



또한, 상기 SOG(Spin On Glass)가 형성된 부분을 스크라이빙함으로써, 스크라이빙시 크랙(crack)이 형성되어 소성 변형 없이 복수개의 발광 구조물을 별개의 발광 다이오드로 분리할 수 있게 된다.

**대표도**

도 3

**색인어**

레이저 리프트 오프, 도전성 지지막, SOG, UBM

**명세서**

**도면의 간단한 설명**

도 1a 내지 도 1f는 종래의 수직형 발광 다이오드의 제조방법을 나타낸 단면도.

도 2a 내지 도 2h는 본 발명의 수직형 발광 다이오드의 제조방법의 실시예를 나타낸 단면도.

도 3은 본 발명의 수직형 발광 다이오드의 실시예를 나타낸 단면도.

\* 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 \*

100 : 기판 110 : 발광 구조물

120 : p-전극 130 : 절연막

140 : SOG 150 : UBM

160 : 도전성 지지막 170 : n-전극

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

본 발명은 수직형 발광 다이오드 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 도전성 지지막을 형성하기 전에 일정한 경도를 가지는 SOG(Spin On Glass)를 복수개의 상호 이격된 발광 구조물 사이의 영역에 형성함으로써, 레이저 리프트 오프 공정 이후의 공정을 용이하게 하는 수직형 발광 다이오드 및 그 제조방법에 관한 것이다.

일반적으로 발광 다이오드(Light Emitting Diode : LED)는 화합물 반도체의 특성을 이용하여 전기를 적외선 또는 빛으로 변환시켜서 신호를 주고 받거나, 광원으로 사용되는 반도체 소자의 일종이다.

발광 다이오드는 저전압으로 고효율의 광을 발생시키므로 에너지 절감 효과가 뛰어나며, 최근 들어 발광 다이오드의 한계였던 휘도 문제가 크게 개선되면서 백라이트 유닛(Backlight Unit), 전광판, 표시기, 가전제품, 각종 자동화 기기 등 산업 전반에 걸쳐 사용되고 있다.

특히, 질화 갈륨(GaN)계 발광 다이오드는 발광 스펙트럼이 자외선으로부터 적외선에 이르기까지 광범위하게 형성되며, 비소(As), 수은(Hg) 등의 환경 유해 물질을 포함하고 있지 않기 때문에 환경 친화적인 면에서도 높은 호응을 얻고 있다.

종래의 GaN계 발광 다이오드는 절연 물질인 사파이어( $Al_2O_3$ )를 기판으로 사용하기 때문에, 두 전극 즉, p-전극과 n-전극이 거의 수평한 방향으로 형성될 수 밖에 없으며, 전압 인가시에 n-전극으로부터 활성층을 통해 p-전극으로 향하는 전류 흐름이 수평 방향을 따라 협소하게 형성될 수 밖에 없다. 이러한 협소한 전류 흐름으로 인해, 상기 발광 다이오드는 순방향 전압이 증가하여 전류 효율이 저하된다.

그리고, 상기 종래의 GaN계 발광 다이오드는 상기 n-전극을 형성하기 위해서, 적어도 상기 n-전극의 면적보다 넓게 상기 활성층의 일부 영역을 제거해야 하므로 발광 면적이 감소하여 소자 크기 대비 휘도에 따른 발광 효율이 저하되는 문제점이 있다.

또한, 상기 종래의 GaN계 발광 다이오드는 전류 밀도의 증가에 의해 열발생량이 큰데 반하여 상기 사파이어 기판은 열전도성이 낮아 열방출이 원활히 이루어지지 못하므로, 열 증가에 따라 상기 사파이어 기판과 GaN계 발광 구조물간에 기계적 응력이 발생하여 소자가 불안정해지는 문제점이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 최근에 레이저 리프트 오프(Laser Lift Off : LLO) 공정을 통해 사파이어 기판을 제거한 수직형 GaN계 발광 다이오드가 개발되고 있으며, 상기 수직형 GaN계 발광 다이오드는 종래의 GaN계 발광 다이오드와는 달리 전극의 형태가 발광 구조물의 하부면과 상부면에 형성된다.

도 1a 내지 도 1f는 종래의 수직형 발광 다이오드의 제조방법을 나타낸 단면도이다. 이에 도시된 바와 같이, 사파이어 기판(10) 상부에 상호 이격된 복수개의 발광 구조물(11)을 형성하고, 상기 복수개의 발광 구조물(11) 상부에 p-전극(12)을 형성한다(도 1a).

이어서, 상기 복수개의 발광 구조물(11)의 측벽과 상기 p-전극(12)이 형성되지 않은 상기 복수개의 발광 구조물(11)의 상부에 절연막(13)을 형성하고, 상기 사파이어 기판(10)의 상부와 상기 발광 구조물(11)을 감싸며 UBM(Under Bump Metallization)막(14)을 형성한다(도 1b).

다음으로, 상기 UBM(Under Bump Metallization)막(14)을 감싸며 도전성 지지막(15)을 형성한다(도 1c). 그 후, 상기 사파이어 기판(10)을 레이저 리프트 오프 공정을 이용하여 상기 발광 구조물(11)로부터 분리시킨다(도 1d).

이어서, 상기 발광 구조물(11)의 하부에 n-전극(16)을 형성한 후(도 1e), 스크라이빙(scribing) 및 브레이킹(breaking) 공정을 수행하여 별개의 발광 다이오드(17)(18)를 형성한다(도 1f).

이와 같은 종래의 수직형 발광 다이오드 제조방법의 경우, 상기 도전성 지지막(15)이 형성되는 과정에서 내부 응력이 생길 수 있으며, 레이저 리프트 오프 공정으로 사파이어 기판(10)을 제거하면 상기 내부 응력이 발광 다이오드에 전이되어 크랙(crack)등이 발생하는 문제점이 있게 된다.

또한, 상기 도전성 지지막(15)은 수십  $\mu m$  정도로 얇기 때문에 상기 사파이어 기판(10)을 제거한 후, 레이저 리프트 오프 공정으로 거칠어진 상기 발광 구조물(11)의 표면을 연마하는 공정 및 상기 n-전극(16)을 형성하는 공정 등에 있어서, 핸들링(handling)시 상기 도전성 지지막(15)이 종이처럼 휘어지는 현상이 발생하여 상기 공정들을 진행하는데 어려움이 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위해 도전성 지지막을 두껍게 형성하는 방법이 제안되었으나, 이 경우 스크라이빙(scribing) 및 브레이킹(breaking) 공정에 있어서 별개의 발광 다이오드로 분리하는데 어려움이 있게 된다.

특히, 구리(Cu)를 도전성 지지막으로 사용하는 경우, 상기 구리(Cu)는 쉽게 변형을 일으키기 때문에 다이아몬드 팁(diamond tip) 등에 의한 스크라이빙 공정시 크랙(crack)이 형성되지 않고 소성 변형을 일으켜서 그 이후의 브레이킹 공정이 용이하지 않은 문제점이 있다.

그리고, 수직형 발광 다이오드의 제조방법에 있어서, 스크라이빙 공정 및 브레이킹 공정은 일반적인 발광 다이오드의 제작시 스크라이빙 공정 및 브레이킹 공정과는 다른 양상을 보이게 되는데, 이는 일반적인 발광 다이오드의 제작시 스크라이빙 공정은 전성 및 연성이 전혀 없고 경도가 큰 사파이어를 대상으로 하나, 수직형 발광 다이오드의 제작시 스크라이빙 공정은 전성 및 연성을 포함하고 있는 도전성 지지막을 대상으로 하기 때문에 나타나는 것이다.

또한, 스크라이빙 공정 후 브레이킹 공정을 수행하는 경우에도 사파이어는 노치(notch)를 가진 세라믹 재료의 취성 파괴 모드로 쉽게 분리할수 있는 반면, 도전성 지지막의 경우 쉽게 분리되지 않는 공정상의 문제를 내포하고 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

따라서, 본 발명의 목적은 발광 구조물을 감싸며 일정한 경도를 가지는 SOG(Spin On Glass)를 형성한 후, 도전성 지지막을 형성함으로써 핸들링시 쉽게 휘어지지 않아 레이저 리프트 오프 공정 이후의 공정이 용이하게 진행되도록 하고, 상기 SOG가 형성된 부분을 스크라이빙함으로써 별개의 발광 다이오드로 쉽게 분리되도록 하는 수직형 발광 다이오드 및 그 제조방법을 제공하는데 있다.

본 발명의 수직형 발광 다이오드의 실시예는, n형 질화물 반도체층 상부에 활성층, p형 질화물 반도체층이 순차적으로 적층되어 형성된 발광 구조물과, 상기 발광 구조물 상부에 형성된 p-전극과, 상기 발광 구조물 하부에 형성된 n-전극과, 상기 발광 구조물의 측벽과 상기 p-전극이 형성되지 않은 상기 발광 구조물 상부에 형성된 절연막과, 상기 절연막을 감싸며 형성된 SOG(Spin On Glass)와, 상기 SOG를 감싸며, 상기 p-전극의 상부에 형성된 UBM(Under Bump Metallization)층과, 상기 UBM층을 감싸며 형성된 도전성 지지막을 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

본 발명의 수직형 발광 다이오드의 제조방법의 실시예는, 기판 상부에 상호 이격된 복수개의 발광 구조물을 형성하고, 상기 복수개의 발광 구조물 상부에 p-전극을 형성하는 단계와, 상기 복수개의 발광 구조물의 측벽과 상기 p-전극이 형성되지 않은 상기 발광 구조물의 상부에 절연막을 형성하는 단계와, 상기 기판의 상부와 상기 절연막을 감싸며 SOG(Spin On Glass)를 형성하는 단계와, 상기 SOG를 감싸며, 상기 p-전극의 상부에 UBM(Under Bump Metallization)층을 형성하는 단계와, 상기 UBM층을 감싸며 도전성 지지막을 형성하는 단계와, 레이저 리프트 오프 공정으로 상기 기판을 상기 복수개의 발광 구조물로부터 분리시키는 단계와, 상기 복수개의 발광 구조물의 하부에 n-전극을 형성하는 단계와, 상기 복수개의 발광 구조물을 분리하여 별개의 발광 다이오드를 형성하는 단계를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.

**발명의 구성 및 작용**

이하, 도 2 내지 도 3을 참조하여 본 발명의 수직형 발광 다이오드 및 그 제조방법에 대해 상세히 설명한다. 도 2a 내지 도 2h는 본 발명의 수직형 발광 다이오드의 제조방법의 실시예를 나타낸 단면도이다.

이에 도시된 바와 같이, 먼저 기판(100) 상에 상호 이격된 복수개의 발광 구조물(110)을 형성하고, 상기 발광 구조물(110) 상부에 p-전극(120)을 형성한다(도 2a).

여기서, 상기 기판(100)은 사파이어( $Al_2O_3$ ), 실리콘 카바이드(SiC), 갈륨아세나이드(GaAs) 중에서 선택된 어느 하나로 이루어지며, 양질의 기판을 저렴한 가격으로 공급받을 수 있다는 점에서 상기 기판(100)으로 사파이어 기판을 사용하는 것이 바람직하다.

상기 기판(100)의 상부에는 상호 이격된 복수개의 발광 구조물(110)이 형성되는데, 상기 복수개의 발광 구조물(110)은 n형 질화물 반도체층, 활성층, p형 질화물 반도체층을 순차적으로 적층하여 형성한다.

그리고, 상기 기판(100)과 상기 발광 구조물(110)과의 격자 부정합 및 열 팽창 계수의 차이를 극복하기 위해 상기 기판(100)과 상기 n형 질화물 반도체층 사이에 버퍼층을 더 형성할 수 있다. 상기 복수개의 발광 구조물(110)의 상부에는 p-전극(120)이 형성된다.

이어서, 상기 복수개의 발광 구조물(110)의 측벽과 상기 p-전극(120)이 형성되지 않은 상기 복수개의 발광 구조물(110)의 상부에 절연막(130)을 형성한다(도 2b).

상기 절연막(130)은 패시베이션(passivation)층으로서, 상기 발광 구조물(110)을 전기적으로 분리시켜 보호하게 된다. 상기 절연막(130)으로는  $SiO_2$ ,  $Si_3N_4$ ,  $Al_2O_3$ ,  $TiO_2$  들 중에서 어느 하나를 선택하여 사용할 수 있다.

다음으로, 상기 기판(100)의 상부와 상기 발광 구조물(110)을 감싸며 SOG(Spin On Glass)(140)를 형성한 후, 상기 p-전극(120) 상부에 형성된 SOG를 제거하여 상기 p-전극(120)을 상부로부터 노출시킨다(도 2c).

여기서, 상기 SOG(140)는 액체 상태의 유리(SiO<sub>2</sub>) 등과 같은 물질을 스핀 코팅(spin coating)한 후 400 ~ 500 °C에서 열처리하여 형성하며, 이렇게 형성된 SOG는 일정 경도를 가지게 된다.

그 후, 상기 SOG(140)를 감싸며 상기 p-전극(120) 상부에 UBM(Under Bump Metallization)층(150)을 형성한다(도 2d). 상기 UBM층(150)은 도전성 지지막을 형성하는데 있어 종자층(Seed Layer)으로서 역할을 하게 된다. 상기 UBM층(150)은 Cr, Au, Ti, Cu 중에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어진다.

이어서, 상기 UBM층(150)을 감싸며 도전성 지지막(160)을 형성한다(도 2e). 상기 도전성 지지막(160)은 전도성 물질로 이루어지며, 특히 구리(Cu)나 금(Au)과 같이 열전도성이 좋은 물질이 주로 이용된다.

다음으로, 레이저 리프트 오프 공정을 수행하여 상기 기판(100)을 상기 복수개의 발광 구조물(110)로부터 분리시킨다(도 2f). 즉, 상기 기판(100)에 일정 영역의 과장을 가지는 엑시머 레이저 광을 포커싱하여 조사하면, 상기 기판(100)과 상기 복수개의 발광 구조물(110)의 n형 질화물 반도체층(미도시)의 경계면에 열 에너지가 집중되어 상기 n형 질화물 반도체층(미도시)의 계면이 갈륨과 질소 분자로 분리되면서 레이저 광이 지나가는 부분에서 순간적으로 기판(100)의 분리가 일어난다.

상기 레이저 리프트 오프 공정을 수행한 후, 상기 n형 질화물 반도체층(미도시)의 거칠어진 표면을 ICP/RIE(Inductively Coupled Plasma/Reactive Ion Etching) 방식으로 연마하는 공정을 수행할 수 있다.

그 후, 상기 복수개의 발광 구조물(110)의 하부에 n-전극(170)을 형성한다(도 2g). 이어서, 다이아몬드 팁 등을 이용하여 상기 복수개의 발광 구조물(110) 사이의 SOG(140)가 형성된 부분을 스크라이빙한 후, 브레이킹 공정을 수행하여 별개의 수직형 발광 다이오드(180)(190)를 형성한다(도 2h).

이와 같이, 도전성 지지막(160)을 형성하기 전에 일정한 경도를 가지는 SOG(140)를 형성하면, 핸들링시 휘거나 변형이 되지 않아 레이저 리프트 오프 공정으로 기판(100)을 제거한 이후의 후공정을 수행하기가 수월하고, 스크라이빙 공정시에도 상기 SOG(140)에 스크라이빙을 하게 되면, 소성 변형 없이 크랙을 형성하여 개별 발광 다이오드로 분리하는 브레이킹 공정이 용이해진다.

도 3은 본 발명의 수직형 발광 다이오드의 실시예를 나타낸 단면도이다. 이에 도시된 바와 같이, n형 질화물 반도체층(210) 상부에 활성층(220), p형 질화물 반도체층(230)이 순차적으로 형성되어 발광 구조물(200)을 이루는데, 여기서 상기 n형 질화물 반도체층(210)은 n형 GaN층, n형 AlGaIn층, n형 InGaIn층 등과 같은 GaN계 화합물 반도체로 이루어진다.

상기 n형 질화물 반도체층(210) 상부에는 활성층(220)이 형성되어 있으며, 상기 활성층(220)은 다중 양자 우물(Multi Quantum Wells : MQW) 구조를 가지고 주로 In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>N (0 < x ≤ 1)로 이루어진다.

상기 활성층(220) 상부에는 p형 질화물 반도체층(230)이 형성되어 있으며, 상기 p형 질화물 반도체층(230)은 상기 n형 질화물 반도체층(210)과 대응하여 p형 GaN층, p형 AlGaIn층, p형 InGaIn층 등과 같은 GaN계 화합물 반도체로 이루어진다.

상기 p형 질화물 반도체층(230) 상부에는 p-전극(240)이 형성되어 있고, 상기 n형 질화물 반도체층(210) 하부에는 n-전극(250)이 형성되어 있다.

그리고, 상기 발광 구조물(200)의 측벽을 감싸며, 상기 p형 질화물 반도체층(230) 상의 상기 p-전극(240)이 형성된 이외의 영역에 절연막(260)이 형성되어 있다. 상기 절연막(260)은 SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> 들 중에서 선택된 어느 하나로 이루어진다.

상기 절연막(260)을 감싸며 SOG(Spin On Glass)(270)가 형성되어 있으며, 상기 SOG(270)를 감싸며 상기 p-전극(240)의 상부에는 UBM(Under Bump Metallization)층(280)이 형성되어 있다. 여기서, 상기 UBM층(280)은 Cr, Au, Ti, Cu 중에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어진다.

상기 UBM층(280) 상부에는 도전성 지지막(290)이 일정 두께를 가지고 형성되어 있으며, 도전성 지지막(290)으로는 열전도성이 좋은 구리(Cu) 또는 금(Au)이 주로 이용된다.

한편, 상기에서는 본 발명을 특정의 바람직한 실시예에 관련하여 도시하고 설명하였지만, 이하의 특허청구범위에 의해 마련되는 본 발명의 정신이나 분야를 이탈하지 않는 한도 내에서 본 발명이 다양하게 개조 및 변화될 수 있다는 것을 당업계에서 통상의 지식을 가진 자는 용이하게 알 수 있다.

**발명의 효과**

본 발명에 의하면, 상호 이격된 복수개의 발광 구조물 사이의 영역에 경도를 가지고 있는 SOG(Spin On Glass)를 형성한 후, 도전성 지지막을 형성함으로써 도전성 지지막이 가지는 열적, 전기적 전도성은 그대로 유지하게 되고, 레이저 리프트 오프 공정 이후의 공정에서 핸들링시 쉽게 휘어지지 아니하여 연마 공정 및 전극 형성 등의 공정을 용이하게 진행할 수 있게 된다.

또한, 상기 SOG(Spin On Glass)가 형성된 부분을 스크라이빙함으로써, 스크라이빙시 크랙(crack)이 형성되어 소성 변형 없이 복수개의 발광 구조물을 별개의 발광 다이오드로 분리할 수 있게 된다.

따라서, 소성 변형으로 인하여 상기 복수개의 발광 구조물을 별개의 발광 다이오드로 분리시 발생하였던 발광 다이오드 내부의 크랙이 발생하지 않아 수율이 향상되는 효과를 가져올 수 있다.

**(57) 청구의 범위**

**청구항 1.**

기판 상부에 상호 이격된 복수개의 발광 구조물을 형성하고, 상기 복수개의 발광 구조물 상부에 p-전극을 형성하는 단계;  
 상기 복수개의 발광 구조물의 측벽과 상기 p-전극이 형성되지 않은 상기 발광 구조물의 상부에 절연막을 형성하는 단계;  
 상기 기판의 상부와 상기 절연막을 감싸며 SOG(Spin On Glass)를 형성하는 단계;  
 상기 SOG를 감싸며, 상기 p-전극의 상부에 UBM(Under Bump Metallization)층을 형성하는 단계;  
 상기 UBM층을 감싸며 도전성 지지막을 형성하는 단계;  
 레이저 리프트 오프 공정으로 상기 기판을 상기 복수개의 발광 구조물로부터 분리시키는 단계;  
 상기 복수개의 발광 구조물의 하부에 n-전극을 형성하는 단계; 및  
 상기 복수개의 발광 구조물을 분리하여 별개의 발광 다이오드를 형성하는 단계를 포함하여 이루어지는 수직형 발광 다이오드 제조방법.

**청구항 2.**

제1항에 있어서, 상기 기판은 사파이어( $Al_2O_3$ )로 이루어지는 것을 특징으로 하는 수직형 발광 다이오드 제조방법.

**청구항 3.**

제1항에 있어서, 상기 발광 구조물은 버퍼층, n형 질화물 반도체층, 활성층과 p형 질화물 반도체층이 순차적으로 형성된 구조물인 것을 특징으로 하는 수직형 발광 다이오드 제조방법.

**청구항 4.**

제1항에 있어서, 상기 기판을 상기 복수개의 발광 구조물로부터 분리시키는 단계 이후, 레이저 리프트 오프 공정시 거칠어진 상기 복수개의 발광 구조물의 표면을 연마하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 수직형 발광 다이오드 제조방법.

**청구항 5.**

n형 질화물 반도체층 상부에 활성층, p형 질화물 반도체층이 순차적으로 적층되어 형성된 발광 구조물;

상기 발광 구조물 상부에 형성된 p-전극;

상기 발광 구조물 하부에 형성된 n-전극;

상기 발광 구조물의 측벽과 상기 p-전극이 형성되지 않은 상기 발광 구조물 상부에 형성된 절연막;

상기 절연막을 감싸며 형성된 SOG(Spin On Glass);

상기 SOG를 감싸며, 상기 p-전극의 상부에 형성된 UBM(Under Bump Metallization)층; 및

상기 UBM층을 감싸며 형성된 도전성 지지막을 포함하여 이루어지는 수직형 발광 다이오드.

**청구항 6.**

제5항에 있어서, 상기 도전성 지지막은 Cu 또는 Au 로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 다이오드.

**청구항 7.**

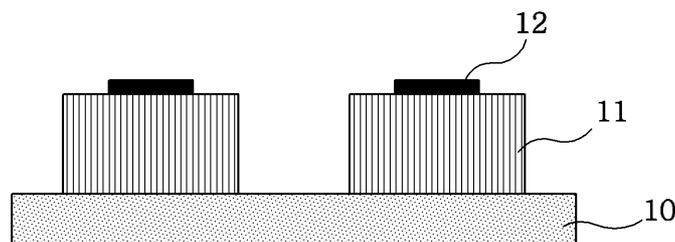
제5항에 있어서, 상기 절연막은 SiO<sub>2</sub>, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> 중에서 선택된 어느 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 수직형 발광 다이오드.

**청구항 8.**

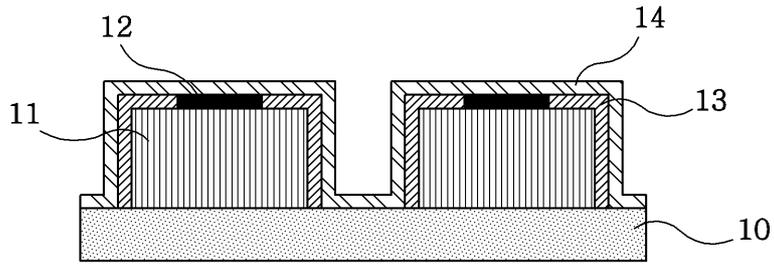
제5항에 있어서, 상기 UBM층은 Cr, Au, Ti, Cu 중에서 선택된 어느 하나의 물질로 이루어지는 것을 특징으로 하는 수직형 발광 다이오드.

**도면**

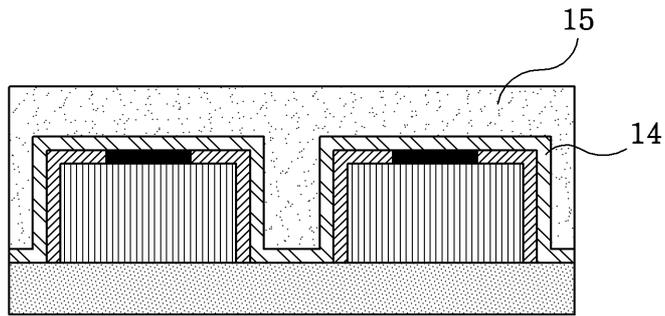
도면1a



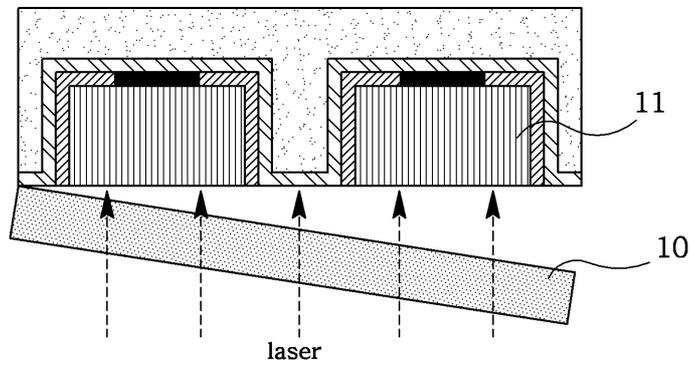
도면1b



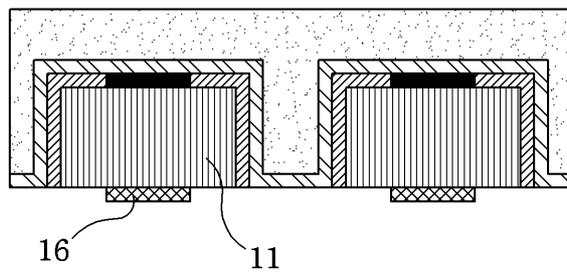
도면1c



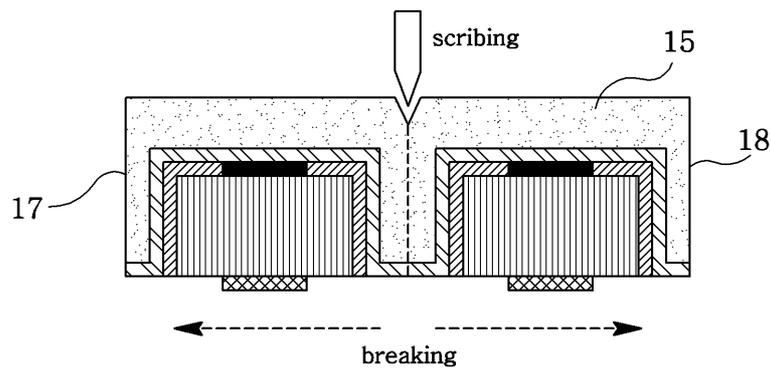
도면1d



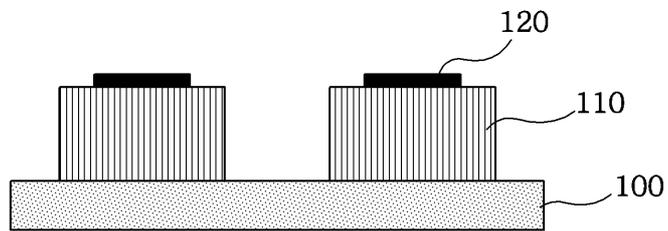
도면1e



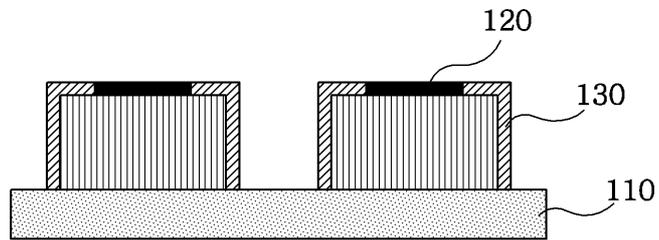
도면1f



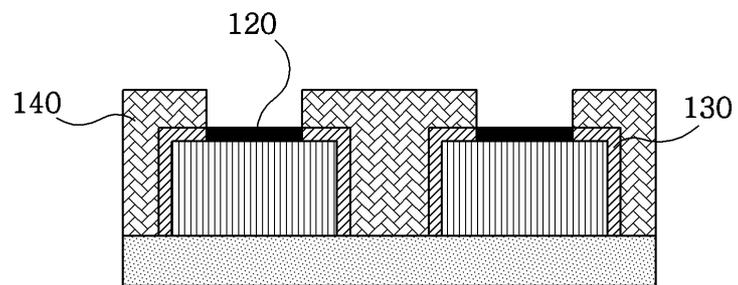
도면2a



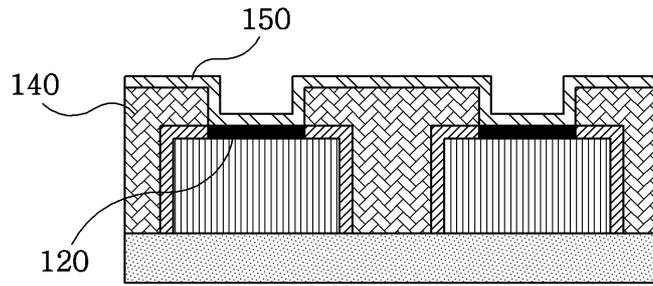
도면2b



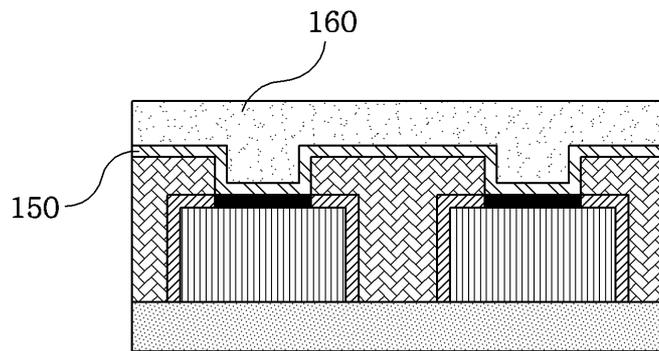
도면2c



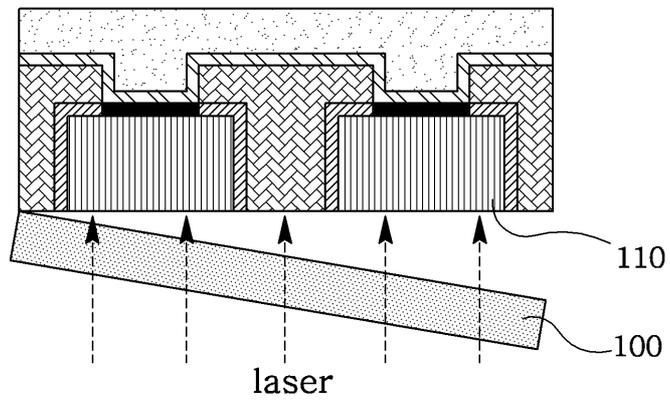
도면2d



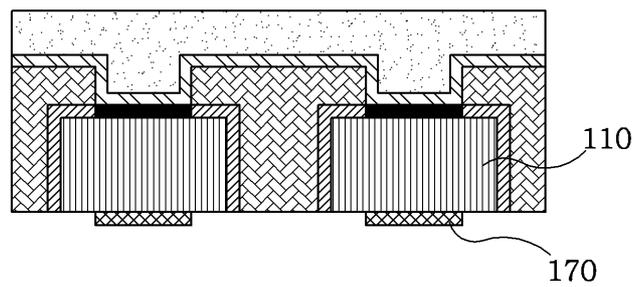
도면2e



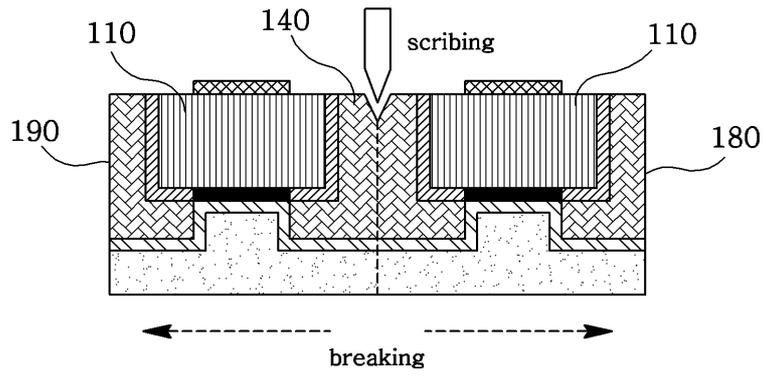
도면2f



도면2g



도면2h



도면3

