

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.	(45) 공고일자	2006년03월10일
H01S 5/125 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0558320
H01S 5/183 (2006.01)	(24) 등록일자	2006년02월28일

(21) 출원번호	10-2004-7010027	(65) 공개번호	10-2004-0093676
(22) 출원일자	2004년06월24일	(43) 공개일자	2004년11월06일
번역문 제출일자	2004년06월24일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2002/039825	(87) 국제공개번호	WO 2003/058774
국제출원일자	2002년12월13일	국제공개일자	2003년07월17일

(30) 우선권주장	10/028,435	2001년12월28일	미국(US)
------------	------------	-------------	--------

(73) 특허권자	피니사 코포레이숀 미국 캘리포니아 94089 서니베일 1389 모펫 파크 드라이브
-----------	--

(72) 발명자	빌래리얼새뮤얼에스 미국 텍사스 75081 리차드슨 2103 스칼렛 오크
----------	--

존슨랄프에이치 미국 텍사스 75094 머피 211 리지뷰

(74) 대리인	강용복 김용인
----------	------------

심사관 : 박준영

(54) 수직공진 면발광 레이저용 비대칭 분포 브래그 반사기

요약

본 발명은 수직공진 면발광 레이저에 사용하기에 적합한 비대칭 분포 브래그 반사기(DBR)에 관한 것이다. 비대칭 DBR은 전이 영역내에의 전이 단층들이 다른 재료 조성물들, 다른 도핑 레벨들 및 다른 두께들을 갖는 비대칭 전이 영역들을 이용하여 결합되는 다른 굴절률을 갖는 겹겹이 쌓이는 재료 층들로 구성된다. 인접한 전이영역들은 다른 전이 단층들을 갖는다. 더 얇은 전이 영역들은 상대적으로 높게 도프되고 DBR내의 광학적 정상파가 낮은 필드세기를 갖는 곳에 위치된다. 더 두꺼운 전이 영역들은 상대적으로 가볍게 도프되고 광학적 정상파가 높은 필드세기를 갖는 곳에 위치된다. 유리하게, $\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{As}$ 재료 시스템에서 겹겹이 쌓여진 재료층들은 AlAs 및 GaAs의 교변하는 층들이다. 다른 재료 시스템들은 다른 교변하는 층들을 사용할 것이다.

대표도

도 1

색인어

분포 브래그 반사기(DBR), 수직공진 면발광 레이저(VCSEL)

명세서

기술분야

본 발명은 레이저 미러 구조에 관한 것이다. 더 구체적으로, 본 발명은 수직공진 면발광 레이저에 사용하기에 적합한 미러 구조에 관한 것이다.

배경기술

수직공진 면발광 레이저(VCSEL)는 비교적 새로운 반도체 레이저의 부류를 나타낸다. VCSEL의 많은 변형들이 있지만, 한가지 공통적인 특징은 VCSEL들이 웨이퍼의 표면에 수직한 광을 방출한다는 것이다. 이 점으로, VCSEL들이 특정한 특징들을 야기하도록 광범위한 재료 시스템들로 형성될 수 있다. 특히, 다양한 재료 시스템들이 1550nm, 1310nm, 850nm, 670nm 등과 같은 다른 레이저 파장들을 만들어내도록 맞추어 제작될 수 있다.

VCSEL은 반도체 활성영역, 분포 브래그 반사기(distributed Bragg reflector, DBR), 전류 제한구조, 기판 및 접촉층(contact)을 포함한다. VCSEL의 복잡한 구조로 인해, 그리고 VCSEL의 재료 요건들로 인해, VCSEL은 주로 금속유기 화학기상증착(MOCVD) 또는 분자빔 에피택시(MBE)를 사용하여 성장된다.

도 1은 전형적인 VCSEL(10)을 도시한 것이다. 도시된 바와 같이, n 도프된 갈륨 아스나이드(GaAs) 기판(12)은 n형 전기 접촉층(14)을 갖는다. n 도프된 하부 미러스택(mirror stack)(16)(DBR)이 GaAs 기판(12)상에 있고, n형의 경사형 굴절(graded-index) 하부 스페이서(spacer)(18)는 상기 하부 미러스택(16) 위에 배치된다. 주로 많은 양자우물들을 갖는 활성영역(20)이 상기 하부 스페이서(18) 위에 형성된다. p형의 경사형 굴절 상부 스페이서(22)가 상기 활성영역(20) 위에 배치되고, p형 상부 미러스택(24)(또 다른 DBR)이 상기 상부 스페이서(22) 위에 배치된다. 상기 상부 미러스택(24) 위에 p형 도전층(9), p형 GaAs 캡층(cap layer)(8), 및 p형 전기접촉층(26)이 있다.

도 1을 참조하면, 하부 스페이서(18)와 상부 스페이서(22)는 광학적 공동이 형성되도록 하부 미러스택(16)과 상부 미러스택(24)을 분리시킨다. 광학적 공동은 특정한 파장에서 공진하기 때문에, 미러 분리는 소정 파장에서(또는 그 배수에서) 공진하도록 제어된다. 상부 미러스택(24)의 적어도 일부는 전류 제한을 제공하는 절연영역(40)을 포함한다. 상기 절연영역(40)은 주로 상부 미러스택(24)에 양성자들(protons)을 넣거나 산화물 층을 형성함으로써 이루어 진다. 상기 절연영역(40)은 상기 절연영역(40)을 통해 전기 도전경로를 형성하는 도전성 환형 중앙개구부(42)를 정의한다.

동작시에, 외부 바이어스로 인해 전류(21)가 p형 전기 접촉층(26)으로부터 n형 전기접촉층(14)으로 흐른다. 절연영역(40)과 도전중앙개구부(42)는 전류가 상기 도전중앙개구부(42)를 통해 활성영역(20)으로 흐르도록 전류(21)를 한정한다. 전류(21)내의 일부 전자들은 활성영역(20)에서 광자들로 변환된다. 이들 광자들은 하부 미러스택(16)과 상부 미러스택(24) 사이에서 앞뒤로 부딪힌다(공진된다). 하부 미러스택(16)과 상부 미러스택(24)이 매우 양호한 반사기인데도, 광자들의 일부는 광경로를 따라 이동하는 광(23)을 누출한다. 도 1을 참조하면, 광(23)은 p형 도전층(9), p형 GaAs 캡층(8) 및 p형 전기 접촉층(26)에 있는 개구(30)를 지나, 수직공진 면발광 레이저(10)의 표면 밖으로 나간다.

도 1은 전형적인 VCSEL을 도시한 것이며, 다양한 변형들이 가능함을 알아야 한다. 예를 들어, 도핑들은 (이를 테면, p형 기판(12)을 제공함으로써) 변경될 수 있고, 다른 재료 시스템들이 사용될 수 있으며, 조작 세부사항들은 최대 성능을 위해 조절될 수 있고, 터널 정션(tunnel junctions)과 같은 추가 구조들이 더해질 수 있다.

일반적으로 성공적이긴 하지만, VCSEL은 문제들을 갖고 있다. 특히, 일부 응용에서 이용가능한 종래 기술의 분포 브래그 반사기(DBR)는 현저하게 최적이라고 할 수 없다. 왜 이런지를 이해하기 위해 더 상세하게 DBR을 고찰하는 것이 유익하다.

많은 응용에서 DBR은 큰 반사와 큰 전기 도전성을 모두 가져야 한다. 실제로, VCSEL에 사용될 때 DBR은 특히 레이저 동작이 가능할 정도로 광학적 손실을 줄이도록 반사되어야만 한다. 반사도는 상당히 다른 굴절률을 갖는 재료층들을 겹겹이 쌓음으로써, 예를 들어, AlAs 및 GaAs의 교번하는 층들을 겹겹이 쌓음으로써 달성된다. 이러한 겹겹이 쌓여진 층들은 DBR내에서 광학적 정상파를 생성시킬 수 있다.

겹겹이 쌓여진 AlAs 및 GaAs의 광학적 성능은 매우 양호한 반면에, AlAs 층 및 GaAs 층 사이의 급격한 정선은 전류 흐름에 대해 큰 장벽을 형성한다. 상기 장벽을 감소시키기 위해, AlAs 및 GaAs 층들은 재료 조성물이 AlAs에서 GaAs로 점차적으로 변하는 전이영역을 사용하여 결합된다. 또한, 대부분의 VCSEL에서 DBR 층들은 전기 저향을 감소시키는 자유 캐리어(free carriers)를 제공하도록 도프된다. 결과는 이상적으로 낮은 광흡수도(optical absorption)와 낮은 전기저항 모두를 가지며 결합되는 높은 반사도를 갖는 구조이다.

실제로, 광흡수도는 전기장 세기의 증가, 파장의 증가 및 도핑 레벨의 증가로 증가된다. 또한, p 형 도판트(dopants)들은 n 형 도판트들보다 더 큰 광흡수도를 갖는 경향이 있다. 한편, 전기저항은 상대적으로 전기장 세기 및 광파장에 의하여 비교적 영향받지 않으나, 도핑레벨의 증가로 감소된다. 그러나, p형 캐리어들(홀들)은 n형 캐리어들(전자들)보다 더 낮은 이동도(mobilities)를 갖는다. 따라서, 파장이 증가함에 따라, 1300, 1310, 또는 1550nm의 광을 출력하는 이러한 VCSEL들로, 낮은 광흡수도와 낮은 전기저항 모두를 얻는 것은 어렵다. 이는 긴 광파장들은 전기저항을 감소시키는 자유 캐리어들에 의하여 크게 흡수되는 경향이 있기 때문이다. 주로 p 도프된 상부 DBR들에서는 특히 그러하다. p 캐리어들의 더 낮은 이동도와 p 도판트들의 더 큰 광흡수도는 이와 같은 상부 DBR의 성능을 감소시키는 경향이 있다. 따라서, 전기저항을 줄이기 위해서는 자유 캐리어 농도는 높아져야 하나, 광흡수도를 줄이기 위해서는 자유 캐리어 농도는 낮아져야 한다는 종래 기술의 장파장 VCSEL에서 대립이 발생된다.

또한, DBR들은 공간에 따라 변하는 전기장을 특징으로 하는 광 정상파를 생성시킴을 알아야 한다. 즉, 전기장 세기는 DBR의 두께에 걸쳐서 변한다. 뿐만 아니라, DBR을 형성하는 재료는 VCSEL의 열적 특징들에 강한 영향을 끼친다. AlAs 및 GaAs와 같은 2원 재료(binary phase material)는 매우 양호한 열 전도도를 갖는 경향이 있다. 따라서, 열은 AlAs 및 GaAs 스택(stacks)을 가로질러 매우 잘 흐른다. 그러나, 3원 재료를 특징으로 하는 전이 영역은 상당히 더 낮은 열 전도도를 갖는다. 이는 열 전도도를 감소시키는 전이 영역의 결정구조가 크게 왜곡되기 때문이다.

상술한 바로 인해, 종래 VCSEL에 사용되는 DBR은, 특히 장파장 광을 생성할 때, 과도한 광흡수도, 비교적 빈약한 열 전도도 및 비교적 높은 전기저항을 갖는 문제를 가진다. 따라서, 특히 장파장 및 상부 DBR에서, 비교적 낮은 광흡수도 및 비교적 낮은 전기저항을 갖는 새로운 분포 브래그 반사기가 유익하게 된다. 특히 장파장 및 상부 DBR에서, 비교적 낮은 광흡수도, 비교적 낮은 전기저항, 및 비교적 양호한 열 전도도를 갖는 새로운 분포 브래그 반사기가 보다 더 유익하다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 상술한 요약은 본 발명에 고유한 신규한 특징들 중 일부에 대한 이해를 용이하게 하기 위해 제공되어 있으며 충분한 설명인 것으로 의도되어 있지는 않다. 본 발명의 다양한 태양들에 대한 완전한 평가는 전체 명세서, 특히 청구의 범위, 도면 및 요약서를 전체적으로 취함으로써 달성될 수 있다.

따라서, 본 발명의 원리는 낮은 광흡수도와 낮은 전기저항을 갖는 새로운 분포 브래그 반사기(DBR)에 관한 것이다. 유익하게로는, 이러한 DBR은 열 전도도가 양호한 식으로 실행된다.

본 발명에 따른 분포 브래그 반사기는 전이 영역내의 전이 단층들이 다른 재료 조성물들, 다른 도핑 레벨들, 및 다른 층 두께들을 갖는 비대칭 전이 영역들에 의하여 결합되는 다른 굴절률들을 갖는 겹겹이 쌓여지는 재료층들로 구성된다. 또한, 인접한 전이 영역들은 다른 두께들과 다른 도핑 레벨들을 갖는 전이 단층들을 갖는다. 유익하게로는, 인접한 전이영역들은 다른 전체 두께들을 가지며, DBR내의 광 정상파가 낮은 전기장세기를 갖는 더 얇은 전이영역들은 비교적 높게 도프되고 위치되며, 상기 광 정상파가 비교적 큰 전기장 세기를 갖는 더 두꺼운 전이영역들은 비교적 가볍게 도프되고 위치된다. 더 얇은 전이영역들은 전기 전도도 및 열 전도도 모두를 향상시킨다.

유익하게로는, 겹겹이 쌓여진 재료 층들은 AlAs 및 GaAs의 교변하는 층들로 구성된다. 더욱 더 유익하게로는, 겹겹이 쌓여진 재료 층들은 장파장의 VCSEL과 같이 VCSEL의 p 도프된 상부 미러를 형성한다.

본 발명의 신규한 특징들은 하기의 본 발명의 상세한 설명에 대한 검사시에 당업자들에게 명백해지거나 본 발명의 실시에 의하여 알 수 있다. 그러나, 제시된 본 발명의 상세한 설명과 구체적인 실시예들은, 본 발명의 소정의 실시예들을 나타내는 반면에, 본 발명의 기술사상 및 범위내의 여러가지 변형들 및 변경들이 본 발명의 상세한 설명 및 하기의 특히 청구범위로부터 당업자들에게 명백해지므로 단지 예시 용도로 제공되어 있음을 알아야 한다.

도면의 간단한 설명

동일한 참조번호는 각각의 도면 전반에 걸쳐 동일하거나 기능적으로 유사한 요소를 의미하고 명세서에 합체되고 명세서의 일부를 형성하는, 첨부 도면들은 또한 본 발명을 예시하고, 본 발명의 상세한 설명과 함께, 본 발명의 원리를 설명하는데 이용된다.

도면에서,

도 1은 전형적인 수직공진 면발광 레이저를 도시한 것이다;

도 2는 본 발명의 원리에 따른 수직공진 면발광 레이저를 도시한 것이다; 그리고

도 3은 광학적 정상파를 갖는, 본 발명의 원리에 따른, 분포 브래그 반사기를 도시한 것이다.

도면에서 동일한 번호는 동일한 요소를 나타냄을 주목하라. 또한, 설명의 편의를 위해, 설명들은 위 및 아래, 상부 및 저면, 그리고 상부 및 하부와 같은 방향 표지들을 사용한다. 도면에 예시된 요소들의 상대적인 위치들로부터 도출된 이러한 표지들은 본 발명의 이해를 돋기 위한 것이며, 본 발명을 제한하는 것이 아니다.

실시예

본 발명의 실시예인 첨부도면에 도시된 예에 대해 상세하게 참조된다.

본 발명의 원리는 비대칭 분포 브래그 반사기(DBR) 및 비대칭 DBR을 이용하는 VCSEL에 적용한 것이다.

본 발명의 원리에 따른 수직공진 면발광 레이저(VCSEL)의 예시에 대해서는 도 2를 참조한다. 도 2는 도 1에 도시된 바와 같이 일반적으로 구성된 VCSEL의 단순한 "절단(cut-away)" 개략도로 이해되어야 한다. 따라서, 동일한 요소의 번호들은 도 1에 사용된 바와 같이 도 2에서도 동일한 요소들에 사용된다. 그러나, VCSEL(100)은 신규하고 유용한 상부 및 저면에 분포 브래그 반사기(DBR)를 포함한다.

도 2에 도시된 바와 같이, VCSEL(100)은 n형 전기접촉층(14)을 갖는 n 도프된 갈륨 아스나이드(GaAs) 기판(12)을 포함한다. n 도프된 하부 미러스택(mirror stack)(160)(DBR)이 GaAs 기판(12)상에 있고, n형의 경사형 굴절(graded-index) 하부 스페이서(spacer)(18)는 상기 하부 미러스택(160) 위에 배치된다. 하부 미러스택(160)이 뒤에 더 상세하게 설명된다.

많은 양자 우물을 갖는 P-N 접합구조를 갖는 활성영역(20)이 상기 하부 스페이서(18) 위에 형성된다. 활성영역(20)의 조성물은 유익하게로는 AlGaAs이며, 특정한 알루미늄 함량은 상기 활성영역(20)을 형성하는 다른 층들에서 가변된다. 예를 들어, 한 층은 20% 내지 30%의 알루미늄을 가질 수 있는 반면에, 인접한 층은 0 내지 5%의 알루미늄을 가질 수 있다. 양자우물들이 활성영역(20)에 어떻게 있는지에 따라 많은 변형층들이 있을 수 있다.

활성영역(20)상에 p형의 경사형 굴절 상부 스페이서(22)가 있다. p형 상부 미러스택(240)(또 다른 DBR)이 상기 상부 스페이서(22) 위에 배치된다. 상기 상부 미러스택(240)이 뒤에 더 상세하게 설명된다.

상기 상부 미러스택(240) 위에 p형 도전층(9), p형 GaAs 캡층(cap layer)(8), 및 p형 전기접촉층(26)이 있고, 이 모두를 260으로 나타낸다. VCSEL(100)(도 1 참조)에서와 같이, 하부 스페이서(18) 및 상부 스페이서(22)는 특정 파장에서 공진되는 광학적 공동이 형성되도록 하부 미러스택(160)과 상부 미러스택(240)을 분리시킨다.

도 2를 참조하면, 상부 미러스택(240)은 절연영역(140)을 포함하며, 상기 절연영역은 높은 알루미늄 함량(97-98%)을 갖는 AlGaAs층(들)과 함께 상부 미러스택(240)을 형성하고, 그런 후 환형 링을 따라 상기 높은 알루미늄 함량층을 산화시킴으로써 유익하게 만들어진다. 그리고 나서 산화는 산화 절연영역(40)을 만들어낸다.

동작에 있어, 외부 바이어스(external bias)는 전류(21)를 VCSEL(100)로 흐르게 한다. 절연영역(140)은 전자들 중 일부가 광자들로 변환되는 활성영역(20)으로 전류 가이드를 형성한다. 이들 광자들은 하부 미러스택(160)과 상부 미러스택(240) 사이에서 앞 뒤로 부딪힌다(공진한다). 하부 미러스택(160)과 상부 미러스택(240)은 매우 양호한 반사기이지만, 광자들 중의 일부는 광경로를 따라 이동하는 광(23)으로서 누출된다. 도 2를 참조하면, 광(23)은 요소(260)내에 있는 그리고 수직공진 면발광 레이저(100)의 표면 밖의 개구(300)를 지난다.

도 2의 VCSEL(100)은 상부 미러스택(240) 및 하부 미러스택(160)에서의 비대칭으로 인해 도 1의 VCSEL(100)과는 상당히 다르다. 이들 미러 스택들은 $Al_xGa_{1-x}As$ 의 다른 조성물 층들로 유익하게 형성된다. 본 발명의 원리는 p 도프된 상부 미러스택들에서의 사용에 특히 적합한 반면에(p 도프된 재료들은 광학적으로 더 흡수성이 있기 때문에, 이들 재료들은 본 발명으로 더 이득을 얻는다), 이들 원리들은 어느 한 형태의 도핑을 사용하는데 적합한다. 또한, 예시되 실시예는 $Al_xGa_{1-x}As$ 재료 시스템에 기초한 반면에, 본 발명의 원리는 광범위한 복합 반도체 재료 시스템에 적용가능하다.

도 3은 하부 미러스택(160) 또는 상부 미러스택(240) 중 어느 하나(또는 모두)를 사용하는데 적합한 분포 브래그 반사기(400)를 도시한 것이다. 동작에 있어, 정상파가 분포 브래그 반사기내에 나타난다. 본 발명의 특정 실시예의 광 모의실험에 의하여 계산된 바와 같이, 이러한 정상파의 정규화된 파워 파형(power waveform)(402)이 분포 브래그 반사기(400)상에 중첩된다. 도 3은 또한 분포 브래그 반사기(400)를 포함하는 개개의 층들의 상대적인 두께를 나타내며, 각 층의 상대적인 두께는 수직선들 사이에서 공간으로 나타나진다. 도 3에 도시된 바와 같이, 분포 브래그 반사기(400)는 280에서 320까지 적어도 층들을 포함한다. 실제로 이러한 층들의 다중 세트가 있을 수 있다(따라서 주어진 분포 브래그 반사기는 수백 개의 각 층들로 구성될 수 있다).

도 3을 참조하면, 전기장이 가장 작은(거의 0에 가까운), 이를 테면 층(300) 주위에 가장 근접한 수직선 간격이 발생한다. 이는 (조성물이 100% AlAs에서 100% GaAs까지 변하는) AlAs에서 GaAs로의 정션을 형성하는 층들의 두께가 비교적 작음을 나타낸다. 정션을 형성하는 층들은 AlAs에서 GaAs로의 전이영역에 걸쳐서 전기저항을 감소시키는 비교적 높은 도핑레벨을 가진다. 그러나, 전기장은 상기 전이영역에서는 낮기 때문에, 높은 도핑레벨에도 불구하고 광흡수도가 또한 낮다.

그러나, 도 3을 참조하면, 전기장이 큰 곳(이를 테면 층(290) 주위)에서는 수직선 간격이 비교적 크며, 이는 각 층들이 비교적 두꺼움을 나타낸다. 이는 GaAs(0% Al) 조성물이 AlAs(0% Ga)로 변하는 인터페이스(interface) 정션을 나타낸다. 상기 영역은 국소적으로 높은 전기장의 광 흡수도를 감소시키도록 일조하기 위해 비교적 가볍게 도프된다. 비교적 큰 GaAs에서 AlAs로의 전이영역의 두께는 광 흡수도를 현저하게 증가시키지 않고도 전기저항을 감소시키게 하는데 일조한다.

따라서, 본 발명의 원리에 따른 DBR은 양 인터페이스 정션의 두께에서 그리고 인터페이스 정션의 도핑 프로파일에서 비대칭이다. 결합된 도핑 프로파일 및 조성물 프로파일의 사용은 또한 본 발명의 향상된 성능에 기여한다.

0%에서 100%의 Al 조성물 범위를 갖는 $Al_xGa_{1-x}As$ 재료 시스템에서 1310nm로 사용하기 위한 비대칭 p 도프된 DBR의 실시예가 표 1에 제공되어 있다. 특정한 층 두께, 도핑 농도 및 재료 조성물이 제공되어 있다. 표 1에서 제 1 인터페이스 정션은 줄 1에서 줄 10까지의 층들로 구성되는 AlAs(100% Al 조성물)에서 GaAs(0% Al 조성물)로의 혼합정션(heterojunction)이다. 마찬가지로, GaAs(0% Al 조성물)에서 AlAs(100% Al 조성물)로의 혼합정션인 제 2 인터페이스 정션의 층들이 줄 13에서 줄 22까지에 기재되어 있다.

이 실시예의 비대칭은 제 1 인터페이스 정션의 총 두께(20nm)와 제 2 인터페이스 정션의 총 두께(40nm)를 비교함으로써 알 수 있다. 이 비대칭은 또한 최우측, 상향 전이의 덜 가파른 평균 기울기와 비교함으로써 도 3의 재료 조성물에서의 최좌측, 하향 전이의 더 가파른 평균 기울기로서 알 수 있다. 제 1 인터페이스 정션의 도핑 농도는 $2.86E+18cm^{-3}$ 에서 $6.17E+18cm^{-3}$ 에 이르는 반면에, 제 2 인터페이스 정션의 도핑 농도는 $6.65E+17cm^{-3}$ 에서 $1.93E+18cm^{-3}$ 에 이른다. 인터페이스 정션 두께에서의 비대칭과 도핑 범위에서의 비대칭은 각각 어느 하나 보다 더 낮은 광흡수도 및 더 낮은 전기저항을 제공하도록 함께 동작한다.

[표 1]

층	두께(nm)	도판트 농도(cm^{-3})	조성물(%Al)
1	2.50	$6.17E+18$	99
2	2.50	$6.42E+18$	94
3	2.00	$6.22E+18$	84
4	1.50	$5.59E+18$	71
5	1.50	$4.79E+18$	52
6	1.50	$4.22E+18$	42
7	1.50	$3.44E+18$	29

8	2.00	2.88E+18	15
9	2.50	2.61E+18	5
10	2.50	2.86E+18	1
11	33.99	2.86E+18	0
12	33.99	6.65E+17	0
13	5.00	6.65E+17	1
14	5.00	3.42E+17	5
15	4.00	3.80E+17	15
16	3.00	6.94E+17	0.29
17	3.00	1.11E+18	0.42
18	3.00	1.37E+18	52
19	3.00	1.90E+18	71
20	4.00	2.23E+18	84
21	5.00	2.28E+18	94
22	5.00	1.93E+18	99
23	36.71	1.93E+18	100
24	36.71	6.17E+18	100

재료 조성물 변화에서 0%에서 100%의 범위는 부적절한 상황들이다. 따라서, 표 2는 본 발명의 원리에 따른 또 다른 실시 예의 DBR을 제공한다. DBR은 1310nm VCSEL에 사용하는데 적합한 p 도프된 $\text{Al}_x\text{Ga}_{(1-x)}\text{As}$ DBR이다. 상기 DBR은 0%에서 85%의 제한된 Al 조성물 범위를 갖는다.

[표 2]

층	두께 (nm)	도판트 농도 (cm^{-3})	조성물 (%Al)
1	2.50	4.77E+18	84
2	2.50	4.96E+18	80
3	2.00	4.80E+18	71
4	1.50	4.32E+18	60
5	1.50	3.70E+18	44
6	1.50	3.26E+18	36
7	1.50	2.66E+18	25
8	2.00	2.23E+18	13
9	2.50	2.01E+18	4
10	2.50	2.21E+18	1
11	33.99	2.21E+18	0
12	33.99	7.00E+17	0
13	5.00	7.00E+17	1
14	5.00	3.60E+17	4
15	4.00	4.00E+17	13
16	3.00	7.30E+17	25
17	3.00	1.17E+18	36
18	3.00	1.44E+18	44
19	3.00	2.00E+18	60
20	4.00	2.35E+18	71
21	5.00	2.40E+18	80
22	5.00	2.03E+18	84
23	36.71	2.03E+18	85
24	36.71	4.77E+18	85

이 실시예의 총 인터페이스 두께와 도핑 농도의 2배 비대칭이 표 2로부터 명백해진다. 더욱이, 표 2의 열들을 표 1의 대응하는 열들과의 비교는 도핑 농도범위가 재료 조성물 범위 말고도 다름을 나타낸다. 따라서, 본 발명의 최선의 실시예는 단층들의 수, 각 단층의 크기, 총 헤테로정션의 두께, 도핑 농도범위 및 재료 조성물의 범위를 포함하는 많은 방식으로 변해질 수 있다.

본 명세서에 설정된 실시예들 및 예들은 본 발명과 본 발명의 실제 적용을 가장 잘 설명하고 이에 의해 당업자들이 본 발명을 만들고 이용할 수 있게 나타나 있다. 그러나, 당업자들은 상술한 설명 및 예들이 단지 예시 및 예를 위해 나타내었음을 인식할 것이다. 본 발명의 다른 변형들 및 변경들은 당업자들에게 명백해지고, 특히 청구범위의 의도는 이러한 변형들 및 변경들이 포함한다. 상술한 설명은 본 발명의 범위를 배제하거나 제한하려는 의도는 아니다. 많은 변형들 및 변경들이 아래의 특허청구범위 및 기술사상을 벗어남이 없이 상술한 교시에 의하여 가능해진다. 본 발명의 용도는 다른 특징들을 갖는 조성물들을 포함할 수 있음이 예상된다. 모든 면에서 균일물로 충분히 인식되면, 본 발명의 범위는 본 명세서에 첨부된 특허청구범위에 의하여 정의되도록 의도되어 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

제 1 이원 조성물을 포함하고 제 1 굴절률을 갖는 도프된 제 1 반도체층;

제 2 이원 조성물을 포함하고 상기 제 1 굴절률과는 다른 제 2 굴절률을 갖는 도프된 제 2 반도체층; 및

상기 제 1 반도체층과 상기 제 2 반도체층 사이에 개입된 제 1 전이영역을 구비하고,

상기 제 1 전이영역은 복수의 두께 및 복수의 도핑 레벨을 갖는 복수의 도프된 제 1 전이 반도체층을 포함하는 것을 특징으로 하는 분포 브래그 반사기.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 이원 조성물을 포함하는 도프된 제 3 반도체층; 및

상기 제 2 반도체층과 상기 제 3 반도체층 사이에 개입된 제 2 전이영역을 더 포함하고,

상기 제 2 전이영역은 복수의 두께 및 복수의 도핑 레벨을 갖는 복수의 도프된 제 2 전이 반도체층을 포함하며, 상기 제 2 전이영역은 상기 제 1 전이영역과는 다른 것을 특징으로 하는 분포 브래그 반사기.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 반도체층은 AlAs를 포함하는 것을 특징으로 하는 분포 브래그 반사기.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 제 2 반도체층은 GaAs를 포함하고, 상기 도프된 제 1 전이 반도체층은 Al, Ga 및 As를 포함하는 것을 특징으로 하는 분포 브래그 반사기.

청구항 5.

도프된 기판;

상기 기판에 인접하고, 인가된 전류에 반응하여 기설정된 파장의 광을 방출하는 활성영역;

상기 활성영역과 상기 기판 사이에 있고, 상기 활성영역에 의하여 방출된 광을 상기 활성영역으로 다시 반사시키는 도프된 제 1 분포 브래그 반사기 미러; 및

상기 활성영역에 인접하고, 상기 활성영역에 의하여 방출된 광을 상기 활성영역으로 다시 반사시키는 도프된 제 2 분포 브래그 반사기 미러를 포함하고,

상기 제 2 분포 브래그 반사기 미러는

제 1 이원 조성물을 포함하고 제 1 굴절률을 갖는 도프된 제 1 미러 반도체층;

제 2 이원 조성물을 포함하고, 상기 제 1 굴절률과는 다른 제 2 굴절률을 갖는 도프된 제 2 미러 반도체층; 및

상기 제 1 미러 반도체층과 상기 제 2 미러 반도체층 사이에 있고, 복수의 두께 및 복수의 도핑 레벨을 갖는 복수의 도프된 제 1 전이 미러 반도체층을 포함하는 제 1 전이 미러 영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 레이저 광출력은 상기 기판에 수직 방출되는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 7.

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 이원 조성물을 포함하고 상기 제 1 굴절률을 갖는 도프된 제 3 미러 반도체층; 및

상기 제 2 미러 반도체층과 상기 제 3 미러 반도체층 사이에 있고, 복수의 두께 및 복수의 도핑 레벨을 갖는 복수의 도프된 제 2 전이 미러 반도체층을 포함하는 제 2 전이 미러 영역을 더 포함하고,

상기 제 2 전이 미러 영역은 상기 제 1 전이 미러 영역과는 다른 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 8.

제 7 항에 있어서,

상기 소정 파장의 상기 활성영역에 의하여 방출된 광이 상기 제 1 전이 미러 영역에서 최소의 전기장을 생성하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 9.

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 전이 미러 반도체층은 상기 제 2 전이 미러 반도체층보다 더 두껍게 도프된 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 10.

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 전이 미러 영역은 상기 제 1 전이 미러 영역보다 더 두꺼운 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 11.

제 7 항에 있어서,

상기 제 1 이원 조성물은 AlAs인 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 12.

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 이원 조성물은 GaAs인 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 13.

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 전이 미러 반도체층들은 Al, Ga 및 As를 포함하는 층들을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 14.

제 5 항에 있어서,

상기 활성영역은 적어도 하나의 양자우물을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 15.

제 5 항에 있어서,

상기 제 2 분포 브래그 반사기 미러가 p 도프되는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 16.

제 5 항에 있어서,

상기 제 2 분포 브래그 반사기 미러는 레이저 내부의 전류를 한정하기 위한 절연영역을 포함하는 것을 특징으로 하는 레이저.

청구항 17.

삭제

청구항 18.

삭제

청구항 19.

삭제

청구항 20.

삭제

청구항 21.

삭제

청구항 22.

삭제

청구항 23.

삭제

청구항 24.

삭제

청구항 25.

삭제

청구항 26.

삭제

청구항 27.

삭제

청구항 28.

삭제

청구항 29.

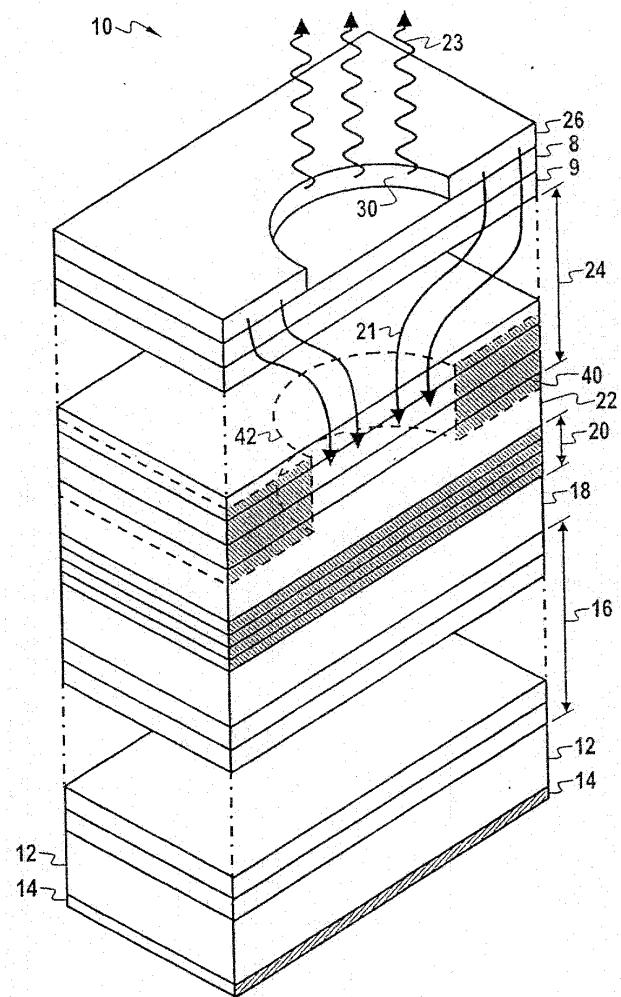
삭제

청구항 30.

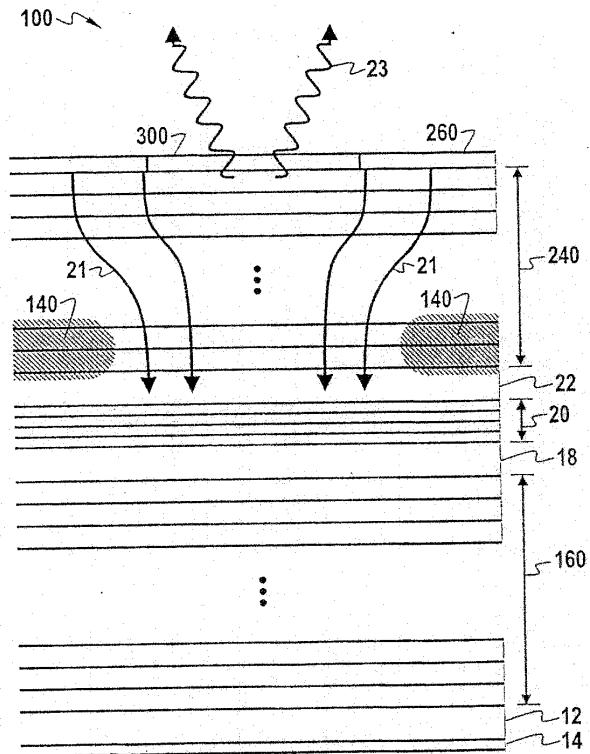
삭제

도면

도면1



도면2



도면3

