



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

(45) 공고일자 2011년01월31일  
(11) 등록번호 10-1011829  
(24) 등록일자 2011년01월24일

- (51) Int. Cl.  
H03F 1/14 (2006.01) H03G 3/30 (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2004-7020264
- (22) 출원일자(국제출원일자) 2003년06월16일  
심사청구일자 2008년05월08일
- (85) 번역문제출일자 2004년12월13일
- (65) 공개번호 10-2005-0027993
- (43) 공개일자 2005년03월21일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2003/018747
- (87) 국제공개번호 WO 2003/107531  
국제공개일자 2003년12월25일
- (30) 우선권주장  
10/171,891 2002년06월14일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
US06172559 B1\*  
US06331803 B1\*  
US6043721 A  
US6069526 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
스카이워크스 솔루션즈 인코포레이티드  
미국 메사츄세츠주 01801 워번 실반 로드 20
- (72) 발명자  
에이츠데이비드엘.  
미국 캘리포니아주 산 클레멘트 칼레 만다리나 20
- (74) 대리인  
김명신, 박장규

전체 청구항 수 : 총 23 항

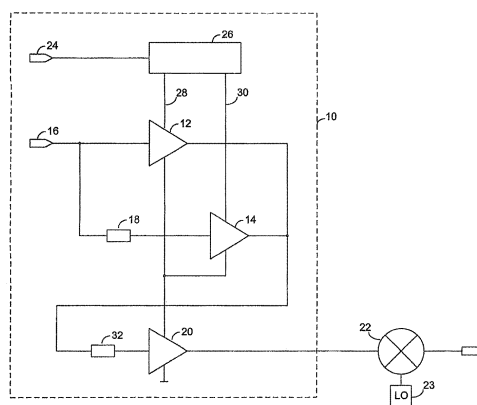
심사관 : 정병홍

**(54) 스위칭 이득 증폭기**

**(57) 요약**

이동 통신 장치에 사용되는 스위칭 이득 증폭기로서 제 1 이득을 가지는 제 1 증폭단과 제 1 증폭단과 병렬로 연결된 제 2 증폭단을 가지는 스위칭 이득 증폭기가 제공된다. 제 1 및 제 2 증폭단은 다른 이득을 가지고, 제 1 증폭단과 제 2 증폭단에 연결된 이득 제어기를 가지며, 한번에 하나의 증폭단만을 이네이블시킨다.

**대표도**



**특허청구의 범위**

**청구항 1**

이득을 스위칭하는 증폭기에 있어서,  
 제 1 이득을 갖는 제 1 증폭단,  
 제 1 증폭단에 병렬로 연결되고, 제 2 이득을 갖는 제 2 증폭단,  
 제 1 증폭단과 제 2 증폭단에 연결된 이득 제어기를 포함하고,  
 상기 제 1 이득은 상기 제 2 이득보다 크고,  
 상기 이득 제어기는 한번에 상기 제 1 증폭단과 제 2 증폭단 중 하나를 동작가능하게 하고,  
 상기 제 1 증폭단과 제 2 증폭단은 공통 전류 싱크를 공유하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

제 1 항에 있어서,  
 상기 공통 전류 싱크는 또한 무선 구동기(RF driver)로 기능하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 4**

제 1 항에 있어서,  
 상기 제 1 증폭단과 제 2 증폭단 사이에 임피던스 매칭 회로가 연결되는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 5**

제 1 항에 있어서,  
 상기 제 2 증폭단은 상기 제 1 증폭단보다 큰 선형성(linearity)을 갖는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 6**

제 1 항에 있어서,  
 상기 제 2 증폭단은 상기 제 1 증폭단보다 높은 잡음 지수(noise figure)를 갖는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 7**

제 1 항에 있어서,  
 상기 제 1 및 제 2 증폭단은 차동 증폭기를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 8**

제 1 항에 있어서,  
 상기 제 1 증폭단과 상기 제 2 증폭단 사이에 필터가 연결되는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

- a) 상기 제 1 증폭단은 제 1 콜렉터, 제 1 베이스 및 제 1 이미터를 갖는 제 1 바이폴라 트랜지스터를 추가로 포함하고,
- b) 상기 제 2 증폭단은 제 2 콜렉터, 제 2 베이스 및 제 2 이미터를 갖는 제 2 바이폴라 트랜지스터를 추가로 포함하고,
- c) 상기 이득 제어기는 상기 제 1 베이스에 연결되는 제 1 바이어스 전류 신호와 상기 제 2 베이스에 연결되는 제 2 바이어스 제어 신호를 추가로 포함하고,

상기 제 1 콜렉터는 상기 제 2 콜렉터에 연결되고, 상기 제 1 이미터는 상기 제 2 이미터에 연결되며, 상기 제 1 베이스는 상기 제 2 베이스에 연결되는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 10**

제 9 항에 있어서,

상기 제 1 베이스는 DC 차단(blocking) 소자와 임피던스 매칭 회로에 의해 제 2 베이스에 연결되는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 11**

제 9 항에 있어서,

상기 제 2 바이폴라 트랜지스터의 이미터는 디제너레이션(degeneration) 인덕터를 추가로 포함하고,

그렇지 않은 경우, 상기 제 2 바이폴라 트랜지스터는 상기 제 1 바이폴라 트랜지스터와 실질적으로 물리적 동일성을 갖는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,

상기 이득 제어기는

- a) 이득 제어 입력,
- b) 상기 이득 제어 입력에 응답하고, 제 1 전류 이네이블(enable) 출력과 제 2 전류 이네이블 출력을 갖는 전류 스위치,
- c) 상기 제 1 전류 이네이블 출력에 응답하고, 상기 제 1 바이어스 전류 신호를 생성하는 제 1 바이어스 전류 회로, 및
- d) 상기 제 2 전류 이네이블 출력에 응답하고, 상기 제 2 바이어스 전류 신호를 생성하는 제 2 바이어스 전류 회로를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 13**

제 12 항에 있어서,

상기 이득 제어기는 상기 제 1 바이어스 전류 회로와 상기 제 2 바이어스 전류 회로에 연결된, 온도 보상된 바이어스 기준 전압을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 14**

이동 통신 장비에 사용하는 스위칭 이득 증폭기로서,

- a) 제 1 콜렉터, 제 1 베이스 및 제 1 이미터를 가지고, 제 1 이득을 제공하는 제 1 바이폴라 트랜지스터,
- b) 제 2 콜렉터, 제 2 베이스 및 제 2 이미터를 가지고, 상기 제 1 이득과 다른 제 2 이득을 제공하는 제 2 바이폴라 트랜지스터, 및
- c) 상기 제 1 베이스에 연결된 제 1 바이어스 전류 신호와 상기 제 2 베이스에 연결된 제 2 바이어스 전류 신호를 갖는 이득 제어기를 포함하고,

상기 이득 제어기는 한번에 상기 제 1 바이어스 전류 신호와 상기 제 2 바이어스 전류 신호 중 하나를 인가하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 15**

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 이득은 상기 제 2 이득보다 적어도 10dBs 이상의 값을 갖는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 16**

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 베이스는 DC 차단 커패시터와 임피던스 매칭 회로에 의해 제 2 베이스에 연결되는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 17**

제 14 항에 있어서,

상기 이득 제어기는

- a) 이득 제어 입력,
- b) 상기 이득 제어 입력에 응답하고, 제 1 전류 이네이블 출력과 제 2 전류 이네이블 출력을 가지는 전류 스위치,
- c) 상기 제 1 전류 이네이블 출력에 응답하고, 상기 제 1 바이어스 전류 신호를 생성하는 제 1 바이어스 전류 회로 및
- d) 상기 제 2 전류 이네이블 출력에 응답하고, 상기 제 2 바이어스 전류 신호를 생성하는 제 2 바이어스 전류 회로를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 18**

안테나와 무선 주파수 구동기와 다운컨버터를 갖는 이동 통신 장치에 사용되는 무선 수신기의 저잡음 스위칭 이득 증폭기에 있어서,

- a) 제 1 콜렉터, 제 1 베이스 및 제 1 이미터를 갖는 제 1 바이폴라 트랜지스터를 포함하고, 제 1 이득을 가지는 제 1 증폭단,
- b) 제 2 콜렉터, 상기 제 1 베이스와 상기 안테나에 연결된 제 2 베이스 및 제 2 이미터를 갖는 제 2 바이폴라 트랜지스터를 포함하고, 제 2 이득을 가지는 제 2 증폭단,
- c) 상기 제 1 베이스에 접속하는 제 1 바이어스 전류 신호와 상기 제 2 베이스에 접속하는 제 2 바이어스 제어 신호를 가지는 이득 제어기, 및
- d) 상기 다운컨버터에 연결되는 상기 무선 주파수 구동기로 연결되고, 상기 제 1 및 제 2 콜렉터에 연결되는 대역통과 필터를 포함하고,

상기 이득 제어기는 한번에 상기 제 1 증폭단과 제 2 증폭단 중 하나를 동작가능하게 하고,

상기 무선 주파수 구동기는 상기 제 1 및 제 2 이미터에 추가로 연결되고, 상기 제 1 증폭단과 제 2 증폭단에 전류 싱크 회로를 제공하는 것을 특징으로 하는 저잡음 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

이동 통신 장치에 사용되는 스위칭 이득 증폭기로서

- a) 제 1 이득을 가지는 제 1 증폭 수단,

- b) 제 2 이득을 가지고, 상기 제 1 증폭 수단과 병렬로 연결된 제 2 증폭수단, 및
- c) 상기 제 1 증폭 수단과 상기 제 2 증폭 수단에 연결되고, 한번에 상기 제 1 증폭 수단과 제 2 증폭 수단 중 하나를 동작가능하게 하는 이네이블 수단을 포함하고,

상기 제 1 이득은 상기 제 2 이득보다 크고,

상기 이네이블 수단은

- a) 이득 제어 입력,
- b) 상기 이득 제어 입력에 응답하고, 제 1 전류 이네이블 출력과 제 2 전류 이네이블 출력을 가지는 전류 스위칭 수단,
- c) 상기 제 1 전류 이네이블 출력에 응답하고 제 1 증폭단에 연결되는, 바이어스 전류를 생성하는 제 1 수단, 및
- d) 상기 제 2 전류 이네이블 출력에 응답하고 제 2 증폭단에 연결되는, 바이어스 전류를 생성하는 제 2 수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

제 20 항에 있어서,

제 1 신호 입력, 제 1 신호 출력 및 제 1 제어 입력을 가지는 제 1 증폭 수단,

상기 제 1 신호 입력에 연결된 제 2 신호 입력과 상기 제 1 신호 출력에 연결되는 제 2 신호 출력 및 제 2 제어 입력을 가지는 제 2 증폭 수단, 및

상기 제 1 제어 입력에 연결된 제 1 제어 출력과 상기 제 2 제어 입력에 연결된 제 2 제어 출력을 가지는 이네이블 수단을 포함하는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 23**

제 22 항에 있어서,

상기 제 2 신호 입력은 DC 차단 수단과 임피던스 매칭 수단에 의해 상기 제 1 신호 입력에 연결되는 것을 특징으로 하는 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 24**

안테나와 무선 주파수 구동기와 다운컨버터를 갖는 이동 통신 장치에 사용되는 무선 수신기의 저잡음 스위칭 이득 증폭기에 있어서,

- a) 제 1 이득, 상기 안테나에 연결된 제 1 신호 입력, 제 1 신호 출력 및 제 1 제어 입력을 가지는 제 1 증폭 수단,
- b) 제 2 이득, 상기 제 1 신호 입력에 연결된 제 2 신호 입력, 상기 제 1 신호 출력에 연결된 제 2 신호 출력 및 제 2 제어 입력을 가지고, 상기 제 1 증폭 수단과 병렬로 연결되는 제 2 증폭 수단,
- c) 상기 제 1 제어 입력에 연결되는 제 1 제어 출력과 상기 제 2 제어 입력에 연결되는 제 2 제어 출력을 가지고, 한번에 상기 제 1 증폭 수단과 제 2 증폭 수단 중 하나를 동작가능하게 하는 이네이블 수단, 및
- d) 상기 제 1 및 제 2 신호 출력에 연결되고, 상기 다운컨버터에 연결되는 상기 무선 주파수 구동기로 연결되는 대역통과 필터 수단을 포함하고,

상기 제 1 이득은 상기 제 2 이득보다 크고,

상기 이네이블 수단은

- a) 이득 제어 입력,
- b) 상기 이득 제어 입력에 응답하고, 제 1 전류 이네이블 출력과 제 2 전류 이네이블 출력을 가지는 전류 스위칭 수단,
- c) 상기 제 1 전류 이네이블 출력에 응답하고 제 1 증폭단에 연결되는, 제 1 바이어스 전류를 생성하는 제 1 수단, 및
- d) 상기 제 2 전류 이네이블 출력에 응답하고 제 2 증폭단에 연결되는, 제 2 바이어스 전류를 생성하는 제 2 수단을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 저잡음 스위칭 이득 증폭기.

**청구항 25**

이동 통신 장치에서, 제 1 이득을 가지는 제 1 증폭단과, 상기 제 1 증폭단에 병렬로 연결되고 상기 제 1 이득보다 작은 제 2 이득을 가지는 제 2 증폭단을 가지는 증폭기의 이득을 스위칭하는 방법에 있어서,

- a) 제 1 이득 제어 신호를 상기 제 1 증폭단에 공급하고, 높은 이득 증폭을 위해 상기 제 2 증폭단으로의 제 2 이득 제어 신호를 차단하는 단계, 및
- b) 상기 제 2 이득 제어 신호를 상기 제 2 증폭단에 공급하고, 낮은 이득 증폭을 위해 상기 제 1 증폭단으로의 상기 제 1 이득 제어 신호를 차단하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 증폭기의 이득 스위칭 방법.

**청구항 26**

제 25 항에 있어서,

상기 제 1 이득 제어 신호를 공급하고 상기 제 2 이득 제어 신호를 차단하는 단계는, 제 1 바이어스 전류를 상기 제 1 증폭단에 제공하고, 상기 제 2 증폭단으로의 제 2 바이어스 전류를 차단하는 단계를 추가로 포함하고,

상기 제 2 이득 제어 신호를 공급하고 상기 제 1 이득 제어 신호를 차단하는 단계는, 제 2 바이어스 전류를 상기 제 2 증폭단에 제공하고, 상기 제 1 증폭단으로의 제 1 바이어스 전류를 차단하는 단계를 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 증폭기의 이득 스위칭 방법.

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 일반적으로 증폭기 분야에 관한 것이고, 보다 특정적으로는 이득을 스위칭할 수 있는(switchable) 증폭기에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 무선 통신에 있어서 가장 흔히 혜택을 평가받는 것 중 하나는 무선 통신 사용자에게 제공된 이동성이다. 무선 전화 기술을 가지는 이동 단말기(handset)는 다양한 환경, 예를 들어 실내, 실외, 또는 자동차나 다른 이동수단으로 이동 중에 사용된다.

[0003] 그러나 무선통신장치의 이동중의 사용은 무선 통신 장치에 의해 수신된 무선(RF) 신호의 신호강도의 큰 변화를 야기한다. 이동 단말기가 기지국에 연관하여 어디에 위치하는가, 어떤 방해물이 통신 경로상에 존재하는가에 따라, 수신된 무선신호는 안테나에서 매우 넓은 범위의 신호 강도내에 어디든지 놓이게 된다. 이 신호가 상대적으로 약하면, 이 신호의 증폭이 보다 요구된다. 신호가 강하면 증폭이 덜 요구된다. 따라서 무선 통신 장치에는 수신된 무선 신호의 강도에 맞추어 조정될 수 있는 이득을 가지는 무선 신호용 저잡음 증폭기(LNAs)가 제공되어 왔다.

[0004] 무선 통신에 관한 일부 표준들은 다른 표준들보다 신호강도의 변화에 보다 민감하다. 예를 들어, 코드분할다중접속(CDMA) 기술은 무선신호 강도의 변화에 특히 민감하다. 따라서 CDMA 신호에 대해, 고선형 증폭이 크게 요구되는데 일정한 포락선(envelope)을 가지지 않기 때문이다. 그러나 무선신호의 강도변화는 다른 무선신호 포맷에도 어느 정도 영향을 미치고, 본 발명은 어느 특정 통신 포맷에 제한될 필요가 없다.

[0005] 조정가능한 이득을 가지는 저잡음 증폭기(LNA)를 제공하는 종래의 해법들은 이산 감쇠기(attenuator)를 포함하거나 상기 LNA를 단순히 스위칭 오프한다. 예를 들어, 한가지 알려진 한 해법은 LNA의 입력에 직렬로 선택적으

로 스위칭되는 이산 감쇠기를 사용한다. 수신된 무선신호가 강하면 감쇠기는 스위치가 켜지고, 유입되는 신호는 LNA로 가기 전에 감쇠된다. 수신 신호가 상대적으로 약하면 감쇠기는 스위치가 꺼진다. 그러나 이산 감쇠기의 단점은 물적 비용을 증가시키고, 무선 장치의 회로기판에 추가적인 면적을 요구하고, 및 감쇠기의 스위치가 꺼져있을 때도 LNA의 입력에 부하를 부가하여 잡음 성능을 저하시킨다는 것이다.

[0006] 단순한 LNA의 스위칭 오프 역시 불리한 점이 있다. LNA의 무선신호출력은 보통 추가적인 처리를 위해 기저대역 레벨의 신호로 복조된다. 구동 회로를 다운컨버터에 사용하는 한가지 좋은 방법은 상기 구동 회로를 LNA를 위한 바이어싱 전류 싱크(sink)로 사용하는 것이다. 강한 신호가 존재할 때 LNA를 바이패스하거나 스위칭 오프시키는 것은 다운컨버터용의 구동 회로를 LNA의 전류 싱크로서 이중 사용하는 것을 가로막는다.

**발명의 상세한 설명**

[0007] 이동 통신 장치에 사용되는 스위칭 이득 증폭기는 병렬로 연결된 두개의 증폭단을 이용하여 달성된다. 제 1 증폭단은 제 1 이득을 가지고 제 2 증폭단은 제 1 이득보다 작은 제 2 이득을 가진다. 제 1 및 제 2 증폭단에 결합된 이득 제어기는 주어진 시각에서 증폭단 중 하나를 사용가능하게 한다. 이득 제어기는 이득 제어 입력, 전류 스위치, 이득 제어 입력에 응답하는 제 1 및 제 2 바이어스 전류 회로를 포함하고, 제 1 및 제 2 전류 이네이블(enable) 출력을 포함하여 제 1 및 제 2 바이어스 전류 회로를 각각 제어한다. 한 실시예에서 제 2 이득은 약 0dBs이고, 제 1 이득은 제 2 이득보다 적어도 10dBs를 초과한다.

[0008] 스위칭 이득 증폭기의 다른 실시예에서, 바이폴라 트랜지스터 기술이 사용된다. 제 1 증폭단은 제 1 바이폴라 트랜지스터를 포함하고, 각각의 콜렉터, 베이스 및 에미터는 제 2 증폭단을 포함하는 제 2 바이폴라 트랜지스터의 대응하는 요소에 연결된다. 이 실시예에서 이득 제어기는 제 1 트랜지스터의 베이스에 접속된 제 1 바이어스 전류 신호와, 제 2 트랜지스터의 베이스에 접속된 제 2 바이어스 제어 신호를 포함한다. 제 2 에미터는 제 1 에미터보다 심하게 디제너레이트된다. 또한 제 1 베이스는 DC 차단 소자와 임피던스 매칭 회로에 의해 제 2 베이스에 연결된다.

[0009] 본 발명의 다른 시스템, 방법, 특징 및 장점들이 아래의 도면과 상세한 설명에 의해 당업자에게 명확해질 것이다. 그러한 모든 추가적인 시스템, 방법, 특징 및 장점들은 이러한 기재에 포함되고 본 발명의 범위 내에 있으며 청구범위에 의해 보호되도록 하였다.

**실시예**

[0014] 도 1은 스위칭 이득 저잡음 증폭기(10)의 실시예를 나타내는 회로 구성도이다. 스위칭 이득 저잡음 증폭기(10)는 제 1 증폭단(12)과 제 2 증폭단(14)을 포함한다. 증폭단(12, 14)은 요구되는 응용에 적합한 특성을 가지는 임의의 증폭기이다. 제 1 증폭단(12)과 제 2 증폭단(14)은 이산 감쇠기의 부하를 요구하지 않으면서, 요구되는 전력이득, 잡음 지수(noise figure) 및 선형성(linearity)을 제공하도록 최적화된다. 제 1 및 제 2 증폭단은, 꼭 필요한 것은 아니지만 실질적으로 물리적 동일성을 갖는다. 제 1 증폭단과 제 2 증폭단의 차이점은 전력 이득, 선형성 및 잡음성능에 있다. 도 1에 도시된 실시예에서, 제 1 증폭단(12)은 약 13.5dBs의 이득을 갖도록 구성되어 있고, 제 2 증폭단(14)은 약 0dBs의 이득을 갖도록 구성되어 있으나, 이들 이득값은 예시적인 것이고, 다른 응용에서의 의도나 필요에 따라 수정될 수 있다.

[0015] 도 1에서 제 1 및 제 2 증폭단(12, 14)은 공통 입출력을 가지고 병렬로 접속되어 있다. 무선(RF) 신호는 바람직하게는 제 1 증폭단(12)에 임피던스 매칭되는 것이며 무선 입력(16)으로부터 제 1 및 제 2 증폭단(12, 14)으로 연결된다. 그러나 제 2 증폭단(14)은 제 1 증폭단(12)과는 다른 입력 임피던스를 가지고 있으며, 제 1 증폭단(12)이 꺼져있고, 제 2 증폭단(14)이 켜져 있는 경우, 입력 임피던스는 변화한다. 따라서 일 실시예에서, 증폭기가 높은 이득에서 낮은 이득으로 스위칭될 때 저잡음 증폭기(10)의 입력 임피던스의 변화가 최소화되도록, 임피던스 매칭 회로(18)가 제 1 및 제 2 증폭단사이에 삽입된다.

[0016] 제 1 증폭단(12)과 제 2 증폭단(14)은 한 실시예에서 공통 전류 싱크(20)를 공유한다. 한 실시예에서, 전류 싱크(20)는 무선(RF) 구동회로의 추가적인 기능을 수행하는데 이것은 신호를 관련된 국부 발진기(L0)(23)를 가지는 다운컨버터(22)로 끌어올린다(boost).

[0017] 이득 제어 입력(24)은 이득 제어기(26)에 연결된다. 이득 제어기(26)는 제 1 이득 이네이블 신호(28)를 제 1 증폭단(12)에 공급하고 제 2 이득 이네이블 신호(30)를 제 2 증폭단(14)에 공급한다. 따라서 이득 제어기(26)는 이득 제어 입력에 응답하여 적절한 이네이블 신호를 증폭단(12, 14)에 공급하는 예를 들면, 디지털 또는 아날로그 제어 회로 등과 같은 임의의 제어 회로이다. 예를 들어, 이득 제어 입력(24)에 인가된 전압이 낮으면,

이득 제어기(26)는 제 1 이득 이네이블 신호(28)를 제 1 증폭단(12)으로 인가하고 제 2 이득 이네이블 신호(30)를 제 2 증폭단(14)으로 인가되지 못하게 한다. 이 단계에서, 제 1 증폭단(12)은 이네이블되고 제 2 증폭단(14)은 사용불가(disable)로 된다. 따라서, 이득 제어 입력(24)에서의 전압이 낮으면, 저잡음 증폭기(10)의 전체적인 이득은 제 1 증폭단(12)의 이득이 된다. 이 예에서, 이득 제어 입력(24)에 인가된 전압이 높으면, 이득 제어기(26)는 제 1 증폭단(12)으로의 제 1 이득 이네이블 신호(28)를 디스에이블(disable)시키고, 제 2 이득 이네이블 신호(30)를 제 2 증폭단(14)으로 인가한다. 이 상태에서, 제 1 증폭단(12)은 디스에이블되고 제 2 증폭단(14)은 이네이블된다. 따라서 이득 제어 입력(24)의 전압이 높으면, 저잡음 증폭기(10)의 전체적인 이득은 제 2 증폭단(14)의 이득이 된다.

도 1에 도시된 실시예에서 제 1 및 제 2 증폭단(12, 14)의 출력은 탄성표면파(SAW) 필터(32)에 연결된다. SAW 필터는 일반적으로 매우 좁은 대역폭을 가지고 필요한 대역폭 밖에서 급격히 하강하므로 유용하다. SAW 필터(32)는 신호의 이미지 주파수를 크게 감소시키면서 요구되는 무선 신호를 통과시킨다. 응용에 적합한 특성을 가지는 임의의 다른 필터 타입이 사용될 수도 있다. 도 1의 실시예에서 SAW 필터(32)의 출력은 전류 싱크(20)의 베이스에 인가된다. 도 1에 도시된 실시예에서, 전류 싱크(20)는 또한 다운컨버터(22)를 위한 무선(RF) 구동기로서의 기능을 가진다. 전류 싱크(20)의 컬렉터는 다운컨버터(22)에 연결된다.

[0018] 도 2는 스위칭 이득 저잡음 증폭기(100)의 다른 실시예이다. 이 실시예에서는 바이폴라 제작 기술을 사용한 집적 회로가 이용된다. 일반적으로, 바이폴라 회로는 무선 통신에서 사용되는 주파수에서 동작하는 저잡음 증폭기에 자주 사용된다. 그러나 본 발명은 집적회로의 실시예나 바이폴라 제조 기술에 국한될 필요는 없다. 예를 들어, BiCMOS, CMOS 기술 및 비집적 기술 등도 무선 통신에 사용될 수 있다.

[0019] 도 2에 도시된 스위칭 이득 저잡음 증폭기(100)의 실시예에서, 제 1 증폭단(112)과 제 2 증폭단(114)은 바이폴라 트랜지스터 증폭단이다. 제 1 및 제 2 바이폴라 트랜지스터 증폭단은, 꼭 필요한 것은 아니지만 실질적으로 물리적 동일성을 가진다. 차이점은 전력이득, 선형성 및 잡음성능에 있다. 도 2에 나타난 실시예에서, 제 1 증폭단(112)은 13.5dBs의 이득을 갖도록 구성되고 제 2 증폭단(114)은 0dBs의 이득을 갖도록 구성된다. 제 2 증폭단의 이득을 줄이는 것은, 예를 들어 제 2 증폭단(114)의 이미터부에 인덕턴스를 추가시킴으로서 달성된다. 이 인덕턴스는 디제너레이션(degeneration) 인덕터(134)로 참조된다. 명확하게는 디제너레이션 인덕터(134)는 제 2 증폭단(114)의 컬렉터에 직렬 연결된 인덕터로서 도시된다. 알려진 다른 기술이 또한 필요한 디제너레이션을 제공하는데 사용될 수도 있다. 제 2 증폭단(114)은 또한 높은 선형성을 갖도록 구성된다. 제 2 증폭단(114)을 위한 높은 선형성은 제 2 증폭단이 제 1 증폭단보다 강한 무선(RF) 신호를 다루기 때문에 필요하다. 한 실시예에서 제 2 증폭단(114)의 이미터는 +15dBm의 제 3 차 절편(intercept point)에 대해 충분히 디제너레이션된다. 예를 들어, 제 1 증폭단(112)은 +7-8dBm의 제 3 차 절편을 가진다. 제 2 증폭단(114)은 제 1 증폭단보다 높은 잡음 지수(noise figure)를 갖는다.

[0020] 제 1 및 제 2 증폭단(112, 114)은 공통 입출력에 병렬로 접속된다. 도시된 실시예에서, 바이폴라 기술을 사용하여, 제 1 증폭단(112)의 컬렉터와 이미터는 각각 제 2 증폭단(114)의 컬렉터와 이미터에 연결된다. 도 2의 실시예에서, 제 1 증폭단(112)의 베이스는 DC 차단 커패시터(142)와 임피던스 매칭 회로(118)를 거쳐 제 2 증폭단(114)의 베이스에 연결된다. 물론, CMOS나 BiCMOS와 같은 다른 제조기술이 사용되면, 제 1 및 제 2 증폭단은 “베이스”, “컬렉터” 및 “이미터”를 가질 수도 있고 가지지 않을 수도 있다. 예를 들어 전계 효과 트랜지스터(FET)는 “게이트”, “드레인” 및 “소스”를 가진다. 본 발명은 당업자에게 알려진 적절한 조절을 가하는 선택적인 제조 기술을 통해 제조될 것이라 생각된다. 또한, 명확성을 위해 하나의 증단을 가지는 회로가 도시되었지만, 차동 증폭단을 포함하는 다른 구성도 당연히 고려될 수 있다.

[0021] RF 신호는 안테나(136)를 통해 수신되고, 도 2에서와 같이 임피던스 매칭 회로(138)와 DC 차단 커패시터(140)를 거쳐 제 1 증폭단(112)과 제 2 증폭단(114)의 베이스로 연결된다. 임피던스 매칭 회로(138)와 DC 차단 커패시터(140)는 일반적으로 제 1 증폭단(112)의 임피던스와 매칭하도록 선택된 외부 소자이다. 그러나 제 2 증폭단(114)은 제 1 증폭단(112)과는 다른 입력 임피던스를 가질 수도 있으며, 제 1 증폭단(112)이 스위치 오프되고 제 2 증폭단(114)이 스위치 온되면, 입력 임피던스가 변한다. 따라서, 증폭기가 높은 이득에서 낮은 이득으로 스위칭될 때 저잡음 증폭기(100)의 입력 임피던스의 변화가 최소화되도록 임피던스 매칭 회로(118)가 제 1 및 제 2 증폭단 사이에 포함된다.

[0022] 제 1 및 제 2 증폭단(112, 114)의 이미터는 공통 전류 싱크(120)를 공유한다. 도시된 실시예에서 전류 싱크(120)는 관련된 국부 발진기(L0)(123)를 가지는 다운컨버터(122)로 신호를 끌어올리는 무선 구동기의 추가적인 기능을 수행한다.



- [0023] 이득 제어 입력(124)은 도 2에서와 같이 이득 제어기(126)에 연결된다. 이득 제어기(126)는 제 1 이득 이네이블 신호(128)를 바이어스 전류의 형태로 제 1 증폭단(112)의 베이스로 제공하고, 제 2 이득 이네이블 신호(130)를 바이어스 전류의 형태로 제 2 증폭단(114)의 베이스로 제공한다. DC 차단 커패시터(118)는 분리된 바이어스 전류 신호를 허용한다.
- [0024] 도 2에 도시된 실시예에서, 공통 출력 부하(114)는 제 1 및 제 2 증폭단(112, 114)의 콜렉터에 의해 공유된다. 제 1 및 제 2 증폭단의 공통 출력에 존재하는 증폭된 신호는 DC 차단 커패시터(146)와 임피던스 매칭 회로(148)를 통해 SAW 필터(132)로 연결된다. SAW 필터(132)의 출력은 전류 싱크(120)의 베이스로 인가된다. 전류 싱크(120)의 콜렉터는 다운컨버터(122)로 연결된다.
- [0025] 도 3에서, 이득 제어기(226)의 다른 실시예의 단순화된 개략도가 도시된다. 도 3에 나타난 실시예에서, 이득 제어 입력(24)은 저항기(250)를 통해 차동 증폭기(252)의 제어 입력과 연결된다. 차동 증폭기(252)의 기준 입력은 전압 기준(254)에 접속된다. 예를 들어, 전압 기준(254)은 이득 제어 입력(24)의 고전압과 저전압 사이에 거의 절반이 되게 구성된다. 도시된 실시예에서 전압 기준(254)은 공급전압의 거의 절반값이다. 차동 증폭기(252)는 출력이 입력을 따라가도록 구성된다. 도시된 실시예에서, 비반전 입력은 제어 입력이고, 반전 입력은 레퍼런스 입력이고 비반전 출력이 출력이다. 한 실시예에서 절대 온도에 비례하여(PTAT) 보상되는 전류원(256)은 차동 증폭기(252)에 전류를 공급한다. PTAT 보상은 보통 저잡음 증폭기에서 매우 넓은 온도 범위, 예컨대 -30°C ~ 80°C에서 일반적으로 일정한 바이어스 전류와 그에 따른 이득을 유지하도록 돕는다.
- [0026] 도 3의 실시예에서 차동 증폭기(252)의 출력은 전류 스위치(258)의 제어 입력으로 연결된다. 전류원(260)은 전류 스위치(258)에 전류를 공급하고, 기준 전압(262)은 레퍼런스 전압을 전류 스위치(258)의 레퍼런스 입력에 공급한다. 전류 스위치(258)는, 예를 들어 차동 PNP 전류 스위치이다. 레퍼런스 입력에 대한 제어 입력의 상태에 의존하여 전류 스위치(258)는 전류원(260)에서 제 1 출력(259) 또는 제 2 출력(261)으로 전류를 스위칭한다. 도시된 실시예에서, 반전 입력은 제어 입력이고, 비반전 입력은 레퍼런스 전압이며, 반전 출력은 제 1 출력(259)이고 비반전 출력은 제 2 출력(261)이다.
- [0027] 전류 스위치(258)의 제 1 출력(259)은 도 3의 실시예에서 제 1 바이어스 전류 미러(264)로 연결된다. 제 1 전류 미러(264)의 출력은 제 1 바이어스 전류 신호(228)이다. 제 1 바이어스 전류 신호(268)의 전압은 바이어스 전압 기준(268)을 전압 팔로워(follower)(266)에 의해 안정화된다. 제 1 증폭단(예를 들어, 도 2의 증폭단(112))에 안정한 바이어스 전압을 유지하기 위해, 바이어스 전압 기준(268)은 예를 들어, 온도 변화를 보상하기 위해 별도의 바이어스 셀에 PTAT 기준한다.
- [0028] 도 3의 실시예에서, 전류 스위치(258)의 제 2 출력(261)은 제 2 바이어스 전류 미러(270)로 접속된다. 제 2 전류 미러(270)의 출력은 제 2 바이어스 전류 신호(230)이다. 제 2 바이어스 전류 신호(230)의 전압은 바이어스 전압 기준(268)을 따라가는 전압 팔로워(272)에 의해 안정화된다.
- [0029] 동작 중에, 이득 제어 입력(24)이 낮으면(예를 들어, 접지와 같은 전압 기준(254)보다 낮으면), 제 1 바이어스 전류 미러(264)는 이네이블되고 제 2 바이어스 전류 미러(270)는 디스에이블된다. 따라서 제 1 이득 이네이블 신호는 출력(228)에서 생성되어 바이어스 전류를 제 1 증폭단에 인가하는 반면(예를 들어, 신호(128)를 도 2의 증폭단(112)의 베이스에), 제 2 이득 이네이블 신호 출력(230)은 어떠한 의미 있는 바이어스 전류도 제 2 증폭단에 인가하지 않는다(예를 들어, 신호(130)를 도 2의 증폭단(114)의 베이스에). 따라서 제 1 증폭단만이 동작하고 저잡음 증폭기는 높은 이득 상태를 갖는다. 이득 제어 입력(24)이 높으면(예를 들어, 공급 전압과 같은 전압 기준(254)보다 높으면), 제 1 바이어스 전류 미러(264)는 디스에이블되고 제 2 바이어스 전류 미러(270)가 이네이블된다. 따라서 어떤 의미 있는 바이어스 전류도 제 1 이득 이네이블 신호 출력(228)을 통해 제 1 증폭단에 인가되지 않는 반면, 제 2 이득 이네이블 신호 출력(230)은 바이어스 전류를 제 2 증폭단에 인가한다. 따라서 제 2 증폭단만이(예를 들어, 도 1 및 도 2의 14 또는 114) 동작하고, 저잡음 증폭기는 낮은 이득 상태를 갖는다.
- [0030] 본 발명의 다양한 실시예가 기술되었으나 보다 많은 실시예와 구현이 본 발명의 범위 안에서 가능하다는 것을 당업자에게 있어서 명확할 것이다.

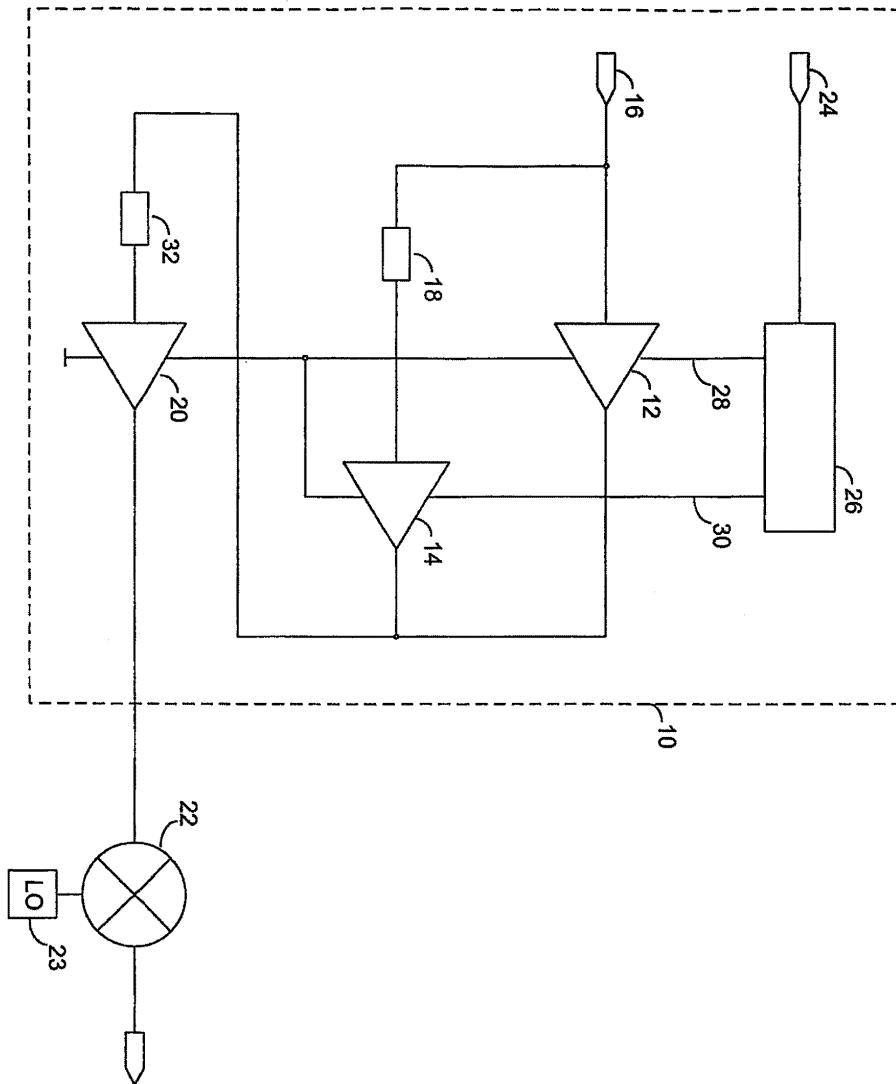
**도면의 간단한 설명**

- [0010] 도면의 구성요소들은 본 발명의 원리를 도시하기 위해 마련된 대신에 스케일링되거나 강조될 필요는 없다. 또한 도면에서, 참조 번호 등은 기타의 도면을 통해 대응하는 부분을 가리킨다.

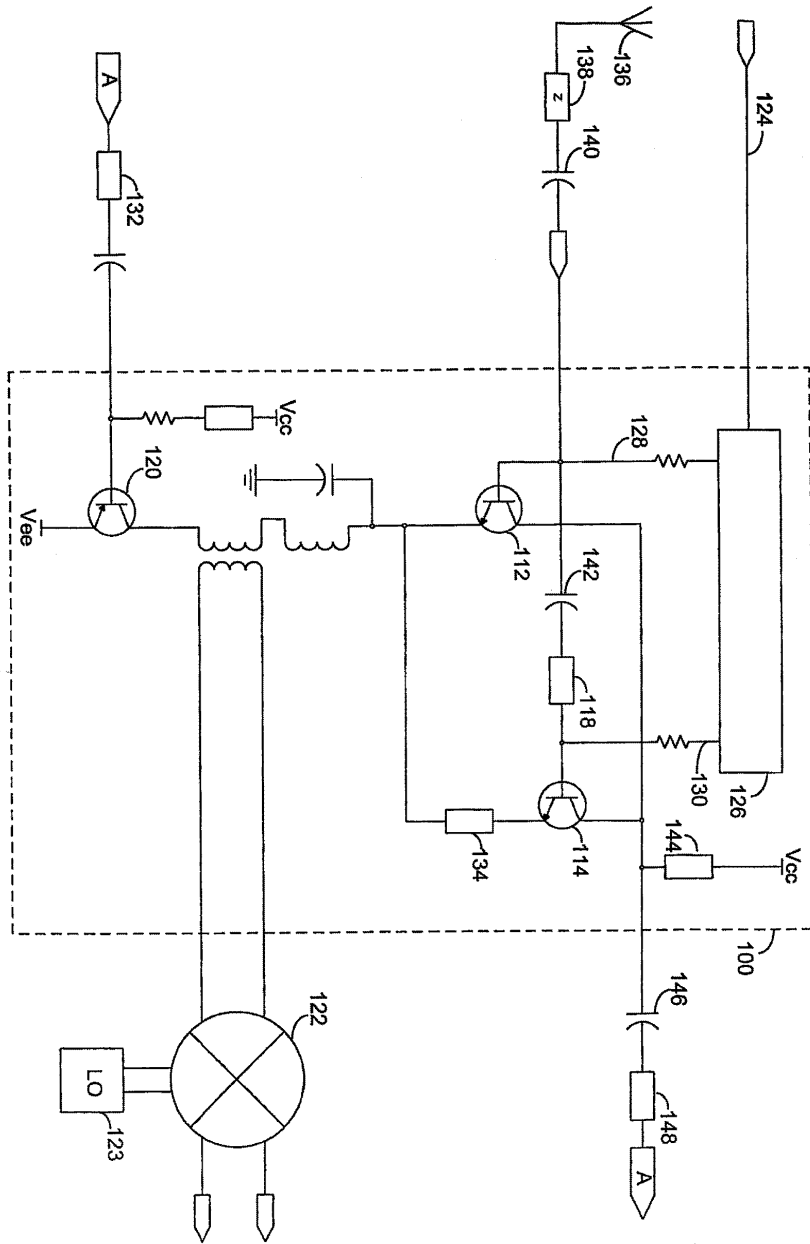
- [0011] 도 1은 스위칭 이득 증폭기의 예를 도시하는 회로의 구성도,
- [0012] 도 2는 스위칭 이득 증폭기의 예를 도시하는 개념적인 회로도,
- [0013] 도 3은 이득 제어 회로의 예를 도시하는 개념적인 회로도이다.

도면

도면1



도면2



도면3

