



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년03월07일
(11) 등록번호 10-1835877
(24) 등록일자 2018년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01S 5/00 (2006.01) G11B 5/00 (2006.01)
G11B 5/105 (2006.01) H01S 5/022 (2006.01)
H01S 5/042 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01S 5/0021 (2013.01)
G11B 5/105 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-7029129
(22) 출원일자(국제) 2014년03월12일
심사청구일자 2015년10월13일
(85) 번역문제출일자 2015년10월13일
(65) 공개번호 10-2015-0132386
(43) 공개일자 2015년11월25일
(86) 국제출원번호 PCT/US2014/024206
(87) 국제공개번호 WO 2014/165039
국제공개일자 2014년10월09일
(30) 우선권주장
13/802,239 2013년03월13일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP11274634 A*
US20110266469 A1*
JP3230785 B2*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
시게이트 테크놀로지 엘엘씨
미국 캘리포니아 95014 쿠퍼티노 사우스 디 엔자
블러바드 10200
(72) 발명자
울슨, 스코트, 이.
미국 55123 미네소타 이건 사우그래스 트레일 웨
스트 3551
(74) 대리인
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 20 항

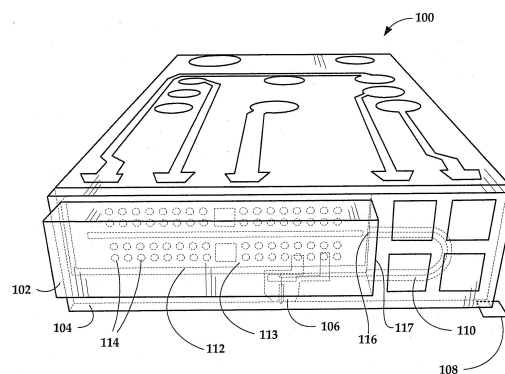
심사관 : 조성찬

(54) 발명의 명칭 트랜치 영역에 배치된 캐소드 금속층을 이용한 반도체 레이저

(57) 요약

레이저 다이오드는 기판, 및 기판 상에 배치된 접합층을 포함한다. 접합층은 레이저 다이오드의 양자 웰을 형성한다. 레이저 다이오드는, 접합층을 통해 기판으로 연장하는 적어도 하나의 채널을 갖는 접합 표면을 포함한다. 적어도 하나의 채널은 애노드 영역 및 캐소드 영역을 정의한다. 캐소드 전기 접합은 캐소드 영역에서 접합 표면 상에 배치되고, 애노드 전기 접합은 애노드 영역에서 접합 표면 상에 배치되고 접합층에 커플링된다. 캐소드 금속층은 적어도 채널의 트랜치 영역에 배치된다. 캐소드 금속층은 기판을 캐소드 전기 접합에 커플링시킨다.

대표도 - 도1a



(52) CPC특허분류

H01S 5/02272 (2013.01)

H01S 5/02276 (2013.01)

H01S 5/0425 (2013.01)

G11B 2005/0021 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

레이저 다이오드로서,

기관;

상기 기관 상에 배치된 접합층 - 상기 접합층은 상기 레이저 다이오드의 양자 웰(well)을 형성함 -;

상기 접합층을 통해 상기 기관으로 연장하는 적어도 하나의 채널을 포함하는 접합 표면 - 상기 적어도 하나의 채널은 애노드 영역 및 캐소드 영역을 정의함 -;

상기 캐소드 영역에서 상기 접합 표면 상에 배치된 캐소드 전기 접합;

상기 애노드 영역에서 상기 접합 표면 상에 배치되고 상기 접합층에 커플링되는 애노드 전기 접합;

상기 적어도 하나의 채널의 적어도 트렌치 영역에 배치된 캐소드 금속층 - 상기 트렌치 영역은 상기 레이저 다이오드의 레이저 출력 방향을 따라 신장되고, 상기 캐소드 금속층은 상기 캐소드 전기 접합에 상기 기관을 커플링시킴 -; 및

상기 접합 표면상에 배치되고 상기 캐소드 금속 층에 커플링되는 테스트 패드를 포함하는, 레이저 다이오드.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 트렌치 영역은, 상기 레이저 다이오드의 방출 예지로부터 반대 예지로 실질적으로 연장하는, 레이저 다이오드.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 트렌치 영역들은, 상기 기관의 각각의 제 1 및 제 2 절반 부분들 위에 배치된 제 1 및 제 2 트렌치 영역들을 포함하며,

상기 트렌치 영역들은, 상기 각각의 제 1 및 제 2 절반 부분들의 표면 영역들의 절반보다 더 크게 커버하는, 레이저 다이오드.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 채널은 상기 레이저 다이오드의 레이저 출력 방향을 따라 신장되는, 레이저 다이오드.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 채널은 2개의 채널들을 포함하며,

상기 애노드 영역은 상기 2개의 채널들 사이에 배치되는, 레이저 다이오드.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 캐소드 영역은 상기 애노드 영역의 어느 하나의 측면 상에 2개의 캐소드 영역들을 포함하는, 레이저 다이오드.

오드.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 캐소드 전기 접합은, 상기 2개의 캐소드 영역들 상에 제 1 및 제 2 복수의 댄납 범프(bump)들을 포함하는, 레이저 다이오드.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 캐소드 전기 접합은, 복수의 댄납 범프들을 포함하는, 레이저 다이오드.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 접합 표면 반대쪽의 상기 기판의 표면 상에 배치된 저부 캐소드층을 더 포함하며,

상기 저부 캐소드층은 상기 기판에 대한 대안적인 전기 커플링을 제공하는, 레이저 다이오드.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 접합층과 상기 캐소드 금속층 사이에 배치된 절연층을 더 포함하며,

상기 절연층은 상기 접합층으로부터 상기 캐소드 금속층을 절연시키는, 레이저 다이오드.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 캐소드 전기 접합 및 상기 애노드 전기 접합은, 자기 하드 드라이브 슬라이더의 탑재 표면에 전기적으로 커플링되도록 구성되는, 레이저 다이오드.

청구항 12

레이저 다이오드로서,

상기 레이저 다이오드의 레이저 출력 방향을 따라 연장하는 2개의 신장된 채널들; 상기 2개의 신장된 채널들 사이의 애노드 영역에 배치된 애노드 전기 접합; 및 상기 애노드 영역 외부의 하나 또는 그 초과인 캐소드 영역들에 배치된 2개 또는 그 초과인 캐소드 전기 접합들을 포함하는 접합 표면;

상기 접합 표면 아래에 배치된 접합층 - 상기 접합층은 상기 애노드 영역에서 양자 웰을 형성함 -;

상기 접합층 아래의 기판 - 상기 신장된 채널들은, 상기 레이저 다이오드의 레이저 출력 방향을 따라 신장되는 트렌치 영역에서 상기 기판으로 상기 접합층을 통해 연장함 -; 및

상기 트렌치 영역으로 연장하는 캐소드 금속층을 포함하며,

상기 캐소드 금속층은 상기 2개 또는 그 초과인 캐소드 전기 접합들에 상기 기판을 커플링시키며,

상기 접합 표면은 상기 접합 표면 상에 배치되고 상기 캐소드 금속 층에 커플링되는 테스트 패드를 더 포함하는, 레이저 다이오드.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 트렌치 영역은, 상기 레이저 다이오드의 방출 예지로부터 반대 예지로 실질적으로 연장하는, 레이저 다이오드.

청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 트렌치 영역들은, 상기 기관의 각각의 제 1 및 제 2 절반 부분들 위에 배치된 제 1 및 제 2 트렌치 영역들을 포함하며,

상기 트렌치 영역들은, 상기 각각의 제 1 및 제 2 절반 부분들의 표면 영역들의 절반보다 더 크게 커버하는, 레이저 다이오드.

청구항 15

제 12 항에 있어서,

상기 캐소드 전기 접합들은, 복수의 땀납 범프들을 포함하는, 레이저 다이오드.

청구항 16

제 12 항에 있어서,

상기 접합층과 상기 캐소드 금속층 사이에 배치된 절연층을 더 포함하며,

상기 절연층은 상기 접합층으로부터 상기 캐소드 금속층을 절연시키는, 레이저 다이오드.

청구항 17

제 12 항에 있어서,

상기 캐소드 전기 접합들 및 상기 애노드 전기 접합은, 자기 하드 드라이브 슬라이더의 탑재 표면에 전기적으로 커플링되도록 구성되는, 레이저 다이오드.

청구항 18

방법으로서,

레이저 기관을 형성하는 단계;

상기 레이저 기관 상에 접합층을 증착시키는 단계 - 상기 접합층은 레이저 다이오드의 양자 웰을 형성함 -;

레이저 출력 방향을 따라 상기 접합층을 통해 하나 또는 그 초과 채널들을 형성하는 단계 - 상기 하나 또는 그 초과 채널들의 저부는 상기 레이저 기관으로 연장함 -;

상기 접합층 상에 절연층을 증착시키는 단계;

상기 하나 또는 그 초과 채널들의 저부의 하나 또는 그 초과 트렌치 영역들에서 상기 절연층의 일부를 제거하는 단계 - 상기 하나 또는 그 초과 트렌치 영역들은 상기 레이저 출력 방향을 따라 신장됨 -;

상기 절연층 위에 캐소드 금속층을 형성하는 단계 - 상기 캐소드 금속층은 상기 하나 또는 그 초과 트렌치 영역들에서 상기 레이저 기관에 커플링됨 -;

상기 캐소드 금속층에 커플링된 하나 또는 그 초과 캐소드 전기 접합들을 형성하는 단계 - 상기 하나 또는 그 초과 캐소드 전기 접합들은 상기 레이저 다이오드의 접합 표면에서 노출됨 -; 및

상기 접합 표면 상에 배치되고 상기 캐소드 금속 층에 커플링되는 테스트 패드를 형성하는 단계

를 포함하는, 방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 캐소드 금속층 위에 격리층을 형성하는 단계를 더 포함하며,

상기 격리층은, 상기 캐소드 금속층의 일부들이 노출되는 영역들을 포함하고,

상기 캐소드 전기 접합들은 상기 영역들 위에 형성되는, 방법.

청구항 20

제 18 항에 있어서,

상기 접합층을 노출시키기 위해 애노드 영역에서 상기 절연층의 제 2 부분을 제거하는 단계;

상기 애노드 영역에서 상기 접합층 상에 애노드 금속층을 형성하는 단계; 및

상기 애노드 금속층에 커플링된 하나 또는 그 초과인 애노드 전기 접합들을 형성하는 단계를 더 포함하는, 방법.

발명의 설명

발명의 내용

- [0001] [0001] 본 명세서에 설명된 다양한 실시예들은 일반적으로, 열 보조 자기 레코딩과 같은 애플리케이션들에서 사용되는 반도체 레이저들에 관한 것이다. 일 실시예에서, 레이저 다이오드는 기판, 및 기판 상에 배치된 접합층을 포함한다. 접합층은 레이저 다이오드의 양자 웰(well)을 형성한다. 레이저 다이오드는, 접합층을 통해 기판으로 연장하는 적어도 하나의 채널을 갖는 접합 표면을 포함한다. 적어도 하나의 채널은 애노드 영역 및 캐소드 영역을 정의한다. 캐소드 전기 접합은 캐소드 영역에서 접합 표면 상에 배치되고, 애노드 전기 접합은 애노드 영역에서 접합 표면 상에 배치되고 접합층에 커플링된다. 캐소드 금속층은 적어도 채널의 트렌치 영역에 배치된다. 캐소드 금속층은 기판을 캐소드 전기 접합에 커플링시킨다.
- [0002] [0002] 다른 실시예에서, 레이저 다이오드는, 레이저 다이오드의 레이저 출력 방향을 따라 연장하는 2개의 신장된 채널들을 갖는 접합 표면을 포함한다. 접합 표면은, 2개의 신장된 채널들 사이의 애노드 영역에 배치된 애노드 전기 접합, 및 애노드 영역 외부의 하나 또는 그 초과인 캐소드 영역들에 배치된 2개 또는 그 초과인 캐소드 전기 접합들을 포함한다. 레이저 다이오드는 접합 표면 아래에 배치된 접합층을 포함한다. 접합층은 애노드 영역에서 양자 웰을 형성한다. 레이저 다이오드는 접합층 아래에 기판을 포함한다. 신장된 채널들은, 트렌치 영역에서 기판으로 접합층을 통해 연장한다. 캐소드 금속층은 트렌치 영역으로 연장한다. 캐소드 금속층은 기판을 2개 또는 그 초과인 캐소드 전기 접합에 커플링시킨다.
- [0003] [0003] 다양한 실시예들의 이들 및 다른 특성들 및 양상들은 다음의 상세한 설명 및 첨부한 도면들의 관점에서 이해될 수도 있다.
- [0004] [0004] 아래의 설명은 다음의 도면들을 참조하며, 여기서, 동일한 참조 번호는 다수의 도면들에서 유사한/동일한 컴포넌트를 식별하는데 사용될 수도 있다.

도면의 간단한 설명

- [0005] [0005] 도 1a-1c는 예시적인 실시예들에 따른 하드 드라이브 슬라이더 어셈블리들의 투시도들이다.
- [0006] [0006] 도 2a 및 2b는 예시적인 실시예에 따른 레이저 다이오드의 각각의 저면 및 투시도들이다.
- [0007] [0007] 도 3a 및 3b는 예시적인 실시예들에 따른 레이저 다이오드의 단면도들이다.
- [0008] [0008] 도 4는 예시적인 실시예에 따른 절차를 도시한 흐름도이다.
- [0009] [0009] 도 5-7은 다양한 예시적인 실시예들에 따른 캐소드 비아들의 구성들을 도시한 레이저 다이오드들의 단면도들이다.
- [0010] [0010] 도 8은 다른 예시적인 실시예에 따른 절차를 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0006] [0011] 본 발명은, 열 보조 자기 레코딩(HAMR)과 같은 애플리케이션들에서 사용되는 광학 컴포넌트들에 관한 것이다. HAMR 디바이스는, 그렇지 않으면 통상적인 자기 레코딩 매체들(예를 들어, 하드 드라이브 디스크)의 먼적 데이터 밀도를 제한할 수도 있는 초상자성 효과들을 극복하기 위해 열을 사용한다. 이러한 매체들 상에 레코딩하는 것은, 매체들의 작은 부분이 자기 기입 헤드에 의해 기입되고 있는 동안 그 매체들의 작은 부분을 가

열시키는 것을 수반한다. 열은, 레이저 다이오드와 같은 코히런트(coherent) 광 소스로부터 생성될 수도 있다. 광학 컴포넌트들은, 레이저 다이오드로부터 매체들로 에너지를 안내하기 위해 하드 드라이브 슬라이더로 집적될 수도 있다.

[0007] [0012] 작은 한정된 핫 스팟(hot spot)을 달성하기 위한 일 방식은, 하드 드라이브 슬라이더의 에어 베어링 표면 근방에 로케이팅된 플라즈모닉(plasmonic) 광학 안테나 또는 어퍼처와 같은 광 근접장 트랜스듀서(NFT)를 사용하는 것이다. 광은, 광 소스(예를 들어, 레이저 다이오드)로부터, 상이한 굴절률들을 갖는 코어 및 클래딩(cladding)으로부터 슬라이더로 구축되는 광 도파관으로 런칭(launch)된다. 도파관은, 코어 및 클래딩의 각각의 굴절률들 사이에 높은 콘트라스트(contrast)를 포함할 수도 있다. 도파관에서 전파하는 광은, 에너지를 광 NFT로 집중시킬 수도 있는 PSIM(planar solid immersion mirror)과 같은 광 포커싱 엘리먼트로 안내될 수도 있다. 다른 구성들에서, 도파관은, 포커싱 엘리먼트, 예를 들어, 직접적인 전달을 사용하지 않으면서 광을 NFT로 전달할 수도 있다.

[0008] [0013] NFT는 슬라이더 내에 형성된 집적된 광학 디바이스일 수도 있다. 집적된 광학기의 분야는, 기능성 시스템들 또는 서브시스템들을 생성하기 위해 전자 컴포넌트들과 종종 결합하는 기관들 상의 광학 디바이스들의 구성에 관한 것이다. 예를 들어, 광은, 층 증착 기술들을 사용하여 기관 상에 구축된 집적된 광 도파관들을 통해 컴포넌트들 사이에서 전달될 수도 있다. 이들 도파관들은, 코어로서 제 1 재료를 사용하여 형성되고, 클래딩으로서 동작하는 제 2 재료에 의해 둘러싸일 수도 있다. 다른 광학 컴포넌트들은, 상술된 NFT 및 PSIM을 포함하는 유사한 방식으로 형성될 수도 있다.

[0009] [0014] HAMR 슬라이더에서, 광은, 레코딩 프로세스 동안 매체들을 가열시키기 위한 광학 에너지를 전달하려는 목적들을 위해 이들 집적된 광학 컴포넌트들로 런칭된다. 광을 슬라이더로 런칭시키기 위한 일 방식은, 자유 공간으로부터 슬라이더에 제조된 격자 커플러를 통하는 것이며, 자유 공간 광 전달로 지칭된다. 자유 공간 광 전달 어셈블리는, 드라이브 헤드 외부에 로케이팅된 레이저를 이용할 수도 있다. HAMR 레코딩을 위한 광 에너지를 제공하기 위한 다른 방식은 슬라이더를 이용하여 완전하게 레이저 광 소스(예를 들어, 레이저 다이오드)를 형성/어셈블리하는 것이다. 이러한 어레이지먼트(arrangement)는 본 명세서에서 레이저-인-슬라이더(laser-in-slider) 또는 레이저-온-슬라이더(laser-on-slider)로 지칭된다. 레이저-인-슬라이더 및 레이저-온-슬라이더 광 어셈블리들은 웨이퍼-레벨 또는 슬라이더-레벨 제조 페이지들 동안 구축될 수도 있다.

[0010] [0015] JAMR 디바이스는, 판독-기입 헤드들과 같은 자기-전기 컴포넌트들과 함께 다양한 광학 디바이스들을 슬라이더로 집적시킬 필요가 있을 수도 있다. 일 구성에서, 레이저-인-슬라이더 디바이스는, 슬라이더 제조 동안 별개의 레이저 다이오드 컴포넌트를 슬라이더로 어셈블리함으로써 형성될 수도 있다. 이것은, 슬라이더 제조 동안 부가적인 어셈블리 및 테스트 동작들을 수행하는 것을 요구할 수도 있다. 이들 어셈블리 및 테스트 동작들의 정밀도 및 신뢰도는, 큰 스케일 제조를 위한 수용가능한 수율들을 보장할 필요가 있을 수도 있다.

[0011] [0016] 일 실시예에 따른 레이저-인-슬라이더 디바이스(100)의 일 예가 도 1a의 투시도에 도시된다. 이러한 예에서, 예지-방출 레이저 다이오드(102)는, 슬라이더(100)의 트레일링(trailing) 예지 표면(104)으로 집적된다. 레이저 다이오드(102)는 HAMR 판독/기입 헤드(106)과 집적된다. 판독/기입 헤드(106)는, 슬라이더(100)의 에어 베어링 표면(108)에 로케이팅된 하나의 예지를 갖는다. 에어 베어링 표면(108)은, 디바이스 동작 동안 이동중인 매체 표면(미도시)에 근접하게 유지된다. 레이저 다이오드(102)는, 판독/기입 헤드(106)가 포지셔닝되는 장소 근방의 매체들의 포인트에서 매체 표면을 가열시키기 위해 전자기 에너지를 제공한다. 도파관(110)과 같은 광학 커플링 컴포넌트들은, 레이저(102)로부터 매체들로 광을 전달하기 위해 슬라이더 디바이스(100) 내에 완전하게 (예를 들어, 층 증착을 통해) 형성된다.

[0012] [0017] 이러한 예에서, 레이저 다이오드(102)는, 슬라이더(100)의 트레일링 표면(104)에 형성된 캐비티(112)에 리세스(recess)된다. 캐비티(112)의 저면은, 레이저 다이오드(102)의 하부 표면(예를 들어, 후술되는 표면(202))과 인터페이스하는 탑재 표면(113)을 포함한다. 탑재 표면(113)은, 레이저(102) 상에 형성된 대응하는 범프들/패드들과 인터페이스하는 뿔뿔 범프들(114)을 포함한다. 이들 뿔뿔 범프들(114)은, 레이저(102)를 슬라이더(100)에 접촉시키는 것을 용이하게 하고, 레이저(102)에 대한 전기 접속을 제공하며, 다른 기능들을 제공할 수도 있다. 예를 들어, 뿔뿔 범프들(114)은, 레이저(102)를 열 강하(heat sink)시키는 것, 레이저(102)의 방출 예지(117)에서 출력 패시트(facet)(116)의 도파관(110)과의 적절한 정렬을 보장하는 것 등에 기여할 수도 있다.

[0013] [0018] 다른 어레이지먼트들에서, 레이저 다이오드(102)와 유사한 레이저 다이오드는, 슬라이더의 상단 표면, 예를 들어, 에어 베어링 표면에 반대인 표면 상에 배치될 수도 있다. 레이저 다이오드(102)는, 슬라이더의 상단 상의 패드들에 직접 접촉되거나, 서브마운트(submount)로 지칭되는 중간 구조를 통해 부착될 수도 있다. 어

는 하나의 어레이지먼트에서, 레이저 다이오드(102)의 패드들이 슬라이더 또는 서브마운트의 맞물림 패드들에 접촉되는 경우, 레이저 다이오드(102)의 출력 패시트(facet)는 슬라이더의 도파관 커플러와 정렬된다.

[0014] [0019] 다른 구성에서, 레이저 광 소스는 슬라이더의 외부 표면 상에 형성 또는 어셈블리된다. 이러한 어레이지먼트는 본 명세서에서 레이저-온-슬라이더(LoS)로 지칭된다. 레이저-온-슬라이더 어셈블리들은 또한, 웨이퍼-레벨 또는 슬라이더-레벨 제조 페이지들 동안 구축될 수도 있다. 이제 도 1b를 참조하면, 투시도는, 예시적인 실시예에 따른 레이저-온-슬라이더 디바이스(120)의 일 예를 도시한다. 슬라이더(120)는, 슬라이더 바디(body)(121)의 상단 및 슬라이더 바디(121)의 테일링 에지(124) 근방에 레이저 다이오드(122)를 포함한다. 레이저 다이오드(122)는, HAMR 판독/기입 헤드(126) 근방의 포인트에서 매체 표면을 가열시키기 위해 전자기 에너지를 제공하며, 판독/기입 헤드(126)는 매체-대면 표면(128)에 로케이팅된다. 매체-대면 표면(128)은, 디바이스 동작 동안 이동중인 매체 표면(미도시)에 근접하게 유지된다.

[0015] [0020] 도파관(130)과 같은 광학 커플링 컴포넌트들은, 레이저(122)로부터 매체들로 광을 전달하기 위해 슬라이더 바디(121) 내에 완전하게 형성된다. 예를 들어, 도파관(130) 및 근접장 트랜스듀서(NFT)(132)는, 기입 동작들 동안 매체들의 로컬 가열을 제공하기 위해 판독/기입 헤드(126)에 근접하게 로케이팅될 수도 있다. 이러한 예에서, 레이저 디바이스(122)는 에지 방출 디바이스일 수도 있으며, 광은 미리 또는 유사한 디바이스에 의해 도파관(130)으로 반사된다.

[0016] [0021] 도 1c에서, 투시도는, 예시적인 실시예에 따른 레이저-온-슬라이더 디바이스(140)의 다른 예를 도시한다. 슬라이더 어셈블리(140)는, 매체-대면 표면(148) 및 상단 표면(149)을 갖는 슬라이더 보디(141)를 포함한다. 매체-대면 표면(148)은, 디바이스 동작 동안 이동중인 매체 표면(미도시)에 근접하게 유지된다. 판독/기입 헤드 영역(146)은, 슬라이더 보디(141)의 테일링 에지(144) 근처의 매체-대면 표면(148)에 로케이팅된다. 판독/기입 헤드 영역(146)은, 각각의 하나 또는 그 초과 판독 트랜스듀서들 및 기입 트랜스듀서들 뿐만 아니라, 에너지의 작은 빔을 매체 표면 상으로 안내하는 광학 컴포넌트(예를 들어, 근접장 트랜스듀서)를 포함한다. 에너지는 서브마운트(154)에 커플링된 레이저(예를 들어, 레이저 다이오드)(142)에 의해 제공되며, 둘 모두는 슬라이더 바디(141)의 상단 표면(149)에 커플링된다.

[0017] [0022] 레이저 다이오드(142)는 슬라이더 보디(141)의 광학 계면(예를 들어, 도파관 입력 커플러, 미도시)으로 광을 안내하며, 여기서, 그 계면은 광을 판독/기입 헤드 영역(146)으로 안내하는 도파관(150)에 커플링된다. 이러한 예에서, 레이저 다이오드(142)는 에지 연소(firing) 레이저 다이오드이며, 패시트, 격자, 렌즈들 또는 당업계에 알려진 다른 커플링 구조를 통해 도파관(150)에 커플링될 수도 있다. 일반적으로, 슬라이더 보디(141)는, 도파관(150) 및 판독/기입 헤드 영역(146)과 함께 형성되는 집적된 광학 디바이스이다.

[0018] [0023] 레이저 다이오드(142) 및 서브마운트(154)는 또한, 집적된 광학 또는 집적된 회로 제조 프로세스들을 사용하여 형성될 수도 있다. 그러나, 이러한 예에서, 레이저 다이오드(142) 및 서브마운트(154)는, 예를 들어, 동일한 층 증착 프로세스들을 사용하여 슬라이더 바디(141)와 함께 형성되지 않는다. 레이저(142) 및 서브마운트(154)는, 별개로 형성되며, 슬라이더 어셈블리(140)를 형성하기 위해 슬라이더 바디(141)와 함께 추후에 부착된다. 서브마운트(154)는, 레이저 다이오드(142)와 슬라이더 바디(141) 사이에 기계적 및 전기적 접속들을 제공한다. 슬라이더 바디(141), 레이저 다이오드(142) 및 서브마운트(154)는, HAMR 슬라이더(140)와 트레이스-짐벌(trace-gimbal) 어셈블리(미도시) 사이에 전기 접속을 제공하는 전기 접속 패드들(156-158)을 갖는다.

[0019] [0024] 에지-방출 레이저 다이오드(102)의 정렬 피쳐들의 더 상세한 뷰가 도 2a, 2b에 도시된다. 특히, 도 2a 및 2b는, 도 1에 도시된 바와 같은 레이저 다이오드(102)의 전기 및 광학 계면 피쳐들을 도시하는 각각의 저부도 및 투시도이다. 상술된 바와 같이, 레이저(102)는, HAMR 매체로의 전달을 위해 광을 도파관(예를 들어, 도 1의 도파관(110))으로 런칭하는 방출 단자(117) 상에 출력 패시트(116)를 포함한다. 레이저(102)의 접합 표면(202)은, 슬라이더 디바이스(100) 상에서 땀납 범프들(예를 들어, 도 1의 범프들(114))과 인터페이싱하도록 구성된 복수의 땀납 패드들(204)을 포함한다. 전도성 표면(예를 들어, 스트라이프)(206)은 신장된 채널들(208)에 의해 어느 하나의 측면 상에서 둘러싸인다. 전도성 표면(206)은, 접착/리플로우(reflow) 페이지 동안 레이저(102)의 애노드(또는 캐소드) 측면을 슬라이더 어셈블리에 전기적으로 커플링시키는 것을 용이하게 할 수도 있다. 전도성 표면(206)은 또한, 슬라이더 어셈블리에 접촉되는 경우, 열 싱크(heat sink)로서 동작할 수도 있다.

[0020] [0025] 도 2a 및 2b에서 또한 관측되는 것은 테스트 패드들(210, 212)이다. 이들 테스트 패드들(210, 212)은 또한, 땀납 패드들(204) 및 스트라이프(206)와 나란히 하부 표면(202) 상에 로케이팅되며, 레이저 다이오드(102) 내에서 애노드 및 캐소드 층들에 각각 커플링될 수도 있다. 일반적으로, 테스트 패드들(210, 212)은, 땀

납 패드들(204) 및/또는 스트라이프(206)에 손상을 줄 위험 없이 레이저(102)의 자동화된 테스트를 용이하게 한다.

[0021] [0026] 레이저 다이오드(102)와 같은 반도체 레이저를 테스트하는 것은, 테스트 회로부터 레이저의 애노드 및 캐소드 단자들로의 전기 접속을 요구할 수도 있다. 통상적인 반도체 레이저 설계들에서, 접합층은, 하나의 단자(예를 들어, 애노드 단자)를 제공하기 위해 금속화되고, 레이저의 기판층은 다른 단자(예를 들어, 캐소드 단자)를 제공하기 위해 금속화된다. 이들 접합층은, 설치 시에 슬라이더와의 전기 커플링을 형성하기 위한 그러한 방식으로 구성된다. 도시된 예에서, 캐소드 및 애노드 접합층은 뿔 패드들(204) 및 중앙 스트라이프(206)로서 각각 구성된다.

[0022] [0027] 그러한 구성을 테스트하기 위해, 테스트 프로브들은, 레이저(102)를 테스트 회로에 전기적으로 커플링시키기 위해, 접합층(204, 206)과 접촉될 수도 있다. 그러나, 몇몇 반도체 레이저 설계들에 대해, 테스트를 위한 커플링 피쳐들(204, 206)의 사용은 바람직하지 않을 수도 있다. 예를 들어, 도 2a-b 및 3에 도시된 접합층(204, 206)의 설계는, 예를 들어, 레이저(102)를 슬라이더에 접촉시키는 리플로우된 뿔에 의해 가해진 표면 장력들에 응답하여, 리플로우 동작 동안 슬라이더와 레이저(102)를 물리적으로 정렬시키도록 (슬라이더의 연관된 인터페이싱 피쳐들과 함께) 설계될 수도 있다. 따라서, 뿔 패드들(204) 및 스트라이프(206)는, 레이저(102)의 전기 및 물리 커플링 둘 모두를 수행할 수도 있으며, 이러한 커플링 동안의 적절한 정렬은 추가적으로, 뿔 패드들(204) 및 스트라이프(206)가 레이저(102)의 테스트 및/또는 핸들링으로 인해 손상되지 않는다(예를 들어, 오목하게 됨, 스크래치됨)는 것에 의존할 수도 있다.

[0023] [0028] 도시된 반도체 레이저 설계 및 그의 등가물들에서, 슬라이더-커플링 접속들(예를 들어, 뿔 패드들(204) 및 스트라이프(206))에 대한 임의의 접촉은 레이저(102)에 손상을 줄 수도 있고 그리고/또는 레이저-투-슬라이더 어셈블리 동안 정렬 문제들을 야기할 수도 있다. 테스트를 위해 이들 접합층(204, 206)을 사용하는 것 대신에, 테스트 프로브들은 테스트 패드들(210, 212)을 접촉시킴으로써 레이저(102)를 전기적으로 테스트할 수 있다. 이것은, 레이저 스트라이프(206) 및 뿔 패드들을 이용한 테스트 프로브들에 의한 직접적인 물리 접촉을 요구하지 않으면서 전기 테스트를 용이하게 한다. 테스트 패드들(210, 212)은, 테스트 동안 프로브 위치들로서의 사용을 위해서만 의도되며, 예를 들어, 뿔을 통해 슬라이더 어셈블리(100)에 물리적으로 접촉될 필요는 없을 수도 있다.

[0024] [0029] 도시된 바와 같이, 테스트 패드들(210, 212)은, 커플링 접속들(204, 206)과 함께 반도체 레이저의 접합 표면(202) 상에 배치된다. 표면(202) 상의 커플링 접속들(204, 206)에 대한 이러한 코-로케이션(co-location)은 레이저(102)를 제조하기에 더 용이하게 할 수도 있다. 표면(202) 상의 테스트 패드들(210, 212)의 위치는 또한, 슬라이더로의 레이저의 어셈블리 이후 테스트 패드들(210, 212)이 액세스가능하지 않게 할 수도 있으며, 예를 들어, 하부 표면(202)은 레이저 배치 이후 대응하는 표면(113)에 대면한다. 그러나, 레이저(102)를 슬라이더(100)에 접촉시키는 뿔 리플로우가 성공적이라고 가정하면, 레이저(102)를 테스트하는 것을 용이하게 하는 슬라이더 어셈블리(100) 상에 다른 접촉 포인트들이 존재할 수도 있어서, 테스트 패드들(210, 212)로의 액세스가 더 이상 필요하지 않게 한다.

[0025] [0030] 이제 도 3a를 참조하면, 도 2a의 섹션(3A-3A)에 대응하는 반도체(102)의 단면도는, 예시적인 실시예에 따른 부가적인 세부사항들을 도시한다. 이러한 도면에서 관측되는 바와 같이, 접합층/층들(302)은 기판(304)의 상단 상에 오버레이(overlay)된다. 접합층들(302)은 레이저(102)의 양자 웰을 형성한다. 상단 및 저부 캐소드 금속층들(306, 308)은 기판(304)과 전기적으로 접촉한다. 상단 캐소드층(306)은, 뿔 패드들(204)을 형성하기 위해 사용될 수도 있으며, 전기적으로 도전성인 기판(304)을 통해 및/또는 선택적인 비아들(307)을 통해 저부 캐소드층(308)에 전기적으로 커플링될 수도 있다. 캐소드 금속층(306)은, 절연층(310)에 의해 접합층들(302)로부터 격리되게 유지된다. 격리층(314)은 캐소드층(306)을 커버하며, 뿔 패드들(예를 들어, 도 2a-2b에서 관측되는 뿔 패드들(204))이 형성되는 비아들(예를 들어, 비아들(315))을 포함할 수도 있다. 좌측 상에서, 비아(317)는 테스트 패드(212)를 캐소드층에 커플링시킨다.

[0026] [0031] 도 3a의 우측 상에서, 격리층(314)은, 전술된 테스트 패드들(210) 중 하나와 애노드 금속층(312)을 커플링시키는 접속 스트립(313)에 의해 커버되는 것으로 도시된다. 애노드 금속층(312)은 레이저(102)의 중앙을 따라 연장하며, 반도체 층들/양자 웰(302)과 전기적으로 접촉한다. 애노드층(312)은 도 2a-2b에서 관측되는 스트라이프(206)의 일부일 수도 있다. 예를 들어, 격리층(314)을 통한 층(306)의 노출에 의해 형성된 도 3a의 좌측 및/또는 예를 들어, 비아들을 통해 층(306)에 커플링된 격리층(314)의 상단 상에 부가적인 층 상에 대응하는 테스트 패드(미도시)가 존재할 수도 있다.

- [0027] [0032] 최상단 애노드(312) 및 캐소드(306)의 층들 둘 모두는, 도 2a 및 2b에서 관측되는 표면(202)에 일반적으로 대응할 수도 있는 도 3a의 상단 표면 근방에 일반적으로 배치된다. 이들 층들(306, 312)이 상단 표면에 이미 근접하기 때문에, 테스트 패드들(210, 212)은 동일한 표면(202) 상에 또는 그 근방에 형성될 수도 있다. 예를 들어, 층(314) 전반에 걸친 (예를 들어, 비아(315)와 유사한) 비아들 등은, 도면의 좌측 상에서 테스트 패드를 층(306)에 커플링시키기 위해 사용될 수도 있다. 테스트 패드들은, 그들이 뱀납 패드들 또는 스트라이프(206)와 같은 다른 접착/정렬 피쳐들과 비교하여 동일-평면에 있거나 리세스되도록 형성될 수도 있다. 이러한 상대적인 높이로 테스트 패드들을 배치하는 것은, 테스트 패드들이 레이저 정렬과 추후에 인터페이싱하지 않는다는 것을 보장할 수도 있다.
- [0028] [0033] 예를 들어, 도 2b를 다시 참조하면, 스트라이프(206)는, 뱀납 패드들(204)보다 표면(202)의 평면에 대해 더 높게 돌출될 수도 있다. 이들 높이 차이들은, 예를 들어, 높이 차이를 고려하기 위해, 슬라이더(100) 상에 대응하는 피쳐들을 형성함으로써 및/또는 슬라이더(100) 상에 적절히 사이징된 뱀납 범프들/피쳐들을 형성함으로써 어셈블리 동안 고려될 수도 있다. 그러한 경우, 테스트 패드들(210, 212)은 뱀납 패드들(204)과 실질적으로 동일-평면으로 배치될 수도 있다. 역(inverse) 구성(예를 들어, 뱀납 패드들(204)이 스트라이프(206)보다 표면 평면에 대해 더 높이 돌출됨)에서, 테스트 패드들(210, 212)은 스트라이프(206)와 실질적으로 동일 평면으로 배치될 수도 있다. 뱀납 패드들(204) 및 스트라이프(206) 둘 모두가 실질적으로 동일 평면인 경우, 테스트 패드들(210, 212)은 또한, 뱀납 패드들(204) 및 스트라이프(206)와 동일 평면이거나, 뱀납 패드들(204) 또는 스트라이프(206)보다 표면(202)의 평면에 대해 더 낮은 레벨에 있을 수도 있다.
- [0029] [0034] "표면"으로서의 (202)의 상기 설명은 반드시 표면(202)가 평면이라는 것을 요구하지는 않음을 인식할 것이다. 표면(202)이 몇몇(또는 심지어 대부분의) 피쳐들을 로케이팅시키기 위한 일반적인 평면을 가질 수도 있지만, 몇몇 피쳐들은 동일-평면이 아니고 여전히 표면(202)의 일부로서 고려될 수도 있다. 일반적으로, 표면(202)은 적어도, 슬라이더(100) 또는 다른 광학/전기 어셈블리에 커플링시키기 위한 레이저(102)의 3차원 기계적인 계면을 표현하도록 의도된다. 예를 들어, 에칭, 화학적-기계적 연마/평탄화 등과 같은 프로세스들은, 다른 것들에 대한 표면(202)의 몇몇 피쳐들의 높이들을 수정하는데 사용될 수도 있다. 따라서, 표면(202) 상에 배치되는 엘리먼트의 설명은, 그러한 엘리먼트가 표면(202) 상에 또한 배치되는 다른 엘리먼트들과 동일 평면이라는 것을 요구하도록 의도되지 않는다.
- [0030] [0035] 도 3b에서, 절단도는, 레이저 디바이스(102A)의 테스트 패드층들의 대안적인 어레이먼트를 도시한다. 이러한 예에서, 테스트 패드들(210, 212)은 표면(202)의 다른 피쳐들에 대해 리세스될 수도 있다. 도 3b의 단면이 취해지며, 여기서, 테스트 패드들(210, 212)이 로케이팅된다. 도 3b에 도시된 위치 이외의 위치들에서, 이러한 구성에서, 애노드 및 캐소드층(312, 306)은 (그 위치들에서 접속 스트립(313) 및 테스트 패드(210)이 없지만) 도 3a에 도시된 것과 실질적으로 유사할 수도 있다. 이러한 위치에서, 격리층(314)은, 캐소드층(306)의 일부를 노출시키기 위해 좌측 상에서 절단/단축될 수도 있으며, 그에 의해, 테스트 패드(212)를 형성한다. 우측 상에서(채널의 저부에서), 캐소드층(306) 및 격리층(314) 둘 모두가 절단/단축된다. 접속 스트립(313) 및 테스트 패드(210)는, 각각의 격리층(314) 및 절연층(310)의 상단 상에 오버레이된다. 이러한 방식으로, 테스트 패드들(210, 212)은, 캐소드층(306) 또는 격리층(314) 중 어느 하나보다 표면(202)에 대해 더 낮게 위치될 수도 있으며, 그것은 도 2에서 관측되는 바와 같이 스트라이프(206) 및 패드들(204)의 표면 레벨에 각각 대응할 수도 있다.
- [0031] [0036] 도 3b에서 관측될 수 있는 바와 같이, 캐소드층(306)은 트렌치 영역들(306A)에서 기판(304)에 직접적으로 커플링하며, 어떠한 (예를 들어, 도 3a의 비아들(307)과 유사한) 비아들도 사용되지 않는다. 상단 캐소드층(306) 및 애노드층(312)은, 애노드 및 캐소드 전기 접속들 둘 모두가 접합 표면(202)로부터 만들어지게 한다. 그러한 경우, 도 3a에 도시된 층(308)과 같은 저부 캐소드층은 필요하지 않을 수도 있다. 몇몇 경우들에서, 동일한 레이저 다이오드가 도 1a에 도시된 바와 같은 레이저-인-슬라이더 구성 및 도 1b 또는 1c에 도시된 바와 같은 레이저-온-슬라이더 구성 둘 모두에서의 사용을 위해 소망되면, 상단 및 저부 캐소드층들(306, 308) 중 하나 또는 둘 모두는, 장치의 캐소드 전기 접속들에 기판(304)을 커플링시키기 위하여 포함 및 사용될 수도 있다.
- [0032] [0037] 이제 도 4를 참조하면, 흐름도는 예시적인 실시예에 따라, 집적된 광학 슬라이더를 어셈블리하기 위한 절차(402)를 도시한다. 절차(402)는 레이저 다이오드의 접합 표면을 형성하는 단계(404)를 수반한다. 접합 표면은, a) 캐소드 및 애노드 전기 접합들; 및 b) 캐소드 및 애노드 전기 접합들 중 하나에 전기적으로 커플링된 적어도 하나의 테스트 패드를 포함한다. 레이저 다이오드는, 적어도 하나의 테스트 패드에 적용된 테스트 프로브를 통해 테스트된다(406). 테스트(406) 동안, 테스트 프로브는 캐소드 및 애노드 전기 접합들을 접촉하지 않

는다.

- [0033] [0038] 테스트(406)은 당업계에 알려진 임의의 전기 또는 광학 테스트를 수반할 수도 있다. 예를 들어, 레이저 다이오드를 테스트하는 것은, 구동 전류를 이용한 레이저 광 출력 전력, 출력 빔 발산, 레이징 스펙트럼, 주어진 구동 전류에 대한 레이저 다이오드 양단의 전압, 및 어셈블리 이전에 이른 수명 실패들을 스크린 아웃하기 위한 노화 특징들 중 하나 또는 그 초과를 테스트하는 것을 수반할 수도 있다. 테스트는, 어셈블리들 상의 배치(batch)들(예를 들어, 웨이퍼들, 바들)에서 수행될 수도 있고 그리고/또는 개별적인 레이저 다이오드들 상에서 수행될 수도 있다. 테스트가 성공적이지 않았다고 결정되면(407), 레이저는 (409)에 배치(예를 들어, 그것이 어셈블리 동안 추가적으로 사용되지 않도록 배치의 일부가 테스트되면 실패된 것으로 마크)될 수도 있다.
- [0034] [0039] 테스트가 성공적이면, 방법은, 레이저 다이오드를 집적된 광학 슬라이더에 접촉시키기 위해, 캐소드 및 애노드 전기 접합들과 집적된 광학 슬라이더의 대응하는 접합들 사이에 땀납을 리플로우하는 단계(408)를 추가적으로 수반한다. 이것은, 레이저 다이오드의 슬라이더로의 배치, 예를 들어, 그들 사이의 정렬을 용이하게 하는 슬라이더의 캐비티로의 레이저의 셋팅 이후 발생할 수 있다. 이러한 배치는, (슬라이더의 하부 표면 상에 로케이팅될 수도 있는) 테스트 패드가 접합 표면과 집적된 광학 슬라이더의 대응하는 표면 사이에 배치되게 할 수도 있다. 리플로우(408) 동안, 땀납은 집적된 광학 슬라이더에 테스트 패드를 접촉시키지 않는다. 따라서 테스트 패드가 예를 들어, 테스트로 인해 손상되면, 손상된 테스트 패드는 레이저 다이오드의 집적된 광학 슬라이더와의 정렬에 영향을 주지 않는다.
- [0035] [0040] 도 3b를 다시 참조하면, 레이저 다이오드(102A)는, 기관(304)을 접합 표면(202)에 커플링시키는 상단 캐소드층(306)의 트렌치 영역들(306A)을 포함한다. 트렌치 영역들(306A)은, 기관(304)으로부터 접합 표면(202)으로 다이오드 외부에서 러닝(running)하는 와이어 접착들(예를 들어, 골드 와이어)을 사용할 필요성을 제거한다. 와이어 접착들이 레이저 패키지 내에서 사용되면, 와이어 접착들은 제조 비용을 증가시킬 수 있고, 와이어들을 커플링시키기 위한 기관(202) 상에 또는 그 기관으로부터 밖으로 연장하는 부가적인 패드들을 요구할 수도 있다. 레이저 다이오드(102A)에 대해 소망되는 작은 사이즈로 인해, 맞물림 표면 상에 또는 레이저로부터 밖으로 연장하는 부가적인 패드들을 포함하기에 불충분한 공간이 존재할 수도 있다. 부가적으로, 와이어 접착들은 또한, 접착에서 사용되는 와이어의 높은 인덕턴스로 인해 레이저 성능에 영향을 줄 수도 있다.
- [0036] [0041] 전술된 상단 캐소드층(306)은, 레이저 다이오드(102)를 슬라이더 또는 다른 컴포넌트에 전기적으로 커플링시키기 위한 와이어 접착들에 대한 필요성을 제거할 수 있다. 상단 캐소드층(306)은, 더 낮은 인덕턴스 트레이스들이 접합 표면(202)에서 제조되게 하고, 더 낮은 접합 표면(202)을 허용한다. 상단 캐소드층(306)은 또한, 레이저(102)의 동일한 표면(202) 상에 존재하는 애노드 및 캐소드 접속들(306)로 인해 비교적 값싼 플립-칩 접착을 통해 슬라이더(또는 다른 컴포넌트)에 레이저(102)를 부착시키는 것을 용이하게 한다. 저부 캐소드층(예를 들어, 도 3a의 저부 캐소드층(308))은 선택적으로, 예를 들어, 레이저-온-슬라이더 구성, 열-강화 등에 대해 대안적인 접속 포인트를 제공하도록 포함될 수도 있다.
- [0037] [0042] 이제 도 5 및 6을 참조하면, 단면도들은, 다양한 실시예들에 따른 캐소드 트렌치 영역들의 구성들을 도시한다. 도 5 및 6의 도면들은 일반적으로, 도 3b의 섹션 라인(5-5)에 의해 표시된 바와 같이 캐소드층의 트렌치 영역 근방의 단면도들에 대응한다. 도 5 및 6에서, 화살표들(502, 602)은 레이저 출력 방향들, 예를 들어, 광이 레이저들로부터 방출되는 방향들을 정의한다. 도 5에서, 레이저 다이오드(500)는, 광 방출 에지(506)로부터 반대쪽의 에지(508)로 실질적으로 연장하는 신장된 트렌치 영역들(504)을 포함한다. 이러한 예의 목적들을 위해, "실질적으로"는, 광 방출 에지(506)와 반대쪽의 에지(508) 사이의 거리의 절반 내지 모두로부터의 임의의 장소에서 연장하는 연속하는 비아 부분을 포함할 수도 있다. 트렌치 영역들(504)은, 도 2에 도시된 레이저(102)의 레이저 스트라이프 영역(206)과 유사한 레이저 스트라이프 영역(510)을 둘러싸는 채널들(도 2의 채널들(208))의 저부에 배치된다.
- [0038] [0043] 대안적인 비아 어레이먼트가 도 6의 레이저 다이오드(600)에 대해 도시된다. 이러한 레이저 다이오드(600)는, 광 방출 에지(606)와 반대쪽의 에지(608) 사이에서 길이방향(lengthwise)으로 어레이된 복수의 더 넓은 트렌치 영역들(604)을 포함한다. 트렌치 영역들(604)은 레이저 스트라이프 영역(610)의 어느 하나의 측면 상에 배치된다. 트렌치 영역들(604)은 실질적으로 유사한 사이즈 및 형상을 갖지만, 개별적인 트렌치 영역들(604)의 사이즈 또는 형상 중 어느 하나는 변할 수도 있다.
- [0039] [0044] 이제 도 7을 참조하면, 반도체 레이저 다이오드(702)의 단면도는, 부가적인 예시적인 실시예들에 따른 대안적인 트렌치 영역 구성들을 도시한다. 이러한 도면에서, 레이저 다이오드(702)는, 트렌치 영역들(711a, 711b)에서 표면 면적을 증가시키는 채널들(726a, 726b)의 2개의 대안적인 구성들을 갖는다. 캐소드 전기 접합

들(704a, 704b) 및 애노드 전기 접합(706)은 레이저 다이오드(702)의 접합 표면(708) 상에 배치된다. 캐소드 전기 접합들(704a, 704b)은, 캐소드 금속층들(710a, 710b)에 커플링된 복수의 도전성 패드들(예를 들어, 원형 또는 신장된 뿔뿔 뿔뿔들)로서 구성될 수도 있다. 트렌치 영역들(711a, 711b)은 상단 캐소드 금속층들(710a, 710b)을 기판(716)에 전기적으로 커플링시킨다.

[0040] [0045] 접합층들(718)은 기판(716)의 상단 상에 오버레이된다. 접합층들(718)은 레이저 다이오드(702)의 양자 웰을 형성한다. 애노드 전기 접합(706)은, 애노드 금속층(720)을 통해 접합층들(718)의 상단에 커플링된다. 이들 및 다른 층들(예를 들어, 캐소드 금속층)이 편의의 목적들을 위해 "금속"층들로서 설명되지만, 당업자들은, 층이 설명된 바와 같이 전기 커플링을 여전히 제공하도록, 비-금속 재료들이 층들의 모두 또는 일부를 형성하는데 사용될 수도 있음을 이해할 것이다.

[0041] [0046] (예를 들어, 도 2b에) 이전에 도시된 바와 같이, 애노드 전기 접합(706)은, 레이저 다이오드(702)의 길이를 따라 (예를 들어, 레이저 출력 방향을 따라) 러닝하는 신장된 스트립으로서 형성될 수도 있다. 다른 어레인지먼트들에서, 애노드 전기 접합(706)은, 캐소드 전기 접합들(704)과 유사한 2개 또는 그 초과 패드들을 포함할 수도 있다. 패드들은, 레이저 다이오드(702)의 길이를 따라 애노드 금속층(720)에 커플링될 수도 있다. 애노드 전기 접합(706)은, 레이저 스트라이프를 일반적으로 정의하는 애노드 영역(730)을 따라 배치된다. 캐소드 영역들(732a, 732b)은 캐소드 금속층들(710a, 710b) 아래에 존재한다. 일반적으로, 영역들(730, 732a, 732b)은 분할되며, 여기서, 채널들(726a, 726b)은 접합층들(718)을 통해 절단된다.

[0042] [0047] 캐소드 금속층(710a, 710b)은, 하나 또는 그 초과 절연층들(722)에 의해 접합층들(718)로부터 격리되게 유지된다. 격리층(724)은, 캐소드 패드들(704a, 704b)이 캐소드 금속층들(710a, 710b)을 접촉하도록 도출한다는 것을 제외하고 캐소드 금속층들(710a, 710b)을 커버한다. 격리층(724)은 애노드 전기 접합(706)으로 연장하며, 또한, 애노드 금속층(720)의 일부들을 전기적으로 격리시킬 수도 있다. 캐소드 금속층(710)은, 접합층들(718)을 통해 기판(716)으로 연장하는 채널들(726a, 726b)의 저부에서 트렌치 영역들(711a, 711b)과 결합된다. 채널들(726a, 726b)은, (예를 들어, 도 2b의 채널들(208)과 유사한) 레이저 출력 방향을 따라 애노드 전기 접합(706)의 어느 하나의 측면 상에 배치된다.

[0043] [0048] 채널들(726a, 726b)은, 레이저 다이오드(702)의 성능을 개선시키기 위해 트렌치 부분들(711a, 711b)을 신장시키는 것을 용이하게 하는 예시적인 지오메트리 피쳐들을 포함한다. 채널(726a)은, 이전의 예들(예를 들어, 도 3b 참조)과 채널의 상단에서 실질적으로 유사한 폭을 가질 수도 있지만, 더 급격한 측벽 각도들을 갖는다. 급격한 각도로 인해 채널(726a)의 측벽들을 금속화시키는 것은 더 어려울 수도 있다. 그러나, 급격한 각도는, 캐소드 패드들(704a)의 2개의 행(row)들에 대해 접합 표면(708) 상에 충분한 공간을 남기면서 트렌치 부분(711a)을 신장시킨다.

[0044] [0049] 채널(726b)은 이전의 예들(예를 들어, 도 3b 참조)과 유사한 측벽 각도들을 포함하고, 더 넓은 채널 폭을 갖는다. 이것은, 캐소드층(710b)의 더 용이한 제조를 용이하게 하지만, 캐소드 패드(704b)에 대해 더 작은 공간을 남길 수도 있다. 이러한 예에서, 캐소드 패드는, 패드들(707a)이, 예를 들어, 충분히 낮은 저항, 원하는 열 전달 속성들 등을 갖는다는 것을 보장하고 보상하기 위해 패드들(704a)과 비교하여 신장된다. 특정한 레이저 다이오드가 애노드 영역(730) 주변에 대칭적으로 또는 비대칭적으로 배치된 어느 하나의 채널 구성(726a, 726b) 중 2개를 포함할 수도 있음을 이해할 것이다. 다른 어레인지먼트들에서, 레이저 다이오드는, 애노드 영역(730)과 나란히 배열된 단일 캐소드 영역(732a, 732b)을 형성하는 하나의 채널(726a, 726b)만을 포함할 수도 있다.

[0045] [0050] 레이저 다이오드(702)는 또한, 접합 표면(708)에 반대인 기판(716)의 표면 상에 배치된 저부 캐소드층(미도시)을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 도 3a의 저부 캐소드층(308)을 참조한다. 바닥 캐소드층은, 기판(716)에 대한 대안적인 전기 커플링을 제공한다. 이것은 대안적인 탑재 구성들, 예를 들어, 도 1a에 도시된 바와 같은 레이저-인-슬라이더 및 도 1b 및 1c에 도시된 바와 같은 레이저-온-슬라이더를 용이하게 할 수도 있다.

[0046] [0051] 이제 도 8을 참조하면, 흐름도는, 예를 들어, 도 3b 및/또는 도 8에 도시된 바와 같이 예시적인 실시예에 따라 레이저 다이오드를 형성하기 위해 사용되는 방법을 도시한다. 방법은, 레이저 기판을 형성하는 단계(800)를 수반한다. 접합층이 기판 상에 증착된다(802). 접합층은, 예를 들어, 레이저 출력 방향을 따라 레이저 다이오드의 중앙 아래에 레이저 다이오드의 양자 웰을 형성한다. 하나 또는 그 초과 채널들이 레이저 출력 방향을 따라 접합층에 형성된다(806). 하나 또는 그 초과 채널들의 저부들은 접합층을 통해 기판으로 연장한다.

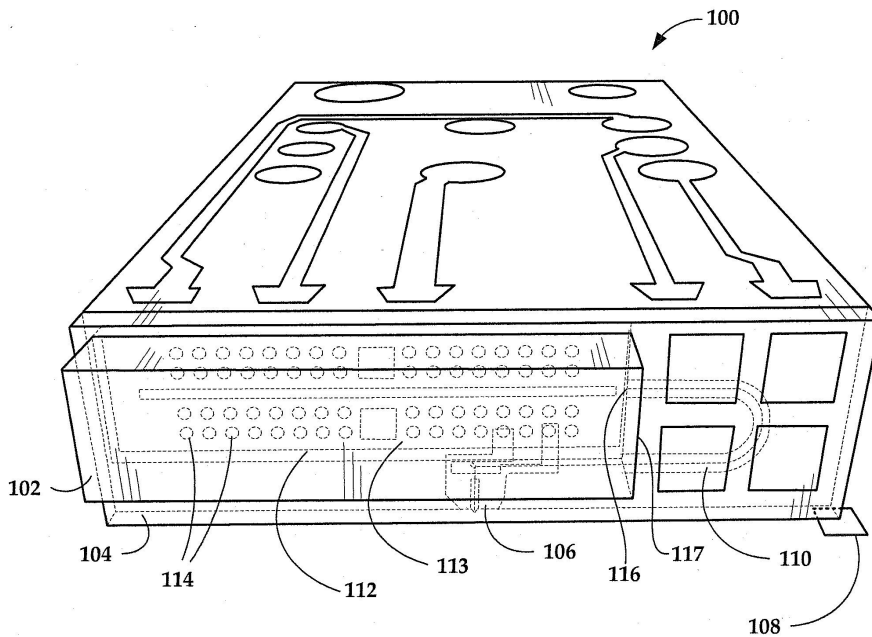
[0047] [0052] 방법은, 접합층들 상에 절연층을 증착시키는 단계(806), 및 하나 또는 그 초과 채널들의 저부의 하나 또는 그 초과 트렌치 영역들에서 절연층의 일부를 제거하는 단계(808)를 추가적으로 수반한다. 캐소드 금속층은 절연층 위에 형성된다(810). 캐소드 금속층은, (그것이 기판에 커플링되는) 하나 또는 그 초과 트렌치 영역들로부터, 양자 웰로부터 떨어진 캐소드 영역으로 연장한다. 애노드 금속층은, 절연층 위에 형성되며(812), 예를 들어, 2개 또는 그 초과 채널들이 사용되면, 2개의 채널들 사이에서 접합층들의 애노드 부분에 전기적으로 커플링된다. 격리층은 캐소드 금속층 위에 형성된다(814). 격리층은, 캐소드 금속층의 일부들이 노출되는 영역들을 포함한다. 하나 또는 그 초과 캐소드 전기 접합들은, 접합들이 캐소드 금속층의 노출된 부분들에 커플링되도록 형성된다(816). 하나 또는 그 초과 애노드 전기 접합들은, 접합들이 애노드에 커플링되도록 형성된다(818).

[0048] [0053] 도 8에 도시된 방법이 예의 목적들을 위한 것이며, 많은 변경들이 상기 교시들의 관점에서 가능함을 이해할 것이다. 예를 들어, 동작들은 도시된 것과 상이한 순서로 수행될 수도 있다. 부가적으로, 몇몇 동작들은 레이저 다이오드의 최종 구성에 의존하여 선택적일 수도 있다. 예를 들어, 격리층은 선택적이거나, 상이한 구성을 가질 수도 있다. 다른 변경에서, 더 많은 또는 더 적은 채널들 및/또는 비아들이 사용될 수도 있다.

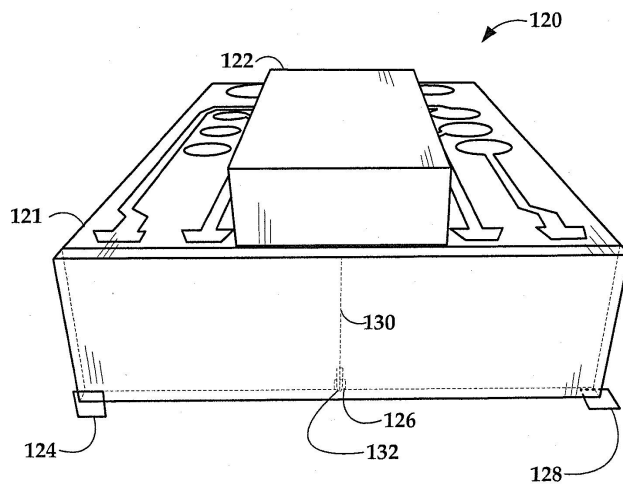
[0049] [0054] 예시적인 실시예들의 전술한 설명은 예시 및 설명의 목적들을 위해 제시되었다. 그것은, 포괄적이거나 본 발명을 기재된 정확한 형태로 제한하도록 의도되지 않는다. 많은 변형들 및 변화들이 상기 교시의 관점에서 가능하다. 기재된 실시예들의 임의의 또는 모든 특성들은 개별적으로 또는 임의의 결합으로 적용될 수 있으며, 제한하는 것이 아니라 순수하게 예시적인 것으로 의도된다. 본 발명의 범위는 이러한 상세한 설명으로 제한되는 것이 아니라 오히려 본 명세서에 첨부된 청구항들에 의해 결정된다는 것이 의도된다.

도면

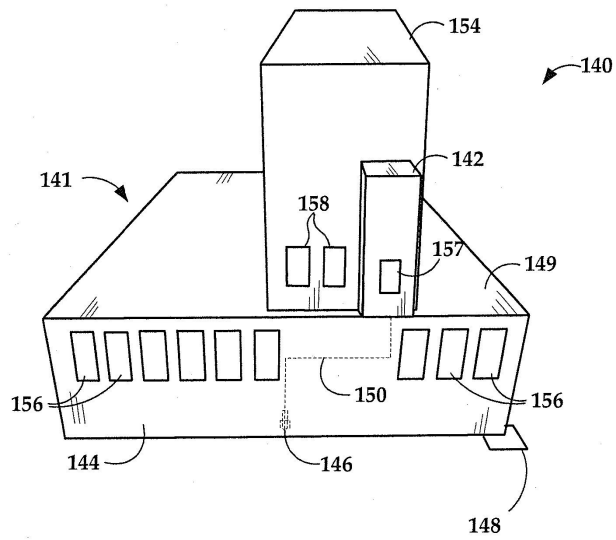
도면1a



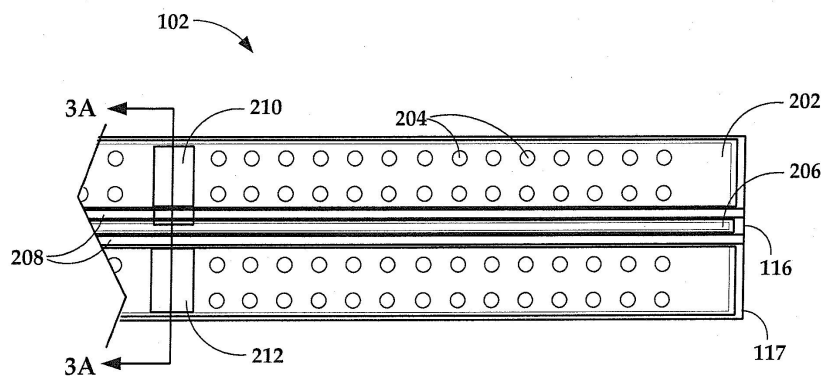
도면1b



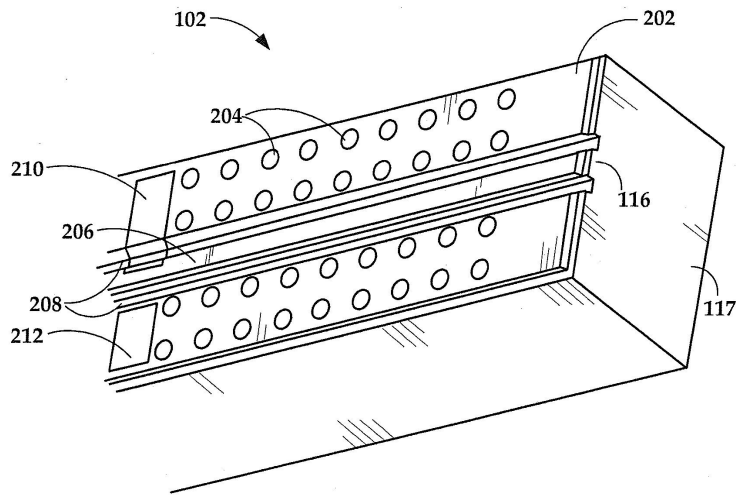
도면1c



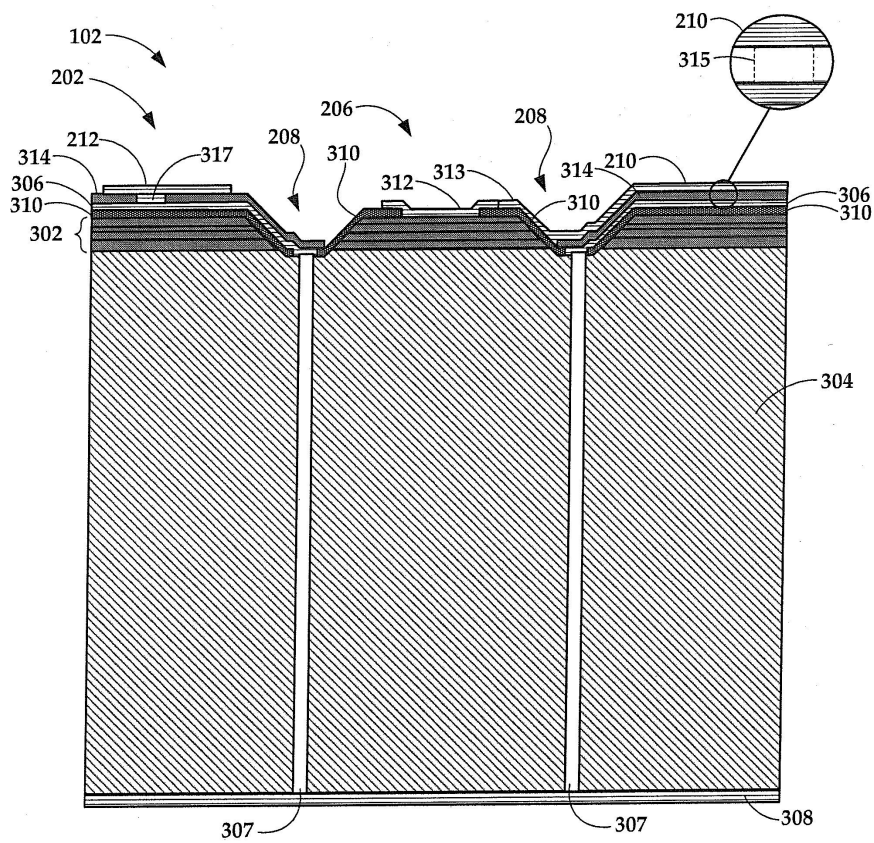
도면2a



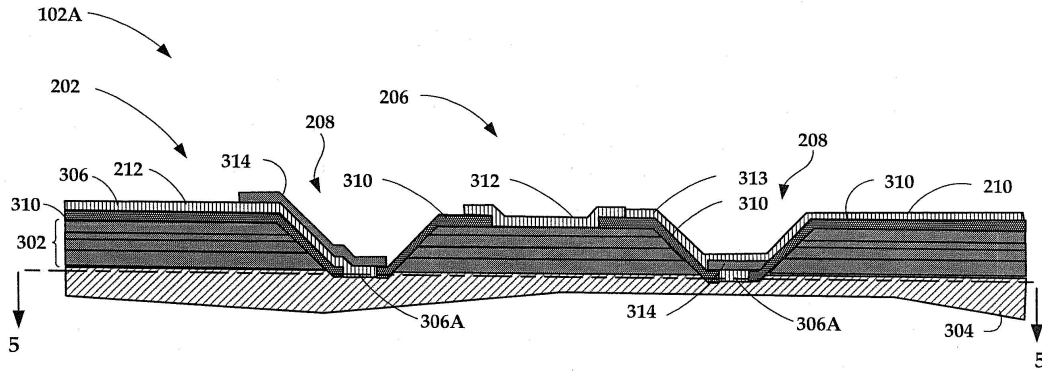
도면2b



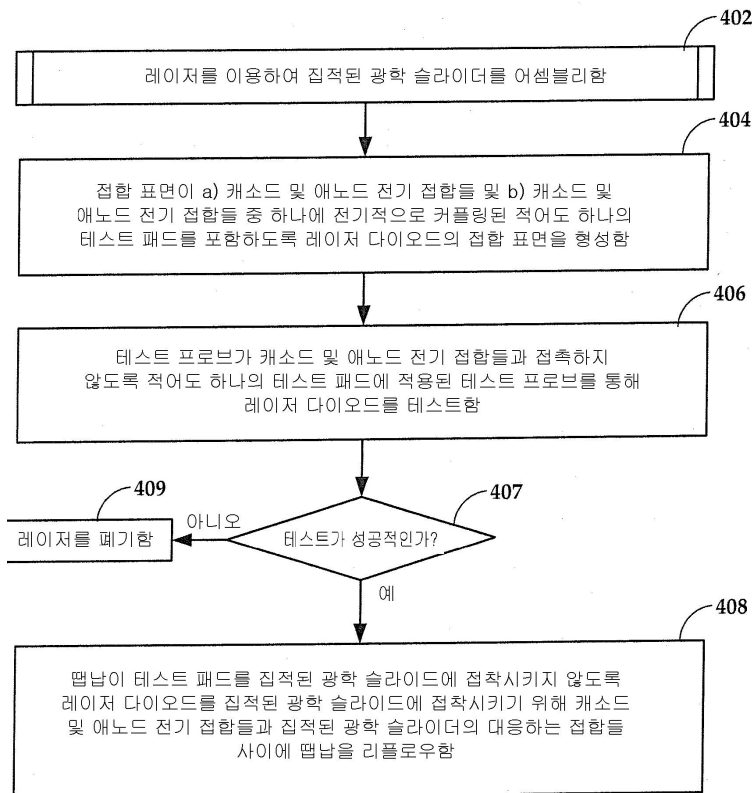
도면3a



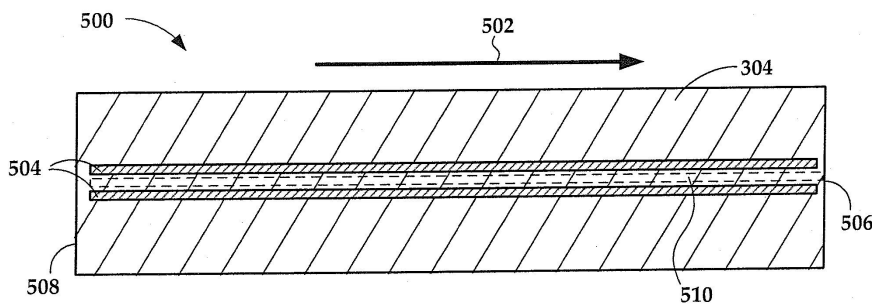
도면3b



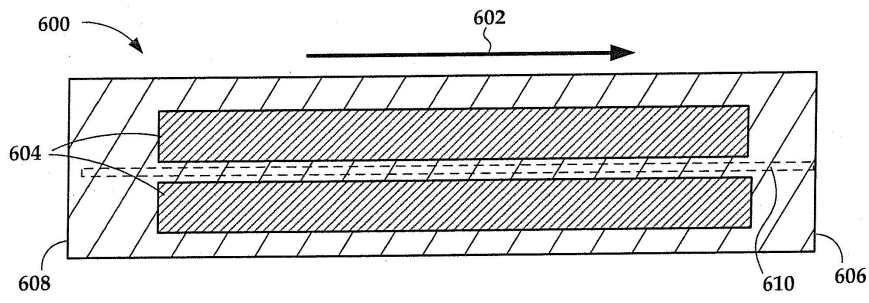
도면4



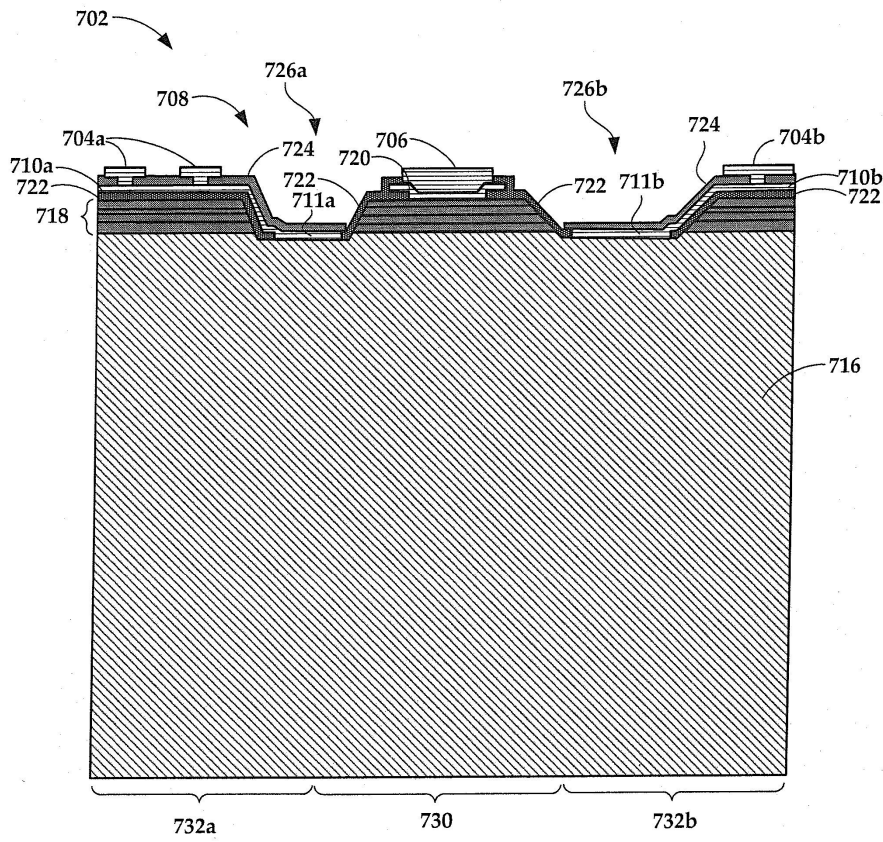
도면5



도면6



도면7



도면8

