(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。Int. Cl.
H01S 5/40 (2006.01)

(45) 공고일자 2006년03월27일
(11) 등록번호 10-0563865
(24) 등록일자 2006년03월17일

(21) 출원번호 10-1999-7012359
(22) 출원일자 1999년12월27일
번역문 제출일자 1999년12월27일
(86) 국제출원번호 PCT/GB1998/001775
국제출원일자 1998년06월17일

(65) 공개번호 10-2001-0014252
(43) 공개일자 2001년02월26일
(87) 국제공개번호 WO 1999/00881
국제공개일자 1999년01월07일

(81) 지정국 국내특허 : 중국, 영국, 일본, 대한민국, 미국,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투칼, 스웨덴, 핀란드, 사이프러스,

(30) 우선권주장 9713365.6 1997년06월25일 영국(GB)

(73) 특허권자 키네티큐 리미티드
영국 에스더블유1이 6피디 런던 버킹엄 게이트 85

(72) 발명자 알렌슨미첼배리
영국윅스더블유알143피에스말번스트리트앤드류스로드데라말번

아잉스테펀제랄드
영국윅스더블유알143피에스말번스트리트앤드류스로드데라말번

위트데이비드로버트
영국윅스더블유알143피에스말번스트리트앤드류스로드데라말번

(74) 대리인 정상구
이병호
신현문
이범래

심사관 : 박준영

(54) 발광 장치 및 트랜지스터

요약

전자들의 입력 전류로부터 적어도 하나의 출력 방사 빔을 발생시키기 위한 발광 장치는 광자들로 입력 전류의 전자들을 변환하기 위해 적어도 2개의 p-n접합 장치들을 포함하는데, 상기 p-n접합 장치들은 발광 장치의 입력 임피던스가 p-n접합 장치들의 개별적인 임피던스의 합과 거의 같도록 직렬로 전기 접속된다. 그러므로 발광 장치의 양자 효율은 p-n접합 장치들의 개별적인 양자 효율들의 합과 거의 같다. 양호한 실시예에서, 발광 장치는 발광 장치의 입력 임피던스가 부가적인 회

로소자 또는 임피던스 정합 소자들을 필요로하지 않는 50Ω과 같도록 직렬로 접속된 다수의 p-n접합 장치들을 포함한다. 그러므로 장치는 개별적인 p-n접합들의 변조 주파수 제한에 의해 제한된, 광 주파수 대역 이상의 50Ω 임피던스를 가질 수도 있다. 통상적으로, p-n접합들은 AlGaAs, AlGaInP, AlGaInAs 또는 AlGaInAsP 레이저 다이오드 장치들일 수도 있다. 본 발명은 또한 광 결합 바이폴라 트랜지스터 장치에 관한 것이다.

대표도

도 6a

색인어

광 검출기, 광 중계기, 발광 장치, 발광 수단, 레이저 다이오드

명세서

기술분야

본 발명은 광대역 변조 주파수들에서 강화된 양자 효율로서 동작 가능한 레이저 장치에 관한 것이다. 특히, 이것은 복소수 임피던스 정합을 필요로 하지 않고 고정 임피던스(50Ω) 마이크로 웨이브 회로에서 얻을 수 있다. 본 발명은 또한 역시 복소수 임피던스 정합을 필요로 하지 않고, 광대역 주파수들에서 전류 이득을 전달하는 것이 가능한 트랜지스터형 장치에 관한 것이다. 본 발명은 광섬유 통신과 전송의 분야와, 전류 이득을 가져오는 광대역 특성과 능력에 의해 RF 애플리케이션에서 장점들을 가진다.

배경기술

종래의 공통 베이스 바이폴라 트랜지스터의 동작은 예를 들면 *W.Shockley,Bell Syst, Technology, J.28, 435,1949*에 공지되어 있다. 이 트랜지스터의 중대한 특성은 얇은(베이스) 반도체층을 가로지르는 소수 캐리어 확산에 의해 저 임피던스 입력(베이스/에미터) 회로로부터 고 임피던스 출력(베이스/컬렉터) 회로로 전류가 흐르는 것이다. 그러므로 이 역 바이어스 컬렉터 출력은 상대적으로 고 임피던스 부하 레지스터로 전류를 전달할 수 있다.

이는 광 트랜지스터의 빔(BOLT)[*R.Rediker et al., Proc, IEEE 51,218,1963*]을 사용하기 위해 제안되었던 것이며, 전류의 전송은 장치의 "베이스" 층을 가로질러 전송되기 전에 소수 캐리어들을 광자들로 변환하고, 이후 출력에서 광자들이 전류로 재변환함으로써 달성된다. 그러나, 광 전송은 이러한 장치들에서 효과적으로 달성될 수 없으며 전류 손실들이 항상 발생되어 전류 이득은 얻을 수 없다.

통상적인 마이크로 웨이브 기술에서, 고주파수들에서 마이크로 웨이브 전력을 증가시키기 위해, 몇몇의 개별적인 트랜지스터가 전류 이득을 얻기위하여 병렬로 접속될 수 있다. 이런 작은 장치들은 높은 동작 속도를 갖지만, 병렬 배치의 저항은 작다. 마이크로 웨이브 회로에서, 대다수의 마이크로 웨이브 발생, 전송, 수신 및 케이블 하드웨어가 50Ω 임피던스일 경우, 이 장치들의 저 임피던스를 광역 주파수 범위에 대해 50Ω의 하드웨어로 정합시키는 것은 어렵다. 통상적인 전자 트랜지스터들은 3개의 단말 장치들을 가지며, 그들은 단지 병렬로 결합될 수 있다. 이것은 온도 관리의 가능성들을 제한한다.

전기 트랜지스터들과 연관된 다른 문제는 생성된 변위 전류들이 트랜지스터의 동작 속도를 제한하는 것이다. 또한, 입력 회로 및 출력 회로가 결합될 때, 출력 회로로부터 입력 회로까지 피드백에 의해 문제가 발생할 수 있다.

본 발명의 트랜지스터는 공지된 전자 및 광 트랜지스터 장치들의 문제들을 극복한다. 또한 그 특성들과 설계는 광섬유 통신 및 위상 어레이 레이다들과 같은 전자 시스템들의 무선 주파수의 광 분배, 마이크로 웨이브, mm 웨이브 및 디지털 신호들의 애플리케이션에 적당하게 만든다. 광 섬유 링크들의 분야에서, 종래의 반도체 레이저들이 일반적으로 사용된다. 직접 변조, 광대역, 고속 광섬유 링크들을 달성하기 위한 현재의 기술은 디지털 통신 시스템들에서 주로 개발되었다. 통상적으로, 이 광섬유 링크들은 입력 신호에 대한 레이저의 응답 가능성으로 세팅된 약 10GHz의 상한 주파수에서 동작한다. 그러나, 종래의 광대역 광섬유 링크들은 만일 전자 또는 광 증폭기들 중 하나가 신호 경로에 포함되지 않는다면 신호 이득을 전달할 수 없다. 또한, 마이크로 웨이브 회로들과 같은, 고정 임피던스 환경들에서 사용하기 위한, 상대적 협대역 임피던스 전송은 신호 손실을 최소로 하기 위해 저 임피던스 레이저와 정합될 필요가 있다.

본 발명은 어떠한 임피던스 전송도 필요로하지 않는 종래의 레이저들과 연관된 좁은 대역폭 제한을 극복한다. 레이저는 또한 DC 로부터 통상적으로 30GHz에 이르기까지, 변조 주파수들의 대역을 가로지르는 전류 이득을 제공하기 위해 트랜지스터 장치에 사용된다. 본 설명의 목적을 위해, 주파수에 대한 참조들은 레이저의 발광 주파수보다도 일반적인 변조 주파수로 될 것이다. 그러므로 이 장치는 종래의 트랜지스터들이 50Ω 마이크로 웨이브 회로에서 사용될 때 마주치는 임피던스 변형 문제들을 극복한다. 레이저는 또한 종래의 레이저들은 전달할 수 없는, 포토 다이오드를 갖는 조합에서 AC 와 DC 신호 이득을 모두 제공할 수 있다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 한 면에 따라서, 입력 임피던스와 장치 양자 효율을 가지며, 전자들의 입력 전류로부터 둘 이상의 출력 방사 빔들을 발생시키기 위한, 발광 장치가 제공되고, 상기 발광 장치는,

전자들의 입력 전류를 출력 방사 빔으로 변환하기 위한 적어도 2개의 발광 수단으로서, 발광 수단의 각각은 각각의 광학적 도파관을 갖고 임피던스와 개별적인 양자 효율을 갖는 상기 발광 수단을 포함하며,

삭제

상기 발광 수단은
i) 발광 장치의 입력 임피던스가 발광 수단의 임피던스들의 합과 거의 같고 장치의 양자 효율이 발광 수단의 개별적인 양자 효율들의 합과 거의 같도록 직렬로 전기적으로 접속되며,
ii) 발광 수단이 공통 광 도파관을 공유하지 않도록 광학적으로 배열된다.

발광 수단이 병렬 접속 중 임의의 하나의 접속 또는 직병렬 접속 중 임의의 하나로 전기적으로 접속될 수 있다.

본 발명의 바람직한 실시예에서, 발광 수단은 발광 장치의 입력 임피던스가 추가적인 회로 또는 임피던스 정합 소자들없이 거의 50Ω과 같도록 전기적으로 접속될 수 있다.

변조 주파수 제한을 갖는, 발광 수단에서, 상기 발광 수단의 입력 임피던스는 실질적으로 DC 로부터 각 발광 수단의 변조 주파수 제한까지의 주파수 범위간의 50Ω과 거의 같다.

발광 수단은, 예를 들면 레이저 다이오드들 또는 발광 다이오드들의, p-n 접합들일 수 있다. 통상적으로, 레이저 다이오드 장치들은 AlGaAs, AlGaInP, AlGaInAs 또는 AlGaInAsP 레이저 다이오드 장치들 중 임의의 하나일 수 있다. p-n 접합들은 반사 코팅으로 코팅된 단부 면을 가진다.

본 발명의 또 다른면에 따라서, 출력 전기 신호를 발생시키기 위한 광 결합 트랜지스터를 제공하고, 상기 트랜지스터는,

상술한 바와 같이 적어도 2개의 출력 방사빔들을 방출하기 위한 발광 장치, 및

발광 장치로부터 방사 출력 빔들을 검출하고 출력 전기 전류로 출력 방사 빔들을 변환하기 위한 적어도 하나의 광 검출기(photodetector)를 포함하며,
상기 발광 장치와 적어도 하나의 광 검출기가 적어도 하나의 광 검출기로부터 발광 장치까지 전기적으로 피드백되지 않도록 배열된다.

광 결합 트랜지스터의 한 실시예에서, 하나 이상의 광 검출기들은 포토 다이오드 장치일 수도 있다.

예를 들어, 광 결합 트랜지스터가 적어도 2개의 광 검출기들을 포함할 수 있으며, 상기 광 검출기들은 직렬 결합, 병렬 결합 또는 직병렬 결합 중 임의의 하나에서 접속된다.

광 결합 트랜지스터는 하나 이상의 광 검출기들에 출력 방사빔들을 전송하기 위해 또한 하나 이상의 광섬유들을 포함할 수도 있다.

본 발명의 또 다른 면에 따라서, 광 섬유 링크는 입력 단부 면과 출력 단부 면을 갖는 하나 이상의 광 섬유들을 포함하며, 또한 상술한 바와 같이, 발광 장치를 포함하는데, 상기 발광 장치는 발광 장치로부터 방사 출력의 빔들이 하나 이상의 광 섬유들로 입력되도록 하나 이상의 광 섬유들의 입력 단부 면에 놓이게 된다.

본 발명의 또 다른 면에 따라서, 출력 채널들로 입력 신호를 분배하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은,

(i) 적어도 2개의 발광 수단을 포함하는, 상술한 바와 같은 발광 장치로부터 둘 이상의 방사 빔들을 출력하는 단계와,

(ii) 출력 채널로 둘 이상의 출력 방사 빔들을 입력하는 단계를 포함한다.

삭제

본 발명의 또 다른 면에 따라서, 다수의 출력 채널들로 입력 신호를 분배하기 위한 방법이 제공되며, 상기 방법은,
(i) 적어도 2개의 발광 수단을 포함하는, 상술한 바와 같은 발광 장치로부터 둘 이상의 방사 빔들을 출력하는 단계와,
(ii) 출력 채널들 중 다른 하나로 둘 이상의 출력 방사 빔들의 각각을 입력하는 단계를 포함한다.

본 발명의 또 다른 면에 따라서, 광 입력 신호를 수신하고 하나 이상의 광 출력 신호들을 발생시키기 위한 광 중계기(repeater)는,

광 입력 신호를 수신하고 전기 신호로 광 입력 신호를 변환하기 위한 광 검출기와

상기 전기 신호를 수신하고 하나 이상의 광 신호들을 출력하기 위한 상술한 바와 같은 발광 장치를 포함한다.

바람직한 실시예에서, 광 중계기는 또한 광 검출기로부터 전기 신호 출력을 증폭하기 위한 증폭 수단을 포함한다.

본 발명은 다음의 도면들을 참조하여 상세히 설명될 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 레이저 장치의 에피택셜층의 구조를 도시한 도면.

도 2는 도 1에 도시된 장치의 통상적인 크기를 도시한 도면.

도 3은 도 1에 도시된 레이저 장치의 3차원 도면을 도시한 도면.

도 4는 본 발명에 사용될 수도 있는 AlGaAs 레이저 다이오드에 대응하는 전기 회로를 도시한 도면.

도 5는 종래의 공통 베이스 전자 트랜지스터의 다이아그램을 도시한 도면.

도 6a와 6b는 도 1에 도시된 레이저 장치를 포함하는 광 결합 트랜지스터(OCT)의 개략도들을 도시한 도면.

도 7은 10개의 소자 레이저 장치를 포함하는 광 결합 트랜지스터의 전류 전송 결과들을 도시한 도면.

도 8은 10개의 소자 레이저 장치를 포함하는 광 결합 트랜지스터의 주파수 응답을 도시한 도면.

도 9는 도 1에 도시된 발광 장치를 포함하는 광 중계기의 다이아그램을 도시한 도면.

실시예

도 1 을 참조하면, 본 발명의 한 예에서, 레이저 장치(1)는 어레이에 다수의 분리된 p-i-n 레이저 다이오드 소자들(2a, 2b)을 포함한다. 단지 2개의 레이저 다이오드들이 도에 도시되어 있지만, 실제로 더 많은 수의 레이저 다이오드들이 장치에 포함될 수 있다. 예를 들면, 각각의 개별적인 레이저 다이오드(2a, 2b)는 적당히 도핑된 상부 클래딩 층(4;cladding layer) 상에 높게 도핑되고 저 저항인 p 타입 GaAs 의 상부층(3)을 포함하는 AlGaAs p-i-n 레이저 다이오드일 수 있다. 이는 하

부 클래딩 층(6)상에 형성되고, 도핑되지 않은, 도파관 층(5)상에 형성되는데, 도파관 층(5)은 상부 또는 하부 클래딩 층들(4, 6)보다 더 낮은 밴드 갭을 갖는다. 도파관 층(5)내부에는 광 이득을 제공하는 2개의 10nm GaAs 양자 우물들(도시되지 않음)이 삽입된다. 상부와 하부 클래딩 층들(4,6)의 조합은 도핑되지 않은 도파관 층(5)에 광자들과 캐리어들 모두를 한정하는 이중 헤테로접합 장벽 층을 형성한다.

통상적으로, 층(3)은 p 타입 GaAs(통상적인 두께 0.1㎛, 통상적인 도핑 농도 $5\times10^{19}㎝^{-3}$)이며, 상부 클래딩 층(4)은 AlGaAs(40%; 통상적인 두께 1.5㎛, 통상적인 도핑 농도 $5\times10^{17}㎝^{-3}$)일 수 있고 하부 클래딩 층(6)은 n 타입 AlGaAs (40%; 통상적인 두께 1.5㎛, 통상적인 도핑 농도 $5\times10^{17}㎝^{-3}$)일 수 있다. 도파관 층(5)은 통상적으로 도핑되지 않은 AlGaAs(20%; 통상적인 두께 0.23㎛)일 수 있다.

각 레이저 소자(2a, 2b)의 클래딩 층(6)은 레이저 다이오드(2a, 2b)에 저 저항 GaAs 접촉을 형성하는 높게 도핑된 n 타입 층(7)상에 위치한다. 통상적으로, 이 클래딩 층(7)은 0.5 와 1.0㎛사이의 두께와 $2\times10^{18}㎝^{-3}$의 도핑 농도를 갖는 GaAs층일 수 있다. 퍼센트는 층들의 Al 퍼센트를 나타낸다. 각각의 레이저 다이오드(2a, 2b)는, 예를 들어 폴리이미드인, 메사(mesa)를 덮는 절연층 및 그를 덮는 플레이티드 전기 층(9)을 가진다. p 타입층(3)은 접합(10)에서 플레이티드 전기 층(9)과 접촉하며 n 타입 층(7)은 접합(11)에서 플레이티드 전기 층(9)과 접촉한다. 레이저 어레이(1)는 종래의 당업자에게 공지된 집적 광학 기술 테크닉을 사용하여 구성될 수 있다. 과도한 RF 잡음없이 동작하는 각각이 레이저 소자(2a, 2b)의 경우, 광 도파관의 동작은 단일 모드이어야 한다. 단일 모드 광 도파관 동작을 하는 레이저의 통상적인 크기들이 도 2에 도시되어 있다. 이 예에서, 소위 "리지(ridge)" 도파관(즉, 층(3)과 4의 상부 영역)는 3.5㎛의 폭을 가지며, 레이징할 때 단지 한 모드만을 유지할 것이다. 리지는 통상적으로 25㎛의 폭을 갖는 메사(층들(5,6)과 4의 하부 영역)상에 유지된다. 이 리지는 유지된 광 모드가 메사의 에지들에 영향을 받지 않을 만큼 충분히 넓어야 하며, 그렇지 않을 경우 또한 보다 높은 모드들을 유지할 것이다. 통상적으로, 층(7)은 약 50㎛로, 단지 한쪽면상에 메사의 폭을 넘어 확장된다. 단일 모드 레이저들이 고주파수 동작을 필요로 하더라도, 모드 잡음에 의해, 보다 낮은 주파수들의 다중 모드 레이저들 또는 발광 다이오드들은 장치(1)에 사용될 것이다.

각각의 개별적인 층에 대한 저 저항 GaAs접촉을 형성하는 높게 도핑된 n 타입 층(7)은 각각의 레이저 소자(2a, 2b)의 한 쪽면상에서 완전히 제거되므로, 이는 각각의 레이저가 반절연 GaAs 기판층(7)에 의해 그의 근접면과 전기적으로 격리되게 된다. 레이저 다이오드들(2a, 2b)은 금속 층(9)에 의해 직렬로 접속된다.

도 1 로 돌아가보면, 직렬인 제 1 레이저(2a)상에, 상부층(3)을 통하여 주입된, 전류(I_e)는 진성 영역(5) 내부의 양자 우물들로부터 빛을 방출하면서 p-i-n 접합(각각 층들(4, 5 및 6))을 통해 아래로 흐른다. 이 후, 전류는 기저층(7)을 통하여 제 1 레이저(2a)에 남게 되고, 플레이티드 전기 층(9)에 의해 직렬로 다음 소자의 메사 위를 통과한다. 전류는 상부층(3)을 통하여 다음 레이저 소자(2b)로 주입되고 상술한 바와 같이, 이 p-i-n 접합을 통하여 아래로 흐른다. 도 3 은 분리된 레이저들(2개의 레이저들(2a, 2b)이 도에 도시됨)의 어레이 부분의 3차원 도면을 도시하며, 레이저 소자들(2a, 2b)은 직렬로 접속된다. 도는 또한 접합(10), p 타입 접촉과 접합(11), n 타입 접촉을 도시한다. 각각의 레이저는 어레이에서 제 1 및 마지막 레이저들을 제외한 어느 한쪽면에서 근접면과 함께 접촉 층(9)을 공유하는데, 공유하지 않은 접촉들은 전체 어레이의 입력 및 출력 접촉들로 작용한다.

도 1 에 도시된 레이저 장치(1)는 고속에서 동작할 수 있는 장치의 통합 버젼의 예이다. 실제로, 소자들은 임의의 발광 p-n 접합 장치일 수 있다. 발광 다이오드들(LED)이 또한 아주 적당하다. 본 명세서의 목적을 위해, p-n 접합이라는 용어는 p 타입과 n 타입 성분들을 갖는 임의의 다양한 반도체 장치 구조를 포함하며, p-i-n 접합을 포함한다. 예를 들어 AlGaAs, AlGaInAs, AlGaInP 및 AlGaInAsP 장치들을 포함하는 레이저들이 사용될 수 있다.

도 1 에 도시된 레이저 장치(1)는 단일칩에 구성될 수 있는 집적 장치이다. 도 1 에 도시된 집적 장치(1)의 중요한 특징은 각각의 레이저 다이오드(2a, 2b)가 직렬로 레이저 다이오드들(2a, 2b)에 접속하는 플레이티드 금속 층(9) 사이에 단지 전기 접속을 갖는 절연 기판상에 위치한다는 것이다. 그러나, 본 발명은 집적 장치들을 제한하는 것으로 의도되지 않으며, 회로에 직렬로 접속된 일련의 분리된 성분들의 형태를 또한 취할 수 있다. 그러나, 집적 장치는 회로 구현보다 고속으로 동작한다는 장점을 가진다.

레이저 장치(1)의 기능적인 이점의 열쇠는 어레이의 외부의 증가하는 양자 효율이 단일 레이저의 효율보다 크다는 것이다. 레이저의 외부의 증가하는 양자 효율(η_{LD})은 통상적으로 전자 당 광자들로 측정되며 이는 레이저 효율의 중요한 측정이다. 본 발명의 목적을 위해, "양자 효율"이라는 용어는 평균적인 외부의 증가하는 양자 효율을 취한다. 레이저 장치(1)의 네트

양자 효율은 각각의 소자의 모든 개별적인 효율들의 합이다. 이는 100% 이상의 양자 효율로 동작하는 장치를 허용한다. 이는 트랜지스터의 동작과 이 효율이 모든 전류 또는 신호 전송 효율을 결정하는 광 섬유 신호 분배에 중요한 장점을 갖는다.

레이저 장치(1)의 또 다른 장점은 임피던스가 추가 회로 또는 정합 소자들을 필요로하지 않는, 마이크로 웨이브 회로의 50Ω의 고정된 임피던스에 쉽게 정합된다는 것이다. 그러나, 바이어싱 네트워크는 발광 장치(1)가 레이저 임계 전류를 넘어 바이어스될 수 있게 하기 위해 요구된다. 적당한 바이어싱 네트워크의 상세한 설명들은 종래의 당업자에 공지되어 있으며, 본 명세서에서는 자세히 설명하지 않는다. 임피던스 특성은 단일 레이저 다이오드의 입력 임피던스를 고려함으로써 이해될 수 있다. 예를 들어, 도 4는 순방향 바이어스되고, 단면이며, 계단 p-n 접합용 등가 회로를 도시한다. 도시된 회로는 R_s가 기생 직렬 저항을 나타내며, r_e가 동적 접합 저항을 나타내고, C_j가 공핍 용량을 나타내며, C_d가 확산 용량을 나타내는, 통상적인 AlGaAs 레이저 다이오드 장치와 대략적으로 동일하다. p-n 접합의 동작은 종래의 당업자에 공지되어 있고 위에서 참조된 용어들과 그에 의해 정의된 원래의 양들은 당업자에 의해 이해될 것이다.

도 4 에 도시된 등가 회로를 가지며, 약 $10^{-5}cm^2$의 접합 영역으로 약 1×10^4 Acm^{-2}의 전류 밀도를 갖는, AlGaAs 레이저 다이오드 장치에서, 양의 값 R_s는 통상적으로 5Ω이다. 동적 접합 저항(r_e)는 다음으로 주어진다.

수학식 1

$$\frac{kT}{qI}=\frac{25mV}{I}$$

여기에서 I는 전류이며 q는 전하이다. 그러므로 100mA의 전류는 0.25Ω의 동적 접합 저항(r_e)을 준다. 공핍 용량(C_j;$1\times10^4Acm^{-2}$의 순방향 바이어스)은 통상적으로 약 5pF이다. 확산 용량(C_d)은 10GHz의 주파수에서 5×10^{-3}Ω의 영역에서 임피던스를 가진다.

도 4 에 도시된 회로는 따라서 대략 20GHz 이하의 모든 주파수들에서 단순한 5Ω의 저항처럼 동작한다. 이 저항(R_s)은 기생적이며 동적 접합 저항(r_e)값의 적어도 10배이다. 그러므로 10개의 레이저 소자들이 도 1 에 도시된 레이저 장치(1)에 포함되는 경우, 이는 50Ω의 입력 임피던스를 준다. 또한, 장치는 단일 장치의 양자 효율보다 10배의 양자 효율을 가지며 만일 기생 저항(R_s)이 더 감소된다면(즉,약 5Ω이하), 50Ω의 임피던스를 유지하면서, 더 많은 에미터들을 포함함으로써 보다 큰 양자 효율들을 얻을 수 있다.

대안적으로 50Ω의 임피던스를 달성하기 위한 단순한 직렬 접속들에서, 레이저들은 직렬 및 병렬 조합들로 결합될 수 있다. 예를 들면, 레이저들이 10Ω의 직렬 저항을 갖는 경우, 단순한 직렬 조합은 5개의 레이저들을 구성할 것이다. 대안적으로, 2개의 레이저들은 5Ω의 임피던스를 주는 병렬로 접속될 수 있는데, 이 때 각각의 병렬 조합은 50Ω의 최종 임피던스를 주기 위해 직렬로 접속된다.

본 발명의 또 다른 면에 따라서, 장치는 또한 종래의 트랜지스터 장치들의 소수 캐리어들의 전송보다 광자들의 광 전송을 기초로 동작하는 트랜지스터형 장치를 제조하기 위해, 역방향 바이어스하에서 종래의 반도체 p-i-n 포토다이오드와 같은 광 검출기와 결합될 수 있다.

도 5 를 참조하면, 종래의 공통 베이스 전자 트랜지스터는 에미터(12;n타입 영역), 베이스(13;p타입 영역)와 컬렉터(14;n타입 영역)을 포함하는 n-p-n 접합을 통상적으로 포함한다. 입력 에미터(1)는 인가된 전압(15)에 의해 순방향으로 바이어스되며 컬렉터(3)의 출력은 인가된 전압(16)에 의해 역방향으로 바이어스된다. 전자들이 전자들의 미소 부분이 재조합으로 손실되며 작은 베이스 전류(I_b)를 생성하는 p 타입 베이스층(13)으로 보내진다. 베이스 전류는 $I_b=I_e-I_c$로 주어지며, I_e와 I_c는 도에 도시된 바와 같이, 베이스/에미터 입력 회로와 베이스/컬렉터 출력 회로에 각각 흐르는 전류들이다.

베이스/컬렉터 "출력" 회로는 또한 상대적으로 높은 임피던스를 갖는 부하 저항(17;R_L)을 포함한다. 베이스/에미터 "입력" 회로가 낮은 임피던스(DC 와 AC)이고 역 바이어스된 컬렉터의 출력이 상대적으로 높은 임피던스 부하 임피던스(R_L)로 전류를 전달할 수 있기 때문에, 트랜지스터는 전력 이득을 전달할 수 있다.

그러나, 마이크로 웨이브 생성, 전송, 수신 및 케이블 하드웨어와 같은 50Ω 임피던스 회로들의 트랜지스터에 의해 전달되는 전력 이득에 대해, 전류 이득을 필요로 한다. 또한, 도 1 에 도시된 바이폴라 트랜지스터는 작은 베이스 전류 때문에 컬렉터 전류가 항상 에미터 전류 이하이므로 임의의 전류 이득을 전달할 수 없다.

도 6a를 참조하면, 본 발명의 제 2 면은 도 1 에 도시된 레이저 장치를 포함하는, 전류 이득을 전달할 수 있는 트랜지스터(18)에 관한 것이다. 트랜지스터는 또한 광 검출기 또는 직렬,병렬 또는 직병렬 배치로 접속된 광 검출기들의 어레이를 포함한다. 트랜지스터는 광 결합 트랜지스터 장치, 또는 OCT 장치로 하기에서 설명될 것이다. OCT 장치는 집적 칩 모놀리식 광학 기술을 사용하여 구성될 수 있다.

OCT 장치(18)는 공통 "베이스" 접속(30)을 갖는 입력 회로(19;"베이스/에미터"회로)와 출력 회로(20;"베이스/켈렉터"회로)를 포함한다. 입력 회로(19)는 도 1 에 도시된 레이저 장치(1)를 포함한다. 도에서 레이저 장치(1)가 3개의 p-n접합들(21)을 포함하는 것이 도시된다. 상술한 바와 같이, 레이저 장치(1)는 p-n 타입구조(이미 설명된 바와 같은)를 갖는 임의의 개수의 반도체 장치들을 포함하며 회로에 접속되거나 칩에 집적된 장치들일 수 있다. 예를 들면, 접합들(21)은 전류를 광자들로 효율적으로 변환할 수 있는 레이저들 또는 발광 다이오드들(LEDs)일 수 있다. 또한, 3개의 접합들(21)이 도시되었지만, 실제로 장치는 50Ω의 총 임피던스가 주어지는, 직렬, 병렬 또는 직병렬로 접속된 보다 많은 접합들(21)을 포함할 수 있다.

입력 회로(19)는 또한 순방향으로 바이어스된 p-n접합들(21)의 전압원(22)을 포함한다. 출력 회로(20)는 전압원(24)에 의해 역 바이어스된, 따라서 입사 방사를 전류로 변환하는 포토다이오드의 역할을 하는 p-n접합(23)을 포함한다. 예를 들면, 컬렉터(23)는 실리콘 포토다이오드 검출기일 수 있다. 출력 회로(20)는 상대적으로 큰(예를 들면 50Ω) 출력 부하 저항(25;R_L)을 갖는다.

일련의 3개의 p-n 접합들(21)의 확대도가 도 6b에 도시되어 있다. 이 실시예에서, 각각의 접합(2)은 n 타입 영역(26)과 p 타입 영역(17)을 포함하며, 1개의 접합의 p 타입 영역(27)은 접합들이 직렬, 병렬, 직병렬로 접속되도록 근접 p-n 접합의 n 타입 영역(26)에 접속된다.

에미터 전류(I_e), 즉 입력 회로(19)에 흐르는 전류는 p-n 접합들(21)을 통과하며, 이들 각각은 입력 전류를 광자들(29)로 변환한다. 이 광자들(29)은 출력 회로(20)로 전송되며 광자들을 동일한 전류(I_c)로 재전환하는 포토다이오드(23;또는 포토다이오드들)에 의해 수집된다. 하나의 포토다이오드 검출기(23)만이 이 예에서 도시되지만, 실제로, 이 포토다이오드 검출기는 직렬, 병렬, 직병렬로 접속된 다수의 포토다이오드 검출기일 수 있다. 예를 들면, 레이저 장치(1)의 각각의 p-n 접합들(21)에 대해 하나의 포토다이오드 검출기를 갖는 것이 바람직할 수 있다. 다수의 포토다이오드 검출기들을 포함하는 OCT는 단일의, 큰 포토다이오드 장치를 포함하는 OCT 보다 고속으로 동작할 수 있다.

만일 광 변환 및 전송 함수 OCT 가 효율적이라면, 장치는 전류 이득을 전달할 수 있다. 단일 p-n 접합에 대한, 증가하는 전류 전송 효율(η_{CT})은 다음과 같다.

수학식 2

$$\eta_{CT} = \eta_{LD} \cdot \eta_{OP} \cdot \eta_{PD}$$

여기에서 η_{LD}는 발광 장치(21)의 외부의 증가하는 양자 효율(전자당 광자들)이며, η_{OP}는 발광 장치(21)와 역바이어스된 p-i-n 포토다이오드(23) 사이의 광 전송 효율이고 η_{PD}는 포토다이오드(23)의 변환 효율(광자당 전자들)이다. 예를 들면, 각각의 p-n 접합이 50%의 양자 효율(η_{LD})을 갖고, 광 전송 효율과 포토다이오드 효율이 모두 100%인 경우, 3개의 접합 OCT 장치(18)는 $3\eta_{CT}\Delta I_e$, 즉, $\Delta I_c=1.5\Delta I_e$ 이며, I_e는 레이저의 전류인 포토다이오드(23)로부터, 증가하는 출력 전류(ΔI_c)를 생성한다. 그러므로 OCT 장치의 전류 출력은 입력 전류보다 더 크다. 어레이의 'n' p-n 접합에 대한 네트 전류 전송 효율은 다음과 같다.

수학식 3

$$\eta_{CT} = n \cdot (\eta_{LD} \cdot \eta_{OP} \cdot \eta_{PD})$$

10개의 직렬 레이저 소자들의 어레이를 포함하는 OCT 장치에서 획득된 전류 전송 결과들이 (i) AC 포토다이오드 전류 이득, (ii) 레이저 바이어스 전류의 함수로서 DC 포토다이오드 전류 사이의 관계를 도시하는 도 7에 도시된다. 이 결과들을 얻기 위해, 10개의 소자 레이저 어레이는 50Ω의 소스와 포토다이오드로부터 공급되는 50Ω 부하 저항(R_L)을 갖는다.

어레이의 임계 전류는 개별적인 레이저 소자의 임계 전류(~21mA)와 유사하다. 도 7을 참조하면 임계값 이상의 14mA의 입력 전류 증가값(ΔI_e)의 경우, 증가 출력 포토다이오드 전류(ΔI_c)는 약 28mA이며, 2개의 요소의 (증가) 전류 이득이 주어진다. 증가 이득은 OCT 장치와 또한 장치를 통합하는 광 섬유 링크들의 DC 와 RF 성능의 키 파라미터이다.

전기 직렬의 10개의 소자 레이저 어레이를 포함하는 OCT 장치의 주파수 응답은 (i) AC 포토다이오드 전류 이득과 (ii)25㎑ 내지 5㎒의 주파수 변위 이상의 AC 레이저 전류 이득을 보여주는 도 8에 도시되어 있다. 이득은 대략 3㎒에서 감소한다. 이는 OCT 장치에 사용된 실리콘 포토다이오드의 응답 속도 제한을 포함한다. 그러나, 이 이득의 감소는 빠른 포토다이오드 장치를 사용함으로써 증가될 수 있는 OCT 의 측정과 응답 속도 제한의 산물이다.

OCT 장치의 주된 장점은 전류 이득(또한 전력 이득)을 전달할 수 있는 그의 능력이다. 또한, 이는 고정 임피던스 회로의 광 주파수 대역에서 달성될 수 있다. 임피던스 정합은 DC로부터 레이저의 동작 제한까지 달성될 수 있다.

장치의 다른 장점은 입력 회로(8)와 출력 회로(9)사이에 트랜싯이 전기적이기보다 광학적이라는 것이며 그러므로 어떠한 변위 전류들도 생성되지 않는다는 것이다. 또한, 입력 회로(19)와 출력 회로(20)가 분리되므로, 이는 종래의 전자 트랜지스터들에서 발생하는 문제인 출력 회로(20)로부터 입력 회로(19)로의 임의의 피드백을 피한다.

분리된 입력 회로와 출력 회로(19,20)의 또 다른 장점은 이후 트랜지스터가 2개로 물리적으로 분리되어 3개의 단말 장치인 종래의 트랜지스터(도1)와 유사하지 않은 전기적으로 독립적인 2개의 단말 회로들이라는 것이다. 따라서 각각의 2개의 단말 회로들은 보다 큰 설계 자유도들을 갖는다. 그러므로 이 회로들(19, 20)은 광 영역에서 달성되는 전류 조합과 스플리팅을 갖는, 따라서 전기적으로 불리한 조건을 갖지 않는 직렬 또는 병렬 회로 구성들을 사용하는 입력 회로(19)와 출력 회로(20)의 임피던스를 변경하기 위해, 쉽게 분배될 수 있다. 2개의 단말 회로들(19, 20)로 트랜지스터를 분배하는 능력은 또한 향상된 전력 출력들과 온도 관리를 가져온다.

비코팅된 장치에서, 광 결합 효율(η_{op})이 만일 50%보다 작다면, 레이저 장치(1)의 일단부에서의 광은 도 6a의 포토다이오드에 의해 수집된다. 도 6a에 도시된 OCT 장치(18)의 다른 실시예에서, 고 반사 코팅은 각각의 p-n 접합 소자(21)의 일단부에 적용될 수 있으며, 이에 따라, 모든 출력 방사는 소자의 또 다른 단부로부터 방출되도록 포커싱된다. 이는 포토다이오드에서 수신된 광을 최대화한다. 대안적으로, 2개의 포토다이오드들은 OCT에 포함될 수 있으며, 각 포토다이오드는 레이저 장치(1)의 각각의 측면에 위치한다. 포토다이오드들의 전류 출력은 단일 포토다이오드 장치에서 달성된 전류를 2배로 주기 위해 병렬로 조합될 수 있다.

OCT 장치(18)의 또 다른 실시예에서, p-n 접합들은 투명한 "베이스" 접촉층을 통과하여 전송되는 광 출력과 병렬로 접속된 컬렉터 포토다이오드들의 상부에서 성장된 레이저들을 방출하는 직렬 연결된 수직 공동 표면일 수 있다.

단일 OCT 에서 가능한 것보다 더 많은 전류 이득을 달성하기 위해, 다수의 OCT들은 직렬, 병렬, 직병렬(즉, 캐스케이드된)로 접속된다.

입력 및 출력 회로들(19, 20)이 분리되면, OCT 장치는 광 섬유 링크들의 분야에 유용한 애플리케이션을 갖는다. 예를 들면, 입력 회로(19)와 출력 회로(20) 사이의 광 트랜싯은 100Km에 이르는 큰 거리에서 달성될 수 있다. 그러므로, 감소된 삽입 손실과 가능한 이득을 갖는 광대역 특성들의 간단한 광섬유 링크들은 광섬유 링크의 어느 한쪽 단부에서 트랜지스터의 입력 및 출력 회로들(19,20)을 전개함으로써 구현된다.

이는 광섬유 링크들의 분야에 특정한 장점일 수 있고 섬유로의 신호 삽입 손실은 감소할 수 있다. 또한, 레이저 장치의 개별적인 소자들은 단일 수동 도파관의 출력으로의 코히어런트 합이 단일 광섬유의 입력에 대해 얻어지도록 간섭적으로 로크될 수 있다. 이는 광섬유 리본을 사용한 경우보다 편리하다.

레이저 장치는 또한 많은 광섬유 채널들을 통과하는 RF신호의 분할에 사용된다. 통상적으로, 이는 각각의 채널사이의 광신호를 스플리팅함으로서 이루어지고 원신호 전력을 회복하기 위한 각 스플릿 신호들(광 또는 RF증폭)은 증폭함으로써 이루어진다. 대안적으로, 이는 증폭된 RF 신호를 스플릿함으로써 이루어질 수 있고 각각이 그 자신의 광원을 갖는 분리된 채널에 각 스플릿 신호를 전송함으로써 이루어질 수 있다. 그러나, 레이저 장치(1)의 경우, 어레이에서 각 소자에 연결된 광섬유를 분리시키기 위해, 각 레이저 소자는 애플리케이션이 필요없이 충분한 전력을 제공할 수 있다. 이는 신호 분할에서 임의의 불리한 조건을 피한다.

OCT는 입력 전기 신호를 광신호로 변환하고 출력 전기 신호를 출력하기 위한 장치로 기술된다. OCT의 대안적인 구성은 광 중계기이며, 입력 광 신호는 이후 하나 이상의 광 출력 신호들로 재변환되는 전기 신호로 변환된다. 광 중계기의 하나의 가능한 구성이 도 9에 도시되어 있다. 실제로, 광 중계기는 광 변환 프로세스들에 나타난 비효율성들을 허용하는 레이저 입력 회로의 증폭기와 바이어싱 네트워크를 포함하는 것이 바람직하다. 적당한 바이어싱 네트워크의 상세한 설명은 당업자에 공지되어 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

입력 임피던스 및 장치 양자 효율을 갖고, 전자들의 입력 전류로부터 둘 이상의 출력 방사 빔들을 발생시키는 발광 장치(1)에 있어서,

전자들의 상기 입력 전류를 출력 방사 빔으로 변환하기 위한 적어도 2개의 발광 수단들(2a, 2b)로서, 상기 발광 수단들의 각각은 각각의 광 도파관을 갖고 임피던스 및 개별적인 양자 효율을 갖는, 상기 적어도 2개의 발광 수단들(2a, 2b)을 포함하고,

상기 발광 수단들(2a, 2b)은, (i) 상기 발광 장치(1)의 입력 임피던스가 상기 발광 수단들(2a, 2b)의 임피던스들의 합과 실질적으로 같고 상기 장치(1)의 양자 효율이 상기 발광 수단들의 개개의 양자 효율들의 합과 실질적으로 같도록 직렬로 전기적으로 접속되고 (ii) 상기 발광 수단들이 공통 광 도파관을 공유하지 않도록 광학적으로 배열되는, 발광 장치(1).

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 발광 수단들(2a, 2b) 중 적어도 하나는 전기적으로 병렬로 접속되는 적어도 두 발광 소자들을 포함하는, 발광 장치(1).

청구항 3.

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 발광 수단들(2a, 2b)은 상기 발광 장치의 입력 임피던스가 부가적인 회로 또는 임피던스 정합 소자들없이 50Ω과 실질적으로 같도록 전기적으로 접속되는, 발광 장치(1).

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 발광 수단들(2a, 2b)의 각각은 변조 주파수 제한을 갖고 상기 발광 장치(1)의 입력 임피던스는 실질적으로 DC로부터 상기 발광 수단들(2a, 2b)의 각각의 변조 주파수 제한까지의 주파수 범위에 대해 50Ω과 실질적으로 같은, 발광 장치(1).

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 발광 수단들(2a, 2b)은 p-n 접합들(4, 5, 6)인, 발광 장치(1).

청구항 6.

제 5 항에 있어서,

상기 p-n 접합들(4, 5, 6)은 레이저 다이오드들 또는 발광 다이오드들인, 발광 장치(1).

청구항 7.

청구항 7은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 6 항에 있어서,

상기 레이저 다이오드 장치들은 AlGaAs, AlGaInP, AlGaInAs 또는 AlGaInAsP 레이저 다이오드 장치들 중 어느 하나인, 발광 장치(1).

청구항 8.

청구항 8은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제 6 항에 있어서,

상기 p-n 접합들(4, 5, 6)은 반사 코팅으로 코팅된 단부 면(end face)을 각각 갖는, 발광 장치(1).

청구항 9.

출력 전기 신호를 발생시키는 광 결합 트랜지스터(18)에 있어서,

적어도 2개의 출력 방사 빔들(29)을 방출하기 위한 제 1 항 또는 제 2 항의 발광 장치(1,21), 및

상기 발광 장치(1)로부터 상기 출력 방사 빔들(29)을 검출하고 상기 출력 방사 빔들(29)을 출력 전류(I_c)로 변환하기 위한 적어도 하나의 광 검출기(23)를 포함하고,

상기 발광 장치(1)와 상기 적어도 하나의 광 검출기(23)는 상기 적어도 하나의 광 검출기(23)로부터 상기 발광 장치(1)로의 전기적 피드백이 없도록 배열되는, 광 결합 트랜지스터(18).

청구항 10.

제 9 항에 있어서,

상기 하나 이상의 광 검출기는 포토다이오드 장치(23)인, 광 결합 트랜지스터(18).

청구항 11.

제 9 항에 있어서,

적어도 2개의 광 검출기들을 포함하고, 상기 광 검출기들은 직렬 접속, 병렬 접속 또는 직병렬 접속 중 어느 하나로 접속되는, 광 결합 트랜지스터(18).

청구항 12.

제 9 항에 있어서,

상기 출력 방사 빔들(29)을 상기 하나 이상의 광 검출기들로 전송하기 위한 하나 이상의 광섬유들을 포함하는, 광 결합 트랜지스터(18).

청구항 13.

입력 단부 면과 출력 단부 면을 갖는 하나 이상의 광섬유들을 포함하고, 또한 제 1 항의 발광 장치(1)를 포함하는 광섬유 링크에 있어서,

상기 발광 장치(1)는 상기 발광 장치로부터의 상기 방사 출력 빔들이 상기 하나 이상의 광섬유들에 입력되도록 하나 이상의 광섬유들의 상기 입력 단부 면에 위치하는, 광섬유 링크.

청구항 14.

입력 신호를 출력 채널로 분배하는 방법에 있어서,

(i) 적어도 2개의 발광 수단들(2a, 2b, 21)을 포함하는 제 1 항의 발광 장치(1)로부터 둘 이상의 방사 빔들을 출력하는 단계, 및

(ii) 상기 출력 채널로 상기 둘 이상의 출력 방사 빔들을 입력하는 단계를 포함하고,

상기 발광 수단들(2a, 2b, 21)은 상기 장치 양자 효율이 상기 발광 수단들 중 하나의 상기 개개의 양자 효율보다 더 크거나 같도록 접속되는, 분배 방법.

청구항 15.

복수의 출력 채널들로 입력 신호를 분배하는 방법에 있어서,

(i) 적어도 2개의 발광 수단들(2a,2b,21)을 포함하는 청구항 1 항의 발광 장치(1)로부터 둘 이상의 방사 빔들을 출력하는 단계, 및

(ii) 상기 출력 채널들 중 다른 하나로 상기 둘 이상의 출력 방사 빔들의 각각을 입력하는 단계를 포함하고,

상기 발광 수단들(2a, 2b, 21)은 상기 장치 양자 효율이 상기 발광 수단들 중 하나의 개개의 양자 효율보다 더 크거나 같도록 접속되는, 분배 방법.

청구항 16.

광 입력 신호를 수신하고 하나 이상의 광 출력 신호들을 발생시키는 광 중계기에 있어서,

상기 광 입력 신호를 수신하고 상기 광 입력 신호를 전기 신호로 변환하기 위한 광 검출기(23), 및

상기 전기 신호를 수신하고 하나 이상의 광 신호들을 출력하기 위한 제 1 항 또는 제 2 항의 발광 장치(1)를 포함하는, 광 중계기.

청구항 17.

제 16 항에 있어서,

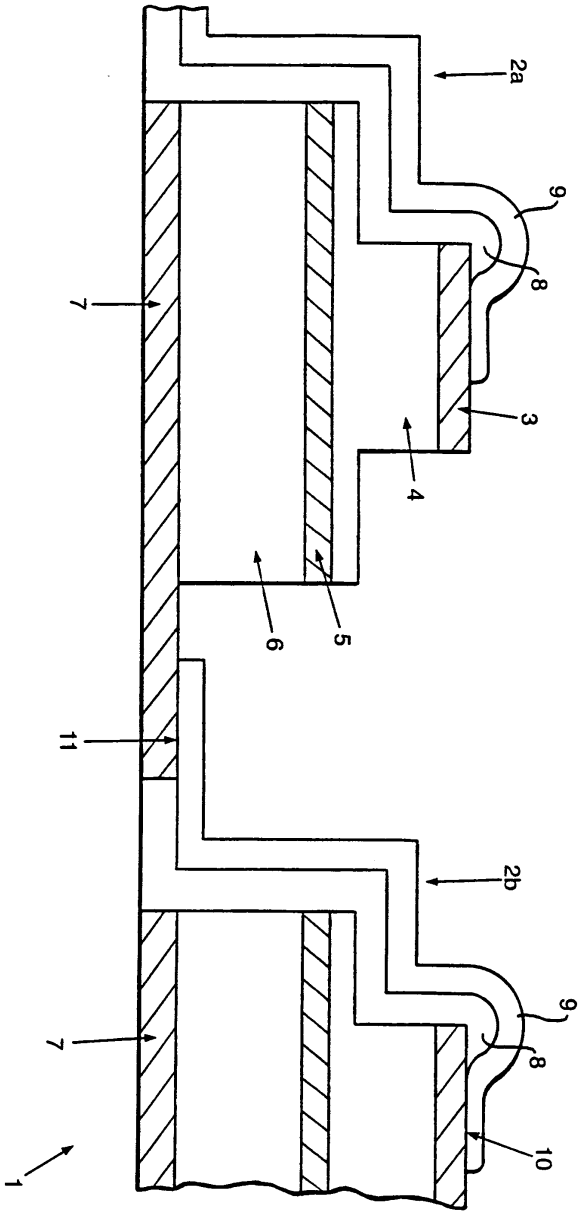
상기 광 검출기(23)로부터의 전기 신호 출력을 증폭하는 증폭 수단을 또한 포함하는, 광 중계기.

청구항 18.

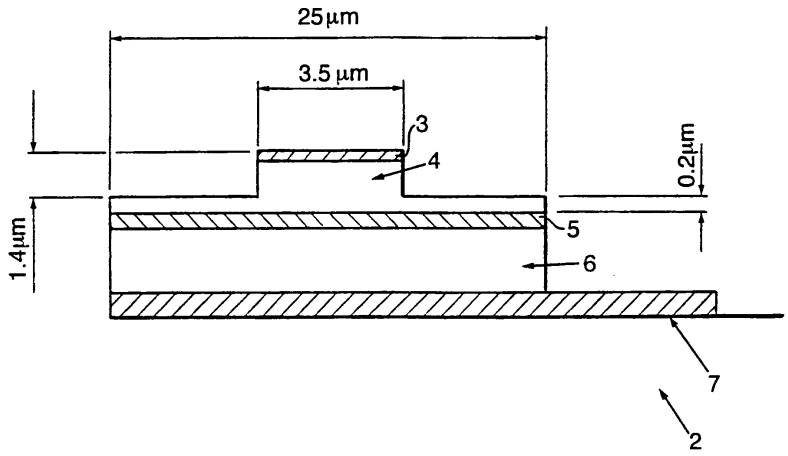
삭제

도면

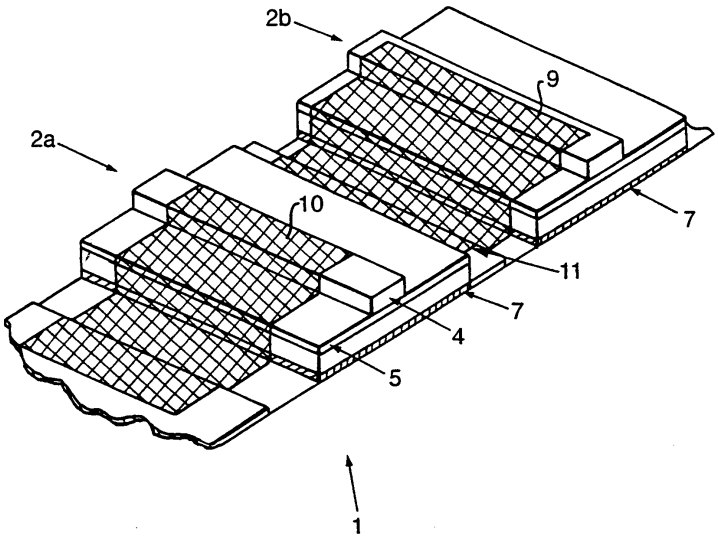
도면1



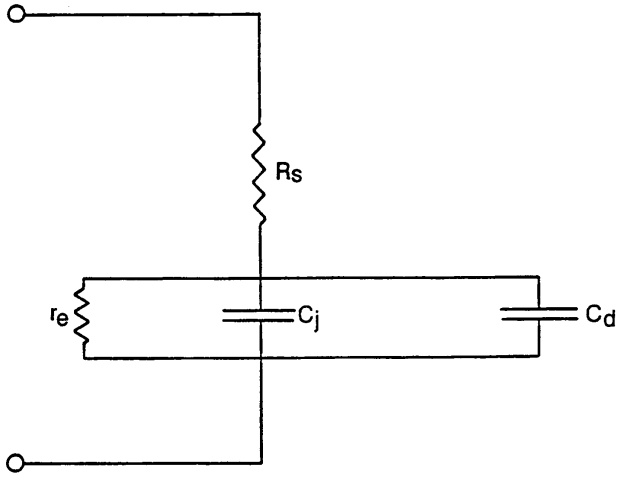
도면2



도면3

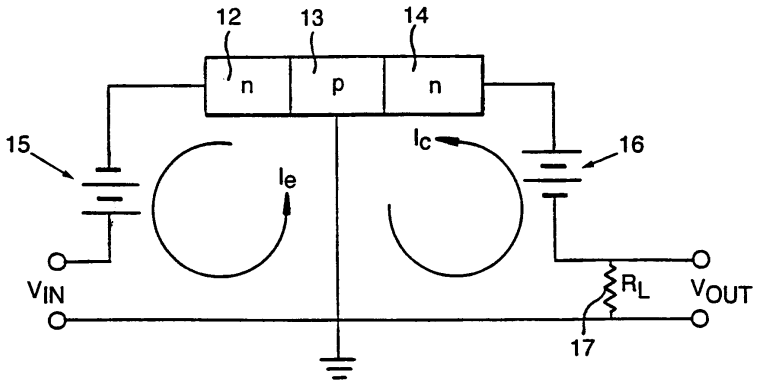


도면4

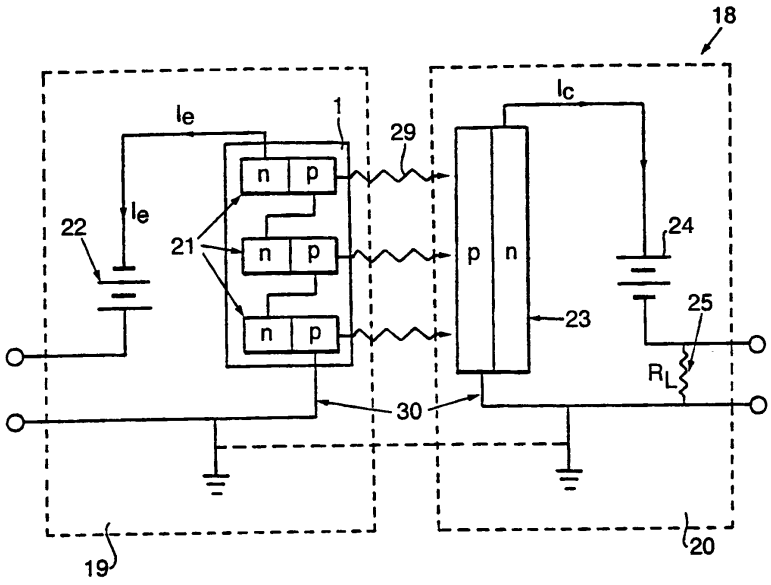


도면5

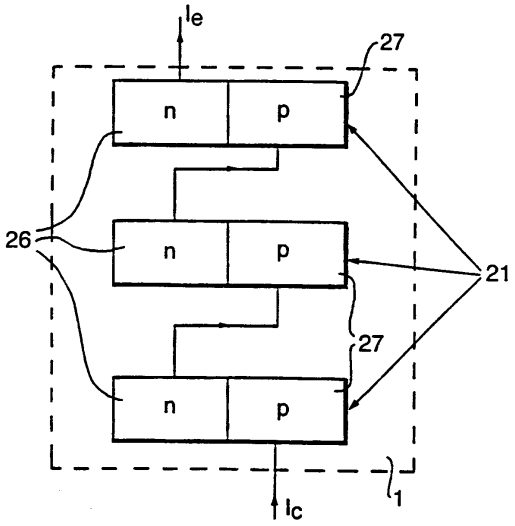
종래기술



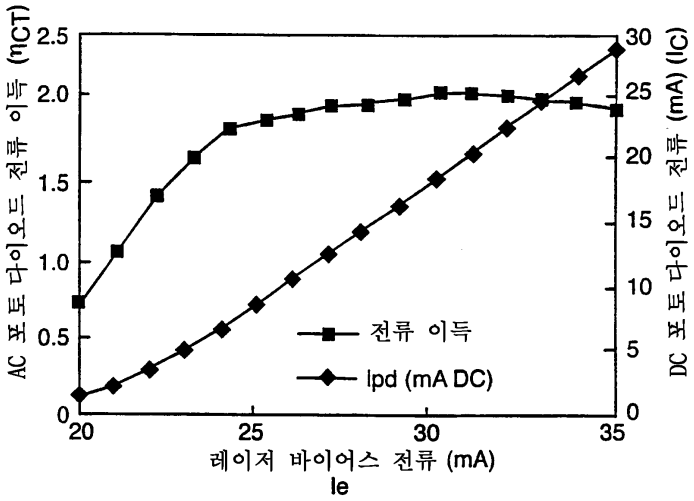
도면6a



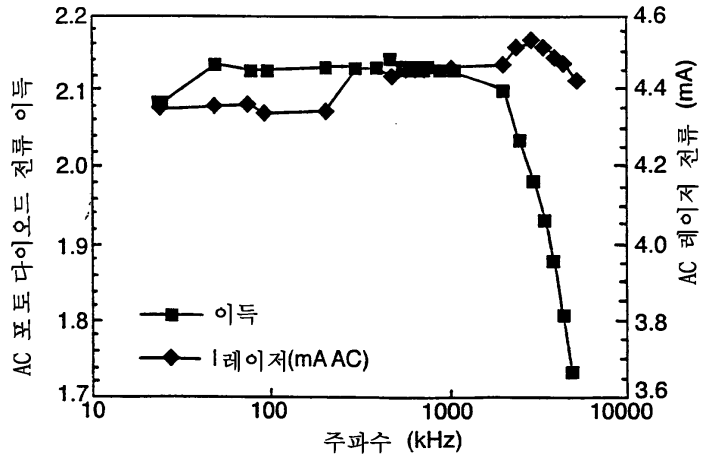
도면6b



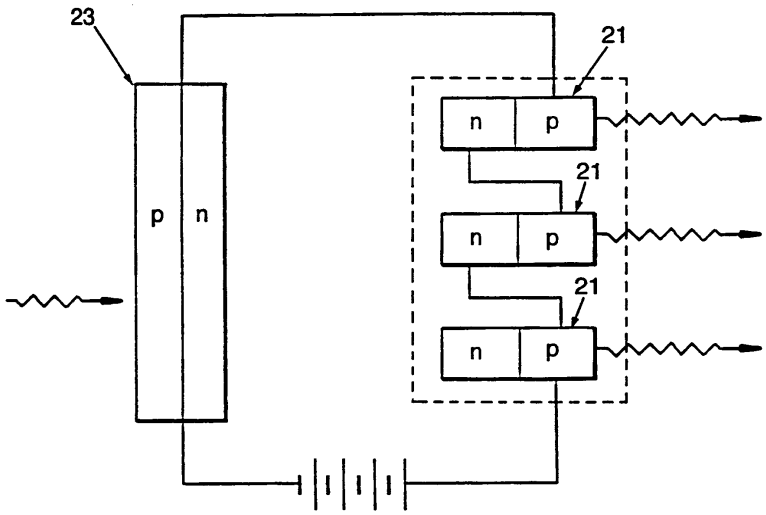
도면7



도면8


AC 포토다이오드 전류 이득
AC 레이저 전류 (mA)
주파수 (kHz)
이득
I 레이저(mA AC)
2.2
2.1
2.0
1.9
1.8
1.7
4.6
4.4
4.2
4.0
3.8
3.6
10
100
1000
10000

도면9


23
21
21
21
p
n
n
p
n
p
n
p