



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(51) Int. Cl.

H04L 27/34 (2006.01)

(45) 공고일자 2007년05월07일  
 (11) 등록번호 10-0715080  
 (24) 등록일자 2007년04월27일

(21) 출원번호	10-2003-7006145	(65) 공개번호	10-2003-0051779
(22) 출원일자	2003년05월02일	(43) 공개일자	2003년06월25일
심사청구일자	2005년10월31일		
번역문 제출일자	2003년05월02일		
(86) 국제출원번호	PCT/US2000/030406	(87) 국제공개번호	WO 2002/37787
국제출원일자	2000년11월03일	국제공개일자	2002년05월09일

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바베이도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르키즈스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니아드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투칼, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르, 아랍에미리트, 안티구와바부다, 코스타리카, 도미니카, 알제리, 모로코, 탄자니아, 남아프리카, 벨리제, 모잠비크, 그라나다, 가나, 감비아, 크로아티아, 인도네시아, 인도, 시에라리온, 세르비아 앤 몬테네그로, 짐바브웨,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 시에라리온, 가나, 감비아, 짐바브웨, 모잠비크, 탄자니아,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르키즈스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

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

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디브와르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고, 기니 비사우,

(73) 특허권자

퀄콤 인코포레이티드

미국 캘리포니아 샌디에고 모어하우스 드라이브 5775 (우 92121-1714)

(72) 발명자

사호타, 카말, 구루칸왈

미국 92103 캘리포니아 샌디에고 커렛스트리트 3560

(74) 대리인

남상선

(56) 선행기술조사문현

1019880013312

1019960706711

심사관 : 박위규

전체 청구항 수 : 총 28 항

---

#### (54) 캐리어 신호의 진폭 및 위상 에러에 대한 저 민감도를가진 변조기

---

##### (57) 요약

본 발명은 변조기에 관한 것으로, 두 개의 변조 유닛과 합산기(412c)를 포함한다. 제 1 및 제 2 변조 유닛 각각은 개별 변조 성분을 발생하기 위해 특정 변조 방식에 따라 캐리어 신호 세트(I LO, Q LO)를 수신하여 정보 신호 세트( $I_{IN}$ ,  $Q_{IN}$ )로 변조시키며, 제 2 변조 성분(b)은 제 1 변조 성분(a)에 대해 신호 반전을 가진다. 합산기는 변조 신호를 발생하기 위해 제 1(a) 및 제 2(b) 변조 성분을 합산한다. 각각의 변조 유닛은 한 쌍의 혼합기(410a, 410b; 410c, 410d) 및 합산기(412a; 412b)를 포함한다. 제 1 혼합기(410a)는 동상 캐리어 신호(I LO)를 수신하여 제 1 정보 신호( $I_{IN}$ )로 변조시킨다. 제 2 혼합기(410b)는 직교 캐리어 신호를 수신하여 제 2 정보 신호( $Q_{IN}$ )로 변조시킨다. 합산기(412a)는 변조 성분을 제공하기 위해 제 1 및 제 2 혼합기로부터의 출력을 수신하여 합산한다. 제 1 및 제 2 변조 유닛에 제공된 정보 신호는 스와핑되고 반전된다.

##### 대표도

도 4

#### 특허청구의 범위

##### 청구항 1.

변조기로서,

동상 캐리어 신호를 수신하고 동상 정보 신호에 의해 변조하여 제 1 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 1 혼합기;

직교 캐리어 신호를 수신하고 직교 정보 신호에 의해 변조하여 제 2 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 2 혼합기;

상기 동상 캐리어 신호를 수신하고 상기 직교 정보 신호에 의해 변조하여 신호 반전을 포함하는 제 3 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 3 혼합기;

상기 직교 캐리어 신호를 수신하고 상기 동상 정보 신호에 의해 변조하여 제 4 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 4 혼합기;

상기 제 1 및 제 4 혼합기에 결합되며, 상기 제 1 및 제 4 변조 성분을 수신하고 합산하여 동상 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 1 합산기; 및

상기 제 2 및 제 3 혼합기에 결합되며, 상기 제 2 및 제 3 변조 성분을 수신하고 합산하여 직교 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 2 합산기를 포함하며,

상기 동상 및 직교 캐리어 신호는 각각 차동 신호로서 제공되는, 변조기.

##### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 동상 및 직교 캐리어 신호들은 서로에 대해 대략 90도 위상 반전되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 혼합기들은 길버트 셀 곱셈기들(Gilbert cell multipliers)로 구현되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 길버트 셀 곱셈기들은 바이폴라 트랜지스터들로 구현되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 5.

제3항에 있어서, 상기 길버트 셀 곱셈기들은 MOSFET들로 구현되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 6.

제3항에 있어서, 상기 합산기들은 상기 길버트 셀 곱셈기들의 출력을 교차-결합함으로써(cross-coupling) 구현되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 7.

제1항에 있어서, 상기 동상 및 직교 캐리어 신호는 두 개의 중간 캐리어 신호를 사용하여 생성되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 8.

제7항에 있어서, 상기 두 개의 중간 캐리어 신호들은 두 개의 서로 다른 주파수인 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 9.

제7항에 있어서, 상기 두 개의 중간 캐리어 신호들은 IF 캐리어 신호 및 RF 캐리어 신호를 포함하는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 혼합기들 및 상기 합산기들은 적층 회로 토플러지를 사용하여 구현되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 11.

송신기로서,

동상 캐리어 신호를 수신하고 동상 정보 신호에 의해 변조하여 제 1 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 1 혼합기;

직교 캐리어 신호를 수신하고 직교 정보 신호에 의해 변조하여 제 2 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 2 혼합기;

상기 동상 캐리어 신호를 수신하고 상기 직교 정보 신호에 의해 변조하여 신호 반전을 포함하는 제 3 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 3 혼합기;

상기 직교 캐리어 신호를 수신하고 상기 동상 정보 신호에 의해 변조하여 제 4 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 4 혼합기;

상기 제 1 및 제 4 혼합기에 결합되며, 상기 제 1 및 제 4 변조 성분을 수신하고 합산하여 동상 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 1 합산기; 및

상기 제 2 및 제 3 혼합기에 결합되며, 상기 제 2 및 제 3 변조 성분을 수신하고 합산하여 직교 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 2 합산기를 포함하는 변조기를 포함하며,

상기 동상 및 직교 캐리어 신호는 각각 차동 신호로서 제공되는, 송신기.

## 청구항 12.

변조기로서,

캐리어 신호 세트를 수신하고 정보 신호 세트에 의해 특정 변조 방식에 따라 변조하여 제 1 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 1 변조 유닛; 및

상기 캐리어 신호 세트를 수신하고 상기 정보 신호 세트에 의해 상기 특정 변조 방식에 따라 변조하여 제 2 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 2 변조 유닛을 포함하며, 상기 제 2 변조 성분은 상기 정보 신호들의 서브세트 또는 상기 캐리어 신호들의 서브세트 중 하나를 반전시킴으로써 신호 반전을 포함하는, 변조기.

## 청구항 13.

제12항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 변조 유닛에 결합되며, 상기 제 1 및 제 2 변조 성분을 수신하고 합산하여 변조 신호를 생성하도록 구성된 합산기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 변조기.

## 청구항 14.

제12항에 있어서, 상기 제 1 및 제 2 변조 유닛은 각각 대략 3개의 신호 레벨을 가진 혼합 기능을 제공하도록 구성되는 것을 특징으로 하는 변조기.

## 청구항 15.

제12항에 있어서, 상기 각각의 변조 유닛은,

동상 캐리어 신호를 수신하여 제 1 정보 신호에 의해 변조하도록 구성된 제 1 혼합기;

직교 캐리어 신호를 수신하여 제 2 정보 신호에 의해 변조하도록 구성된 제 2 혼합기; 및

상기 제 1 및 제 2 혼합기에 결합되며, 상기 제 1 및 제 2 혼합기로부터의 출력들을 수신하고 합산하여 변조 성분을 제공하도록 구성된 합산기를 포함하며,

상기 제 1 및 제 2 변조 유닛에 제공된 정보 신호들은 스와핑되는(swapped) 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 16.

제15항에 있어서, 상기 혼합기는 길버트 셀 곱셈기들로 구현되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 17.

제16항에 있어서, 상기 합산기는 상기 길버트 셀 곱셈기들의 출력들을 교차-결합시킴으로써 구현되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 18.

제12항에 있어서, 상기 신호 반전은 상기 캐리어 및 정보 신호들을 제공하기 위해 사용된 차동 신호 라인들을 스와핑함으로써 수행되는 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 19.

제12항에 있어서, 상기 특정 변조 방식은 직교 위상 편이 변조(QPSK)인 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 20.

제12항에 있어서, 상기 특정 변조 방식은 오프셋 직교 위상 편이 변조(OQPSK)인 것을 특징으로 하는 변조기.

### 청구항 21.

동상 성분 및 직교 성분을 가진 정보 신호를 변조하는 방법으로서,

동상 캐리어 신호를 상기 동상 성분에 의해 변조하여 제 1 변조 성분을 생성하는 단계;

직교 캐리어 신호를 상기 직교 성분에 의해 변조하여 제 2 변조 성분을 생성하는 단계;

상기 동상 캐리어 신호를 상기 직교 성분에 의해 변조하여, 신호 반전을 포함하는 제 3 변조 성분을 생성하는 단계;

상기 직교 캐리어 신호를 상기 동상 성분에 의해 변조하여 제 4 변조 성분을 생성하는 단계;

상기 제 1 및 제 4 변조 성분을 합산하여 동상 변조 성분을 제공하는 단계; 및

상기 제 2 및 제 3 변조 성분을 합산하여 직교 변조 성분을 제공하는 단계를 포함하며,

상기 동상 및 직교 캐리어 신호는 각각 차동 신호로서 제공되는, 변조 방법.

### 청구항 22.

제21항에 있어서, 상기 동상 및 직교 변조 성분을 합산하여 변조 신호를 제공하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

### 청구항 23.

제21항에 있어서, 상기 제 3 변조 성분을 생성하기 위한 변조 단계 이전에 상기 동상 캐리어 신호 또는 상기 직교 성분 중 하나를 반전하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

### 청구항 24.

셀룰러 전화기 내의 송신기로서,

적어도 하나의 아날로그 신호를 수신하도록 구성된 적어도 하나의 버퍼;

상기 적어도 하나의 버퍼에 결합되며, 적어도 하나의 캐리어 신호를 수신하고 상기 적어도 하나의 아날로그 신호에 의해 변조하여 변조 신호를 제공하도록 구성된 변조기; 및

상기 변조기에 결합되며, 상기 변조 신호를 수신하여 증폭하도록 구성된 적어도 하나의 가변 이득 증폭기(VGA)를 포함하며, 상기 변조기는,

상기 적어도 하나의 캐리어 신호를 수신하고 상기 적어도 하나의 아날로그 신호에 의해 특정 변조 방식에 따라 변조하여 제 1 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 1 변조 유닛,

상기 적어도 하나의 캐리어 신호를 수신하고 상기 적어도 하나의 아날로그 신호에 의해 상기 특정 변조 방식에 따라 변조하여, 상기 제 1 변조 성분에 대한 신호 반전을 포함하는 제 2 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 2 변조 유닛, 및

상기 제 1 및 제 2 변조 유닛에 결합되며, 상기 제 1 및 제 2 변조 성분을 합산하여 변조 신호를 생성하도록 구성된 합산기를 갖는, 셀룰러 전화기 내의 송신기.

### 청구항 25.

제24항에 있어서, 상기 각각의 변조 유닛은,

동상 캐리어 신호를 수신하여 제 1 아날로그 신호에 의해 변조하도록 구성된 제 1 혼합기;

직교 캐리어 신호를 수신하여 제 2 아날로그 신호에 의해 변조하도록 구성된 제 2 혼합기; 및

상기 제 1 및 제 2 혼합기에 결합되며, 상기 혼합기들로부터의 출력을 수신하고 합산하여 상기 변조 성분을 제공하도록 구성된 합산기를 포함하는 것을 특징으로 하는 셀룰러 전화기 내의 송신기.

### 청구항 26.

송신기로서,

동상 및 직교 캐리어 신호들과 동상 및 직교 정보 신호들을 수신하며 변조 신호를 제공하도록 구성된 변조기; 및

상기 변조기에 결합되며, 제 1 및 제 2 중간 신호를 수신하고 상기 동상 및 직교 캐리어 신호를 제공하도록 구성된 신호 발생기를 포함하며,

상기 변조기는,

상기 동상 및 직교 캐리어 신호를 수신하고 각각 상기 동상 및 직교 정보 신호에 의해 변조하여 제 1 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 1 변조 유닛,

상기 직교 및 동상 캐리어 신호를 수신하고 각각 상기 동상 및 직교 정보 신호에 의해 변조하여 제 2 변조 성분을 생성하도록 구성된 제 2 변조 유닛, 및

상기 제 1 및 제 2 변조 유닛에 결합되며, 상기 제 1 및 제 2 변조 성분을 합산하여 변조 신호를 생성하도록 구성된 합산기를 구비하고,

상기 신호 발생기는,

상기 제 1 중간 신호를 수신하여 제 1 동상 중간 신호 및 제 1 직교 중간 신호를 생성하도록 구성된 제 1 위상 편이 네트워크,

상기 제 1 위상 편이 네트워크에 결합되며, 상기 제 1 직교 및 동상 중간 신호를 수신하여 각각 상기 제 2 중간 신호와 혼합하도록 구성된 제 1 및 제 2 혼합기,

상기 제 1 및 제 2 혼합기에 결합되며, 각각 상기 개별 혼합기로부터의 출력을 수신하여 위상 편이 신호 세트를 생성하도록 구성된 제 2 및 제 3 위상 편이 네트워크, 및

상기 제 2 및 제 3 위상 편이 네트워크에 결합되며, 각각 위상 편이 신호 쌍을 수신하고 합산하여 개별 캐리어 신호를 생성하도록 구성된 제 1 및 제 2 합산기를 구비하는데, 상기 위상 편이 신호 쌍 중 하나는 상기 제 2 위상 편이 네트워크로부터의 신호이고 다른 하나는 상기 제 3 위상 편이 네트워크로부터의 신호인, 송신기.

## 청구항 27.

복조기로서,

변조 신호를 수신하고 동상 캐리어 신호에 의해 복조하여 제 1 복조 성분을 제공하도록 구성된 제 1 혼합기;

상기 변조 신호를 수신하고 직교 캐리어 신호에 의해 복조하여 제 2 복조 성분을 제공하도록 구성된 제 2 혼합기;

상기 변조 신호를 수신하고 상기 동상 캐리어 신호에 의해 복조하여 제 3 복조 성분을 제공하도록 구성된 제 3 혼합기;

상기 변조 신호를 수신하고 상기 직교 캐리어 신호에 의해 복조하여 제 4 복조 성분을 제공하도록 구성된 제 4 혼합기;

상기 제 1 및 제 4 혼합기에 결합되며, 상기 제 1 및 제 4 복조 성분을 수신하고 합산하여 동상 복조 신호를 제공하도록 구성된 제 1 합산기; 및

상기 제 2 및 제 3 혼합기에 결합되며, 상기 제 2 및 제 3 복조 성분을 수신하고 상기 제 2 복조 성분으로부터 상기 제 3 복조 성분을 감산하여 직교 복조 신호를 제공하도록 구성된 제 2 합산기를 포함하는, 복조기.

## 청구항 28.

복조기로서,

변조 신호를 수신하여 상기 변조 신호를 나타내는 전류 신호를 제공하도록 구성된 이득 스테이지;

상기 이득 스테이지에 결합되며, 상기 전류 신호를 수신하고 동상 캐리어 신호와 혼합하여 제 1 복조 신호를 제공하도록 구성된 제 1 혼합기; 및

상기 이득 스테이지에 결합되며, 상기 전류 신호를 수신하고 직교 캐리어 신호와 혼합하여 제 2 복조 신호를 제공하도록 구성된 제 2 혼합기를 포함하는, 복조기.

### 청구항 29.

삭제

### 청구항 30.

삭제

### 청구항 31.

삭제

### 청구항 32.

삭제

명세서

### 기술분야

본 발명은 통신 시스템에 관한 것이다. 특히, 본 발명은 통신 시스템을 위한 세롭고 개선된 직교 변조기 및 복조기에 관한 것이다.

### 배경기술

현재의 많은 통신 시스템에서, 개선된 효율 및 강화된 성능으로 인해 디지털 전송이 사용된다. 디지털 통신 포맷의 예는 이진 위상 편이 변조(BPSK), 직교 위상 편이 변조(QPSK), 오프셋 직교 위상 편이 변조(OQPSK), m-어레이 위상 편이 변조(m-PSK) 및 직교 진폭 변조(QAM)를 포함한다. 디지털 통신을 사용하는 통신 시스템의 예는 코드분할 다중접속(CDMA) 통신 시스템 및 고화질 텔레비전(HDTV) 시스템을 포함한다.

전형적인 디지털 통신 시스템에서, 전송된 신호는 디지털로 발생하고 기저대역에서 가장 먼저 처리된다. 기저대역 처리는 베퍼링, 필터링 및 증폭을 포함할 수 있다. 처리된 기저대역 신호는 추가의 신호 처리(즉, 베퍼링, 필터링, 증폭 등)가 수행될 수 있는 중간 주파수(IF)로 변조된다. 변조 및 처리된 IF 신호는 무선 주파수(RF)로 업컨버팅되고, 추가로 처리되어 전송된다.

수신기에서는, 전송된 RF 신호가 수신되며, 처리(즉, 증폭되고 필터링되며)되며, IF 주파수(송신기에서 IF 주파수와 정합 또는 부정합하는)로 다운컨버팅된다. 다음으로, IF 신호는 송신기에서 사용된 변조 방식을 보완하는 복조 방식을 사용하여 복조된다.

많은 통상적인 송신기 및 수신기 아키텍처에서, 변조 및 복조는 아날로그 회로를 사용하여 수행된다. 일반적인 변조기 아키텍처에서, 기저대역 I 및 Q 신호가 동상 캐리어 신호(I LO) 및 직교 캐리어 신호(Q LO)를 각각 수신하는 한 쌍의 혼합기에 제공된다. 제 1 혼합기는 I LO를 I 신호를 이용해서 복조하여 I 복조 성분을 생성하며, 제 2 혼합기는 Q LO를 Q 신호를 이용해서 복조하여 Q 복조 성분을 생성한다. 다음으로, I 및 Q 변조 성분은 합산기에 의해 합산되어 변조 신호를 생성한다.

이러한 간략한 변조기는 I LO와 Q LO가 적절하게 생성될 때(즉, 특정 한계 내에서 진폭 및 위상 에러를 가진) 수용 가능한 성능을 제공한다. 이러한 캐리어 신호는 전형적으로 컴포넌트 공차, 컴포넌트 부정합 등과 같은 여러 요인으로 인한 몇몇 에러량을 일정하게 나타내는 위상 편이 네트워크 또는 위상 스플리터와 같은 아날로그 회로에 의해 발생한다. 이러한 캐리어 신호 내 진폭 및/또는 위상 에러는 직교하며(즉, 신호 사이에서 90°위상 반전되며) 진폭 밸런싱되지 않은 I 및 Q 변조 성분을 생성한다. 변조된 성분 내 에러는 고정되는 수신기에서 성능 저하를 초래하며 수신된 변조 신호를 복조한다. 이러한 저하는 열악한 이미지 제거, 캐리어 트래킹 루프 내 여분 위상 에러, 복조된 I 및 Q 성분 사이의 누화 등을 포함할 수 있다.

따라서 캐리어 신호 내 진폭 및/또는 위상 에러에 더욱 민감한 변조기 및 복조기가 매우 바람직하다. 또한, 혼합기 내 이득 및 위상 에러에 더욱 민감한 변조기 및 복조기, 및 이러한 변조기 및 복조기를 구성하는 다른 회로가 바람직하다.

### 발명의 상세한 설명

본 발명은 통상적인 아키텍처에 대해 개선된 성능을 가진 변조기 및 복조기 아키텍처를 제공한다. 변조기는 두 개의 변조 유닛을 가진다. 각각의 유닛은 정보 신호 세트를 이용해서 캐리어 신호 세트를 수신 및 변조한다. 제 2 유닛에 대한 신호는 스와핑되고 반전될 수 있다. 두 개의 변조 유닛의 사용은 캐리어 신호 내 진폭 및/또는 위상 에러와 캐리어 신호 내 이득 및/또는 위상 에러에 대한 민감도를 감소시키고, 개선된 이미지 제거를 제공하도록 적절하게 구성된다.

본 발명의 실시예는 4개의 혼합기 및 2개의 합산기를 포함하는 변조기를 제공한다. 제 1 혼합기는 제 1 변조 성분을 생성하기 위해 동상 캐리어 신호를 수신하여 동상 정보 신호를 이용해서 변조한다. 제 2 혼합기는 제 2 변조 성분을 생성하기 위해 직교 캐리어 신호를 수신하여 직교 정보 신호를 이용해서 변조한다. 제 3 혼합기는 신호 반전을 포함하는 제 3 변조 성분을 생성하기 위해 동상 캐리어 신호를 수신하여 직교 정보 신호를 이용해서 변조한다. 제 4 혼합기는 제 4 복조 성분을 생성하기 위해 직교 캐리어 신호를 수신하여 동상 정보 신호를 이용해서 변조한다. 제 1 합산기는 동상 변조 성분을 생성하기 위해 제 1 및 제 4 변조 성분을 수신하여 합산한다. 제 2 합산기는 직교 변조 성분을 생성하기 위해 제 2 및 제 3 변조 성분을 수신하여 합산한다.

제 3 합산기는 변조 신호를 제공하기 위해 동상 및 직교 변조 신호를 수신하여 합산하는데 사용될 수 있다. 신호 반전은 동상 캐리어 신호 또는 제 3 혼합기에 제공된 직교 정보 신호 중 하나를 반전함으로써 달성될 수 있다. 혼합기는 길버트 셸 콤 셉기를 사용하여 구현될 수 있다.

본 발명의 다른 실시예는 두 개의 변조 유닛을 포함하는 변조기를 제공한다. 제 1 변조 유닛은 제 1 변조 신호를 생성하기 위해 캐리어 신호 세트를 수신하여 정보 신호 세트를 이용해서 특정 변조 방식에 따라 변조한다. 제 2 변조 유닛은 제 1 변조 성분에 대한 신호 반전을 포함하는 제 2 변조 신호를 생성하기 위해 캐리어 신호 세트를 수신하여 정보 신호 세트를 이용해서 특정 변조 방식에 따라 변조한다.

합산기는 변조 신호를 생성하기 위해 제 1 및 제 2 변조 성분을 합산하는데 사용될 수 있다. 제 1 및 제 2 변조 유닛 각각은 대략 3개의 신호 레벨을 가진 혼합 기능을 제공하도록 구성될 수 있다. 각각의 변조 유닛은 혼합기 및 합산기 쌍을 포함할 수 있다. 제 1 혼합기는 동상 캐리어 신호를 수신하여 제 1 정보 신호를 이용해서 변조한다. 제 2 혼합기는 직교 캐리어 신호를 수신하여 제 2 정보 신호를 이용해서 변조한다. 합산기는 변조 성분을 제공하기 위해 제 1 및 제 2 혼합기로부터 출력을 수신하여 합산한다. 제 1 및 제 2 변조 유닛에 제공된 정보 신호는 스와핑되고 반전된다.

본 발명의 또 다른 실시예는 신호 발생기에 결합된 변조기를 포함하는 송신기를 제공한다. 변조기는 상술된 실시예 중 하나를 사용하여 구현될 수 있다. 신호 발생기는 제 1, 제 2 및 제 3 위상 편이 네트워크, 제 1 및 제 2 혼합기 및 제 1 및 제 2 합산기를 포함한다. 제 1 위상 편이 네트워크는 제 1 중간 신호를 수신하여 제 1 동상 및 직교 신호를 생성한다. 제 1 및 제 2 혼합기는 제 1 위상 편이 네트워크에 결합되며, 각각 제 1 직교 및 동상 신호를 수신하여 제 2 중간 신호와 혼합한다. 제 2 및 제 3 위상 편이 네트워크는 각각 제 1 및 제 2 혼합기에 결합된다. 각각의 위상 편이 네트워크는 개별 혼합기로부터 출력을 수신하여 위상 편이 신호 세트를 생성하도록 구성된다. 제 1 및 제 2 합산기는 제 2 및 제 3 위상 편이 네트워크에 결합된다. 각각의 합산기는 한 쌍의 위상 편이 신호를 수신하여 합산하도록 구성되고, 제 2 위상 편이 네트워크 중 하나 및 제 3 위상 편이 네트워크 중 하나는 개별(동상 또는 직교) 캐리어 신호를 발생시킨다.

본 발명의 또 다른 실시예는 제 1 내지 4 혼합기 및 제 1 및 제 2 합산기를 포함하는 복조기를 제공한다. 제 1 및 제 3 혼합기는 각각 제 1 및 제 3 복조 성분을 제공하기 위해 변조 신호를 수신하여 동상 캐리어 신호를 이용해서 복조한다. 제 2 및 제 4 혼합기는 각각 제 2 및 제 4 복조 성분을 제공하기 위해 변조 신호를 수신하여 직교 캐리어 신호를 이용해서 복조한다. 제 1 합산기는 동상 복조 신호를 제공하기 위해 제 1 및 제 4 복조 성분을 수신하여 합산한다. 제 2 합산기는 직교 복조 신호를 제공하기 위해 제 2 및 제 3 복조 성분을 수신하여 제 2 복조 성분에서 제 3 복조 성분을 감산한다.

본 발명의 또 다른 실시예는 한 쌍의 혼합기에 결합된 이득 스테이지를 포함하는 복조기를 제공한다. 이득 스테이지는 변조 신호를 수신하여 변조 신호를 나타내는 전류 신호를 제공한다. 제 1 혼합기는 제 1 복조 신호를 제공하기 위해 전류 신

호를 수신하여 동상 캐리어 신호와 혼합한다. 제 2 혼합기는 제 2 복조 신호를 제공하기 위해 전류 신호를 수신하여 직교 캐리어 신호와 혼합한다. 제 1 및 제 2 혼합기는 각각 대략 3개의 신호 레벨을 가진 혼합 기능을 제공하도록 구성될 수 있다.

본 발명은 상술된 실시예에 기초하여 신호를 변조 및 복조하는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 특징, 특성 및 장점이 유사 부품에 대해 도면 전체적으로 유사 참조부호가 부여된 도면을 참조로 한 이하의 상세한 설명을 통해 명확히 이해될 수 있을 것이다.

### 실시예

도 1은 두 개의 주파수 변환 스테이지를 사용하여 직교 변조(예를 들면, QPSK 및 OQPSK)를 수행하는 송신기(100)의 일 실시예의 간략 블럭도를 도시한다. 디지털 프로세서(110)가 데이터를 생성하고 이러한 데이터를 인코딩하고 변조하며, 디지털 처리된 데이터를 동상(I) 신호 및 직교(Q) 신호로 변환한다. 기저대역 I 및 Q 신호는 각각 기저대역 신호의 필터링을 수행하고(즉, 정합하고) 필터링된 I 및 Q 신호를 변조기(130)에 제공하는 한 쌍의 저역통과 필터(122a, 122b)에 제공된다. 변조기(130)는 위상 스플리터(126)로부터 동상 캐리어 신호(I LO) 및 직교 캐리어 신호(Q LO)를 수신하여 캐리어 신호를 기저대역 신호를 이용해서 변조함으로써 중간 주파수(IF)의 변조 신호를 생성한다. IF 변조 신호는 변조기(130)로부터 IF 신호를 버퍼링하고 대역통과 필터(134)를 구동하는 버퍼(132)에 제공된다. 필터(134)는 대역외 잡음 및 원하지 않는 신호와 이미지를 제거하기 위해 IF 신호를 필터링한다.

필터링된 IF 신호는 신호를 버퍼링하여 혼합기(138)를 구동하는 버퍼(136)에 제공된다. 혼합기(138)는 무선 주파수(RF LO)에서 캐리어 신호를 수신하여 RF LO와 버퍼링된 신호를 업컨버팅하여 RF 신호를 발생시킨다. RF 신호는 신호를 이득 제어 회로(미도시)로부터 이득 제어 신호에 의해 결정된 이득으로 신호를 증폭하는 가변 이득 증폭기(VGA)(142)에 제공된다. 증폭된 RF 신호는 요구된 신호 드라이브를 제공하는 전력 증폭기(PA)(144)에 제공된다. PA(144)의 출력은 절연기 및 듀플렉서를 통해 안테나에 연결된다(모든 3 엘리먼트는 도 1에는 도시되지 않음).

도 2는 단일 주파수 변환 스테이지를 사용하여 직접 직교 변조를 수행하는 송신기의 일 실시예의 간략 블럭도를 도시한다. 디지털 프로세서(210)는 도 1의 프로세서(110)와 유사하게 데이터를 발생시키고 이러한 데이터를 인코딩하고 변조시키며, 디지털 처리된 데이터를 I 신호 및 Q 신호로 변환한다. 기저대역 I 및 Q 신호는 각각 신호를 버퍼링하고 버퍼링된 기저대역 신호를 변조기(230)에 제공하는 한 쌍의 버퍼(222a, 222b)에 제공한다. 변조기(230)는 RF 변조 신호를 발생하기 위해 LO 발생기(240)로부터 동상 캐리어 신호(I LO) 및 직교 캐리어 신호(Q LO)를 수신하여 캐리어 신호를 기저대역 신호를 이용해서 변조시킨다. 일 실시예에서, I LO 및 Q LO는 두 개의 주파수에서의 캐리어 신호(예를 들면, IF LO 및 RF LO)로부터 발생한다. RF 변조 신호는 이득 제어 신호(미도시)에 의해 결정된 이득으로 신호를 증폭하는 VGA(250)에 제공된다. 증폭된 RF 신호는 안테나를 구동하는 PA(252)에 제공된다.

여러 변경이 도 1 및 도 2에 도시된 송신기 실시예에 대해 만들어질 수 있다. 예를 들면, 송신기 신호 경로는 더 적은 또는 추가의 버퍼와 증폭기 스테이지, 더 적은 또는 추가의 필터 스테이지 및 다른 회로를 포함하도록 설계될 수 있다. 예로서, 하나의 필터가 스펙리어스 신호를 필터링하도록 도 2의 변조기(230) 이후에 제공될 수 있다. 더욱이, 신호 경로 내 엘리먼트들이 다른 구성으로 배치될 수 있다. 특정 예에서, 디지털 프로세서로부터 PA로의 송신기 신호 경로는 이산 엘리먼트들이 사용될 수 있지만 하나 이상의 집적회로 내에 구현될 수 있다.

도 3A는 통상적인 직교 변조기(300)의 일 실시예의 블럭도를 도시한다. 변조기(300)는 각각 도 1 및 도 2의 변조기(130) 및 변조기(230)로서 사용될 수 있다. 변조기(300) 내에서, 동상 정보 신호  $I_{IN}$ 가 혼합기(310a)에 제공되며, 직교 정보 신호  $Q_{IN}$ 가 혼합기(310b)에 제공된다. 동상 및 직교 신호  $I_{IN}$  및  $Q_{IN}$ 가 각각 I 및 Q 신호의 버전으로 처리된다. 혼합기(310a, 310b)는 캐리어 신호 I LO 및 Q LO를 수신한다. 각각의 혼합기는 변조 성분을 생성하기 위해 캐리어 신호를 정보 신호를 이용해서 변조한다. 혼합기(310a, 310b)로부터의 동상 및 직교 변조 성분은 각각 변조 신호를 생성하기 위해 성분을 합산하는 합산기(312)에 제공된다.

도 3B는 길버트 셀 혼합기를 구비한 통상적인 직교 변조기(320)의 일 실시예의 개략도를 도시한다. 변조기(320)는 도 3A의 변조기(300)의 특정 예이다. 혼합기(310a, 310b)는 각각 길버트 셀 혼합기(330a, 330b)를 구비하며, 합산기(312)는

길버트 셀 혼합기의 콜렉터 출력을 교차-결합함으로써 구비된다. 동상 및 직교 신호  $I_{IN}$  및  $Q_{IN}$  신호를 나타내는 전류가 각각 혼합기(330a, 330b)에 결합된 개별 전류 소스(334a, 334b)에 의해 제공된다. 변조기(320)로부터의 차동 출력 전류  $I_{OUT}$ 는 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$I_{OUT} = 2M_{I,G}(t) \cdot \Delta i + 2M_{Q,G}(t) \cdot \Delta q \quad \text{식(1)}$$

여기서,  $\Delta i$ 는 동상 정보 신호  $I_{IN}$ 에 대한 차동 전류

$$\{\Delta i = \alpha(I_{IN+} - I_{IN-})/2\} \text{ 이고,}$$

$\Delta q$ 는 직교 정보 신호  $Q_{IN}$ 에 대한 차동 전류

$$\{\Delta q = \alpha(Q_{IN+} - Q_{IN-})/2\} \text{ 이고,}$$

$\alpha$ 는 전류 소스(334)의 트랜스컨덕턴스 이득에 대한 상수이며

$M_{I,G}(t)$  및  $M_{Q,G}(t)$ 는 길버트 셀 혼합 함수이며, 이들은 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$M_{I,G}(t) = \tanh\left(\frac{I LO}{2V_T}\right) \quad \text{식(2)}$$

$$M_{Q,G}(t) = \tanh\left(\frac{Q LO}{2V_T}\right) \quad \text{식(3)}$$

$2V_T$ 보다 훨씬 큰  $I LO$  및  $Q LO$ 에 대해,  $M_{I,G}(t)$  및  $M_{Q,G}(t)$ 는 90도 편이된 구형파와 같고,  $M_{I,G}(t)$ 는  $M_{Q,G}(t)$ 를 90도 앞선다.

도 3A의 간략한 변조기 아키텍처는 캐리어 신호 내 진폭 및 위상 에러를 가지기 쉽고, 이는  $I$  및  $Q$  변조 성분 사이의 누화를 야기한다. 변조기(300)에서, 두 캐리어 신호 내 어떠한 위상 에러(즉, 이상적으로  $90^\circ$ )는 변조 성분 내 위상 에러로 직접 반영된다. 예를 들어, 만일  $I$  및  $Q$  캐리어 신호가  $90^\circ$ 로 위상이 반전되면,  $I$  및  $Q$  변조 성분 또한  $90^\circ$ 로 위상이 반전되고  $y$ 의 위상 에러를 포함하며, 여기서  $y$ 는 위상 에러를 나타낸다. 실제로, 캐리어 신호는 진폭 부정합 및 편차를 감소시키기 위해 한정(예를 들면, 클립핑)된다. 변조기(300)는 혼합기 자체 내 이득 및 위상 에러를 가지기 쉽고, 이는 캐리어 신호 내 진폭 및 위상 에러와 유사한 방식으로 변조 신호를 저하시킨다. 예를 들어, 혼합기 내  $x$ 퍼센트의 이득 에러(또는  $y$ 도의 위상 에러)는 캐리어 신호 내  $x$  퍼센트의 진폭 에러(또는  $y$ 도의 위상 에러)와 동일하고, 여기서  $x$ 와  $y$ 는 선형적으로 관계되지 않는다. 변조기(300)에서, 혼합기 내 이득 또는 진폭 에러는 변조 성분의 진폭 및 위상에 유사하게 (그리고 직접) 영향을 준다.

도 4는 직교 변조기(400)의 일 실시예의 블럭도를 도시한다. 변조기(400)는 각각 도 1 및 도 2의 변조기(130) 및 변조기(230)를 구현하는데 사용된다. 변조기(400) 내에서, 동상 정보 신호  $I_{IN}$ 는 혼합기(410a, 410d)에 제공되고, 직교 정보 신호  $Q_{IN}$ 은 혼합기(410b)에 제공되며, 반전된 직교 정보 신호  $-Q_{IN}$ 은 혼합기(410c)에 제공된다. 각각의 혼합기(410a, 410c)는 동상 캐리어 신호  $I LO$ 를 수신하고 각각의 혼합기(410b, 410d)는 직교 캐리어 신호  $Q LO$ 를 수신한다. 각각의 혼합기는 변조 성분을 생성하기 위해 정보 신호를 이용해서 캐리어 신호를 변조한다. 특히, 혼합기(410a)는 제 1 변조 성분을 생성하기 위해 동상 신호  $I_{IN}$ 을 이용해서  $I LO$ 를 변조하고, 혼합기(410b)는 제 2 변조 성분을 생성하기 위해 직교 신호  $Q_{IN}$ 을 이용해서  $Q LO$ 를 변조하며, 혼합기(410c)는 제 3 변조 성분을 생성하기 위해 반전된 직교 신호  $-Q_{IN}$ 을 이용해서  $I LO$ 를 변조하며, 혼합기(410d)는 제 4 변조 성분을 생성하기 위해 동상 신호  $I_{IN}$ 을 이용해서  $Q LO$ 를 변조한다. 제 1 및 제

2 번조 성분은 제 1(또는 좌측) 번조 유닛을 위한 번조 출력을 생성하기 위해 합산기(420a)에 의해 합산되며, 제 3 및 제 4 번조 성분은 제 2(또는 우측) 번조 유닛을 위한 번조 출력을 생성하기 위해 합산기(412b)에 의해 합산된다. 두 번조 유닛으로부터의 출력은 번조 신호를 생성하기 위해 합산기(412c)에 의해 합산된다.

번조기(400)는 두 개의 번조 유닛과 합산기를 포함하는 것으로 구현될 수 있다. 하나의 번조 유닛은 혼합기(410a, 410b)와 합산기(412a)를 포함하고, 다른 번조 유닛은 혼합기(410c, 410d)와 합산기(412b)를 포함한다. 각각의 번조 유닛은 정보 신호 세트(예를 들면,  $I_{IN}$  및  $Q_{IN}$ ) 및 캐리어 신호 세트(예를 들면,  $I LO$  및  $Q LO$ )를 수신하고, 특정 번조 방식(예를 들면, QPSK)에 따라 정보 신호를 이용해서 캐리어 신호를 변조한다. 제 2 번조 유닛 내 혼합기로의 정보 신호는 스와핑되고  $Q$  신호 또는  $I LO$ 는 반전되고, 신호를 제 1 번조 유닛 내 혼합기에 관련시킨다. 따라서 각각의 번조 유닛은 서로 다른 번조 성분을 발생시킨다.

도 4에 도시된 특정 번조기 실시예에서, 제 2 번조 유닛은 각각  $Q LO$  및  $I LO$ 를 변조하는데 사용되는 정보 신호  $I_{IN}$  및  $-Q_{IN}$ 를 수신한다. 이는 제 1 번조 유닛과는 다르고, 이는 각각  $I LO$  및  $Q LO$ 를 변조하는데 사용되는 정보 신호  $I_{IN}$  및  $Q_{IN}$ 을 수신한다. 제 1 및 제 2 번조 유닛의 번조 성분은 번조 성분을 생성하기 위해 합산기(412c)에 제공되고 합산된다.

여러 변경이 도 4에 도시된 특정 실시예에 대해 가능하다. 예를 들면, 혼합기(410c)로의  $I LO$ 는 직교 신호  $Q_{IN}$  대신에 반전된다. 더욱이, 제 2 번조 유닛은 비반전 정보 및 캐리어 신호를 수신하며, 내부적으로 신호 반전을 수행하도록 고안될 수 있다. 예를 들면, 제 2 번조 유닛은 혼합기(410c) 이전에 직교 신호  $Q_{IN}$  또는  $I LO$ 를 내부적으로 반전하거나 또는 선택적으로 혼합기(410c)의 출력을 반전할 수 있다. 다른 신호를 사용하는 번조기에서, 캐리어 신호, 정보 신호 또는 혼합기 출력 중 하나의 반전이 여러 신호 라인을 간단히 스와핑함으로써 쉽게 달성될 수 있다.

도 4에 도시된 번조기(400)의 특정 실시예는 직교 번조(예를 들면, 정보 신호  $I_{IN}$  및  $Q_{IN}$ 의 타이밍 정렬에 따라 QPSK 또는 OQPSK)를 수행할 수 있다. 본 발명은 다른 번조 방식(예를 들면, BPSK, PSK 등)으로 확장될 수 있다. 일반적으로, 두 개의 번조 유닛이 제공된다. 하나의 유닛은 특정 번조 방식에 따라 정보 신호를 이용해서 캐리어 신호를 변조한다. 다른 유닛은 정보 및 캐리어 신호를 수신하고, 필요에 따라 적정 신호 스와핑 및 반전을 수행하고, 특정 번조 방식에 따라 정보 신호를 이용해서 캐리어 신호를 변조한다. 두 개의 번조 유닛으로부터의 번조 성분은 번조 신호를 생성하도록 합산된다.

도 4는 본 발명의 번조기와 관련되어 사용될 수 있는 LO 발생기(440)의 특정 실시예의 블럭도를 도시한다. LO 발생기(440)는 도 2의 LO 발생기(240)로서 사용될 수 있다. LO 발생기 내에서, IF 캐리어 신호(IF LO)가 직교인, 즉 하나의 캐리어 신호는 다른 캐리어 신호에 대해 추가로 90도의 위상 편이를 가진 두 개의 출력 캐리어 신호를 제공하는 위상 편이 네트워크(450)에 제공된다. 위상 편이 회로(450)로부터의 동상 및 직교 출력은 각각 혼합기(452b, 452a)로 제공된다. 각각의 혼합기(452)는 RF 캐리어 신호(RF LO)를 수신하고 두 개의 수신된 캐리어 신호를 혼합한다. 혼합기(452a, 452b)로부터의 출력은 각각 위상 편이 네트워크(460a, 460b)에 제공된다. 각각의 위상 편이 네트워크(460)는 입력 신호의 동상 성분 및 직교 성분을 생성한다. 위상 편이 네트워크(460a, 460b)로부터의 출력은 교차-결합되며 합산기(462a, 462b)에 제공된다. 합산기(462a)는 동상 캐리어 신호  $I LO$ 를 생성하기 위해 위상 편이 네트워크(460a)로부터의 동상 성분 및 위상 편이 네트워크(460b)로부터의 직교 성분을 수신하여 합산한다. 합산기(462b)는 직교 캐리어 신호  $Q LO$ 를 생성하기 위해 위상 편이 네트워크(460a)로부터 직교 성분을 수신하여 위상 편이 네트워크(460b)로부터 동상 성분으로부터 감산한다.

만일  $RL LO$ 가  $\sin(\omega_{RF})$ 으로 표현되고  $IF LO$ 가  $\cos(\omega_{IF})$ 로 표현된다면:

$$I LO = \cos(\omega_{RF} - \omega_{IF}) \quad \text{식(4)}$$

$$Q LO = \sin(\omega_{RF} - \omega_{IF}) \quad \text{식(5)이다.}$$

다른 LO 발생기는 본 발명의 번조기 및 복조기와 함께 사용할 수 있다. 예를 들어, 본 발명은 "직교 로컬 발진기 네트워크"라는 명칭의 미국특허 제 5,412,351호에 개시된 LO 발생기와 조합될 수 있다.

도 5는 본 발명의 직교 번조기(500)의 일 실시예의 블럭도이다. 번조기(500)는 도 4의 번조기(400)의 일례이다. 도 5의 혼합기(510a 내지 510d)는 도 4의 혼합기(410a 내지 410d)에 해당한다.

변조기(500) 내에서, 동상 정보 신호  $I_{IN}$ 은 동상 신호  $I_{IN}$ 에 비례하는 전류를 제공하는 전류 소스(508a)로 표현될 수 있다. 이러한 전류 소스는 입력 전압 신호를 수신하고 출력 전류 신호를 발생하는 트랜스컨덕턴스 회로의 일부일 수 있다. 유사하게, 직교 정보 신호  $Q_{IN}$ 은 동상 신호  $Q_{IN}$ 에 비례하는 전류를 제공하는 전류 소스(508b)로 표현될 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 각각의 전류 소스(508)는 차동 출력(전류) 신호를 제공한다.

차동 동상 캐리어 신호  $I_{LO}$ 는 혼합기(510a, 510c)의 입력에 제공되고, 차동 직교 캐리어 신호  $Q_{LO}$ 는 혼합기(510b, 510d)의 입력에 제공된다. 혼합기(510a, 510d)는 전류 소스(508a)에 결합되고, 혼합기(510b, 510c)는 전류 소스(508b)에 제공된다. 혼합기(510c)와 전류 소스(508b) 사이의 차동 신호 라인은 신호 반전을 제공하기 위해 스와핑된다. 특히,  $I_{IN}$ 에 대한 전류 신호는 반전 없이 혼합기(510a, 510d)에 제공되고,  $Q_{IN}$ 에 대한 전류 신호는 반전 없이 혼합기(510b)에 제공되고, 반전되어 혼합기(510c)에 제공된다.

각각의 혼합기(510)는 차동 출력 전류 신호를 발생하기 위해 정보 및 캐리어 신호를 혼합한다. 전류 출력을 가진 혼합기(510)에 대해, 적정 신호 라인을 결합시킴으로써 합산 기능이 구현된다. 따라서 혼합기(510a, 510d)로부터의 출력은 동상 변조 성분  $I_{RF}$ 를 형성하도록 쉽게 결합되고, 혼합기(510b, 510c)로부터의 출력은 직교 변조 성분  $Q_{RF}$ 를 형성하도록 쉽게 결합된다. 몇몇 변조기의 경우, 변조 성분  $I_{RF}$  및  $Q_{RF}$ 가 변조기 출력 신호로서 제공된다. 다른 변조기의 경우, 동상 및 직교 변조 성분이 변조기로부터의 변조 신호  $I_{MOD}$ 를 형성하도록 합산된다. 버퍼(520)는 전류 신호를 수신하여 버퍼링하고, 차동 전류 신호를 차동 전압 신호  $V_{OUT}$ 로 변환하도록 고안될 수 있다.

변조기(500)로부터의 변조 성분은 바이폴라 트랜지스터를 구비한 혼합기에 대해 다음과 같이 표현될 수 있고:

$$I_{MOD} = I_{RF} + Q_{RF} \quad \text{식(6)}$$

$$I_{RF} = 2\Delta i \bullet M_I(t) + 2\Delta q \bullet M_Q(t) \quad \text{식(7)}$$

$$Q_{RF} = 2\Delta i \bullet M_Q(t) - 2\Delta q \bullet M_I(t) \quad \text{식(8)}$$

여기서,  $I_{MOD}$ 는 변조 신호를 나타내는 출력 전류이고,

$I_{RF}$ 는 I 변조 성분이며.

$Q_{RF}$ 는 Q 변조 성분이며,

$\Delta i$ 는 동상 정보 신호  $I_{IN}$ 에 대한 차동 전류

$$\{\Delta i = \alpha(I_{IN+} - I_{IN-})/2\} \text{ 이고,}$$

$\Delta q$ 는 직교 정보 신호  $Q_{IN}$ 에 대한 차동 전류

$$\{\Delta q = \alpha(Q_{IN+} - Q_{IN-})/2\} \text{ 이며,}$$

$\alpha$ 는 전류 소스(508)의 트랜스컨덕턴스 이득에 대한 상수이며,

$M_I(t)$ 는 I 채널 혼합 함수이고,

$M_Q(t)$ 는 Q 채널 함수이다.

혼합기(510a, 510d)에 결합된 전류 소스(508a) 및 혼합기(510b, 510c)에 결합된 전류 소스(508b)로,  $M_I(t)$ 와  $M_Q(t)$ 는 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$M_I(t) = \frac{\sinh\left(\frac{I \text{ LO}}{2V_T}\right)}{\cosh\left(\frac{I \text{ LO}}{2V_T}\right) + \cosh\left(\frac{Q \text{ LO}}{2V_T}\right)} \quad \text{식(9)}$$

$$M_Q(t) = \frac{\sinh\left(\frac{Q \text{ LO}}{2V_T}\right)}{\cosh\left(\frac{I \text{ LO}}{2V_T}\right) + \cosh\left(\frac{Q \text{ LO}}{2V_T}\right)} \quad \text{식(10)}$$

$I_{\text{MOD}}$ 는 다음과 같이 표현될 수 있다:

$$I_{\text{MOD}} = \frac{2\Delta i \left[ \sinh\left(\frac{I \text{ LO}}{2V_T}\right) + \sinh\left(\frac{Q \text{ LO}}{2V_T}\right) \right] + 2\Delta q \left[ \sinh\left(\frac{Q \text{ LO}}{2V_T}\right) - \sinh\left(\frac{I \text{ LO}}{2V_T}\right) \right]}{\cosh\left(\frac{I \text{ LO}}{2V_T}\right) + \cosh\left(\frac{Q \text{ LO}}{2V_T}\right)} \quad \text{식(11)}$$

식(11)은 4개의 "sinh" 항을 포함하며, 첫 번째부터 네 번째까지의 sinh 항은 각각 혼합기(510a, 510d, 510b, 510c)에 의해 발생한다.

변조기(500)는 두 개의 변조 유닛을 포함한다. 하나의 변조 유닛은 혼합기(510a, 510b)를 포함하고, 다른 변조 유닛은 혼합기(510c, 510d)를 포함한다. 전류 소스(508a, 508b)는 정보 신호를 나타내는 전류를 제공한다. 각각의 전류 소스(508)는 두 개의 변조 유닛 내 하나의 혼합기에 결합된다. 두 개의 변조 유닛은 직교인 두 개의 단일 측파대(SSB) 출력(즉, 두 개의 변조 성분)을 제공한다. 각각의 SSB 출력은 식(9)과 식(10)에 표현된 혼합 함수  $M_I(t)$  및  $M_Q(t)$ 에 의해 부분적으로 제공된 이미지 제거 성능을 개선한다. SSB 출력은 변조 신호를 제공하기 위해 합산될 수 있다.

도 10은 혼합 함수  $M_I(t)$  및  $M_Q(t)$ 의 도면을 도시한다. 혼합 함수는 캐리어 신호의 진폭이  $2V_T$ 보다 훨씬 클 때(즉,  $I \text{ LO}$  및  $Q \text{ LO} \gg 2V_T$ ) 대략 3개의 신호 레벨을 가진다. 신호 레벨이 감소함에 따라 혼합 함수는 사인곡선을 따른다.

변조기(500)는 이하의 방식으로 동작한다. 각각의 정보 신호  $I_{\text{IN}}$  및  $Q_{\text{IN}}$ 은 개별 전류 소스를 제어한다. 각각의 전류 소스를 통한 전류는 개별 정보 신호의 값에 따라 변한다. 각각의 전류 소스를 통한 전류는 캐리어 신호가 위상을 변화시킴에 따라 한 변조 유닛 내 혼합기로부터 다른 변조 유닛 내 혼합기로 효율적으로 조정되고, 그 결과 혼합기는 선택적으로 턴 온 및 턴 오프(즉, 매 90도마다)된다. 이는 통상적인 혼합기의 두 개의 신호 레벨 대신 3개의 신호 레벨을 가진 혼합 함수를 가진다. 전류 조정은 캐리어 신호의 스위칭 에지에 대한 변조기의 감도를 감소시킨다.

도 5에 도시된 예에서, 캐리어 신호가 혼합기의 입력에 제공된다. 캐리어 신호는 혼합기의 스위칭을 제어하고 혼합기를 효율적으로 스위칭하기에 충분한 진폭을 가져야한다. 실제로, 한계에 다다르는 위상 에러에 대한 민감도의 감소가 캐리어 신호의 스위칭 에지를 날카롭게 함으로써 얻어질 수 있다.

도 6A는 길버트 셀 곱셈기(또는 혼합기)(610)의 특정 실시예의 개략도를 도시한다. 혼합기(610)는 도 5의 혼합기(510)의 특정 예이고 한 쌍의 교차-결합 차동 증폭기를 포함한다. 제 1 차동 증폭기는 각각 캐리어 신호  $\text{LO+}$  및  $\text{LO-}$ 에 결합된 베이스 및 함께 결합된 에미터를 가진 트랜지스터(612a, 612b)를 포함한다. 유사하게, 제 2 차동 증폭기는 각각 캐리어 신호  $\text{LO+}$  및  $\text{LO-}$ 에 결합된 베이스 및 함께 결합된 에미터를 가진 트랜지스터(612c, 612d)를 포함한다. 차동 캐리어 신호  $\text{LO+}$  및  $\text{LO-}$ 는 도 5의 동상 캐리어 신호  $I \text{ LO}$  또는 직교 캐리어 신호  $Q \text{ LO}$ 에 해당한다.

트랜지스터(612a, 612b)의 에미터는 전류 신호  $I_{Cs-}$ 를 제공하는 전류 소스에 결합되고, 트랜지스터(612c, 612d)의 에미터는 전류 신호  $I_{Cs+}$ 를 제공하는 전류소스에 결합된다. 트랜지스터(612a, 612c)의 콜렉터는 함께 결합되어 혼합기 출력 OUT-를 형성하고, 트랜지스터(612b, 612d)의 콜렉터는 함께 결합되어 혼합기 출력 OUT+를 형성한다. 혼합기(610)의 6개의 입력 및 출력의 각각은 도 5에 도시된 (+) 및 (-) 표시에 해당하는 (+) 또는 (-) 단자로서 적절하게 마킹된다. 혼합기(610)는 당업자에게 공지된 길버트 셀 곱셈기와 유사한 기능을 한다.

도 6B는 입력 전압 신호를 수신하여 출력 전류 신호를 발생하는 트랜스컨덕턴스 증폭기(608)의 특정 실시예에 대한 개략도를 도시한다. 증폭기(608)는 도 5의 전류 소스(508)의 특정 예이다. 증폭기(608)는 차동 증폭기로서 구성되며 함께 회로 접지에 결합된 에미터를 가진 트랜지스터(614a, 614b)를 포함한다. 트랜지스터(614a, 614b)의 베이스는 각각 정보 신호  $I_{IN+}$  및  $I_{IN-}$ 에 결합된다. 신호 IN는 도 5의 동상 또는 직교 신호  $I_{IN}$  및  $Q_{IN}$ 일 수 있다. 트랜지스터(614a, 614b)의 콜렉터는 각각 출력 전류 신호  $I_{Cs-}$  및  $I_{Cs+}$ 를 제공한다. 차동 전류 신호가 혼합기에 제공된다. 도 5에서, 혼합기(510c)와 전류 소스(508b) 사이의 상호 연결을 스와핑하여 반전된 직교 정보 신호  $-Q_{IN}$ 를 발생시키는 것에 유의해야 한다.

혼합기(610)와 트랜스컨덕턴스 증폭기(608)는 혼합기(510)와 전류 소스(508)의 일례이다. 다른 예가 본 발명의 범위 내에서 가능하다. 트랜스컨덕턴스 증폭기(608)는 전형적으로 비선형인 전달 함수를 가진다. 몇몇 예에서, 디지털-아날로그 컨버터(DAC)가 선형 전류를 제공하는데 사용될 수 있다. 하나의 DAC는 각각의 전류 소스(508a, 508b)에 제공될 수 있고, 관련 혼합기(510)에 직접 결합된다. 혼합기는 당업자에게 공지된 바와 같이 단일 밸런스 또는 이중 밸런스 다이오드 혼합기로서 구현될 수 있다. 일반적으로, 혼합기는 비선형 장치를 사용하여 구현될 수 있다. 개선된 성능을 위해, 혼합 기능은 전형적으로 특정 혼합기 구현에 정합될 수 있다.

본 발명의 변조기 아키텍처는 통상적인 변조기 아키텍처에 비해 개선된 성능 및 많은 장점을 제공한다. 이러한 개선은 캐리어 신호 내 진폭 및 위상 에러에 대한 민감도의 감소 및 혼합기 내 이득 및 위상 에러에 대한 민감도의 감소를 포함한다. 이들 장점 중 몇몇은 이하에서 설명될 것이다.

가장 먼저, 본 발명의 변조기 아키텍처는 통상적인 변조기 아키텍처에 비해 진폭 및 위상 에러에 대해 더 많은 허용성을 가진다.

다음으로, 본 발명의 변조기는 변조 혼합 기능을 사용함으로써 단일 측파대(SSB) 변조에 대해 개선된 이미지 제거를 제공한다. 몇몇 응용에서, SSB 변조가 바람직하거나 요구된다. 전형적으로, 캐리어 신호를 변조하는데 사용된 정보 신호는 양 및 음의 주파수를 가진 특정 성분을 포함한다. 캐리어 신호가 (도 3A의 변조기(300)를 사용하여) 이러한 정보 신호를 이용해서 변조될 때, 이미지는 합 및 차 주파수에 나타나고, 결과적으로 이중 측파대(DSB) 변조 신호가 된다. 본 발명의 변조기는 두 개의 SSB 변조 성분(즉, 각각의 변조 유닛으로부터 하나씩)을 제공한다. 각각의 I 및 Q 변조 성분은 우수한 이미지 제거를 가진다.

도 7A는 통상적인 변조기에 대한 이미지 제거 대 이득 에러에 대한 도면을 도시한다. 이러한 통상적인 변조기는 도 3A의 변조기(300)와 유사한 한 쌍의 혼합기를 가진다. 통상적인 변조기는 대략 5.7도의 위상 에러와 0의 이득 에러를 가진 26dB의 이미지 제거를 제공한다. 이미지 제거는 3.4도의 위상 에러와 0의 이득 에러를 기진 대략 30dB로 개선한다. 6퍼센트의 이득 에러에서, 이미지 제거는 각각 5.7도 및 3.4도의 이상 에러에 대해 대략 25dB 및 28dB이다.

도 7B는 변조기(400)의 이미지 제거 대 이득 에러의 도면을 도시한다. 변조기(400)는 0 내지 16도의 위상 에러와 0의 이득 에러를 가진 50dB을 초과하는 이미지 제거를 제공한다. 6퍼센트의 이득 에러에서, 이미지 제거는 0 내지 16도의 위상 에러에 대해 대략 30dB이다.

세 번째로, 본 발명의 변조기 아키텍처는 복조 I 및 Q 신호 사이에 감소한 누화를 제공한다. 직교 변조를 위해, 동상 및 직교 정보 신호가 변조 신호를 형성하도록 합산되는 각각의 동상 및 직교 변조 성분을 발생하는데 사용된다. 수신기에서, 변조 신호는 변조 신호를 (각각 동상 및 직교 신호에 해당하는) 동상 및 직교 신호로 분해하기 위해 (수신기에서 발생한) 동상 캐리어 신호 및 직교 캐리어 신호를 사용하여 복조된다. 이상적인 복조기에서 복조되는 이상적인 변조 신호에 대해, 복조 동상 신호는 어떠한 직교 성분도 포함하지 않고, 복조 직교 신호는 어떠한 동상 성분도 포함하지 않는다. 하지만, 변조 신호 내 임의의 진폭 및/또는 위상 에러도 수신기에서 I-Q 누화를 야기하거나 또는 소정량의 직교 성분을 포함하는 복조 동상 신호를 야기하고, 반대의 경우 또한 그러하다. 본 발명의 변조기 아키텍처는 진폭 및 위상 에러로 인한 변조 신호 내 저하를 효율적으로 감소시키며, 이는 수신기에서의 누화를 감소시킨다.

간략함을 위해, 본 발명은 송신기 내 직교 변조기의 관점에서 설명된다. 본 발명은 다른 형태의 변조기 즉, PSK 및 QAM 변조기 등에 적용될 수 있다. 본 발명은 또한 복조 신호를 발생하기 위해 RF 변조 신호를 수신하고 상기 신호를 복조하여 복조 신호를 발생하는 복조기 내에서 구현될 수 있다.

도 8은 직교 복조기(800)의 일 실시예의 블럭도를 도시한다. 복조기(800) 내에서, 변조 신호는 신호를 버퍼링하고 증폭하는 증폭기에 제공된다. 증폭 신호는 대략 동일한 진폭 및 위상을 가진 4개의 출력 신호를 제공하는 신호 스플리터(808)에 제공된다. 4개의 신호는 혼합기(810a 내지 810d)에 제공된다. 각각의 혼합기(810a, 810c)는 동상 캐리어 신호 I LO를 수신하고, 각각의 혼합기(810b, 810d)는 직교 캐리어 신호 Q LO를 수신한다. 각각의 혼합기는 복조 신호를 캐리어 신호를 이용해서 복조 성분을 제공한다. 혼합기(810a, 810d)로부터의 복조 성분은 합산기(814a)에 의해 합산되어 동상 복조 출력  $I_{OUT}$ 를 제공한다. 혼합기(810c)로부터의 복조 성분이 합산기(814b)에 의해 혼합기((810b)로부터 복조된 성분으로부터 감산되어 직교 복조 출력  $Q_{OUT}$ 를 발생시킨다. 복조 출력  $I_{OUT}$  및  $Q_{OUT}$ 는 송신기에서의 동상 및 직교 신호  $I_{IN}$  및  $Q_{IN}$ 에 해당한다.

도 9는 직교 복조기(900)의 다른 실시예의 블럭도를 도시한다. 복조기(900) 내에서, 변조 신호가 차동 출력 전류  $I_{IN}$ 을 제공하는 이득 스테이지(906)에 제공된다. 이득 스테이지(906)는 트랜스컨덕턴스 증폭기, 전류 소스 및 길버트 셀 혼합기의 입력 임피던스보다 훨씬 큰 출력 임피던스를 가진 다른 회로로서 구현될 수 있다. 이득 스테이지(906)의 출력은 각각의 혼합기(910a, 910b)의 하나의 입력에 결합된다. 혼합기(910a)는 동상 캐리어 신호 I LO를 수신하고, 혼합기(910b)는 직교 캐리어 신호 Q LO를 수신한다. 동상  $I_{OUT}$  및 직교  $Q_{OUT}$  복조 성분은 다음과 같이 표현될 수 있고:

$$I_{OUT} = M_I(t) \bullet I_{in} \quad \text{식(12)}$$

$$Q_{OUT} = M_Q(t) \bullet I_{in} \quad \text{식(13)}$$

여기서,  $M_I(t)$  및  $M_Q(t)$ 는 식 (9)와 식(10)에서 정의된 혼합 함수이다.

본 발명이 변조기와 복조기에 관해 설명되었다. 본 발명은 하나의 주파수로부터 다른 주파수로 신호를 업컨버팅하는 업컨버터 내에 구현될 수 있다. 본 발명은 고주파수에서 저주파수로 RF 신호를 다운컨버팅하는 다운컨버터 내에 구현될 수 있다. 다운컨버터는 복조기와 유사하게 구현될 수 있다.

이상 설명된 바와 같이, 캐리어 신호는 정보 발생 신호에 의해 복조되는 신호를 일컫는다. 캐리어 신호는 사인파, 구형파, 삼각파 등과 같은 여러 파형을 사용하여 구현될 수 있다. 캐리어 신호는 다수의 주파수 성분(예를 들면, 정현파)을 포함할 수 있으며, 주파수 성분 중 하나는 변조 신호의 대부분이 존재하는 기본 주파수 성분으로서 지정된다.

변조기는 "적층된" 회로 형태 또는 "캐스케이드형" 회로 형태로 구현될 수 있다. 적층된 회로 형태(즉, 도 5의 변조기(500))가 더 적은 전력을 소비하고, 이는 셀룰러 전화 응용에 특히 바람직하다. 캐스케이드형 형태는 예를 들면 낮은 공급전력을 가진 응용에 사용된다.

변조기는 바이폴라 정션 트랜지스터(BJT)를 사용하여 구현된 회로(예를 들면 길버트 셀 혼합기)로 설명되었다. 본 발명은 FET, MOSFET, MESFET, HBT, P-HEMT 등을 포함하는 다른 활성소자를 가지고 구현될 수 있다. 여기서 "트랜지스터"는 일반적으로 임의의 활성소자를 지칭하며 BJT에 국한되지는 않는다.

이상의 바람직한 실시예에 대한 설명은 당업자로 하여금 본 발명을 제조 및 사용할 수 있도록 할 것이다. 당업자라면 이러한 실시예에 대한 여러 변경이 가능하며, 일반적인 원리가 본 발명에 설명된 요소를 사용하지 않는 다른 실시예에도 적용될 수 있다. 따라서, 본 발명은 여기서 설명된 실시예에 한정되는 것이 아니라 설명된 원리 및 새로운 특징에 부합하는 최대 범위에 따른다.

## 도면의 간단한 설명

도 1은 두 개의 주파수 변환 스테이지를 사용하여 직교 변조(예를 들면, QPSK 및 OQPSK)를 수행하는 송신기의 일 실시 예의 간략 블럭도.

도 2는 단일 주파수 변환 스테이지를 사용하여 직접 직교 변조를 수행하는 송신기의 일 실시예의 간략 블럭도.

도 3A는 통상적인 직교 변조기의 일 실시예의 블럭도.

도 3B는 길버트 셀 혼합기를 구비하는 통상적인 직교 변조기의 일 실시예의 개략도.

도 4는 본 발명의 직교 변조기의 일 실시예의 블럭도.

도 5는 본 발명의 직교 변조기의 특정 구현의 블럭도.

도 6A는 길버트 셀 꼽셉기의 특정 실시예의 개략도.

도 6B는 입력 전압 신호를 수신하여 출력 전류 신호를 발생하는 트랜스컨덕턴스 증폭기의 특정 실시예의 개략도.

도 7A는 통상적인 변조기의 이미지 제거 대 이득 에러의 도면.

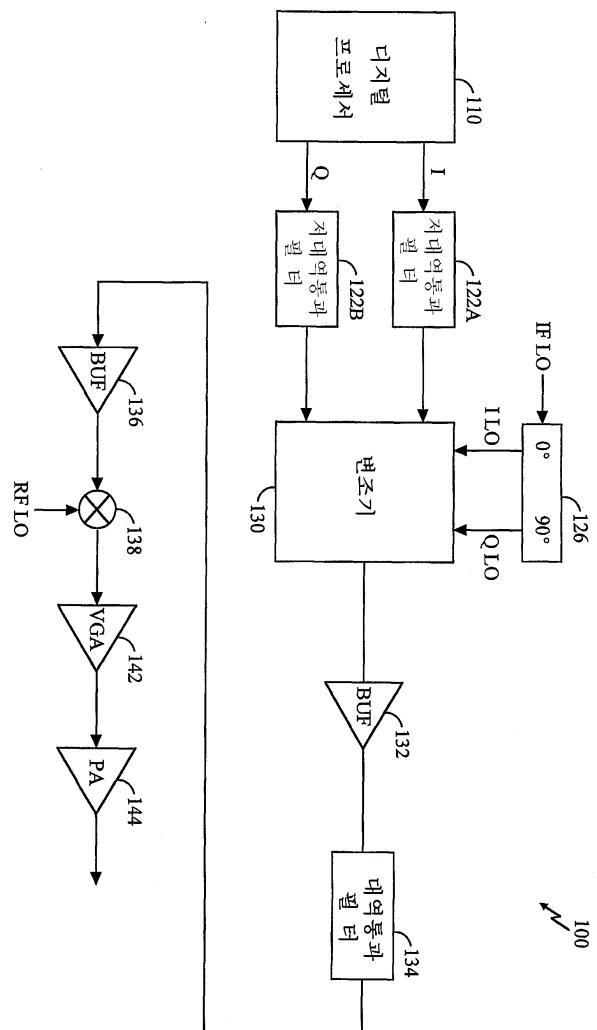
도 7B는 도 4에 도시된 변조기의 이미지 제거 대 이득 에러의 도면.

도 8 및 도 9는 직교 복조기의 두 개의 실시예의 블럭도.

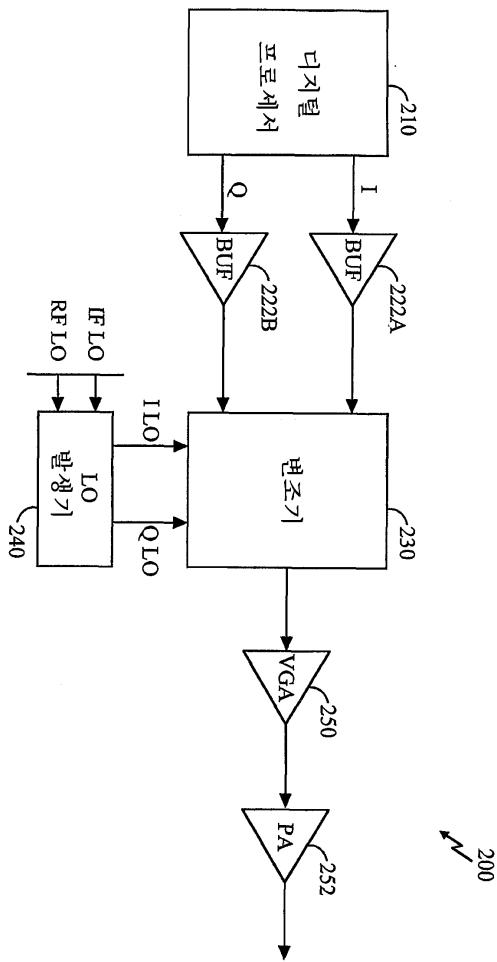
도 10은 혼합 함수  $M_I(t)$  및  $M_Q(t)$ 의 도면.

**도면**

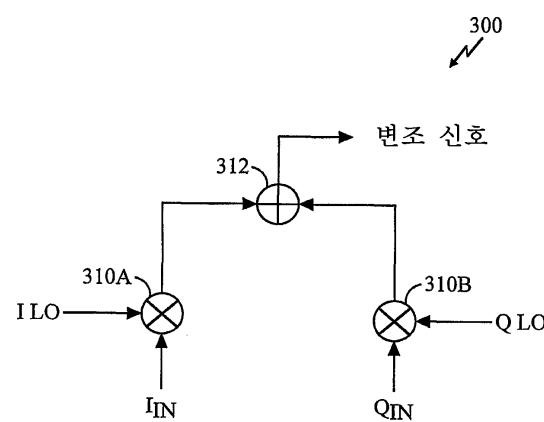
도면1



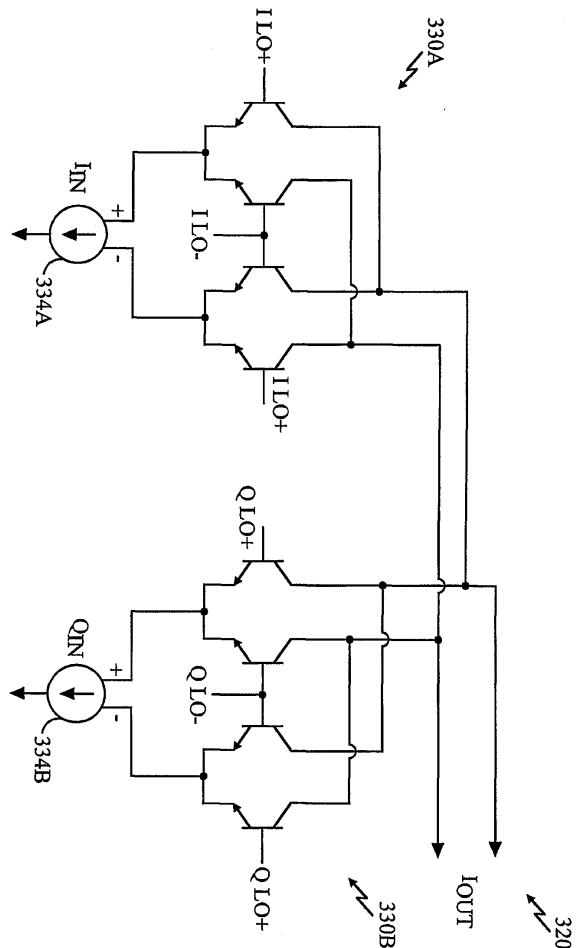
도면2



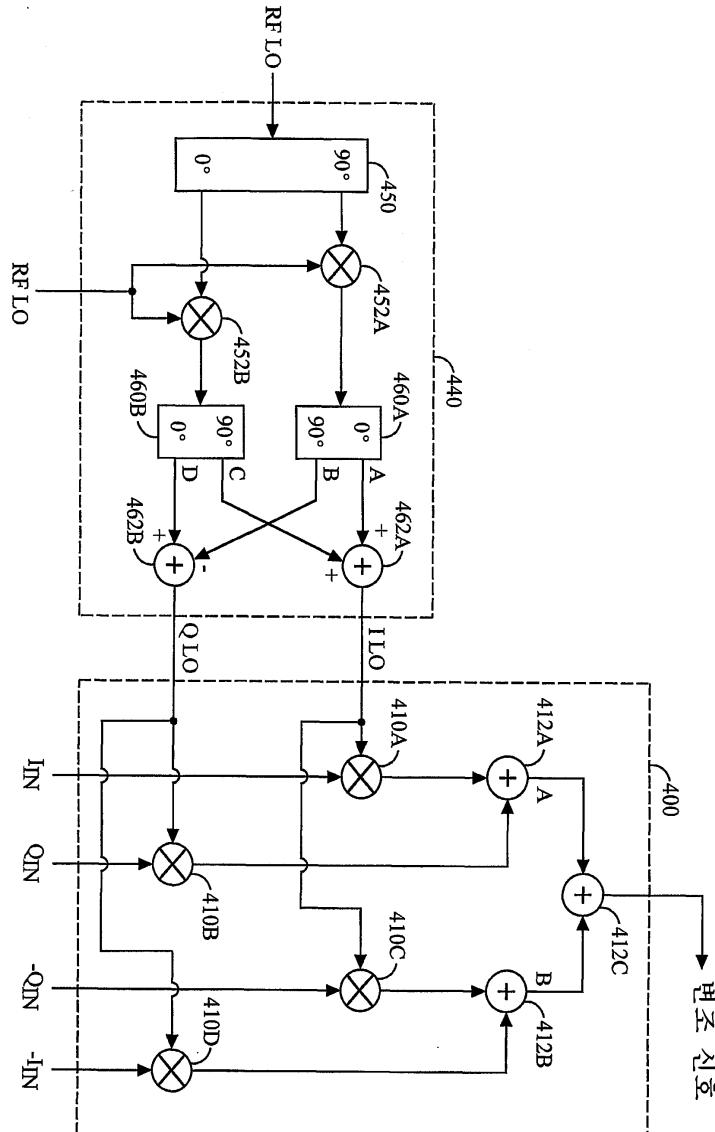
도면3A



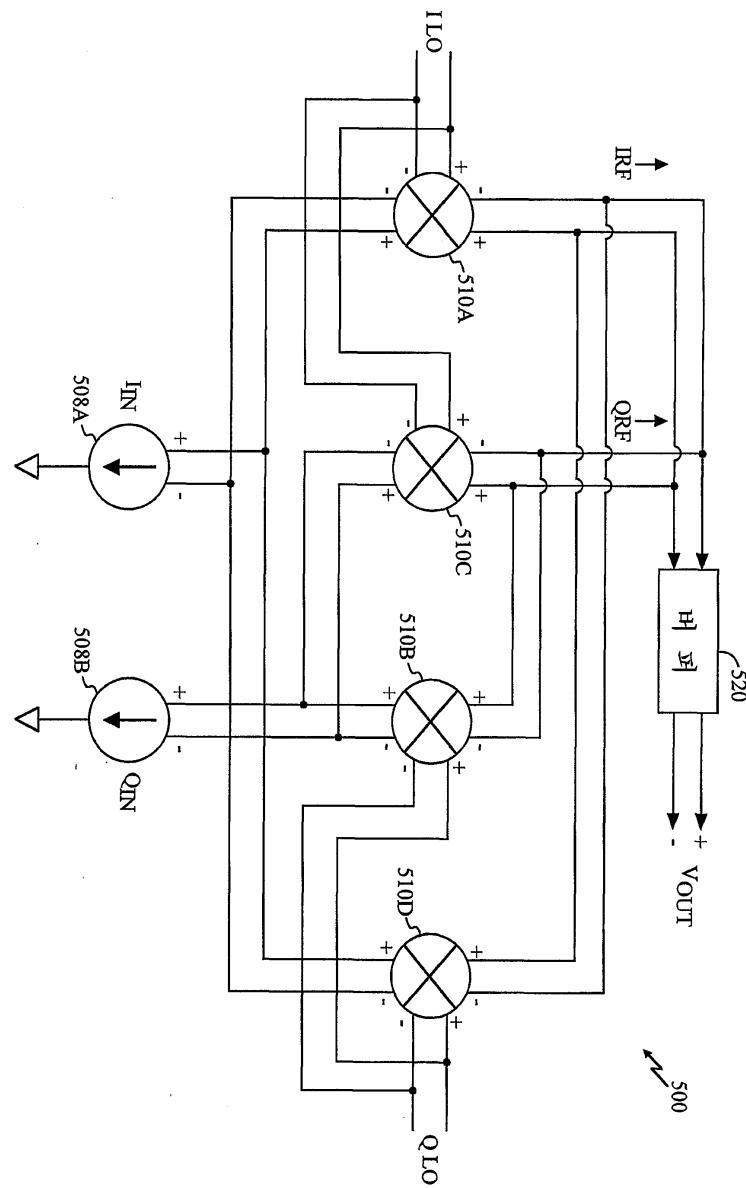
도면3B



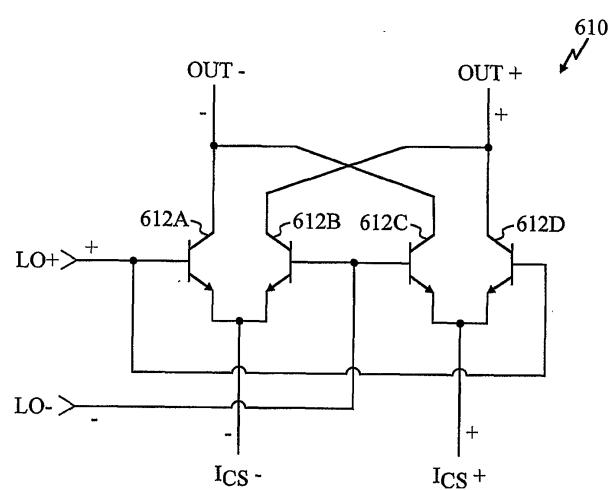
## 도면4



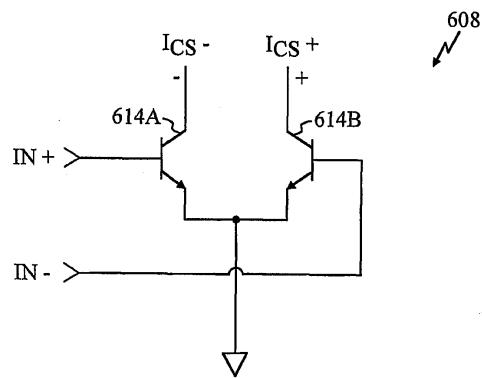
도면5



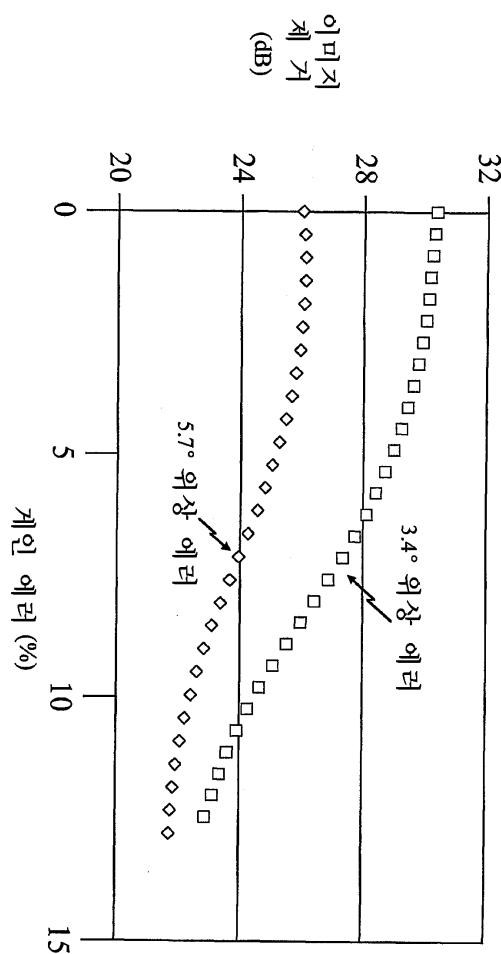
도면6A



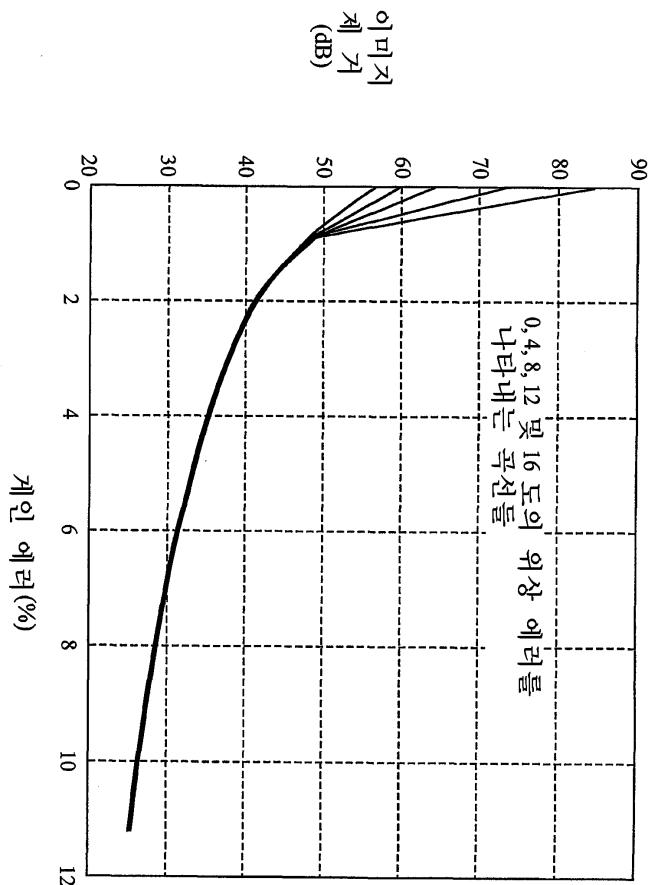
도면6B



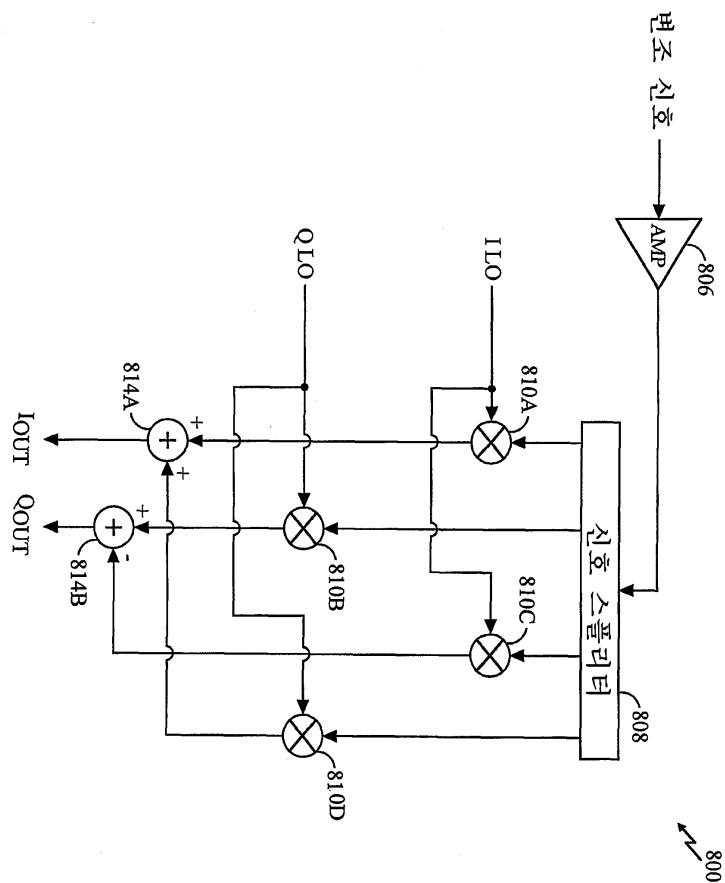
도면7A



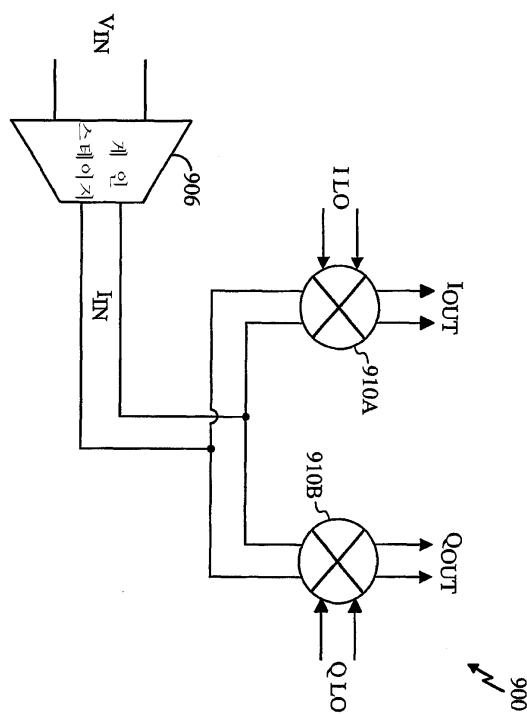
## 도면7B



도면8



도면9



도면10

