



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0100734
(43) 공개일자 2009년09월24일

(51) Int. Cl.

H04L 27/32 (2006.01) H03D 7/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0026114

(22) 출원일자 2008년03월21일

심사청구일자 2008년03월21일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

김창우

경기 성남시 분당구 구미동66 까치마을 신원아파트 313-603

장진석

경기 용인시 기흥구 서천동297-1 102호

(74) 대리인

양문옥

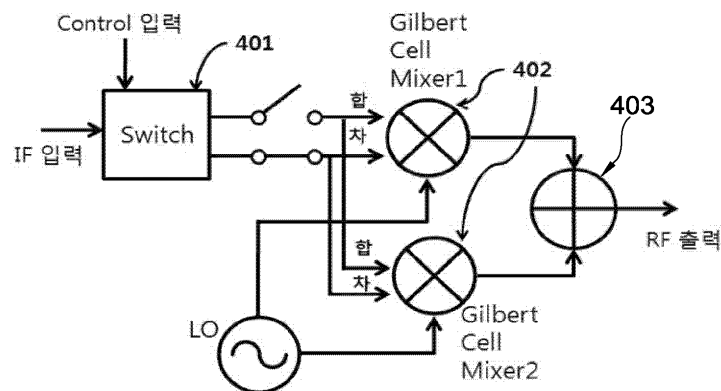
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 단측파대 주파수 혼합기 및 단측파대 신호 추출 방법

(57) 요약

본 발명은 UWB 주파수 발생기에서의 단측파대 주파수 혼합기에 관한 것으로, 쿼드러처 신호가 그대로 들어가는 입력 패스(path)와 90° 위상천이된 신호가 들어가는 입력 패스를 각각 구성한 후, 이들 신호패스를 ON/OFF 제어할 수 있는 입력패스 조절 스위치를 연결함으로써 회로구성을 단순화하여 단측파대(single side band) 합주파수($\omega_{LO} + \omega_{IF}$)와 차주파수($\omega_{LO} - \omega_{IF}$)의 출력제어가 용이하므로, UWB 주파수 발생기에서 주파수 출력을 위한 여러 회로들을 단독으로 대체할 수 있는 단측파대 주파수 혼합기로 활용할 수 있다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

입력 중간 주파수 신호를 180° 위상차를 갖는 두 개의 중간 주파수 신호로 출력시키는 IF(중간 주파수) 발진;
상기 두 개의 중간 주파수 신호를 각각 90° 의 위상차를 갖는 4개의 중간 주파수 신호로 출력시키는 제1위상천이기;

국부 발진 신호를 180° 위상차를 갖는 두 개의 국부 발진 신호로 출력시키는 LO(국부발진) 발진;

상기 두 개의 국부 발진 신호를 각각 90° 의 위상차를 갖는 4개의 국부 발진 신호로 출력시키는 제2위상천이기;

상기 제1위상천이기로 부터 입력된 중간 주파수 신호로부터 출력 주파수를 제어할 수 있는 입력패스 제어 스위치; 및

상기 입력패스 제어 스위치로 제어된 중간 주파수 신호와 상기 제2위상천이기로 부터 출력된 국부 발진 신호를 혼합시키는 혼합기 코어를 포함하는 단측파대 주파수 혼합기.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 입력패스 제어 스위치는 2 개의 트랜지스터를 하나의 단위로 하여, 네 개의 상기 단위 및 인버터를 포함하는 것을 특징으로 하는 단측파대 주파수 혼합기.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 입력패스 제어 스위치의 트랜지스터는 모스펫(MOSFET)인 것을 특징으로 하는 단측파대 주파수 혼합기.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 모스펫의 소스에 중간 주파수 신호가 입력되고, 게이트에 제어 신호가 각각 입력되는 경로에 인버터를 이용하여, 출력 신호의 주파수를 선택적으로 제어하는 것을 특징으로 하는 단측파대 주파수 혼합기.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 입력패스 제어 스위치의 트랜지스터는 BJT 또는 그 유사 반도체인 것을 특징으로 하는 단측파대 주파수 혼합기.

청구항 6

제1항에 있어서, 상기 입력패스 제어 스위치는 ON/OFF를 기계적 접촉을 통해 제어하는 기계적 스위치를 이용하는 것을 특징으로 하는 단측파대 주파수 혼합기.

청구항 7

입력 중간 주파수 신호 및 국부 발진 신호를 각각 180° 위상차를 갖는 두 개의 신호로 출력시키는 제1단계;

상기 제1단계의 두 개의 중간 주파수 신호 및 두 개의 국부 발진 신호를 각각 90° 의 위상차를 갖는 4개의 신호로 출력시키는 제2단계;

상기 제2단계의 4개의 중간 주파수 신호를 입력패스 제어 스위치를 통하여 출력 주파수를 제어하는 제3단계; 및

상기 제3단계의 제어된 신호 및 상기 제2단계의 국부 발진 신호를 혼합시키는 제4단계를 포함하는 단측파대 신호 추출 방법.

청구항 8

제7항에 있어서, 상기 입력패스 제어 스위치는 2 개의 트랜지스터를 하나의 단위로 하여, 네 개의 상기 단위

및 인버터를 포함하는 것을 특징으로 하는 단측파대 신호 추출 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 입력패스 제어 스위치의 트랜지스터는 MOSFET인 것을 특징으로 하는 단측파대 신호 추출 방법.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 MOSFET의 소스에 중간 주파수 신호를 입력하고, 게이트에 제어 신호를 각각 입력하는 경로에 인버터를 이용하여, 출력 신호의 주파수를 선택적으로 제어하는 것을 특징으로 하는 단측파대 신호 추출 방법.

청구항 11

제8항에 있어서, 상기 입력패스 제어 스위치의 트랜지스터는 BJT 또는 그 유사 반도체인 것을 특징으로 하는 단측파대 신호 추출 방법.

청구항 12

제7항에 있어서, 상기 입력패스 제어 스위치는 ON/OFF를 기계적 접촉을 통해 제어하는 기계적 스위치를 이용하는 것을 특징으로 하는 단측파대 신호 추출 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 광대역 주파수를 사용하는 UWB 주파수 발생기에서의 단측파대 주파수 혼합기에 관한 것으로, 보다 상세하게는 회로구조를 단순화한 단측파대 주파수 혼합기에 관한 것이다.

배경 기술

- <2> 무선 통신 시스템은 데이터를 전송하기 위해 일정 대역의 주파수를 사용한다. 한편, 무선 통신 시스템을 이용하여 전송하고자하는 데이터의 양이 증가하면서 주파수 대역 또한 증가하고 있다. 이러한 넓은 주파수 대역을 UWB(ultra wide band)라 칭하는데, 본 발명은 이러한 UWB 주파수 발생기에서의 단측파대 주파수 혼합기에 관한 것이다.
- <3> 일반적으로 무선 통신 시스템에서 송신측은 하나 이상의 반송파 신호를 이용하여 하나 이상의 기조 대역 정보 신호를 변조하고 RF 신호로 변환하여 전송하고, 수신 측은 수신된 RF 신호에 대해 반송파 성분을 제거하고 중간 주파수(IF) 신호로 변환하여 IF 신호를 복조하고, 혹은 중간주파수 없이 RF 신호를 직접 복조하기도 한다.
- <4> 정보신호가 반송파의 진폭을 변조시키는 진폭변조에서, 변조된 신호를 푸리에 변환하여 주파수해석을 하면 반송 주파수(carrier frequency)만큼씩 상하로 천이되어 똑같은 정보량을 가진 상측파대와 하측파대가 생성된다. 이 두 측파대를 모두 전송하는 것을 양측파대(DSB:double side band) 변조라 하고 필터로 불필요한 한측파대를 제거하여 나머지 한측파대만을 전송하는 것을 단측파대(SSB:single side band) 변조라 한다. 음성이나 음악소리의 경우 저주파대역에 신호성분이 거의 없으므로 SSB 변조만으로 통신이 가능하다.
- <5> 단측파대 변조를 위한 반송파 억압 변조기로는 보통 링 변조기 또는 평형 변조기를 이용한다. 진폭 변조파의 주파수 스펙트럼 중 신호파와 관계되는 것은 양측대파이므로, 상대측으로 신호를 전달할 때 상, 하측파대 중 1개만 보내면 된다. 또한 송신 출력시 반송파를 억제하므로 송신기의 용량이 작아도 되고 소모전력도 절약이 된다. 이 SSB 신호를 얻으려면 평형변조기를 이용하여 반송파를 제거한 후, 대역 통과 필터를 이용하여 상, 하측파대 중 1개를 선택하게 된다.
- <6> 종래의 단측파대 주파수 혼합기는 하나의 믹서로 $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ (합주파수) 또는 $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ (차주파수) 하나만을 출력해 낼 수 있었다.
- <7> 도 1 은 종래 두 개의 단측파대 주파수 혼합기와 주파수 선택기를 통해 원하는 출력 주파수를 얻는 방식을 보여

주는 블럭도이다. 도 1을 참조하면, 국부발진기를 통해 생성된 ω_{LO} 신호는 베이스밴드(Baseband)에 공급되는 신호인 중간주파수 ω_{IF} 와 두 개의 서로 다른 단측파대 주파수 혼합기를 통해 $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ (합주파수) 또는 $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ (차주파수)가 생성되고 원하는 주파수 대역만을 걸러내는 필터역할을 하는 주파수 선택기를 통해 이러한 주파수들을 선택하게 되는데, 이 경우는 신호가 필터를 통과함으로써 원하는 주파수 신호만 얻게 되지만 출력파워의 이득 감쇄가 있다는 것이 단점이다.

<8> 또한, 상기와는 다른 종래의 주파수 혼합기 입력단에서 모드 조절기(또는 위상조절기)를 이용하는 경우는, 모드 조절기(또는 위상조절기)를 이용하여 합주파수 및 차주파수를 선택할 수는 있지만 이 또한 입력 제어 회로가 커지고 매우 복잡하다는 단점이 있다.

<9> 그 외의 더 다양한 방식이 있지만 이러한 경우들 대부분이 회로가 복잡하거나 출력파워의 이득 감쇄 같은 다른 단점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<10> 본 발명의 목적은, 상기 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 송신단의 단측파대 주파수 혼합기에서 회로구조를 단순화하여 $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ (합주파수)와 $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ (차주파수)의 출력제어가 용이하며, 출력신호의 손실이 없는 단측파대 주파수 혼합기 및 단측파대 신호 추출 방법을 제공하는데 있다.

과제 해결수단

<11> 상기 목적을 달성하기 위한, 본 발명의 제1양상에 따른 단측파대 주파수 혼합기는 입력 중간 주파수 신호를 180° 위상차를 갖는 두 개의 중간 주파수 신호로 출력시키는 IF(중간 주파수) 발룬; 상기 두 개의 중간 주파수 신호를 각각 90° 의 위상차를 갖는 4개의 중간 주파수 신호로 출력시키는 제1위상천이기; 국부 발진 신호를 180° 위상차를 갖는 두 개의 국부 발진 신호로 출력시키는 LO(국부발진) 발룬; 상기 두 개의 국부 발진 신호를 각각 90° 의 위상차를 갖는 4개의 국부 발진 신호로 출력시키는 제2위상천이기; 상기 제1위상천이기로부터 입력된 중간 주파수 신호로부터 출력 주파수를 제어할 수 있는 입력패스 제어 스위치; 및 상기 입력패스 제어 스위치로 제어된 중간 주파수 신호와 상기 제2위상천이기로부터 출력된 국부 발진 신호를 혼합시키는 혼합기 코어를 포함한다.

<12> 바람직하게는, 상기 입력패스 제어 스위치는 2 개의 트랜지스터를 하나의 단위로 하여, 네 개의 상기 단위 및 인버터를 포함한다.

<13> 더욱 바람직하게는, 상기 입력패스 제어 스위치의 트랜지스터는 MOS펫이다. 또한, 상기 MOS펫의 소스에 중간 주파수 신호가 입력되고, 게이트에 제어 신호가 각각 입력되는 경로에 인버터를 이용하여, 출력 신호의 주파수를 선택적으로 제어하는 것이 바람직하다.

<14> 상기 입력패스 제어 스위치의 트랜지스터는 BJT 또는 그 유사 반도체인 것이바람직하다.

<15> 또한, 상기 입력패스 제어 스위치는 ON/OFF를 기계적 접촉을 통해 제어하는 기계적 스위치를 이용하는 것이 바람직하다.

<16> 상기 목적을 달성하기 위한, 본 발명의 제2양상에 따른 단측파대 신호 추출 방법은 입력 중간 주파수 신호 및 국부 발진 신호를 각각 180° 위상차를 갖는 두 개의 신호로 출력시키는 제1단계; 상기 제1단계의 두 개의 중간 주파수 신호 및 두 개의 국부 발진 신호를 각각 90° 의 위상차를 갖는 4개의 신호로 출력시키는 제2단계; 상기 제2단계의 4개의 중간 주파수 신호를 입력패스 제어 스위치를 통하여 출력 주파수를 제어하는 제3단계; 및 상기 제3단계의 제어된 신호 및 상기 제2단계의 국부 발진 신호를 혼합시키는 제4단계를 포함한다.

효 과

<17> 상기에서와 같이 본 발명은 UWB 주파수 발생기에서의 상기한 단측파대 출력을 위해 복잡한 회로를 통해 출력주파수를 선택해야 하는 것을, 간단한 스위치로 대체시킴으로써 회로구조를 단순화하여 합주파수와 차주파수의 제어를 용이하게 하였을 뿐만 아니라, 출력신호의 손실이 없으면서도 저가격 생산을 가능하게 한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <18> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 상세히 설명한다. 다음 실시예들은 본 발명의 이해를 돕기 위한 것이며 본 발명이 하기의 실시예에 한정되는 것은 아니다.
- <19> 도 2는 종래의 실시예로서, 모드 조절기를 통해 단측파대 주파수 혼합기의 출력 주파수를 제어하는 방식을 나타내는 블록도로써, 여기의 모드 조절기는 2006년 3월 IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL. 41, NO. 3에 등재된 "3 to 8 GHz Fast Hopping Frequency Synthesizer in 0.18um CMOS Technology"에 나온 회로도이다.
- <20> 도시된 바에 따르면, 모드조절기(301), 길버트 셀 믹서1 및 2(302)와 국부발진기 및 가산기(303)를 구비한다. IF 입력단자에서 주파수 혼합기의 중간주파수 신호를 입력하고 모드조절기를 이용하여 합주파수 또는 차주파수를 선택하여 길버트 셀 믹서 1 과 길버트 셀 믹서 2가 선택된 입력신호를 받아 국부발진기 LO 신호와 혼합시킨 후 가산기(303)에서 두 블록의 신호를 합쳐서 단측파대 신호(RF 신호)를 출력하게 된다. 도시된 바와 같이, 모드조절기 회로도를 보면 회로의 부피가 크고 매우 복잡한 것을 확인할 수 있다.
- <21> 도 3은 본 발명의 응용 서비스인 UWB(ultra wide-band)의 주파수 영역내에서 각각 528 MHz 떨어진 주파수 대역들을 나타내는 도표이다. 본 발명은 UWB 주파수 발생기 같은 회로의 광대역 주파수 출력에 용이하도록 설계한 것으로서, UWB의 주파수 영역에서 중심주파수(ω_0)인 3432MHz, 3960MHz, 4488MHz.....를 중심으로 ± 528 MHz (ω_{IF})인 좌측 차주파수와 우측 합주파수 모두를 선택적으로 출력할 수 있다.
- <22> 도 4는 입력패스 제어 스위치를 통해 입력신호를 제어하는 본 발명에 의한 단측파대 주파수 혼합기의 블록도이다.
- <23> 도시된 바에 따르면, 입력패스 제어 스위치(401), 길버트셀 믹서1 및 2(402) 및 가산기(403)를 포함한다. IF 입력단자는 주파수 혼합기의 중간주파수 신호(ω_{IF})를 입력하는 것이고, 제어(Control) 단자는 스위치(401)의 두 출력 신호인 "합" 신호, "차" 신호를 선택할 수 있도록 제어한다. 길버트 셀 믹서 1(402)과 길버트 셀 믹서 2(402)가 입력패스 제어 스위치(401)로 제어된 입력신호를 받아 국부발진기 LO 신호와 혼합시킨 후, 가산기(403)에서 두 블록의 신호를 합쳐서 단측파대 신호를 출력하게 된다. 제어 단자의 제어에 의해 "합" 신호가 길버트 셀 믹서 블록(402)으로 입력되는 경우는 $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ (합주파수)를 출력하고, "차" 신호가 입력되는 경우에는 $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ (차주파수)를 출력하게 된다.
- <24> 도 5는 도 4에서의 입력패스 제어 스위치(401)를 자세히 나타낸 회로도이다. 도 5를 참조하면, M1과 M2 트랜지스터는 소스(source)에 중간주파수 신호 IF의 위상이 다른 두 개의 신호가 각각 입력되고, 이 때 게이트(gate)에 주파수 혼합기의 제어부로부터 공급되는 스위치 제어 신호(control signal: dc 전압)가 입력됨에 따라 두 개의 IF신호를 각각 ON/OFF 하게 된다. 먼저, 스위치 제어 신호 "1" (예를 들면 3 V의 dc 전압)이 두 개의 스위치 트랜지스터 M1, M2로 각각 입력되었을 때, M2는 3 V가 게이트로 입력되므로 ON, 인버터를 통하여 신호가 게이트로 입력되는 M1은 OFF가 됨으로써, 주파수 혼합기는 M2를 통과하는 IF 신호가 입력되어 $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ 의 차주파수(-SSB output)를 출력하게 된다. 역으로, 스위치 제어 신호로써 "0" (예를 들면 0 V인)인 신호가 입력될 시에는 M1은 ON이 되고, M2는 OFF가 됨으로써 주파수 혼합기는 $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ 의 합주파수(+SSB output)를 출력하게 된다.
- <25> 여기서, 상기 M1 및 M2 트랜지스터는 MOSFET 뿐 아니라 그 유사 반도체, 및 BJT와 그 유사 반도체 등 ON/OFF를 제어할 수 있는 다른 반도체소자를 이용하여 실현할 수 있다. 또한, 상기 입력패스 제어 스위치(401)는 본 실시예에서 트랜지스터를 이용하여 ON/OFF를 제어하도록 도시하였으나, 기계적인 ON/OFF 스위치 등 상기와 같이 신호의 흐름을 ON/OFF제어할 수 있는 어떠한 장치 및 기구의 이용이 가능하다.
- <26> 도 6은 본 발명의 실시예에 의한 단측파대 주파수 혼합기의 구성을 나타내는 블록도이다.
- <27> 도시된 바에 따르면, 단측파대 주파수 혼합기는 IF 발룬(balun)(601)와 제1 위상천이기(602), 입력패스 제어 스위치(603), 혼합기 코어(604), LO 발룬(605) 및 제2위상천이기(606)를 포함한다.
- <28> IF 입력단자에는 4개의 IF 쿼드러처 신호가 입력되어야만 영상주파수(image frequency)를 제거해 단측파대 출력이 가능한데, 일반적으로 입력되는 IF 신호는 하나의 위상만을 가지기 때문에 쿼드러처 4개를 만들기 위해서 IF 발룬(601) 및 제1위상천이기(602)가 필요하다. 이 때 입력되는 LO 신호도 마찬가지로 쿼드러처 신호 4개가 필요하기 때문에, LO 발룬(605)과 제2위상천이기(606)가 동시에 필요하다.
- <29> 상기와 같이 IF 발룬(601) 및 제1위상천이기(602)를 통과하면서 생성된 4개의 쿼드러처 신호는 입력패스 제어 스위치(603)를 통과하면서 상기 도 5를 참조하여 설명된 바와 같이 두 개의 스위치 트랜지스터 M1, M2로 각각

입력되어 $\omega_{LO}-\omega_{IF}$ 인 차주파수(-SSB output) 및 $\omega_{LO}+\omega_{IF}$ 인 합주파수(+SSB output)를 출력하게 되며, 길버트 셀 믹서1 및 2로 구성된 혼합기 코어(604)에서 스위치(603)로 제어된 입력신호를 받아 국부발진기 LO 신호와 혼합시킨 후, 두 블록의 신호를 합쳐서 단측파대 신호를 출력하게 된다.

<30> 도 7은 본 발명에 의한 실시예를 나타내는 회로도이다. 도시된 바에 따르면, IF 발룬 회로(701), 제1위상천이기 회로(702), 입력패스 제어 스위치 회로(703), 주파수 혼합기 코어 회로(704), LO 발룬 회로(705), 제2위상천이기 회로(706), 인버터회로(707)로 구성된다.

<31> 도 7에서 IF 발룬 회로(701)는 IF 입력 신호를 0° , 180° 의 위상을 갖는 두 개의 신호로 출력시키는 회로로써, 저항과 캐패시터의 피드백(resistor/capacitor feedback)을 이용하여 두 출력 신호의 전력이 같고 위상은 180° 차이가 나도록 설계하였다. 제1위상천이기회로(702)는 0° , 180° 위상차를 갖는 입력신호를 0° , 90° , 180° , 270° 의 위상을 갖는 4개의 신호로 출력시키는 회로이다. 즉, 저항과 캐패시터의 병렬연결을 이용하여 쿼드러처

위상 변화를 일으키는 회로로서, $\omega = \frac{1}{RC}$ 를 이용하여 각각 4개 출력신호가 전력은 같고 90° 위상차이가 되도록 구성하였다.

<32> LO 발룬 회로(705)도 입력된 LO 신호를 0° , 180° 의 위상을 갖는 두 LO 출력신호로 생성하는 회로이고, 제2위상천이기회로(706)는 90° 의 위상차를 갖는 4개의 신호를 만들어내는 회로이다. 이 두 IF 쿼드러처 신호와 LO 쿼드러처 신호가 주파수 혼합기 코어 회로(704)에 입력되어 영상주파수를 제거하게 된다.

<33> 상기 주파수 혼합기 코어 회로(704)는 길버트 셀 혼합기 두 개로 구성된다. 주파수 혼합기 코어(704)에서 M1, M2, M3, M4는 각각의 게이트를 통해 IF 쿼드러처 신호 4개를 받아 증폭하는 역할을 하는 동시에, 증폭된 IF 신호를 각각의 드레인을 통해 M5와 M6, M7과 M8, M9과 M10, M11과 M12의 소스로 입력시킨다. 입력된 IF 쿼드러처 신호들은 M5와 M6, M7과 M8, M9과 M10, M11과 M12의 게이트로 입력된 LO 쿼드러처 신호들과 각각 결합한다. 결합된 신호는 M5와 M6, M7과 M8, M9과 M10, M11과 M12의 드레인으로 출력되고, 두 개의 길버트 셀 혼합기로부터의 출력이 합쳐져서 최종적으로 영상주파수가 제거된 단측파대 출력신호를 생성하게 된다.

<34> 도 8은 상기 주파수 혼합기 코어(704)에서 각각 다른 SW1과 SW2의 쿼드러처 신호로 입력될 때, RF 신호가 출력되는 것을 나타낸 구성도이다.

<35> 도시된 바에 따르면, IF 신호를 증폭시키는 MOSFET M1, M2, M3, M4(801), IF 주파수(ω_{IF})와 LO 주파수(ω_{LO})를 혼합시키는 MOSFET M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12(802) 및 RF 출력단자(803)를 포함한다. 신호 1 ~ 신호 4는 IF 쿼드러처 신호이고, 신호 5 ~ 신호 8은 LO 쿼드러처 신호이다. 스위칭은 도 8의 SW1과 SW2 두 개의 다른 입력을 통해 나타내었다.

<36> 도 8의 구성도를 도 7를 참조하면서 설명하면, 도 7의 SW 입력신호가 도 5의 제어신호처럼 "1" (dc 전압 : 3 V)로 가해지면, 도 8의 SW2는 ON, SW1은 OFF이다. 이 때 도 7의 트랜지스터 M20, M22, M24, M26은 ON이 되고, IF 쿼드러처 신호가 M20, M22, M24, M26을 통해 입력된다. 반대로 도 7의 SW 입력신호가 "0" (dc 전압 : 0 V)로 가해지면, 도 8의 SW1은 ON, SW2는 OFF이다. 이 때, 도 7의 트랜지스터 M19, M21, M23, M25는 ON이 되고, IF 쿼드러처 신호가 M19, M21, M23, M25를 통해 입력된다. 상기 설명과 함께 도 8을 참조하면, SW1에 의해 IF 쿼드러처 신호는 M19, M21, M23, M25로 입력된다. 이 때 LO 스위칭 신호에 의해 ON되는 트랜지스터는 M5, M8, M10, M11이다.

<37> 도 9는 국부발진기에서 LO 신호가 입력될 때, 각 쿼드러처 LO 신호들이 ON되는 구간을 시간축에서 살펴본 그래프이다. 도 8에서 IF 신호 입력은 신호의 파워가 작아 주기적인 정현파 신호동안 M1~M4의 게이트를 통해 계속적으로 입력된다. 이에 비해 LO 신호 입력은 신호의 파워를 크게 하는데, 파워가 큰 만큼 LO 신호는 정현파 주기의 최대점과 최소점 차이가 매우 크다. 큰 폭의 전력 변화를 갖는 정현파 LO 신호가 트랜지스터의 게이트로 입력되기 때문에, LO 주기신호에 의해 트랜지스터가 ON/OFF 되는 구간이 형성된다. 여기서, LO 신호는 각각 90° 씩 위상차이를 가지는 네 개의 신호로 입력되므로, 도 9에 나타난 것처럼 4개의 ON 구간이 발생하게 된다.

<38> 도 9를 참조하면, 신호 $\cos \omega_2 t$ 와 $\cos(\omega_2 t + 90^\circ)$ 이 턴온되는 "ON 구간 1", $\cos(\omega_2 t + 90^\circ)$ 과 $\cos(\omega_2 t + 180^\circ)$ 이 턴온되는 "ON 구간 2", $\cos(\omega_2 t + 180^\circ)$ 과 $\cos(\omega_2 t + 270^\circ)$ 이 턴온되는 "ON 구간 3" 및 $\cos(\omega_2 t + 270^\circ)$ 과 $\cos \omega_2 t$ 가 턴온되는 "ON 구간 4"가 있다. 여기서 상기 트랜지스터 M5, M8, M10, M11은 LO 스위칭 신호의 정현파 $\cos \omega_2 t$ 와 $\cos(\omega_2 t + 90^\circ)$ 가 동시에 높은 양의 값을 나타내는 "ON 구간 1"에 의해 ON된 트랜지스터들이다.

<39> 따라서, 도 8과 도 9를 함께 참조하면서, "ON 구간 1"만을 살펴본다.

<40> 상기 "ON 구간 1"에서 ON된 트랜지스터 M5, M8, M10, M11중 M5와 M11은 접지로 빠지게 되고 RF 출력단자와 연결된 트랜지스터는 M8과 M10이다. 이 때 SW1 ON에 의한 M2와 M3의 IF 신호주파수가 M8과 M10을 통해 LO 주파수와 혼합된다. M8과 M10 트랜지스터에 의해 혼합되는 IF 신호와 LO 신호를 계산해보면 다음 수학적 식 1과 같다.

수학적 식 1

$$\begin{aligned} RF1 &= \cos\omega_2 t \cos(\omega_1 t + 180^\circ) + \cos(\omega_2 t + 90^\circ) \cos(\omega_1 t + 90^\circ) \\ &= \frac{1}{2} \{ \cos(\omega_2 t + \omega_1 t + 180^\circ) + \cos(\omega_2 t - \omega_1 t - 180^\circ) + \cos(\omega_2 t + \omega_1 t + 180^\circ) + \cos(\omega_2 t - \omega_1 t) \} \\ &= \cos(\omega_2 t + \omega_1 t + 180^\circ) \end{aligned}$$

<41>

<42> 상기 수학적 식 1에서, SW1 ON에 의한 M2와 M3의 IF 신호주파수 $\cos(\omega_1 t + 180^\circ)$ 및 $\cos(\omega_1 t + 90^\circ)$ 는 각각 "ON 구간 1"의 신호 8 및 신호5와 곱해진다. 따라서, 출력 신호는 상기 수학적 식 1에서 보이는 바와 같이 $\omega_2 + \omega_1$ 의 합주파수를 가진다.

<43> 도 8에서 SW2에 의해 IF 쿼드러처 신호가 M20, M22, M24, M26으로 입력되고, LO 스위칭 신호에 의해 ON되는 트랜지스터는 "ON 구간 1"에 의한 M5, M8, M10, M11이다. RF 출력단자와 연결된 트랜지스터는 M8과 M10이고, 이 때 SW2 ON에 의한 M2와 M3의 IF 신호가 M8과 M10을 통해 LO 신호와 혼합된다. M8과 M10 트랜지스터에 의해 혼합되는 IF 신호와 LO 신호를 계산해보면 다음 수학적 식 2와 같다.

수학적 식 2

$$\begin{aligned} RF2 &= \cos\omega_2 t \cos(\omega_1 t + 270^\circ) + \cos(\omega_2 t + 90^\circ) \cos(\omega_1 t) \\ &= \frac{1}{2} \{ \cos(\omega_2 t + \omega_1 t + 270^\circ) + \cos(\omega_2 t - \omega_1 t - 270^\circ) + \cos(\omega_2 t + \omega_1 t + 90^\circ) + \cos(\omega_2 t - \omega_1 t + 90^\circ) \} \\ &= \cos(\omega_2 t - \omega_1 t + 90^\circ) \end{aligned}$$

<44>

<45> 상기 수학적 식 2에서 보이는 바와 같이 출력 주파수는 $\omega_2 - \omega_1$ 의 차주파수를 가진다. 입력패스 제어 스위치회로(703)에 입력되는 전압을 ON/OFF로 제어함으로써 인해 SW1에 의한 합주파수 출력, SW2에 의한 차주파수 출력을 선택적으로 제어할 수 있음을 알 수 있다.

<46> 도 10는 도 7의 스위치 회로에서 IF 단에 SW1 신호가 입력되는 경우, $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ 주파수가 출력됨을 보여주는 그래프이고, 도 11은 SW2 신호가 입력되는 경우, $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ 주파수가 출력됨을 보여주는 그래프이다.

<47> 도 10를 참조하면, LO 주파수를 8.5 GHz로 설정하고 시뮬레이션 한 결과, 원하는 주파수 신호 $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ 인 9028 MHz(8500+528 MHz)신호가 영상주파수 신호 $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ 인 7972 MHz(8500-528 MHz)신호보다 대략 34 dB 이상 큰 전력으로 출력되었다. 도 11에서도 마찬가지로 LO 주파수를 8.5 GHz로 설정하고 시뮬레이션 한 결과, 원하는 주파수 신호 $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ 인 7972 MHz(8500-528 MHz)신호가 영상주파수 신호 $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ 인 9028 MHz(8500+528 MHz)신호보다 대략 33 dB 이상 큰 전력으로 출력됨을 알 수 있다. 상기의 도 10 및 도 11의 결과로 각각 영상주파수가 거의 99.9% 제거됨을 알 수 있다.

<48> 도 12는 도 7의 스위치 회로에서 IF 단에서 SW1 신호가 입력되어 LO 신호의 주파수가 3~10 GHz로 변화할 때, RF 출력신호($\omega_{LO} + \omega_{IF}$) 및 영상주파수 신호($\omega_{LO} - \omega_{IF}$)를 같이 나타낸 그래프이고, 도 13은 상기 도 12와 동일하게 IF 단에서 SW2 신호가 입력되는 경우, RF 출력신호($\omega_{LO} - \omega_{IF}$) 및 영상주파수 신호($\omega_{LO} + \omega_{IF}$)를 같이 나타낸 그래프이다.

<49> 도 12 및 도 13을 참조하면, UWB 주파수 대역에서 본 발명이 응용 가능한지 시뮬레이션을 통해 광대역 성능을

살펴볼 수가 있는데, 3~10 GHz 전체 주파수 대역에서의 영상주파수 제거비(RF 신호전력/영상주파수 신호전력)의 값이 30 dB 이상으로 나타나 있으며, 이를 통하여 영상주파수가 거의 제거됨을 확인할 수 있다.

- <50> 도 14는 본 발명에 따른 실시예에서 IF 단에서 SW1 신호가 입력되어 LO 신호의 주파수가 3~10 GHz로 변화할 때, " RF 신호전력($\omega_{LO} + \omega_{IF}$) - 영상주파수 신호전력($\omega_{LO} - \omega_{IF}$) "의 값인 영상주파수 제거비(image-rejection ratio)를 나타낸 그래프이고, 도 15는 상기 도 14와 동일하게 IF 단에서 SW2 신호가 입력되는 경우, " RF 신호전력($\omega_{LO} - \omega_{IF}$) - 영상주파수 신호전력($\omega_{LO} + \omega_{IF}$) "의 값인 영상주파수 제거비(image-rejection ratio)를 나타낸 그래프이다.
- <51> 도 14 및 도 15을 참조하면, 상기 도 12 및 13의 결과와 마찬가지로, UWB 주파수 대역인 3 ~ 10GHz 전체에 걸쳐 영상주파수의 전력이 크게 감소되어 영상주파수 제거비가 99.9% 이상에 가까운 것이 확인되며, 이것으로 UWB 주파수 대역에서의 광대역 성능을 확인할 수 있다.
- <52> 본 발명에 의한 단측파대 주파수 혼합기 회로를 실제 제작시 레이아웃하게 되면 인버터(707)와 스위치(703)부분은 회로의 면적을 줄이는데 더욱 효과적이다.
- <53> 이상의 본 발명은 상기에 기술된 실시예들에 의해 한정되지 않고, 당업자들에 의해 다양한 변형 및 변경을 가져올 수 있으며, 이는 첨부된 청구항에서 정의되는 본 발명의 취지와 범위에 포함된다.

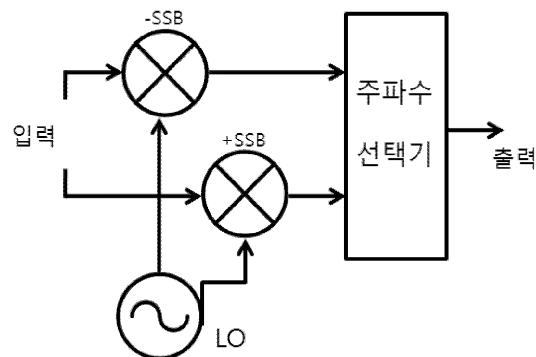
도면의 간단한 설명

- <54> 도 1은 종래의 한 실시예에 따른 두 개의 단측파대 주파수 혼합기와 주파수 선택기를 통해 원하는 출력 주파수를 얻는 방식을 보여주는 블록도이다.
- <55> 도 2는 종래의 다른 실시예로서, 모드 조절기를 통해 단측파대 주파수 혼합기의 출력 주파수를 제어하는 방식을 나타내는 블록도이다.
- <56> 도 3은 본 발명의 응용 서비스인 UWB의 주파수 영역내에서 각각 528 MHz 떨어진 주파수 대역들을 나타내는 도표이다.
- <57> 도 4는 본 발명의 실시예로서, 입력패스 제어 스위치를 통해 입력신호를 제어하는 단측파대 주파수 혼합기의 블록도이다.
- <58> 도 5는 도 4의 입력패스 제어 스위치를 나타낸 회로도이다.
- <59> 도 6은 본 발명의 실시예에 의한 단측파대 주파수 혼합기의 구성을 나타내는 블록도이다.
- <60> 도 7은 도 6을 나타내는 회로도이다.
- <61> 도 8은 도 7의 주파수 혼합기 코어(704)에서 각각 다른 SW1과 SW2의 신호로 입력될 때, RF 신호가 출력되는 것을 나타낸 구성도이다.
- <62> 도 9는 국부발진 신호가 입력될 때, 각 쿼드러처 국부발진 신호들이 ON되는 구간을 시간축에서 살펴본 그래프이다.
- <63> 도 10는 IF 단에 SW1 신호가 입력되는 경우, $\omega_{LO} + \omega_{IF}$ 주파수가 출력됨을 보여주는 그래프이다.
- <64> 도 11은 IF 단에 SW2 신호가 입력되는 경우, $\omega_{LO} - \omega_{IF}$ 주파수가 출력됨을 보여주는 그래프이다.
- <65> 도 12는 IF 단에 SW1 신호가 입력되어 국부발진 신호의 주파수가 UWB 주파수 대역에서 변화할 때, RF 출력신호($\omega_{LO} + \omega_{IF}$) 및 영상주파수 신호($\omega_{LO} - \omega_{IF}$)를 나타낸 그래프이다.
- <66> 도 13은 IF 단에 SW2 신호가 입력되어 국부발진 신호의 주파수가 UWB 주파수 대역에서 변화할 때, RF 출력신호($\omega_{LO} - \omega_{IF}$) 및 영상주파수 신호($\omega_{LO} + \omega_{IF}$)를 나타낸 그래프이다.
- <67> 도 14는 IF 단에 SW1 신호가 입력되어 국부발진 신호의 주파수가 UWB 주파수 대역에서 변화할 때, 영상주파수 제거비를 나타낸 그래프이다.
- <68> 도 15는 IF 단에 SW2 신호가 입력되어 국부발진 신호의 주파수가 UWB 주파수 대역에서 변화할 때, 영상주파수 제거비를 나타낸 그래프이다.

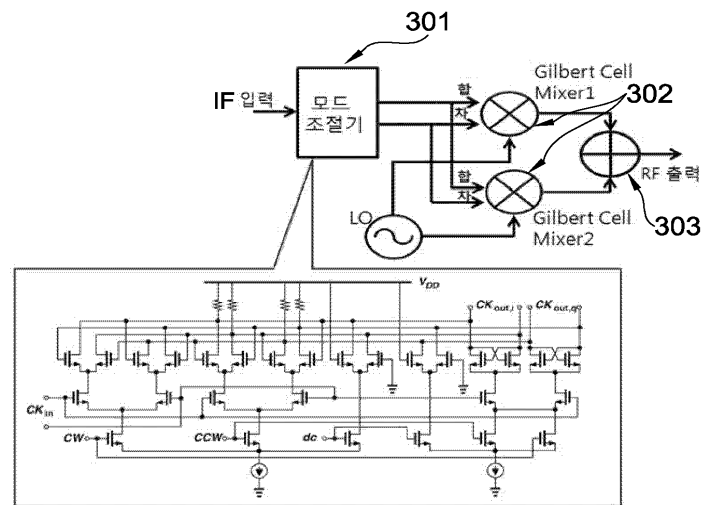
- <69> <도면 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <70> 301 : 모드조절기
- <71> 401,603 : 입력패스 제어 스위치
- <72> 302,402 : 길버트 셀 믹서
- <73> 303,403 : 가산기
- <74> 601 : IF 발룬
- <75> 602 : 제1위상천이기
- <76> 604 : 주파수 혼합기 코어
- <77> 605 : LO 발룬
- <78> 606 : 제2위상천이기
- <79> 701 : IF 발룬 회로
- <80> 702 : 제1위상천이기 회로
- <81> 703 : 입력패스 제어 스위치 회로
- <82> 704 : 주파수 혼합기 코어 회로
- <83> 705 : LO 발룬 회로
- <84> 706 : 제2위상천이기 회로
- <85> 707 : 인버터 회로
- <86> 801 : IF 신호를 증폭시키는 MOSFET M1, M2, M3, M4
- <87> 802 : IF 주파수(ω_{IF})와 LO 주파수(ω_{LO})를 혼합시키는 MOSFET
- <88> M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12
- <89> 803 : RF 출력단

도면

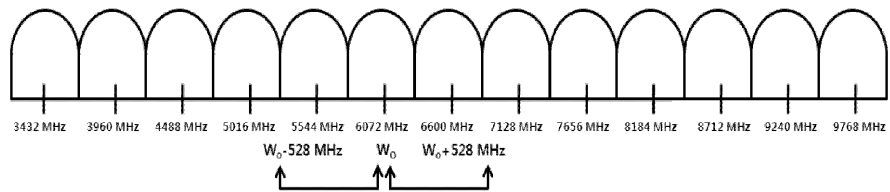
도면1



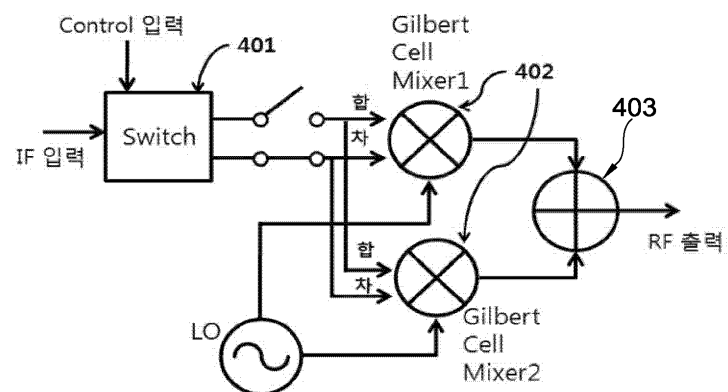
도면2



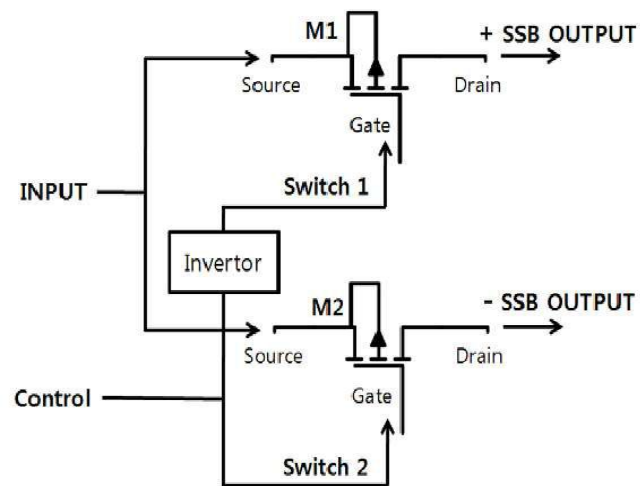
도면3



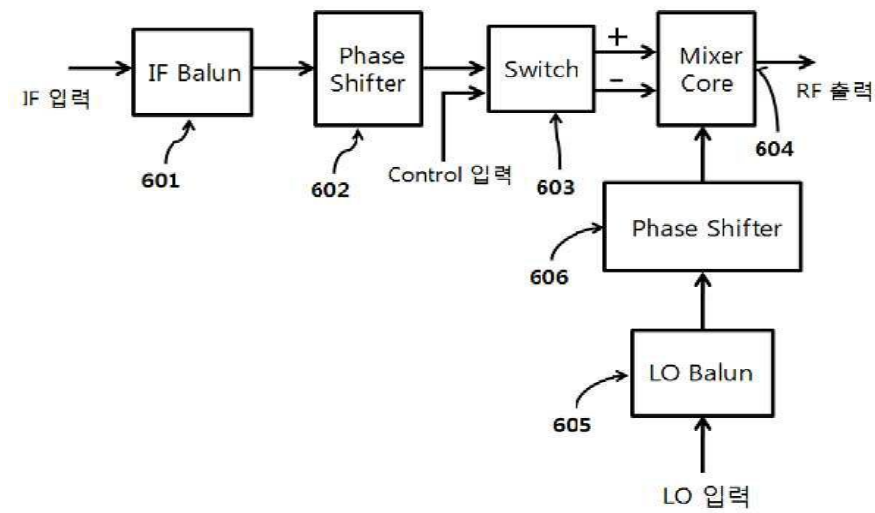
도면4



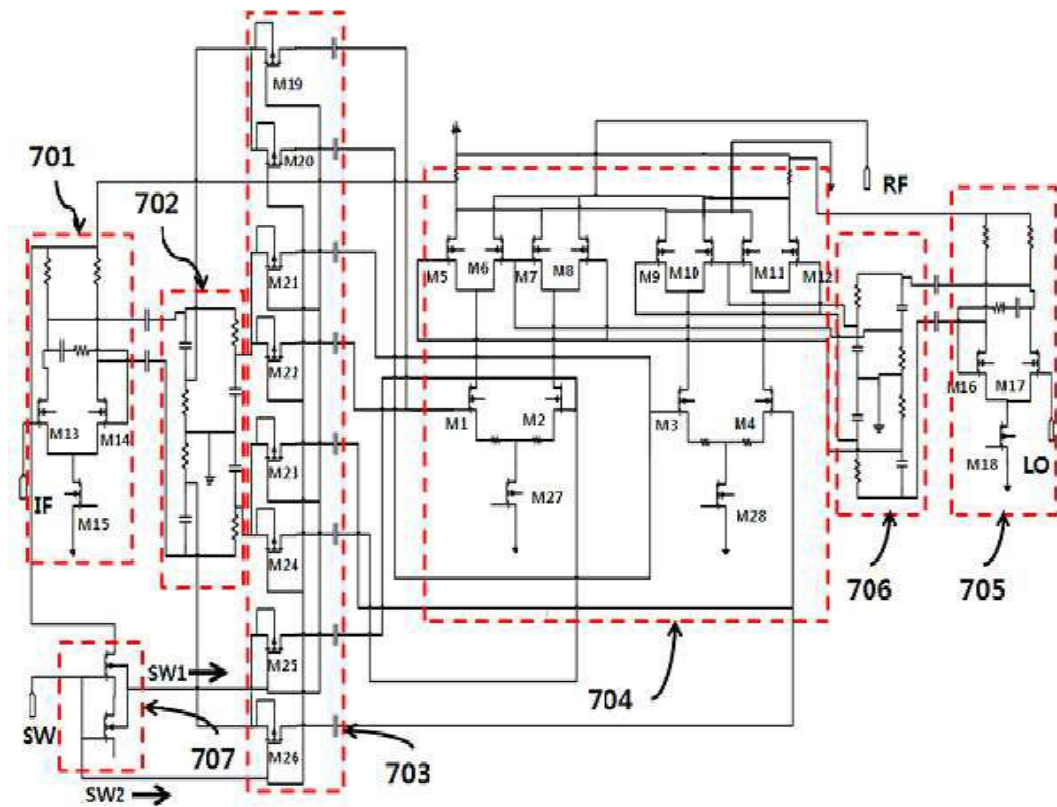
도면5



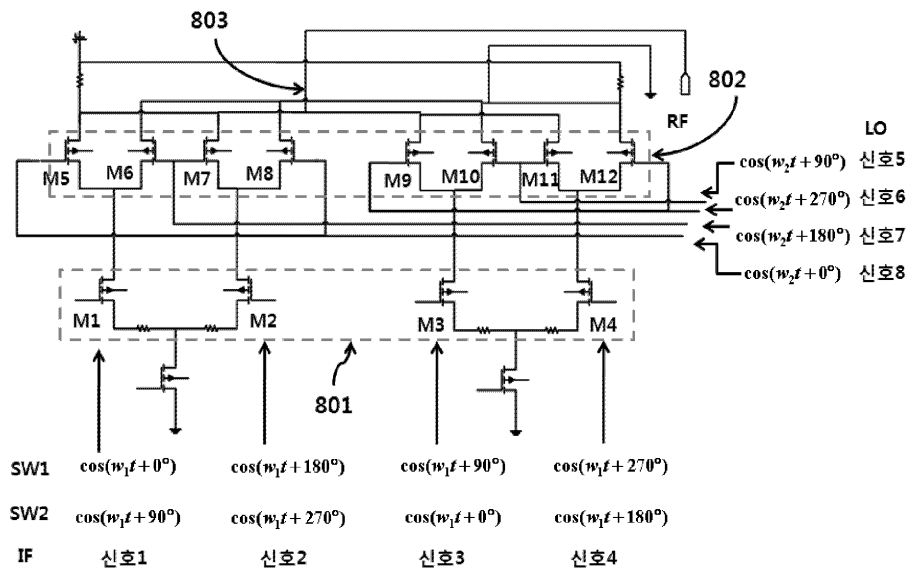
도면6



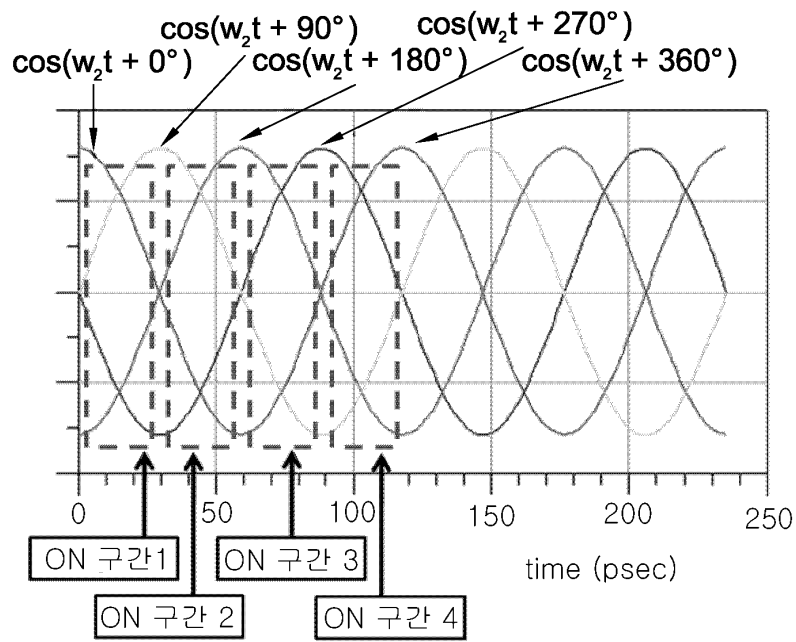
도면7



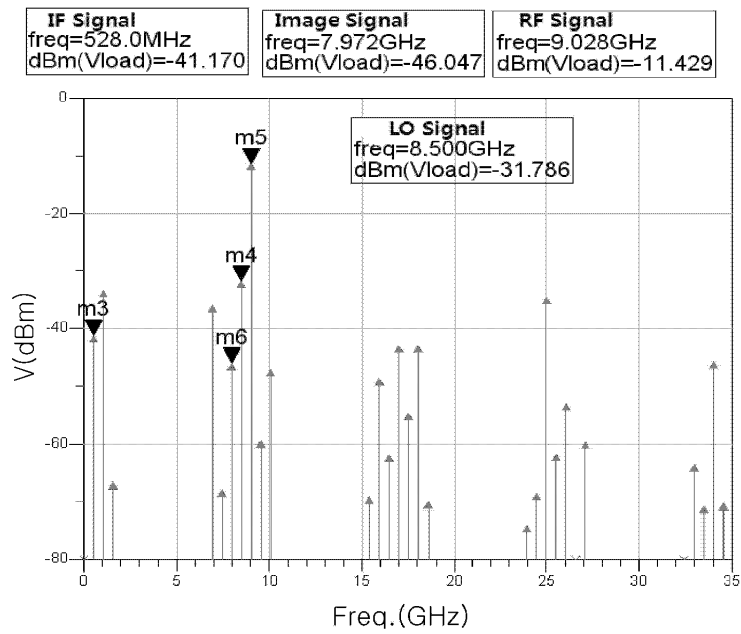
도면8



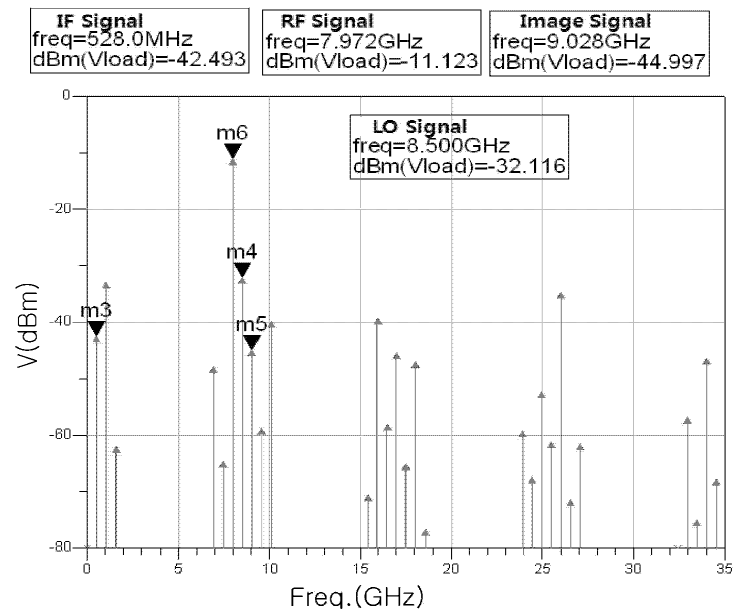
도면9



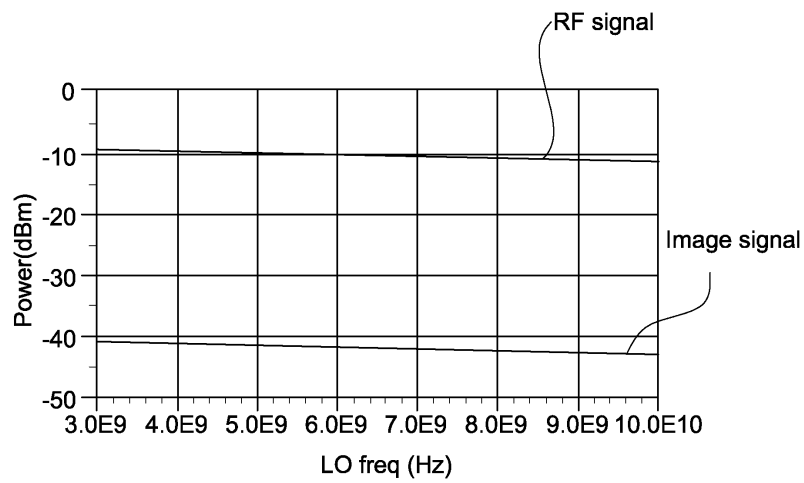
도면10



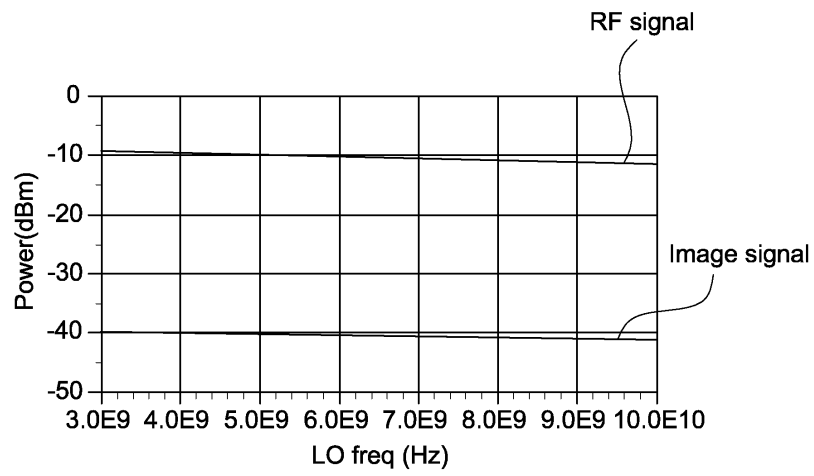
도면11



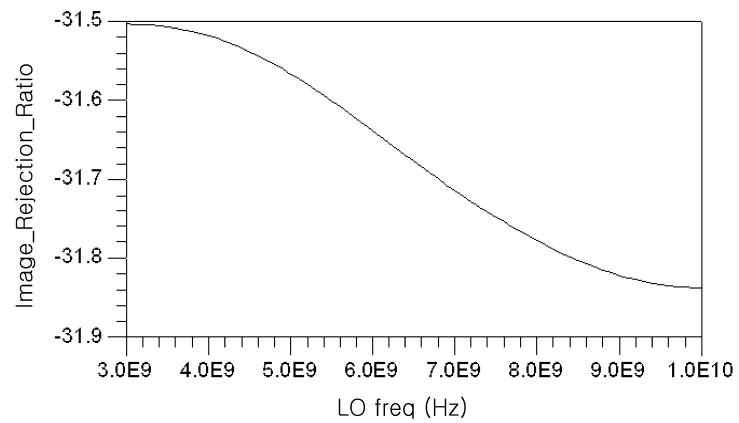
도면12



도면13



도면14



도면15

