



- (51) 국제특허분류:  
H01S 1/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/008415
- (22) 국제출원일: 2013년 9월 17일 (17.09.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2012-0105354 2012년 9월 21일 (21.09.2012) KR  
10-2013-0032972 2013년 3월 27일 (27.03.2013) KR
- (71) 출원인: 한국전자통신연구원 (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) [KR/KR]; 305-350 대전시 유성구 가정동 161번지, Daejeon (KR).
- (72) 발명자: 박경현 (PARK, Kyung-Hyun); 305-755 대전시 유성구 어은동 한빛아파트 136동 507호, Daejeon (KR). 김남제 (KIM, Nam-Je); 305-308 대전시 유성구 장대동 315-3 202, Daejeon (KR). 고희성 (KO, Hyun-Sung); 137-770 서울시 서초구 반포본동 반포주공아파트 32동 101호, Seoul (KR). 이동훈 (LEE, Dong-Hun); 305-720 대전시 유성구 신성동 대림두레아파트 101동 1203호, Daejeon (KR). 한상필 (HAN, Sang-Pil); 302-280 대전시 서구 월평동 진달래아파트 108동 403호, Daejeon (KR). 류한철 (RYU, Han-Cheol); 302-739

대전시 서구 만년동 상아아파트 101동 803호, Daejeon (KR). 박정우 (PARK, Jeong-Woo); 305-761 대전시 유성구 전민동 엑스포아파트 208동 604호, Daejeon (KR). 문기원 (MOON, Ki-Won); 790-752 경상북도 포항시 남구 지곡동 효자그린 2차아파트 232동 704호, Gyeongsangbuk-do (KR). 김대용 (KIM, Dae-Yong); 301-807 대전시 중구 목동 132-2 현대아파트 103동 602호, Daejeon (KR).

(74) 대리인: 한양특허법인 (HANYANG PATENT FIRM); 135-854 서울시 강남구 논현로 38길 12 (도곡동, 한양빌딩), Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: PHOTO MIXER AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 포토믹서 및 그의 제조방법

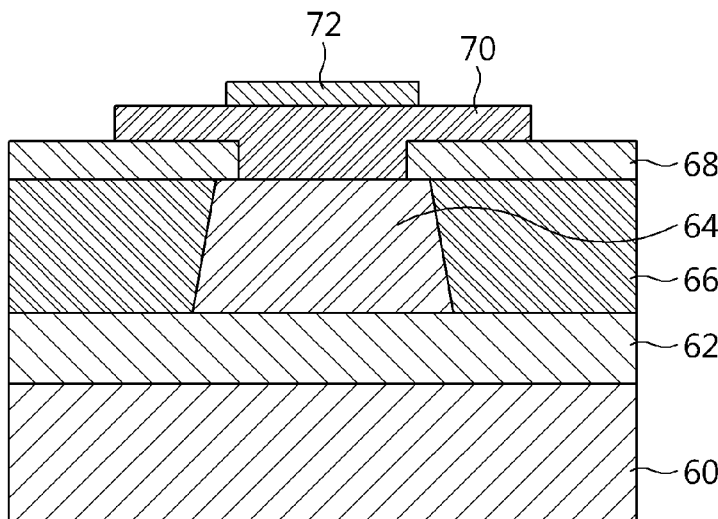


FIG. 9

광이 입사되는 영역을 제외한 영역에 MOCVD 법으로 재성장되어 평탄화된 표면을 갖게 된다.

(57) Abstract: The present invention relates to a photo mixer that fundamentally addresses the existing limitations of PCAs and photo mixers, which are key components of existing broadband terahertz spectroscopy systems, and a method for manufacturing same. The photo mixer according to the present invention includes: an active layer that is formed in a light incident area which is formed on an upper surface of a substrate; and a heat conduction layer that is formed in the area other than the light incident area and which is formed on the upper surface of the substrate. The active layer is formed to have a mesa-type cross section, and the heat conduction layer is re-grown via an MOCVD method in the area other than the light incident area in order to have a flattened surface.

(57) 요약서: 기존 광대역 테라헤르츠 분광시스템의 핵심부품인 PCA 및 포토믹서의 현존하는 제한적인 요소를 근본적으로 해결한 포토믹서 및 그의 제조방법을 제시한다. 제시된 포토믹서는 기판의 상면에 형성되며 광이 입사되는 영역에 형성된 활성층, 및 기판의 상면에 형성되며 광이 입사되는 영역을 제외한 나머지 영역에 형성된 열전도층을 포함한다. 활성층은 메사형 단면을 갖도록 형성되고, 열전도층은



ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**규칙 4.17에 의한 선언서:**

- 특허출원 및 특허를 받을 수 있는 출원인의 자격에 관한 선언 (규칙 4.17(ii))

**공개:**

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

## 명세서

### 발명의 명칭: 포토믹서 및 그의 제조방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 포토믹서 및 그의 제조방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 연속 주파수 가변형 테라헤르츠파 발생의 핵심인 광대역 포토믹서 및 그의 제조방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 전자기파 스펙트럼 대역에서 0.1 ~ 10THz (1THz:  $10^{12}$ Hz) 영역을 테라헤르츠파로 정의하고 있다. 특히, 0.1 ~ 3THz 영역은 매우 다양한 분자들의 회전 공진주파수들이 존재하는 영역으로서, 이러한 분자들의 테라헤르츠파 대역 특성을 활용하여 분자 검출 등을 비파괴, 미개봉, 비접촉법으로 획득할 수 있다. 이와 같은 테라헤르츠파 기술 분야는 의료, 의학, 농업식품, 환경계측, 바이오, 통신, 비파괴 조사, 첨단재료평가 등에서 지금까지 없었던 신개념의 미래 핵심 기술 제공이 가능하여 관련 핵심기술 개발에 매우 치열한 경쟁이 진행되고 있는 분야이다.
- [3] 테라헤르츠파 기술은 테라헤르츠파 대역 광자의 에너지가 수 meV수준으로 매우 낮으므로 인체에 영향이 거의 없어 인간중심의 유비쿼터스(ubiquitous) 사회 실현의 핵심기술로 인식되어 수요가 급격히 증가할 것으로 예상된다. 그러나, 실시간, 포터블, 저가격, 광대역 등을 동시에 만족할만한 기술이 아직까지 개발되지 못하였다. 하지만, 지속적인 기술력 향상으로 테라헤르츠 분광 및 영상 분야 활용에 관한 다양한 제시가 이루어지고 있는 상황이다. 고출력의 파워 및 고감도 어레이형 검출기 채택이 필수적인 테라헤르츠 영상분야와는 다르게, 테라헤르츠 분광에서는 광대역의 테라헤르츠 파워가 시스템의 핵심기술로 자리잡고 있다.
- [4] 최근까지 가장 광범위하게 사용되고 있는 광대역 테라헤르츠 시스템은 도 1에서 볼 수 있듯이 펨토초급 초단 펄스레이저를 초고속 응답속도를 가지는 반도체에 조사시켜 테라헤르츠파를 발생시키는 THz-TDS(Time Domain Spectroscopy)이다. 펨토초급의 고출력 펄스레이저 및 PCA(Photonconductive antenna)로 구성되는 광대역 테라헤르츠 분광시스템은 높은 신호대잡음비(Signal to Noise Ratio ; SNR), 광대역 특성 제공이 비교적 쉽게 구현 가능하여 가장 먼저 상용화된 시스템이다. 도 1의 THz-TDS시스템은 미러(M1)에 의해 반사된 1대의 펨토초 레이저(Femtosecond laser; 22)로부터의 펨토초 광펄스(10)를 빔 분할기(Beam Splitter; BS)로 2개의 펨토초 광펄스로 나눈다. 2개의 펨토초 광펄스중에서 하나의 펨토초 광펄스는 미러(M2)에 의해 반사되어 THz 에미터(12)를 여기 시키고, 나머지 하나의 펨토초 광펄스는 광 지연기(DL)와 미러(M3, M4)를 순차적으로 거쳐 THz 검출기(18)에게로 입력된다. THz

에미터(12) 후단의 두 개의 비정축 파라볼릭(off-axis parabolic) 미러(14)는 THz 에미터(12)에서의 THz빔을 시료(sample; 16)에 집속시키고, 두 개의 비정축 파라볼릭(off-axis parabolic) 미러(20)는 시료(16)에서 투과된 THz빔을 모아서 THz 검출기(18)에 집속시킨다. 좌우 레이저 빔의 경로가 정확하게 일치하는 지점에서 테라헤르츠 신호의 최대값을 측정할 수 있는데, 테라헤르츠 신호를 측정하는 방법은 광 지연기(DL)를 이용하여 오른쪽의 레이저 빔의 광로를 조금씩 변화시킴으로써 광로차를 이용한 샘플링 방식으로 측정하게 된다.

- [5] 하지만, 상술한 THz-TDS시스템은 펨토초 레이저(22), 광 지연기(DL) 등을 포함한 정교하고 복잡한 광학계로 구성되어 매우 고가이고 시스템 크기가 크다. 특히, 도 1의 THz-TDS시스템은 시간영역 신호 측정 시 광지연 소요 시간과 측정된 시간 영역 신호의 FFT(Fast Fourier Transform) 신호 처리 시간에 따른 실시간 계측의 어려움이 있다. 이러한 문제들은 산업적 활용 극대화를 위해 해결하여야 할 요소들로 인식되고 있다.

- [6] 최근 들어 펄스형의 광대역 테라헤르츠파 발생법인 THz-TDS 시스템 외에 도 2와 같은 연속파 발생의 THz-FDS(frequency domain spectroscopy) 시스템 개발에 많은 노력들이 진행 중에 있다. 연속파 방식에 따른 높은 주파수 분해능 제공이 가능하고, 두 대의 독립된 고출력 반도체 레이저를 활용함으로써 저가격, 광대역, 초소형 시스템 개발이 가능하여 현장 적용형으로 테라헤르츠 분광시스템 개발이 가능하여 관련 기술 개발을 많은 기관에서 경쟁적으로 진행 중에 있다. 하지만, 연속파 방식의 매우 열악한 광전 변환 효율로 구체적이고 실질적인 시스템 적용 사례를 보여 주지는 못하고 있다.

- [7] 도 1에 제시된 펄스형 광대역 테라헤르츠파 발생시스템인 THz-TDS 시스템은 펨토초급 초단 펄스레이저인 티타늄 사파이어(Ti: Sapphire) 레이저가 일반적으로 활용되고 펨토초 광 여기에 의한 테라헤르츠파 발생기인 PCA 즉 초고주파 광전 변환기(optical-to-electrical converter)로 구성된다. 상용화된 티타늄 사파이어(Ti: Sapphire) 레이저의 중심 발진 파장이 800nm를 흡수하고 매우 짧은 캐리어 수명시간을 갖는 저온성장 GaAs를 PCA 활성물질로 활용한다. 테라헤르츠 분광 시스템 구성에서 여기 광원을 효율적으로 흡수하거나 광대역 특성에 필수적인 펨토초 수준의 캐리어 수명시간을 갖는 물질 채택은 필수적이다. 같은 방식이지만 도 1과 같은 펄스형 TDS 시스템과 달리 도 2와 같은 연속파 발진 방식인 FDS 시스템이 개발되어 TDS시스템과 경쟁 중에 있다.

- [8] 도 1과 비교하였을 때, 도 2의 차이는 여기 광원이 펨토초 레이저가 아닌 매우 안정적인 고출력의 분포 궤환형 레이저(Distributed Feedback Laser ; DFB 1, DFB 2)(24, 26)의 두 파장( $\lambda_1, \lambda_2$ )이 만드는 비팅(beatting)을 활용한다는 것이다. 광원 이외에는 테라헤르츠파를 발생시키기 위한 방식은 도 1의 THz-TDS시스템과 유사하다. THz-TDS용 초고주파 광전 변환기인 PCA 경우 초단 펄스레이저의 높은 피크 값으로 인해 수 마이크로미터 크기의 사각형 광 여기 영역과 매우 간단한 다이폴 안테나로 쉽게 광대역 테라헤르츠파 발생이 가능하다. 반면, 도

2의 THz-FDS용은 두 개의 파장차이에 해당하는 주파수를 갖는 테라헤르츠파가 발생한다고 하여 PCA대신에 일반적으로 포토믹서라 불린다. 펄스형이 아닌 연속파 발생을 위한 포토믹서(30) 개발에는 매우 높은 피크 값을 갖는 펄스초 레이저와 달리 연속적으로 발진하는 수십 mW 수준의 광원 활용으로 도 4와 같은 손가락 형태의 IDT(interdigitated) 패턴이 활용된다. IDT패턴 활용으로 쉽게 포화되고 입사광의 편광에 의존적이지만 비교적 낮은 입력 광출력으로도 광대역 테라헤르츠파 발생이 가능하여 많이 활용되고 있다.

- [9] 도 3은 일반적인 포토믹서의 개요도이다. 광대역 테라헤르츠파를 발생시키는 장치인 포토믹서(30)는 반응속도가 피코( $10^{-12}$ )초 수준의 매우 빠른 물질로 구성되어 빛이 조사되었을 때 전류가 흐르는 광전도 스위치(photoconductive switch; PCS)(32), 및 발생된 테라헤르츠파의 한 방향으로의 이득을 확보하기 위한 안테나(34)로 구성된다. 한편, 도 4를 보면, 포토믹서(30)의 광전도 스위치(32)를 중앙에 두고 양쪽에 안테나(34)가 형성되었음을 알 수 있다.
- [10] 대한민국 공개특허 2011-0069453호(포토믹서 모듈 및 그것의 테라헤르츠파 발생 방법)에는 테라헤르츠파를 발생하기 위한 여기광의 세기를 증가시키고 포토믹서의 안정성을 높이기 위한 기술이 개시되었다.
- [11] 대한민국 공개특허 2011-0069453호에 개시된 포토믹서 모듈은 입사되는 레이저광을 증폭시키는 반도체 광증폭기, 및 증폭된 레이저광에 여기되어 연속 테라헤르츠파를 생성하는 포토믹서를 포함하되, 반도체 광증폭기와 포토믹서는 단일 모듈로 형성된다.
- [12] 본 발명은 펄스형 PCA와 달리 연속파 테라헤르츠파 발생장치인 광대역 포토믹서에서 고출력의 여기 광원 주입에 의한 입력광의 포화 및 여기 광 주입에 의한 포토믹서 활성층의 급격한 온도 증가로 인한 특성 저하를 원천적으로 극복이 가능한 고효율 포토믹서 개발을 구현하는 것이다. 특히, 이미 잘 개발된 광통신용 부품 활용이 용이하여 장파장 대역에서의 매우 낮은 광대역 테라헤르츠파 발생 효율의 급격한 향상이 가능하고 동시에 고효율, 고신뢰성 특성을 갖는 광대역 포토믹서 기술 개발을 배경으로 한다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [13] 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위해 제안된 것으로, 기존 광대역 테라헤르츠파 분광시스템의 핵심부품인 PCA 및 포토믹서의 현존하는 제한적인 요소를 근본적으로 해결한 포토믹서 및 그의 제조방법을 제공함을 목적으로 하고 있다.
- [14] 각각의 분광시스템은 광원의 발진파장에 맞은 저온성장 GaAs, InGaAs 등의 다양한 물질을 활용하고 있으나, 반도체 특유의 특성으로 산업화하기에는 아직 그 결과들이 미약한 상태이다. 산업화가 가능한 수준의 테라헤르츠파 발생용 광전 변환기인 광대역 포토믹서 개발을 위한 난제들을 지금까지 제시하지 못한

MOCVD(metal-organic chemical vapor deposition ; 유기금속화학증착) 재성장법에 의한 매립형 구도의 포토믹서 개발로 해소하는 것이 본 발명의 구체적인 목적이다.

### 과제 해결 수단

- [15] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명의 바람직한 실시양태에 따른 포토믹서는, 기판의 상면에 형성되되 광이 입사되는 영역에 형성된 활성층; 및 상기 기판의 상면에 형성되되 상기 광이 입사되는 영역을 제외한 나머지 영역에 형성된 열전도층;을 포함한다.
- [16] 바람직하게, 상기 활성층은 메사형 단면을 갖는 것이 좋다.
- [17] 상기 활성층은 GaAs, InGaAs, InGaAsP, InGaAs/InAlAs 다층박막 구조 중에서 어느 하나로 형성될 수 있다.
- [18] 상기 열전도층은 InP, GaAs, Ge, Si, AlAs, AlGaAs 중에서 어느 하나로 구성될 수 있다.
- [19] 상기 활성층과 상기 열전도층은 서로 밀착되는 것이 좋다.
- [20] 상기 활성층의 일면에 연결되고 상기 열전도층과는 이격된 전극 패턴을 추가로 포함하여도 된다.
- [21] 상기 광이 입사되는 영역에 무반사막이 추가로 형성되되, 상기 무반사막은 상기 활성층 및 상기 열전도층의 상부에서 형성될 수 있다.
- [22] 한편, 본 발명의 바람직한 실시양태에 따른 포토믹서의 제조방법은, 기판의 상면에 활성층을 형성하되, 광이 입사되는 영역에 상기 활성층을 형성하는 단계; 및 상기 기판의 상면에 열전도층을 형성하되, 상기 광이 입사되는 영역을 제외한 나머지 영역에 상기 열전도층을 형성하는 단계;를 포함한다.
- [23] 바람직하게, 상기 활성층을 형성하는 단계는, 상기 기판의 상면에 버퍼층을 수직 및 수평하게 성장시키는 단계; 상기 버퍼층의 상면에 상기 활성층을 수직 및 수평하게 성장시키는 단계; 및 상기 성장된 활성층에서 상기 광이 입사되는 영역을 제외한 나머지 영역을 식각하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [24] 상기 활성층을 수직 및 수평하게 성장시키는 단계는 MBE법으로 상기 활성층을 저온성장시킬 수 있다.
- [25] 상기 활성층은 메사형 단면을 갖도록 형성되어도 된다.
- [26] 상기 열전도층을 형성하는 단계는, 상기 광이 입사되는 영역을 제외한 영역에 상기 열전도층을 MOCVD법으로 재성장시켜 평탄화된 표면을 갖게 할 수 있다.
- [27] 상기 활성층의 일면에 연결되고 상기 열전도층과는 이격되는 전극 패턴을 형성하는 단계를 추가로 포함하여도 된다.
- [28] 상기 광이 입사되는 영역에 무반사막을 형성하는 단계를 추가로 포함하여도 된다.

### 발명의 효과

- [29] 이러한 구성의 본 발명에 따르면, 열처리 과정을 반도체 결정성장 장비인

MOCVD 장비를 활용함으로써 저온성장 반도체 물질의 열처리 과정과 고품위의 반도체 결정성장이 동시에 이루어져 높은 열전도 특성 및 평탄형 구조 개발이 가능하여 높은 신뢰성 및 고효율의 광대역 포토믹서 개발이 가능하다.

- [30] 저온성장 기판을 활용한 포토믹서 소자의 신뢰성을 확보함과 동시에 고효율의 방열 구조 특성을 갖는 고효율의 포토믹서 개발로 실질적인 테라헤르츠 응용시스템 개발이 가능하고 미래 기술 개발 파급효과가 매우 크게 된다.

### 도면의 간단한 설명

- [31] 도 1은 일반적인 THz-TDS(Time domain spectroscopy) 시스템의 개요를 설명하기 위한 도면이다.
- [32] 도 2는 일반적인 THz-FDS(Frequency domain spectroscopy) 시스템의 개요를 설명하기 위한 도면이다.
- [33] 도 3은 일반적인 포토믹서의 구성도이다.
- [34] 도 4는 도 3에 도시된 광전도 스위치와 안테나와의 설치 형태를 나타낸 도면이다.
- [35] 도 5는 본 발명 설명에 채용되는 테라헤르츠파 발생용 포토믹서 등가회로를 나타낸 도면이다.
- [36] 도 6은 본 발명 설명에 채용되는 테라헤르츠파 발생용 평판형 포토믹서의 구조도이다.
- [37] 도 7은 본 발명 설명에 채용되는 안테나가 집적된 테라헤르츠파 발생용 포토믹서를 나타낸 도면이다.
- [38] 도 8은 도 7의 변형예이다.
- [39] 도 9는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 포토믹서의 구조도이다.
- [40] 도 10은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 포토믹서를 제조하는 방법을 설명하는 플로우차트이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [41] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 포토믹서 및 그의 제조방법에 대하여 설명하면 다음과 같다. 본 발명의 상세한 설명에 앞서, 이하에서 설명되는 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이거나 사전적인 의미로 한정해서 해석되어서는 아니된다. 따라서, 본 명세서에 기재된 실시예와 도면에 도시된 구성은 본 발명의 가장 바람직한 일실시예에 불과할 뿐이고 본 발명의 기술적 사상을 모두 대변하는 것은 아니므로, 본 출원시점에 있어서 이들을 대체할 수 있는 다양한 균등물과 변형예들이 있을 수 있음을 이해하여야 한다.
- [42] 펄스형 광대역 테라헤르츠파 발생시스템이나 연속 주파수 가변형 테라헤르츠파 발생 시스템의 주요 특성은 여기 광원의 특성과, 앞서 언급한 광전 변환기인 PCA 및 포토믹서의 효율로 특성이 결정된다. 펄스형과 달리 연속파 발생용 포토믹서 설계시 매우 높은 입력 광파워에 의한 포토믹서 내부의 열상승

효과를 필수적으로 고려하여야 한다. 주요 열원으로는 광 주입에 따른 물질의 흡수와 포토믹서 바이어스 인가에 따른 전류에 의한 주열(Joule) 히팅 등이 있다. 포토믹서 내부 온도의 증가에 따른 입사광의 조기 포화 및 내부온도 증가로 인한 광전 효율 특성 저하가 급격히 진행되므로, 원활한 열 방출은 고효율 확보에 필수적이다. 특히, 연속파 방식에서는 무엇보다도 중요한 핵심 사안이다. 여러 가지 광전 변환기중 가장 열악한 특성을 보이는 장파장용 포토믹서 경우에 대해 고려해 보자.

[43] 연속 주파수 가변 테라헤르츠파 발생 주파수( $f$ )는 여기광의 두 발진 주파수( $f_1 = c/\lambda_1, f_2 = c/\lambda_2$ )간의 차이인 비팅주파수( $f = f_1 - f_2$ )이다.  $\lambda = \lambda_1, \Delta\lambda = \lambda_1 - \lambda_2 \ll \lambda$ 일 경우  $f = f_1 - f_2 = c/\lambda_1 - c/\lambda_2 = c\Delta\lambda/\lambda^2$ 로 나타낼 수 있다.

[44] 이때 발생된 주파수 가변형 테라헤르츠파원 특성은 여기 광원의 특성에 직접적인 영향을 받는다. 여기 광원의 안정도, 선폭, 편광, 위상 모두가 발생하는 테라헤르츠파에 영향을 줌으로써 안정적인 여기 광원 개발에 많은 노력을 기울인다.

[45] 포토믹서를 통하여 발생된 테라헤르츠파 출력 해석을 위해 도 5와 같은 등가회로법이 많이 활용된다. 도 5에서 포토믹서 특성에 영향을 미치는 주요 변수들로는 인가전압  $V_B$ , 안테나 임피던스  $R_L$ , 포토믹서 캐피시턴스(Capacitance)  $C$ , 포토믹서 포토컨덕턴스(photoconductance)  $G_0$  등이 있다. 광이 입사되는 영역  $A_p$ , 광투과도  $T$ , 내부 양자효율  $\eta_i$ , 플랑크(planck) 상수  $h$ , 전하 이동도  $\mu$ , 주파수  $\nu$ , 캐리어 소멸시간  $\tau$ 를 고려하고 광이 입사되는 영역에 아무런 금속패턴이 없는 간단한 스퀘어형 포토믹서를 가정하였을 때 포토컨덕턴스  $G_0$ 는 아래 식(1)과 같이 주어진다. 아래 식 (1)에서,  $e$ 는 캐리어의 전하량,  $P_0$ 는 포토믹서에 입사된 광출력이다.

$$[46] \quad G_0 = \left[ \frac{\mu e \tau \eta_i T}{h \nu} \right] \frac{P_0}{A_p} \quad (1)$$

[47] 포토컨덕턴스  $G_0$ 를 갖는 포토믹서에서 출력되는 테라헤르츠파 특성은 아래 식(2)와 같다.  $R_A$ 는 안테나의 방사저항,  $C$  및  $\tau$ 는 포토믹서의 정전용량 및 캐리어 소멸시간을 나타낸다.

$$[48] \quad P_{THz}(\omega) = \frac{\frac{1}{2} R_A G_0^2 V_B^2}{(1 + (\omega \tau)^2) (1 + (\omega R_A C)^2)} \quad (2)$$

[49] 식 (2)에서,  $\omega$ 는 비팅주파수  $f$ 의 각주파수이다.  $\omega = 2\pi f = 2\pi(f_1 - f_2) = 2\pi(c/\lambda_1 - c/\lambda_2)$ 이다.

[50] 고효율의 테라헤르츠파 발생을 위해서는 고효율 광원과 함께 포토믹스의 광전 변환 효율에 직접적인 영향을 미치는 변수들을 조절하여야 한다. 식(2)에서 볼 수



있듯이 포토믹스의 높은 응답속도, 안테나 저항, 및 입력광 세기 등에 영향을 받는다. 펄스형 테라헤르츠파 발생기인 PCA에서는 여기 광에 의한 특성 저하는 연속파에 비해 비교적 적은 영향을 받는다. 그러나, 연속파 발생용 포토믹서의 경우 연속적인 입력 광 주입과 흡수에 의한 활성층의 온도 증가 및 바이어스 인가에 의한 주울(joule) 히팅 등에 의한 공기와 반도체 계면에서 형성되는 정선 온도  $T_j$ (Junction temperature)는 입사광의 최대값을 결정함으로 고효율 포토믹서 개발에는 필수적으로 해결하여야 요소이다.

- [51] 상기의 식(1), 식(2)에서 볼 수 있듯이, 광대역 포토믹서 특성은 매우 짧은 캐리어 소멸시간, 포토믹서 정전용량 특성에 많은 영향을 받는다. 이중 테라헤르츠 분광기에서 광대역 특성에 직접적인 영향을 끼치는 캐리어 소멸시간 확보는 필수적이다. 캐리어 소멸시간 확보를 위해 반도체 단결정 특성을 보유한 채 매우 짧은 캐리어 소멸시간을 갖는 반도체 물질을 성장하기 위해 일반적으로 MBE(molecular beam epitaxy) 장비를 이용한다. 일반적인 반도체의 캐리어 소멸시간은 수 ns( $10^{-9}$ )초 수준인데, 1THz에 해당되는 시간은 1피코( $10^{-12}$ )초 수준이므로 광대역 특성 확보를 위해 반도체 결정성장시 성장온도를 급격히 낮추면 물질내 3족 원소 위치에 5족 원소 점유에 의한 불순물이 생성되어 펨토초급 캐리어 소멸시간을 확보할 수 있다.
- [52] 앞서 언급하였지만, THz-TDS시스템의 광원인 티타늄 사파이어(Ti: Sapphire) 레이저의 중심 발진 파장인 800nm광 출력을 흡수하기 위해 GaAs 물질을 활용하거나, 연속파 발진에 활용되고 있는 장파장 비팅 광원의 흡수를 위해 InGaAs 물질이 주로 사용되고 있다. 일반적으로 활용되고 있는 포토믹서 제작법과 본 발명에서 새롭게 제안하고 있는 방법에 대해 비교함으로써 본 발명의 차별화를 설명하고자 한다.
- [53] 도 3 ~ 도 5에서 볼 수 있듯이, 포토믹서는 여기 광에 고속으로 반응하는 물질인 광전도 스위치(32) 및 발생된 파를 임의의 원하는 방향으로 추출하기 위한 안테나(34)를 포함한다. 여기서, 안테나(34)는 용도에 따라 보우타이(bowtie) 안테나, 다이폴(dipole) 안테나 등이 채택될 수 있다. 테라헤르츠 분광 시스템을 위해서는 광대역 안테나 사용이 필수적이고, 테라헤르츠 영상 시스템을 위해서는 고효율의 공진형 안테나가 활용되고 있다.
- [54] 캐리어 소멸시간이 확보된 물질에 바이어스 인가가 가능한 구조의 안테나만 제작된 가장 간단한 형태의 포토믹서를 도 6에 도시하였다.
- [55] 도 6의 포토믹서는 기관(40), 버퍼층(42), 활성층(44), 절연체 박막(46), 전극 패턴(48), 및 무반사막(50)을 포함한다.
- [56] 기관(40)은 테라헤르츠파가 해당 기관상에 존재하는 전하들에 의해 흡수되는 양을 최소화하기 위해 반 절연(semi-insulating)의 GaAs 또는 InGaAs 등으로 구성될 수 있다. MBE(molecular beam epitaxy; 분자빔 에피택시) 장비를 활용하여 기관(40)을 소정 두께로 성장시킬 수 있다.
- [57] 버퍼층(42)은 기관(40)의 상면에 형성된다. 버퍼층(42)은 기관(40)에 정상적인

반도체 박막 성장을 위한 것이다. 버퍼층(42)의 성장을 위해 예를 들어 AlGaAs, InAlAs, GaAs, InP 등이 활용될 수 있다. MBE 장비를 활용하여 버퍼층(42)을 소정 두께로 성장시킬 수 있다.

[58] 활성층(44)은 버퍼층(42)의 상면에 수직 및 수평하게 형성된다. 활성층(44)은 캐리어 수명시간 확보를 위해 저온성장법으로 성장시킨다. 활성층(44)은 포토믹서 제작의 핵심이라고 할 수 있으며, 광전도층(photoconductive layer)이라고 부를 수도 있다. 활성층(44)은 포토컨덕티브 스위칭으로부터 테라헤르츠파를 발생시킬 수 있다. 활성층(44)으로 활용되는 반도체 박막들로는 벌크형으로 800nm대역의 GaAs와 장파장 영역용으로는 밴드갭이 여기 광원 파장과 일치하는 물질인 InGaAs, InGaAsP 등이 있을 수 있다. 벌크형 활성층 이외에 장파장 여기 광원에 의해 발생된 전자, 정공의 원활한 포획을 위해 InGaAs/InAlAs등과 같은 다층박막 구조를 채택할 수도 있다.

[59] 식(2)에서 볼 수 있듯이, 인가 전압의 제곱에 비례하여 테라헤르츠파 출력이 결정되고 광전도 스위치에 바이어스 인가를 위한 안테나를 포함한 전극 형성은 필수적이다. 그에 따라, 절연체 박막(46) 및 전극 패턴(48)이 일련의 리소그래피(lithography) 과정을 거쳐 활성층(44)의 상면에 순차적으로 형성된다. 여기서, 전극 패턴(48)은 안테나에 연결되는 것으로 보아도 무방하다. 이와 같이 기판(40)상에 버퍼층(42), 활성층(44), 절연체 박막(46), 및 금속의 전극 패턴(48)을 순차적으로 형성시킴에 따라 포토믹서 칩이 완성된다고 볼 수 있다.

[60] 무반사막(50)은 최종적으로 반도체에 의한 표면 반사 저하를 막기 위한 것이다. 일단, 전극 패턴(48)의 상면 전체에 무반사막층을 형성시킨 후 리소그래피 과정을 거쳐 광이 입사되는 영역에만 무반사막(50)을 형성시킨다.

[61] 도 7은 안테나가 집적된 테라헤르츠파 발생용 포토믹서를 나타낸 도면이다. 도 7에서는 광대역 안테나인 보우타이 안테나(34) 2개가 집적되었다. 2개의 보우타이 안테나(34)중에서 하나는 바이어스 전압이 인가되고, 나머지 하나는 접지될 수 있다. 또한, 도 7에는 보우타이 안테나(34)마다 다수의 전극 패드(36)가 패키징을 위해 연결된다. 전극 패드(36)는 바이어스용 전극 패드와 접지용 전극 패드를 포함할 수 있다. 그리고, 포토믹서의 핵심인 광전도 스위치(32)가 점선 안(즉, 두 개의 보우타이 안테나(34) 사이)에 형성된다.

[62] 도 7에서, 광전도 스위치(32)는 앞서 설명한 활성층(44)에서의 물질로 구성될 수 있는데, 저온 성장된 물질중 밴드갭이 큰 물질인 GaAs의 경우와 달리 InGaAs물질은 background 전하들에 의해 n형 반도체 특성을 갖는 것으로 알려져 있다. 이러한 n형 전하들을 상쇄하기 위하여 저온 성장된 InGaAs에 p형인 베릴륨(Be)을 도핑한다. Hall 측정결과 열처리온도가 높을수록 베릴륨(Be)이 활성화되어 n형 불순물을 잘 상쇄한다. 이는 열처리온도를 높일수록 암 저항률(dark resistivity)이 높은 저온성장된 InGaAs를 얻을 수 있다는 것을 뜻한다.

[63] 도 6과 같은 경우 광이 주입되는 영역 이외에도 저온 성장된 반도체 영역이

여전히 남아있어 background 전하농도에 의해 암 전류가 발생한다. 일반적으로 GaAs PCA의 경우 이를 무시할 수 있어 높은 바이어스 전압 활용이 가능한 이유이기도 하다. 그러나, 장파장 포토믹서 경우 특성 저하의 주요 요인으로 background 전하농도 저하를 들 수 있다. 이런 이유로 저온 성장된 반도체 물질은 매우 낮은 이동도(mobility) 특성을 갖는다. 테라헤르츠파 출력에 결정적인 영향을 미치는 이동도 향상을 위해 성장 후 열처리 과정이 필수적으로 진행된다. 예를 들면, As-grown InGaAs 샘플의 Hall 이동도 값이 InGaAs의 경우  $600 \text{ cm}^2/\text{Vsec}$  수준에서 열처리 과정을 거친 후 값이  $1,450 \text{ cm}^2/\text{Vsec}$  수준으로 큰 값으로 증가되고 열처리 온도의 증가에 따른 정상상태의 물질로 복원하는 특성을 보여, 적절한 열처리 온도는 고효율 포토믹서 제작에 필수적이다.

- [64] 그에 따라, 포토믹서 특성에 직접적인 영향을 미치는 암 전류를 저하시키기 위해 도 8과 같은 구조를 생각할 수 있다. 도 8에서, 포토믹서 각 층의 역할은 도 6과 동일하고, 광이 입사하는 영역만을 남겨 놓은 채 나머지 영역을 식각으로 제거한 구조이다. 도 8에서는 활성층(52)이 메사(mesa)형 단면을 갖는다. 이와 같이 활성층(52)이 메사형 단면을 갖게 되면 광이 주입되는 영역 이외에는 저온 성장된 반도체 영역이 없으므로 background 전하농도에 의한 암 전류의 발생이 없게 될 것이다. 도 8에서, 미설명 부호 54는 절연체 박막이다.
- [65] 포토믹서 특성 향상을 위해, 도 6에서 광 여기 부분인 활성층(44) 및 도 8에서 광 여기 부분인 활성층(52)의 이동도 확보를 위한 열처리 과정은 필수적이다. 여기서의 열처리 과정은 저온성장 장비인 MBE장비를 활용하여 성장이 끝난 직후 곧바로 MBE 챔버내에서 실시되는 인-시튜 어닐링(In-situ annealing) 또는 RTA 챔버(rapid thermal annealing chamber)안에서 진행되는 엑스-시튜 어닐링(Ex-situ annealing)을 한다. 이러한 인-시튜(In-situ) 열처리 또는 엑스-시튜 열처리 과정을 거친 시료의 표면은 거칠어 포토믹서 공정 및 특성에 상당한 문제를 야기시킴을 실험적으로 확인하였다.
- [66] 한편, 도 8의 포토믹서는 활성층(52)이 메사(mesa)형으로 형성되므로, 활성층(52) 위의 전극 패턴(48)도 그와 유사한 형태로 형성된다. 그에 따라, 도 8에서의 전극 패턴(48)은 도 6의 전극 패턴과는 달리 평탄하지 않다. 그래서, 도 8의 포토믹서는 활성층(52)의 높이와 안테나 면의 불일치를 가져온다. 이와 같은 불일치로 인해 공정의 어려움이 존재하고 기판을 제외한 대부분이 공기에 노출되어 있는 구조로 광여기시 발생된 열의 높은 방출 효율을 기대하기 힘들다.
- [67] 그에 따라, 도 9와 같은 구조의 포토믹서를 제시한다. 앞서 언급하였듯이 광대역 특성 확보를 위한 저온성장 과정에서 이동도 확보를 위한 후속 열처리 과정은 광대역 포토믹서 개발에 필수적이다.
- [68] 도 9의 포토믹서는 기판(60), 버퍼층(62), 활성층(64), 열전도층(66), 절연체 박막(68), 전극 패턴(70), 및 무반사막(72)을 포함한다. 여기서, 기판(60)과 버퍼층(62) 및 활성층(64)은 도 8의 기판(40)과 버퍼층(42) 및 활성층(52)의 역할과 동일하다. 절연체 박막(68)과 전극 패턴(70) 및 무반사막(72)은 도 6의

- 절연체 박막(46)과 전극 패턴(48) 및 무반사막(50)의 역할과 동일하다.
- [69] 도 9에서는 버퍼층(62)의 상면에 활성층(64)과 열전도층(66)을 형성시키되, 광이 입사되는 영역에는 활성층(64)을 형성시키고 광이 입사되는 영역 이외의 영역에는 열전도층(66)을 형성시켰다는 점이 특이하다. 열전도층(66)은 열전도(thermal conductivity)가 매우 높은 물질을 사용한다. 열방출을 위해, 활성층(64)과 열전도층(66)은 서로 밀착됨이 바람직하다.
- [70] 도 9의 구조에서 볼 수 있듯이, 열전도도가 매우 높은 물질을 MOCVD장비를 활용하여 광 여기 영역(즉, 광이 입사되는 영역이 해당됨) 이외의 영역에 재성장하여 평탄화하는 열처리 과정 및 평탄화 과정을 동시에 수행한다. 지금까지 제시되지 못한 방법으로 열처리로 인한 표면 문제, 포토믹서 특성 저하 문제들을 동시에 해결하여 매우 개선된 특성 향상을 실험적으로 확인하였다. 즉, 본 발명의 실시 예에서는 반도체 결정성장 장비인 MOCVD 장비를 활용하여 As 분위기에서 열처리를 진행하였다. 실험결과는 어느 임계 온도까지는 캐리어 수명시간의 급격한 변화가 발생하지 않음을 확인하였다. 그리고, 무엇보다도 기존 반도체 결정성장 장비인 MOCVD로 As 분위기에서 열처리를 수행하였을 때 타 방법과 비교하였을 때 비교할 수 없는 우수한 표면 특성과 캐리어 수명시간을 확보할 수 있음을 실험적으로 확인할 수 있었다.
- [71] 열전도층(66)에 사용되는 재성장 물질로는 다양한 활성층과의 격자정합 및 재성장 물질의 열전도도 등을 고려하여 매우 다양한 물질들을 고려할 수 있다. 가능한 물질명(열전도도)을 다음과 같이 제시해 볼 수 있다. InP( $0.68 \text{ Wcm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ), GaAs( $0.45 \text{ Wcm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ), Ge( $0.58 \text{ Wcm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ), Si( $1.3 \text{ Wcm}^{-1}\text{K}^{-1}$ ), AlAs( $0.91 \text{ Wcm}^{-1}\text{K}^{-1}$ )는 열전도도가 매우 높은 물질로서 광 여기 영역 이외의 영역을 매립함으로써 열적으로 매우 안정적인 포토믹서 개발을 가능하게 한다. 실제 이런 구조를 활용하게 되면 그 특성이 급격히 개선됨을 실험적으로 확인하였다.
- [72] 도 9에서, 활성층(64)은 저온성장 GaAs, InGaAs, InGaAsP, InGaAs/InAlAs 다층박막 등 광 여기에 따른 포토믹서 활성층 모두를 대상으로 한다. MOCVD장비를 활용하여 재성장한 열전도층(66)은 열전도도가 매우 높은 InP, AlAs, AlGaAs 등의 벌크형 반도체를 재성장하는 것을 원칙으로 한다. 그러나, 소자 구조상 도핑이 다른 p형 또는 n형 반도체를 재성장할 수 있고, 또한 p형 및 n형을 교대로 성장시킨 정선 구조를 활용할 수 있다. 도 9와 같은 매립형 포토믹서를 활용하였을 때 매우 안정적이고 고효율 특성 제공이 가능한 광전 변환기의 개발이 가능하여 지금까지 제시되지 못한 테라헤르츠 응용 시스템 확대가 기대된다.
- [73] 도 9의 포토믹서의 경우, 안테나에 연결되는 전극 패턴(70)에 인가되는 바이어스 전압에 의해서 활성층(64)에는 전계(E)가 형성된다. 이러한 바이어스 상태에서 여기광이 입사되면, 광흡수에 의해서 활성층(64)에서는 캐리어(전자-정공 쌍)가 생성된다. 캐리어는 활성층(64)에 형성된 전계(E)에 의해서 가속되고 순간적으로 전극 패턴(70)을 통해 안테나에게로 이동한다.

캐리어의 수명(약, 수백 펨토초) 동안 흐르는 광전류에 의해서 안테나에서는 테라헤르츠파를 발생시킨다. 그리고, 광여기시 발생하는 열은 열전도층(66)을 통해 신속하게 외부로 방출된다.

[74] 도 10은 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 포토믹서를 제조하는 방법을 설명하는 플로우차트이다.

[75] 우선, MBE 장비를 활용하여 소정 두께로 성장된 기판(60)을 준비한다(S10).

[76] 기판(60)의 상면에 버퍼층(62)을 형성한다(S12). 여기서, 버퍼층(62)은 MBE 장비에 의해 수직 및 수평하게 소정 두께로 성장된다.

[77] 버퍼층(62)의 상면에 활성층(64)을 형성한다(S14). 활성층(64)을 형성시킴에 있어서, 우선 버퍼층(62)의 상면에 활성층(64)을 MBE 장비에 의한 저온성장법으로 수직 및 수평하게 성장시킨다. 다르게는, 버퍼층(62)의 상면에 활성층(64)을 MOCVD법을 이용하여 수직 및 수평하게 성장시킨 후 그 위에 예를 들어  $F^{2+}$  등과 같은 이온을 이용하여 이온 임플란테이션(ion-implantation)을 수행하여도 된다.

[78] 이와 같이 MBE 장비에 의한 저온성장법으로 수직 및 수평하게 성장시키거나, MOCVD법으로 수직 및 수평하게 성장시키고 이온 임플란테이션을 수행하여 형성한 활성층(64)에서, 광이 입사되는 영역(즉, 광 여기 영역)을 제외한 나머지 영역을 식각으로 제거한다. 그에 따라, 활성층(64)은 메사(mesa)형 단면을 가지게 된다.

[79] 이후, 광이 입사되는 영역을 제외한 영역에 열전도층(66)을 MOCVD법으로 재성장시켜 평탄화된 표면을 갖게 한다(S16). 여기서, MOCVD법에 의한 열처리 과정 및 평탄화 과정이 수행되면 실질적으로 열전도층(66) 뿐만 아니라 활성층(64)의 표면도 평탄하게 된다.

[80] 리소그래피 과정을 거쳐 활성층(64) 및 열전도층(66)의 상면에 절연체 박막(68)을 형성한다(S18).

[81] 그리고, 활성층(64)의 일면에 연결되고 열전도층(66)과는 이격되는 전극 패턴(70)을 형성한다(S20).

[82] 최종적으로, 전극 패턴(70)의 상면 전체에 무반사막층을 형성시킨 후 리소그래피 과정을 거쳐 광이 입사되는 영역에만 무반사막(72)을 형성시킨다(S22).

[83] 한편, 본 발명은 상술한 실시예로만 한정되는 것이 아니라 본 발명의 요지를 벗어나지 않는 범위내에서 수정 및 변형하여 실시할 수 있고, 그러한 수정 및 변형이 가해진 기술사상 역시 이하의 특허청구범위에 속하는 것으로 보아야 한다.

## 청구범위

- [청구항 1] 기관의 상면에 형성되되 광이 입사되는 영역에 형성된 활성층; 및 상기 기관의 상면에 형성되고 상기 광이 입사되는 영역을 제외한 나머지 영역에 형성된 열전도층;을 포함하는 것을 특징으로 하는 포토믹서.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서, 상기 활성층은 메사형 단면을 갖는 것을 특징으로 하는 포토믹서.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서, 상기 활성층은 GaAs, InGaAs, InGaAsP, InGaAs/InAlAs 다층박막 구조 중에서 어느 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 포토믹서.
- [청구항 4] 청구항 1에 있어서, 상기 열전도층은 InP, GaAs, Ge, Si, AlAs, AlGaAs 중에서 어느 하나로 구성되는 것을 특징으로 하는 포토믹서.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서, 상기 활성층과 상기 열전도층은 서로 밀착된 것을 특징으로 하는 포토믹서.
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서, 상기 활성층의 일면에 연결되고 상기 열전도층과는 이격된 전극 패턴을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 포토믹서.
- [청구항 7] 청구항 1에 있어서, 상기 광이 입사되는 영역에 무반사막이 추가로 형성되되, 상기 무반사막은 상기 활성층의 상부에서 형성된 것을 특징으로 하는 포토믹서.
- [청구항 8] 기관의 상면에 활성층을 형성하되, 광이 입사되는 영역에 상기 활성층을 형성하는 단계; 및 상기 기관의 상면에 열전도층을 형성하되, 상기 광이 입사되는 영역을 제외한 나머지 영역에 상기 열전도층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.
- [청구항 9] 청구항 8에 있어서, 상기 활성층을 형성하는 단계는, 상기 기관의 상면에 버퍼층을 수직 및 수평하게 성장시키는 단계; 상기 버퍼층의 상면에 상기 활성층을 수직 및 수평하게 성장시키는 단계; 및 상기 성장된 활성층에서 상기 광이 입사되는 영역을 제외한 나머지 영역을 식각하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서,

상기 활성층을 수직 및 수평하게 성장시키는 단계는 MBE법으로 상기 활성층을 저온성장시키는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.

[청구항 11]

청구항 9에 있어서,

상기 활성층을 수직 및 수평하게 성장시키는 단계는 MOCVD법으로 상기 활성층을 성장시키고 그 위에 이온 임플란테이션을 실시하는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.

[청구항 12]

청구항 8에 있어서,

상기 활성층은 메사형 단면을 갖도록 형성되는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.

[청구항 13]

청구항 8에 있어서,

상기 열전도층을 형성하는 단계는, 상기 광이 입사되는 영역을 제외한 영역에 상기 열전도층을 MOCVD법으로 재성장시켜 평탄화된 표면을 갖게 하는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.

[청구항 14]

청구항 8에 있어서,

상기 열전도층은 InP, GaAs, Ge, Si, AlAs, AlGaAs 중에서 어느 하나로 구성되는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.

[청구항 15]

청구항 8에 있어서,

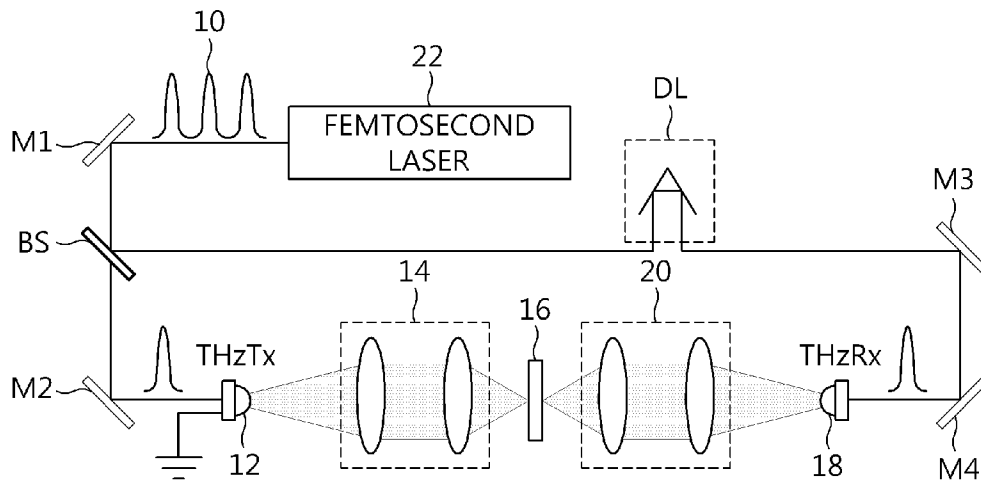
상기 활성층의 일면에 연결되고 상기 열전도층과는 이격되는 전극 패터를 형성하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.

[청구항 16]

청구항 8에 있어서,

상기 광이 입사되는 영역에 무반사막을 형성하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 포토믹서의 제조방법.

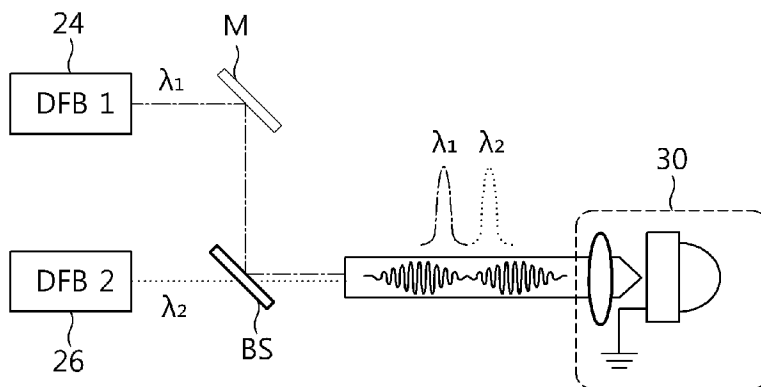
[Fig. 1]



(PRIOR ART)

FIG. 1

[Fig. 2]

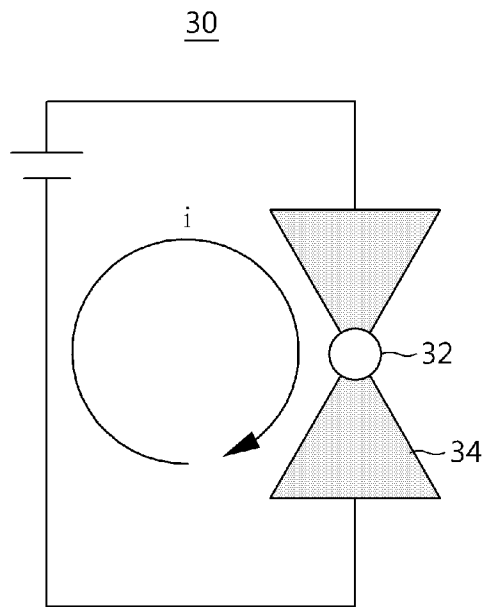


(PRIOR ART)

FIG. 2

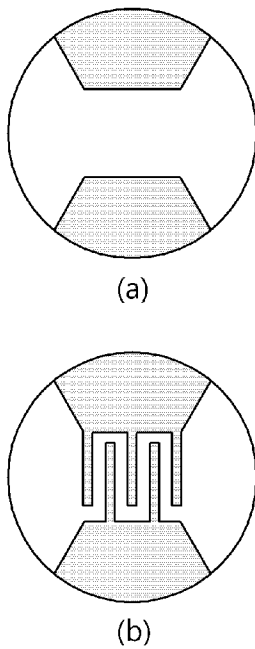


[Fig. 3]



(PRIOR ART)  
FIG. 3

[Fig. 4]



(PRIOR ART)  
FIG. 4

[Fig. 5]

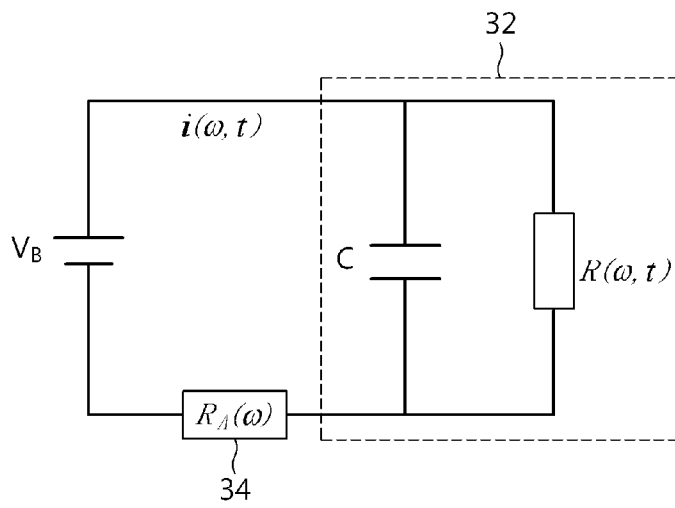


FIG. 5

[Fig. 6]

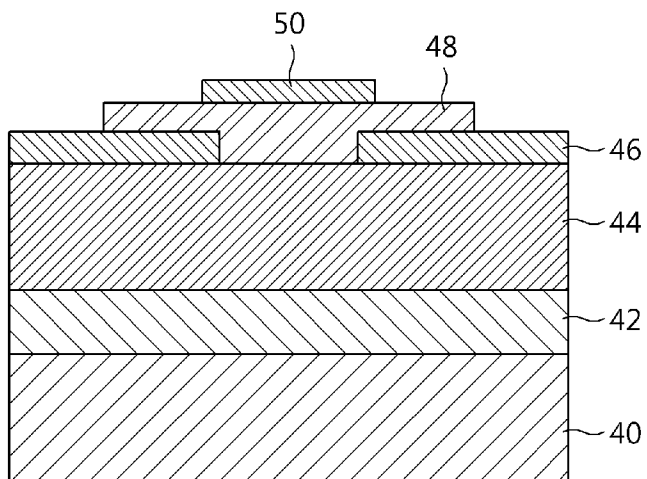


FIG. 6

[Fig. 7]

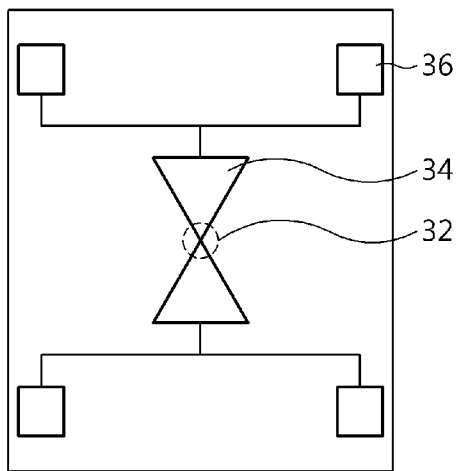


FIG. 7

[Fig. 8]

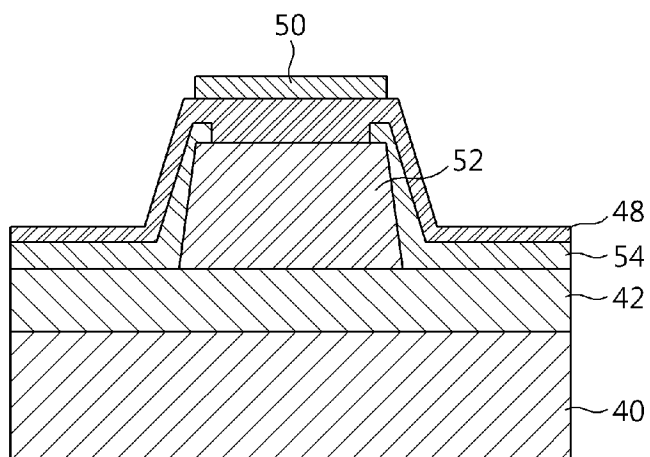


FIG. 8

[Fig. 9]

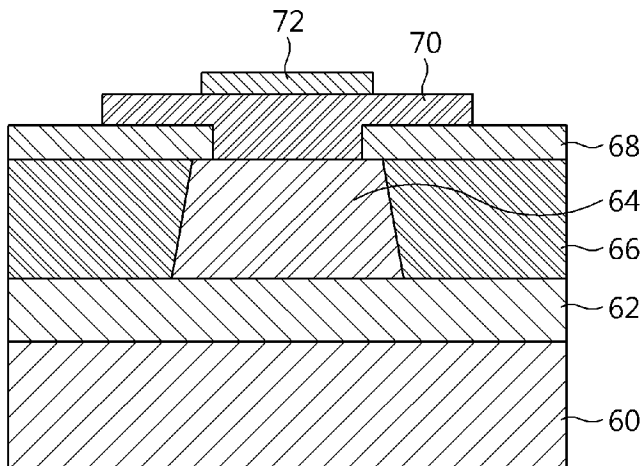


FIG. 9

[Fig. 10]

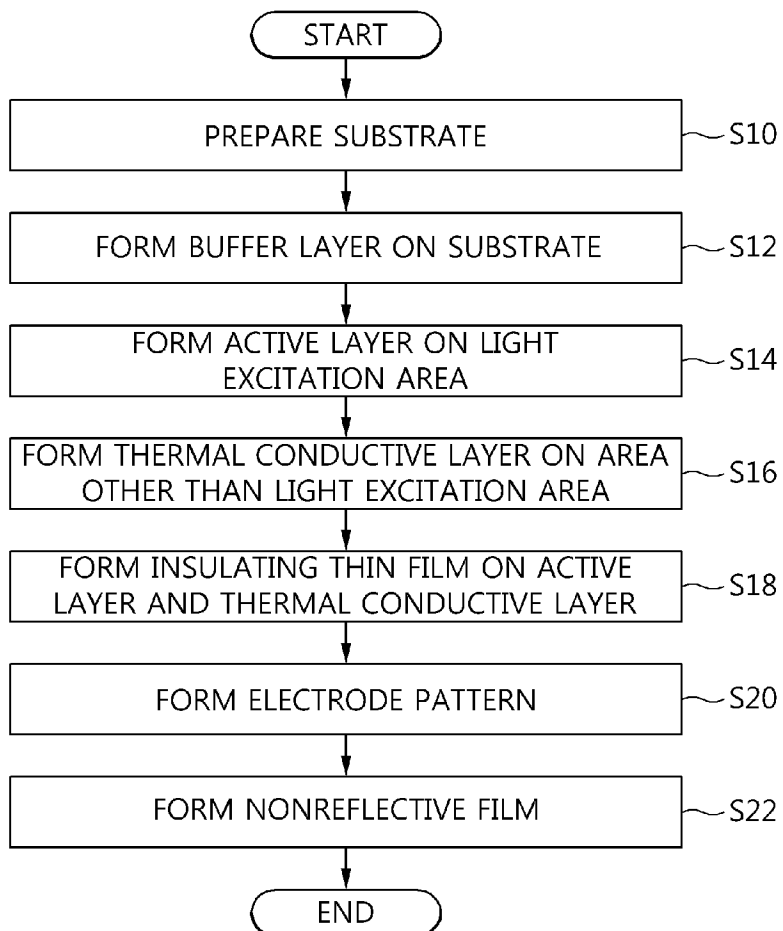


FIG. 10

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2013/008415****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H01S 1/00(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01S 1/00; H01L 31/107; H01S 3/05; H01L 31/10; H01S 5/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: photomixer, temperature, heat-radiation, heat radiation, heat transfer, heat dissipative, thermoconductive, buried layer

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2008-270529 A (OPNEXT JAPAN INC.) 06 November 2008<br>See abstract, paragraphs [0023]-[0025], [0029]-[0030] and figure 3.                        | 1-16                  |
| Y         | KR 10-2012-0030186 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 28 March 2012<br>See abstract, paragraphs [0018], [0087] and figure 9. | 1-16                  |
| A         | JP 2010-010450 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 14 January 2010<br>See abstract, paragraphs [0010]-[0011], claim 1 and figure 2.                       | 1-16                  |
| A         | JP 2003-347577 A (OPNEXT JAPAN INC.) 05 December 2003<br>See abstract, paragraph [0017], claim 1 and figure 8.                                      | 1-16                  |
| A         | JP 2001-177143 A (HITACHI LTD. et al.) 29 June 2001<br>See abstract, paragraphs [0018]-[0019], claim 1 and figure 2.                                | 1-16                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

**06 JANUARY 2014 (06.01.2014)**

Date of mailing of the international search report

**07 JANUARY 2014 (07.01.2014)**

Name and mailing address of the ISA/KR



Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2013/008415**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member                                                                                         | Publication<br>date                                                              |
|-------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| JP 2008-270529 A                          | 06/11/2008          | JP 4861887 B2<br>US 2008-0265357 A1<br>US 7875905 B2                                                            | 25/01/2012<br>30/10/2008<br>25/01/2011                                           |
| KR 10-2012-0030186 A                      | 28/03/2012          | US 2012-0068090 A1                                                                                              | 22/03/2012                                                                       |
| JP 2010-010450 A                          | 14/01/2010          | US 2009-0321868 A1<br>US 7675130 B2                                                                             | 31/12/2009<br>09/03/2010                                                         |
| JP 2003-347577 A                          | 05/12/2003          | JP 2004-153190 A<br>JP 4045170 B2<br>JP 4084958 B2<br>US 2003-0218226 A1<br>US 2004-0000675 A1<br>US 6800914 B2 | 27/05/2004<br>13/02/2008<br>30/04/2008<br>27/11/2003<br>01/01/2004<br>05/10/2004 |
| JP 2001-177143 A                          | 29/06/2001          | JP 4095746 B2                                                                                                   | 04/06/2008                                                                       |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

H01S 1/00(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01S 1/00; H01L 31/107; H01S 3/05; H01L 31/10; H01S 5/12

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드:포토마서, 온도, 발열, 방열, 열전달, 열분산, 열전도, 매립층

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                          | 관련 청구항 |
|-------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Y     | JP 2008-270529 A (OPNEXT JAPAN INC.) 2008.11.06<br>요약, 문단번호 [0023]-[0025], [0029]-[0030] 및 도면 3 참조. | 1-16   |
| Y     | KR 10-2012-0030186 A (한국전자통신연구원) 2012.03.28<br>요약, 문단번호 [0018], [0087] 및 도면 9 참조.                   | 1-16   |
| A     | JP 2010-010450 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 2010.01.14<br>요약, 문단번호 [0010]-[0011], 청구항 1 및 도면 2 참조. | 1-16   |
| A     | JP 2003-347577 A (OPNEXT JAPAN INC.) 2003.12.05<br>요약, 문단번호 [0017], 청구항 1 및 도면 8 참조.                | 1-16   |
| A     | JP 2001-177143 A (HITACHI LTD. 외 1명) 2001.06.29<br>요약, 문단번호 [0018]-[0019], 청구항 1 및 도면 2 참조.         | 1-16   |



추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.



대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 01월 06일 (06.01.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 01월 07일 (07.01.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

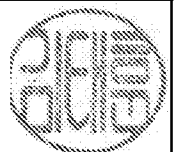
대한민국 특허청  
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

김태훈

전화번호 +82-42-481-8407



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                                                                                                          | 공개일                                                                              |
|-----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| JP 2008-270529 A      | 2008/11/06 | JP 4861887 B2<br>US 2008-0265357 A1<br>US 7875905 B2                                                            | 2012/01/25<br>2008/10/30<br>2011/01/25                                           |
| KR 10-2012-0030186 A  | 2012/03/28 | US 2012-0068090 A1                                                                                              | 2012/03/22                                                                       |
| JP 2010-010450 A      | 2010/01/14 | US 2009-0321868 A1<br>US 7675130 B2                                                                             | 2009/12/31<br>2010/03/09                                                         |
| JP 2003-347577 A      | 2003/12/05 | JP 2004-153190 A<br>JP 4045170 B2<br>JP 4084958 B2<br>US 2003-0218226 A1<br>US 2004-0000675 A1<br>US 6800914 B2 | 2004/05/27<br>2008/02/13<br>2008/04/30<br>2003/11/27<br>2004/01/01<br>2004/10/05 |
| JP 2001-177143 A      | 2001/06/29 | JP 4095746 B2                                                                                                   | 2008/06/04                                                                       |