투광성을 가진 보호층이 추가로 형성된 것을 나타낸 단면 개략도.

도 7은 본 발명의 그래핀 발광 장치를 제작한 사진.

도 8은 본 발명의 그래핀 발광 장치가 실제 발광되는 상태를 나타낸 사진.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0019] 이하, 상기한 바와 같은 본 발명의 그래핀 발광 장치를 첨부된 도면을 참고하여 상세하게 설명한다.
- [0020] 도 2는 본 발명의 그래핀 발광 장치를 나타낸 단면 개략도이다.
- [0021] 도시된 바와 같이 본 발명의 그래핀 발광 장치(1000)는, 관통되는 중공부(110)가 형성되는 기관(100); 상기 기관(100)의 상측에 절연성과 강성을 가진 멤브레인 형태의 박막인 절연층(200); 상기 절연층(200)의 상면에 적층 형성되는 그래핀(300); 상기 그래핀(300)의 상면 양측에 형성되는 전극(400); 및 상기 전극(400)에 연결되어 전원을 공급하는 전원 공급 장치(500); 를 포함하여 이루어진다.
- [0022] 우선, 상기 기관(100)은 실리콘(Si) 웨이퍼가 사용될 수 있고, 상기 실리콘 웨이퍼는 얇은 원판 형태로 이루어져 일정한 강도를 갖는 지지부가 된다. 그리고 상기 기관(100)에는 중공부(110)가 형성되어 기관(100)의 상면과 하면이 관통되는 부분이 형성된다.
- [0023] 상기 절연층(200)은 절연성과 강성을 지니는 박막이고, 얇은 막의 형태인 멤브레인 구조로 이루어지며, 상기 기관(100)의 상측에 형성된다. 즉, 상기 기관(100)의 상면에 상기 절연성과 강성을 지니는 박막이 적층되어, 상기 기관(100)의 중공부(110)가 상기 절연성과 강성을 지니는 박막에 의해 막혀있는 상태가 된다. 이때 상기 절연성과 강성을 지니는 박막은 실리콘 나이트라이드를 포함한 다양한 재료가 사용될 수 있다.
- [0024] 그리고 상기 절연층(200)의 상면에 그래핀(300)이 적층된다. 상기 그래핀(300)은 흑연(graphite)에서 얇게 한 겹을 떼어낸 것과 같으며, 원자 한 개의 두께로 이루어진 층을 형성하고 있어 한 층의 그래핀일 경우, 0.335nm 정도로 매우 얇게 이루어진다. 또한 그래핀(300)은 물리적·화학적 안정성, 전기전도도, 강도, 열전도도, 투광성 및 탄성이 우수한 소재이다. 이러한 그래핀(300)은 일반적으로 화학기상증착(CVD : Chemical vapor deposition) 공정에 의해 대면적으로 값싸게 단층 또는 복수층 형태로 형성될 수 있다.
- [0025] 상기 전극(400)은 상기 그래핀(300)의 상면 양측에 형성되고, 티타늄(Ti) 및 금(Au)으로 형성될 수 있으며, 전기가 잘 통하는 다른 재료로 쉽게 형성될 수도 있다. 이때, 상기 전극(400)은 특정한 패턴을 갖도록 형성될 수 있다.
- [0026] 그리고 상기 전극(400)에 연결되도록 전원 공급 장치(500)가 구성되어, 상기 전극(400)을 통해 상기 그래핀(300)으로 전압 및 전류를 공급할 수 있도록 형성된다. 상기 전원 공급 장치(500)는 직류 전압 및 전류를 공급하며, 공급되는 전원의 전압 및 전류를 조절할 수 있도록 이루어진다.
- [0027] 그리하여 상기와 같이 구성되는 본 발명의 그래핀 발광 장치(1000)는, 상기 전원 공급 장치(500)에서 전원을 공급하면 상기 전극(400)을 따라 상기 그래핀(300)으로 전류가 흐르게 되고, 이때 상기 그래핀(300)이 열적(thermally)으로 여기(excitation)되고, 하부에 실리콘 기관(100)이 없는 멤브레인 영역에 매우 높은 밀도로 이 열에너지가 집중되어, 그 후 그래핀이 열적으로 평형 상태에 도달함으로써 이 열에너지를 외부로 빛의 형태로 방출하게 된다.
- [0028] 이와 같이 본 발명의 그래핀 발광 장치는, 빛의 투과성이 우수하고 물리적 화학적 특성이 우수한 그래핀을 이용하여 빛을 발생시킬 수 있어 산업상 적용 범위가 매우 다양하며, 또한 그래핀의 전기 전도도가 매우 우수하므로 낮은 전력으로도 빛을 발생시킬 수 있어 에너지 효율이 높은 장점이 있다.
- [0029] 이하에서는 본 발명의 그래핀 발광 장치의 다양한 실시 예에 대해 설명하기로 한다.
- [0030] 본 발명의 그래핀 발광 장치(1000)는, 도 3과 같이 상기 절연층(200)과 그래핀(300) 사이에 개재되는 폴리머층(600)을 더 포함하여 이루어질 수 있다. 즉, 상기 절연층(200) 상면에 상기 폴리머층(600)이 적층되고 그 위에 상기 그래핀(300)이 적층되는 형태로 구성될 수 있다. 이때, 상기 폴리머층(600)은 상기 절연층(200)을 보호하는 역할을 하는데, 상기 절연층(200)인 실리콘 나이트라이드가 깨지기 쉬운 경질이므로 상기 그래핀(300)에 전류가 흘러 빛이 발생되면 열이 발생되고 그 열로 인해 상기 실리콘 나이트라이드가 더욱 깨지기 쉬워지기 때문에, 상기 폴리머층(600)이 상기 실리콘 나이트라이드를 보호하고 지지하는 역할을 하여 보다 안정성이 높은 그





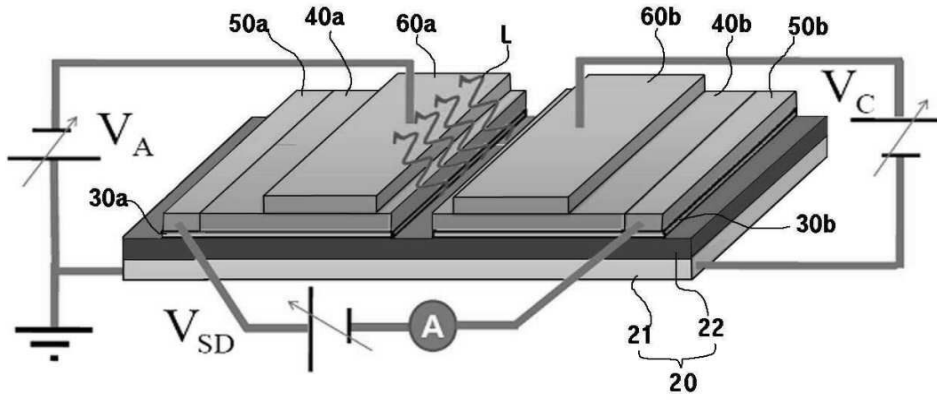
700 : 진공챔버

800 : 보호층

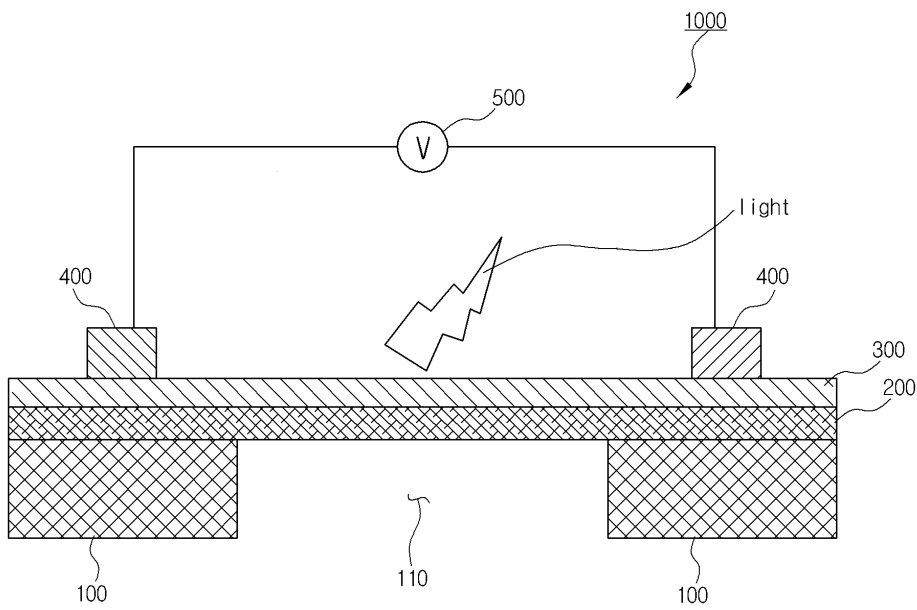
810 : 진공부

도면

도면1

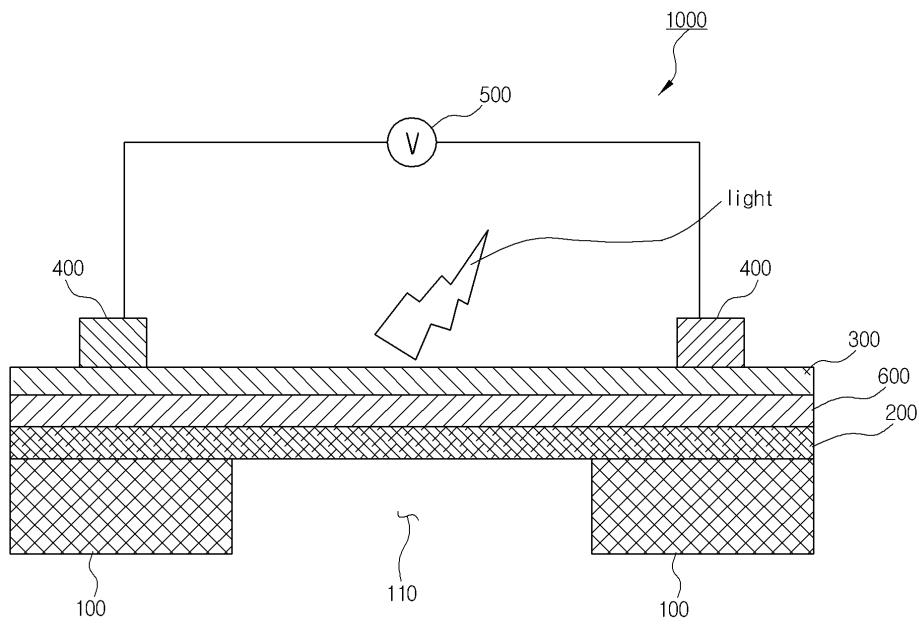


도면2

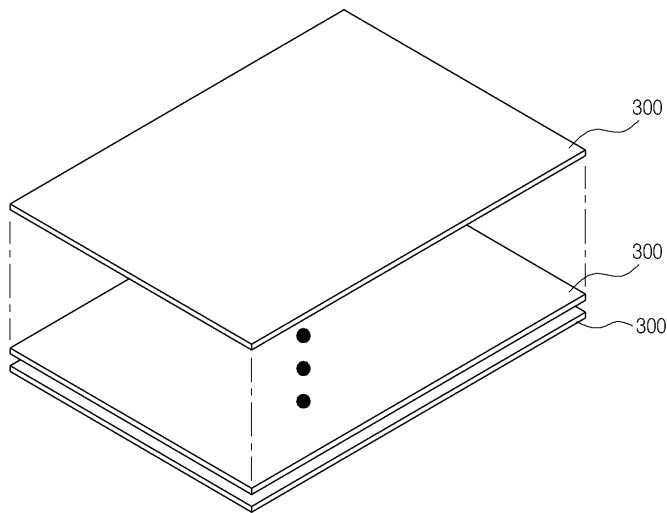




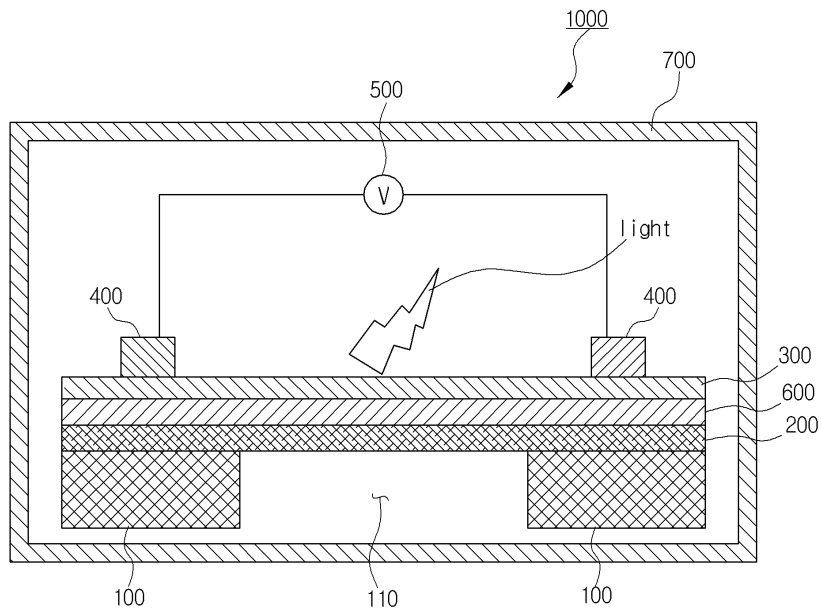
도면3



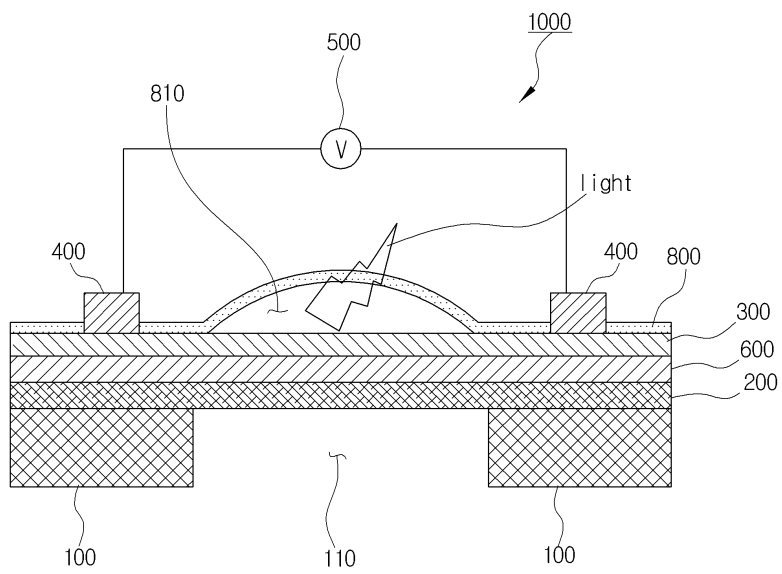
도면4



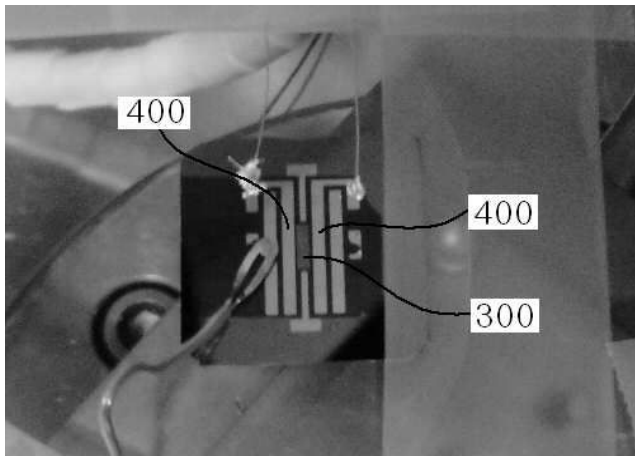
도면5



도면6



도면7



도면8

