



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년08월01일
 (11) 등록번호 10-1643687
 (24) 등록일자 2016년07월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 33/36 (2010.01) H01L 33/10 (2010.01)
 (21) 출원번호 10-2014-0134346
 (22) 출원일자 2014년10월06일
 심사청구일자 2014년10월06일
 (65) 공개번호 10-2016-0041142
 (43) 공개일자 2016년04월18일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR101368720 B1*
 KR1020110102119 A*
 KR101226706 B1
 KR1020100087366 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 세미콘라이트
 경기 용인시 기흥구 원고매로2번길 49, 3층 (고매동)
 (72) 발명자
진근모
 광주광역시 광산구 목련로273번안길 30 403동 505호 (운남동, 주공아파트)
전수근
 경기도 성남시 분당구 미금일로 22 203동 502호 (구미동, 까치마을주공2단지아파트)
박준천
 경기도 여주시 흥천면 이여로 579-38 (외사리)
 (74) 대리인
안상정

전체 청구항 수 : 총 6 항

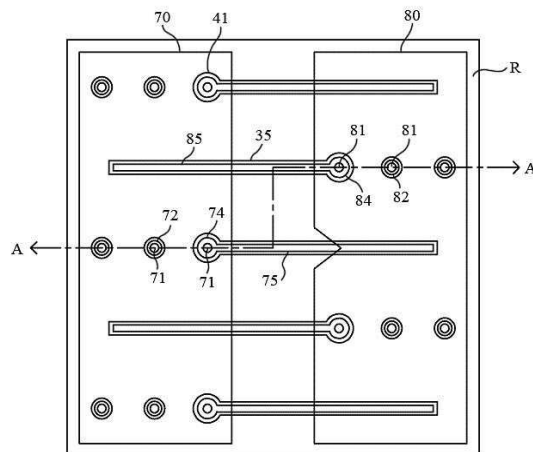
심사관 : 윤성주

(54) 발명의 명칭 **반도체 발광소자**

(57) 요약

본 개시는 반도체 발광소자에 있어서, 제1 반도체층, 제2 반도체층, 및 활성층을 가지는 복수의 반도체층; 전자와 정공 중 하나를 제1 반도체층에 공급하는 제1 전극부와, 전자와 정공 중 나머지 하나를 제2 반도체층에 공급하는 제2 전극부; 그리고 복수의 반도체층 위에 형성되며, 활성층으로부터의 빛을 반사하는 절연성 반사층;을 포함하며, 제1 전극부와 제2 전극부 중 적어도 하나는: 절연성 반사층 위에 형성된 상부 전극; 절연성 반사층 아래에서 복수의 반도체층과 전기적으로 연통된 섬형(island type) 오믹 전극, 연결형 오믹 전극, 연결형 오믹 전극으로부터 뺀 가지 전극; 그리고 절연성 반사층을 관통하여 연결형 오믹 전극과 상부 전극을 연결하는 전기적 연결;을 포함하며, 연결형 오믹 전극은 섬형 오믹 전극보다 면적이 큰 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자에 관한 것이다.

대표도 - 도4



명세서

청구범위

청구항 1

반도체 발광소자에 있어서,

제1 도전성을 가지는 제1 반도체층, 제1 도전성과 다른 제2 도전성을 가지는 제2 반도체층, 및 제1 반도체층과 제2 반도체층의 사이에 개재되어 전자와 정공의 재결합에 의해 빛을 생성하는 활성층을 가지는 복수의 반도체층;

전자와 정공 중 하나를 제1 반도체층에 공급하는 제1 전극부와, 전자와 정공 중 나머지 하나를 제2 반도체층에 공급하는 제2 전극부; 그리고

복수의 반도체층 위에 형성되며, 활성층으로부터의 빛을 반사하는 절연성 반사층;을 포함하며,

제1 전극부와 제2 전극부 중 적어도 하나는:

절연성 반사층 위에 형성된 상부 전극;

절연성 반사층 아래에서 복수의 반도체층과 전기적으로 연통된 섬형(island type) 오믹 전극, 연결형 오믹 전극, 및 연결형 오믹 전극으로부터 뺀 가지 전극; 그리고

절연성 반사층을 관통하여 연결형 오믹 전극 및 섬형 오믹 전극과 상부 전극을 연결하는 전기적 연결(an electrical connection);을 포함하며,

연결형 오믹 전극은 섬형 오믹 전극보다 면적이 큰 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

연결형 오믹 전극과 가지 전극이 이어지는 부분에서 연결형 오믹 전극 및 가지 전극과 일체로 형성되는 보강부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

위에서 볼 때, 가지 전극은 상부 전극의 바깥으로 뺀고,

섬형 오믹 전극은 가지 전극 측 상부 전극의 에지로부터 연결형 오믹 전극보다 멀리 떨어진 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

연결형 오믹 전극, 보강부, 및 가지 전극의 윤곽(outline)은 곡선 및 직선 중 어느 하나를 이루는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

섬형 오믹 전극과 면적이 다른 추가의 섬형 오믹 전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

제1 전극부는:

제1 상부 전극; 그리고

제2 반도체층 및 활성층이 식각되어 노출된 제1 반도체층 위에 제1 섹형 오믹 전극, 제1 연결형 오믹 전극, 및 제1 가지 전극;을 포함하며,

제2 전극부는:

제2 상부 전극; 그리고

제2 반도체층과 절연성 반사층 사이에 제2 섹형 오믹 전극, 제2 연결형 오믹 전극, 및 제2 가지 전극을 포함하며,

제1 가지 전극은 제2 상부 전극 아래로 뻗고, 제2 가지 전극은 제1 상부 전극 아래로 뻗으며, 제1 섹형 오믹 전극은 제1 가지 전극 측 제1 상부 전극의 에지로부터 제1 연결형 오믹 전극보다 멀리 떨어져 있고, 제2 섹형 오믹 전극은 제2 가지 전극 측 제2 상부 전극의 에지로부터 제2 연결형 오믹 전극보다 멀리 떨어져 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시(Disclosure)는 전체적으로 반도체 발광소자에 관한 것으로, 특히 전류 통로들에 흐르는 전류의 차이로 인한 내구성 저하를 방지한 반도체 발광소자에 관한 것이다.

[0002] 여기서, 반도체 발광소자는 전자와 정공의 재결합을 통해 빛을 생성하는 반도체 광소자를 의미하며, 3족 질화물 반도체 발광소자를 예로 들 수 있다. 3족 질화물 반도체는 $Al(x)Ga(y)In(1-x-y)N$ ($0 \leq x \leq 1$, $0 \leq y \leq 1$, $0 \leq x+y \leq 1$)로 된 화합물로 이루어진다. 이외에도 적색 발광에 사용되는 GaAs계 반도체 발광소자 등을 예로 들 수 있다.

배경 기술

[0003] 여기서는, 본 개시에 관한 배경기술이 제공되며, 이들이 반드시 공지기술을 의미하는 것은 아니다(This section provides background information related to the present disclosure which is not necessarily prior art).

[0004] 도 1은 미국 등록특허공보 제7,262,436호에 개시된 반도체 발광소자의 일 예를 나타내는 도면으로서, 반도체 발광소자는 기판(100), 기판(100) 위에 성장되는 위에 성장되는 n형 반도체층(300), n형 반도체층(300) 위에 성장되는 활성층(400), 활성층(400) 위에 성장되는 p형 반도체층(500), p형 반도체층(500) 위에 형성되는 반사막으로 기능하는 전극(901,902,903) 그리고 식각되어 노출된 n형 반도체층(300) 위에 형성되는 n층 본딩 패드(800)를 포함한다.

[0005] 이러한 구조의 칩, 즉 기판(100)의 일 측에 전극(901,902,903) 및 전극(800) 모두가 형성되어 있고, 전극(901,902,903)이 반사막으로 기능하는 형태의 칩을 플립 칩(filp chip)이라 한다. 전극(901,902,903)은 반사율이 높은 전극(901; 예: Ag), 본딩을 위한 전극(903; 예: Au) 그리고 전극(901) 물질과 전극(903) 물질 사이의 확산을 방지하는 전극(902; 예: Ni)으로 이루어진다. 이러한 금속 반사막 구조는 반사율이 높고, 전류 확산에

이점을 가지지만, 금속에 의한 빛 흡수라는 단점을 가진다.

[0006] 도 2는 일본 공개특허공보 제2006-20913호에 개시된 반도체 발광소자의 일 예를 나타내는 도면으로서, 반도체 발광소자는 기판(100), 기판(100) 위에 성장되는 버퍼층(200), 버퍼층(200) 위에 성장되는 n형 반도체층(300), n형 반도체층(300) 위에 성장되는 활성층(400), 활성층(400) 위에 성장되는 p형 반도체층(500), p형 반도체층(500) 위에 형성되며, 전류 확산 기능을 하는 투광성 도전막(600), 투광성 도전막(600) 위에 형성되는 p층 본딩 패드(700) 그리고 식각되어 노출된 n형 반도체층(300) 위에 형성되는 n층 본딩 패드(800)를 포함한다. 그리고 투광성 도전막(600) 위에는 분포 브래그 리플렉터(900; DBR: Distributed Bragg Reflector)와 금속 반사막(904)이 구비되어 있다. 이러한 구성에 의하면, 금속 반사막(904)에 의한 빛 흡수를 감소하지만, 전극(901,902,903)을 이용하는 것보다 상대적으로 전류 확산이 원활치 못한 단점이 있다.

[0007] 도 3은 미국 등록특허공보 제6,307,218호에 개시된 전극 구조의 일 예를 나타내는 도면으로서, 발광소자가 대면 적화됨(예를 들어, 가로/세로가 1000um/1000um)에 따라, p층 본딩 패드(700)와 n층 본딩 패드로 기능하는 n층 전극(800)에 같은 간격을 가지는 가지 전극을 구비함으로써, 전류 확산을 개선하고 있으며, 더하여 충분한 전류 공급을 위해 p층 본딩 패드(700)와 n층 전극(800)이 각각 두 개씩 마련되어 있다. 복수의 가지 전극(710,810)과 복수의 본딩 패드가 도입되어 있지만, 이들의 도입은 발광 면적의 감소 등을 가져와 발광효율을 감소시키는 역 기능을 포함한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 이에 대하여 '발명의 실시를 위한 구체적인 내용'의 후단에 기술한다.

과제의 해결 수단

[0009] 여기서는, 본 개시의 전체적인 요약(Summary)이 제공되며, 이것이 본 개시의 외연을 제한하는 것으로 이해되어서는 아니된다(This section provides a general summary of the disclosure and is not a comprehensive disclosure of its full scope or all of its features).

[0010] 본 개시에 따른 일 태양에 의하면(According to one aspect of the present disclosure), 반도체 발광소자에 있어서, 제1 도전성을 가지는 제1 반도체층, 제1 도전성과 다른 제2 도전성을 가지는 제2 반도체층, 및 제1 반도체층과 제2 반도체층의 사이에 개재되어 전자와 정공의 재결합에 의해 빛을 생성하는 활성층을 가지는 복수의 반도체층; 전자와 정공 중 하나를 제1 반도체층에 공급하는 제1 전극부와, 전자와 정공 중 나머지 하나를 제2 반도체층에 공급하는 제2 전극부; 그리고 복수의 반도체층 위에 형성되며, 활성층으로부터의 빛을 반사하는 절연성 반사층;을 포함하며, 제1 전극부와 제2 전극부 중 적어도 하나는: 절연성 반사층 위에 형성된 상부 전극; 절연성 반사층 아래에서 복수의 반도체층과 전기적으로 연통된 섬형(island type) 오믹 전극, 연결형 오믹 전극, 연결형 오믹 전극으로부터 뺀 가지 전극; 그리고 절연성 반사층을 관통하여 연결형 오믹 전극과 상부 전극을 연결하는 전기적 연결;을 포함하며, 연결형 오믹 전극은 섬형 오믹 전극보다 면적이 큰 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자가 제공된다.

[0011] 본 개시에 따른 다른 하나의 태양에 의하면(According to another aspect of the present disclosure), 반도체 발광소자에 있어서, 제1 도전성을 가지는 제1 반도체층, 제1 도전성과 다른 제2 도전성을 가지는 제2 반도체층, 및 제1 반도체층과 제2 반도체층의 사이에 개재되어 전자와 정공의 재결합에 의해 빛을 생성하는 활성층을 가지는 복수의 반도체층; 전자와 정공 중 하나를 제1 반도체층에 공급하는 제1 전극부와, 전자와 정공 중 나머지 하나를 제2 반도체층에 공급하는 제2 전극부; 그리고 복수의 반도체층 위에 형성되며, 활성층으로부터의 빛을 반사하는 절연성 반사층;을 포함하며, 제1 전극부와 제2 전극부 중 적어도 하나는: 절연성 반사층 위에 형성된 상부 전극; 절연성 반사층 아래에서 복수의 반도체층과 전기적으로 연통된 연결형 오믹 전극, 및 연결형 오믹 전극으로부터 뺀 가지 전극; 절연성 반사층을 관통하여 연결형 오믹 전극과 상부 전극을 연결하는 전기적 연결; 그리고 연결형 오믹 전극과 가지 전극이 이어지는 부분에서, 연결형 오믹 전극 및 가지 전극과 일체로 형성되는 보강부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자가 제공된다.

발명의 효과

[0012] 이에 대하여 '발명의 실시를 위한 구체적인 내용'의 후단에 기술한다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 미국 등록특허공보 제7,262,436호에 개시된 반도체 발광소자의 일 예를 나타내는 도면,
- 도 2는 일본 공개특허공보 제2006-20913호에 개시된 반도체 발광소자의 일 예를 나타내는 도면,
- 도 3은 미국 등록특허공보 제6,307,218호에 개시된 전극 구조의 일 예를 나타내는 도면,
- 도 4는 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 일 예를 나타내는 도면,
- 도 5는 도 4에서 A-A 선을 따라 절단한 단면의 일 예를 설명하는 도면,
- 도 6 및 도 7은 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 제조 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면들,
- 도 8은 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 다른 예를 설명하기 위한 도면,
- 도 9는 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 또 다른 예를 설명하기 위한 도면,
- 도 10은 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 또 다른 예를 설명하기 위한 도면,
- 도 11은 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 또 다른 예를 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하, 본 개시를 첨부된 도면을 참고로 하여 자세하게 설명한다(The present disclosure will now be described in detail with reference to the accompanying drawing(s)).
- [0015] 도 4는 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 일 예를 나타내는 도면이고, 도 5는 도 4에서 A-A 선을 따라 절단한 단면의 일 예를 설명하는 도면이다. 반도체 발광소자는 복수의 반도체층(30,40,50), 제1 전극부(80,81,82,84,85), 제2 전극부(70,71,72,74,75), 및 절연성 반사층(R)을 포함한다. 복수의 반도체층(30,40,50)은 제1 도전성을 가지는 제1 반도체층(30), 제1 도전성과 다른 제2 도전성을 가지는 제2 반도체층(50), 및 제1 반도체층(30)과 제2 반도체층(50)의 사이에 개재되며 전자와 정공의 재결합에 의해 빛을 생성하는 활성층(40)을 포함한다. 제1 전극부(80,81,82,84,85)는 제1 반도체층(30)과 전기적으로 연통하며 전자와 정공 중 하나를 공급하며, 제2 전극부(70,71,72,74,75)는 제2 반도체층(50)과 전기적으로 연통하며 전자와 정공 중 나머지 하나를 공급한다. 절연성 반사층(R)은 복수의 반도체층(30,40,50) 위에 형성되며, 활성층(40)으로부터의 빛을 반사한다.
- [0016] 본 개시에서 제1 전극부와 제2 전극부 중 적어도 하나는 절연성 반사층(R) 위에 형성된 상부 전극, 섬형(island type) 오믹 전극, 연결형 오믹 전극, 가지 전극, 전기적 연결 및 추가의 전기적 연결을 포함한다. 섬형 오믹 전극, 연결형 오믹 전극, 및 가지 전극은 절연성 반사층(R) 아래에서 복수의 반도체층(30,40,50)과 전기적으로 연통된다. 섬형(island type)은 원형, 삼각형, 사각형 등의 다각형과 같이 대체로 일 측으로 길게 연장(extending)되지 않는 형상을 의미한다. 가지 전극은 연결형 오믹 전극으로부터 뻗어 있다. 전기적 연결은 절연성 반사층(R)을 관통하여 연결형 오믹 전극과 상부 전극을 연결하며, 추가의 전기적 연결은 절연성 반사층(R)을 관통하여 섬형 오믹 전극과 상부 전극을 연결한다. 연결형 오믹 전극은 섬형 오믹 전극보다 면적이 크다.
- [0017] 본 예에서 반도체 발광소자는 상부 전극(80,70)이 절연성 반사층(R)을 기준으로 복수의 반도체층(30,40,50)의 반대 측에 구비되는 플립칩(flip chip)이다. 본 예에서, 제1 전극부(80,81,82,84,85)는 제1 상부 전극(80), 식각되어 노출된 제1 반도체층(30) 위에 제1 섬형 오믹 전극(82), 제1 연결형 오믹 전극(84), 및 제1 연결형 오믹 전극(84)으로부터 뻗은 제1 가지 전극(85)을 포함한다. 제2 전극부(70,71,72,74,75)는 제2 상부 전극(70), 제2 반도체층(50)과 절연성 반사층(R) 사이에 제2 섬형 오믹 전극(72), 제2 연결형 오믹 전극(74), 및 제2 연결형 오믹 전극(74)으로부터 뻗은 제2 가지 전극(75)을 포함한다.
- [0018] 섬형 오믹 전극(82,72) 및 연결형 오믹 전극(84,74) 모두 상부 전극(80,70)에 각각 연결되므로, 이론적으로 제1 전극부(80,81,82,84,85)는 등전위이고, 제2 전극부(70,71,72,74,75)도 등전위 이지만, 연결형 오믹 전극(84,74)은 가지 전극(85,75)과 연결되어 있고, 이로 인해 연결형 오믹 전극(84,74)과 가지 전극(85,75)이 연결되는 윤곽(outline)이나 전류 흐름의 조건 등에 있어서 섬형 오믹 전극(82,72)과는 차이가 있다. 이로 인해 섬형 오믹 전극(82,72)보다는 연결형 오믹 전극(84,74)으로 전류가 더 많이 또는, 한계치 이상의 전류가 흐르는 경우가 있을 수 있다. 이런 경우 장시간 작동하면, 연결형 오믹 전극(84,74)에 있어서 내구성이 좋지 않게 된다. 이러한 문제는 고전류로 동작하는 반도체 발광소자에서 더 문제가 된다. 본 예에서는 섬형 오믹 전극

(82,72)보다 연결형 오믹 전극(84,74)의 면적을 더 크게 함으로써, 연결형 오믹 전극(84,74)으로 흐를 수 있는 전류의 한계를 높여서, 반도체 발광소자의 손상이나 내구성에 문제를 방지하였다.

- [0019] 이하, 3족 질화물 반도체 발광소자를 예로 하여 설명한다.
- [0020] 복수의 반도체층(30,40,50)은 기판(10) 위에 형성되며, 기판(10)으로는 주로 사파이어, SiC, Si, GaN 등이 이용되며, 기판(10)은 최종적으로 제거될 수 있다. 제1 반도체층(30)과 제2 반도체층(50)은 그 위치가 바뀔 수 있으며, 3족 질화물 반도체 발광소자에 있어서 주로 GaN으로 이루어진다.
- [0021] 복수의 반도체층(30,40,50)은 기판(10) 위에 형성된 버퍼층(20), 제1 도전성을 가지는 제1 반도체층(30; 예: Si 도핑된 GaN), 제1 도전성과 다른 제2 도전성을 가지는 제2 반도체층(50; 예: Mg 도핑된 GaN) 및 제1 반도체층(30)과 제2 반도체층(50) 사이에 개재되며 전자와 정공의 재결합을 통해 빛을 생성하는 활성층(40; 예: InGaN/(In)GaN 다중양자우물구조)을 포함한다. 복수의 반도체층(30,40,50) 각각은 다층으로 이루어질 수 있고, 버퍼층(20)은 생략될 수 있다.
- [0022] 바람직하게는 제2 반도체층(50) 위에 전류 확산 도전막(60; 예: ITO,Ni/Au)이 구비된다.
- [0023] 절연성 반사층(R)은 전류 확산 도전막(60), 제1 가지 전극(85), 및 제2 가지 전극(75)을 덮도록 형성되며, 활성층(40)으로부터의 빛을 기판(10) 측으로 반사한다. 본 예에서 절연성 반사층(R)은 금속 반사막에 의한 광흡수 감소를 위해 절연성 물질로 형성되며, 바람직하게는 DBR(Distributed Bragg Reflector) 또는 ODR(Omni-Directional Reflector)을 포함하는 다층 구조일 수 있다. 예를 들어, 도 5에 제시된 바와 같이, 절연성 반사층(R)은 순차로 적층된 유전체막(91b), DBR(91a), 및 클래드막(91c)을 포함할 수 있다.
- [0024] 제1 상부 전극(80) 및 제2 상부 전극(70)은 절연성 반사층(R) 위에서 서로 떨어져 제1 상부 전극(80)의 에지와 제2 상부 전극(70)의 에지가 서로 대향하게 구비된다. 제1 상부 전극(80) 및 제2 상부 전극(70)은 외부와 직접 접촉되거나, 와이어 본딩될 수 있다. 제1 가지 전극(85)은 제2 상부 전극(70) 아래로 뺀고, 제2 가지 전극(75)은 제1 상부 전극(80) 아래로 뺀다. 제1 섬형 오믹 전극(82)은 제2 상부 전극(70)과 대향하는 제1 상부 전극(80)의 에지로부터 제1 연결형 오믹 전극(84)보다 멀리 떨어져 있고, 제2 섬형 오믹 전극(72)은 제1 상부 전극(80)과 대향하는 제2 상부 전극(70)의 에지로부터 제2 연결형 오믹 전극(74)보다 멀리 떨어져 있다. 이와 같이 섬형 오믹 전극(82,72)을 배치하면 가지 전극(85,75)이 불필요하게 연장되는 것이 방지된다. 본 예에서는 제1 가지 전극(85)의 연장선상에 제1 섬형 오믹 전극(82)이 위치하고, 제2 가지 전극(75)의 연장선상에 제2 섬형 오믹 전극(72)이 위치하지만, 섬형 오믹 전극(82,72)의 위치는 이와 같은 연장선상에서 벗어날 수도 있다.
- [0025] 본 예에서, 복수의 제1 가지 전극(85)이 제2 반도체층(50) 및 활성층(40)이 식각되어 노출된 제1 반도체층(30) 위에 구비되며, 각 제1 가지 전극(85)은 각 제1 연결형 오믹 전극(84)으로부터 뺀다. 전기적 연결(81)은 절연성 반사층(R)을 관통하여 제1 상부 전극(80)과 제1 연결형 오믹 전극(84)을 연결한다. 다른 전기적 연결(81)은 절연성 반사층(R)을 관통하여 제1 상부 전극(80)과 제1 섬형 오믹 전극(82)을 연결한다. 제1 섬형 오믹 전극(82) 및 제1 연결형 오믹 전극(84)은 제1 반도체층(30)과 전기적 연결(81) 사이에 접촉저항을 감소하고 연결의 안정성 향상한다.
- [0026] 제2 섬형 오믹 전극(72), 제2 연결형 오믹 전극(74), 및 제2 가지 전극(75)은 전류 확산 도전막(60)과 절연성 반사층(R) 사이에 구비되며, 본 예에서는 복수의 제2 가지 전극(75)이 복수의 제1 가지 전극(85)과 대략 나란하며 교대로 구비되어 있고, 제2 섬형 오믹 전극(72)은 제2 가지 전극(75)의 연장선상에 위치해 있다. 각 제2 가지 전극(75)은 각 제2 연결형 오믹 전극(74)으로부터 뺀다. 전기적 연결(71)은 절연성 반사층(R)을 관통하여 제2 상부 전극(70)과 제2 연결형 오믹 전극(74)을 연결한다. 다른 전기적 연결(71)은 절연성 반사층(R)을 관통하여 제2 상부 전극(70)과 제2 섬형 오믹 전극(72)을 연결한다. 제2 섬형 오믹 전극(72) 및 제2 연결형 오믹 전극(74)은 전류 확산 도전막(60)과 전기적 연결(71) 사이에 접촉저항을 감소하고 연결의 안정성을 향상한다.
- [0027] 바람직하게는, 광흡수 방지막(41)이 제2 반도체층(50)과 전류 확산 도전막(60) 사이에 제2 가지 전극(75), 제2 섬형 오믹 전극(72), 및 제2 연결형 오믹 전극(74)에 각각 대응하게 구비될 수 있다. 광흡수 방지막(41)은 SiO₂, TiO₂ 등으로 형성될 수 있으며, 활성층(40)에서 발생된 빛의 일부 또는 전부를 반사하는 기능만을 가져도 좋고, 제2 가지 전극(75), 제2 섬형 오믹 전극(72), 및 제2 연결형 오믹 전극(74)으로부터 바로 아래로 전류가 흐르지 못하도록 하는 기능만을 가져도 좋고, 양자의 기능을 모두 가져도 좋다.
- [0028] 가지 전극(85,75) 및 오믹 전극(82,84,72,74)은 복수의 금속층으로 이루어질 수 있으며, 제1 반도체층(30) 또는 전류 확산 도전막(60)과의 전기적 접촉이 좋은 접촉층과 광반사성이 좋은 반사층 등을 구비할 수 있다.

- [0029] 본 예에 따른 반도체 발광소자는 금속 반사막 대신 절연성 반사층(R)을 사용하여 도 1에 제시된 플립칩보다 금속에 의한 광흡수 손실 감소에 유리하다. 또한, 발광면을 거의 절연성 반사층(R)이 덮고 있고, 섬형 오믹 전극(82,72), 연결형 오믹 전극(84,74), 및 가지 전극(85,75)을 사용하여 전류 공급 경로 또는 통로의 개수와 위치를 상대적으로 더 자유롭게 할 수 있어서, 도 2에 제시된 플립칩보다 전류확산에 유리하다. 이렇게 섬형 오믹 전극(82,72), 연결형 오믹 전극(84,74), 및 가지 전극(85,75)을 구비하는 구조에서, 전류 공급의 균일성 또는, 발광의 균일성을 위해 섬형 오믹 전극(82,72), 연결형 오믹 전극(84,74), 및 가지 전극(85,75)을 적절히 위치나 개수, 및 형상을 변경할 수 있을 것이다. 본 예는 이러한 장점을 가지는 구조에서 섬형 오믹 전극(82,72)보다 연결형 오믹 전극(84,74)에 상대적으로 전류가 더 쏠리는 경우의 손상이나 내구성 문제를 해소한다. 정격의 전류가 공급되는 경우뿐만 아니라, 원하지 않게 순간적으로 고전류가 흐를 수 있는데, 연결형 오믹 전극(84,74)으로의 전류쏠림이 발생하더라도 섬형 오믹 전극(82,72)보다 큰 면적을 가져서 충분히 손상을 방지하고 내구성을 가지고 동작할 수 있다.
- [0030] 제1 섬형 오믹 전극(82)과 제1 연결형 오믹 전극(84)의 면적의 비율과, 제2 섬형 오믹 전극(72)과 제2 연결형 오믹 전극(74)의 면적의 비율은 전류가 연결형 오믹 전극(84,74)에 더 쏠리는 정도에 따라 적절한 범위에서 결정할 수 있다. 한편, 제1 연결형 오믹 전극(84)과 제2 연결형 오믹 전극(74)으로 전류가 흐르는 정도가 다를 수 있고, 따라서, 제1 연결형 오믹 전극(84)과 제2 연결형 오믹 전극(74)의 면적도 서로 다르게 할 수 있다. 예를 들어, 보통 제1 연결형 오믹 전극(84)보다 제2 연결형 오믹 전극(74)으로 전류가 쏠리는 정도가 더 심할 수 있는데, 이 경우, 제1 연결형 오믹 전극(84)보다 제2 연결형 오믹 전극(74)의 면적을 더 크게하는 실시에도 고려할 수 있다.
- [0031] 도 6 및 도 7은 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 제조 방법의 일 예를 설명하기 위한 도면으로서, 도 4 내지 도 7을 참조하면, 먼저, 도 5 및 도 6에 제시된 바와 같이, 기판(10) 상에 제1 반도체층(30), 활성층(40), 제2 반도체층(50)을 형성하고, 광흡수 방지막(41)을 형성한 후, 그 위에 전류 확산 도전막(60; 예: ITO)을 형성하고, 메사식각하여 제1 반도체층(30)의 일부(35)를 노출시킨다. 메사식각은 전류 확산 도전막(60) 형성 전에 수행될 수도 있다. 전류 확산 도전막(60)은 생략될 수 있다.
- [0032] 이후, 도 7에 제시된 바와 같이, 노출된 제1 반도체층(30) 및 전류 확산 도전막(60) 위에 각각 가지 전극(85,75), 및 오믹 전극(82,84,72,74)을 형성한다. 이후, 전류 확산 도전막(60) 위에 절연성 반사층(R)을 형성한다. 본 예에서 절연성 반사층(R)은 금속 반사막에 의한 광흡수 감소를 위해 절연성 물질로 형성되며, 바람직하게는 DBR(Distributed Bragg Reflector) 또는 ODR(Omni-Directional Reflector)을 포함하는 다층 구조일 수 있다. 예를 들어, 유전체 막(91b), 분포 브래그 리플렉터(91a) 및 클래드 막(91c)을 형성하여 절연성 반사층(R)이 형성된다. 유전체 막(91b) 또는 클래드 막(91c)은 생략될 수 있다. 분포 브래그 리플렉터(91a)는, 예를 들어, SiO₂와 TiO₂의 쌍이 복수 회 적층되어 이루어진다. 이 외에도 분포 브래그 리플렉터(91a)는 Ta₂O₅, HfO, ZrO, SiN 등 고 굴절률 물질과 이보다 굴절률이 낮은 유전체 박막(대표적으로 SiO₂) 등의 조합으로 이루어질 수 있다. 절연성 반사층(R)은 그 두께가 수 μm(예: 1 ~ 8μm)정도 일 수 있다.
- [0033] 이후, 절연성 반사층(R)에 건식식각 등의 방법으로 개구를 형성하고, 개구를 통하도록 전기적 연결(81,71)을 형성한다. 절연성 반사층(R) 위에 상부 전극(80,70)을 형성한다. 전기적 연결(81,71)과 상부 전극(70,80)은 별개로 형성될 수도 있지만, 하나의 과정에서 일체로 형성될 수도 있다.
- [0034] 도 8은 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 다른 예를 설명하기 위한 도면으로서, 광흡수 방지막은 도시가 생략되어 있다. 섬형 오믹 전극(82,72)에 비해 연결형 오믹 전극(84,74)에 전류가 더 쏠림에 따라 반도체 발광소자의 내구성이나 손상이 문제될 수 있는데, 전극의 에지나 윤곽(outline)이 급히 꺾이거나 좁은 각도의 에지를 이루는 부분이 특히 문제가 될 수 있다. 한편, 전극은 금속으로서 빛을 일부 흡수하므로 가지 전극(85,75)이나 오믹 전극(82,84,72,74)의 면적이 증가하는 데에는 한계가 있다.
- [0035] 본 예에 따른 반도체 발광소자에서는 섬형 오믹 전극(82,72)과 연결형 오믹 전극(84,74)의 면적이 거의 비슷하며, 전술된 내구성이나 손상의 문제를 해결하기 위해 연결형 오믹 전극(84,74)과 가지 전극(85,75)이 이어지는 부분에서, 오믹 전극 및 가지 전극(85,75)과 일체로 형성되는 보강부(77,87)를 구비한다. 도 8에서 보강부(77,87)는 연결형 오믹 전극(84,74)과 가지 전극(85,75)과는 점선으로 구분되어 있으며, 이들은 함께 일체로 형성될 수 있다. 보강부(77,87)가 없는 경우, 연결형 오믹 전극(84,74)과 가지 전극(85,75)이 연결되는 윤곽(outline)에 있어서 급히 꺾이거나 좁은 각도의 에지(예: 79)가 형성되므로, 내구성 측면에서 고전류 구동이나 순간적인 고전류의 흐름에 좋지 않다.

- [0036] 보강부(77,87)는 이러한 좁은 각도의 에지(79)의 형성을 방지한다. 또한, 보강부(77,87)는 연결형 오믹 전극(84,74)과 일체로 형성되므로 면적 증가 효과도 있다. 그 결과, 상기 문제 발생이 억제되며 내구성이 향상된다. 본 예에서 보강부(77,87)는 가지 전극(85,75) 측으로 갈수록 폭이 좁아지며, 보강부(77,87)와 연결형 오믹 전극(84,74) 및 가지 전극(85,75)이 연결되는 윤곽은 급한 또는 좁은 각도의 꺾임이 없이 부드럽게 이어지며 가지 전극(85,75)의 뺨는 방향과 경사를 이루고 있다. 보강부(77,87)의 형상은 이 외에도 변형이 가능하다.
- [0037] 도 9는 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 또 다른 예를 설명하기 위한 도면으로서, 연결형 오믹 전극(84,74)은 섬형 오믹 전극(82,72)보다 면적이 크고, 연결형 오믹 전극(84,74)과 가지 전극(85,75)의 연결부분에 보강부(77,87)가 일체로 형성되어 있다. 따라서, 내구성이 향상된다. 보강부(77,87)와 연결형 오믹 전극(84,74), 및 가지 전극(85,75)의 윤곽은 급한 꺾임이 없이 부드러운 곡선 또는 직선형으로 이어지며, 상기 윤곽은 나팔형(horn or trumpet type)으로 폭이 좁아지며 가지 전극(85,75)으로 이어진다. 본 예에서, 연결형 오믹 전극(84,74)의 윤곽은 전기적 연결을 기준으로 가지 전극(85,75)의 반대 측은 반원형이며, 보강부(77,87)의 윤곽은 반원형의 접선이 될 수 있다.
- [0038] 도 10은 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 또 다른 예를 설명하기 위한 도면으로서, 연결형 오믹 전극(84,74)과 가지 전극(85,75)의 연결부분에 보강부(77,87)가 일체로 형성되며, 도 9에 제시된 예와 다르게 약간 볼록하게 형성되어 있다. 각 연결형 오믹 전극(84,74)의 면적이 각 섬형 오믹 전극(82,86,72,76)의 면적보다 크며, 복수의 섬형 오믹 전극(82,86,72,76)의 면적이 서로 다르다. 복수의 섬형 오믹 전극(82,86,72,76)도 위치에 따라 전류가 차이가 나는 경우, 서로 면적을 다르게 할 수 있다. 본 예에서, 연결형 오믹 전극(84,74)에 가까운 섬형 오믹 전극(82,72)이 먼 섬형 오믹 전극(86,76)보다 면적이 크게 되어 있지만, 이와 면적 분포가 다를 수도 있다.
- [0039] 도 11은 본 개시에 따른 반도체 발광소자의 또 다른 예를 설명하기 위한 도면으로서, 연결형 오믹 전극(84,74)은 섬형 오믹 전극(82,72)보다 면적이 크고, 연결형 오믹 전극(84,74)과 가지 전극(85,75)이 이어지는 부분에 보강부(77,87)가 일체로 형성되어 있다. 가지 전극(85,75)은 폭이 일정한 연장부들과, 연장부들보다 폭이 큰 확장부(88,78)를 포함한다. 이와 같이, 가지 전극(85,75)은 그 폭이 일정하거나 위치에 따라 변하는 예가 가능하며, 직선형 가지 전극뿐만 아니라 곡선형 가지 전극의 경우도 포함한다.
- [0040] 이하 본 개시의 다양한 실시 형태에 대하여 설명한다.
- [0041] (1) 반도체 발광소자에 있어서, 제1 도전성을 가지는 제1 반도체층, 제1 도전성과 다른 제2 도전성을 가지는 제2 반도체층, 및 제1 반도체층과 제2 반도체층의 사이에 개재되어 전자와 정공의 재결합에 의해 빛을 생성하는 활성층을 가지는 복수의 반도체층; 전자와 정공 중 하나를 제1 반도체층에 공급하는 제1 전극부와, 전자와 정공 중 나머지 하나를 제2 반도체층에 공급하는 제2 전극부; 그리고 복수의 반도체층 위에 형성되며, 활성층으로부터의 빛을 반사하는 절연성 반사층;을 포함하며, 제1 전극부와 제2 전극부 중 적어도 하나는: 절연성 반사층 위에 형성된 상부 전극; 절연성 반사층 아래에서 복수의 반도체층과 전기적으로 연통된 섬형(island type) 오믹 전극, 연결형 오믹 전극, 및 연결형 오믹 전극으로부터 뺨는 가지 전극; 그리고 절연성 반사층을 관통하여 연결형 오믹 전극과 상부 전극을 연결하는 전기적 연결(an electrical connection);을 포함하며, 연결형 오믹 전극은 섬형 오믹 전극보다 면적이 큰 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.
- [0042] (2) 연결형 오믹 전극과 가지 전극이 이어지는 부분에서 연결형 오믹 전극 및 가지 전극과 일체로 형성되는 보강부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.
- [0043] (3) 위에서 볼 때, 가지 전극은 상부 전극의 바깥으로 뺨고, 섬형 오믹 전극은 가지 전극 측 상부 전극의 에지로부터 연결형 오믹 전극보다 멀리 떨어진 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.
- [0044] (4) 연결형 오믹 전극, 보강부, 및 가지 전극의 윤곽(outline)은 곡선 및 직선 중 어느 하나를 이루는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.
- [0045] (5) 섬형 오믹 전극과 면적이 다른 추가의 섬형 오믹 전극;을 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.
- [0046] (6) 제1 전극부는: 제1 상부 전극; 그리고 제2 반도체층 및 활성층이 식각되어 노출된 제1 반도체층 위에 제1 섬형 오믹 전극, 제1 연결형 오믹 전극, 및 제1 가지 전극;을 포함하며, 제2 전극부는: 제2 상부 전극; 그리고 제2 반도체층과 절연성 반사층 사이에 제2 섬형 오믹 전극, 제2 연결형 오믹 전극, 및 제2 가지 전극을 포함하며, 제1 가지 전극은 제2 상부 전극 아래로 뺨고, 제2 가지 전극은 제1 상부 전극 아래로 뺨으며, 제1 섬형 오믹 전극은 제1 가지 전극 측 제1 상부 전극의 에지로부터 제1 연결형 오믹 전극보다 멀리 떨어져 있고, 제2 섬

형 오믹 전극은 제2 가지 전극 측 제2 상부 전극의 에지로부터 제2 연결형 오믹 전극보다 멀리 떨어져 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

[0047] (7) 반도체 발광소자에 있어서, 제1 도전성을 가지는 제1 반도체층, 제1 도전성과 다른 제2 도전성을 가지는 제2 반도체층, 및 제1 반도체층과 제2 반도체층의 사이에 개재되어 전자와 정공의 재결합에 의해 빛을 생성하는 활성층을 가지는 복수의 반도체층; 전자와 정공 중 하나를 제1 반도체층에 공급하는 제1 전극부와, 전자와 정공 중 나머지 하나를 제2 반도체층에 공급하는 제2 전극부; 그리고 복수의 반도체층 위에 형성되며, 활성층으로부터의 빛을 반사하는 절연성 반사층;을 포함하며, 제1 전극부와 제2 전극부 중 적어도 하나는: 절연성 반사층 위에 형성된 상부 전극; 절연성 반사층 아래에서 복수의 반도체층과 전기적으로 연통된 연결형 오믹 전극, 및 연결형 오믹 전극으로부터 뺀 가지 전극; 절연성 반사층을 관통하여 연결형 오믹 전극과 상부 전극을 연결하는 전기적 연결; 그리고 연결형 오믹 전극과 가지 전극이 이어지는 부분에서 연결형 오믹 전극 및 가지 전극과 일체로 형성되는 보강부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

[0048] (8) 연결형 오믹 전극 및 가지 전극과 떨어져 복수의 반도체층과 전기적으로 연통되는 섬형 오믹 전극; 그리고 절연성 반사층을 관통하여 섬형 오믹 전극과 상부 전극을 연결하는 추가의 전기적 연결;을 포함하며, 연결형 오믹 전극은 섬형 오믹 전극보다 면적이 큰 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

[0049] (9) 연결형 오믹 전극, 보강부, 및 가지 전극의 윤곽(outline)은 꺾임이 없는 곡선 및 직선 중 적어도 어느 하나를 이루는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

[0050] (10) 가지 전극은; 폭이 일정한 연장부; 그리고 연장부가 연결되며 연장부보다 폭이 큰 확장부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

[0051] 본 개시에 따른 반도체 발광소자에 의하면, 전류 통로에 흐르는 전류의 차이로 인한 문제에 있어서, 반도체 발광소자의 내구성이 향상된다.

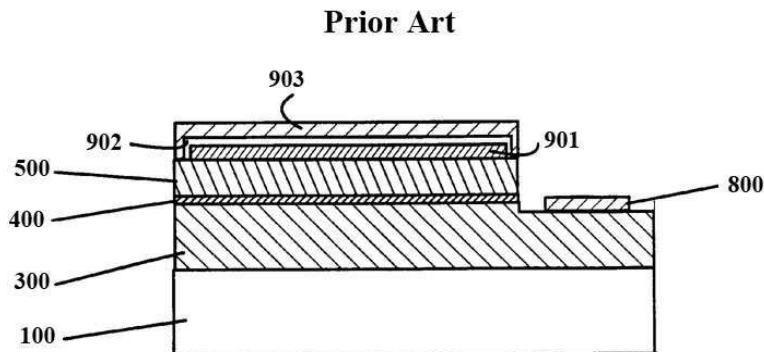
[0052] 또한, 금속에 의한 광흡수 손실이 감소한다.

부호의 설명

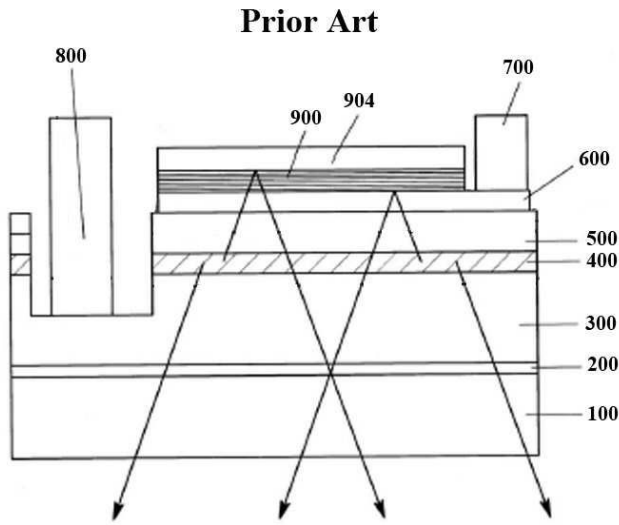
[0053] 제1 반도체층(30), 활성층(40), 제2 반도체층(50), 제1 상부 전극(80)
 제1 섬형 오믹 전극(82), 제1 연결형 오믹 전극(84), 제1 가지 전극(85)
 보강부(87,77), 제2 상부 전극(70), 제2 섬형 오믹 전극(72),
 제2 연결형 오믹 전극(74), 제2 가지 전극(75)

도면

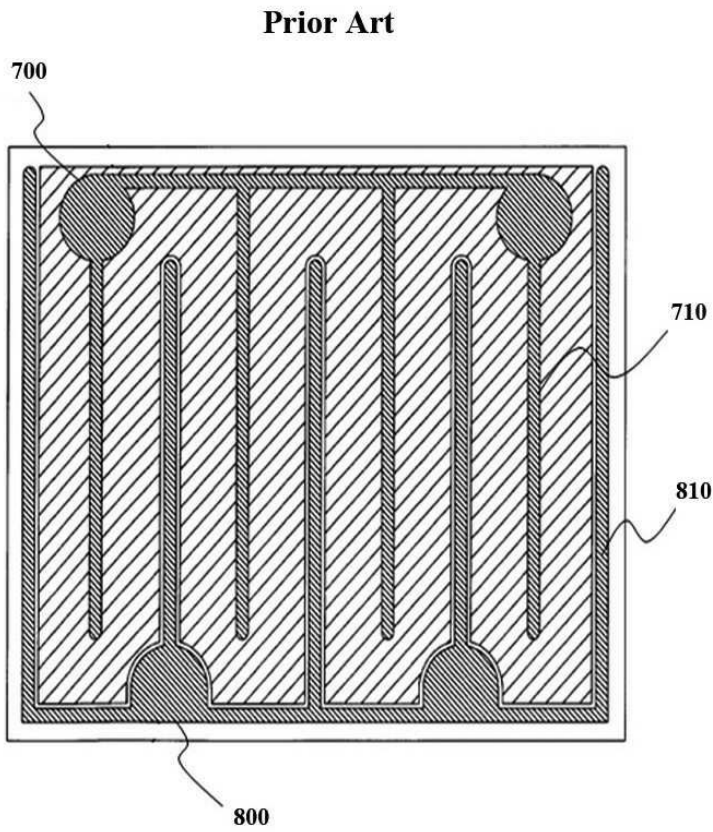
도면1



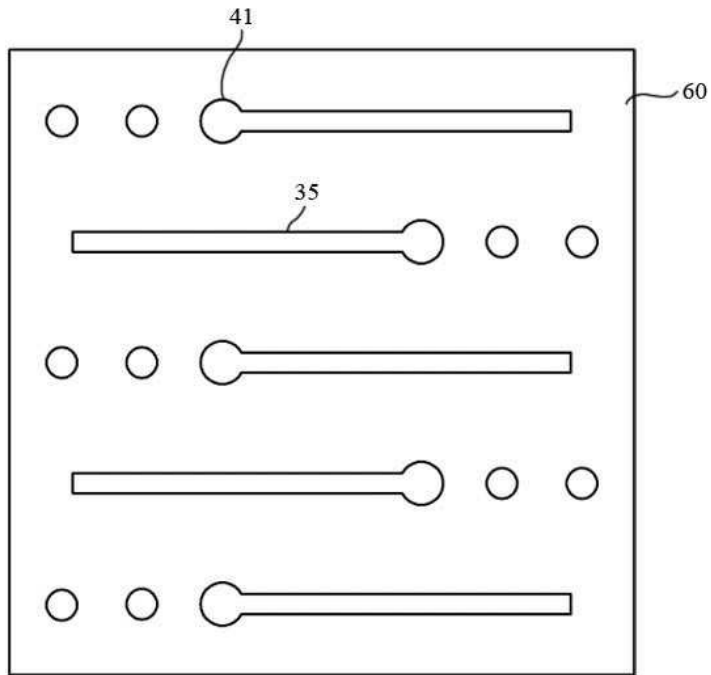
도면2



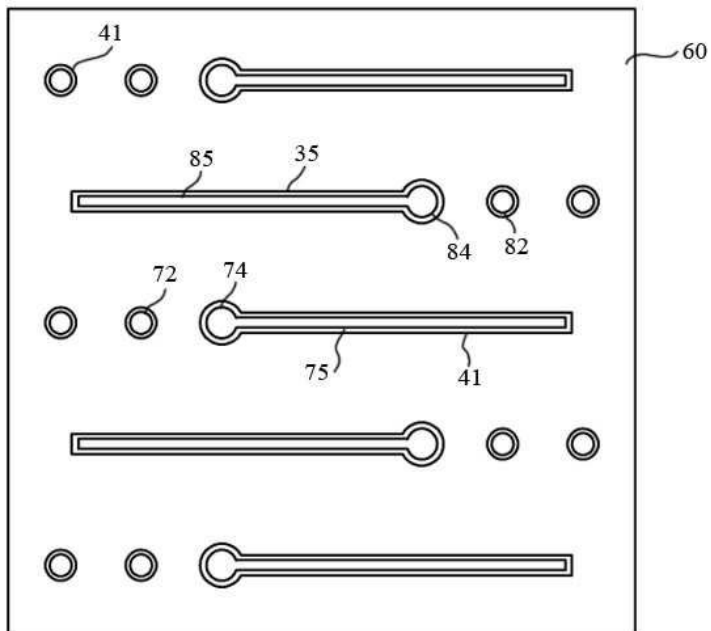
도면3



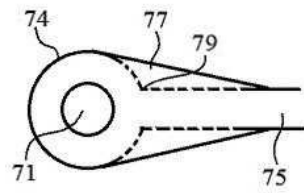
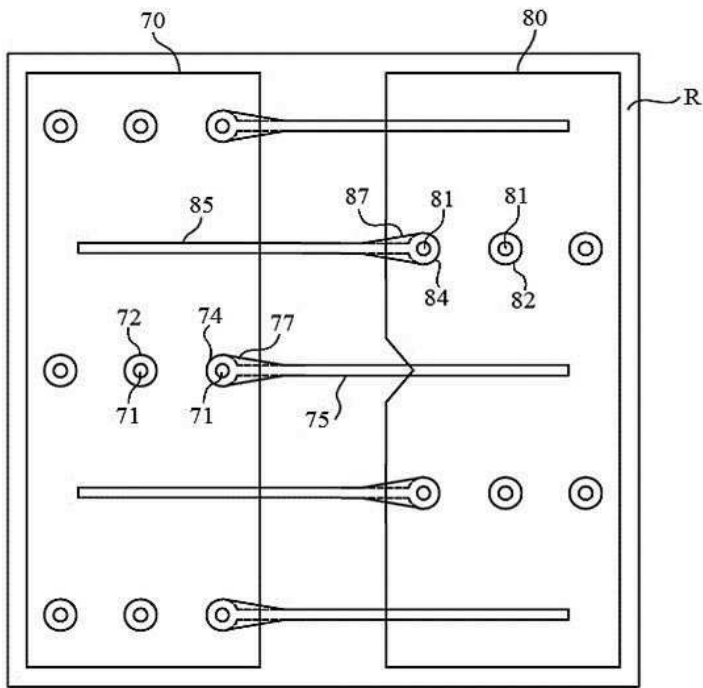
도면6



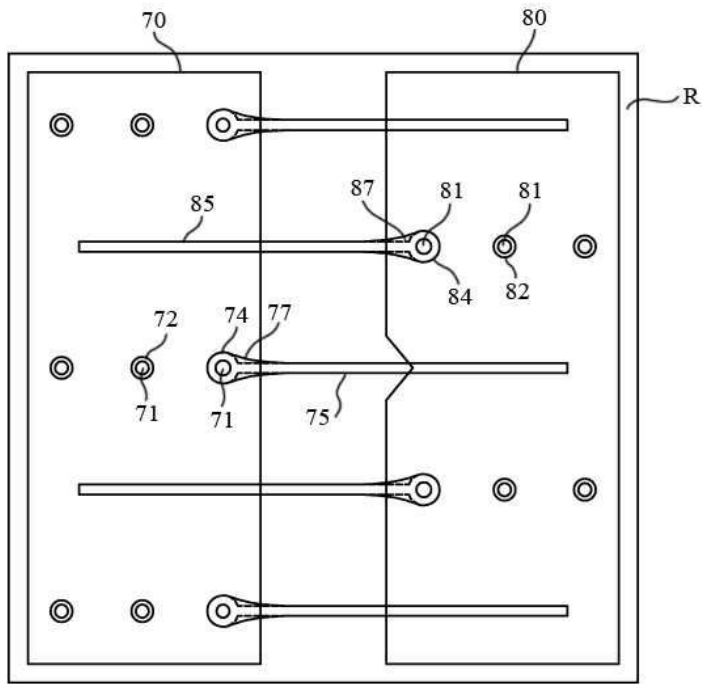
도면7



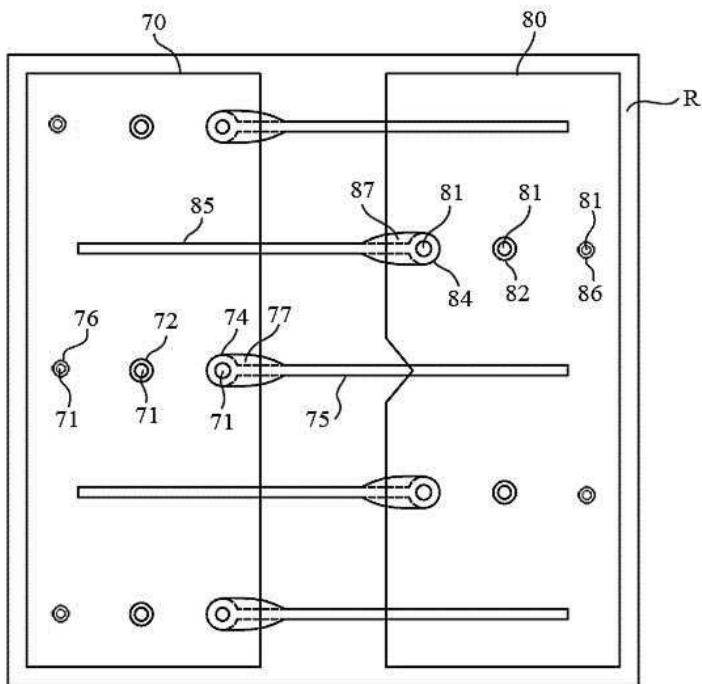
도면8



도면9



도면10



도면11

