



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년12월31일
(11) 등록번호 10-0876737
(24) 등록일자 2008년12월23일

(51) Int. Cl.

H01L 33/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0052505

(22) 출원일자 2007년05월30일

심사청구일자 2007년05월30일

(65) 공개번호 10-2007-0120424

(43) 공개일자 2007년12월24일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00168572 2006년06월19일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP17175462 A*

JP18100500 A*

KR1020050021503 A

JP2000349349 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

산켄텐키 가부시키키가이샤

일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고

(72) 발명자

카토, 타카시

일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고 산켄텐키가부시키키가이샤 (내)

사토, 준지

일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고 산켄텐키가부시키키가이샤 (내)

마쯔오, 테쯔지

일본국 사이타마켄 니이자시 기타노 3쵸메 6반 3고 산켄텐키가부시키키가이샤 (내)

(74) 대리인

남상선

전체 청구항 수 : 총 7 항

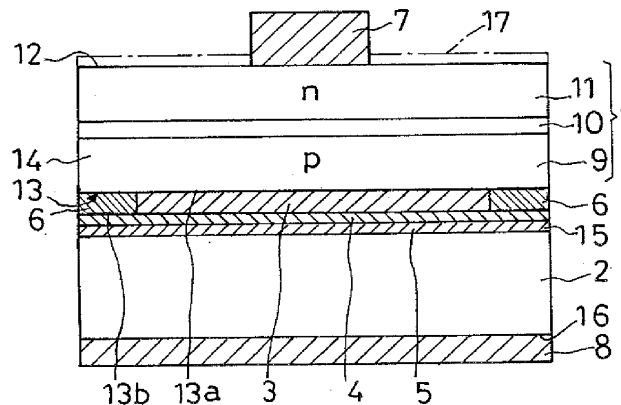
심사관 : 이용배

(54) 반도체 발광소자 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명에 따른 발광 효율과 신뢰성이 모두 높은 반도체 발광소자는, 발광 반도체(1)와, 도전성을 가지는 지지기판(2)과, 광반사 금속층(3)과, 제1 및 제2 접합 금속층(4, 5)과, 마이그레이션 억제층(6)을 가진다. 광반사 금속층(3)은, 발광 반도체영역(1)의 하나의 주면(13)의 내측부분(13a)에 배치되며, 마이그레이션 억제층(6)은 외주부분(13b)에 배치되어 있다. 제1 접합 금속층(4)은, 광반사 금속층(3)과 마이그레이션 억제층(6)의 양쪽을 덮도록 형성되어 있다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

일측 주면과 타측 주면을 가지며 또한 광을 발생시키기 위한 복수의 반도체층을 가지고 있는 발광 반도체영역과,

상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면의 외주부분 중 적어도 일부에는 배치되지 않고 상기 외주부분보다 내측 부분에 배치된 광반사 금속층과,

상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분의 적어도 일부에 배치되며 또한 상기 광반사 금속층에 포함되어 있는 금속의 마이그레이션을 억제하는 기능을 가지고 있는 마이그레이션 억제층과,

상기 발광 반도체영역을 지지하기 위한 지지기판과,

상기 광반사 금속층 및 상기 마이그레이션 억제층과 상기 지지기판 사이에 배치되며 또한 상기 광반사 금속층보다 마이그레이션이 발생하기 어려운 재료로 형성되어 있는 접합 금속층과,

상기 발광 반도체영역의 상기 일측 주면에 설치된 전극을 구비하고,

상기 마이그레이션 억제층은, 상기 접합 금속층과 동일한 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 발광 반도체영역의 타측 주면과 상기 광반사 금속층 사이에 배치된 투광성 도전체층을 더 가지고 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 발광 반도체영역의 측면을 덮고 있는 절연층을 더 가지고 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 절연층은 투광성을 가지며,

상기 마이그레이션 억제층은 광반사성을 가지는 재료로 이루어지고 또한 상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분의 적어도 일부를 덮는 부분 및 상기 절연층을 덮는 부분을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 7

일측 주면과 타측 주면을 가지며 또한 광을 발생시키기 위한 복수의 반도체층을 가지고 있는 발광 반도체영역과,

상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면의 외주부분 중 적어도 일부에는 배치되지 않고 상기 외주부분보다 내측 부분에 배치된 광반사 금속층과,

상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분의 적어도 일부에 배치되며 또한 상기 광반사 금속층에 포함되어 있는 금속의 마이그레이션을 억제하는 기능을 가지고 있는 마이그레이션 억제층과,

상기 발광 반도체영역을 지지하기 위한 지지기판과,

상기 광반사 금속층 및 상기 마이그레이션 억제층과 상기 지지기판 사이에 배치되며 또한 상기 광반사 금속층보다 마이그레이션이 발생하기 어려운 재료로 형성되어 있는 접합 금속층과,

상기 발광 반도체영역의 상기 일측 주면에 설치된 전극을 구비하고,

상기 마이그레이션 억제층은, 상기 접합 금속층보다 높은 저항율을 가지는 재료로 형성되고 또한 상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분을 덮는 제1의 부분 및 상기 광반사 금속층과 상기 접합 금속층 사이에 배치된 제2의 부분을 가지며, 상기 마이그레이션 억제층의 상기 제2의 부분에 관통구멍이 형성되며, 상기 접합 금속층이 상기 관통구멍을 통해 상기 광반사 금속층에 접속되어 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

청구항 8

반도체를 성장시키기 위한 성장용 기판을 준비하는 공정과,

광을 발생시키기 위한 복수의 반도체층으로 이루어진 발광 반도체영역을 상기 성장용 기판의 일측 주면 상에 기상성장법으로 형성하는 공정과,

상기 발광 반도체영역의 일측 주면의 외주부분 중 적어도 일부에는 형성하지 않고 상기 외주부분보다 내측부분 상에 광반사 금속층을 형성하는 공정과,

상기 발광 반도체영역의 상기 일측 주면에 있어서의 상기 외주부분 중 적어도 일부에, 상기 광반사 금속층에 포함되어 있는 금속의 마이그레이션을 억제하기 위한 마이그레이션 억제층을 형성하는 공정과,

지지기판을 준비하는 공정과,

상기 광반사 금속층 및 상기 마이그레이션 억제층의 노출면과 상기 지지기판의 일측 주면 중 적어도 한쪽에 접합 금속층을 형성하는 공정과,

상기 광반사 금속층 및 상기 마이그레이션 억제층과 상기 지지기판을 상기 접합 금속층을 통해 접합하는 공정과,

상기 접합공정의 전 또는 후에 상기 성장용 기판을 제거하는 공정과,

상기 발광 반도체영역의 주면에 전극을 형성하는 공정을 구비하고,

상기 마이그레이션 억제층은, 상기 접합 금속층과 동일한 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 발광 반도체소자의 제조방법.

청구항 9

일측 주면과 타측 주면을 가지며 또한 광을 발생시키기 위한 복수의 반도체층을 가지고 있는 발광 반도체영역과,

상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면의 외주부분 중 적어도 일부에는 배치되지 않고 상기 외주부분보다 내측부분에 배치된 광반사 금속층과,

상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분의 적어도 일부에 배치되며 또한 상기 광반사 금속층에 포함되어 있는 금속의 마이그레이션을 억제하는 기능을 가지고 있는 마이그레이션 억제층과,

상기 발광 반도체영역을 지지하기 위한 지지기판과,

상기 광반사 금속층 및 상기 마이그레이션 억제층과 상기 지지기판 사이에 배치되며 또한 상기 광반사 금속층보다 마이그레이션이 발생하기 어려운 재료로 형성되어 있는 접합 금속층과,

상기 발광 반도체영역의 상기 일측 주면에 설치된 전극과,

상기 발광 반도체영역의 측면을 덮고 있는 투광성 절연층을 구비하며,

상기 마이그레이션 억제층은 광반사성을 가지는 재료로 이루어지고 또한 상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분의 적어도 일부를 덮는 부분 및 상기 절연층을 덮는 부분을 가지고 있는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <12> 본 발명은 광반사 금속층의 금속 마이그레이션이 억제된 반도체 발광소자 및 그 제조방법에 관한 것이다.
- <13> 반도체 발광소자의 발광 반도체영역은, 일반적으로 n형 클래드층이라 불리는 n형 반도체층, 활성층, 및 일반적으로 p형 클래드층이라 불리는 p형 반도체층을 가지고 있다. 일반적인 반도체 발광소자에서는, 발광기능을 가지는 반도체영역의 쌍을 이루는 주면 중 일측이 광추출면이 된다. 그런데, 활성층으로부터 반도체영역의 일측 주면측으로 광이 방사될 뿐만 아니라, 타측 주면측으로도 광이 방사된다. 따라서, 반도체 발광소자의 광추출(取出) 효과를 높이기 위해, 활성층으로부터 타측 주면측으로 방사된 광을 일측 주면측으로 반사시키는 것이 중요하다.
- <14> 광추출 효과를 높이기 위해 광반사 금속층을 형성하는 것은, 예컨대 일본국 특허공개공보 제2002-217450호(이하, 특허문헌 1이라 함)에 개시되어 있다. 상기 특허문헌 1의 반도체 발광소자에서는, 3-5족 화합물 반도체로 이루어진 발광 반도체영역과 실리콘으로 이루어진 지지기판 사이에 Al로 이루어진 광반사 금속층이 형성되어 있다.
- <15> 그런데, 광반사율이 비교적 높은 Al, Ag, Ag합금 등의 금속은, 반도체 발광소자의 제조과정 중 또는 완성 후에 마이그레이션(migration), 즉 이동을 일으키기 쉽다. 예를 들어, 광반사 금속층을 접합 금속층과 겸용하여 광반사 금속층을 통해 발광 반도체영역을 지지기판에 접합시킬 때, 또는 완성된 반도체 발광소자의 통전(通電) 시의 온도변화 등에 의해 광반사 금속층의 금속 마이그레이션이 생긴다. 통전시의 마이그레이션은, 광반사 금속층의 노출면을 보호막으로 덮음으로써 어느 정도 막을 수 있다. 그러나, 보호막의 밀착성 불량으로 인해 광반사 금속층의 금속이 발광 반도체영역의 측면으로 이동(마이그레이션)하는 경우가 있다. 마이그레이션으로 인해 금속이 발광 반도체영역의 측면에 있어서의 n형 반도체층과 p형 반도체층 사이에 부착되면, 양자 간이 단락 상태가 되어, 광출력이 저하된다.
- <16> [특허문헌 1] 일본국 특허공개공보 제2002-217450호

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <17> 따라서, 본 발명의 과제는, 반도체 발광소자에 있어서의 마이그레이션의 억제가 요구되고 있는 것이며, 본 발명의 목적은, 마이그레이션을 억제하여 신뢰성이 높은 반도체 발광소자를 제공하는 것이다.

발명의 구성 및 작용

- <18> 상기의 과제를 해결하기 위한 본 발명은, 일측 주면(主面)과 타측 주면을 가지며, 광을 발생시키기 위한 복수의 반도체층을 가지고 있는 발광 반도체영역과, 상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면의 외주(外周)부분 중 적어도 일부에는 배치되지 않고 상기 외주부분보다 내측부분에 배치된 광반사 금속층과, 상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되지 않은 상기 외주부분 중 적어도 일부에 배치되며 또한 상기 광반사 금속층에 포함되어 있는 금속의 마이그레이션을 억제하는 기능을 가지고 있는 마이그레이션 억제층과, 상기 발광 반도체영역을 지지하기 위한 지지기판과, 상기 광반사 금속층 및 상기 마이그레이션 억제층과 상기 지지기판 사이에 배치되며 또 상기 광반사 금속층보다 마이그레이션이 발생하기 어려운 재료로 형성되어 있는 접합 금속층과, 상기 발광 반도체영역의 상기 일측 주면에 설치된 전극을 구비하고, 상기 마이그레이션 억제층은, 상기 접합 금속층과 동일한 재료로 이루어지는 것을 특징으로 하는 반도체 발광소자에 관한 것이다.

- <19> 삭제
- <20> 삭제
- <21> 또한, 청구항 4에 기재된 바와 같이, 상기 발광 반도체영역의 타측 주면과 상기 광반사 금속층 사이에 배치된 투광성(光透過性) 도전체층을 추가로 가지고 있는 것이 바람직하다.
- <22> 또, 청구항 5에 기재된 바와 같이, 상기 발광 반도체영역의 측면을 덮고 있는 절연층을 추가로 가지는 것이 바람직하다.
- <23> 또한, 청구항 6에 기재된 바와 같이, 상기 절연층은 투광성을 가지며, 상기 마이그레이션 억제층은 광반사성을 가지는 재료로 이루어지고 또 상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분 중 적어도 일부를 덮는 부분 및 상기 절연층을 덮는 부분을 가지고 있는 것이 바람직하다.
- <24> 또한, 청구항 7에 기재된 바와 같이, 청구항 1에서의 금속으로 이루어지는 마이그레이션 억제층 대신에 상기 접합 금속층보다 높은 저항율을 가지는 재료로 이루어지는 마이그레이션 억제층을 설치할 수 있다. 이 고저항 마이그레이션 억제층은 상기 발광 반도체영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분을 덮는 제1의 부분 및 상기 광반사 금속층과 상기 접합 금속층 사이에 배치된 제2의 부분을 가지며, 상기 마이그레이션 억제층의 상기 제2의 부분에 관통구멍이 형성되고, 상기 접합 금속층이 상기 관통구멍을 통해 상기 광반사 금속층에 접속되어 있는 것이 바람직하다.
- <25> 또한, 청구항 8에 기재된 바와 같이, 본 발명에 따른 발광 반도체소자를 제조하기 위해, 반도체를 성장시키기 위한 성장용 기판을 준비하는 공정과, 광을 발생시키기 위한 복수의 반도체층으로 이루어진 발광 반도체영역을 상기 성장용 기판의 일측 주면 상에 기상성장법으로 형성하는 공정과, 상기 발광 반도체영역의 일측 주면의 외주부분 중 적어도 일부에는 형성하지 않고 상기 외주부분보다 내측부분 상에 광반사 금속층을 형성하는 공정과, 상기 발광 반도체영역의 상기 일측 주면에 있어서의 상기 외주부분 중 적어도 일부에, 상기 광반사 금속층에 포함되어 있는 금속의 마이그레이션을 억제하기 위한 마이그레이션 억제층을 형성하는 공정과, 지지기판을 준비하는 공정과, 상기 광반사 금속층 및 상기 마이그레이션 억제층의 노출면과 상기 지지기판의 일측 주면 중 적어도 한쪽에 접합 금속층을 형성하는 공정과, 상기 광반사 금속층 및 상기 마이그레이션 억제층과 상기 지지기판을 상기 접합 금속층을 통해 접합하는 공정과, 상기 접합공정의 전 또는 후에 상기 성장용 기판을 제거하는 공정과, 상기 발광 반도체영역의 주면에 전극을 형성하는 공정을 구비하고, 상기 마이그레이션 억제층은, 상기 접합 금속층과 동일한 재료로 이루어지는 것이 바람직하다.
- 또한, 청구항 9에 나타난 바와 같이, 청구항 6에서의 금속으로 이루어지는 마이그레이션 억제층 대신에 상기 접합 금속층보다 높은 저항율을 가지는 재료로 이루어지는 마이그레이션 억제층을 설치할 수 있다.
- <26> 이하에서는, 도 1~도 9를 참조하여 본 발명의 실시형태에 따른 마이그레이션이 억제된 반도체 발광소자에 대해 설명한다.
- <27> [실시예 1]
- <28> 도 1에 나타난 본 발명의 실시예 1에 따른 반도체 발광소자로서의 발광 다이오드는, 크게 나누면, 발광 반도체영역(1), 도전성을 가지는 지지기판(2), 광반사 금속층(3), 제1 및 제2 접합 금속층(4, 5), 본 발명에 따른 마이그레이션 억제층(6), 제1 전극(7), 및 제2 전극(8)으로 이루어진다.
- <29> 발광 반도체영역(1)은, 더블 헤테로 접합 구조의 발광 다이오드를 구성하기 위해, 일반적으로 p형 클래드층이라 불리는 p형 반도체층(9), 활성층(10), 그리고 일반적으로 n형 클래드층이라 불리는 n형 반도체층(11)을 가지고 있다. 또, 더블 헤테로 접합 구조가 요구되지 않을 경우에는, 활성층(10)을 생략하고 p형 반도체층(9)을 n형 반도체층(11)에 직접 접촉시킬 수도 있다.
- <30> 발광 반도체영역(1)의 p형 반도체층(9), 활성층(10) 및 n형 반도체층(11)은, 3-5족 화합물반도체로 이루어지며, 바람직하게는 질화물반도체로 이루어진다. 바람직한 질화물반도체는 다음의 식으로 나타낼 수 있다.
- <31> $\text{Al}_x\text{In}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$,

- <32> 여기서, x 및 y 는 $0 \leq x < 1$,
- <33> $0 \leq y < 1$ 을 만족하는 수치이다.
- <34> 본 실시예에서는, p형 반도체층(9)이 p형 GaN, 활성층(10)이 연도프된 InGaN, n형 반도체층(11)이 n형 GaN으로 형성되어 있다.
- <35> 또한, 도 1에서는 활성층(10)이 1개의 층으로 개략적으로 도시되어 있지만, 실제로는 주지된 다중양자우물구조를 가지고 있다. 물론, 활성층(10)을 1개의 층으로 구성할 수도 있다. 또, 본 실시예에서는 활성층(10)에 도전형 결정 불순물이 도핑되어 있지 않지만, p형 또는 n형 불순물을 도핑할 수도 있다.
- <36> 발광 반도체영역(1)은, 일측 주면(12)과, 상기 일측 주면(12)에 대향하는 타측 주면(13)과, 양측 주면(12,13)사이의 측면(14)을 가지며, 예컨대 사각형의 평판형상으로 형성되어 있다. 활성층(10)에서 발생된 광은, 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12)으로부터 추출된다. 또한, 활성층(10)으로부터 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12)측으로 광이 방출되는 동시에 타측 주면(13)측으로도 광이 방출된다. 타측 주면측으로 방출된 광은 광반사 금속층(3)에서 일측 주면(12)측으로 반사되며, 일측 주면(12)으로부터 추출된다.
- <37> 평탄성 및 결정성이 양호한 발광 반도체영역(1)을 두껍게 형성하는 것은 곤란하다. 따라서, 발광 반도체영역(1)은 비교적 얇고 기계적 강도가 작으므로, 지지기판(2)에 의해 지지되어 있다. 지지기판(2)은, 일측 주면(15)과 타측 주면(16)을 가지는 도전형 실리콘 반도체로 이루어지며, $5 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3} \sim 5 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 의 n형 불순물농도와 $0.0001 \sim 0.01 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 저항율을 가지며, 제1 및 제2 전극(7,8)사이의 전류통로로서 기능한다. 또한, 지지기판(2)은, 발광 반도체영역(1) 및 광반사 금속층(3)을 기계적으로 지지할 수 있는 두께, 바람직하게는 $200 \sim 1000 \mu\text{m}$ 을 가진다. 한편, 지지기판(2)은 p형 불순물을 포함한 실리콘 반도체, 다른 도전성을 가지는 반도체, 또는 금속으로 형성될 수도 있다.
- <38> 광반사 금속층(3)은, 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 내측부분(13a)에만 형성되며, 타측 주면(13)의 외측 가장자리를 포함한 외주부분(13b)에는 형성되어 있지 않다. 상기 광반사 금속층(3)은, 활성층(10)으로부터 타측 주면(13)측으로 방사된 광을 일측 주면(12)측으로 반사시킬 수 있는 금속재료로 이루어지며, 바람직하게는 Ag(은), Ag합금 및 Al(알루미늄) 중에서 선택되며, 바람직하게는 $50 \sim 1500 \text{ nm}$ 의 두께로 형성된다.
- <39> 마이그레이션 억제층(6)은, 예컨대 금(Au)으로 이루어지고, 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 외주부분(13b)에 형성되며, 광반사 금속층(3)과 동일한 두께를 가지고 있다. 마이그레이션 억제층(6)이 형성되어 있는 타측 주면(13)의 외주부분(13b)은, 광반사 금속층(3)이 형성되어 있는 내측부분(13a)을 환형으로 둘러싸는 평면패턴을 가진다. 타측 주면(13)의 외주부분(13b)의 폭(W2)은 내측부분(13a)의 폭(W1)과 외주부분(13b)의 폭(W2)의 2배가 되는 값의 합계($W1 + 2 \times W2$)에 대해 $1 \sim 20\%$ 인 것이 바람직하다. 외주부분(13b)의 폭(W2)이 지나치게 좁으면 마이그레이션의 억제 효과가 낮아지며, 지나치게 넓으면 광추출 효율이 저하된다.
- <40> 광반사 금속층(3)을 평면적으로 보았을 때 완전히 환형(環狀)으로 둘러싸도록 마이그레이션 억제층(6)을 형성하는 것, 즉, 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 외주부분(13b)의 전체 둘레에 마이그레이션 억제층(6)을 형성하는 것이 바람직하다. 그러나, 마이그레이션 억제층(6)을 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 외주부분(13b)의 전체 둘레에 형성하지 않고, 즉 광반사 금속층(3)을 평면적으로 보았을 때 환형으로 둘러싸지 않고 일부에만 형성하도록 변형할 수도 있다. 이와 같이 마이그레이션 억제층(6)을 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 외주부분(13b)의 일부에만 형성한 경우에도, 마이그레이션 억제층(6)을 형성하지 않는 종래의 반도체 발광소자에 비해 광반사 금속층(3)의 금속 마이그레이션이 적어진다.
- <41> 마이그레이션 억제층(6)은, 광반사 금속층(3)의 마이그레이션을 억제할 수 있으며 또 광반사 금속층(3)의 금속보다 마이그레이션이 적은 재료로 형성된다. 본 실시예에서는 광반사 금속층(3)이 은합금으로 형성되며, 마이그레이션 억제층(6)이 금(Au)으로 형성되어 있다. 도 1에서는 마이그레이션 억제층(6)과 제1 접합 금속층(4)을 구분하여 나타내고 있다. 그러나, 본 실시예에서는, 마이그레이션 억제층(6)과 제1 접합 금속층(4)이 모두 동일한 금(Au)으로 형성되어 있으므로, 마이그레이션 억제층(6)과 제1 접합 금속층(4)사이의 경계를 실질적으로 인식할 수는 없다. 따라서, 마이그레이션 억제층(6)을 접합 금속층(4)의 일부로 간주할 수도 있다. 즉, 광반사 금속층(3)의 주면 및 측면이 모두 접합 금속층으로 덮여 있는 것으로 간주할 수도 있다.
- <42> 제1 접합 금속층(4)은, 광반사 금속층(3)과 마이그레이션 억제층(6)을 덮도록 배치되며 또한 이들 층에 대해 전기적 및 기계적으로 결합되어 있다. 본 실시예의 제1 접합 금속층(4)은 이미 설명한 바와 같이 금으로 이루어지지만, 이에 한정하지 않고, 광반사 금속층(3)보다 마이그레이션이 적은 다른 재료로 형성할 수도 있다. 상기

제1 접합 금속층(4)의 바람직한 두께는 50~1000nm이다.

- <43> 제2 접합 금속층(5)은 지지기판(2)과 제1 접합 금속층(4) 사이에 배치되며, 이들에 대해 전기적 및 기계적으로 결합되어 있다. 제2 접합 금속층(5)은 제1 접합 금속층(4)과 마찬가지로 마이그레이션이 광반사 금속층(3)보다 적은 재료, 예컨대 티탄(Ti)층과 니켈(Ni)층과 금속층으로 이루어지며, 바람직하게는, 50~1000nm 정도의 두께를 가진다. 한편, 제2 접합 금속층(5)을, 지지기판(2)에 전기적으로 접속할 수 있으며 또한 제1 접합 금속층(4)에 대해 접합 가능한 또 다른 재료(예컨대 '금' 만)로 형성할 수도 있다. 본 실시예에서는 제1 접합 금속층(4), 및 제2 접합 금속층(5)의 최상층이 금으로 이루어지므로, 주지된 열압착 또는 확산 접합에 의한 접합공정후에는 제1 접합 금속층(4)과 제2 접합 금속층(5) 사이의 경계를 실질적으로 인식할 수 없게 되므로, 제1 및 제2 접합 금속층(4, 5)을 하나의 층으로 간주할 수도 있다.
- <44> 캐소드 전극으로서 기능하는 제1 전극(7)은, 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12)의 일부에 접속되어 있다. 한편, 반도체 발광영역(1)에 있어서의 전류분포의 균일화를 도모하기 위해, 도 1에 파선으로 나타낸 바와 같이 주지된 투광성 도전막(17) 또는 다수의 구멍을 가지는 도전막을 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12)상에 형성하고, 여기에 제1 전극(7)을 접속할 수도 있다.
- <45> 애노드 전극으로서 기능하는 제2 전극(8)은 지지기판(2)의 타측 주면(16)에 접속되어 있다. 한편, 지지기판(2)의 일측 주면(15)이 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)보다 큰 면적을 가지도록 지지기판(2)을 형성하고, 지지기판(2)의 일측 주면(15)에 제2 전극(8)을 설치할 수도 있다. 또한, 지지기판(2)을 금속기판으로 형성할 경우에는, 지지기판(2)을 전극으로서 사용하고 제2 전극(8)을 생략할 수도 있다.
- <46> 도 1의 반도체 발광소자를 제조할 때에는, 우선, 도 2에 나타낸 성장용 기판(20)을 준비한다. 성장용 기판(20)은, 그 위에 발광 반도체영역(1)을 기상성장시킬 수 있는 것이라면 어떠한 것이어도 좋으며, 예컨대 GaAs 등의 3-5족 반도체, 또는 실리콘, 또는 사파이어 등으로부터 선택된다. 본 실시예에서는, 저가격화를 위해 성장용 기판(20)이 실리콘으로 형성되어 있다.
- <47> 다음으로, 성장용 기판(20) 상에 도 1에 나타낸 n형 반도체층(11)과 활성층(10)과 p형 반도체층(9)을 순차로 주지된 기상성장법에 의해 형성하여 발광 반도체영역(1)을 얻는다. 도 2에서는, 성장용 기판(20)에 대해 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12)이 접해 있다. 한편, 필요에 따라 성장용 기판(20) 상에 버퍼층을 설치하고, 상기 버퍼층 상에 n형 반도체층(11)을 형성할 수도 있다.
- <48> 이후, 도 3에 나타낸 바와 같이 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)에 예컨대 은을 스퍼터링함으로써 광반사 금속층(3)을 형성한다. 상기 광반사 금속층(3)은, 예컨대 은을 타측 주면(13)에 피착(被着)한 후, 타측 주면(13)의 외주부분(13b) 상의 은층을 제거함으로써 형성한다.
- <49> 다음으로, 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 외주부분(13b) 상에 스퍼터링에 의해 금을 피착시키고 도 4에 나타낸 바와 같이 마이그레이션 억제층(6)을 형성한다. 그런 다음, 광반사 금속층(3)과 마이그레이션 억제층(6)의 노출면 상에 스퍼터링에 의해 금을 피착시켜 제1 접합 금속층(4)을 형성한다. 한편, 마이그레이션 억제층(6)의 형성 및 제1 접합 금속층(4)의 형성은, 동시에 또는 연속적으로 수행할 수 있다.
- <50> 발광 반도체영역(1)의 형성과는 별도로, 도 5의 지지기판(2)을 준비하여, 상기 기판(2)의 일측 주면(15)에 티탄(Ti)층과 니켈(Ni)층을 형성하고, 추가로 금속층을 스퍼터링법에 의해 형성함으로써 제2 접합 금속층(5)을 얻는다.
- <51> 그런 다음, 도 6에 나타낸 바와 같이 제1 및 제2 접합 금속층(4, 5)을 맞대어 열압착시킴으로써 제1 및 제2 접합 금속층(4, 5)의 일체화, 즉 접합을 달성한다.
- <52> 이후, 도 6의 성장 기판(20)을 제거하고, 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12)에 제1 전극을 형성하며, 지지기판(2)의 타측 주면(16)에 제2 전극(8)을 형성하여 반도체 발광소자를 완성시킨다. 한편, 성장 기판(20)의 제거 공정은 접합공정 전에 이루어져도 좋다.
- <53> 완성된 반도체 발광소자의 제1 및 제2 전극(7,8) 사이에 순방향 전압을 인가하면, 활성층(10)으로부터 광이 방사된다. 활성층(10)으로부터 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12) 측으로 방사된 광은, 일측 주면(12)의 제1 전극(7)이 형성되어 있지 않은 부분으로부터 반도체 발광소자의 외부로 추출된다. 또한, 활성층(10)으로부터 타측 주면(13) 측으로 방사된 광은 광반사 금속층(3)에서 반사되어 일측 주면(12)측으로 되돌려지며, 그 일부가 반도체 발광소자의 외부로 추출된다.

- <54> 본 실시예는 다음과 같은 효과를 가진다.
- <55> (1) 발광 반도체영역(1)과 지지기판(2) 사이에 배치된 광반사 금속층(3)의 금속(예컨대 Ag)은 반도체 발광소자의 제조공정 중 또는 그 이후에 마이그레이션에 의해 발광 반도체영역(1)의 측면(14) 상에 부착되기 쉽다. 활성층(10)의 표면에 금속이 부착되면, n형 반도체층(11)과 p형 반도체층(9) 사이가 단락상태가 되어, 광출력의 저하가 발생한다. 이에 반해, 도 1에 나타난 바와 같이 광반사 금속층(3)을 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 내측부분(13a)에만 형성하고, 외주부분(13b)에 마이그레이션 억제층(6)을 형성하면, 제1 및 제2 접합 금속층(4, 5)의 접합공정 중 및 그 이후에 있어서의 광반사 금속층(3)의 금속 마이그레이션을 억제할 수 있어, 반도체 발광소자의 신뢰성이 향상된다.
- <56> (2) 마이그레이션 억제층(6)은 제1 접합 금속층(4)과 동일한 재료(Au)로 이루어지므로, 마이그레이션 억제층(6)을 용이하면서도 양호하게 형성할 수 있다.
- <57> (3) 마이그레이션 억제층(6)은 광반사 기능을 가지므로, 광추출 효율의 감소를 막아 마이그레이션을 억제할 수 있다.
- <58> [실시예 2]
- <59> 다음은, 도 7에 나타난 실시예 2의 반도체 발광소자에 대해 설명한다. 단, 도 7 및 후술하는 실시예 3~4를 나타낸 도 8~도 9에 있어서 도 1과 실질적으로 동일한 부분에는 동일한 부호를 사용하고 그 설명을 생략한다.
- <60> 도 7의 반도체 발광소자는 절연성을 가지는 마이그레이션 억제층(6a)이 형성되고, 또 광반사 금속층(3)의 중앙에 관통구멍(21)이 형성되며, 상기 관통구멍(21) 내에 마이그레이션 억제층(6a)과 동일한 재료로 동시에 형성된 전류 블록층(6a')을 가지고 있는 점을 제외하면 도 1과 동일하게 구성되어 있다. 절연성을 가지는 마이그레이션 억제층(6a)은 예컨대 산화 실리콘(SiO_2), 또는 질화 실리콘(SiN_4), 또는 산화 티탄(TiO_2) 또는 알루미늄(Al_2O_3) 등으로 구성되는 것이 바람직하다.
- <61> 광반사 금속층(3)의 관통구멍(21)은 비투광성(光不透過性)을 가지는 제1 전극(7)에 대향하는 위치에 형성되어 있다. 도 7의 실시예에서는, 평면적으로 보았을 때 제1 전극(7)과 관통구멍(21)이 완전히 일치하지만, 제1 전극(7)의 일부에만 대향하도록 구멍(21)을 형성할 수도 있다.
- <62> 제1 전극(7)과 관통구멍(21) 내에 배치된 전류 블록층(6a')은 마이그레이션 억제층(6a)과 마찬가지로 절연성을 가지므로, 이곳에는 전류가 흐르지 않는다. 따라서, 전류 블록층(6a')은 활성층(10)에 있어서의 제1 전극(7)에 대향하고 있는 부분에 전류가 흐르는 것을 저지하여 발광 효율의 향상에 기여한다.
- <63> 도 7의 실시예 2는, 도 1의 실시예 1과 동일한 효과를 가지는 것 이외에, 전류 블록층(6a')을 마이그레이션 억제층(6a)과 동일재료로 동시에 형성하여, 제조 가격의 절감을 도모할 수 있는 효과도 가진다.
- <64> 한편, 마이그레이션 억제층(6a) 및 전류 블록층(6a')을 절연성 재료로 형성하는 대신, 발광 반도체영역(1)에 대한 접촉 저항이 광반사 금속층(3)보다 높은 반도체 또는 금속으로 형성할 수도 있다.
- <65> [실시예 3]
- <66> 도 8에 나타난 실시예 3에 따른 반도체 발광소자는, 발광 반도체영역(1)과 광반사 금속층(3) 사이에 투광성 도전체층(22)을 가지는 것을 제외하면 도 1과 동일하게 구성되어 있다.
- <67> 투광성 도전체층(22)은 예컨대 ITO(인듐·주석·옥사이드)로 이루어지며, 발광 반도체영역(1)과 광반사 금속층(3)의 양쪽에 저(低)저항 접촉하고 있다. 상기 투광성 도전체층(22)은 발광 반도체영역(1)과 광반사 금속층(3) 간의 합금화를 방지하여, 광반사 금속층(3)의 광반사율 저하를 억제하는 기능을 가진다. 따라서, 도 8의 실시예 3은 도 1의 실시예 1과 동일한 효과 이외에 반사율 향상에 의해 발광 효율을 높일 수 있는 효과도 가진다. 한편, 투광성 도전체층(22)을 ITO이외의 재료, 예컨대 산화 인듐(In_2O_3), 또는 산화 주석(SnO_2) 또는 ZnO 등으로 형성할 수도 있다.
- <68> [실시예 4]
- <69> 도 9에 나타난 실시예 4에 따른 반도체 발광소자는, 추가된 절연층(23)과 변형된 마이그레이션 억제층(6b)을 가지는 점을 제외하면 도 1과 동일하게 구성되어 있다.
- <70> 절연층(23)은 활성층(10)을 포함하는 발광 반도체영역(1)의 측면(14)을 광반사 금속층(3)의 마이그레이션 및 외

부 분위기로부터 보호하기 위한 것으로, 투광성을 가지고 발광 반도체영역(1)의 측면(14)을 덮고 있다. 도 9의 변형된 마이그레이션 억제층(6b)은 도 1의 마이그레이션 억제층(6)과 마찬가지로 광반사성을 가지는 재료(예컨대 Au)로 이루어지며, 또 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 외주부분(13b)뿐만 아니라, 또한 절연층(23) 상부도 덮고 있다.

<71> 단, 절연층(23)의 외측에 광반사체를 배치하는 것이 요구되지 않을 경우에는, 마이그레이션 억제층(6b)을 절연층(23)의 외측으로 연장시키지 않고, 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)의 외주부분(13b)에만 형성할 수도 있다. 또한, 절연층(23)의 외측에 마이그레이션 억제층(6b)과는 다른 광반사체를 배치할 수도 있다. 또한, 절연층(23)의 외측에 광반사체를 배치하는 것이 요구되지 않을 경우에는, 절연층(23)을 비투광성 재료로 형성할 수 있다.

<72> 도 9의 실시예 4는, 도 1의 실시예 1과 동일한 효과 이외에 다음과 같은 효과도 가진다.

<73> (1) 절연막(23)에 의해 발광 반도체영역(1)의 측면(14)이 보호되어 있으므로, 발광 반도체영역(1)의 활성층(10)은 마이그레이션 억제층(6b)과 절연막(23)의 양쪽으로 보호되어, 광반사 금속층(3)의 마이그레이션에 의한 특성 열화가 대폭적으로 개선된다.

<74> (2) 절연막(23)이 투광성을 가지며, 상기 절연막(23)이 광반사성을 가지는 마이그레이션 억제층(6b)으로 덮여 있으므로, 발광 반도체영역(1)의 측면(14) 방향으로 방사된 광을 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12) 방향으로 되돌릴 수 있어, 광추출 효율이 향상된다.

<75> (3) 절연막(23)을 덮는 광반사체가, 마이그레이션 억제층(6b)의 연장부에 형성되어 있으므로, 이를 용이하게 형성할 수 있다.

<76> (4) 광반사성을 가지고 있는 마이그레이션 억제층(6b)이, 발광 반도체영역(17)의 타측 주면(13)의 외주부분(13b)에 배치되어 있으므로, 외주부분(13b) 방향으로 방사된 광을 발광 반도체영역(1)의 일측 주면(12) 방향으로 되돌릴 수 있어, 광추출 효율이 향상된다.

<77> [실시예 5]

<78> 도 10에 나타난 실시예 5에 따른 반도체 발광소자는, 변형된 마이그레이션 억제층(6c)을 가지는 점을 제외하면 도 1과 동일하게 구성되어 있다. 도 10의 마이그레이션 억제층(6c)은, 도 7의 마이그레이션 억제층(6a)과 마찬가지로 제1 접합 금속층(4)보다 높은 저항율을 가지는 재료(예컨대 SiO_2 등의 절연물)로 형성되며 또 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)에 있어서의 광반사 금속층(3)이 형성되어 있지 않은 외주부분(13b)을 덮는 부분 및 광반사 금속층(3)과 제1 접합 금속층(4) 사이에 배치된 부분을 가진다. 또한, 마이그레이션 억제층(6c)은, 광반사 금속층(3)과 제1 접합 금속층(4) 사이에 배치된 부분에 복수의 관통구멍(30)을 가진다. 제1 접합 금속층(4)은 관통구멍(30)을 통하여 광반사 금속층(3)에 접속되어 있다.

<79> 도 10에 나타난 실시예 5에 따른 반도체 발광소자에서는, 광반사 금속층(3)의 발광 반도체영역(1)에 접해 있지 않은 면이 마이그레이션 억제층(6c)으로 둘러싸여 있으므로, 마이그레이션을 보다 양호하게 억제할 수 있다. 또한, 광반사 금속층(3)의 제1 전극(7)에 대향하는 면이 저항율이 높은 마이그레이션 억제층(6c)으로 덮여 있으므로, 활성층(10)의 제1 전극(7)에 대향하는 부분으로 흐르는 전류를 감소시킬 수 있어, 발광 효율이 향상된다.

<80> [실시예 6]

<81> 도 11에 나타난 실시예 6에 따른 반도체 발광소자는, 변형된 마이그레이션 억제층(6d)을 가지며, 또한 광반사 금속층(3)에 관통구멍(21)이 형성되어 있는 점을 제외하면 도 1과 동일하게 구성되어 있다. 도 11의 마이그레이션 억제층(6d)은, 도 7의 마이그레이션 억제층(6a)과 마찬가지로 제1 접합 금속층(4)보다 높은 저항율을 가지는 재료(예컨대 SiO_2 등의 절연물)로 형성되며 또 발광 반도체영역(1)의 타측 주면(13)에 있어서의 광반사 금속층(3)이 형성되어 있지 않은 외주부분(13b)을 덮는 부분 및, 광반사 금속층(3)과 제1 접합 금속층(4) 사이에 배치된 부분 및 광반사 금속층(3)의 관통구멍(21)에 충전된 부분을 가진다. 또한, 마이그레이션 억제층(6d)은, 도 10과 마찬가지로 광반사 금속층(3)과 제1 접합 금속층(4) 사이에 배치된 부분에 복수의 관통구멍(30)을 가진다. 제1 접합 금속층(4)은 관통구멍(30)을 통해 광반사 금속층(3)에 접속되어 있다. 광반사 금속층(3)의 관통구멍(21)은 도 7과 마찬가지로 제1 전극(7)에 대향하는 위치에 형성되어 있다.

<82> 도 11에 나타난 실시예 6에 따른 반도체 발광소자에서는, 광반사 금속층(3)의 발광 반도체영역(1)에 접해 있지 않은 면이 마이그레이션 억제층(6d)으로 둘러싸여 있으므로, 마이그레이션을 보다 양호하게 억제할 수 있다.

또한, 광반사 금속층(3)의 관통구멍(21)이 제1 전극(7)에 대향되며, 여기에 저항율이 높은 마이그레이션 억제층(6d)이 충전되어 있으므로, 도 7과 마찬가지로 전류 블록층의 효과가 얻어져, 활성층(10)의 제1 전극(7)에 대향하는 부분에 흐르는 전류를 감소시킬 수 있으므로, 발광 효율이 향상한다.

<83> 본 발명은 상술한 실시예에 한정되지 않으며, 예를 들면 다음과 같은 변형이 가능하다.

<84> (1) 도 8 및 도 9의 실시예 3 및 4에 있어서도, 도 7의 전류 블록층(6a')과 동일한 것을 형성할 수 있다.

<85> (2) 도 7, 도 9, 도 10 및 도 11의 실시예에 있어서도, 도 8의 투광성 도전체층(22)과 동일한 것을 형성할 수 있다.

<86> (3) 도 1 및 도 7~도 11의 각 실시예에 있어서 발광 반도체영역(1)과 광반사 금속층(3) 사이에 오믹 접촉성을 개선하기 위한 반도체층을 형성할 수 있다.

<87> (4) 도 8의 투광성 도전체층(22) 대신에, 이와 동일하게 광반사 금속층(3)의 합금화를 억제하는 기능을 가지는 합금화 억제층을 형성할 수 있다.

<88> (5) 발광 반도체영역(1)을 질화물 반도체이외의 AlGaInP 등의 3-5족 화합물 반도체로 형성할 수 있다.

<89> (6) 발광 반도체영역(1)의 각 층(9, 11)의 도전형을 도 1의 실시예와 반대로 할 수 있다. 즉, 일측 주면(12)측에 p형 반도체층을 배치하고, 타측 주면(13)측에 n형 반도체층을 배치할 수 있다.

<90> (7) 지지기판(2)을 반도체로 형성할 경우에는 여기에 다이오드 등의 반도체소자를 형성할 수 있다.

<91> (8) 제1 접합 금속층(4) 또는 제2 접합 금속층(5)을 생략하고, 1개의 접합 금속층을 사용하여 지지기판(2)과 광반사 금속층(3)을 접합할 수 있다.

<92> (9) 반도체 발광소자를 올려놓거나 수용하기 위한 컵형상 부재를 설치하고, 상기 컵형상 부재의 바닥부에 반도체 발광소자를 배치하는 동시에, 컵형상 부재와 반도체 발광소자의 측면 사이의 틈새를 충전하도록 본 발명에 따른 마이그레이션 억제층(6)을 형성할 수도 있다.

<93> (10) 도 7, 도 10 및 도 11의 절연성을 가지는 마이그레이션 억제층(6a, 6c, 6d) 대신에, 광반사 금속층(3)보다 높은 저항율을 가지며 또한 광반사 금속층(3)의 마이그레이션을 억제할 수 있는 금속으로 이루어진 마이그레이션 억제층을 형성할 수 있다.

발명의 효과

<94> 각 청구항에 따르는 발명에 있어서, 반도체 발광소자의 광반사 금속층은 발광 반도체영역의 타측 주면의 외주 부분 중 적어도 일부에 형성되지 않으며, 상기 외주부분 중 적어도 일부에 마이그레이션 억제층이 배치되어 있다. 따라서, 광반사 금속층의 금속 마이그레이션을 비교적 용이하고도 양호하게 억제할 수 있고, 반도체 발광소자의 특성 열화를 막을 수 있어, 신뢰성이 높은 반도체 발광소자를 제공할 수 있다.

또한, 청구항 1의 발명에 따르는 마이그레이션 억제층은 접합 금속층과 동일한 재료로 이루어지므로, 마이그레이션 억제층을 용이하고도 양호하게 형성할 수 있다.

또한, 청구항 7에 따르는 고저항 마이그레이션 억제층은, 상기 발광 반도체 영역의 상기 타측 주면에 있어서의 상기 광반사 금속층이 형성되어 있지 않은 상기 외주부분을 덮는 제1의 부분뿐만 아니라, 상기 광반사 금속층과 상기 접합 금속층 사이에 배치된 제2의 부분을 가진다. 이에 따라서, 광반사 금속층의 보다 많은 면이 고저항 마이그레이션 억제층으로 덮여, 광반사 금속층의 금속 마이그레이션을 양호하게 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

<1> 도 1은 본 발명의 실시예 1에 따른 반도체 발광소자를 나타낸 단면도이다.

<2> 도 2는 도 1의 반도체 발광소자의 제조단계에 있어서의 성장용 반도체기판과 발광 반도체영역을 나타낸 단면도이다.

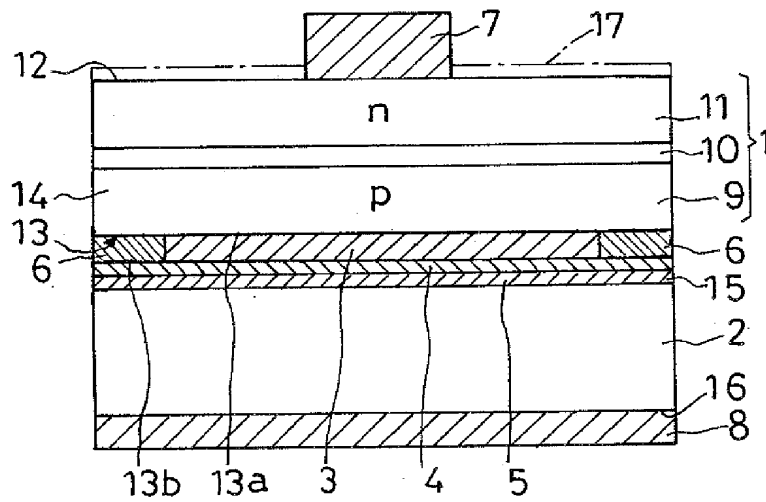
<3> 도 3은 도 2의 발광 반도체영역의 주면(主面)에 광반사 금속층을 형성한 것을 나타낸 단면도이다.

<4> 도 4는 도 3의 광반사 금속층의 측면에 마이그레이션 억제층을 형성하고, 상부에 제1 접합 금속층을 형성한 것을 나타낸 단면도이다.

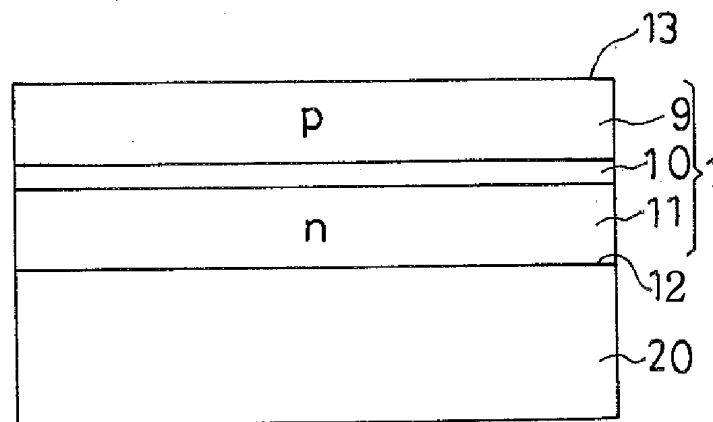
- <5> 도 5는 제2 접합 금속층을 가진 지지기판을 나타낸 단면도이다.
- <6> 도 6은 지지기판에 발광 반도체영역을 접합시킨 것을 나타낸 단면도이다.
- <7> 도 7은 실시예 2에 따른 반도체 발광소자를 나타낸 단면도이다.
- <8> 도 8은 실시예 3에 따른 반도체 발광소자를 나타낸 단면도이다.
- <9> 도 9는 실시예 4에 따른 반도체 발광소자를 나타낸 단면도이다
- <10> 도 10은 실시예 5에 따른 반도체 발광소자를 나타낸 단면도이다.
- <11> 도 11은 실시예 6에 따른 반도체 발광소자를 나타낸 단면도이다.

도면

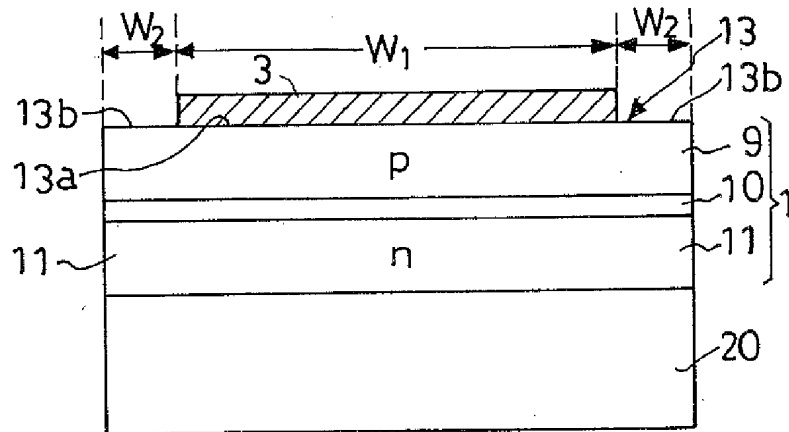
도면1



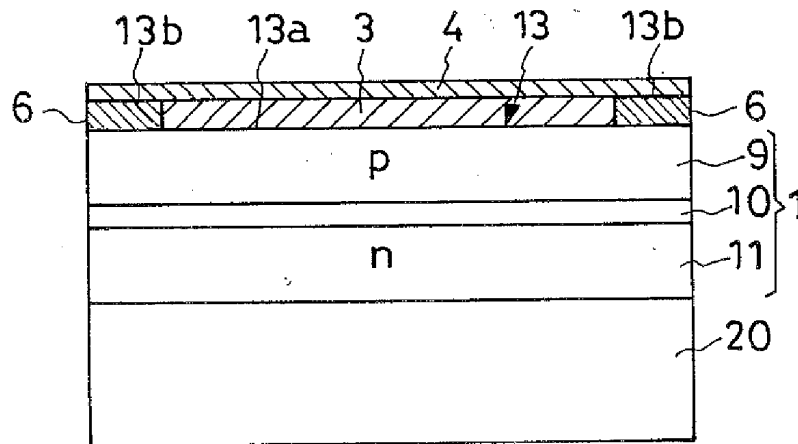
도면2



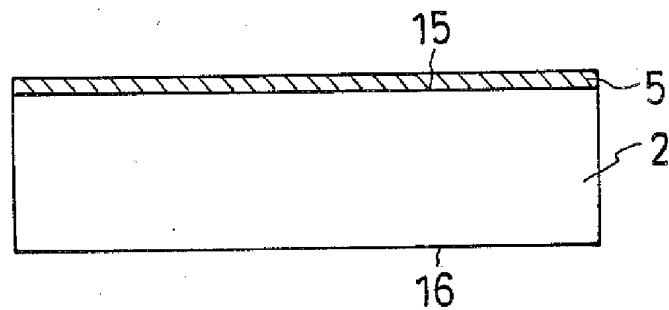
도면3



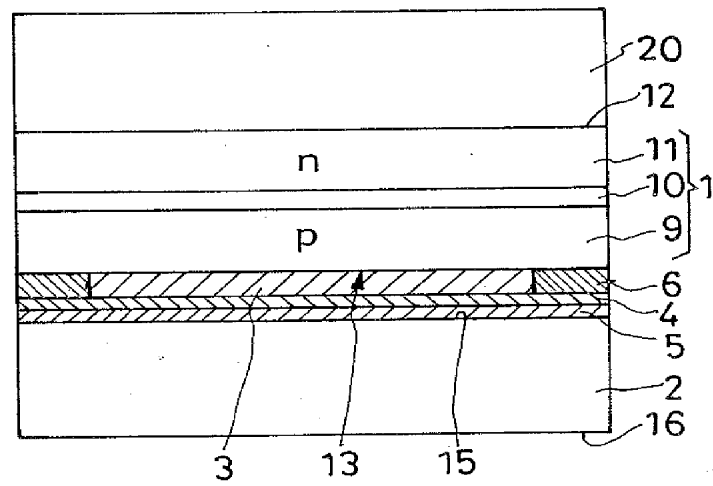
도면4



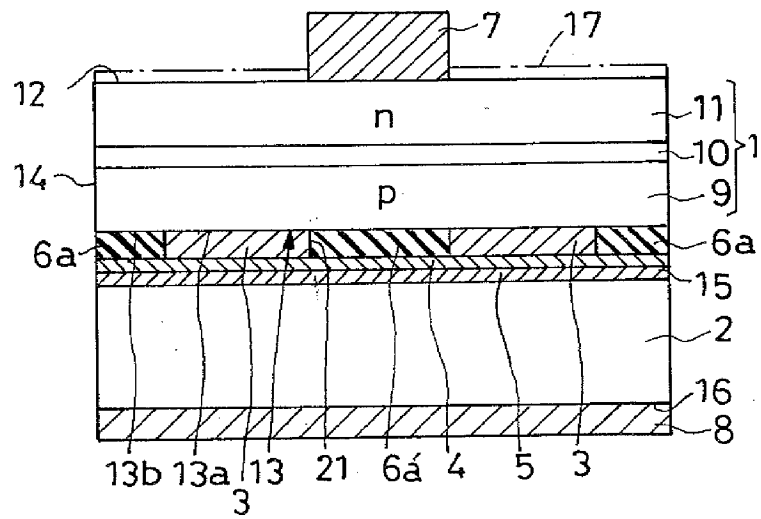
도면5



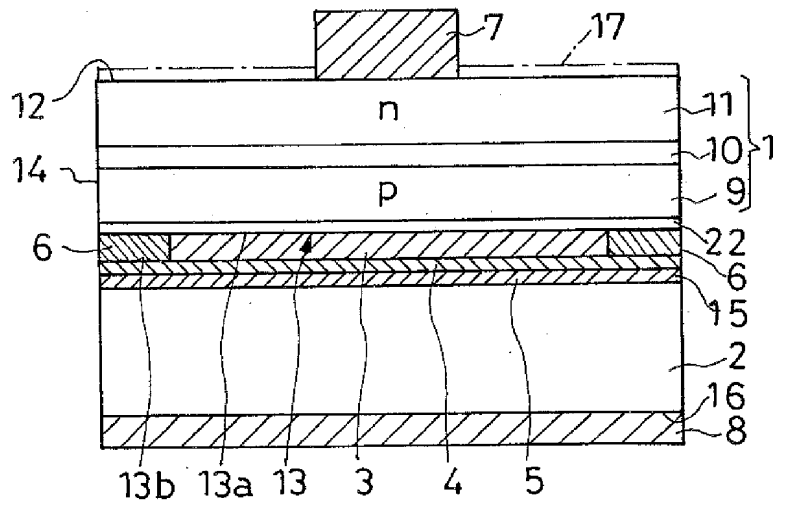
도면6



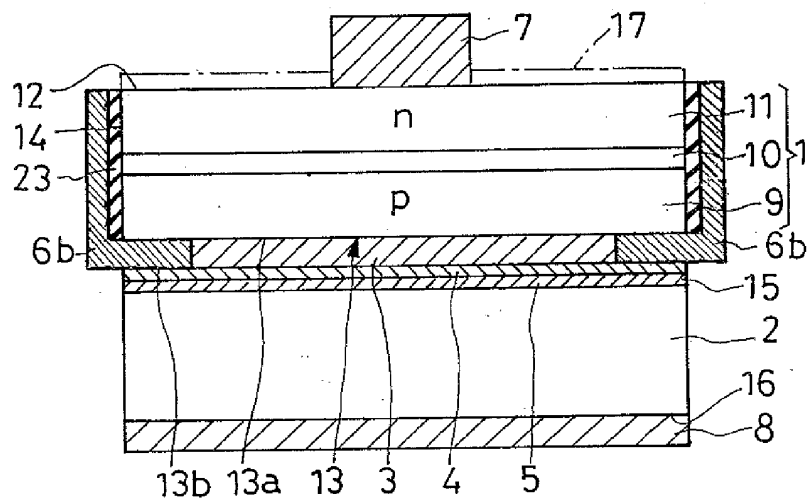
도면7



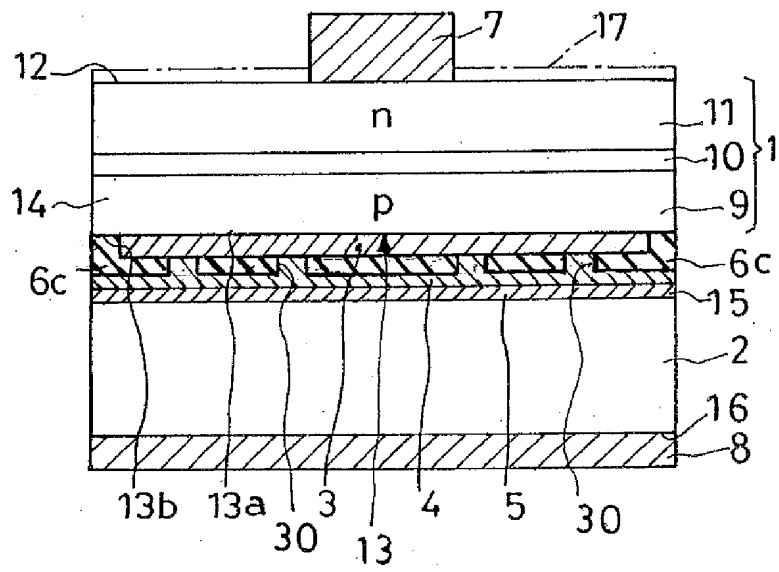
도면8



도면9



도면10



도면11

