

# 특 허 증

CERTIFICATE OF PATENT

특 허 제 10-0789364 호 (PATENT NUMBER)	출원번호 (APPLICATION NUMBER)	제 2006-0074024 호
	출원일 (FILING DATE:YY/MM/DD)	2006년 08월 07일
	등록일 (REGISTRATION DATE:YY/MM/DD)	2007년 12월 20일

발명의명칭 (TITLE OF THE INVENTION)  
CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치

특허권자 (PATENTEE)  
연세대학교 산학협력단( 274171-0\*\*\*\*\* )  
서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

발명자 (INVENTOR)  
등록사항란에 기재

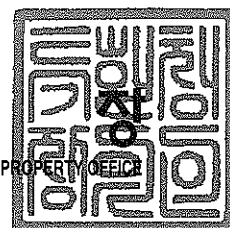
위의 발명은 「특허법」에 의하여 특허등록원부에 등록  
되었음을 증명합니다.

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

2007년 12월 20일



특 허 청  
COMMISSIONER, THE KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE



# 등록사항

특허 등록 제 10-0789364 호  
(PATENT NUMBER)

발명자 (INVENTOR)  
강효순

최우영



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년12월28일  
(11) 등록번호 10-0789364  
(24) 등록일자 2007년12월20일

(51) Int. Cl.

H04B 10/00 (2006.01) H04B 10/28 (2006.01)

H04B 7/155 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0074024

(22) 출원일자 2006년08월07일

심사청구일자 2006년08월07일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020000023236A

(뒷면에 계속)

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

강효순

최우영

(74) 대리인

김성남

전체 청구항 수 : 총 4 항

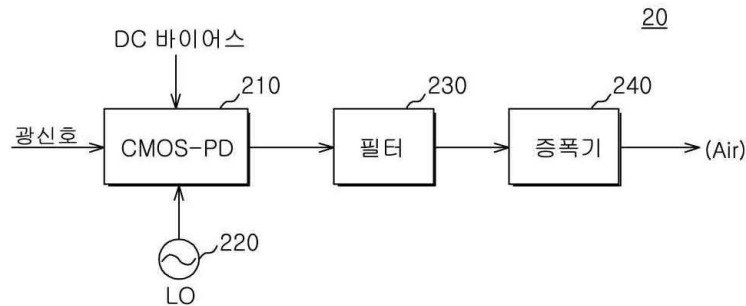
심사관 : 신상길

(54) CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치

(57) 요약

CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치 및 이를 이용한 기지국에 관한 것으로, 본 발명의 광전 주파수 변환 장치는 CMOS 공정으로 제조되고, 광 전송 링크를 통해 수신한 광 신호를 검출하며, 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가됨에 따라 검출된 광 신호와 국부 발진기로부터의 출력 신호로부터 주파수 변환된 신호를 출력하여, 기지국의 구성을 간단화할 수 있고, 설계 비용 또한 최소화할 수 있다.

대표도 - 도3



(56) 선행기술조사문헌  
KR1020010050422A  
JP2003234959 A  
KR100680012 B1  
KR1020000023236 A  
WO2004019609 A3

---

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

CMOS 공정으로 제조되고, 브레이크다운 전압을 동작 전압으로 사용하여, 광 전송 링크를 통해 수신한 광 신호를 검출하며, 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가됨에 따라 상기 검출된 광 신호와 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호로부터 주파수 변환된 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치.

**청구항 2**

CMOS 공정으로 제조되고, 브레이크다운 전압을 동작 전압으로 사용하여, 광 전송 링크를 통해 수신한 광 신호를 검출하며, 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가됨에 따라 상기 검출된 광 신호와 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호로부터 주파수 변환된 신호를 출력하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치로서,

상기 광 전송 링크를 통해 수신되는 광 신호가 조광되는 광 검출기;

전압 공급부와 상기 광 검출기의 일단에 접속되어 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가되는 캐소드; 및

상기 광 검출기의 타단과 접지단 간에 접속되어 주파수 변환된 신호가 출력되는 애노드;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치.

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

CMOS 공정으로 제조되고, 역브레이크다운 전압을 동작 전압으로 사용하여, 광 전송 링크를 통해 수신한 광 신호를 검출하며, 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가됨에 따라 상기 검출된 광 신호와 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호로부터 주파수 변환된 신호를 출력하는 것을 특징으로 하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치.

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

CMOS 공정으로 제조되고, 역브레이크다운 전압을 동작 전압으로 사용하여, 광 전송 링크를 통해 수신한 광 신호를 검출하며, 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가됨에 따라 상기 검출된 광 신호와 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호로부터 주파수 변환된 신호를 출력하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치로서,

상기 광 전송 링크를 통해 수신되는 광 신호가 조광되는 광 검출기;

전압 공급부와 상기 광 검출기의 일단에 접속되어 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가되는 캐소드; 및

상기 광 검출기의 타단과 접지단 간에 접속되어 주파수 변환된 신호가 출력되는 애노드;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**발명의 목적**

**발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <16> 본 발명은 주파수 변환 장치에 관한 것으로, 보다 구체적으로는 Radio-over Fiber(이하, 'RoF'라 함) 시스템에 의 신호 전송에 필요한 광 신호 검출 및 주파수 변환을 CMOS(Complementary Metal Oxide Semiconductor) 공정을 통해 제작한 광 검출기로 수행할 수 있는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치 및 이를 이용한 기지국에 관한 것이다.
- <17> 무선 신호와 광 신호의 융합 기술인 RoF 기술은 저손실, 광대역의 특징을 제공하는 광통신 기술과 이동성을 제공하는 무선 통신 기술을 융합하여, 시간과 공간에 구애받지 않고 다양한 광대역 멀티미디어 서비스를 제공하는 기술이다. RoF 시스템에서는 부반송파로 사용하는 무선 신호를 다중화하여 광파에 변조한 후, 전광(Electric-Optic) 변환된 신호를 광섬유를 통해 전송하고, 광 검출기를 통해 다시 광전 변환하여 가입자에게 정보가 제공된다.
- <18> 도 1은 일반적인 RoF 시스템의 구성도이다.
- <19> 도시한 것과 같이, RoF 시스템은 백본망으로부터 전송되는 전기 신호인 무선 신호를 광 신호로 전광 변환하는 중앙 기지국(10) 및 중앙 기지국(10)으로부터 광 전송 링크를 통해 전광 변환된 신호를 수신하여 본래의 무선 신호를 추출하고, 이를 안테나를 통해 이동통신 단말(30)로 전송하기 위한 기지국(20)으로 이루어진다.
- <20> 여기에서, 기지국(20)은 예를 들어, 도 2와 같이 구성할 수 있다.
- <21> 도 2를 참조하면, 기지국(20)은 광 전송 링크를 통해 전송되는 광 신호를 검출하기 위한 광 검출기(21), 국부 발진기(Local Oscillator; LO, 22), 광 검출기(21)에서 검출된 광 신호와 국부 발진기(22)의 출력 신호를 믹싱하여 주파수 변환을 수행하기 위한 믹서(23), 믹서(23)의 출력 신호로부터 잡음을 제거하기 위한 필터(24) 및 필터(24)의 출력 신호를 증폭하여 송출하기 위한 증폭기(25)를 포함하여 이루어진다.
- <22> 여기에서, 광 검출기(21)는 금속-반도체-금속 광 검출기(MSM-PD), p-i-n 광 다이오드 또는 애벌란치(Avalanche) 광 다이오드(APDs) 등을 이용하여 구현되며, 광 검출기(21)를 구현하는 물질은 광 링크에 사용되는 광 신호의 파장에 따라 결정된다.
- <23> 그런데, 현재의 광 검출기(21)를 이용하는 기지국(20)은 변환 손실을 보상하기 위해 출력 신호의 증폭이 필요하다. 아울러, 후단의 소자들은 CMOS 공정 기반으로 제조되는 데 반해, 현재의 광 검출기는 CMOS 기반으로 제조되지 않기 때문에, 후단의 소자들과 광 검출기를 집적하는 데 어려움이 있으며, 비용 또한 증가하게 되는 문제가 있다.
- <24> 한편, RoF 기술에서 더 많은 대역폭을 가입자에게 전달하기 위해 밀리미터파 대역에 대한 관심이 증가되고 있다. 밀리미터파 대역의 주파수는 광대역 특성과 대기 중 산소 분자에 의한 전파의 흡수현상 때문에 동일 채널 간섭 현상이 적어 주파수 재사용 효율이 우수하며, 이에 따라 경제적인 시스템 구성이 가능한 이점이 있다. 또한, 파장이 밀리미터 단위로 아주 작기 때문에 안테나 및 RF 송수신기의 소형 경량화가 가능한 이점이 있다. 다만, 안테나 셀 반경이 좁아 많은 수의 기지국이 요구되기 때문에 기지국의 구조를 단순화하여 비용을 절감시키는 것이 필수적이다.
- <25> 그런데, 현재의 기지국은 도 2에 도시한 것과 같이, 광 검출기의 특성상 별도의 믹서가 필요하기 때문에, 기지국의 구조를 단순화하는 데 한계가 있어, 구조가 복잡하고 비용을 절감시킬 수 없는 단점이 있다.

**발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

- <26> 본 발명은 상술한 문제점 및 단점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 광 검출기를 CMOS 기반으로 제조함으로써 광 신호 검출 및 주파수 변환이 동시에 수행되는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치를 제공하는 데 그 기술적 과제가 있다.
- <27> 본 발명의 다른 기술적 과제는 광 신호 검출 및 주파수 변환 기능을 동시에 수행하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치를 적용하여 구성이 간단화되고, 제조 비용이 절감되는 기지국을 제공하는 데 있다.
- <28> 본 발명의 또 다른 기술적 과제는 CMOS 공정을 이용하여 단일 칩의 기지국을 구현할 수 있도록 하는 데 있다.

**발명의 구성 및 작용**

- <29> 

상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 의한 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치는 CMOS 공정으로 제조되고, 광 전송 링크를 통해 수신한 광 신호를 검출하며, 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가됨에 따라 상기 검출된 광 신호와 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호로부터 주파수 변환된 신호를 출력하는 것을 특징으로 한다.
- <30> 

여기에서, 상기 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치는, 상기 광 전송 링크를 통해 수신되는 광 신호가 조광되는 광 검출기; 전압 공급부와 상기 광 검출기의 일단에 접속되어 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가되는 캐소드; 및 상기 광 검출기의 타단과 접지단 간에 접속되어 주파수 변환된 신호가 출력되는 애노드;를 포함한다.
- <31> 

또한, 본 발명의 일 실시예에 의한 기지국은 CMOS 공정으로 제조되고, 광 전송 링크를 통해 수신한 광 신호를 검출하며, 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가됨에 따라 상기 검출된 광 신호와 상기 국부 발진기로부터의 출력 신호로부터 주파수 변환된 신호를 출력하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치; 상기 주파수 변환 장치의 출력 신호로부터 잡음을 제거하는 필터; 및 상기 필터의 출력 신호를 증폭하여 출력하는 증폭기; 를 포함한다.
- <32> 

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- <33> 

도 3은 본 발명에 의한 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치가 적용된 기지국의 구성도이다. 본 발명에서는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치를 기지국에 적용하는 예에 대하여 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 중계기 등과 같이 광 신호를 전기 신호로 변환하여 무선 출력하는 모든 가능한 신호 중계 장치에 적용될 수 있음은 물론이다.
- <34> 

도 3을 참조하면, 본 발명에 의한 기지국(20)은 광 신호 및 국부 발진기(LO, 220)의 출력 신호를 입력받아, 광 신호 검출 및 주파수 변환을 수행하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치(210), CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치(210)의 출력 신호로부터 잡음을 제거하기 위한 필터(230) 및 필터(230)의 출력 신호를 증폭시켜 안테나를 통해 송출하는 증폭기(240)를 포함하여 이루어진다.
- <35> 

보다 구체적으로, 본 발명의 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치(210)는 CMOS 기반으로 제조되며, 예를 들어 CMOS 기반 PN 접합 광 검출기, 애벌란시 광 검출기, 금속-반도체-금속 광 검출기 등을 이용할 수 있다. 만약, 애벌란시 광 검출기를 이용하는 경우 동작 전압으로서 예를 들어 브레이크다운 전압 이상을 인가할 수 있고, 브레이크다운 전압은 특히 역 브레이크다운 전압으로 인가하는 것이 바람직하다. 어떠한 형태의 CMOS 기반 광 검출기를 이용하든지, 광 검출기의 비선형성이 향상되는 전압을 동작 전압으로 공급함으로써, 광 신호 검출 및 주파수 변환이 동시에 이루어지도록 할 수 있다.
- <36> 

CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치(210)는 예를 들어, 도 4에 도시한 것과 같이 제조되는 광 검출기를 이용하여 구현할 수 있다.
- <37> 

도 4는 본 발명에 적용되는 광 검출기의 단면도이다.
- <38> 

도 4에서, 기판 영역에서의 느린 확산 전류를 제거하기 위해 P+ 소스/드레인 확산 영역과 n-웰 영역 사이에 PN 접합을 이용한다. 예를 들어, 1.6 $\mu$ m를 갖는 P+ 확산 영역은 우수한 응답 특성을 갖도록 형성되고, 액티브 영역은 예를 들어 30\*30 $\mu$ m이며, 광학 윈도우를 위해 액티브 영역에는 살리사이드(Salicide) 블록 마스크를 이용한 살리사이드 공정이 수행되지 않는다.
- <39> 

도 5는 도 4에 도시한 광 검출기의 전류-전압 특성을 설명하기 위한 그래프로서, 광 신호가 존재하는 경우(Illumanation)와 그렇지 않은 경우(Dark) 각각의 I-V 특성을 나타낸다.
- <40> 

예를 들어, 중심 기지국(10)에서 전송되는 신호의 광 전송 링크의 종단에서의 전력(Popt)이 3.7mW인 경우, 캐소드(Cathode)에 인가되는 역(Reverse) 바이어스 전압이 증가하여 약 9.4V가 되는 경우 애벌란시 브레이크다운이 일어나, 애노드(Anode)에 흐르는 전류량이 급격히 증가하는 것을 알 수 있다.
- <41> 

도 6은 도 4에 도시한 광 검출기의 광 변조 응답 특성을 설명하기 위한 그래프이다.
- <42> 

각기 다른 바이어스 전압(8V, 9V, 10V)을 인가한 경우, 광 검출기의 응답 특성은 인가되는 바이어스가 역 브레이크다운 전압에 도달하는 경우 증가하는 것을 알 수 있으며, 예를 들어 9V의 역 바이어스 전압에서 광 검출기의 3dB 대역폭은 약 1.9GHz이다.

- <43> 역 브레이크다운 전압 이상의 바이어스가 인가되는 경우, 낮은 주파수 영역에서 변조 응답이 기울기를 갖는 것을 알 수 있다. 그러나, 이러한 현상에도 불구하고 약 300MHz 주파수에서 수백 MHz의 플랫(flat) 응답 영역이 존재하며, 이 영역에서, CMOS 기반으로 제조된 광 검출기가 주파수 변환에 필요한 비선형성뿐 아니라 의미 있는 응답 특성을 갖는 것을 알 수 있다.
- <44> 즉, CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치(210)는 예를 들어, 브레이크다운 전압이상이 동작 전압으로 인가될 때, 국부 발진 신호가 인가되면 광 신호 검출뿐 아니라 주파수 변환 기능까지 한번에 수행하기 때문에, 별도의 믹서를 추가로 구현하지 않고도, 광 신호를 검출하여 주파수 변환된 무선 신호로 변환할 수 있게 된다.
- <45> 도 7은 본 발명에 의한 광전 주파수 변환기의 등가 회로도이다.
- <46> 도시한 것과 같이, CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치는 광 전송 링크를 통해 수신되는 광 신호가 조광되는 광 검출기(212), 브레이크다운 전압이 인가되는 전원 공급부와 광 검출기(212)의 일단에 접속되어 국부 발진기로부터의 출력 신호가 인가되는 캐소드(214) 및 광 검출기(212)의 타단과 접지단 간에 접속되어 주파수 변환된 신호가 출력되는 애노드(216)를 포함한다.
- <47> 여기에서, 캐소드(214)는 도 4에 도시한 것과 같이 n-웰 콘택과 접속되고, 애노드(216)는 확산 영역에 형성되며, 기판 영역의 느린 확산 성분이 제거되어 애노드(216)를 통해 주파수 변환된 신호가 출력된다.
- <48> 본 발명에 의한 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치는 도 7에 도시한 것과 같이 구성하는 것에 한정되는 것은 아니다.
- <49> 예를 들어, 1-포트 광 검출기를 사용하는 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치의 경우 동작 전압을 인가하고 광 링크를 통해 전송된 광 신호가 조광됨에 따라, 서클레이터를 이용하여 국부 발진 신호를 인가하고, 상기 서클레이터를 통해 주파수 변환된 신호를 출력할 수 있다.
- <50> 다른 예로, 애노드에 국부 발진 신호를 인가하고, 캐소드로 주파수 변환된 신호가 출력되도록 구현하는 것도 가능하다.
- <51> 도 8은 본 발명에 의한 광전 주파수 변환기의 주파수 상향 변환된 신호 스펙트럼을 나타내는 그래프로서, 예를 들어, 수신되는 광 신호의 중간 주파수(IF)가 300MHz이고, 국부 발진기에서 출력되는 신호가 3GHz의 밀리미터파 신호인 경우에 대한 스펙트럼을 나타낸다.
- <52> 도시한 것과 같이, 30.3GHz에서 어퍼-사이드 밴드(Upper Side Band; USB)와 29.7GHz에서 로우-사이드 밴드(Lower Side Band; LSB)가 관찰된다. LO 신호, USB 신호 및 LSB 신호를 제외한 다른 피크들은 실험 중에 발생하는 이미지 신호이다.
- <53> 주파수 상향 변환된 USB 신호와 중간 주파수(IF)가 300MHz인 광신호(PD)의 바이어스 전압 의존도는 도 9와 같다.
- <54> 도 9는 주파수 상향 변환된 신호 및 광 검출 신호의 바이어스 전압에 따른 전압 의존도를 설명하기 위한 그래프이다.
- <55> 도시한 것과 같이, 역 바이어스 전압이 증가하여 역 브레이크다운 전압(예를 들어, 약 9.4V)에 도달한 경우 광전 주파수 변환 장치의 비선형성이 증가하여 주파수 상향 변환된 USB 신호의 전력이 급격히 증가한다. 한편, 광 신호(PD)는 역 브레이크다운 전압에서 최대치를 갖고, 바이어스 전압이 브레이크다운 전압 이상이 되면 급격히 감소하는 것을 알 수 있다.
- <56> 광전 주파수 변환에서, 내부 변환 손실(Internal conversion loss)는 매우 중요한 파라미터이며, 이는 주파수 상향 변환된 신호의 전력과, 광 검출된 중간 주파수 신호(IF) 전력 간의 비율로 정의된다.
- <57> 도 10은 주파수 상향 변환된 신호의 바이어스 전압에 따른 내부 변환 손실 관계를 설명하기 위한 그래프이다.
- <58> 도시한 것과 같이, 역 바이어스 전압이 브레이크다운 전압이 되는 순간 내부 변환 손실이 현저하게 감소한 것을 알 수 있다.
- <59> 본 발명의 광전 주파수 변환 장치(210)는 CMOS 기반으로 이루어지기 때문에, 역시 CMOS 기반으로 제조되고 있는 주변 소자 즉, 국부 발진기(220), 필터(230) 및 증폭기(240)와 용이하게 집적 가능하고, 원-칩으로 기지국을 구성할 수 있게 된다.



<60> 이와 같이, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

**발명의 효과**

<61> 본 발명에 의하면 CMOS 기반으로 제조된 광 검출기에 국부 발진 신호를 인가하여 광 신호 검출 및 주파수 변환을 동시에 수행함으로써, RoF 시스템에서 기지국의 구성을 단순화할 수 있고, 설계 비용 또한 최소화할 수 있다.

<62> 아울러, 본 발명의 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치는 다른 CMOS 회로와 용이하게 집적될 수 있어 호환성이 우수하며, 이러한 특성으로 인해 기지국을 시스템-온-칩(SoC)으로 구현할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

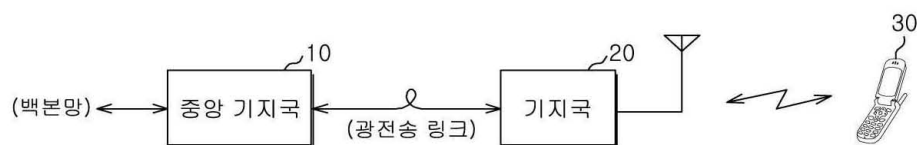
- <1> 도 1은 일반적인 RoF 시스템의 구성도,
- <2> 도 2는 도 1에 도시한 일반적인 기지국의 구성도,
- <3> 도 3은 본 발명에 의한 CMOS 기반 광전 주파수 변환 장치가 적용된 기지국의 구성도,
- <4> 도 4는 본 발명에 적용되는 광 검출기의 단면도,
- <5> 도 5는 도 4에 도시한 광 검출기의 전류-전압 특성을 설명하기 위한 그래프,
- <6> 도 6은 도 4에 도시한 광 검출기의 광 변조 응답 특성을 설명하기 위한 그래프,
- <7> 도 7은 본 발명에 의한 광전 주파수 변환기의 등가 회로도,
- <8> 도 8은 본 발명에 의한 광전 주파수 변환기의 주파수 상향 변환된 신호 스펙트럼을 나타내는 그래프,
- <9> 도 9는 주파수 상향 변환된 신호 및 광 검출 신호의 바이어스 전압에 따른 전압 의존도를 설명하기 위한 그래프,
- <10> 도 10은 주파수 상향 변환된 신호의 바이어스 전압에 따른 내부 변환 손실 관계를 설명하기 위한 그래프이다.

<도면의 주요 부분에 대한 부호 설명>

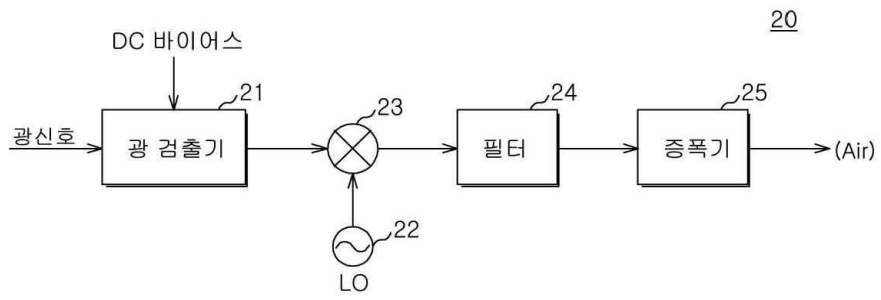
- <12> 10 : 중앙 기지국            20 : 기지국
- <13> 30 : 이동통신 단말        210 : CMOS 기반 광전 주파수 변환장치(CMOS-PD)
- <14> 220 : 국부 발진기        230 : 필터
- <15> 240 : 증폭기

**도면**

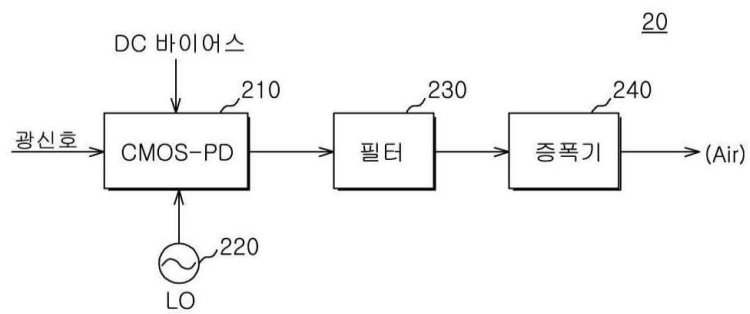
**도면1**



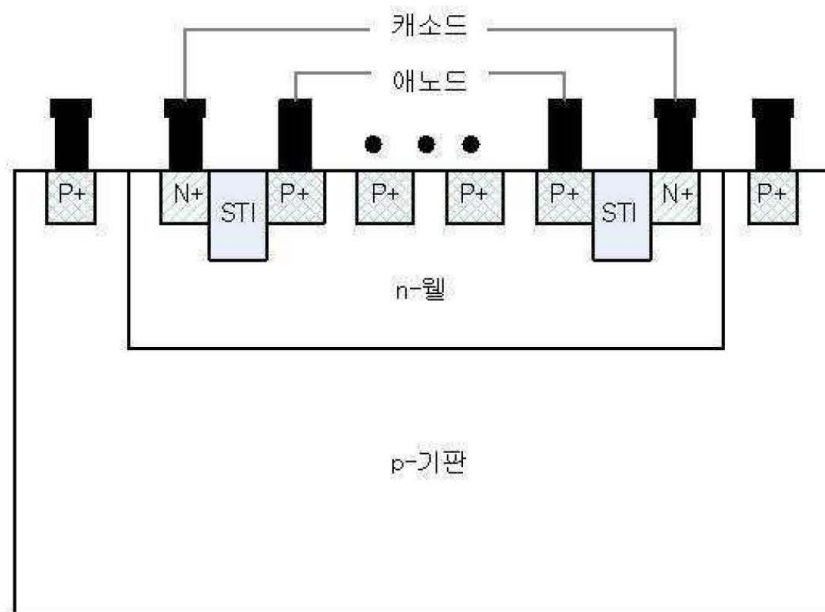
도면2



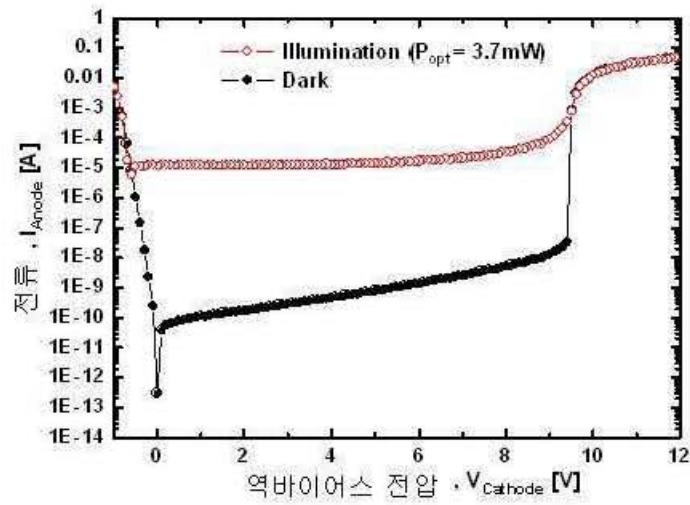
도면3



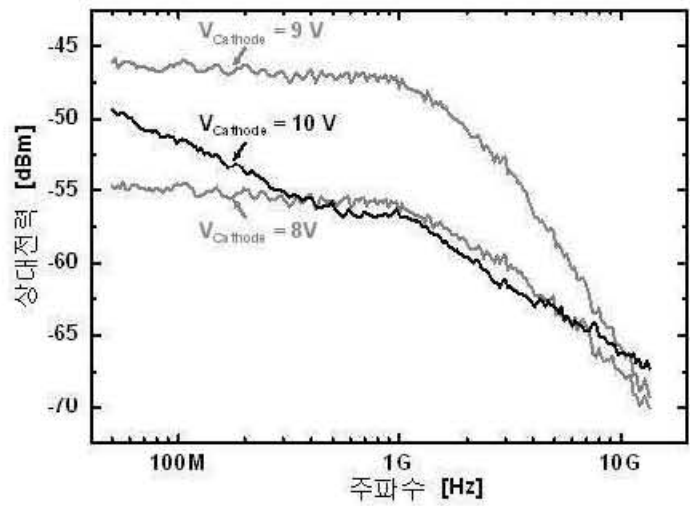
도면4



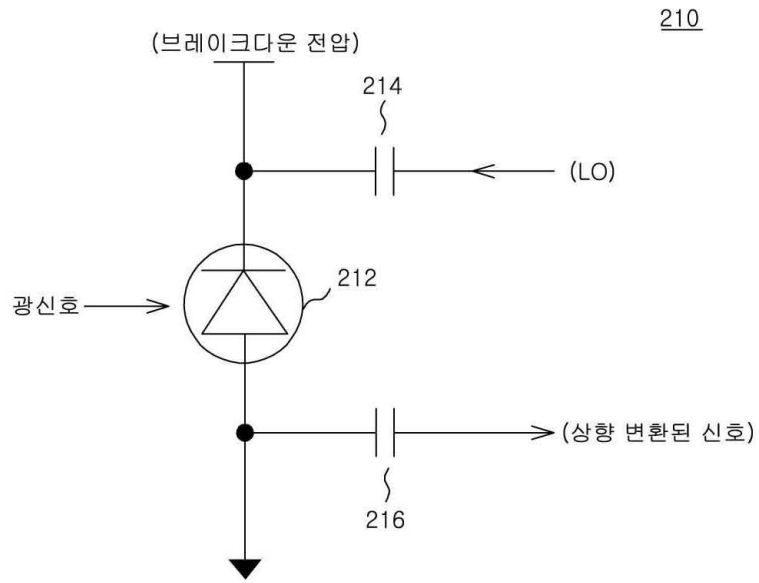
도면5



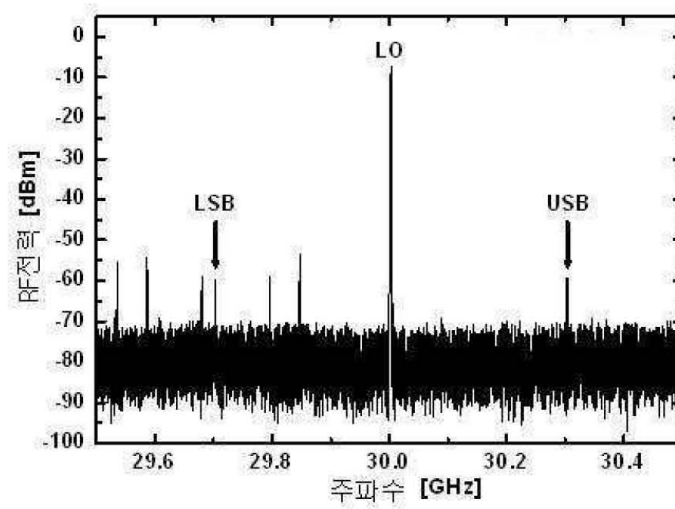
도면6



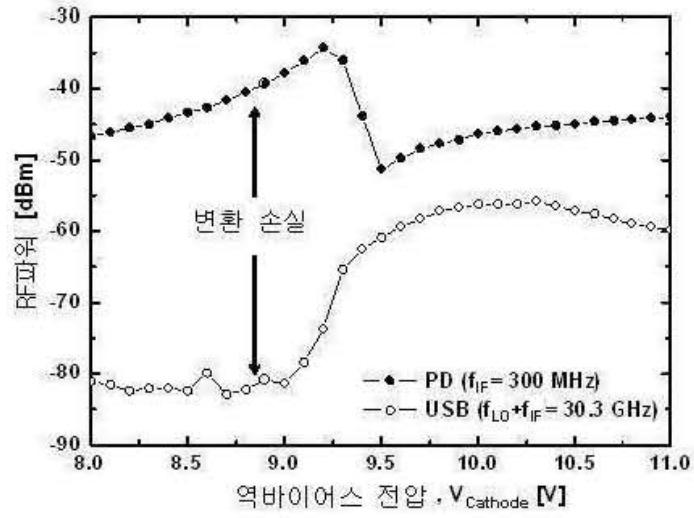
도면7



도면8



도면9



도면10

