



특허증

CERTIFICATE OF PATENT

특허 제 10-1252727 호
(PATENT NUMBER)

출원번호
(APPLICATION NUMBER)

제 2011-0101001 호

출원일
(FILING DATE:YY/MM/DD)

2011년 10월 05일

등록일
(REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)

2013년 04월 03일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)

광전 주파수 변환 장치

특허권자 (PATENTEE)

연세대학교 산학협력단(274171-0*****)

서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신촌동)

발명자 (INVENTOR)

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록
되었음을 증명합니다.

(THIS IS TO CERTIFY THAT THE PATENT IS REGISTERED ON THE REGISTER OF THE KOREAN
INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE.)

2013년 04월 03일



특허청장 김영민

COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



연차등록료 납부일은 설정등록일 이후 4년차부터 매년 04월 03일까지이며 등록원부로 권리관계를 확인바랍니다.



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년04월10일
(11) 등록번호 10-1252727
(24) 등록일자 2013년04월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 10/02 (2006.01) G02B 6/42 (2006.01)
H04B 7/155 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0101001
(22) 출원일자 2011년10월05일
심사청구일자 2011년10월05일
(56) 선행기술조사문헌
KR100789364 B1
KR1020090016305 A
KR100680012 B1
KR1020080104692 A

(73) 특허권자
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50, 연세대학교 (신
촌동)
(72) 발명자
최우영
김재영
이명재
(74) 대리인
오세준, 송윤호, 권혁수

전체 청구항 수 : 총 20 항

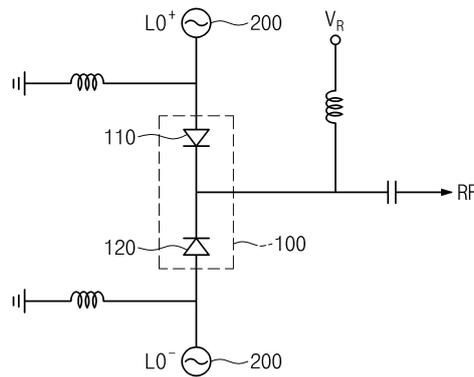
심사관 : 장진환

(54) 발명의 명칭 광전 주파수 변환 장치

(57) 요약

본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 수신되는 광 신호를 전기적 신호로 검출하는 광 검출부, 그리고 상기 광 검출부의 양단에 차동 발진 신호를 입력하는 발진수단을 포함한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 출력 신호 전송 시 SNR을 향상시킬 수 있다. 또한, 광전 주파수 변환 장치의 전력 효율을 향상시킬 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

수신되는 광 신호를 전기적 신호로 검출하는 광 검출부; 그리고
상기 광 검출부의 양단에 차동 발진 신호를 입력하는 발진수단을 포함하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,
상기 발진수단은 적어도 하나의 국부 발진기; 그리고
상기 국부 발진기로부터 생성된 신호를 차동 발진 신호로 변환하는 분배기를 포함하는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 3

제2 항에 있어서,
상기 분배기는 n 개($n \geq 2$, n 은 자연수)의 발진 신호를 생성하며, 상기 발진 신호는 $360/n$ ($n \geq 2$, n 은 자연수)의 위상차를 갖는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,
상기 발진수단은 180° 의 위상차를 갖는 발진 신호를 상기 광 검출부의 양단에 입력하는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 5

제1 항에 있어서,
상기 광 검출부는 적어도 두 개의 광 다이오드를 포함하는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 6

제5 항에 있어서,
상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 캐소드(cathode)가 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 7

제5 항에 있어서,
상기 적어도 두 개의 광 다이오드 각각의 애노드(anode)로 상기 차동 발진 신호가 입력되는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 8

제5 항에 있어서,
상기 적어도 두 개의 광 다이오드는 에벌란치 광 다이오드(avalanche photo diode)인 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 9

제8 항에 있어서,
상기 에벌란치 광 다이오드의 역 항복전압(reverse breakdown voltage)을 구동 전압으로 사용하는 것을 특징으로

로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 10

적어도 두 개의 광 다이오드를 포함하는 광전 주파수 변환 장치에 있어서:

상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 캐소드(cathode)는 서로 연결되고,

상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 애노드(anode)는 발진수단과 연결되며,

상기 발진수단은 상기 적어도 두 개의 광 다이오드 각각의 애노드에 차동 발진 신호를 입력하는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 11

제10 항에 있어서,

상기 캐소드는 상기 광 다이오드 각각의 N영역과 접촉되고, 상기 애노드는 상기 광 다이오드 각각의 P영역과 접촉되는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 12

제10 항에 있어서,

상기 광전 주파수 변환 장치는 두 개의 광 다이오드를 포함하며,

상기 발진수단은 제1 광 다이오드의 애노드로 30 GHz의 발진 신호를, 제2 광 다이오드의 애노드로 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호를 입력하는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 13

제10 항에 있어서,

상기 광 다이오드는 애벌란치 광 다이오드(avalanche photo diode)인 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 14

적어도 두 개의 광 다이오드를 포함하는 광전 주파수 변환 장치에 있어서:

상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 애노드(anode)는 서로 연결되고,

상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 캐소드(cathode)는 발진수단과 연결되며,

상기 발진수단은 상기 적어도 두 개의 광 다이오드 각각의 캐소드에 차동 발진 신호를 입력하는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 15

제14 항에 있어서,

상기 광전 주파수 변환 장치는 두 개의 광 다이오드를 포함하며,

상기 발진수단은 제3 광 다이오드의 캐소드로 30 GHz의 발진 신호를, 제4 광 다이오드의 캐소드로 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호를 입력하는 것을 특징으로 하는 광전 주파수 변환 장치.

청구항 16

입력되는 광 신호 및 차동 발진 신호를 이용하여 상기 광 신호로부터 전기적 신호를 검출하는 광전 주파수 변환기;

상기 전기적 신호를 증폭하는 증폭기; 그리고

증폭된 상기 전기적 신호를 단말로 전송하기 위한 안테나를 포함하는 기지국.

청구항 17

제16 항에 있어서,
 상기 광전 주파수 변환기는,
 적어도 두 개의 광 다이오드; 그리고
 상기 적어도 두 개의 광 다이오드 각각의 애노드로 차동 발진 신호를 공급하는 발진수단을 포함하는 기지국.

청구항 18

제17 항에 있어서,
 상기 광전 주파수 변환기는 두 개의 애벌란치 광 다이오드를 포함하며,
 상기 발진수단은 제1 애벌란치 광 다이오드의 애노드로 30 GHz의 발진 신호를, 제2 애벌란치 광 다이오드의 애노드로 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호를 공급하는 것을 특징으로 하는 기지국.

청구항 19

제16 항에 있어서,
 상기 광전 주파수 변환기는,
 적어도 두 개의 광 다이오드; 그리고
 상기 적어도 두 개의 광 다이오드 각각의 캐소드로 차동 발진 신호를 공급하는 발진수단을 포함하는 기지국.

청구항 20

제19 항에 있어서,
 상기 광전 주파수 변환기는 두 개의 애벌란치 광 다이오드를 포함하며,
 상기 발진수단은 제3 애벌란치 광 다이오드의 캐소드로 30 GHz의 발진 신호를, 제4 애벌란치 광 다이오드의 캐소드로 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호를 공급하는 것을 특징으로 하는 기지국.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 광 무선 통신 분야에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 광전 주파수 변환 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 최근 정보통신 서비스의 다양화와 데이터의 용량 증가에 따라, 초고속 무선 멀티미디어 통신 서비스의 필요성이 증가하고 있다. 이에, 초고속 광통신망에 연동시킨 광-무선 통신 기술이 주목받고 있으며, 고속 전송을 위한 광통신 기술과 이동성을 위한 무선 통신 기술을 융합한 RoF(Radio-on-Fiber) 기술에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

[0003] RoF 시스템에서는 부반송파로 사용하는 무선 신호를 다중화하여 광파에 변조한 후, 전광(Electro-Optic) 변환된 신호를 광섬유를 통해 전송한다. 전광 변환된 신호는 광 검출기를 통해 다시 광전 변환하여 가입자에게 정보를 제공한다. RoF 시스템은 일반적으로 무선 신호를 광 신호로 전광 변환하는 중앙 기지국과 광 전송 링크를 통해 수신된 신호를 광전 변환하여 이동 단말로 전송하는 서브 기지국으로 구성된다. 서브 기지국은 광 수신 및 주파수 변환을 동시에 수행할 수 있는 광전 주파수 변환 장치를 포함하여 구성될 수 있다.

[0004] 한편, RoF 시스템에서는 밀리미터파 대역에 대한 관심이 증가하고 있으며, 특히 60 GHz 주파수 대역이 주목받고 있다. 밀리미터파 대역의 주파수는 주파수 재사용 효율이 우수하며, 파장이 짧아 안테나 및 RF 송수신기의 경량화가 가능한 이점이 있다. 광전 주파수 변환 장치는 단일 트랜지스터 또는 광 다이오드를 기반으로 구현된다. 하지만, 단일 트랜지스터 또는 단일 광 다이오드를 사용하는 광전 주파수 변환 장치의 경우 하모닉 주파수 변환 효율이 낮고, 밀리미터파 대역의 주파수를 발진하는 발진 신호원을 구현하는 데 필요한 공정상의 비용, 소모 전

력 면에서 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 이에, 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 수신되는 광 신호의 하모닉 주파수 변환 효율을 향상시킬 수 있는 광전 주파수 변환 장치를 제공하는 데 있다.
- [0006] 본 발명이 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 광전 주파수 변환 장치의 전력 효율을 향상시키는 데 있다.
- [0007] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 수신되는 광 신호를 전기적 신호로 검출하는 광 검출부, 그리고 상기 광 검출부의 양단에 차동 발진 신호를 입력하는 발진수단을 포함한다.
- [0009] 일 실시예에서, 상기 발진수단은 적어도 하나의 국부 발진기 그리고 상기 국부 발진기로부터 생성된 신호를 차동 발진 신호로 변환하는 분배기를 포함할 수 있다.
- [0010] 일 실시예에서, 상기 분배기는 n 개($n \geq 2$, n 은 자연수)의 발진 신호를 생성하며, 상기 발진 신호는 $360/n$ ($n \geq 2$, n 은 자연수)의 위상차를 가질 수 있다.
- [0011] 일 실시예에서, 상기 발진수단은 180° 의 위상차를 갖는 발진 신호를 상기 광 검출부의 양단에 입력할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에서, 상기 광 검출부는 적어도 두 개의 광 다이오드를 포함할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에서, 상기 적어도 두 개의 광 다이오드는 캐소드(cathode)가 서로 연결될 수 있다.
- [0014] 일 실시예에서, 상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 각각의 애노드(anode)로 상기 차동 발진 신호가 입력될 수 있다.
- [0015] 일 실시예에서, 상기 광 다이오드는 에벌란치 광 다이오드(avalanche photo diode)일 수 있다.
- [0016] 일 실시예에서, 상기 에벌란치 광 다이오드의 역 항복전압(reverse breakdown voltage)을 구동 전압으로 사용할 수 있다.
- [0017] 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 적어도 두 개의 광 다이오드를 포함하는 광전 주파수 변환 장치에 있어서, 상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 캐소드(cathode)는 서로 연결되고, 상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 애노드(anode)는 발진수단과 연결되며, 상기 발진수단은 상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 애노드에 차동 발진 신호를 입력한다.
- [0018] 일 실시예에서, 상기 캐소드는 상기 광 다이오드 각각의 N영역과 연결되고, 상기 애노드는 상기 광 다이오드 각각의 P영역과 연결될 수 있다.
- [0019] 일 실시예에서, 상기 광전 주파수 변환 장치는 두 개의 광 다이오드를 포함하며, 상기 발진수단은 제1 광 다이오드의 애노드로 30 GHz의 발진 신호를, 제2 광 다이오드의 애노드로 상기 30 GHz의 발진 신호와 180° 의 위상차를 갖는 발진 신호를 입력할 수 있다.
- [0020] 일 실시예에서, 상기 광 다이오드는 에벌란치 광 다이오드(avalanche photo diode)일 수 있다.
- [0021] 일 실시예에서, 상기 에벌란치 광 다이오드의 역 항복전압(reverse breakdown voltage)을 구동 전압으로 사용할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 적어도 두 개의 광 다이오드를 포함하는 광전 주파수 변환 장치에 있어서, 상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 애노드(anode)는 서로 연결되고, 상기 적어도 두 개의 광 다이오드의 캐소드(cathode)는 발진수단과 연결되며, 상기 발진수단은 상기 적어도 두 개의 광 다이오드 각각의 캐소드에 차동 발진 신호를 입력한다.

- [0023] 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국은 입력되는 광 신호 및 차동 발진 신호를 이용하여 상기 광 신호로부터 전기적 신호를 검출하는 광전 주파수 변환기, 상기 전기적 신호를 증폭하는 증폭기, 그리고 증폭된 상기 전기적 신호를 단말로 전송하기 위한 안테나를 포함한다.
- [0024] 일 실시예에서, 상기 광전 주파수 변환기는, 적어도 두 개의 광 다이오드, 그리고 상기 적어도 두 개의 광 다이오드 각각의 애노드로 차동 발진 신호를 공급하는 발진수단을 포함할 수 있다.
- [0025] 일 실시예에서, 상기 광전 주파수 변환기는 두 개의 애벌란치 광 다이오드를 포함하며, 상기 발진수단은 제1 애벌란치 광 다이오드의 애노드로 30 GHz의 발진 신호를, 제2 애벌란치 광 다이오드의 애노드로 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호를 공급할 수 있다.
- [0026] 일 실시예에서, 상기 광전 주파수 변환기는, 적어도 두 개의 광 다이오드, 그리고 상기 적어도 두 개의 광 다이오드 각각의 캐소드로 차동 발진 신호를 공급하는 발진수단을 포함할 수 있다.
- [0027] 일 실시예에서, 상기 광전 주파수 변환기는 두 개의 애벌란치 광 다이오드를 포함하며, 상기 발진수단은 제3 애벌란치 광 다이오드의 캐소드로 30 GHz의 발진 신호를, 제4 애벌란치 광 다이오드의 캐소드로 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호를 공급할 수 있다.

발명의 효과

- [0028] 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 광전 주파수 변환된 출력 신호의 전송 시 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 향상시킬 수 있다.
- [0029] 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 하드웨어 오버헤드를 감소시킬 수 있다.
- [0030] 본 발명의 일 실시예에 따르면 광전 주파수 변환 장치의 전력 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일 실시예에 따르면 광전 주파수 변환 장치의 제조 비용을 절감할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0032] 도 1은 일반적인 RoF 시스템의 구조를 나타낸 것이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 구조를 나타낸 것이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 광 검출부의 단면도를 나타낸 것이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 성능 측정을 위한 시스템 구성도를 나타낸 것이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 출력 신호의 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 변환 과정을 설명하기 위한 구조도이다.
- 도 7 및 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 구조를 나타낸 것이다.
- 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 구조를 나타낸 것이다.
- 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 광 검출부의 단면도를 나타낸 것이다.
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 역 바이어스 전압에 대한 상향 변환된 출력 신호의 전력을 나타낸 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 국부 발진기의 전력에 대한 상향 변환된 출력 신호의 전력을 나타낸 그래프이다.
- 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 애벌란치 광 다이오드의 역 바이어스 전압에 대한 EVM(Error-Vector Magnitude) 및 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 성능을 나타낸 것이다.
- 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 국부 발진기의 전력에 대한 EVM(Error-Vector Magnitude) 및 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 성능을 나타낸 것이다.
- 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 입력되는 광 신호의 전력에 대한 EVM(Error-Vector Magnitude) 및 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 성능을 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0033] 이하에서, 다수의 다양한 실시 예, 또는 본 발명의 다양한 특징들을 구현하는 예시가 제공된다. 소자에 있어서 특정한 예시 및 배열은 본 발명을 간소하게 표현하기 위해 기술된다. 이와 같은 것들은 단순한 예시일 뿐이며, 한정적인 의미로 해석되지 않는다. 또한, 본 발명은 도면 식별 부호 및/또는 문자를 다양한 예시에서 반복한다. 이러한 반복은 간소화 및 명확화를 목적으로 사용되며, 다양한 실시 예 및/또는 논의되는 구성 간의 관계에 대하여 지정되는 것은 아니다.
- [0034] 또한 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 특정한 구성 요소가 다른 구성 요소 위에, ~에 연결되어 있는, 및/또는 ~에 커플된 등의 문구는 직접적으로 두 구성 요소가 연결된 실시예를 포함할 수 있으며, 추가적으로 또 다른 구성 요소가 두 구성요소 사이에 배치되어, 두 구성 요소가 직접적으로 연결되지 않은 형태의 실시예도 포함할 수 있다. 또한, 제1, 제2 .. 등을 지칭하는 용어들이 여러 구성 요소들을 기술하기 위하여 여기에서 사용되어 질 수 있다면, 상기 구성 요소들은 이러한 용어들로 한정되지 않는 것으로 이해되어 질 것이다. 단지 이러한 용어들은 어떤 구성 요소로부터 다른 구성 요소를 구별하기 위해서 사용되어질 뿐이다.
- [0035] 본 발명의 일 실시예는 광전 주파수 변환 장치에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 RoF(Radio-on-Fiber) 시스템에 적용될 수 있으며, 구체적으로 기지국에 적용될 수 있다. 이하에서 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치가 도면을 참조하여 상세히 설명될 것이다.
- [0036] 도 1은 일반적인 RoF 시스템의 구조를 나타낸 것이다.
- [0037] RoF(Radio-on-Fiber) 시스템은 광섬유의 적은 전송 손실, 넓은 대역폭을 이용하여 광 대역 무선 통신을 위한 마이크로파 또는 밀리미터파를 생성, 전송 및 처리하는 기술을 의미할 수 있다.
- [0038] 도 1에 도시된 바와 같이, RoF 시스템은 백본망으로부터 전송되는 무선신호를 광 신호로 전광 변환하는 중앙 기지국(10), 중앙 기지국(10)으로부터 광 전송 링크(20)를 통해 전광 변환된 신호를 수신하여 RF 신호를 추출하고, 안테나를 통해 사용자의 단말로 전송하는 서브 기지국(30)을 포함하여 구성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 서브 기지국(30)에 적용될 수 있다.
- [0039] 이하에서 본 발명의 일 실시예에서 광전 주파수 변환 장치가 예시적으로 서브 기지국에 이용되는 경우에 대해 설명될 것이나, 이에 한정되는 것은 아니며, 중계기 등과 같이 광 신호를 전기적 신호로 변환하여 출력하는 모든 가능한 신호 중계 장치에 이용될 수 있다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 구조를 나타낸 것이다.
- [0041] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 수신되는 광 신호를 RF 신호로 검출하는 광 검출부(100) 및 광 검출부(100)의 양단에 차동 발진 신호를 입력하는 발진수단(200)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0042] 광 검출부(100)는 적어도 두 개의 광 다이오드(110, 120)를 포함할 수 있다. 광 다이오드(110, 120)의 캐소드(cathode)는 서로 연결될 수 있다. 광 다이오드는 예시적으로, p-i-n 광 다이오드 또는 애벌란치 광 다이오드(avalanche photo diode)일 수 있다. 상기 광 다이오드(110, 120)는 CMOS 공정을 이용하여 제조될 수 있다.
- [0043] 본 실시예에서는, 애벌란치 광 다이오드를 사용하는 경우를 예로 들어 설명될 것이다. 애벌란치 광 다이오드를 사용하는 경우, 광전 주파수 변환 장치의 구동 전압으로 항복 전압(breakdown voltage) 이상의 전압을 인가할 수 있다. 즉, 애벌란치 광 다이오드의 비선형성을 향상시킬 수 있는 전압을 구동 전압으로 사용하여 광 신호 검출 및 주파수 변환을 동시에 수행할 수 있다. 이 경우, 광전 주파수 변환 장치는 주파수 변환을 위한 믹서(mixer) 없이 광 신호 검출 및 주파수 변환을 수행할 수 있다.
- [0044] 발진수단(200)은 광 검출부(100)의 양단에 차동 발진 신호를 입력할 수 있다.
- [0045] 구체적으로, 발진수단(200)은 30 GHz의 발진 신호를 발생시킬 수 있다. 발진 수단(200)은 30 GHz 발진 신호 및 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호를 생성할 수 있다. 즉, 광 다이오드(110)의 애노

드로는 30 GHz의 발진 신호가, 광 다이오드(120)의 애노드로는 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호가 입력될 수 있다. 이 경우, 60 GHz 대역의 발진 신호가 출력될 것이다. 60 GHz 주파수 대역은 높은 데이터 전송률을 얻을 수 있고, 직진성이 강해 주변 간섭에 강한 이점이 있다. 또한, 보안성이 좋고, 파장이 짧아 RF 송수신기의 소형화 및 경량화가 가능한 이점이 있다. 60 GHz 대역의 발진 신호의 구체적인 생성 과정은 후술될 것이다.

- [0046] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 광 검출부의 단면도를 나타낸 것이다.
- [0047] 도 3을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출부(100)는 두 개의 애벌란치 광 다이오드를 포함하여 구성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출부는 CMOS 공정을 이용하여 제조될 수 있다.
- [0048] 구체적으로 설명하면, 먼저 N+ 및 P+ 영역을 형성하기 위한 소자분리막(Shallow Trench Isolation)이 형성된다. 소자분리막에 의해 기판 상부는 예시적으로 7개 영역으로 분리될 수 있다. 다음 P형 반도체 기판에 N형 불순물을 주입하여 N-well이 형성된다. N-well 형성에는 예시적으로 이온 주입 공정 또는 드라이브인 공정을 사용할 수 있다. 소자분리막에 의해 분리된 각각의 영역은 고농도의 P형 불순물 또는 고농도의 N형 불순물로 도핑된다.
- [0049] 이격된 P+ 활성 영역(113, 123)들 각각은 N-well 영역과 연결되어 각각 P-N 접합을 형성할 수 있다. 애벌란치 광 다이오드의 캐소드(111, 121, 130)는 서로 연결되어 단일 노드를 형성할 수 있다. 광 전류(photocurrent)는 N+ 오믹 콘택(ohmic contact)을 통해 연결된 캐소드(111, 121, 130)로 나올 수 있다.
- [0050] 애벌란치 광 다이오드의 애노드(112, 122)는 각각 발진수단과 연결되어 차동 발진 신호를 입력받을 수 있다. 각각의 애벌란치 광 다이오드의 P+ 영역과 N+영역들은 STI(Shallow Trench Isolation) 구조에 의해 분리될 수 있다.
- [0051] 한편, 두 개의 애벌란치 광 다이오드는 서로 약 2 μm 이격되어 배치될 수 있다. 광 검출부(100)는 10 x 10 μm^2 의 단면적을 가질 수 있다. 각각의 애벌란치 광 다이오드는 4 x 10 μm^2 의 단면적을 가질 수 있다.
- [0052] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 성능 측정을 위한 시스템 구성도를 나타낸 것이다.
- [0053] 도 4를 참조하면, 발진수단(200)은 제1 발진기(210) 및 분배기(220)를 포함할 수 있다. 제1 발진기(210)는 예시적으로 국부 발진기(Local oscillator)일 수 있다.
- [0054] 제1 발진기(210)는 30 GHz 신호를 발생시킬 수 있다. 30 GHz 발진 신호는 180도 위상 분배기(divider)를 통해 애벌란치 광 다이오드(110, 120) 각각의 애노드로 차동 입력될 수 있다. 즉, 애벌란치 광 다이오드(110)로는 30 GHz 발진 신호가, 애벌란치 광 다이오드(120)로는 상기 30 GHz 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호가 입력될 수 있다. 이 경우, 발진 신호의 전력은 반으로 나뉘어 각각의 애벌란치 광 다이오드로 공급될 수 있다.
- [0055] 한편, 광 검출부(100)로 수신되는 광 신호는 예시적으로 100 MHz의 중간 주파수(Intermediate Frequency, IF)를 갖는 신호일 수 있다. 먼저 수직 캐비티 표면 발광 레이저 다이오드(Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser, 310)을 사용하여 예시적으로 850 nm의 파장을 갖는 광 신호를 발생시킬 수 있다. 발생된 광 신호는 마흐-젠더 변조기(Mach-Zehnder Modulator, 330)를 통해 제2 발진기(320)로부터 발생된 100 MHz 신호와 함께 100 MHz의 중간 주파수(IF)를 갖는 광 신호로 변조될 수 있다. 변조된 100 MHz의 중간 주파수를 갖는 광 신호는 렌즈형 광섬유(lensed fiber)를 통해 광 검출부(100)로 조사될 것이다. 렌즈형 광섬유(lensed fiber)의 직경은 약 10 μm 일 수 있다.
- [0056] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 출력 신호의 스펙트럼을 나타낸 것이다.
- [0057] 도 5에 도시된 바와 같이, 광 검출부(100)를 통해 출력되는 RF 신호를 RF 스펙트럼 분석기(RF spectrum analyzer)를 이용해 분석한 결과, 합성된 60 GHz의 발진 신호, 상향 변환된 RF 신호 및 하향 변환된 RF 신호의 스펙트럼을 확인할 수 있다.

[0058] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 변환 과정을 설명하기 위한 회로도이다.

[0059] 도 6에 도시된 바와 같이, 광 신호가 수신되면, 애벌란치 광 다이오드(110, 120)는 각각 I_1 과 I_2 전류를 생성할 수 있다. I_1 과 I_2 는 수학식 1 및 수학식 2과 같이 표현될 수 있다.

[0060] [수학식 1]

$$I_1 = I_{ph} \cdot M(+V_{LO})$$

[0061]

[0062] [수학식 2]

$$I_2 = I_{ph} \cdot M(-V_{LO})$$

[0063]

[0064] 여기서, I_{ph} 는 애벌란치 광 다이오드(110, 120)에 의해 생성되는 광 전류(photocurrent), $M(+V_{LO})$

는 애벌란치 광 다이오드(110)의 비선형 애벌란치 이득, $M(-V_{LO})$ 는 애벌란치 광 다이오드(120)의 비선형

애벌란치 이득을 의미한다. 애벌란치 광 다이오드(110, 120)는 같은 크기의 I_{ph} 를 생성할 수 있다. 동일한 광 신호를 수신하기 때문이다. 하지만, 애벌란치 광 다이오드(110, 120)는 차동 발진 신호를 입력받으므로, 비선형 애벌란치 이득(nonlinear avalanche gain)은 다를 수 있다.

[0065] $M(+V_{LO})$ 및 $M(-V_{LO})$ 을 급수 형태로 표현될 수 있으며, I_1 및 I_2 의 합인 I_{out} 은 하기의 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

[0066] [수학식 3]

$$I_{out} = I_{ph} \cdot M(+V_{LO}) + I_{ph} \cdot M(-V_{LO})$$

[0067]

$$I_{out} \sim I_{ph} \cdot (\alpha_1 V_{LO} + \alpha_2 V_{LO}^2 + \alpha_3 V_{LO}^3)$$

[0068]

$$+ I_{ph} \cdot (-\alpha_1 V_{LO} + \alpha_2 V_{LO}^2 - \alpha_3 V_{LO}^3)$$

[0069]

$$= 2\alpha_2 I_{ph} V_{LO}^2$$

[0070]

[0071] 상기의 수학식 3을 참조하면, 출력되는 RF 신호의 전류 I_{out} 은 짝수 차수 성분은 합산되고, 홀수 차수 성분은 상쇄되는 것을 확인할 수 있다. 구체적으로, 제3 고조파 까지의 성분을 고려할 때, 기본 주파수 성분 및 제3 고조파 성분은 상쇄되고, 제2 고조파 성분만 남게 된다.

[0072] 따라서, 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 국부 발진기로부터 입력되는 차동 발진 신호 주파수의 2배 주파수를 갖는 신호를 생성할 수 있다.

[0073] 광전 주파수 변환 장치의 변환 효율은 수신되는 IF 신호의 크기와 출력되는 RF 신호의 크기 비를 의미한다. 즉, 변환 효율은 입력되는 IF 신호에 대해 얼마나 큰 RF 신호를 출력할 수 있는 척도를 의미한다. 서브 하모닉 광전 주파수 변환 장치의 변환 효율은 출력되는 제2 고조파 성분의 크기가 클수록 증가한다. 출력되는 RF 신호는 차동 발진 신호의 제2 고조파와 입력되는 광 IF 신호의 믹싱(mixing)에 의해 생성되기 때문이다.

- [0074] 도 7 및 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 구조를 나타낸 것이다.
- [0075] 도 7을 참조하면, 광 검출부(400)는 4개의 광 다이오드(410, 420, 430, 440)를 포함할 수 있다. 광 다이오드(410 내지 440)의 캐소드(cathode)는 서로 연결될 수 있다. 광 다이오드는 예시적으로, p-i-n 광 다이오드 또는 에벌란치 광 다이오드(avalanche photo diode)일 수 있다. 광 다이오드(410 내지 440)는 CMOS 공정을 이용하여 제조될 수 있다. 광 다이오드(410 내지 440)는 예시적으로 에벌란치 광 다이오드일 수 있다.
- [0076] 발진수단(510 내지 540)은 광 다이오드(410 내지 440) 각각의 애노드로 차동 발진 신호를 입력할 수 있다.
- [0077] 구체적으로, 발진수단(510 내지 540)은 15 GHz의 발진 신호를 발생시킬 수 있다. 발진 수단(510 내지 540)은 15 GHz 발진 신호 및 상기 15 GHz의 발진 신호와 순차적으로 90°의 위상차를 갖는 발진 신호를 생성할 수 있다. 즉, 광 다이오드(410)의 애노드로는 15 GHz의 발진 신호가, 광 다이오드(420)의 애노드로는 상기 15 GHz의 발진 신호와 90°의 위상차를 갖는 발진 신호가 입력될 수 있다. 또한, 광 다이오드(430)의 애노드로는 상기 15 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호가, 광 다이오드(440)의 애노드로는 상기 15 GHz의 발진 신호와 270°의 위상차를 갖는 발진 신호가 입력될 수 있다. 이 경우, 출력 단자로 60 GHz 대역의 발진 신호가 출력될 것이다.
- [0078] 도 8을 참조하면, 광 검출부(600)는 3개의 광 다이오드(610, 620, 630)를 포함할 수 있다. 광 다이오드(610 내지 630)의 캐소드(cathode)는 서로 연결될 수 있다. 광 다이오드는 예시적으로, p-i-n 광 다이오드 또는 에벌란치 광 다이오드(avalanche photo diode)일 수 있다. 광 다이오드(610 내지 630)는 CMOS 공정을 이용하여 제조될 수 있다. 광 다이오드(610 내지 630)는 예시적으로 에벌란치 광 다이오드일 수 있다.
- [0079] 발진수단(710 내지 730)은 광 다이오드(610 내지 630) 각각의 애노드로 차동 발진 신호를 입력할 수 있다.
- [0080] 구체적으로, 발진수단(710 내지 730)은 20 GHz의 발진 신호를 발생시킬 수 있다. 발진 수단(710 내지 730)은 20 GHz 발진 신호 및 상기 20 GHz의 발진 신호와 순차적으로 120°의 위상차를 갖는 발진 신호를 생성할 수 있다. 즉, 광 다이오드(610)의 애노드로는 20 GHz의 발진 신호가, 광 다이오드(620)의 애노드로는 상기 20 GHz의 발진 신호와 120°의 위상차를 갖는 발진 신호가 입력될 수 있다. 또한, 광 다이오드(630)의 애노드로는 상기 20 GHz의 발진 신호와 240°의 위상차를 갖는 발진 신호가 입력될 수 있다. 이 경우, 출력 단자로 60 GHz 대역의 발진 신호가 출력될 것이다. 60 GHz 주파수 대역은 높은 데이터 전송률을 얻을 수 있고, 직진성이 강해 주변 간섭에 강한 이점이 있다. 또한, 보안성이 좋고, 파장이 짧아 RF 송수신기의 소형화 및 경량화가 가능한 이점이 있다.
- [0081] 도 9는 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 구조를 나타낸 것이다. 불필요한 반복을 피하기 위해 중복되는 내용은 생략될 것이다.
- [0082] 도 9를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 수신되는 광 신호를 RF 신호로 검출하는 광 검출부(800) 및 광 검출부(800)의 양단에 차동 발진 신호를 입력하는 발진수단(900)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0083] 광 검출부(800)는 적어도 두 개의 광 다이오드(810, 820)를 포함할 수 있다. 광 다이오드(810, 820)의 애노드(anode)는 서로 연결될 수 있다. 즉, 본 실시예에서는 상술한 실시예들과 광 다이오드(810, 820)의 배치가 상이할 수 있다.
- [0084] 본 실시예에서는, 에벌란치 광 다이오드를 사용하는 경우를 예로 들어 설명될 것이다. 에벌란치 광 다이오드를 사용하는 경우, 광전 주파수 변환 장치의 구동 전압으로 항복 전압(breakdown voltage) 이상의 전압을 인가할 수 있다. 구체적으로, 본 실시예에서 구동 전압은 상술한 실시예들의 구동 전압과 그 크기는 같고, 부호가 반대일 수 있다.
- [0085] 발진수단(900)은 광 검출부(800)의 양단에 차동 발진 신호를 입력할 수 있다. 구체적으로, 발진수단(900)은 30 GHz의 발진 신호를 발생시킬 수 있다. 발진 수단(900)은 30 GHz 발진 신호 및 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호를 생성할 수 있다. 즉, 광 다이오드(810)의 캐소드로는 30 GHz의 발진 신호가, 광 다이오드(820)의 캐소드로는 상기 30 GHz의 발진 신호와 180°의 위상차를 갖는 발진 신호가 입력될 수 있다. 이 경우, 60 GHz 대역의 발진 신호가 출력될 것이다.

- [0086] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 광 검출부의 단면도를 나타낸 것이다.
- [0087] 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출부(800)는 두 개의 애벌란치 광 다이오드를 포함하여 구성될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 광 검출부는 CMOS 공정을 이용하여 제조될 수 있다.
- [0088] 구체적으로 설명하면, 먼저 N+ 및 P+ 영역을 형성하기 위한 소자분리막(Shallow Trench Isolation)이 형성된다. 소자분리막에 의해 기판 상부는 예시적으로 9개 영역으로 분리될 수 있다. 다음 P형 반도체 기판에 N형 불순물을 주입하여 각각의 N-well이 형성된다. 예시적으로, 2개의 N-well이 형성될 수 있다. N-well 형성에는 이온 주입 공정 또는 드라이브인 공정을 사용할 수 있다. 소자분리막에 의해 분리된 각각의 영역은 고농도의 P형 불순물 또는 고농도의 N형 불순물로 도핑된다.
- [0089] 기판 상부의 최외각 및 2개의 N-well 사이에 형성되는 P+ 활성 영역(811, 821, 830)은 그라운드(GND)와 연결될 수 있다. 애벌란치 광 다이오드의 애노드(813, 823)는 서로 연결되어 단일 노드를 형성할 수 있다. 광 전류(photocurrent)는 P+ 오믹 콘택(ohmic contact)을 통해 연결된 애노드(813, 823)로 나올 수 있다.
- [0090] 애벌란치 광 다이오드의 캐소드(812, 814)는 서로 연결되어 차동 발진 신호(L0+)를 입력받을 수 있다. 또한, 애벌란치 광 다이오드의 캐소드(822, 824)는 서로 연결되어 차동 발진 신호(L0-)를 입력받을 수 있다. 각각의 애벌란치 광 다이오드의 P+ 영역과 N+영역들은 STI(Shallow Trench Isolation) 구조에 의해 분리될 수 있다.
- [0091] 한편, 직경이 약 10 μm 인 렌즈형 광섬유(lensed fiber) 2개를 사용하는 경우, 각각의 애벌란치 광 다이오드는 10 x 10 μm^2 의 단면적을 가질 수 있다. 직경이 약 10 μm 인 렌즈형 광섬유(lensed fiber) 1개를 사용하는 경우, 두 개의 애벌란치 광 다이오드는 서로 약 6 μm 이격되어 배치될 수 있다. 이 경우 광 검출부(800)는 10 x 10 μm^2 의 단면적을 가질 수 있다. 각각의 애벌란치 광 다이오드는 4 x 14 μm^2 또는 6 x 18 μm^2 의 단면적을 가질 수 있다.
- [0092] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 역 바이어스 전압에 대한 상향 변환된 출력 신호의 전력을 나타낸 그래프이다.
- [0093] 도 11에 도시된 그래프는, 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치와 일반적인 광전 주파수 변환 장치를 사용한 경우, 차동 발진 주파수의 제2 고조파 성분과 상향 변환된 RF 신호의 전력을 애벌란치 광 다이오드의 역 바이어스 전압의 변화에 따라 나타낸 것이다. 일반적인 광전 주파수 변환 장치는 단일 애벌란치 광 다이오드를 사용한 광전 주파수 변환 장치를 의미할 수 있다.
- [0094] 국부 발진기를 통해 공급되는 전력은 19 dBm 이고, 역 바이어스 전압은 9.5 V 에서 11 V 범위에서 변화시킨 경우, 제2 고조파 성분의 전력과 주파수 변환 효율은 증가할 수 있다. 역 바이어스 전압이 증가함에 따라 애벌란치 광 다이오드의 비선형성이 증가하기 때문이다. 이는 또한 주파수 변환 효율이 향상되는 것으로 이해될 수 있다. 구체적으로 전력의 경우, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 제2 고조파 성분 및 상향 변환된 RF 신호 모두 일반적인 경우보다 약 10 dBm 증가하였다.
- [0095] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 국부 발진기의 전력에 대한 상향 변환된 출력 신호의 전력을 나타낸 그래프이다.
- [0096] 도 12에 도시된 그래프는, 애벌란치 광 다이오드의 역 바이어스 전압이 11 V로 일정한 경우, 국부 발진기로부터 공급되는 전력의 변화에 따른 상향 변환된 RF 신호의 전력 변화를 나타낸 것이다.
- [0097] 애벌란치 광 다이오드의 광 검출 효율을 측정하기 위해 100 MHz IF 광 신호를 입력한 결과, IF 검출 전력의 피크값은 약 -31 dBm으로 측정되었다. 국부 발진기의 전력이 약 20 dBm 일 때, 상향 변환된 RF 신호의 전력은 -24 dBm으로, IF 검출 전력보다 7 dB 높았다. 또한, 본 실시예에 따르면 국부 발진기의 전력이 약 19 dBm 일 때, 상향 변환된 RF 신호의 전력이 일반적인 경우보다 11 dB 높았다. 이것은 본 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 주파수 변환 효율이 일반적인 경우보다 11 dB 높다는 것을 의미할 수 있다.
- [0098] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 역 바이어스 전압에 대한 EVM(Error-Vector

Magnitude) 및 SNR(Signal-to-Noise Ratio) 성능을 나타낸 것이다.

- [0099] EVM 및 SNR을 측정하기 위해 약 1 m의 무선 전송 네트워크를 구성하였다. 상향 변환된 RF 신호는 안테나를 통해 이동 단말로 전송될 수 있다. 이동 단말에서는 혼 안테나(horn antenna)를 통해 RF 신호를 수신하고, LNA(Low Noise Amplifier)를 이용하여 증폭하였다. 이후, 쇼트키 다이오드(Schottky diode)를 통해 RF 신호를 검출하였다.
- [0100] EVM 및 SNR 성능은 Agilent 89600 vector analyzer를 이용하여 측정하였다. EVM 및 SNR은 역 바이어스 전압 11.1 V, 12 dBm의 국부 발진기 공급 전력의 조건에서, 각각 2.4 %, 28.6 dB였다.
- [0101] EVM 및 SNR 성능은 역 바이어스 전압이 11.1 V까지 증가함에 따라 향상되었다. 애벌란치 광 다이오드의 이득이 증가하기 때문이다. 그러나, 11.1 V 이상에서는 EVM 및 SNR 성능이 급격하게 저하되었다. 노이즈 역시 높은 애벌란치 광 다이오드의 이득의 영향을 받기 때문이다.
- [0102] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 국부 발진기의 전력에 대한 EVM(Error-Vector Magnitude) 및 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 나타낸 것이다.
- [0103] 도 14를 참조하면, EVM 및 SNR 성능은 국부 발진기의 공급 전력이 12 dBm이 될 때까지 향상되는 것을 확인할 수 있다. 또한, 국부 발진기의 공급 전력이 2 dBm 까지 낮아지면 EVM이 5 %가 되는데, 이는 WLAN(Wireless Local Area Network) 표준에서 요구하는 5.6 % EVM을 만족시키는 수치이다.
- [0104] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치의 입력되는 광 신호의 전력에 대한 EVM(Error-Vector Magnitude) 및 SNR(Signal-to-Noise Ratio)을 나타낸 것이다.
- [0105] 도 15를 참조하면, EVM 및 SNR 성능은 수신되는 광 신호의 전력이 감소할수록 저하된다. 수신되는 광 신호의 전력이 약 -10 dBm 이 되면, EVM 및 SNR 성능은 거의 포화(saturation)되는 것을 확인할 수 있다.
- [0106] 한편, 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치가 적용된 기지국은 입력되는 광 신호 및 차동 발진 신호를 이용하여 상기 광 신호로부터 전기적 신호를 검출하는 광전 주파수 변환기, 상기 전기적 신호를 증폭하는 증폭기, 그리고 증폭된 상기 전기적 신호를 단말로 전송하기 위한 안테나를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0107] 이상에서 언급한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 주파수 변환 효율을 향상시킬 수 있다. 구체적으로, 제2 고조파의 변환 효율을 향상시킬 수 있으며, 30 GHz의 발진 신호를 차동적으로 공급하여 60 GHz의 발진 신호를 생성할 수 있다. 또한, 광 검출부의 구성에 따라 20 GHz 또는 15 GHz의 발진 신호를 차동적으로 공급하여 60 GHz의 발진 신호를 생성할 수 있다. 따라서, 국부 발진기의 부담을 줄여 안정적인 RoF 시스템을 구축할 수 있으며, 60 GHz 대역의 WLAN(Wireless Local Area Network) 또는 WPAN(Wireless Personal Area Network)의 다양한 어플리케이션에 적용될 수 있다. 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따른 광전 주파수 변환 장치는 CMOS 공정으로 제조될 수 있으며, 다른 CMOS 회로와 용이하게 집적될 수 있어 기지국을 시스템-온-칩(SoC)으로 구현할 수 있다.
- [0108] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.
- [0109] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

- [0110] 100: 광 검출부
- 110: 제1 광 다이오드
- 120: 제2 광 다이오드
- 810: 제3 광 다이오드

820: 제4 광 다이오드

111, 121, 130: 캐소드

112, 122: 애노드

200: 발진 수단

210: 제1 발진기

220: 분배기

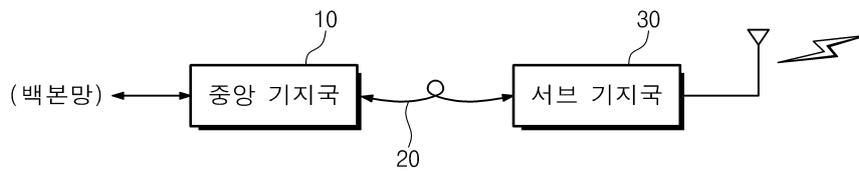
310: VCSEL

320: 제2 발진기

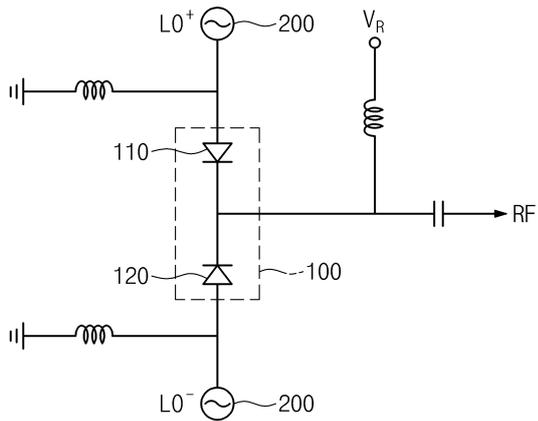
330: MZM

도면

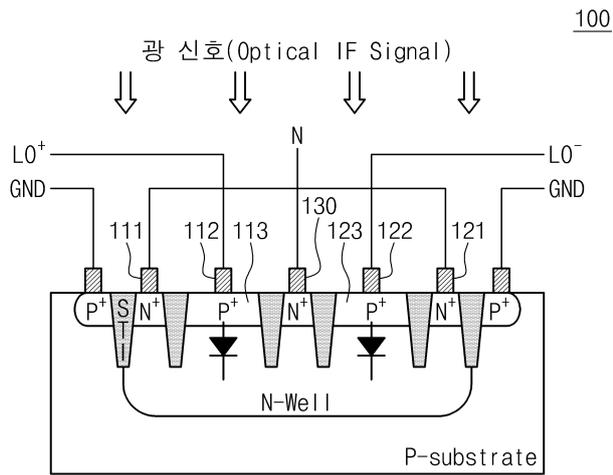
도면1



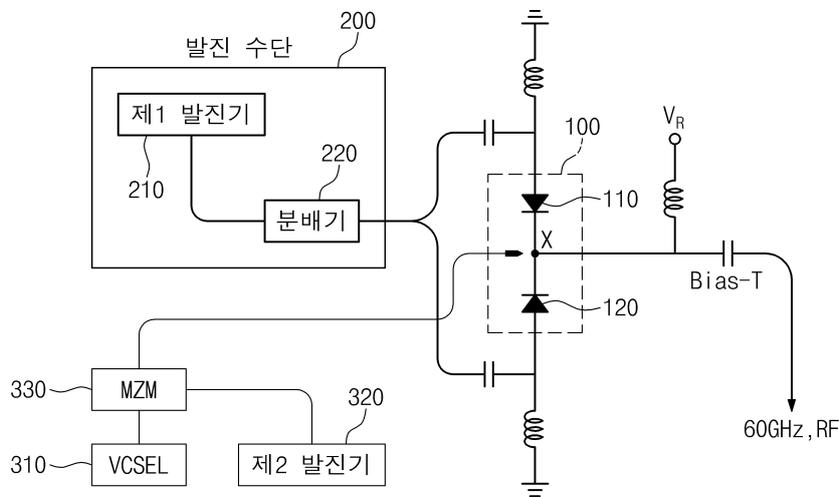
도면2



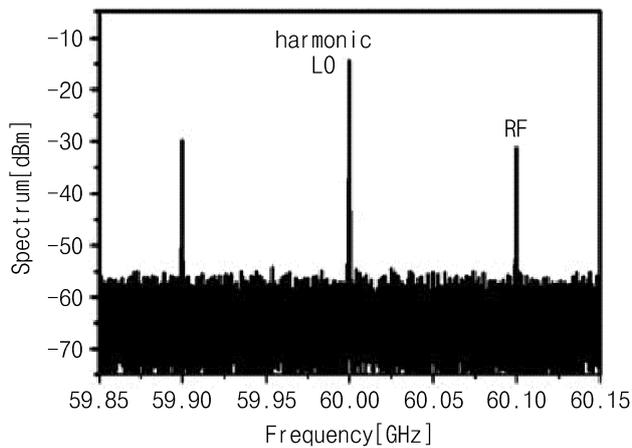
도면3



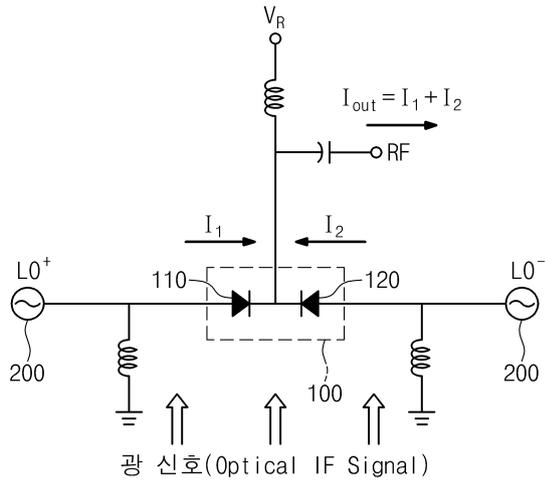
도면4



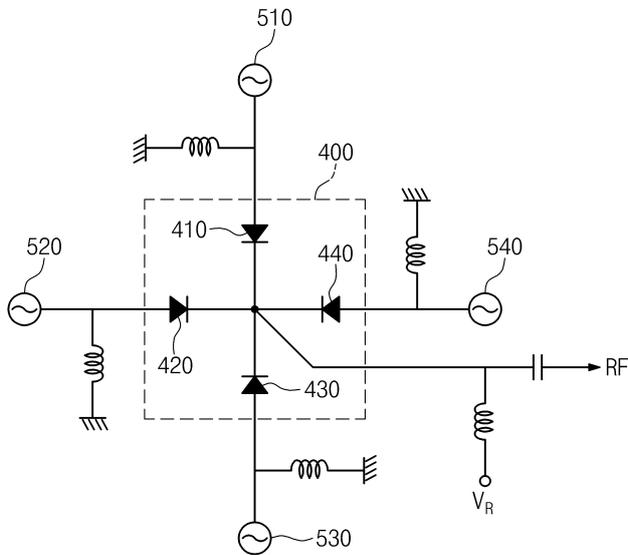
도면5



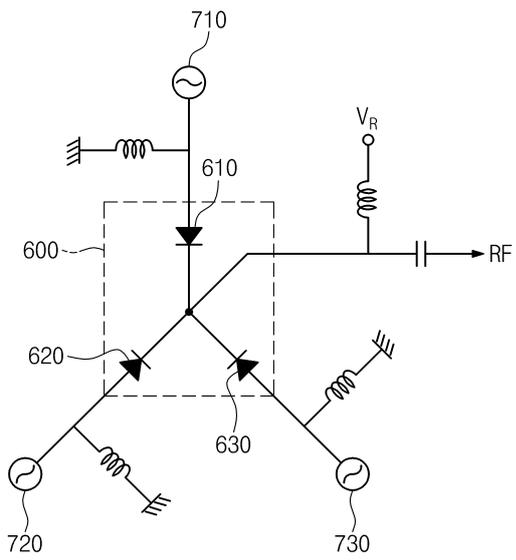
도면6



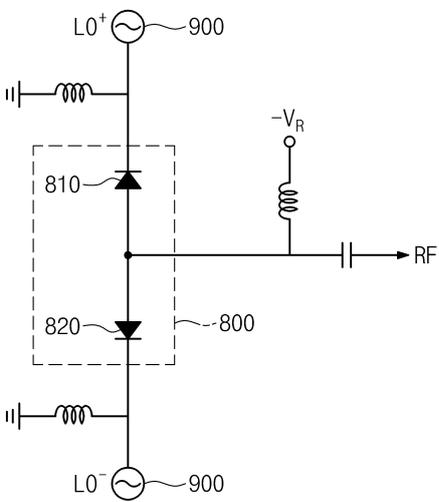
도면7



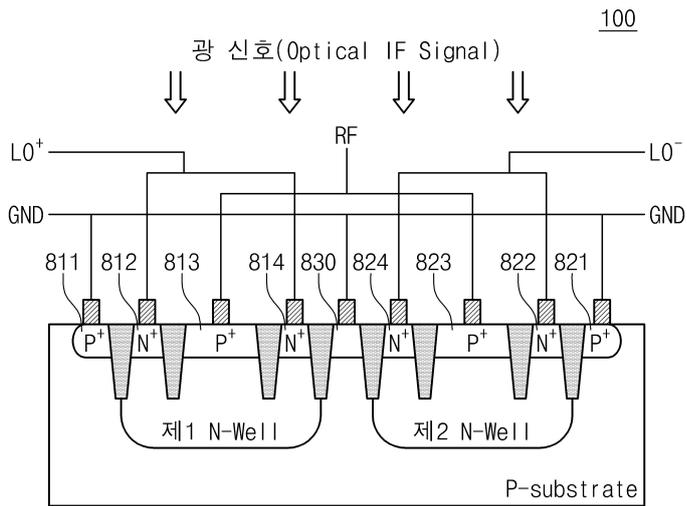
도면8



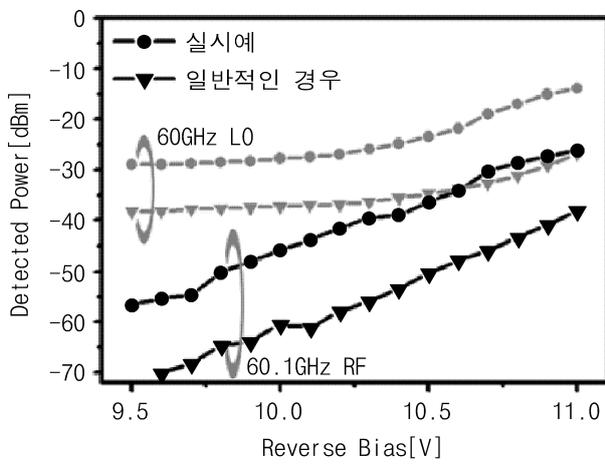
도면9



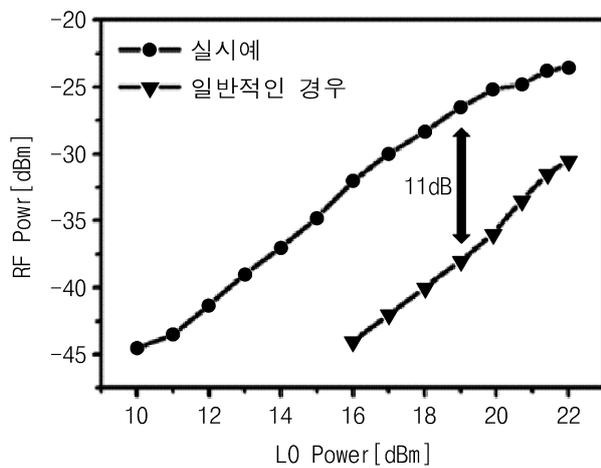
도면10



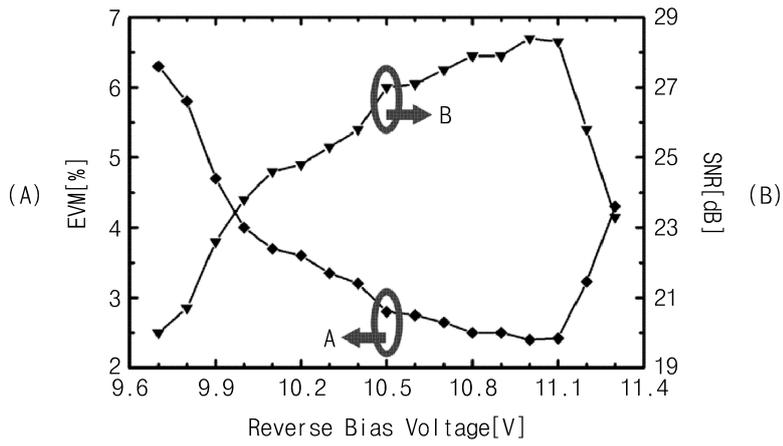
도면11



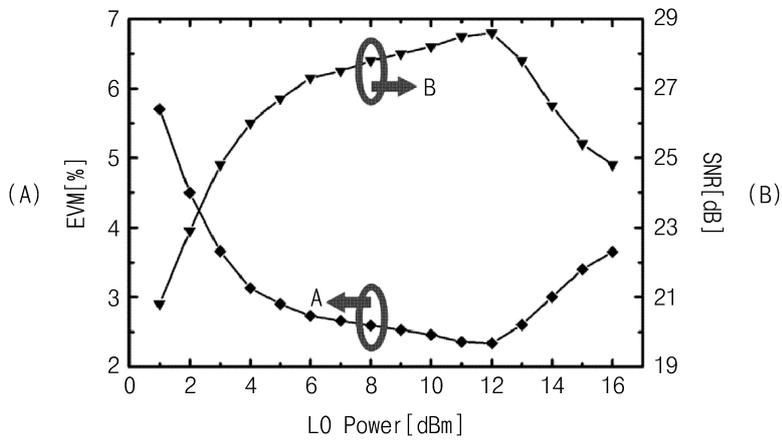
도면12



도면13



도면14



도면15

