



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0133191
(43) 공개일자 2010년12월21일

(51) Int. Cl.

H01S 5/183 (2006.01) G03G 15/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0051949

(22) 출원일자 2009년06월11일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

포항공과대학교 산학협력단

경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공과대학교내

(72) 발명자

최안식

경기 수원시 영통구 영통동 벽적골8단지아파트 834-602

권오대

서울특별시 강남구 삼성동 서광아파트 102-1803

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

리엔목특허법인

전체 청구항 수 : 총 20 항

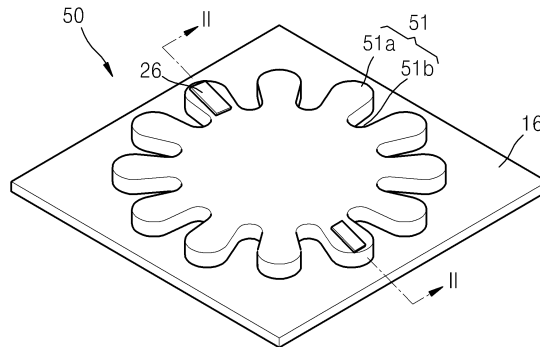
(54) 반도체 레이저 다이오드, 이를 채용한 프린터 헤드 및 화상형성장치

(57) 요약

반도체 레이저 다이오드, 이를 채용한 프린트 헤드 및 화상형성장치가 개시된다.

개시된 반도체 레이저 다이오드는 측면 테두리부에 요철 패턴을 구비하여, 가우시안 광분포를 가지는 광을 발광한다. 이러한 반도체 레이저 다이오드를 프린터 헤드 및 화상형성장치에 채용하여 고화질의 화상을 제공한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

유재환

경기도 용인시 기흥구 구갈동 396 한양아파트
104-205

김영천

서울특별시 종로구 신교동 17-19호 청운빌라 401호

채광현

부산광역시 동래구 안락1동 동래화목타운 107-1407

김창훈

부산광역시 북구 화명동 2306 대림쌍용아파트
708-1702

신미향

부산광역시 연제구 연산9동 경남아파트 2-712

특허청구의 범위

청구항 1

n형 분산 브레그 반사기, p형 분산 브레그 반사기, 및 상기 n형 분산 브레그 반사기와 p형 분산 브레그 반사기 사이에 배치된 활성층을 포함하는 공진기; 및

상기 공진기의 테두리에 구비된 요철 패턴;을 포함하는 반도체 레이저 다이오드.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 요철 패턴이 라운드형의 볼록부와 라운드형의 오목부를 포함하는 반도체 레이저 다이오드.

청구항 3

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 요철 패턴이 이웃하는 볼록부의 크기가 서로 다르도록 구성된 반도체 레이저 다이오드.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 요철 패턴의 볼록부가 서로 같은 크기를 가지는 반도체 레이저 다이오드.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 요철 패턴의 최외곽점을 이은 선의 형상이 대략 원형인 반도체 레이저 다이오드.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 요철 패턴의 최외곽점을 이은 선의 형상이 대략 사각형인 반도체 레이저 다이오드.

청구항 7

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반도체 레이저 다이오드의 중앙부에 홀이 구비된 반도체 레이저 다이오드.

청구항 8

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 요철 패턴 둘레에 구비되고, 상기 활성층에서 발진된 광이 광양자데 레일리 구속 조건에 의해 구속되도록 하는 피복층을 더 포함하는 반도체 레이저 다이오드.

청구항 9

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 공진기가 3차원 레일리식 공진기인 반도체 레이저 다이오드.

청구항 10

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 반도체 레이저 다이오드는 가우시언 분포를 가지는 광을 발진하는 반도체 레이저 다이오드.

청구항 11

감광 매체에 각 화소마다 광을 선택적으로 조사하는 프린터 헤드에 있어서,

상기 제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 기재된 반도체 레이저 다이오드가 상기 화소에 대응되게 배열된 광원 유닛;

상기 광원 유닛으로부터 입사된 광을 감광 매체에 집광시키는 집광부;를 포함하는 프린터 헤드.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 요철 패턴 둘레에 구비되고, 상기 활성층에서 발진된 광이 광양자데 레일리 구속 조건에 의해 구속되도록 하는 피복층을 더 포함하는 프린터 헤드.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 반도체 레이저 다이오드의 중앙부에 홀이 구비된 프린터 헤드.

청구항 14

제 11항에 있어서,

상기 공진기가 3차원 레일리식 공진기인 프린터 헤드.

청구항 15

제 11항에 있어서,

상기 반도체 레이저 다이오드는 가우시언 분포를 가지는 광을 발진하는 프린터 헤드.

청구항 16

잠상이 형성되는 감광매체;

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 기재된 반도체 레이저 다이오드가 상기 화소에 대응되게 배열된 광원 유닛과, 상기 광원 유닛으로부터 입사된 광을 감광 매체에 집광시키는 집광부를 포함하는 프린터 헤드;

상기 감광매체에 현상제를 공급하여 상기 잠상에 대응되는 화상을 형성하는 현상유닛;

상기 감광매체에 형성된 화상을 인쇄매체에 전사하는 전사유닛; 및

상기 인쇄매체에 전사된 화상을 정착시키는 정착유닛;를 포함하는 화상형성장치.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 요철 패턴 둘레에 구비되고, 상기 활성층에서 발진된 광이 광양자데 레일리 구속 조건에 의해 구속되도록 하는 피복층을 더 포함하는 화상형성장치.

청구항 18

제 16항에 있어서,

상기 반도체 레이저 다이오드의 중앙부에 홀이 구비된 화상형성장치.

청구항 19

제 16항에 있어서,

상기 공진기가 3차원 레일리식 공진기인 화상형성장치.

청구항 20

제 16항에 있어서,

상기 반도체 레이저 다이오드는 가우시언 분포를 가지는 광을 발진하는 화상형성장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 반도체 레이저 다이오드, 이를 채용한 프린트 헤드 및 화상형성장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 일반적으로, 전자사진방식 화상형성장치는 감광 매체에 레이저 빔을 주사하여 감광 매체를 감광시킴으로써 정전 잠상을 형성하고, 감광 매체에 이웃되게 이격 배치된 현상롤러와 상기 감광 매체 사이에 토너를 공급하여 전기적 성질에 의해 화상 형성부에 선택적으로 토너가 달라붙도록 한다.

[0003] 이와 같은 전자사진방식 화상형성장치는 레이저 빔을 감광 매체에 주사하기 위한 레이저 주사장치를 요구한다. 그런데, 레이저 주사장치는 정밀한 광학적 배치가 요구되며, 고가이다.

[0004] 이러한 레이저 주사장치를 대체하는 것 중 하나가 프린터 헤드이다. 프린터 헤드의 광원으로 사용되고 있는 발광다이오드(LED)는 랜덤한 자발방출에만 의존하므로 유도 방출에 의한 레이저처럼 문턱 전류 이상에서의 고출력, 고주파, 직진성, 결맞음 등의 특성이 없다. 한편, 발광다이오드는 레이저의 스펙클 문제가 없지만, 낮은 광 추출 효율을 가지며, 다량의 전류 주입시 열 문제가 수반된다.

발명의 내용

[0005] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가우시언 광분포를 가지고, 고온에 강한 반도체 레이저 다이오드를 제공한다.

[0006] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 가우시언 광분포를 가지고, 고온에 강한 반도체 레이저 다이오드를 채용한 프린터 헤드 및 화상형성장치를 제공한다.

[0007] 본 발명의 일 실시예에 따르면, n형 분산 브레그 반사기, p형 분산 브레그 반사기, 및 상기 n형 분산 브레그 반사기와 p형 분산 브레그 반사기 사이에 배치된 활성층을 포함하는 공진기; 및 상기 공진기의 테두리에 구비된 요철 패턴;을 포함하는 반도체 레이저 다이오드를 제공한다.

[0008] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 요철 패턴이 라운드형의 볼록부와 라운드형의 오목부를 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 요철 패턴이 이웃하는 볼록부의 크기가 서로 다르도록 구성될 수 있다.

[0010] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 요철 패턴의 볼록부가 서로 같은 크기를 가질 수 있다.

[0011] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 요철 패턴의 최외곽점을 이은 선의 형상이 대략 원형일 수 있다.

[0012] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 요철 패턴의 최외곽점을 이은 선의 형상이 대략 사각형일 수 있다.

[0013] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 반도체 레이저 다이오드의 중앙부에 홀이 구비될 수 있다.

[0014] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 요철 패턴 둘레에 구비되고, 상기 활성층에서 발진된 광이 광양자테 레일리 구속 조건에 의해 구속되도록 하는 피복층을 더 포함할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 공진기기 3차원 레일리식 공진기일 수 있다.

[0016] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 상기 반도체 레이저 다이오드는 가우시언 분포를 가지는 광을 발진할 수 있다.

[0017] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 감광 매체에 각 화소마다 광을 선택적으로 조사하는 프린터 헤드에 있어서,

[0018] 반도체 레이저 다이오드가 상기 화소에 대응되게 배열된 광원 유닛; 및 상기 광원 유닛으로부터 입사된 광을 감광 매체에 집광시키는 집광부;를 포함하고, 상기 반도체 레이저 다이오드가 n형 분산 브레그 반사기, p형 분산 브레그 반사기, 및 상기 n형 분산 브레그 반사기와 p형 분산 브레그 반사기 사이에 배치된 활성층을 포함하는

공진기; 및 상기 공진기의 테두리에 구비된 요철 패턴;을 포함하는 프린터 헤드를 제공한다.

[0019] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 잠상이 형성되는 감광매체; 반도체 레이저 다이오드가 상기 화소에 대응되게 배열된 광원 유닛과, 상기 광원 유닛으로부터 입사된 광을 감광 매체에 집광시키는 집광부를 포함하는 프린터 헤드; 상기 감광매체에 현상제를 공급하여 상기 잠상에 대응되는 화상을 형성하는 현상유닛; 상기 감광매체에 형성된 화상을 인쇄매체에 전사하는 전사유닛; 및 상기 인쇄매체에 전사된 화상을 정착시키는 정착유닛;를 포함하고,

[0020] 상기 반도체 레이저 다이오드가 n형 분산 브레그 반사기, p형 분산 브레그 반사기, 및 상기 n형 분산 브레그 반사기와 p형 분산 브레그 반사기 사이에 배치된 활성층을 포함하는 공진기; 및 상기 공진기의 테두리에 구비된 요철 패턴;을 포함하는 화상형성장치를 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명의 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드, 이를 채용한 프린터 헤드 및 화상형성장치에 대해 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0022] 본 발명의 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드(50)는 도 1을 참조하면 반도체 레이저 다이오드(50)의 측면 테두리에 요철 패턴(51)이 구비된다. 상기 요철 패턴(51)은 상기 레이저 다이오드(50)의 테두리를 따라 교대로 배열된 블록부(51a)와 오목부(51b)를 포함한다. 상기 블록부(51a)와 오목부(51b)는 예를 들어 라운드형의 단면을 가질 수 있다. 하지만, 상기 블록부(51a)와 오목부(51b)의 형상이 여기에 한정되는 것은 아니며, 다각형 형상의 단면을 가지는 것도 가능하다. 도 1에서는 하나의 레이저 다이오드만을 도시하였지만, 다수 개의 레이저 다이오드가 하나의 기관 위에 어레이 형태로 집적될 수 있다.

[0023] 도 2a는 도 1의 II-II 단면을 도시한 것으로, 상기 반도체 레이저 다이오드는 광을 발광시키는 공진기(30)와, 상기 공진기(30)의 테두리에 구비된 요철 패턴(51)을 포함한다. 상기 공진기(30)는 n형 분산 브레그 반사기(Distributed Bragg Reflector; DBR)(16), p형 분산 브레그 반사기(20), 및 상기 n형 분산 브레그 반사기(16)와 p형 분산 브레그 반사기(20) 사이에 배치된 활성층(18)을 포함할 수 있다. 상기 반도체 레이저 다이오드(50)는 상기 활성층(18) 테두리에서 발진하는 광양자태(Photonic quantum ring) 레이저 다이오드일 수 있다. 상기 활성층(18)의 테두리를 따라 광이 레이저 다이오드의 수직축 방향에 대해 경사지게 발진된다. 광양자태 레이저 다이오드는 VCSEL(Vertical Cavity Surface Emitting Laser)의 엄밀한 발진조건들이 완화된 구조를 가지며, VCSEL과 다르게 발진영역이 활성층 테두리의 레일리 밴드로 한정되면서 독특한 광양자태(Photonic Quantum Ring)형 발진을 하게 된다. ("Photonic Quantum Ring" J.C. Ahn, K.S. Kwak, B. H. Park, H.Y. Kang, J. Y. Kim and O'Dae Kwon, Phys. Rev. Lett. Vol. 82, No.3 pp 536-539 (Jan. 1999) ;"Hole emitter of photonic quantum ring", O' Dae Kwon, M. J. Kim, S.-J. An, D. K. Kim, S. E. Lee, J. Bae, and J. H. Yoon, B. H. Park, J. Y. Kim, and J. Ahn, Appl. Phys. Lett, Vol. 89, 11108 (July. 2006) 참조)

[0024] 예를 들어, 상기 공진기(30)는 3차원 레일리식 공진기일 수 있다. 한편, 상기 요철 패턴(51)의 둘레에 피복층(24)이 더 구비될 수 있다. 상기 피복층(24)은 상기 활성층(18)에서 발진된 광이 광양자태 레일리 구속 조건을 만족하도록 조정할 수 있다.

[0025] 상기 공진기(30)는 기관(12) 위에 구비되며, 상기 기관(12)은 갈륨 아세나이드(GaAs), 인듐 포스파이드(InP) 등과 같은 물질로 형성될 수 있다. 상기 기관(12)은 n+ 도핑되어 다중층이 기관(12) 위에 용이하게 에피 성장되도록 한다. 상기 기관(12)과 n형 분산 브레그 반사기(16) 사이에 버퍼층(14)이 구비되고, 상기 기관(12)의 하부에 n 전극(10)이 구비될 수 있다. 상기 n형 분산 브레그 반사기(16)는 두 개의 다른 굴절률을 갖는 층을 교대로 적층하여 구성된다. 예를 들어, 도 2b에 도시된 바와 같이 41겹의 Al_xGa_{1-x}As로 된 제1층(16-L)과 40겹의 Al_yGa_{1-y}As로 된 제2층(16-H)이 교대로 적층될 수 있다. 여기서, x 및 y는 0보다 크거나 같고 1보다 작거나 같은 실수이다. 상기 제1층(16-L)은 상대적으로 낮은 굴절률을 가지며, 상기 제2층(16-H)은 상대적으로 높은 굴절률을 가질 수 있다. 상기 제1층(16-L)과 제2층(16-H)은 각각 λ_n/4의 두께를 가지며, λ_n=λ/n(n은 각 층의 굴절률, λ는 레이저 광의 자유 공간 내에서의 파장)이다.

[0026] 상기 p형 분산 브레그 반사기(20)는 두 개의 서로 다른 굴절률을 갖는 층을 교대로 적층하며, n형 분산 브레그 반사기(16)의 적층수보다 자게 하여 얇게 설계함으로써 반사도를 줄일 수 있다. 예를 들어, 30겹의 Al_xGa_{1-x}As로 된 제3층(20-L)과 30겹의 Al_yGa_{1-y}As로 된 제4층(20-H)이 교대로 적층될 수 있다. 상기 제3층(20-L)과 제4층(20-H)은 각각 λ_n/4의 두께를 가질 수 있다.

- [0027] 상기 n형 분산 브레그 반사기(16)와 활성층(18) 사이에 제1스페이스층(17)이 구비되고, 상기 활성층(18)과 p형 분산 브레그 반사기(20) 사이에 제2스페이스층(19)이 더 구비될 수 있다. 상기 제1스페이스층(17)과 제2스페이스층(19)은 AlGaAs로 형성될 수 있다. 상기 활성층(18)은 상대적으로 낮은 밴드갭(bandgap) 에너지를 갖는 제5층(18-L)과 상대적으로 높은 밴드갭 에너지를 갖는 제6층(18-H)이 교대로 적층되어 구성될 수 있다. 예를 들어, 상기 제5층(18-L)은 $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 \leq z \leq 1$)으로 제6층(18-H)은 $Al_xGa_{1-x}As$ 로 형성될 수 있으며, 활성층(18)은 예를 들어 전체 8층으로 형성될 수 있다. 상기 활성층(18)에 복수 개의 양자 우물(quantum), 예를 들어 4개의 양자 우물이 구비될 수 있다. 상기 두 개의 스페이스층과 활성층의 전체 두께는 각각의 굴절률을 고려하여 결정될 수 있다. 상기 p형 분산 브레그 반사기(20)의 상부에 캡층(22)이 구비될 수 있다. 상기 캡층(22)은 예를 들어 p-GaAs로 형성될 수 있다.
- [0028] 상기와 같은 구조의 에피를 성장시킨 다음, n형 분산 브레그 반사기(16), 활성층(18), p형 분산 브레그 반사기(20)를 포함하는 공진기(30)의 측면부를 수직하게 식각한다. 이때, 공진기(30)의 측면부에 요철 패턴(51)이 형성되도록 식각한다. 공진기(30)의 측면부를 식각시 예를 들어 화학적 이온빔 에칭(Chemically Assisted Ion Beam Etching:CAIBE)과 같은 건식 에칭법을 이용할 수 있다. 공진기(30)의 측면부를 식각시 상기 n형 분산 브레그 반사기(20)의 일부 깊이까지 식각할 수 있다.
- [0029] 식각 후에 활성층(18)을 포함한 레이저 다이오드의 표면을 보호하기 위해 보호층(미도시)을 형성할 수 있다. 보호층은 플라즈마 화학증착(Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition)을 이용하여 질화규소(SiNx) 등의 유전물 증착을 통해 형성될 수 있다. 식각된 소자의 평탄화를 위해 폴리이미드(Polyimide) 평탄화(planarization) 기법을 이용하여 피복층(24)을 구비한다. 상기 피복층(24)은 상기 활성층(18)의 테두리에서 발진된 광을 전송하기 위한 통로로 제공될 수 있다.
- [0030] 한편, 레이저 다이오드의 상부면이 노출되도록 BOE(Buffered Oxide etch)를 이용하여 상기 질화규소를 제거한다. 그리고, n-metal 공정을 통해 상기 기판(12) 하부에 n 전극(10)이, p-metal 공정을 통해 캡층(22) 및 피복층(24) 상부에 p 전극(26)이 구비될 수 있다. 상기 p 전극(26)은 스트립형(striped) 전극 또는 다중분리형(multi-segmented) 전극으로 구비될 수 있다.
- [0031] 본 발명에 따른 반도체 레이저 다이오드는 상기한 구조에 한정되는 것은 아니며 레이저의 발진 파장에 따라 활성층과 p형 분산 브레그 반사기와 n형 분산 브레그 반사기의 구조 및 물질이 변경될 수 있다. 레이저 발진 파장은 예를 들어 850nm, 780nm, 680nm를 가질 수 있다.
- [0032] 본 발명의 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드는 상기 요철 패턴(51)의 블록부(51a)의 개수를 다양하게 구성할 수 있으며, 도 1에서는 블록부(51a)가 12개로 구성된 예를 도시하였다. 블록부(51a)와 오목부(51b)의 개수에 따라 활성층의 양자태 길이가 증가될 수 있다.
- [0033] 한편, 도 3은 도 1에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 변형예를 도시한 것으로 반도체 레이저 다이오드(50)의 중앙부에 홀(55)이 구비될 수 있다. 상기 홀(55)은 예를 들어 상기 n형 분산 브레그 반사기(16)의 소정 깊이까지 구비되도록 한다. ("Hole emitter of photonic quantum ring", O' Dae Kwon, M. J. Kim, S.-J. An, D. K. Kim, S. E. Lee, J. Bae, and J. H. Yoon, B. H. Park, J. Y. Kim, and J. Ahn, Appl. Phys. Lett, Vol. 89, 11108 (July. 2006) 참조) 상기 홀(55)을 통해 양자태 발진 면적이 증가될 수 있다. 도 1과 도 3에 도시된 반도체 레이저 다이오드는 상기 블록부(51a)의 최외곽점을 이은 선이 대략 원형일 수 있다. 또한, 이웃하는 블록부(51a)의 크기가 실질적으로 동일할 수 있다.
- [0034] 도 4a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드(60)를 도시한 것이다. 상기 레이저 다이오드(60)의 층 구조는 도 1에 도시된 반도체 레이저 다이오드(50)의 층구조와 실질적으로 동일하므로 여기서는 상세한 설명을 생략한다. 상기 반도체 레이저 다이오드(60)는 블록부(61a)와 오목부(61b)가 교대로 배열된 요철 패턴(61)을 구비하며, 상기 블록부(61a)의 최외곽점을 이은 선이 대략 사각형일 수 있다. 또한, 도 4a에 도시된 바와 같이 이웃하는 블록부(61a)의 크기가 다를 수 있다. 도 4b는 도 4a에 도시된 반도체 레이저 다이오드(60)의 변형예로서, 상기 반도체 레이저 다이오드(60)의 중앙부에 홀(65)이 구비된다.
- [0035] 본 발명의 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드는 다중 양자 우물(Multi Quantum Well) 활성층(18)의 상하부에 있는 p형 분산 브레그 반사기(20)와 n형 분산 브레그 반사기(16)가 광자를 수직으로 구속한다. 그리고, 활성층의 테두리 경계면에서 발생하는 전반사에 의해 수평 방향으로 광자를 구속함으로써 토로이드(toroid) 공동(cavity)을 형성한다. 다시 말하면, 활성층(18)과 피복층(24) 사이의 큰 굴절률 차와 활성층 안쪽에서의 간반사 포텐셜(inter-reflection potential)에 의한 등평면 환형 레일리 구속(in-plane annular Rayleigh

confinement)과 상기 수직구속에 의해 토로이드 공동이 형성된다. 토로이드 공동으로 정의된 테두리 안의 중간에 위치한 다중 양자 우물 활성면의 캐리어들이 광양자 울타리 효과(Phonic Quantum Corral Effect)에 의해 양자선(Quantum Wire)들의 동심원들처럼 과도기적 재분포를 이루어 전자-홀(electron-hole) 재결합 과정에 진입하며 광자를 생성한다. 상기 토로이드 공동이 다시 변형되어 3차원 요철형 위스퍼링 케이브 모드(whispering cave mode: WCM) 공진을 함으로써 효과적 양자테 길이의 증가를 이룩하고 동시에 광양자테 영역을 활성층의 중심 방향으로 확장할 수 있다. 따라서, 본 발명에 따른 반도체 레이저 다이오드는 광속이 가우시언 분포를 가지도록 한다. 또한, 반도체 레이저 다이오드의 중앙부에 홀이 구비된 경우 홀에서도 발진을 하므로 더욱 강화된 가우시언 분포를 가지는 광을 얻을 수 있다.

[0036] 도 5a는 너비가 15um이고, 볼록부가 12개이며 홀을 가진 대략 원형의 반도체 레이저 다이오드를 도시한 것이다. 도 5b 내지 도 5e는 도 5a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3x3 어레이에 각각 전류를 100, 150, 200, 250 (uA) 주입하였을 때 발광하는 것을 보여준 CCD 사진이다. 도 6a는 너비가 15um이고, 볼록부가 12개이며 홀을 가진 대략 사각형의 반도체 레이저 다이오드를 도시한 것이다. 도 6b 내지 도 6e는 도 6a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3x3 어레이에 각각 전류를 100, 150, 200, 250 (uA) 주입하였을 때 발광하는 것을 보여준 CCD 사진이다. 이 CCD 사진은 전류를 증가시킬 경우 발광량이 CCD를 포화시키므로 Neutral Density Filter를 사용하여 전체 발광량의 10%만을 투과시킨 사진이다. 홀이 있는 경우, 레이저 다이오드 중앙에서 홀 광양자테(PQR) 발진이 발생함을 알 수 있다.

[0037] 도 7a 내지 도 7d는, 도 5a에 도시된 반도체 레이저 다이오드에 20uA의 전류를 주입하였을 때, 측정 높이가 0, 30, 60, 90um일 때의 광 강도(optical intensity) 분포를 나타낸 것이다. 도 7a는 레이저 다이오드에 20uA를 주입한 후 측정 높이 0um에서 측정한 결과이다. 도 7a에서 움푹 패인 부분은 반도체 레이저 다이오드의 p 전극으로 인해 상대적으로 광자(photon)의 수가 작아서 나타난 것이다. 측정 높이가 30, 60, 90um로 증가함에 따라 빔의 너비가 넓어지고, 빔 프로파일이 가우시언 분포를 가지며, 그 최고치는 감소한다.

[0038] 빔 프로파일을 측정하는 방법은 다음과 같다. 반도체 레이저 다이오드에 파이버 팁(fiber tip)을 근접시킨 후, 파이버 팁을 SPCM (Single Photon Counting Module)에 연결하여 파이버를 통해 들어오는 광자(photon) 수를 전기적인 신호로 바꾸어 컴퓨터에 입력한다. 이때, 반도체 레이저 다이오드 평면상의 모든 위치에서 광자 분포를 정밀하게 얻기 위해, 파이버 마운트를 스텝 모터(step motor)에 연결하여 60 x 60 um 너비로 x-y축 스캔을 실시한다. x축으로는 1um 간격으로 측정하였으며, 한번 x-y축 스캔 후에는, 파이버 팁의 높이를 30um씩 증가시키면서 측정하였다. 파이버 팁으로는, 불산(HF)을 이용하여 단일 모드 파이버(single mode fiber) (core/cladding: 9/125um) 끝을 원뿔 형태로 식각함으로써, core 지름이 1um 이하인 파이버 팁을 사용하였다. 그러므로써, x축으로 1um 간격씩 측정할 때 중복되게 측정하는 구간을 없앨 수 있다.

[0039] 도 8a 내지 도 8d는 도 6a에 도시된 반도체 레이저 다이오드에 25uA의 전류를 주입하였을 때, 측정 높이가 0, 30, 60, 90um일 때의 광 강도(optical intensity) 분포를 나타낸 것이다. 도 8a를 참조하면, 측정 높이 0um에서 전극으로 인한 광 강도 감소 부분이 관찰된다. 측정 높이 30um까지는 빔 형태가 대략 사각형의 형태를 가지나, 60, 90um에서는 가우시언 분포를 가진다. 따라서, 이러한 경우, far-field에서는 가우시언 분포를 가진다.

[0040] 도 9a는 본 발명에 따른 반도체 발광 다이오드와의 비교예로서, 요철 패턴이 없는 원형 단면의 반도체 발광 다이오드의 발광 상태를 도시한 것이다. 도 9b는 도 9a에 도시된 반도체 발광 다이오드로부터의 빔 직경에 따른 빔 파워를 도시한 것으로, 빔 프로파일이 가우시언 분포를 나타내지 않는다.

[0041] 도 10a는 도 5a에 도시된 반도체 발광 다이오드의 발광 상태를 도시한 것이다. 도 10b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 반도체 발광 다이오드는 가우시언 분포를 나타낸다.

[0042] 본 발명에 따른 반도체 레이저 다이오드는 3차원 공진구조를 갖는 광양자테 레이저(PQR)로서, LED 대비 고주파 변조 폭이 크다. 광양자테 레이저 다이오드는 직진성과 스펙클 문제가 없으며, 문턱 전류가 낮고, 온도에도 안정적이다. 또한, 본 발명에 따른 반도체 레이저 다이오드는 1-1,000MHz의 변조 주파수를 가질 수 있다.

[0043] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 프린터 헤드(151)가 감광 매체(171)에 대해 인접하여 배치된 구조를 도시한 것이다. 상기 프리터 헤드(151)는 복수 개의 반도체 레이저 다이오드(111)가 어레이 형태로 배열된 광원 유닛(110)과, 상기 광원 유닛(110)으로부터 입사된 광을 감광 매체(171)에 집광시키는 집광부(115)를 포함한다. 상기 반도체 레이저 다이오드(111)는 PCB 기판(100) 위에 화소에 대응되게 배열될 수 있다. 상기 반도체 레이저 다이오드(111)는 공진기의 테두리에 요철 패턴을 구비한다. 상기 반도체 레이저 다이오드(111)로는 도 1, 도 3, 도 4a 및 도 4b를 참조하여 설명한 레이저 다이오드가 채용될 수 있다. 상기 PCB 기판(100)에는 상기 반도체 레

이저 다이오드(111)를 구동하는 드라이브 IC(105)가 구비될 수 있다.

- [0044] 상기 집광부(115)는 마이크로 렌즈 어레이 또는 셀폭 렌즈 어레이(Selfoc lens array)를 포함할 수 있다. 상기 반도체 레이저 다이오드(111)가 프린터 내의 메인 보드의 화상 신호에 따라 on-off 제어된다. 상기 반도체 레이저 다이오드(111)로부터 상기 집광부(115)에 입사된 빔은 집광부(115)에 의해 감광 매체 상에 예를 들어 600dpi 또는 1200dpi 등의 해상도에 따라 가우시언 형태를 가지는 스팟으로 결상된다. 이와 같이, 상기 반도체 레이저 다이오드(111)로부터 출사된 광이 상기 집광부(115)를 통해 감광매체(171)에 맺힘으로써 감광매체(171)에 잠상이 형성된다.
- [0045] 프린터 헤드의 광원으로 LED를 사용하는 경우 광의 방향성이 없어 전체적으로 퍼지게 되므로 렌즈로 집광하는데 한계가 있다. 하지만, 본 발명에 따른 반도체 레이저 다이오드를 광원으로 사용하는 경우 광 방출 각도가 좁고 수직 방향성을 가지므로 광을 용이하게 집속할 수 있다. 그리고, 도 10a 및 도 10b에 도시된 바와 같이 본 발명에 따른 반도체 레이저 다이오드는 가우시언 광분포를 가지기 때문에 프린터 헤드용 광원에 적합하다.
- [0046] 다음, 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 프린터 헤드(151)(152)(153)(154)를 구비하여 칼라 화상을 형성하는 화상 형성 장치를 개략적으로 도시한 것이다. 상기 프린터 헤드(151)(152)(153)(154)는 각각 서로 다른 칼라, 예를 들어 마젠타, 시안, 옐로우, 블랙의 광을 화상 신호에 따라 감광 매체에 결상시킨다. 상기 프린터 헤드(151)(152)(153)(154)는 도 11을 참조하여 설명한 프린터 헤드(151)와 실질적으로 동일한 구성을 가질 수 있으며, 여기서는 그 상세한 설명을 생략한다.
- [0047] 본 발명에 따른 화상 형성 장치는 제1 내지 제4 감광 매체(171)(172)(173)(174)와, 상기 제1 내지 제4 감광 매체(171)(172)(173)(174)에 빔을 주사하는 제1 내지 제4 프린터 헤드(151)(152)(153)(154)와, 각 감광 매체에 형성된 정전잠상을 현상하기 위한 현상 유닛과, 현상된 이미지가 전사되는 전사 유닛(210)을 포함한다. 상기 제1 내지 제4 프린터 헤드(151)(152)(153)(154)는 화상 신호에 따라 빔을 on-off 제어하여 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 감광 매체(171)(172)(173)(174)에 조사하여 정전 잠상을 형성한다. 현상 유닛은 상기 제1 내지 제4 감광 매체(171)(172)(173)(174) 각각에 대응되는 제1, 제2, 제3 및 제4 현상유닛(181)(182)(183)(184)을 포함한다.
- [0048] 상기 제1, 제2, 제3 및 제4 현상유닛(181)(182)(183)(184)으로부터 각 감광 매체에 현상제가 공급되어 정전 잠상이 현상된다. 현상된 각 칼라별 이미지는 전사 유닛(210)에 순차적으로 전사되어 칼라 화상이 형성된다. 상기 제1 감광 매체(171)로부터 전사 유닛(210)에 전사된 제1라인과, 제2 감광 매체(172)로부터 전사된 제2라인과, 제3 감광 매체(173)로부터 전사된 제3라인과, 제4 감광 매체(174)로부터 전사된 제4라인이 순차적으로 중첩되어 칼라 화상이 형성되고, 이어서 종이에 정착된다. 프린터 헤드를 구비한 화상 형성 장치는 당해 분야에 이미 잘 알려져 있으며, 본 발명의 실시예에 따른 프린터 헤드는 도 12에 도시된 화상 형성 장치 외에 다른 구조의 화상 형성 장치에도 적용 가능함은 물론이다.
- [0049] 본 발명의 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드는 복사기, 프린터, 팩시밀리 등과 같이 인쇄용지에 화상을 형성하는 전자사진방식의 화상 형성 장치에 광원으로 적용될 수 있다. 뿐만 아니라, 본 발명의 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드는 레이저빔을 스크린에 주사하여 화상을 디스플레이 하는 레이저 디스플레이 장치에도 적용될 수 있다. 또한, 디스플레이 장치의 광원으로도 적용 가능하다.
- [0050] 상기한 실시예들은 예시적인 것에 불과한 것으로, 당해 기술분야의 통상을 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호범위는 하기의 특허청구범위에 기재된 발명의 기술적 사상에 의해 정해져야만 할 것이다.

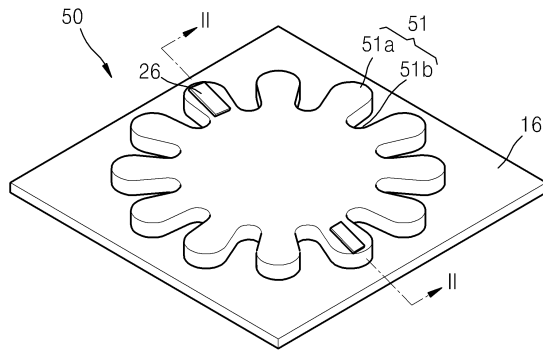
도면의 간단한 설명

- [0051] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드의 사시도이다.
- [0052] 도 2a는 도 1에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 II-II 단면도이다.
- [0053] 도 2b는 도 2b의 A부 확대도이다.
- [0054] 도 3은 도 1에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 변형예이다.
- [0055] 도 4a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드의 사시도이다.
- [0056] 도 4b는 도 4a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 변형예이다.
- [0057] 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드의 크기를 표기한 도면이다.

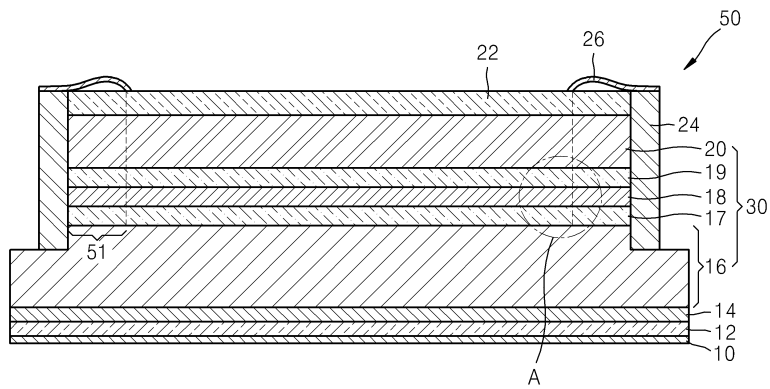
- [0058] 도 5b는 도 5a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3×3 어레이에 100 μ A 전류를 주입하였을 때의 발광 사진이다.
- [0059] 도 5c는 도 5a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3×3 어레이에 150 μ A 전류를 주입하였을 때의 발광 사진이다.
- [0060] 도 5d는 도 5a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3×3 어레이에 200 μ A 전류를 주입하였을 때의 발광 사진이다.
- [0061] 도 5e는 도 5a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3×3 어레이에 250 μ A 전류를 주입하였을 때의 발광 사진이다.
- [0062] 도 6a는 본 발명의 다른 실시예에 따른 반도체 레이저 다이오드의 크기를 표기한 도면이다.
- [0063] 도 6b는 도 6a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3×3 어레이에 100 μ A 전류를 주입하였을 때의 발광 사진이다.
- [0064] 도 6c는 도 6a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3×3 어레이에 150 μ A 전류를 주입하였을 때의 발광 사진이다.
- [0065] 도 6d는 도 6a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3×3 어레이에 200 μ A 전류를 주입하였을 때의 발광 사진이다.
- [0066] 도 6e는 도 6a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 3×3 어레이에 250 μ A 전류를 주입하였을 때의 발광 사진이다.
- [0067] 도 7a 내지 도 7d는, 도 5a에 도시된 반도체 레이저 다이오드에 20 μ A의 전류를 주입하였을 때, 측정 높이가 0, 30, 60, 90 μ m일 때의 광 강도(optical intensity) 분포를 나타낸 것이다.
- [0068] 도 8a 내지 도 8d는 도 6a에 도시된 반도체 레이저 다이오드에 25 μ A의 전류를 주입하였을 때, 측정 높이가 0, 30, 60, 90 μ m일 때의 광 강도(optical intensity) 분포를 나타낸 것이다.
- [0069] 도 9a는 본 발명에 따른 반도체 레이저 다이오드와의 비교예로서 요철 패턴이 없는 반도체 레이저 다이오드의 발광 사진이다.
- [0070] 도 9b는 도 9a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 빔 직경에 따른 빔 파워를 도시한 것이다.
- [0071] 도 10a는 도 5a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 발광 사진이다.
- [0072] 도 10b는 도 10a에 도시된 반도체 레이저 다이오드의 빔 직경에 따른 빔 파워를 도시한 것이다.
- [0073] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 프린터 헤드를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0074] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 화상 형성 장치를 개략적으로 도시한 것이다.
- [0075] <도면 중 주요 부분에 대한 설명>
- [0076] 10...n 전극, 12...기관
- [0077] 14...버퍼층, 16...n형 분산 브레그 반사기
- [0078] 17, 19...스페이스층, 18...활성층
- [0079] 20...p형 분산 브레그 반사기, 26...p 전극
- [0080] 50, 60...반도체 레이저 다이오드, 51, 61...요철 패턴
- [0081] 110...광원 유닛, 111...반도체 레이저 다이오드
- [0082] 151, 152, 153, 154...프린터 헤드, 171, 172, 173, 174...감광 매체
- [0083] 181, 182, 183, 184...현상 유닛, 210...전사 유닛

도면

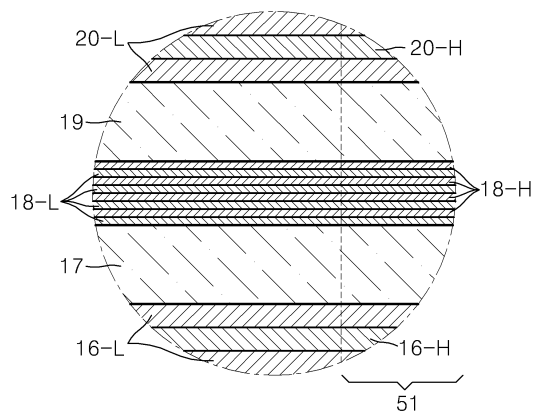
도면1



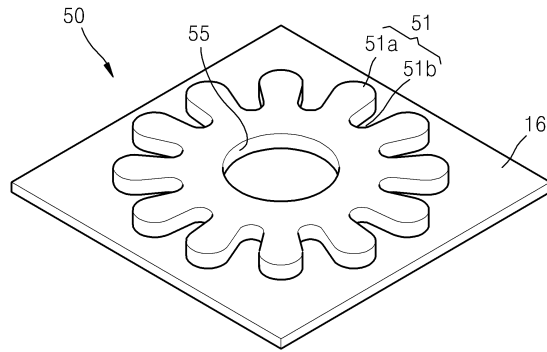
도면2a



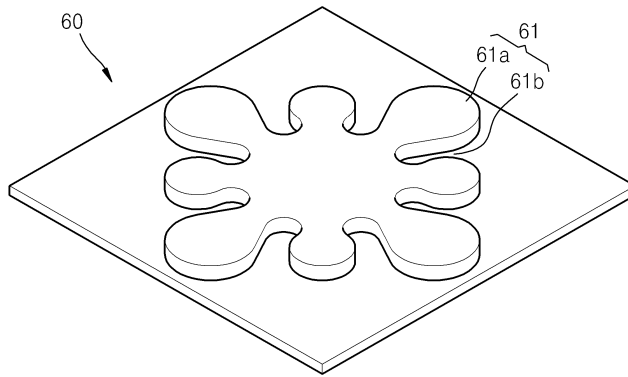
도면2b



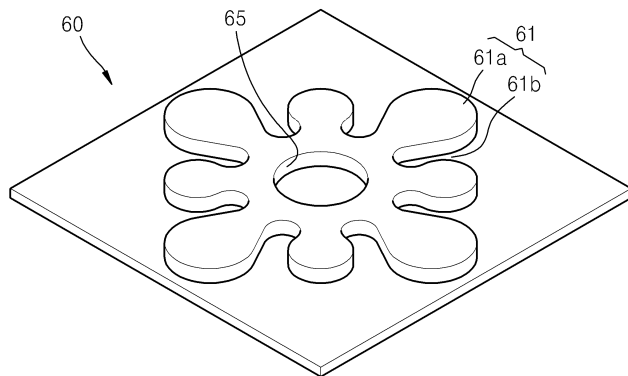
도면3



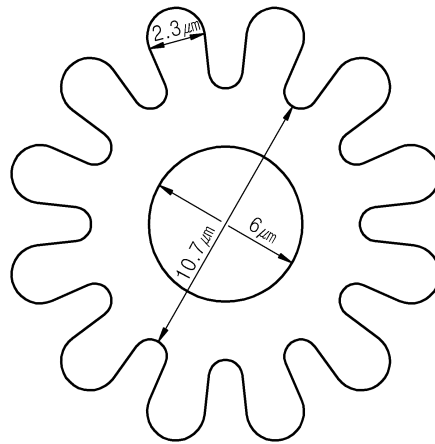
도면4a



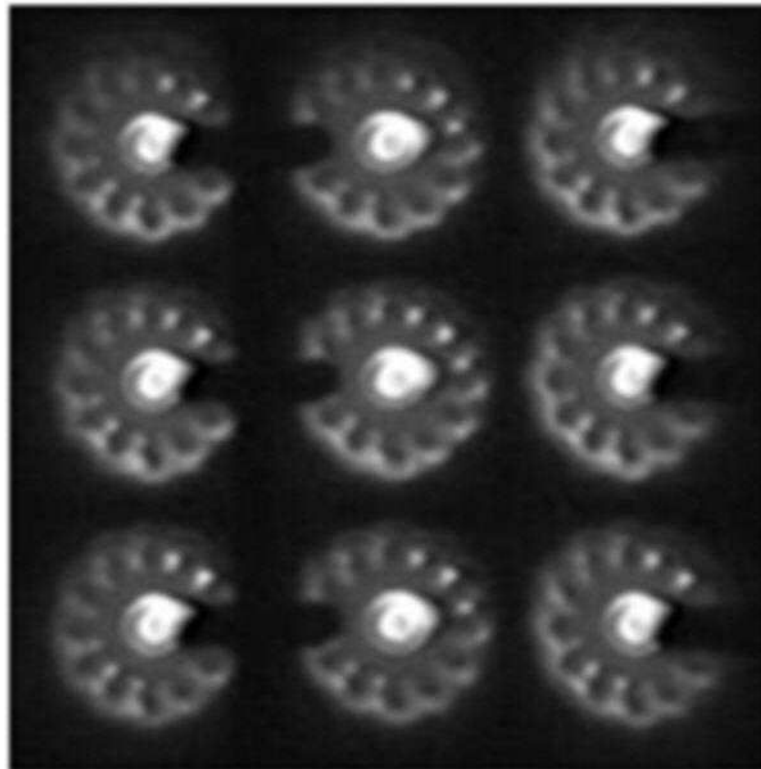
도면4b



도면5a

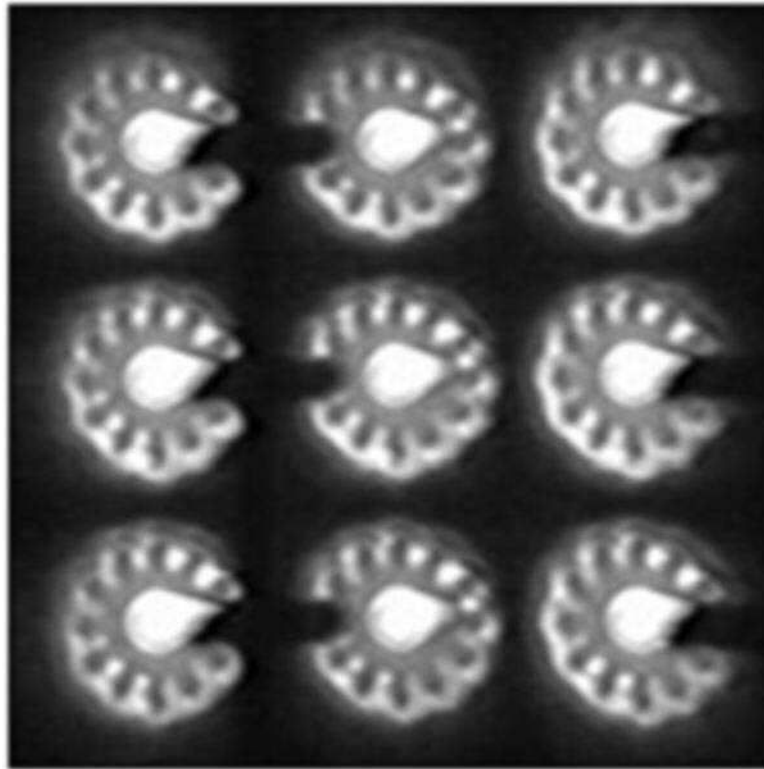


도면5b



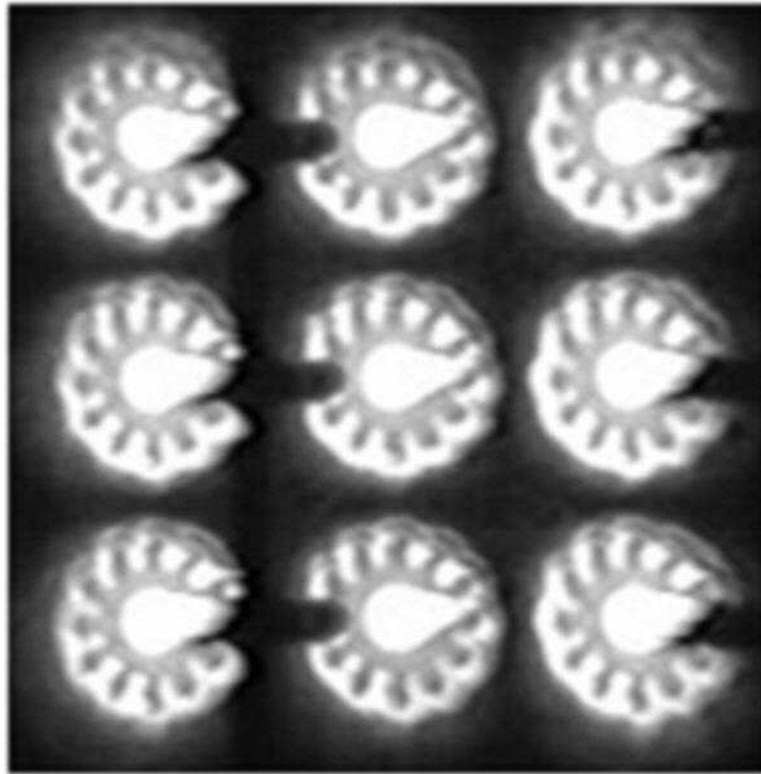
$I = 100\ \mu\text{A}$

도면5c



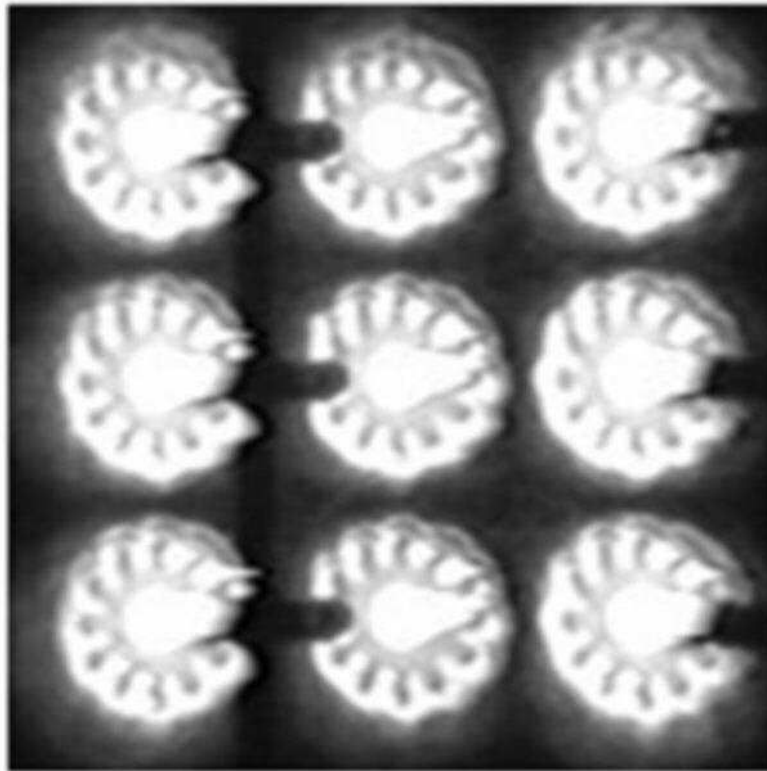
$I = 150 \mu A$

도면5d



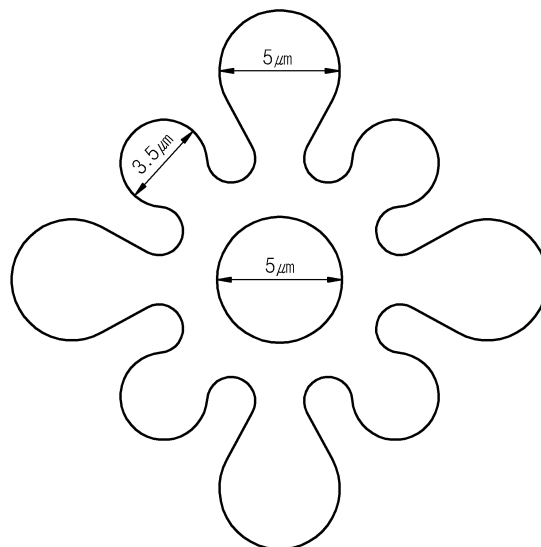
$I = 200 \mu A$

도면5e

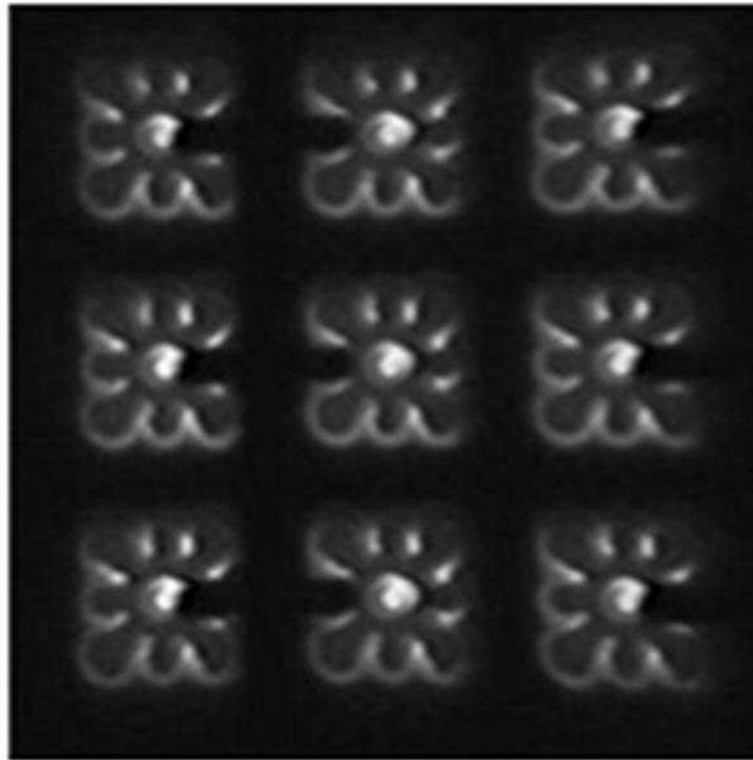


I = 250 μ A

도면6a

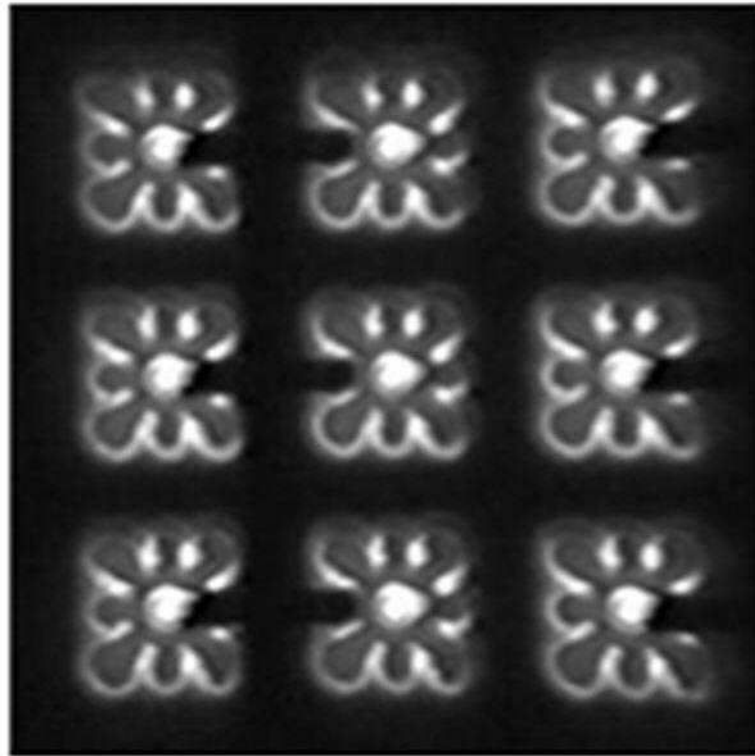


도면6b



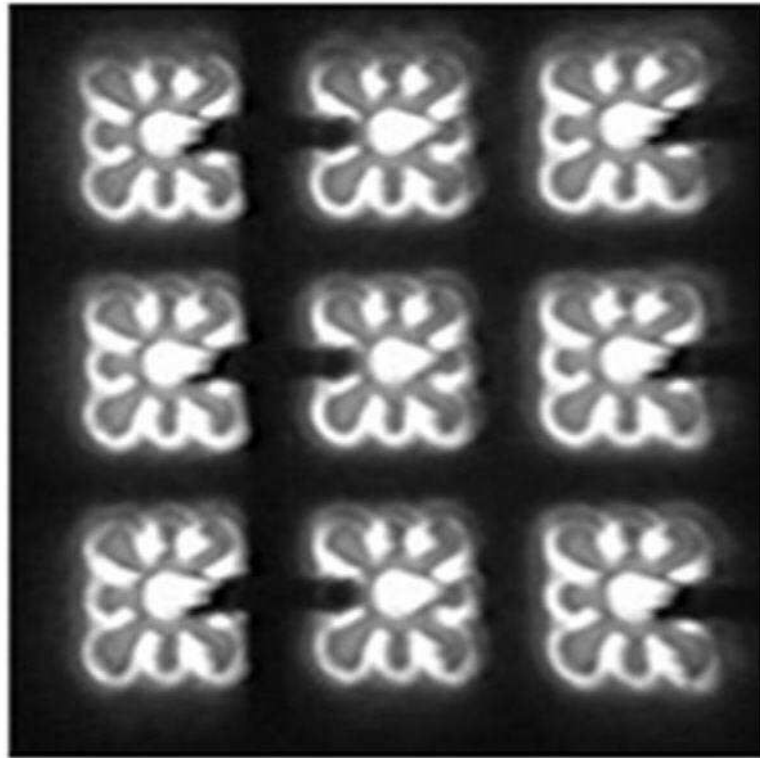
$I = 100 \mu A$

도면6c



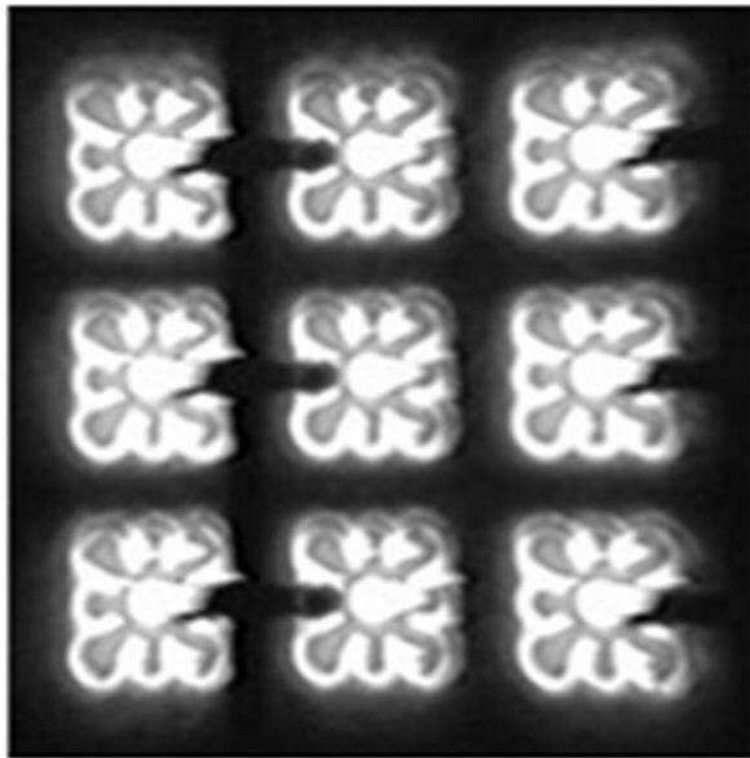
I= 150 μ A

도면6d



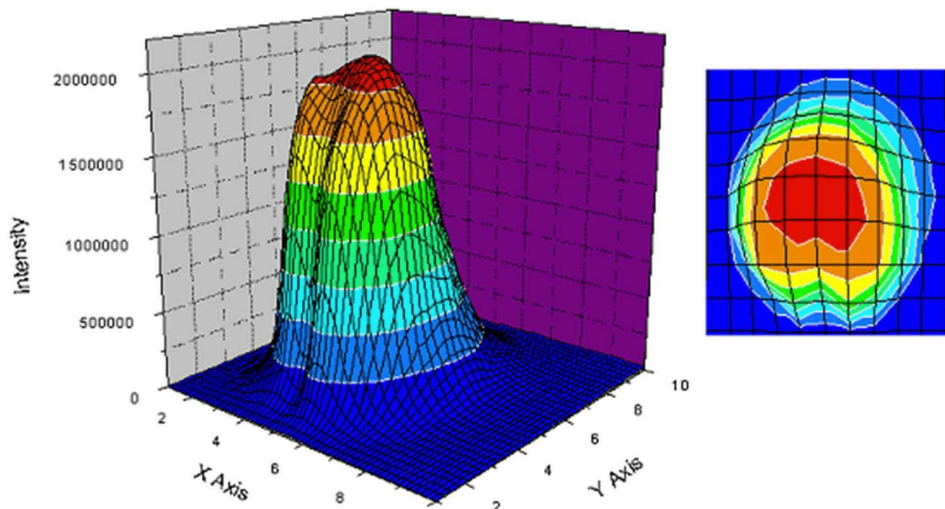
$I = 200 \mu A$

도면6e

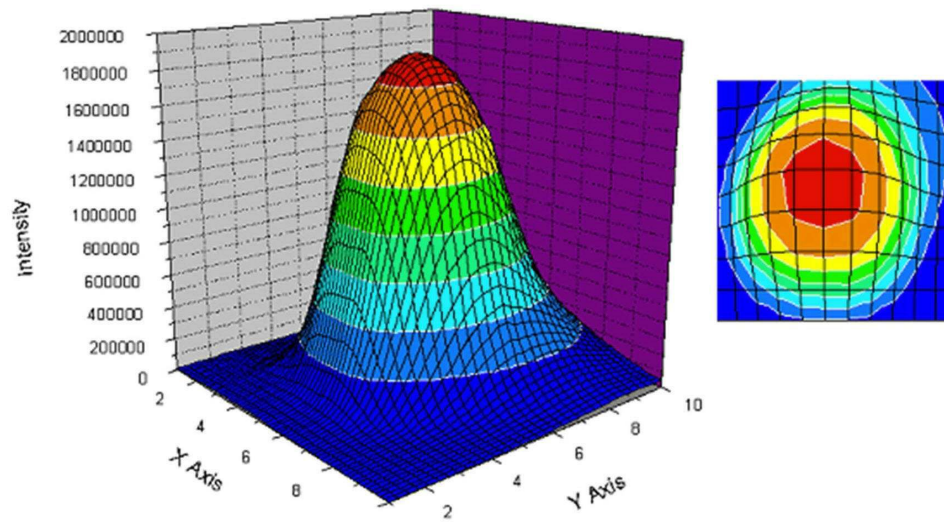


I = 250 μ A

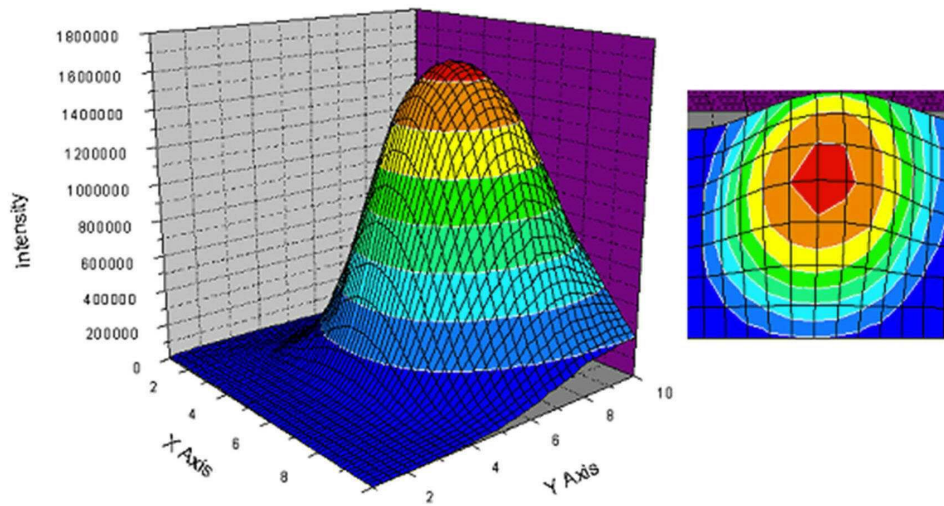
도면7a



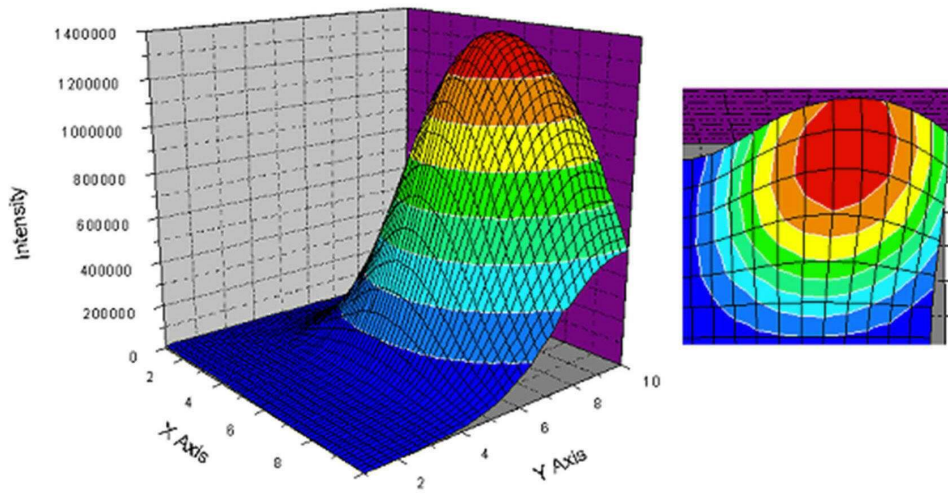
도면7b



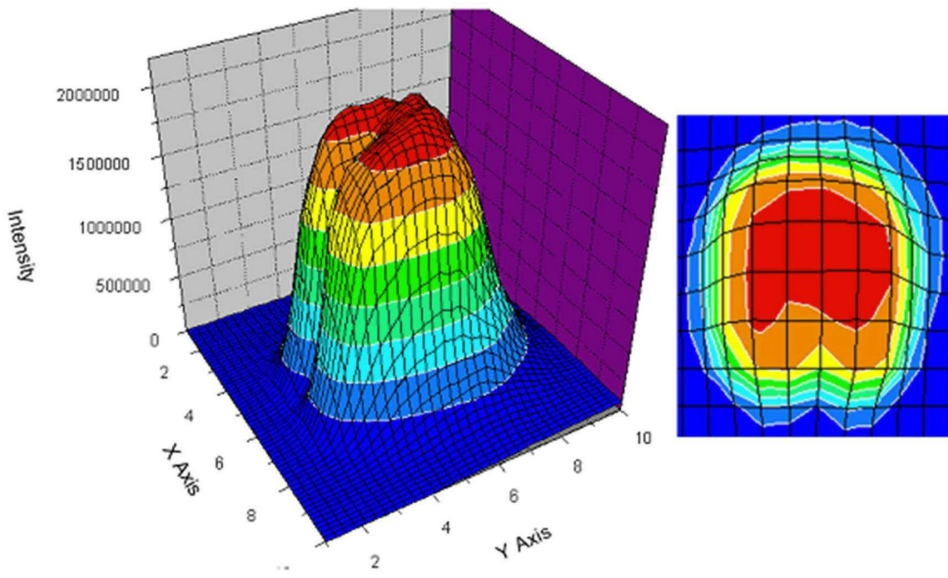
도면8a



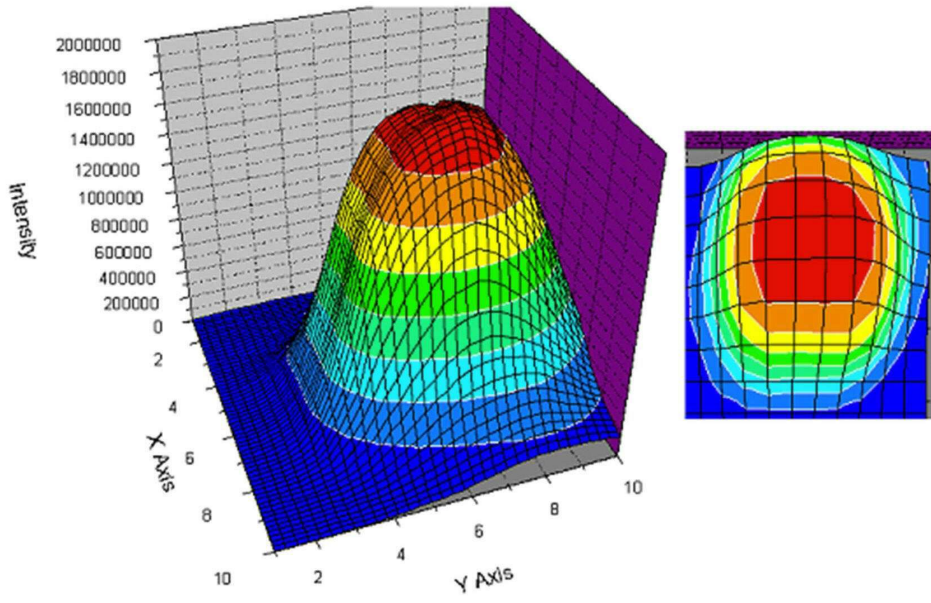
도면8b



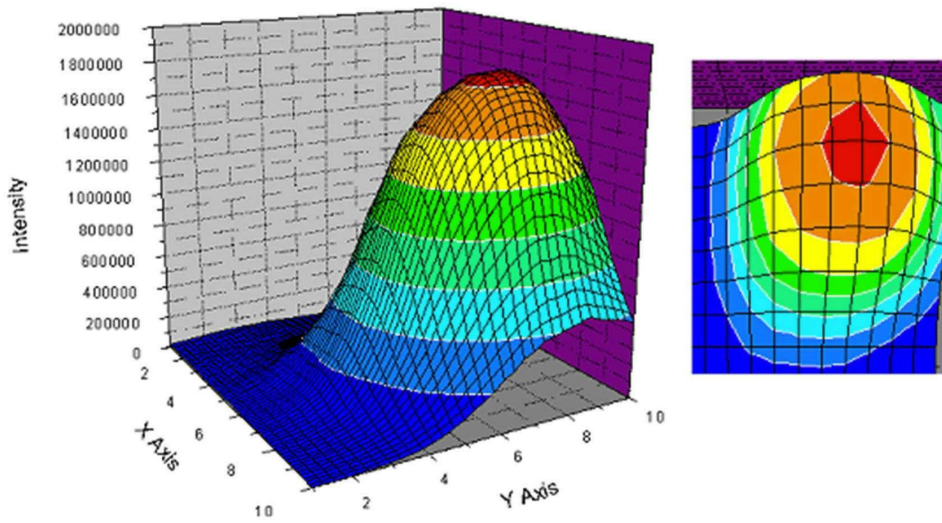
도면9a



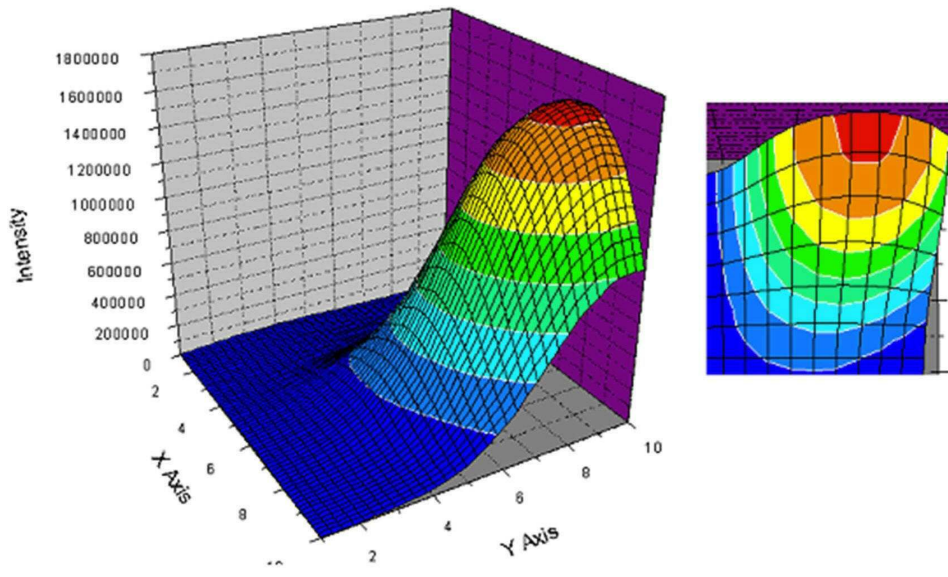
도면9b



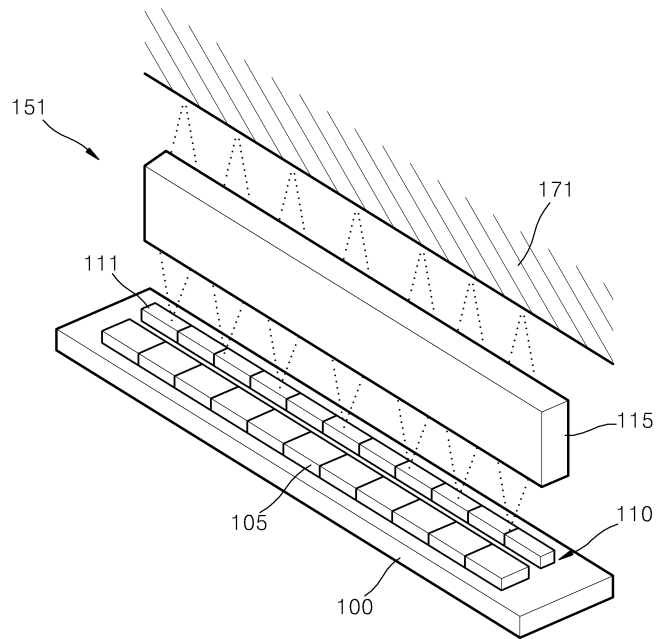
도면10a



도면10b



도면11



도면12

