



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년03월18일
(11) 등록번호 10-1244754
(24) 등록일자 2013년03월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/30 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-7002863
(22) 출원일자(국제) 2005년07월06일
심사청구일자 2010년06월18일
(85) 번역문제출일자 2007년02월05일
(65) 공개번호 10-2007-0064424
(43) 공개일자 2007년06월20일
(86) 국제출원번호 PCT/US2005/023802
(87) 국제공개번호 WO 2006/014421
국제공개일자 2006년02월09일
(30) 우선권주장
60/585,673 2004년07월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP10154850 A
KR1020000076604 A
US05932048 A
US20030145884 A1

(73) 특허권자
더 리전트 오브 더 유니버시티 오브 캘리포니아
미국 94607-5200 캘리포니아주 오클랜드 플랭크린
스트리트 1111 12층
재팬 사이언스 앤드 테크놀로지 에이전시
일본국, 사이타마켄, 가와구치시, 혼조 4 조메
1-8
유니버시티 오브 브레멘
독일 데-28359 브레멘 비블리오테크슈트라쎄 1
(72) 발명자
무라이 아키히코
미국 캘리포니아 93117 골레타 엔씨나 로드 5785
#103
맥카시 리
미국 노스 캐롤라이나 27514 채플 힐 로저스 드라
이브 24
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 18 항

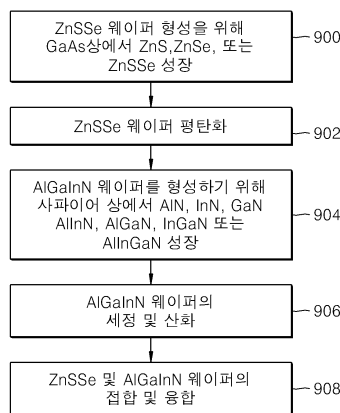
심사관 : 김정진

(54) 발명의 명칭 광전자 응용을 위한 (알루미늄질소, 인듐질소, 갈륨질소, 알루미늄인듐질소, 알루미늄갈륨질소, 인듐갈륨질소, 또는 알루미늄인듐갈륨질소)와 (아연황, 아연셀레늄, 또는 아연황셀레늄) 사이의 웨이퍼 결합 방법

(57) 요약

(AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn) 및 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 사이에 웨이퍼 결합된 구조를 형성하는 방법. 상대적으로 광학적 단파장에 대하여 높은 반사도 및 전도도를 갖는 분산된 브래그 반사기(DBR)가 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 및 MgS/(ZnSe, CdSe, 또는 ZnCdSe) 물질을 사용하여 제조될 수 있다. 웨이퍼 결합 기술을 사용하여, 이러한 고품질의 DBR 구조들이 Gunn계 광학 소자 구조와 결합될 수 있다.

대표도 - 도9



(72) 발명자

미쉬라 우메쉬 케이.

미국 캘리포니아 93108 산타 바바라 시카모어 캐년
로드 1435

텐바야스 스티븐 피.

미국 캘리포니아 93117 글레타 킹 다니엘 라인
287

크루제 카르스텐

독일 브레멘 28209 슈바흐호이저 헤르쉬트라쎄 60
아

피게 슈테판

독일 브레멘 28217 도름쉬트라쎄 16

호멜 데틀레프

독일 브레멘 28309 빌헬름-볼터스-쉬트라쎄 122

특허청구의 범위

청구항 1

(a) GaAs 상에서 ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe를 성장시킴으로써 ZnSSe 웨이퍼를 생성하는 단계;
 (b) 사파이어 상에서 AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaInN, InGaInN, 또는 AlInGaInN를 성장시킴으로써 AlGaInN 웨이퍼를 생성하는 단계; 및
 (c) 상기 ZnSSe 웨이퍼 및 상기 AlGaInN 웨이퍼를 함께 접합시키고, 상기 접합된 ZnSSe 및 AlGaInN 웨이퍼들을 융합시키는 단계;
 를 포함하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 접합 및 융합 단계 이전에 상기 ZnSSe 웨이퍼는 평탄화되고 세정되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe는 분자빔 에피택시(MBE)를 사용하여 성장되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 GaAs는 (001)GaAs임을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe에 설정된 분산된 브라그 반사기(DBR) 구조를 제조하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 접합 및 융합 단계 이전에 상기 AlGaInN 웨이퍼가 세정되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 7

제1항에 있어서, 상기 AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaInN, InGaInN, 또는 AlInGaInN은 금속 유기 화학기상증착(MOCVD)을 사용하여 성장되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 사파이어는 c-평면 (0001)사파이어인 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 ZnSSe 웨이퍼는 열적 어닐링 및 화학기계적 연마를 사용하여 평탄화되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 ZnSSe 웨이퍼의 표면은 상기 융합 단계 동안에 평탄한 표면을 얻기 위해 제거되어야 할 A형 및 B형 범프들을 갖는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 A형 범프들은 질소 분위기에서 1 시간 동안 180°C에서 상기 ZnSSe 웨이퍼에 대하여 수행된 제1 어닐링 단계에 의해 상기 ZnSSe 웨이퍼로부터 제거되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 B형 범프들은 상기 제1 어닐링 단계가 수행된 후 콜로이드 실리카 현탁물 및 연마포를 사용하여 상기 ZnSSe 웨이퍼를 연마함으로써 상기 ZnSSe 웨이퍼로부터 제거되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 연마 후에 상기 ZnSSe 웨이퍼 상에 새로이 생성된 A형 범프들이 나타나며, 상기 새로이 생성된 A형 범프들은 질소 분위기에서 1 시간 동안 180°C에서 상기 ZnSSe 웨이퍼에 대하여 수행된 제2 어닐링 단계를 사용하여 상기 ZnSSe 웨이퍼로부터 제거되어, 결과적으로 결합에 적합한 표면으로 되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 14

제1항에 있어서, 상기 AlGaInN 웨이퍼는 산소 플라즈마에서 산화되어 산화물을 형성하고, 이어서 상기 AlGaInN 웨이퍼 상에 형성된 상기 산화물은 HCl에서 제거되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 15

제1항에 있어서, 상기 ZnSSe 웨이퍼 및 상기 AlGaInN 웨이퍼는 흑연 보트 및 스크류 구성을 사용하여 2 MPa의 단축 압력하에서 함께 접합되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 16

제1항에 있어서, 상기 ZnSSe 웨이퍼 및 상기 AlGaInN 웨이퍼는 설정된 시간 동안 설정된 온도에서 단축 압력하에 질소 분위기에서 서로 접합되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 ZnSSe 웨이퍼 및 상기 AlGaInN 웨이퍼는 퍼니스로 로딩되며, 상기 퍼니스는 N₂ 공급하에서 1 시간 동안 270°C의 온도로 가열되는 것을 특징으로 하는 웨이퍼 결합 방법.

청구항 18

- (a) GaAs 상에서 ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe를 성장시킴으로써 ZnSSe 웨이퍼를 생성하는 단계;
 - (b) 사파이어 상에서 AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn를 성장시킴으로써 AlGaInN 웨이퍼를 생성하는 단계; 및
 - (c) 상기 ZnSSe 웨이퍼 및 상기 AlGaInN 웨이퍼를 함께 접합시키고, 상기 접합된 ZnSSe 및 AlGaInN 웨이퍼들을 융합시키는 단계;
- 를 포함하는 방법에 의하여 형성된 서로 융합되고 접합된 상기 ZnSSe 웨이퍼 및 상기 AlGaInN 웨이퍼를 포함하는 소자.

명세서

기술분야

- [0001] 본 발명은 광전자 응용을 위한 웨이퍼 결합에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 광전자 응용을 위한 (Al, In, Ga)N (즉, AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn)과 Zn(S, Se)(즉, ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe)의 웨이퍼 결합 방법에 관한 것이다.
- [0002] - 관련 출원들에 대한 상호 참조
- [0003] 본 출원은, 함께 계류중이며 공동으로 양수된 Stephan Figge, Carsten Kruse, Akihiko Murai, Detlef Hommel, Lee McCarthy, Umesh K. Mishra 및 Steven P. DenBaars에 의해 "광전자 응용을 위한 (Al, In, Ga)N과 Zn(S, Se) 사이의 웨이퍼 결합 방법(Method for wafer bonding (Al, In, Ga)N and Zn(S, Se) for optoelectronic applications)"라는 명칭으로 2004년 7월 6일 출원된 대리인 도ocket 번호 30794.116-US-P1(2004-455)의 미국 예

비 특허 출원번호 60/585,673에 대한 35 U.S.C. 섹션 119(e)의 이익을 청구하며, 이 출원은 참조로서 여기에 함께 통합된다.

배경 기술

[0004] (주의 : 본 출원은 괄호, 예를 들어 [x] 내에 하나 이상의 인용번호들에 의해 명세서 전체를 통해 지적된 바와 같이 많은 상이한 간행물들을 인용하고 있다. 이러한 인용번호들에 따라 지적된 상이한 간행물들의 리스트가 "참조문헌"라고 붙여진 부분 아래에서 찾아질 수 있다. 이러한 간행물들의 각각은 여기에 참조문헌으로서 통합된다)

[0005] InP/GaAs, $(Al_xGa_{1-x})_{0.5}In_{0.5}P/GaP$, InP/GaN, GaAs/GaN 등과 같은 상이한 물질의 조합을 사용하는 웨이퍼 결합 기술이 광전자 집적, 발광다이오드(LED), 수직 공동면 방출레이저들(Vertical Cavity Surface Emitting Lasers; VCSEL) 및 전자소자들의 응용을 위해 연구되어 왔다.[1,2,3,4].

[0006] 나이트라이드 물질 시스템에서는, 분산된 브라그 반사기(Distributed Bragg Reflector; DBR) 구조를 제조하는 데 몇 가지 도전이 있다. 일반적인 접근은 1/4 파장으로 교차하는 GaN 및 AlGaIn 층들로 이루어진 구조를 에피택셜하게 성장시키는 것이다. GaN 및 AlN 사이의 2.5% 격자 부정합 때문에, 3원 물질의 AlN 함량은 층들 내에서 크랙을 방지하기 위해 낮게 유지되어야 하며, 이것은 높은 반사도에 도달할 수 있도록 대규모의 미러쌍(mirror pairs)을 초래하며, 반사도 정지 밴드의 폭은 아주 좁다.[5].

[0007] 다른 접근은 크랙의 발생을 방지하기 위해 AlInN/GaN 조합을 사용하는 방법이다.[6]. 그러나 이러한 접근들은 도전성 DBR들, 특히 도전성 p형 DBR 구조를 제작하는 데 여전히 어려움이 있다.

[0008] 그러나 요구되는 것은 광전자 응용을 위한 향상된 웨이퍼 결합 방법들이다. 본 발명은 이러한 요구를 만족시켜 준다.

[0009] [발명의 요약]

[0010] (AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn) 및 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 사이의 융합 구조를 생산하는 방법. 상대적으로 짧은 광 파장을 위해 높은 반사성 및 도전성을 갖는 분산된 브라그 반사기(DBR)가 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 및 MgS/(ZnSe, CdSe, 또는 ZnCdSe) 물질들을 사용하여 제조될 수 있다. 웨이퍼 결합 기술을 사용하여 상기 DBR은 GaN계 광소자 구조와 조합될 수 있다.

발명의 상세한 설명

[0011] 바람직한 실시예에 대한 다음의 설명에서, 본 발명이 실행될 수 있는 특정 실시예의 묘사의 방법으로 보여지며, 그 일부를 형성하는 첨부하는 도면들에 대한 인용이 이루어진다. 이것은 본 발명의 사상으로부터 벗어남이 없이 다른 실시예들이 이용될 수 있으며, 구조적인 변형이 이루어질 수 있다는 것으로 이해될 수 있다.

[0012] 개관

[0013] 본 발명은 (AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn) 및 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 사이에 융합 또는 결합된 구조를 형성하기 위한 방법을 제공한다. AlN, GaN, 또는 AlGaIn 물질들을 사용하여 매우 큰 반사도 및 도전성 DBR 구조를 제조하는 것, 특히 p형 도전성 DBR의 제조는 어렵다. 현재, 거울을 위해 금속(예를 들어, Ag 또는 Ni)이 사용되며, 그 반사도는 500 nm 이하의 광 파장에 대하여 90% 이하이다. 다른 한편으로 460 nm 내지 620 nm 사이의 상대적으로 짧은 광 파장을 갖는 높은 반사성 및 도전성 DBR이 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 및 MgS/(ZnSe, CdSe, 또는 ZnCdSe) 물질들을 사용하여 제조될 수 있다. 웨이퍼 결합(융합) 기술을 사용하여 99% 이상의 반사도를 갖는 고품질의 DBR 구조가 GaN계 광소자 구조로 설정될 수 있다. 반사도를 증가시킴으로써, 따라서 광 추출을 향상시킴으로써 수반되는 소자 성능이 증가될 것으로 예측된다. 융합 구조들을 갖는 잠재적인 광 소자들은 발광 다이오드(LED), 공진 공동 LED(Resonant-Cavity LED), 및 수직 공동면 방출 레이저(VCSEL)를 포함한다. GaN에 대하여 높은 도전성의 p형 미러층들을 집적하는 것은 신규하며, 현존하는 높은 밝기의 LED(High-Brightness LED) 설계에 비하여 장점들을 갖는다.

[0014] 웨이퍼 결합 방법

[0015] 본 발명은 (AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn) 및 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe)의 웨이퍼 결합을 위해 두 단계를 포함한다.

- [0016] 제1 단계는 결합되어질 양 웨이퍼 표면에 대한 편평하고 깨끗한 표면을 준비하는 것이다.
- [0017] ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe에 관하여, 이 층은 (001)GaAs 상에 분자빔 에피택시(MBE)에 의해 성장된다. 성장 후, 열적 어닐링 및 화학기계적 연마의 조합을 사용하여 웨이퍼가 평탄화되고, 몇 개의 용제를 사용하여 세정된다.
- [0018] AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn에 관하여, 이 층은 c-평면(0001) 사파이어 상에 금속 유기 화학기상 증착(MOCVD)을 사용하여 성장된다. 성장 후, 몇 개의 용제를 사용하여 웨이퍼가 세정되며, 상기 웨이퍼는 산소 플라즈마에서 산화되어 산화물을 형성하고, 이어서 상기 웨이퍼 상에 형성된 산화물은 HCl에서 제거된다.
- [0019] 제2 단계는 (AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn) 및 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 사이의 웨이퍼 결합 공정이다. 두 개의 웨이퍼가 함께 합쳐진 후 설정된 시간 동안 설정된 온도에서 단축의(uniaxial) 압력하에서 질소 분위기에서 결합된다.
- [0020] 실험 결과들
- [0021] ZnSSe의 표면은 A형 및 B형의 두가지 형태의 평탄하지 않은 현미경 구조들 또는 범프들을 가지며, 이것은 융합(fusion)을 위한 평탄한 표면을 얻기 위해 제거되어야 한다. 산소를 함유한 분위기에 노출된 후 성장된 물질의 표면 모폴로지가 도1에서 보여지며, 이것은 원자력 현미경(AFM)을 사용하여 얻어진 것이다. A형 범프(100)의 기원은 SeO₂로 생각되며, 이것은 상기 표면이 상기 분위기에 노출된 직후 생성된다.[7]. A형 범프(100)의 전형적인 크기는 직경이 40 내지 120 nm이며, 높이가 6 내지 20 nm이다. 이러한 범프들(100) 도2에서 보여지는 바와 같이, 질소 분위기에서 1 시간 동안 180°C에서 어닐링함으로써 제거된다. 계속하여, 도2에서 B형 범프(200)들이 보여지며, 그 크기는 폭이 0.5 내지 1.9 마이크로미터(μm)이며, 높이가 5 내지 20 nm이며, 콜로이드 실리카 현탁물 및 연마포를 사용하여 웨이퍼를 연마함으로써 제거된다. 연마 직후 새로이 생성된 A형 범프(100)들이 나타난다. 새로이 생성된 범프들을 제거하기 위해 제1 어닐링 단계와 동일한 조건하에서 제2 어닐링 단계가 수행된다. 제2 어닐링 단계 후에, 도3에서 보여지는 바와 같이 웨이퍼 결합에 적합한 표면이 얻어진다. MOCVD에 의해 성장된 AlGaInN의 표면은 도4에서 보여지듯이, 상대적으로 매끈하며, 표면 연마가 요구되지 않는다. 다음 단계에서, 써머커플(506) 뿐만 아니라 입구(502)와 배기구(504)를 갖는 퍼니스(500)를 나타내는 도5에서 보여지는 바와 같이, ZnSSe 웨이퍼(508) 및 AlGaInN 웨이퍼(510)가 흑연 보트(512)와 스크류(514) 구성을 사용하여 2 MPa의 단축 압력하에서 함께 접합된 후 웨이퍼 결합 퍼니스(500)로 로딩된다. 퍼니스(500)는 질소 공급(516)과 함께 1시간 동안 270°C의 온도로 가열된다. p형 DBR에 대하여, 상기 온도는 ZnSSe에서 p형 도펀트(N)의 분리를 방지하기 위해 270°C 보다 낮아야 한다. 웨이퍼 결합된 샘플의 사진이 도6 및 도7에서 보여진다. 도6에서 사파이어 기관(600, 상부 웨이퍼) 상의 Al_{0.2}Gn_{0.8}N층 및 GaAs 기관(602, 하부 웨이퍼) 상의 ZnS_{0.06}Se_{0.94} 층이 결합된다. 도7에서 사파이어 기관(700, 상부 웨이퍼) 상의 Al_{0.2}Gn_{0.8}N층 및 GaAs 기관(하부 웨이퍼) 상의 ZnS_{0.06}Se_{0.96} 층(고 인덱스) 및 MgS/ZnCdSe-초격자(저 인덱스)를 포함하는 DBR층(702)이 웨이퍼 결합된다. 도8은 전극(802), 도전성 반도체(804), (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 및 MgS/(ZnSe, CdSe, 또는 ZnCdSe)를 사용하는 p형 DBR구조(806), p형 층(808), 활성 질화물(GaN계)층(810), n형 질화물층(812) 및 전극(814)를 포함하는 실현할 수 있는 최종 소자 구조(800)를 보여주며, 화살표(816)는 추출광을 나타낸다.
- [0022] 실현할 수 있는 수정들 및 변경들
- [0023] (AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn) 및 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 사이의 웨이퍼 본딩의 결정적인 관점은 표면 평탄도 및 세정도이다. 여러가지의 평탄화 및 표면 세정 기술들이 웨이퍼 본딩을 위한 이상적인 표면을 제공하기 위해 채용될 수 있다. 또한 결정 성장에 대한 충분한 제어가 평탄한 표면을 얻기 위해 요구된다. 산소 함유 분위기와 접촉을 방지하여 비산화 표면을 얻는 ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe를 위한 표면 준비 기술은 본 발명의 잠재적인 수정을 구성한다.
- [0024] H2와 같은 다른 가스들이 웨이퍼 결합 공정 동안에 분위기용으로 사용될 수도 있다. 또한 진공조건들이 웨이퍼 결합 공정 동안 사용될 수 있다.
- [0025] 또한, 연마 또는 에피택셜 성장 기술들을 사용하여 평탄한 AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn 표면을 얻는데 있어서의 개선들은 보다 균일한 융합을 얻게 해 줄 것이다.
- [0026] ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe 층의 성장 방법에 관하여, MOCVD와 같은 다른 기술들이 또한 사용될 수 있다.
- [0027] ZnSe, InP 또는 ZnTe 기관과 같은 다른 종류의 기관이 ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe층 성장을 위해 사용될 수 있다.

- [0028] ZnS, ZnSe, MgS, MgSe, CdS, CdSe, ZnMgS, ZnMgSe, ZnCdS, ZnCdSe, MgCdS, MgCdSe, ZnMgCdS, ZnMgCdSe, ZnSSe, MgSSe, CdSSe, ZnMgSSe, ZnCdSSe, MgCdSSe, 또는 ZnMgCdSSe와 같은 다양한 II-VI족 화합물 반도체층들이 웨이퍼 결합을 위해 사용될 수 있다.
- [0029] 상기 AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn층은 MBE에 의해 성장될 수 있다.
- [0030] SiC 또는 AlN 또는 GaN 기판과 같은 다른 기판들이 층 성장을 위해 사용될 수 있다.
- [0031] (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 및 MgS/(ZnSe, CdSe, 또는 ZnCdSe) 물질들을 사용하는 상기 DBR 정지 밴드 파장에 관하여, 460 nm 보다 작은 단파장이 결정성장 조건들 및 사용된 물질들을 최적화함으로써 얻어질 수 있다. 도8은 III-N 화합물계 LED로 집적된 II-VI 화합물 반도체계 DBR 구조의 예를 보여준다. 높은 반사도의 DBR구조를 사용함으로써, 활성영역으로부터 방사된 광이 효과적으로 방출될 수 있으며, 또한 열 발생이 감소될 수 있다. 물론, 다른 여러 가지 가운데 RC-LED 및 VCSEL에 대한 응용이 또한 실현될 수 있다.
- [0032] 장점들 및 개선들
- [0033] (AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn) 및 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe) 웨이퍼를 결합하는 본 발명은 신규하며, 종래의 현존하는 소자 설계를 넘는 장점들을 갖는다. 광학 소자 응용에 관하여, 본 발명에 의해 제작된 구조에 설정된 DBR은 증가된 광 방출에 기인한 보다 높아진 효율, 및 사파이어 기판 상에 성장된 소자들 위에서의 증진된 열 분산 및 감소되는 열 발생에 기인한 높아진 신뢰성이라는 점에서 금속 거울을 사용하는 현존의 구조에 비하여 기본적인 장점을 갖는다. 이러한 새로운 하이브리드 GaN/ZnSe 설계의 결과적인 외부 양자 효율은 현존하는 GaN계 소자의 것 보다 높아질 것이다.
- [0034] 공정 단계들
- [0035] 도9는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 웨이퍼 결합을 위한 공정 단계들을 나타내는 플로우차트이다.
- [0036] 블록 900은 분자빔 에피택시(MBE)를 사용하여 ZnSSe 웨이퍼를 형성하기 위한 (001) GaAs 상에서 ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe를 성장시키는 것을 나타낸다.
- [0037] 블록 902는 용제의 사용이 수반되며, 열적 어닐링 및 화학기계적 연마를 사용하여 상기 ZnSSe 웨이퍼를 평탄화 및 세정하는 것을 나타낸다. ZnSSe 웨이퍼의 표면은 접합 후 평탄한 표면을 얻기 위해 제거되어야 하는 A형 및 B형 범프들을 갖는다. A형 범프들은 질소 분위기에서 1시간 동안 180°C에서 ZnSSe 웨이퍼에 대하여 수행된 제1 어닐링 단계에 의해 ZnSSe 웨이퍼로부터 제거된다. B형 범프들은 제1 어닐링 단계들이 수행된 후 콜로이드 실리카 현탁물 및 연마포를 사용하여 ZnSSe 웨이퍼를 연마함으로써 ZnSSe 웨이퍼로부터 제거된다. 연마 후 새로 생성된 A형 범프들이 ZnSSe 웨이퍼 상에 나타나며, 새로이 생성된 A형 범프들은 질소 분위기에서 1 시간 동안 180 °C에서 ZnSSe 웨이퍼에 대하여 수행된 제2 어닐링 단계를 사용하여 ZnSSe 웨이퍼로부터 제거된다.
- [0038] 블록 904는 금속 유기 화학기상 증착(MOCVD)을 사용하여 AlGaInN 웨이퍼를 형성하기 위해 c-평면(001) 사파이어 상에 AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn을 성장시키는 것을 나타낸다.
- [0039] 블록 906은 AlGaInN 웨이퍼를 세정하고 산화하는 것을 나타낸다. 상기 AlGaInN 웨이퍼는 몇 개의 용제를 사용하여 세정되며, 상기 AlGaInN 웨이퍼는 산소 플라즈마에서 산화되어 산화물을 형성하고, 이어서 상기 웨이퍼 상에 형성된 산화물은 HCl에서 제거된다.
- [0040] 블록 908은 ZnSSe 및 AlGaInN 웨이퍼들을 함께 접합시키고 접합된 웨이퍼들을 융합하는 것을 나타낸다. ZnSSe 및 AlGaInN 웨이퍼들은 흑연 보트 및 스크류 구성을 사용하여 2 MPa의 단축 압력하에서 함께 접합된다. 접합된 웨이퍼들은 설정 시간 동안 설정 온도에서 단축의 압력 하에서 질소 분위기에서 융합 또는 결합된다. 특히, 접합된 웨이퍼들은 웨이퍼 결합 퍼니스내로 로딩되고, 상기 퍼니스는 N₂ 공급하에 1 시간 동안 270°C의 온도로 가열된다.
- [0041] 이러한 공정 단계들의 마지막은 ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe에서 설정된 고품질의 DBR 구조를 포함하는 결합된 웨이퍼들을 포함하는 소자이다.
- [0042] 참조문헌
- [0043] 다음 문헌들은 여기에 참조로서 통합된 것들이다:
- [0044] 1. Appl. Phys. Lett. 56, 737-39(1990).

- [0045] 2. Appl. Phys. Lett. 64, 2839-41(1994).
- [0046] 3. Appl. Phys. Lett. 68, 2147(1996).
- [0047] 4. Appl. Phys. Lett. 81, 3152-54(2002).
- [0048] 5. Appl. Phys. Lett. 73, 3653-3655(1988).
- [0049] 6. Appl. Phys. Lett. 83, 668-670(2003).
- [0050] 7. Appl. Phys. Lett. 72, 1238-40(1998).

산업상 이용 가능성

[0059] 본 발명은 광전자 응용을 위한 웨이퍼 결합에 관한 것으로서, 광전자 응용을 위한 (AlN, InN, GaN, AlInN, AlGaIn, InGaIn, 또는 AlInGaIn)과 (ZnS, ZnSe, 또는 ZnSSe)의 웨이퍼 결합에 널리 사용될 수 있다.

[0060] 결론

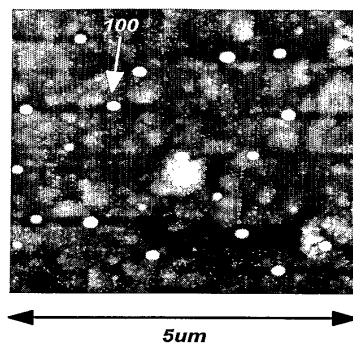
[0061] 이것은 본 발명의 바람직한 실시예의 설명으로 결론짓는다. 본 발의 하나 또는 그 이상의 실시예들에 대한 이전의 설명은 예시 또는 설명의 목적으로 제공되었다. 개시된 정확한 형태로 본 발명을 소모하거나 한정시키려는 의도는 아니다. 상술한 교시의 견지에서 많은 수정 및 변경이 가능하다. 본 발명의 사상은 이러한 상세한 설명에 의한 것이 아니라 차라리 여기에 첨부된 청구항들로 한정된다는 의도이다.

도면의 간단한 설명

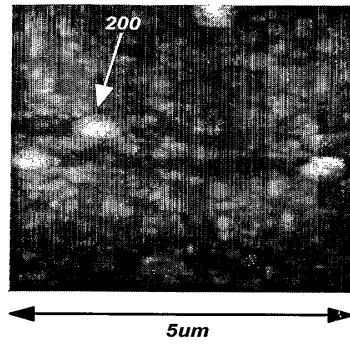
- [0051] 도1은 표면에 존재하는 A형 범프들을 보여주는 ZnSSe 웨이퍼의 표면 모폴로지의 원자력 현미경(AFM) 이미지이다.
- [0052] 도2는 표면에 존재하는 B형 범프들을 보여주는 ZnSSe 웨이퍼의 표면 모폴로지의 AFM 이미지이다.
- [0053] 도3은 2차 어닐링 단계가 웨이퍼 결합에 적합한 표면을 얻은 후 ZnSSe 웨이퍼의 표면 모폴로지의 AFM 이미지이다.
- [0054] 도4는 AlGaInN 웨이퍼의 표면 모폴로지의 AFM 이미지이다.
- [0055] 도5는 웨이퍼 결합 퍼니스, 흑연 보트 및 스크류 구성을 보여주는 블록도이다.
- [0056] 도6 및 도7은 웨이퍼 결합된 샘플들의 사진들이다.
- [0057] 도8은 GaN계 활성층 및 DBR 구조를 포함하는 가능성 있는 소자 구조를 보여주는 블록도이다.
- [0058] 도9는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 웨이퍼 결합을 위한 공정 단계들을 더 보여주는 플로우차트이다.

도면

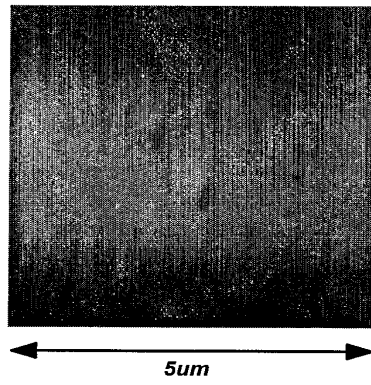
도면1



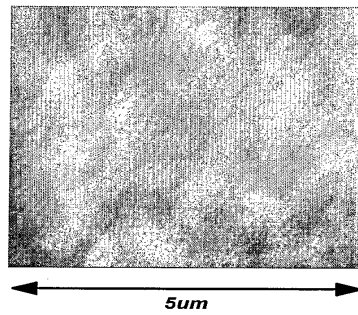
도면2



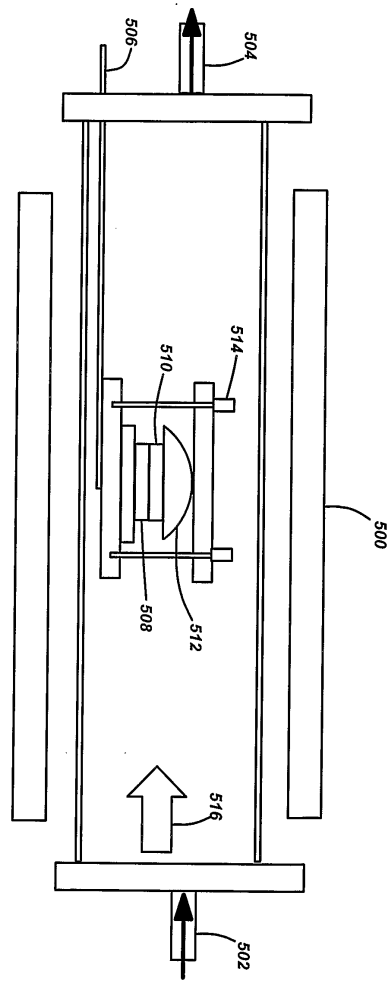
도면3



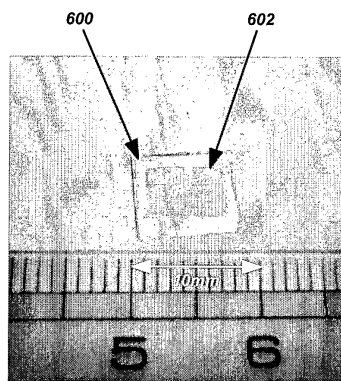
도면4



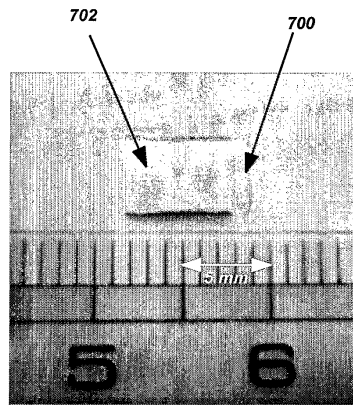
도면5



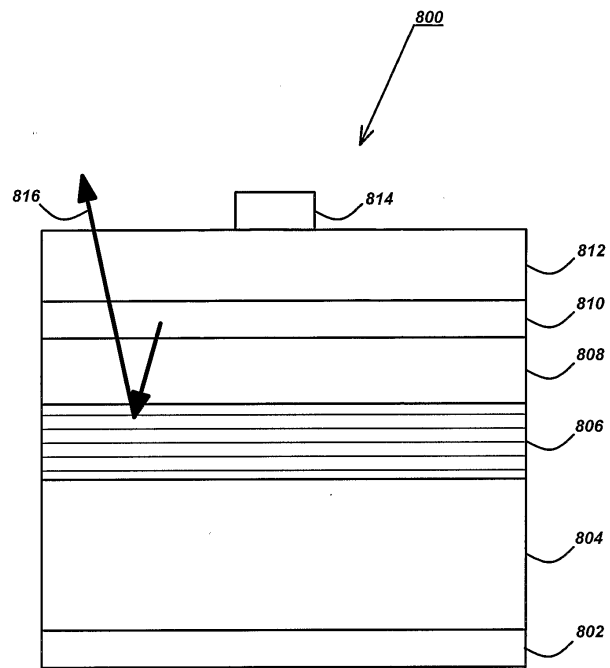
도면6



도면7



도면8



도면9

