



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0040659
(43) 공개일자 2013년04월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03F 1/32 (2006.01) H03F 3/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0105567
(22) 출원일자 2011년10월14일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
백지선
경기도 수원시 영통구 중부대로448번길 35, 해피
하우스 207호 (원천동)
노희상
경기도 용인시 기흥구 영덕동 신일아파트 202동
1405호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이정순, 권혁록

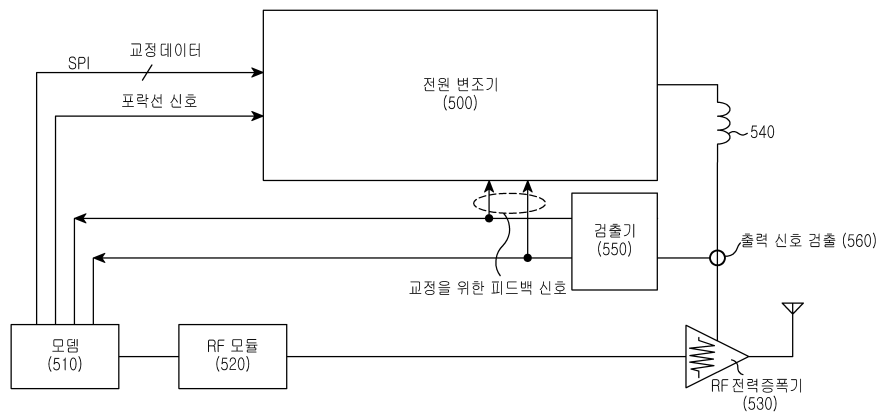
전체 청구항 수 : 총 42 항

(54) 발명의 명칭 송신기에서 전원변조 교정을 위한 장치 및 방법

(57) 요약

전원변조기를 포함하는 송신장치는, 전원변조기의 출력신호를 검출하는 검출기와, 상기 검출기로부터 상기 검출된 출력신호를 제공받아, 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 상기 전원변조기를 포함하거나, 전원변조기를 포함하는 송신장치는, 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하기 위한 교정신호를 인터페이스를 통해 상기 전원변조기로 제공하는 모뎀과, 상기 모뎀으로부터의 상기 교정신호에 기반하여 상기 교정된 전원변조기의 변조특성에 따라 변조신호를 출력하는 상기 전원변조기를 포함하는 전원변조기를 포함하여, 하이브리드 전원 변조기가 여러 입력 신호 크기 변화에 따라 안정도를 유지할 수 있으며, 입력신호의 크기에 따라 선형단의 전력 셀들이 제어되어 효율 및 동작속도를 향상시킬 수 있게 된다. 또한, PVI 공정 변화에 따라 선형단의 동작특성이 둔감할 수 있게 되어, 전체 하이브리드 전원 변조기가 안정적으로 동작할 수 있게 한다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

임형선

경기도 수원시 팔달구 권광로 246, 204동 2304호
(인계동, 래미안 노블클래스)

김동기

서울특별시 성동구 행당1동 한신플러스휴아파트
116동 1601호

양준석

서울특별시 서초구 서초중앙로 220, 5동 305호 (반포동, 한양아파트)

특허청구의 범위

청구항 1

전원변조기를 포함하는 송신장치에 있어서,

전원변조기의 출력신호를 검출하는 검출기와,

상기 검출기로부터 상기 검출된 출력신호를 제공받아, 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 상기 전원변조기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 전원변조기는,

상기 검출기로부터 피드백된 출력신호를 디지털신호로 변환하는 아날로그/디지털 변환기를 포함하며,

상기 변환된 디지털신호를 이용하여 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 전원변조기로부터의 출력신호를 기반으로 RF신호를 증폭하는 RF 전력증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 RF 전력증폭기는 포락선 추적(Envelope Tracking: ET) 전력증폭기 혹은 포락선 제거 및 복원(Envelope Elimination & Restoration: EER) 전력증폭기 중 하나인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 전원변조기는,

상기 모뎀으로부터 포락선 신호를 제공받아 스위칭증폭단의 출력신호에 포함된 리플 성분을 제거하는 선형증폭단과,

상기 선형증폭단의 출력신호를 입력기반으로 RF 전력증폭기를 구동하기 위한 신호를 생성하는 스위칭증폭단을 포함하는 하이브리드 전원변조기인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 선형증폭단은,

OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 입력단, 푸시-풀(push-pull) 출력단, 다수의 저항(R)-커패시터

(C) 페어를 포함하는 RC 보상부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 하이브리드 전원변조기는,

RF 전력증폭기의 등가 저항의 가변특성에 따라 변경되는 위상 여유 특성을 교정하거나,

푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 교정하거나,

PVT(Process Voltage Temperature) 변화 특성에 따라 상기 푸시-풀(push-pull) 출력단의 바이어스 특성을 교정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 8

전원변조기를 포함하는 송신장치에 있어서,

상기 전원변조기의 변조특성을 교정하기 위한 교정신호를 상기 전원변조기로 제공하는 모델과,

상기 모델로부터의 상기 교정신호에 기반하여 상기 교정된 전원변조기의 변조특성에 따라 변조신호를 출력하는 상기 전원변조기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 교정신호는 직렬 주변 장치 인터페이스(Serial peripheral Interface: SPI) 혹은 I2C(Inter-Integrated Circuit) 버스 중 하나를 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 전원변조기로부터의 출력신호를 기반으로 RF신호를 증폭하는 RF 전력증폭기를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 RF 전력증폭기는 포락선 추적(Envelope Tracking: ET) 전력증폭기 혹은 포락선 제거 및 복원(Envelope Elimination & Restoration: EER) 전력증폭기 중 하나인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 전원변조기의 상기 변조신호는,

상기 RF 전력증폭기를 구동하기 위한 입력신호로 사용되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 13

제8항에 있어서,
 상기 전원변조기는,
 상기 교정신호를 저장하는 교정레지스터를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 14

제8항에 있어서,
 상기 전원변조기는,
 상기 모델로부터 포락선 신호를 제공받아 스위칭증폭단의 출력신호에 포함된 리플 성분을 제거하는 선형증폭단과,
 상기 선형증폭단의 출력신호를 입력기반으로 RF 전력증폭기를 구동하기 위한 신호를 생성하는 스위칭증폭단을 포함하는 하이브리드 전원변조기인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,
 상기 선형증폭단은,
 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 입력단, 푸시-풀(push-pull) 출력단, 다수의 저항(R)-커패시터(C) 페어를 포함하는 RC 보상부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 16

제14항에 있어서,
 상기 하이브리드 전원변조기는,
 RF 전력증폭기의 등가 저항의 가변특성에 따라 변경되는 위상 여유 특성을 교정하거나,
 푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 교정하거나,
 PVT(Process Voltage Temperature) 변화 특성에 따라 상기 푸시-풀(push-pull) 출력단의 바이어스 특성을 교정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 17

전원변조기를 포함하는 송신장치에 있어서,
 상기 전원변조기의 출력신호를 검출하는 검출기와,
 상기 검출기로부터 검출된 상기 출력신호를 제공받아, 상기 전원변조기의 변조 특성을 교정하기 위한 교정신호를 결정하여 상기 전원변조기로 제공하는 모델과,
 상기 모델로부터의 상기 교정신호에 기반하여 교정된 상기 전원변조기의 변조 특성에 따라 변조 신호를 출력하는 전원변조기를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 전원변조기는,

상기 모뎀으로부터 포락선 신호를 제공받아 스위칭증폭단의 스위칭신호에 포함된 리플 성분을 제거하는 선형증폭단과,

상기 선형증폭단의 출력신호를 입력기반으로 상기 RF 전력증폭기를 구동하기 위한 신호를 생성하는 스위칭증폭단을 포함하는 하이브리드 전원변조기인 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 선형증폭단은,

OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 입력단, 푸시-풀(push-pull) 출력단, 다수의 저항(R)-커패시터(C) 페어를 포함하는 RC 보상부를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 RC 보상부는,

상기 검출기로부터 피드백된 출력신호에 대응하는 디지털신호를 기반으로, 적어도 하나 이상의 RC 페어를 선택하여, 상기 전력증폭기의 등가 저항의 가변특성에 따라 변경되는 위상 여유 특성을 교정하며,

저항(R)과 커패시터(C) 상기 OTA 입력단과 푸시-풀(push-pull) 출력단 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 푸시-풀(push-pull) 출력단은,

상기 검출기로부터 피드백된 출력신호에 대응하는 디지털신호를 기반으로, 상기 푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 조절하여, 이득 대역폭 곱(gain bandwidth product: GBW) 특성을 교정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기 조절은,

상기 푸시-풀(push-pull) 출력단을 구성하는 다수의 전력 셀들이 상기 디지털신호에 기반하여 각각 on/off되어 트랜지스터 크기가 조절되며,

상기 전력 셀은 하나의 P형 MOS(Metal-Oxide-Semiconductor) FET(Field Effect Transistor) 및 하나의 N형 MOS FET로 구성되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 23

제19항에 있어서,

상기 푸시-풀(push-pull) 출력단은,

상기 모뎀으로부터 제공받은 제1 교정데이터를 기반으로, 바이어스 방식을 선택하여 PVT(Process Voltage Temperature) 변화 특성에 따라 변경되는 바이어스 특성을 교정하는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 24

송신기의 전원변조기를 교정 방법에 있어서,

전원변조기의 출력신호를 검출하는 과정과,

상기 검출기로부터 상기 검출된 출력신호를 제공받아 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 검출기로부터 상기 검출된 출력신호를 디지털신호로 변환하는 과정과,

상기 변환된 디지털신호를 이용하여, 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 과정을 더 포함하는 것으로 하는 방법.

청구항 26

제24항에 있어서,

상기 전원변조기는,

상기 모뎀으로부터 포락선 신호를 제공받아 스위칭증폭단의 출력신호에 포함된 리플 성분을 제거하는 선형증폭단과,

상기 선형증폭단의 출력신호를 입력기반으로 RF 전력증폭기를 구동하기 위한 신호를 생성하는 스위칭증폭단을 포함하는 하이브리드 전원변조기인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 27

제26항에 있어서,

상기 선형증폭단은,

OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 입력단, 푸시-풀(push-pull) 출력단, 다수의 저항(R)-커패시터(C) 페어를 포함하는 RC 보상부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 28

제26항에 있어서,

상기 하이브리드 전원변조기는,

RF 전력증폭기의 등가 저항의 가변특성에 따라 변경되는 위상 여유 특성을 교정하거나,

푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 교정하거나,

PVT(Process Voltage Temperature) 변화 특성에 따라 상기 푸시-풀(push-pull) 출력단의 바이어스 특성을 교정

하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29

송신기의 전원변조기를 교정 방법에 있어서,
 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하기 위한 교정신호를 상기 전원변조기로 제공하는 과정과,
 상기 모델로부터의 상기 교정신호에 기반하여 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 과정과,
 상기 교정된 전원변조기의 변조특성에 따라 변조신호를 출력하는 과정을 포함하는 과정을 포함하는 특징으로 하는 방법.

청구항 30

제29항에 있어서,
 상기 교정신호는 직렬 주변 장치 인터페이스(Serial peripheral Interface: SPI) 혹은 I2C(Inter-Integrated Circuit) 버스 중 하나를 통해 전송되는 것을 특징으로 하는 장치.

청구항 31

제29항에 있어서,
 상기 전원변조기로부터의 출력신호를 기반으로 RF신호를 증폭하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 32

제29항에 있어서,
 상기 교정신호를 저장하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 33

제29항에 있어서,
 상기 전원변조기는,
 상기 모델로부터 포락선 신호를 제공받아 스위칭증폭단의 출력신호에 포함된 리플 성분을 제거하는 선형증폭단과,
 상기 선형증폭단의 출력신호를 입력기반으로 RF 전력증폭기를 구동하기 위한 신호를 생성하는 스위칭증폭단을 포함하는 하이브리드 전원변조기인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 34

제33항에 있어서,
 상기 선형증폭단은,
 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 입력단, 푸시-풀(push-pull) 출력단, 다수의 저항(R)-커패시터(C) 페어를 포함하는 RC 보상부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 35

제33항에 있어서,

상기 하이브리드 전원변조기는,

RF 전력증폭기의 등가 저항의 가변특성에 따라 변경되는 위상 여유 특성을 교정하거나,

푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 교정하거나,

PVT(Process Voltage Temperature) 변화 특성에 따라 상기 푸시-풀(push-pull) 출력단의 바이어스 특성을 교정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 36

송신기의 전원변조기를 교정 방법에 있어서,

상기 전원변조기의 출력신호를 검출하는 과정과,

상기 검출기로부터 검출된 상기 출력신호를 제공받아, 상기 전원변조기의 변조 특성을 교정하기 위한 교정신호를 결정하여 상기 전원변조기로 제공하는 과정과,

상기 모델로부터의 상기 교정신호에 기반하여 교정된 상기 전원변조기의 변조 특성에 따라 변조 신호를 출력하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 37

제36항에 있어서,

상기 전원변조기는,

상기 모델로부터 포락선 신호를 제공받아 스위칭증폭단의 스위칭신호에 포함된 리플 성분을 제거하는 선형증폭단과,

상기 선형증폭단의 출력신호를 입력기반으로 상기 RF 전력증폭기를 구동하기 위한 신호를 생성하는 스위칭증폭단을 포함하는 하이브리드 전원변조기인 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 38

제37항에 있어서,

상기 선형증폭단은,

OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 입력단, 푸시-풀(push-pull) 출력단, 다수의 저항(R)-커패시터(C) 페어를 포함하는 RC 보상부를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 39

제38항에 있어서,

상기 RC 보상부는,

상기 검출기로부터 피드백된 출력신호에 대응하는 디지털신호를 기반으로, 적어도 하나 이상의 RC 페어를 선택하여, 상기 전력증폭기의 등가 저항의 가변특성에 따라 변경되는 위상 여유 특성을 교정하며,

저항(R)과 커패시터(C) 상기 OTA 입력단과 푸시-풀(push-pull) 출력단 사이에 위치하는 것을 특징으로 하는 방

법.

청구항 40

제38항에 있어서,

상기 푸시-풀(push-pull) 출력단은,

상기 검출기로부터 피드백된 출력신호에 대응하는 디지털신호를 기반으로, 상기 푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 조절하여, 이득 대역폭 곱(gain bandwidth product: GBW) 특성을 교정하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 41

제38항에 있어서,

상기 푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기 조절은,

상기 푸시-풀(push-pull) 출력단을 구성하는 다수의 전력 셀들이 상기 디지털신호에 기반하여 각각 on/off되어 트랜지스터 크기가 조절되며,

상기 전력 셀은 하나의 P형 MOS(Metal-Oxide-Semiconductor) FET(Field Effect Transistor) 및 하나의 N형 MOS FET로 구성되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 42

제38항에 있어서,

상기 푸시-풀(push-pull) 출력단은,

상기 모뎀으로부터 제공받은 제1 교정데이터를 기반으로, 바이어스 방식을 선택하여 PVT(Process Voltage Temperature) 변화 특성에 따라 변경되는 바이어스 특성을 교정하는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 일반적으로 무선 송신기의 전력증폭기에 관한 것으로, 특히 무선 송신기에 있어 전력증폭기의 공급 전압을 RF 입력신호의 포락선에 따라 변조하는 하이브리드 전원변조기의 선형단 특성을 교정(calibration)하는 기술에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 무선 이동통신 단말기는 긴 배터리 사용시간을 위하여 전력관리집적회로 개발 및 무선 전력 증폭기의 효율 증가 방법을 필요로 한다. 와이브로(WiBro) 시스템 및 LTE(long term evolution) 시스템에서 있는 무선 이동통신의 단말기는 높은 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 특성에도 고효율 특성을 얻을 수 있는 기술이 필요하다. 이에 대응하는 대표적인 기술의 하나가 포락선 추적(Envelope Tracking: ET) 또는 포락선 제거 및 복원(Envelope Elimination & Restoration: EER) 기술이다. 이 기술은 출력 전력에 따라 RF 전력증폭기의 공급 전압을 변화시켜, RF 전력증폭기를 항상 포화(saturated) 영역 또는 스위칭(switching) 영역에서 동작하게 하여 높은 선형성과 고효율 특성을 동시에 갖는다. 특히 큰 PAPR을 가지는 변조신호에도 RF 선형 증폭기가 고효율을 가질 수 있도록 한다.

- [0003] 도 1은 종래기술에 따른 전력증폭기의 구조를 도시하고 있다.
- [0004] 상기 도 1을 참조하면, 모뎀(100)은 해당 통신방식(예: OFDM/OFDMA 통신방식 혹은 CDMA 통신방식)에 따라 기저대역신호를 처리하여 기저대역신호를 RF모듈(102)로 출력한다. 또한, 모뎀(100)은 기저대역신호의 포락선 성분을 전원변조기(106)로 제공한다. 상기 RF모듈(102)은 기저대역신호를 RF신호로 변환하여 RF 전력증폭기(104)로 출력한다.
- [0005] 상기 전원변조기(106)는 모뎀(100)으로부터 제공받은 포락선 신호에 따라, 직류 전원(예: 배터리 전원)을 변조(modulate)하여, 교류 전원을 출력한다. 상기 전원변조기(106)의 출력신호는 전압원으로 사용되어 최적의 선형성 및 효율을 갖는다.
- [0006] 상기 RF 전력증폭기(104)는 상기 전원변조기(106)의 출력신호에 따라 RF신호를 증폭하여 안테나를 통해 증폭된 RF신호를 출력한다. 상기 RF 전력증폭기(104)는 ET 기법 혹은 EER 기법을 이용하여, 상기 전원변조기(106)의 출력신호에 따라 RF신호를 증폭할 수 있다.
- [0007] 도 2는 종래기술에 따른 하이브리드 타입의 전원변조기를 사용하는 전력증폭기 구조를 도시하고 있다.
- [0008] 상기 도 2를 참조하면, 모뎀(200), RF모듈(202) 그리고 RF전력증폭기(205)는 도 1의 모뎀(100), RF모듈(102), 그리고 RF 전력증폭기(104)와 동일함으로, 상세한 설명은 생략한다.
- [0009] 상기 도 2의 포락선 전력증폭기는 선형증폭단과 스위칭증폭단으로 구성되는 하이브리드 타입의 전원변조기를 사용한다. 상기 RF 전력증폭기(205)로의 대부분의 전류는 상기 전원변조기의 스위칭증폭단에서 공급을 한다. 선형증폭단은 스위칭증폭단의 출력신호(이하 '스위칭전류'라 칭함)가 인덕터(212)를 통과할 때 상기 스위칭전류에 포함되는 리플 특성에 의한 선형성 왜곡을 보상하기 위해, 보상 전류를 공급 및 흡수(Push-Pull)한다. 다시 말해, 선형증폭단은 스위칭증폭단의 출력신호가 작은 경우, 상기 스위칭증폭단의 출력신호에 전류를 공급하고, 스위칭증폭단의 출력신호가 큰 경우, 상기 스위칭증폭단의 출력신호로부터 전류를 흡수한다. 하이브리드 전원변조기의 스위칭증폭단에 사용되는 구조로는 일반적으로 벡(buck) 변환기를 사용하게 된다.
- [0010] 선형증폭단은 하이브리드 전원변조기의 출력전압 대 입력 포락선 신호의 원하는 이득 특성을 유지하며 증폭 및 전력 변환할 수 있도록 피드백 루프를 가진다. 피드백 신호는 선형증폭단의 출력신호와 입력 포락선 신호를 비교하도록 하여 스위칭증폭단의 비선형성을 보상한다.
- [0011] 일반적으로 선형증폭단은 선형증폭기(214), 피드백 저항(208, 210), 선형증폭기(214)를 포함하여 구성된다.
- [0012] 상기 스위칭증폭단은 스위칭 신호를 발생하기 위한 비교기(216)와 스위칭 신호를 증폭하는 스위칭증폭기(218)를 포함하여 구성된다.
- [0013] 상기 선형증폭기(214)는 높은 이득을 가지는 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 입력단(혹은 OP 앰프)(도시하지 않음), 클래스 AB급 바이어스단(도시하지 않음), 푸시-풀(push-pull) 출력단(도시하지 않음), 안정도 보상 피드백 저항(R) 및 커패시터(C)를 포함한다. 한편, 푸시-풀 출력단의 전류를 감지하여 스위칭증폭단을 구동하기 위한 스위칭 신호를 발생하기 위한 출력 전류 감지단이 필요하다.
- [0014] 높은 이득 특성을 갖는 OTA 입력단은 입력 기준신호와 출력전압이 동일 하도록 제어신호를 생성한다. 클래스 AB급 바이어스단은 푸시-풀(push-pull) 출력단의 효율특성을 높게 하며 원하는 선형특성을 가질 수 있도록 바이어스를 공급한다. 푸시-풀 출력단은 스위칭증폭단이 충분히 제공하지 못하는 높은 주파수 영역의 전류성분을 출력한다. 따라서, 푸시-풀 출력단의 트랜지스터 크기는 설계시 최대 값을 기반으로 결정된다. 하지만, 큰 출력단 크기는 큰 기생 커패시터를 생성하여 선형증폭단의 대역폭(Bandwidth: BW) 특성을 나쁘게 한다. 또한, 충분한 위상 여유(phase margin)을 가지기 위해 RC 보상 회로를 필요로 한다.
- [0015] 따라서, 선형증폭단은 넓은 대역폭을 갖는 신호에 대해서 선형특성을 가져야 하므로 높은 직류(DC) 이득과 큰 이득 대역폭 곱(Gain Bandwidth Product: GBW)을 가져야 한다. 또한, RF 전력증폭기(204)로 큰 전류를 공급하기 위해 큰 전류 구동(current driving)이 요구되며, 스위칭증폭단에서 생성되는 리플(ripple) 전류를 보상하기 위해 낮은 출력 저항값을 가져야 하며, 넓은 출력전압을 위해 rail-to-rail 동작이 가능해야 한다.
- [0016] 한편, 포락선 추적 증폭기를 위한 하이브리드 전원변조기의 출력 부하 저항은 RF 전력증폭기(205)의 드레인 또는 컬렉터에 나타나는 등가저항이다. 상기 전원변조기의 출력 부하 저항은 입력신호의 전력레벨에 따라 크기가 변하게 된다. 특정 부하 저항값에 설계된 선형증폭단의 위상 여유특성은 출력 부하 저항값이 변함에 따라 충분

한 위상 여유 특성을 유지하기 어렵다.

[0017] 도 3은 종래기술에 따른 출력 부하 저항값에 변화에 따른 두 번째 폴(pole) 변화를 나타내는 그래프이다.

[0018] 상기 도 3을 참조하면, 하이브리드 전원변조기의 출력저항이 변함에 따라, 두 번째 극점(pole)(ω_{p2})이 변하게 되고, 상기 두 번째 폴(ω_{p2})이 변함에 따라 위상 여유 특성도 변하게 된다. 즉, 큰 부하 저항값은 선형 증폭단의 두 번째 극점(ω_{p2})을 저주파영역으로 이동하게 하여 위상 여유를 나쁘게 하는 결과를 초래한다. 그러므로, 낮은 RF 입력 신호 동작 시, 하이브리드 전원변조기는 발진 또는 불안정한 상태에 놓이게 된다.

[0019] 따라서, RF 전력증폭기(205)로 큰 전류를 공급하기 위해 사용되는 푸시-풀(push-pull) 출력단에 사용되는 크기가 큰 트랜지스터의 기생 커패시터는 두 번째 극점(pole)을 저주파영역으로 이동하게 하여 선형증폭단이 충분히 넓은 GBW를 가지지 못하게 한다. 그러므로, 높은 주파수에 존재하는 리플(ripple)이 선형증폭단에 의해 보상되지 않아 전원변조기 출력단의 스펙트럼 특성을 나쁘게 한다.

[0020] 또한, 상기 푸시-풀 출력단이 충분한 선형특성을 유지하며 높은 효율 특성을 얻기 위해 푸시-풀 출력단은 클래스 AB 급 바이어스를 필요로 한다. 하지만, 클래스 AB 급 바이어스는 전력증폭기 특성인 PVT(Process Voltage Temperature) 변화 특성에 취약하다. 즉, PVT 변화에 따라 클래스 AB 바이어스 지점이 클래스 B 바이어스 지점 또는 클래스 C 바이어스 지점으로 변하게 된다.

[0021] 도 4는 종래기술에 따른 선형증폭단에서 푸시-풀 출력단의 바이어스 변화에 따른 비선형 동작 특성을 도시하고 있다.

[0022] 상기 도 4를 참조하면, 푸시-풀 출력단(400)이 해당 바이어스 지점에서 제대로 전류를 공급 및 흡수하면 좋은 선형특성을 갖게 되며(410), 푸시-풀 출력단(400)이 해당 바이어스 지점에서 제대로 전류를 공급 및 흡수를 하지 못하면, 하이브리드 전원변조기 출력신호는 선형 특성을 유지하지 못하고 왜곡성분을 가지게 된다(420).

[0023] 하이브리드 전원변조기의 불안정한 특성 또는 비선형 특성은 포락선 추적 증폭기의 출력에 노이즈 성분 및 스퓨리어스(Spurious) 성분을 발생시켜 RF 스펙트럼 특성 및 수신단 대역에서의 잡음특성을 나쁘게 한다.

[0024] 따라서, 송신기에서 하이브리드 전원변조기의 안정도, 주파수특성, 선형성을 향상시킬 수 있는 교정을 위한 전력증폭 장치 및 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0025] 본 발명의 목적은 전력증폭기에서 하이브리드 전원변조기의 안정도, 주파수특성, 선형성을 향상시킬 수 있도록 교정 장치 및 방법을 제공함에 있다.

[0026] 본 발명의 다른 목적은 포락선 추적 또는 포락선 제거 및 복원 증폭기에 적용될 경우 입력 신호 레벨 또는 PVT(Process Voltage Temperature) 변화에 따른 하이브리드 전원변조기의 교정이 가능하도록 하는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

[0027] 본 발명의 또 다른 목적은 넓은 대역폭을 가지는 입력 포락선 신호를 처리하기 위해 자동으로 선형증폭단의 GBW(Gain Bandwidth Product)를 조절할 수 있는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

[0028] 본 발명의 또 다른 목적은 선형증폭단의 교정기법을 통하여 안정적이며 넓은 동작 대역을 가질 수 있는 하이브리드 전원변조기를 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

[0029] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 견지에 따르면, 전원변조기를 포함하는 송신장치에 있어서, 상

기 전원변조기의 변조특성을 교정하기 위한 교정신호를 인터페이스를 통해 상기 전원변조기로 제공하는 모델과, 상기 모델로부터의 상기 교정신호에 기반하여 상기 교정된 전원변조기의 변조특성에 따라 변조신호를 출력하는 상기 전원변조기를 포함하는 전원변조기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0030] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 견지에 따르면, 전원변조기를 포함하는 송신장치에 있어서, 전원변조기의 출력신호를 검출하는 검출기와, 상기 검출기로부터 상기 검출된 출력신호를 제공받아, 상기 검출된 출력신호를 디지털신호로 변환하고, 변환된 디지털신호를 이용하여 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 상기 전원변조기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0031] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 3 견지에 따르면, 전원변조기를 포함하는 송신장치에 있어서, 상기 전원변조기의 출력신호를 검출하는 검출기와, 상기 검출기로부터 검출된 상기 출력신호를 제공받아, 상기 전원변조기의 변조 특성을 교정하기 위한 교정신호를 결정하여 상기 전원변조기로 제공하는 모델과, 상기 모델로부터의 상기 교정신호에 기반하여 교정된 상기 전원변조기의 변조 특성에 따라 변조 신호를 출력하는 전원변조기를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0032] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 4 견지에 따르면, 송신기의 전원변조기를 교정 방법에 있어서, 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하기 위한 교정신호를 인터페이스를 통해 상기 전원변조기로 제공하는 과정과, 상기 모델로부터의 상기 교정신호에 기반하여 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 과정과, 상기 교정된 전원변조기의 변조특성에 따라 변조신호를 출력하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0033] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 5 견지에 따르면, 송신기의 전원변조기를 교정 방법에 있어서, 전원변조기의 출력신호를 검출하는 과정과, 상기 검출기로부터 상기 검출된 출력신호를 제공받아, 상기 검출된 출력신호를 디지털신호로 변환하는 과정과, 변환된 디지털신호를 이용하여 상기 전원변조기의 변조특성을 교정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0034] 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 6 견지에 따르면, 송신기의 전원변조기를 교정 방법에 있어서, 상기 전원변조기의 출력신호를 검출하는 과정과, 상기 검출기로부터 검출된 상기 출력신호를 제공받아, 상기 전원변조기의 변조 특성을 교정하기 위한 교정신호를 결정하여 상기 전원변조기로 제공하는 과정과, 상기 모델로부터의 상기 교정신호에 기반하여 교정된 상기 전원변조기의 변조 특성에 따라 변조 신호를 출력하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0035] 상술한 바와 같이, 안정도, 주파수특성, 선형성을 떨어뜨리는 선형증폭단을 구성하는 소자 혹은 요소들을 교정함으로써, 하이브리드 전원 변조기가 여러 입력 신호 크기 변화에 따라 안정도를 유지할 수 있으며, 입력신호의 크기에 따라 선형단의 전력 셀들이 제어가 되어 효율 및 동작속도를 향상시킬 수 있게 된다. 또한, PVT 공정 변화에 따라 선형단의 동작특성이 둔감할 수 있게 되어, 전체 하이브리드 전원 변조기가 안정적으로 동작할 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

- [0036] 도 1은 종래기술에 따른 포락선 추적 전력 증폭기의 구조를 도시하고 있다.
- 도 2는 종래기술에 따른 하이브리드 타입의 전원변조기를 사용하는 전력증폭기 구조를 도시하고 있다.
- 도 3은 종래기술에 따른 출력 부하 저항값에 변화에 따른 두 번째 폴(pole) 변화를 나타내는 그래프이다.
- 도 4는 종래기술에 따른 선형증폭단에서 푸시-풀 출력단의 바이어스 변화에 따른 비선형 동작 특성을 도시하고 있다.
- 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기를 교정하는 전력증폭기 구조를 도시하고 있다.
- 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기를 교정하는 전력증폭기 구조를 도시하고 있다.
- 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기의 선형증폭단에서 여러 바이어스 지점으로 동작하는 전력 셀로 이루어진 푸시-풀 출력단을 도시하고 있다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기에서 선형증폭단을 교정하기 위한 장치를 도시하고 있다.

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기를 이용하는 전력증폭기에서 선형증폭단을 교정하기 위한 흐름도를 도시하고 있다.

도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 일반 전원변조기를 전력증폭기에서 초기 전원변조를 교정하기 위한 흐름도를 도시하고 있다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0037] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단된 경우 그 상세한 설명은 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0038] 이하, 본 발명은 전력증폭기에서 전원변조기의 안정도, 주파수특성, 선형성을 향상시킬 수 있도록 교정 장치 및 방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0039] 이를 위해, 본 발명은 전력증폭기에서 전원변조기의 특성을 교정하기 위해, 출력신호를 검출하는 부분과 검출된 출력신호를 모델 혹은 전원변조기에 제공하는 피드백 경로, 그리고 전원변조기의 해당 구성요소의 특성을 변경하도록 지시하는 레지스터 값을 저장하는 교정 레지스터를 포함한다. 전원변조기의 구성요소 혹은 소자특성을 교정하기 위해, 전원변조기는 모델로부터 직렬 주변 장치 인터페이스(Serial peripheral Interface: SPI)를 통해 교정(caribration) 데이터를 수신하거나, 피드백 경로로부터 직접 검출된 출력신호에 대응하는 디지털신호를 제공받는다. 구현에 따라, SPI대신 다른 인터페이스 즉, I2C(Inter-Integrated Circuit) 버스가 사용될 수도 있다. 상기 직렬 주변 장치 인터페이스(Serial peripheral Interface: SPI)를 통해 교정(caribration) 데이터를 수신하거나, 피드백 경로로부터 직접 검출된 출력신호에 대응하는 디지털신호를 제공받는다. 구현에 따라, SPI대신 다른 인터페이스 즉, I2C(Inter-Integrated Circuit) 버스가 사용될 수도 있다. 상기 I2C 버스는 마스터&슬레이브 관계의 SCL(Serial Clock Line)과 SDA(Serial Data Line)의 연결로 이루어진 반이중통신 방식이다.
- [0040] 구현에 있어서, 모델로부터 SPI를 통해 교정데이터를 이용하는 교정방식과 피드백 경로로부터 직접 검출된 출력신호에 대응하는 디지털신호를 이용하는 교정방식이 결합하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 전원변조기를 구성하는 일부 소자의 특성에 대한 교정은 SPI를 통한 교정데이터를 이용하고, 상기 전원변조기를 구성하는 다른 일부 소자의 특성에 대한 교정은 피드백 경로로부터 직접 검출된 출력신호에 대응하는 디지털신호를 이용한다.
- [0041] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 일반 전원변조기의 특성을 교정하는 전력증폭기를 포함하는 송신기를 도시하고 있다.
- [0042] 상기 도 5를 참조하면, 송신기는 전원변조기(500), 모델(510), RF모듈(520), RF전력증폭기(530), 인덕터(540) 및 검출기(550)를 포함한다.
- [0043] 상기 모델(510)은 해당 통신방식(예: OFDM/OFDMA 통신방식 혹은 CDMA 통신방식)에 따라 기저대역신호(혹은 입력신호)를 처리하여 기저대역신호를 RF모듈(520)로 출력한다. 또한, 상기 모델(510)은 기저대역신호의 포락선 성분을 해당 인터페이스를 통해 전원변조기(500)에 제공하고, 그리고 상기 전원변조기(500)를 교정하기 위한 교정데이터 및 교정지시 명령(예: 클럭 신호)을 SPI를 통해 상기 전원변조기(500)에 제공한다. 상기 교정데이터는 상기 검출기(550)로부터 제공받은 피드백신호를 기반으로 결정되는 디지털신호이다. 상기 SPI는 두 개의 주변장치 간에 직렬 통신으로 데이터를 교환할 수 있게 해주는 인터페이스로서, 그 중 하나가 주(master)가 되고 다른 하나가 종(slave)이 되어 동작한다. 예를 들어, 상기 모델(510)은 마스터가 되고 상기 전원변조기(500)가 슬레이브가 된다.
- [0044] 한편, 상기 모델(510)은 상기 검출기(550)를 통해 제공받은 상기 전원변조기(530)의 출력신호를 기반으로, 상기 전원변조기(500)를 교정하기 위한 교정데이터를 결정한다. 예를 들어, 원하는 출력신호와 상기 피드백된 신호를

비교하여, 그 결과를 바탕으로 교정데이터를 결정한다.

- [0045] 구현에 따라, 초기에, 즉, 상기 모델(510)에 입력신호가 없을 때, 상기 모델(510)은 상기 입력신호의 포락선 성분 대신 시험신호(test signal)를 자체 생성하여 상기 전원변조기(500)를 제공하여 교정데이터를 결정할 수도 있다.
- [0046] 상기 RF모듈(520)은 기저대역신호를 RF신호로 변환하여 RF 전력증폭기(530)로 출력한다. 상기 RF 전력증폭기(530)는 상기 전원변조기(500)의 출력신호에 따라 RF모듈(520)로부터 제공되는 RF신호를 증폭한 후 안테나를 통해 증폭된 RF신호를 출력한다. 여기서, 상기 RF 전력증폭기(530)는 포락선 추적(Envelope Tracking: ET) 또는 포락선 제거 및 복원(Envelope Elimination & Restoration: EER) 기법을 기반으로 동작할 수 있다. 그리고 상기 전원변조기(500)의 출력신호는 상기 RF 전력증폭기(530)의 구동신호로 사용된다.
- [0047] 상기 전원변조기(530)는 모델(510)으로부터 제공받은 포락선 신호에 따라 스위칭신호 혹은 구동신호를 RF 전력증폭기(530)로 제공한다. 다시 말해, 상기 전원변조기(530)의 스위칭신호 혹은 구동신호는 상기 RF 전력증폭기(530)의 드레인 또는 컬렉터로 제공되어 전류원 혹은 전압원으로 이용된다.
- [0048] 또한, 상기 전원변조기(530)는 상기 검출기(550)로부터 제공받은 피드백신호(즉, 상기 전원변조기(500)의 출력신호)를 디지털신호로 변환하여 변환된 디지털신호를 기반으로 자동 교정을 수행한다. 즉, 상기 전원변조기(500)의 출력신호에 대응되는 디지털신호는 상기 전원변조기(530)를 교정하기 위한 교정데이터로 사용되어, 상기 전원변조기(530)의 특성을 교정하는데 이용된다. 상기 전원변조기(530)의 특성을 교정한다는 것은 상기 전원변조기(530)의 성능을 결정짓는 파라미터를 교정하는 것을 의미한다. 그리고, 상기 전원변조기(530)는 상기 모델(510)으로부터 제공받은 클럭 신호 및 교정데이터에 기반하여, 상기 전원변조기(530)의 성능을 결정짓는 파라미터를 교정한다.
- [0049] 상기 검출기(550)는 상기 전원변조기(500)의 출력신호를 검출하여(560) 상기 전원변조기(500) 혹은 상기 모델(510)으로 제공한다.
- [0050] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기의 특성을 교정하는 전력증폭기를 포함하는 송신기를 도시하고 있다.
- [0051] 상기 도 6을 참조하면, 송신기는 하이브리드 전원변조기(600), 모델(610), RF모듈(620), RF전력증폭기(630), 인덕터(640) 및 검출기(650)를 포함하여 구성된다. 여기서, 상기 RF 전력증폭기(630)는 ET 또는 EER 기법을 기반으로 동작할 수 있다.
- [0052] 상기 모델(610)은 해당 통신방식(예: OFDM/OFDMA 통신방식 혹은 CDMA 통신방식)에 따라 기저대역신호를 처리하여 기저대역신호를 RF모듈(620)로 출력한다. 또한, 모델(610)은 기저대역신호의 포락선 성분을 해당 인터페이스를 통해 하이브리드 전원변조기(600)로 제공하고, 상기 하이브리드 전원변조기(600)를 교정하기 위한 교정데이터 및 클럭 신호를 SPI를 통해 상기 하이브리드 전원변조기(600)에 제공한다. 상기 하이브리드 전원변조기(600)를 교정하기 위한 교정데이터는 검출기(650)로부터 제공받은 피드백신호를 기반으로 결정된다. 예를 들어, 상기 모델(610)은 원하는 출력신호와 상기 피드백된 신호를 비교하여, 그 결과를 바탕으로 교정데이터를 결정한다.
- [0053] 구현에 따라, 초기에, 즉, 상기 모델(610)에 입력신호가 없을 때, 상기 모델(610)은 상기 입력신호의 포락선 성분 대신 시험신호(test signal)를 자체 생성하여 상기 하이브리드 전원변조기(600)를 제공하여 교정데이터를 결정할 수도 있다.
- [0054] 상기 RF모듈(620)은 기저대역신호를 RF신호로 변환하여 RF 전력증폭기(630)로 출력한다. 상기 RF 전력증폭기(630)는 상기 하이브리드 전원변조기(600)의 스위칭증폭단(602)에서 출력되는 스위칭신호에 따라 RF모듈(620)로부터 출력되는 RF신호를 증폭한 후 안테나를 통해 증폭된 RF신호를 출력한다.
- [0055] 상기 하이브리드 전원변조기(600)는 선형증폭단(604)의 구성요소 혹은 소자 특성을 교정하기 위해 상기 모델(610)으로부터 상기 하이브리드 전원변조기(600)의 특성(예: 상기 하이브리드 전원변조기(600)의 성능을 결정짓는 파라미터들)을 교정하기 위한 교정데이터를 저장하는 교정 레지스터(506), RF 전력증폭기(630)에 필요한 전류를 제공하기 위한 스위칭증폭단(602) 및 상기 스위칭증폭단의 출력신호(즉, 스위칭전류)에 포함되는 리플 특성을 제거하기 위한 선형증폭단(604)을 포함하여 구성된다.

- [0056] 상기 교정레지스터(606)는 하이브리드 전원변조기(600)의 선형증폭단(604)을 교정하기 위한 3가지 교정 값을 저장한다. 첫째, RF 입력신호 크기 레벨에 따른 RF 전력증폭기에서 등가 저항의 가변특성으로 인한 선형증폭단(504)의 위상 여유 특성을 교정하기 위한 값(이하 제1 교정 값이라 칭함)을 저장한다. 둘째, 입력 포락선 신호의 실시간 크기에 따라 자동으로 푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 조절하여, 원하는 출력 신호 크기에 맞추어 최적의 푸시-풀 출력단의 크기를 교정하기 위한 값(이하 제2 교정값이라 칭함)을 저장한다. 그리고, 트랜지스터의 기생 커패시터가 자동 제어됨에 따라 두 번째 폴(pole)을 제어할 수 있고, 두 번째 극점(pole)을 제어함으로써 선형증폭단의 이득-대역폭 곱(GBW) 특성을 향상시킬 수 있다. 셋째, PVT 변화에 따른 푸시-풀 출력단의 바이어스 특성이 바뀌는 것을 교정하기 위한 값(이하 제3 교정값이라 칭함)을 저장한다.
- [0057] 한편, 상기 교정레지스터(606)는 상기 모뎀(610)으로부터 제공받은 교정데이터와 함께 제공되는 클록 신호에 따라, 저장된 교정데이터를 상기 스위칭증폭단(602) 혹은 선형증폭단(604)으로 제공한다. 즉, 상기 모뎀(610)으로부터 제공받은 클록 신호는 상기 하이브리드 전원변조기(600)의 상기 스위칭증폭단(602) 혹은 상기 선형증폭단(604)의 특성을 교정하기 위한 지시명령으로 사용된다.
- [0058] 한편, 상기 RF 전력증폭기(630)에 제공되는 대부분의 전류는 상기 전원변조기(600)의 스위칭증폭단(600)을 통해 공급된다. 상기 선형증폭단(604)은 스위칭증폭단(602)의 출력신호가 인덕터(640)를 통과할 때 전류에 포함되는 리플 특성에 의한 선형성 왜곡을 보상하기 위해, 보상 전류를 공급 및 흡수(Push-Pull)한다. 다시 말해, 선형증폭단(604)은 스위칭증폭단(602)의 출력신호가 작은 경우, 상기 스위칭증폭단(602)의 출력신호에 전류를 공급하고, 스위칭증폭단(602)의 출력신호가 큰 경우, 상기 스위칭증폭단(604)의 출력신호로부터 전류를 흡수한다. 상기 하이브리드 전원변조기의 스위칭증폭단(604)에 사용되는 구조로는 일반적으로 벡(buck) 변환기를 사용하게 될 수 있다.
- [0059] 상기 스위칭증폭단은 상기 도 2와 같이, 스위칭신호를 발생하기 위한 비교기와 스위칭신호의 레벨을 스위칭하는 스위칭증폭기를 포함하여 구성된다. 마찬가지로, 상기 도 2와 같이, 상기 선형증폭단(602)은 높은 이득을 가지는 OTA(Operational Trans-conductance Amplifier) 입력단(혹은 OP 앰프)(도시하지 않음), 클래스 AB급 바이어스단(도시하지 않음), 푸시-풀(push-pull) 출력단(도시하지 않음), 안정도 보상 피드백 저항(R) 및 커패시터(C)를 포함한다.
- [0060] 높은 이득 특성을 갖는 OTA 입력단은 입력 기준신호와 출력전압이 동일 하도록 제어신호를 생성한다. 클래스 AB급 바이어스단은 푸시-풀(push-pull) 출력단의 효율특성을 높게 하며 원하는 선형특성을 가질 수 있도록 바이어스를 공급한다. 푸시-풀 출력단은 상기 스위칭증폭단(602)이 충분히 제공하지 못하는 높은 주파수 영역의 전류 성분을 출력한다. 따라서, 푸시-풀 출력단의 트랜지스터 크기는 설계시 최대 값을 기반으로 결정된다. 하지만, 푸시-풀 출력단 크기가 크면 큰 기생 커패시터를 생성하여 선형증폭단의 대역폭(Bandwidth: BW) 특성을 나쁘게 한다. 또한, 충분한 위상 여유(phase margin)를 가지기 위해 RC 보상 회로를 필요로 한다. 즉, 저항(R)과 커패시터(C)가 OTA 입력단과 푸시-풀 출력단 사이에 추가된다.
- [0061] 따라서, 선형증폭단은 넓은 대역폭을 갖는 신호에 대해서 선형특성을 유지하도록 높은 직류(DC) 이득과 큰 이득 대역폭 곱(Gain Bandwidth Product: GBW)을 유지해야 한다. 또한, RF 전력증폭기(630)에 큰 전류를 공급하기 위한 전류 구동(current driving)이 요구되며, 스위칭증폭단에서 생성되는 리플(ripple) 전류를 보상하기 위해 낮은 출력 저항값을 가져야 하며, 넓은 출력전압을 위해 rail-to-rail 동작이 가능해야 한다.
- [0062] 이에 본 발명에서는 교정 레지스터(604)에 저장된 제2 교정값 즉, 입력 포락선 신호의 실시간 크기에 따라 자동으로 푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 조절하여, 원하는 출력 신호 크기에 맞추어 최적의 푸시-풀 출력단의 크기를 자동 교정하기 위한 값, 그리고 제3 교정 값 즉, PVT 변화에 따른 푸시-풀 출력단의 바이어스 특성이 바뀌는 것을 교정하기 위한 값을 이용하여, 넓은 대역폭을 갖는 신호에 대해서 선형특성을 유지할 수 있다. 또한, 최대 트랜지스터 크기로 설계된 푸시-풀 출력단에 발생할 수 있는 기생 커패시터를 제거하여 선형증폭단의 대역폭(Bandwidth: BW) 특성을 좋게 한다. 여기서, 푸시-풀 출력단의 크기조절은 필요한 전력 셀만 온(on)시키고 불필요한 전력 셀은 오프(off)시킨다.
- [0063] 다른 구현에 따라서, 피드백 경로를 통해 직접 검출된 출력신호(스위칭 증폭단의 출력신호(570) 혹은 선형증폭단의 출력신호(560))를 이용하여, 넓은 대역폭을 갖는 신호에 대해서 선형특성을 유지하고, 기생 커패시터를 제거하여 선형증폭단의 대역폭(Bandwidth: BW) 특성을 좋게 할 수 있다.
- [0064] 한편, 포락선 추적 증폭기를 위한 하이브리드 전원변조기의 출력 부하 저항은 RF 전력증폭기(605)의 드레인 또는 컬렉터에 나타나는 등가저항이다. 상기 전원변조기의 출력 부하 저항은 입력신호의 전력레벨에 따라 크기가

변하게 된다. 특정 부하 저항값에 설계된 선형증폭단의 위상 여유특성은 출력 부하 저항값이 변함에 따라 충분한 위상 여유 특성을 유지하기 어렵다.

- [0065] 이에 본 발명에서는 교정 레지스터(604)에 저장된 제1 교정값 즉, RF 입력신호 크기 레벨에 따른 RF 전력증폭기에서 등가저항의 가변특성으로 인한 선형증폭단(504)의 위상 여유 특성을 교정하기 위한 값(이하 제1 교정값이라 칭함) 혹은 피드백 경로를 통해 검출된 출력신호(스위칭 증폭단의 출력신호 혹은 선형증폭단의 출력신호)를 이용하여, 위상 여유 특성을 유지한다.
- [0066] 상기 제1 교정 값은 RF 전력증폭기에서 등가저항의 가변특성에 따라, OTA 입력단과 푸시-풀 출력단 사이 연결할 저항(R) 값과 해당 커패시터(C) 용량이다.
- [0067] 도 7을 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기의 선형증폭단에서 여러 바이어스 지점으로 동작하는 전력 셀로 이루어진 푸시-풀 출력단을 도시하고 있다.
- [0068] 상기 도 7을 참조하면, 선형증폭단에서 푸시-풀 출력단은 다수 전력 셀로 구성되며, 하나의 전력 셀은 하나의 P형 MOS(Metal-Oxide-Semiconductor) FET (Field Effect Transistor) 및 하나의 N형 MOS FET로 구성된다.
- [0069] 본 발명에서, 상기 푸시-풀 출력단의 바이어스는 교정레지스터(606)에 저장된 레지스터 값(a_0, a_1, \dots, a_{M-1}) 혹은 피드백 경로를 통해 검출된 출력신호(선형증폭단의 출력신호(660) 혹은 스위칭증폭단의 출력신호(670))에 대응되는 디지털신호 바로 사용하여, 다수 바이어스(클래스 A급 바이어스, 클래스 AB급 바이어스, 클래스 B급 바이어스) 중 적당한 하나의 바이어스 방식을 결정한다.
- [0070] 종래에 푸시-풀 출력단은 하나의 P형 MOS FET 및 하나의 N형 MOS FET으로 구성된 하나의 전력 셀로 구성되지만, 상기 도 8과 같이, 본 발명을 위한 푸시-풀 출력단은 다수 P형 MOS FET 및 다수 N-MOS FET로 구성된 다수 전력 셀로 구성된다.
- [0071] 한편, 기지국과 단말기 사이의 거리 및 신호 감쇠량 그리고 채널사용량에 따라 송·수신 전력 세기가 제어된다. ET 전력증폭기 및 EER 전력증폭기에서, RF 전력증폭기의 등가 저항은 RF 입력신호의 크기에 따라 가변한다. 하이브리드 전원변조기에서 RF 전력증폭기로 공급하는 전류량이 적을수록 RF 전력증폭기의 등가 저항은 크다고 볼 수 있다. 따라서, 하기 도 8과 같이 출력신호의 전류량을 검출하여 전류크기에 따라 RC 뱅크(bank)의 보상회로를 제어한다. 상기 RC 뱅크(820)는 OTA 입력단과 푸시-풀 출력단의 각각의 전력 셀 사이 추가할 다수의 저항(R)과 커패시터(C) 페어를 관리한다.
- [0072] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기에서 선형증폭단을 교정하기 위한 장치를 도시하고 있다.
- [0073] 상기 도 8을 참조하면, 선형증폭단은 검출된 아날로그 출력신호를 디지털 신호로 변환하는 아날로그/디지털 변환기(Analog To Digital Converter: ADC)(800, 810) 그리고 위상 여유 조절하기 위해 OTA 입력단과 푸시-풀 출력단(830) 사이 위치할 저항과 커패시터를 관리하는 RC 뱅크(혹은 RC 보상부)(820)로 구성한다.
- [0074] 검출된 스위칭증폭단의 출력신호의 전류성분은 제1 N 비트 ADC(810)를 통해 디지털 정보로 변환된다. 여기서, N은 정수이다. 상기 변환된 디지털 정보는 검출된 출력신호의 전류량에 따라 적절한 RC 보상 값을 가지도록 제어된다. RF 입력신호의 변화에 따른 RF 전력증폭기의 등가 저항에 의한 두 번째 극점(pole) 위치를 제어하여 안정적인 위상 여유를 유지한다. 즉, OTA 입력단과 푸시-풀 출력단(830) 각각의 전력 셀 사이 저항과 커패시터를 추가하여 상기 두 번째 극점(pole) 위치를 제어하게 된다.
- [0075] 또한, 선형증폭단의 푸시-풀 출력단은 RF 전력증폭기로의 큰 전류를 제공하기 위해 큰 트랜지스터 크기를 가지며, 넓은 전압영역을 가지도록 rail-to-rail 동작이 가능해야 한다. 그리고, 효율특성 및 선형특성을 유지하기 위해 클래스 AB 바이어스로 동작한다. 또한, 넓은 대역폭의 포락선 신호를 처리하기 위해 넓은 이득 대역폭 곱(GBW) 특성을 유지해야 한다. 하지만, 큰 트랜지스터 크기로 인한 큰 기생 커패시터는 두 번째 극점 위치를 낮은 주파수영역으로 이동하게 하여 선형증폭단의 동작 주파수 특성을 나쁘게 한다. 기존의 선형증폭단의 푸시-풀 출력단을 이루는 트랜지스터 크기는 최대 출력 전류를 흘려 주기 위한 크기로 고정된다. 하지만, 높은 PAPR(Peak to Average Power Ratio)를 가지는 입력 포락선 신호는 대부분 평균전류를 흘려 주게 된다.

그러므로, 피크(peak) 전류량에 맞추어져 있는 출력단의 트랜지스터 크기는 불필요하게 큰 값을 가지게 된다. 즉, 불필요한 N형 MOS FET 및 P형 MOS FET로 구성된 전력 셀이 구동된다. 그러므로, 큰 트랜지스터 크기는 선형 증폭단의 동작 속도를 느리게 할 뿐만 아니라 불필요한 직류전류를 소모하게 한다.

[0076] 이에, 본 발명에서 푸시-풀 출력단의 출력전류의 크기를 검출하여 출력단의 전력 셀 크기를 교정한다. 예를 들어, 검출된 선형증폭단의 출력신호의 전류성분은 제2 M 비트 ADC(700)를 통해 디지털 정보로 변환된다. 상 변환된 디지털 정보는 검출된 출력전류의 크기에 해당 전력 셀을 on/off 한다. 여기서, M은 정수이다.

[0077] 다시 말해, 푸시-풀 출력단은 다수 전력 셀로 구분되며, 각 전력 셀은 출력신호의 전류량에 따라 적절한 크기를 가지도록 제2 M비트 ADC(800)의 출력 디지털 신호에 의해 제어가 된다. 많은 전류량을 흘려 주어야될 경우, ADC의 출력 디지털 비트들은 온(On)이 되어 모든 전력 셀들을 동작시키며, 적은 전류량을 흘려 주어야될 경우에는 ADC의 일부 출력 디지털 비트가 온(On)되어 불필요한 전력 셀들을 중지시켜, 출력단의 트랜지스터 크기를 조절한다.

[0078] 상술한 바와 같이, 선형증폭단의 푸시-풀 출력단은 큰 전류 용량이 필요한 동시에 높은 효율 특성을 요구한다. 그러므로, 푸시-풀 출력단은 상기 도 4와 같이 클래스 AB 바이어스로 동작하게 하여 높은 효율 특성과 선형 특성을 동시에 가지도록 한다. 하지만, 공정상 발생하게 되는 PVT 변화에 따라 클래스 AB 바이어스는 정확히 동작 영역을 유지하기 어렵다. PVT 변화에 의해 바이어스가 클래스 B 또는 클래스 C 지점으로 변하게 될 수 있다. 따라서, 상기 도 4와 같이 비선형 특성을 될 수 있다.

[0079] 그러므로, 본 발명에서는 PVT 변화에 따라 푸시-풀 출력단의 전력 셀들을 각각 다른 바이어스를 유지하도록 결합한다. 각각의 바이어스에서 동작하는 전력 셀들의 크기는 최적의 효율과 선형성을 유지하는 최적점에 대응한다. 각 전력 셀들 중 클래스 A 지점으로 바이어스된 전력 셀은 PVT 변화에 의해 바이어스 변화가 발생하여도 선형성에 큰 문제가 발생하지 않는다. 그러므로, 효율은 높아지지만 선형특성이 나빠지는 클래스 B,C로 동작하게 되어도 클래스 A로 바이어스된 전력 셀의 동작 특성과 결합이 되어 선형특성을 유지할 수 있게 된다. 그러므로, 본 발명에 의하여 선형단의 출력단은 바이어스 디더링(dithering) 효과가 일어나게 되어 PVT 변화에 둔감하게 되며 안정적으로 동작할 수 있게 된다.

[0080] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 하이브리드 전원변조기를 이용하는 전력증폭기를 포함하는 송신기 동작 흐름도를 도시하고 있다.

[0081] 상기 도 9를 참조하면, 900단계에서 스위칭증폭단의 입력신호와 선형증폭단의 입력신호가 생성된다. 상기 선형증폭단의 입력신호는 포락선 신호와 기준신호로, 상기 기준신호는 상기 선형증폭단의 출력신호가 피드백된 신호이다. 그리고, 상기 스위칭증폭단의 입력신호는 상기 선형증폭단의 출력신호가 된다.

[0082] 이후, 902단계에서 상기 스위칭증폭단의 출력신호 및 상기 선형증폭단의 출력신호를 생성한다. 상기 선형증폭단의 출력신호는 상기 포락선신호와 상기 기준신호가 비교되어 생성되고, 상기 스위칭증폭단은 상기 선형증폭단의 출력신호를 입력받아 출력신호를 생성한다.

[0083] 이후, 904단계에서 상기 스위칭증폭단의 출력신호는 상기 선형증폭단의 출력신호에 따라 제어되어 출력된다. 예를 들어, 상기 스위칭증폭단의 출력신호가 적을 경우 상기 선형증폭단이 상기 스위칭증폭단의 출력단에 전류신호를 제공하고, 상기 스위칭증폭단의 출력신호가 클 경우, 상기 스위칭증폭단의 출력신호 중 일부 전류신호가 상기 선형증폭단으로 흐르게 한다.

[0084] 이후, 검출기는 906단계에서, 상기 선형증폭단의 출력신호와 상기 스위칭증폭단의 출력신호를 검출하여, 검출된 상기 선형증폭단의 출력신호와 상기 스위칭증폭단의 출력신호를 모뎀으로 제공하거나 혹은 상기 선형증폭단에 제공한다.

[0085] 이후, 모뎀 혹은 선형증폭단은 808단계에서 피드백된 상기 선형증폭단의 출력신호와 상기 스위칭증폭단의 출력신호를 기반으로 교정데이터를 생성한다. 예를 들어, 모뎀은 피드백되는 출력신호와 원하는 출력신호를 비교하여, 교정데이터를 결정하고, 선형증폭단은 피드백되는 출력신호에 대응하는 디지털신호를 변환하여 상기 변환된 디지털신호를 교정데이터로 사용한다.

[0086] 상기 교정 데이터는, RF 입력신호 크기 레벨에 따른 RF 전력증폭기에서 등가 저항의 가변특성으로 인한 선형증

폭단(604)의 위상 여유 특성을 교정하기 위한 RC 값(이하 제1 교정 값이라 칭함), 입력 포락선 신호의 크기에 따라 푸시-풀(push-pull) 출력단의 트랜지스터 크기를 조절하기 전력 셀의 on/off 값(이하 제2 교정값이라 칭함), PVT 변화에 따른 푸시-풀 출력단의 바이어스 특성을 지시하는 값(이하 제3 교정값이라 칭함) 중 적어도 하나 이상을 포함한다.

[0087] 이후, 상기 선형증폭단은 910단계에서, 상기 교정데이터에 기반하여 푸시-풀 출력단을 구성하는 전력 셀의 on/off를 제어하고, OTA 입력단과 푸시-풀 출력단 사이의 RC 교정 값을 결정하고, 그리고 푸시-풀 출력단의 바이어스 방식(클래스 A급, AB급, B급 중 하나)을 결정한다.

[0088] 예를 들어, 상기 선형증폭단은 상기 모델로부터 제공받은 교정데이터 및 클럭 신호를 기반으로, 푸시-풀 출력단의 바이어스 방식(클래스 A급, AB급, B급 중 하나)을 결정하고, 또한 상기 검출부로부터 직접 피드백된 출력 신호에 대응하는 디지털신호를 기반으로, 푸시-풀 출력단을 구성하는 전력 셀의 on/off를 제어하고, OTA 입력단과 푸시-풀 출력단 사이의 RC 교정 값을 결정한다.

[0089] 이후, 본 발명의 절차를 종료한다.

[0090] 본 발명에서는 전원변조기의 선형증폭단의 출력신호와 스위칭증폭단의 출력신호를 검출하여, 선형증폭단을 구성하는 소자 혹은 구성요소 특성을 변경하여 교정하는 실시 예를 설명하였지만, 전원변조기의 선형증폭단의 출력신호와 스위칭증폭단의 출력신호를 검출하여, 스위칭증폭단을 구성하는 소자 혹은 구성요소 특성을 변경하여 교정할 수도 있다. 혹은, 전원변조기의 선형증폭단의 출력신호와 스위칭증폭단의 출력신호를 검출하여, 선형증폭단 및 스위칭증폭단을 구성하는 소자 혹은 구성요소 특성을 변경하여 교정할 수도 있다.

[0091] 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 일반 전원변조기를 이용하는 전력증폭기를 포함하는 송신기 동작 흐름도를 도시하고 있다.

[0092] 상기 도 10을 참조하면, 모델(510)은 1000단계에서 입력신호의 포락 성분을 전원변조기(500)로 제공한다. 초기 입력신호가 없을 때는, 모델(510) 자체에서 시험신호(test signal)를 전원변조기(500)를 제공한다.

[0093] 이후, 상기 전원변조기(500)는 1002단계에서 상기 모델(510)으로부터 제공받은 입력신호의 포락 성분 혹은 시험신호(test signal)를 이용하여, RF 전력증폭기(530)를 구동시키기 위한 출력신호를 생성한다.

[0094] 다시 말해, 송신기가 동작 중에 모델(510)에서 입력신호를 공급할 때는 입력신호의 포락 성분이 전원변조기(500)로 제공되어 전원변조기(500)를 교정하기 위한 교정신호로 사용되고, 송신기가 초기 전원이 공급될 때 (power on) 입력신호가 없는 경우에, 모델(510)에서 자체 시험신호(test signal)가 상기 전원변조기(500)로 제공되어 상기 전원변조기(500)를 교정하기 위한 교정신호로 사용될 수 있다.

[0095] 이후, 상기 검출기(550)는 1004단계에서 상기 전원변조기(500)의 출력신호를 검출하여, 검출된 출력신호를 상기 모델(510) 혹은 상기 전원변조기(500)로 피드백한다.

[0096] 이후, 상기 모델(510)은 1006단계에서 상기 검출기(550)로부터 피드백된 출력신호와 원하는 출력신호를 비교하여, 교정데이터를 생성한 후 SPI를 통해 상기 전원변조기(500)로 제공한다. 이때, 교정데이터 및 클럭 신호가 함께 SPI를 통해 전원변조기(500)로 제공된다.

[0097] 한편, 상기 전원변조기(500)는 1008단계에서 상기 검출기(550)로 피드백된 출력신호를 디지털신호로 변환한다. 상기 변환된 디지털신호는 바로 교정데이터로 사용될 수 있다.

[0098] 이후, 상기 전원변조기(500)는 1010단계에서 상기 모델(510)으로부터 제공받은 클럭 신호(교정명령 지시자)와 교정데이터를 이용하여, 상기 전원변조기(530)의 특성을 교정한다. 상기 전원변조기(530)의 특성을 교정한다는 것은 상기 전원변조기(530)의 성능을 결정짓는 파라미터를 교정하는 것을 의미한다.

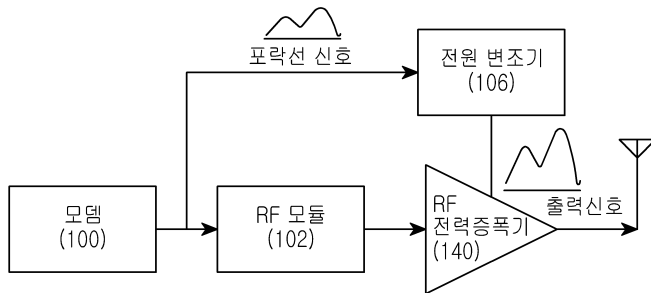
[0099] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

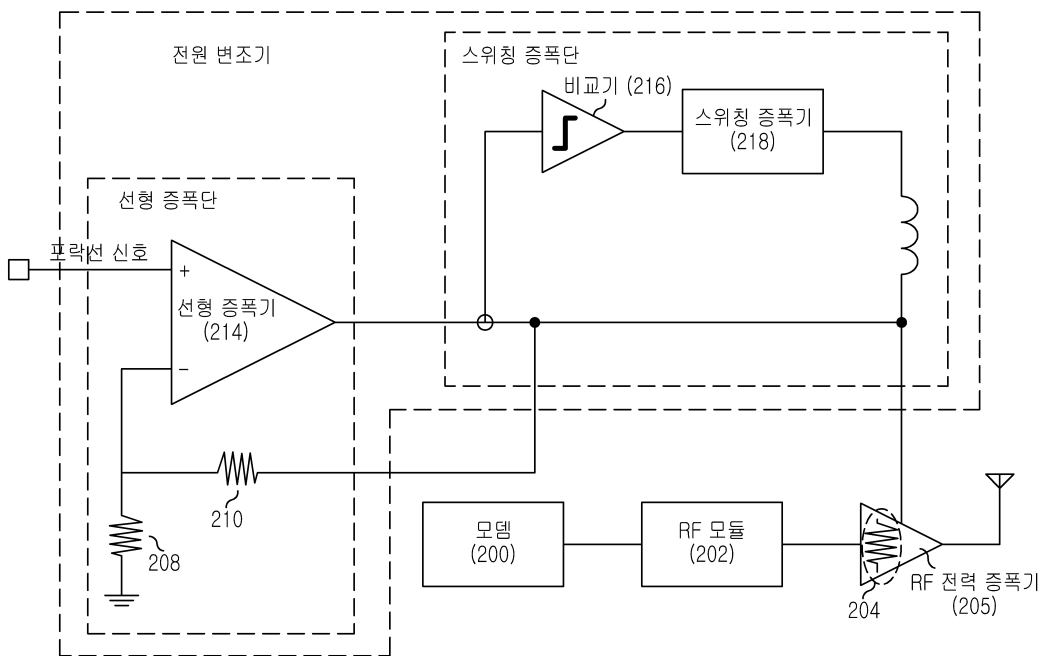
[0100] 600: 전원변조기, 606: 교정레지스터, 602: 스위칭증폭단, 604: 선형증폭단, 30: RF 전력증폭기, 650: 검출기.

도면

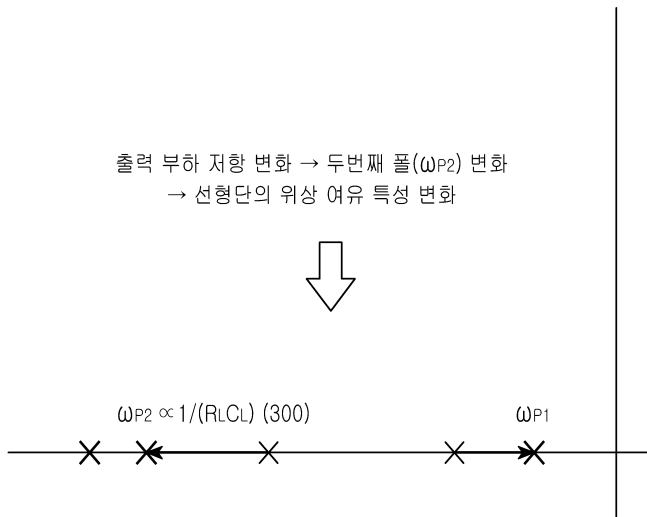
도면1



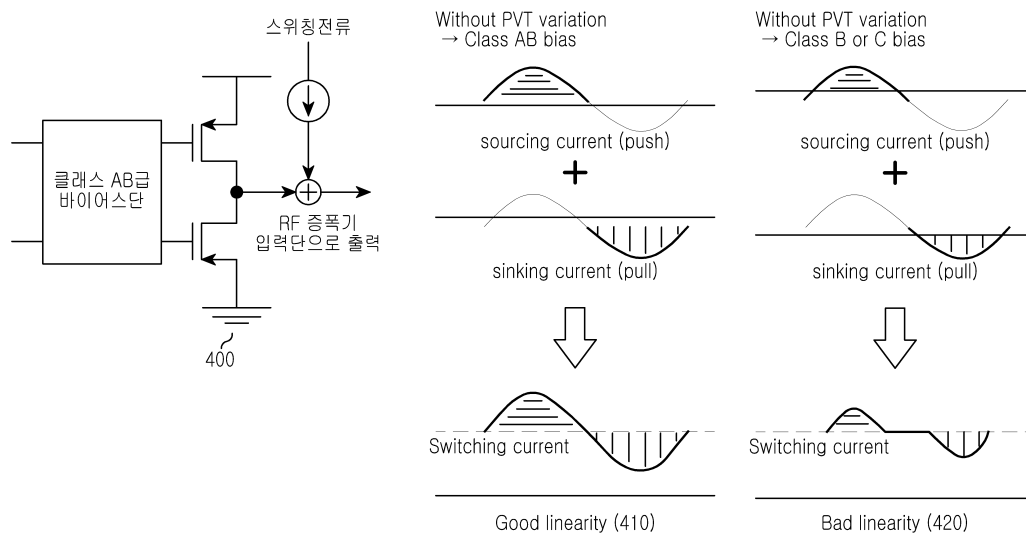
도면2



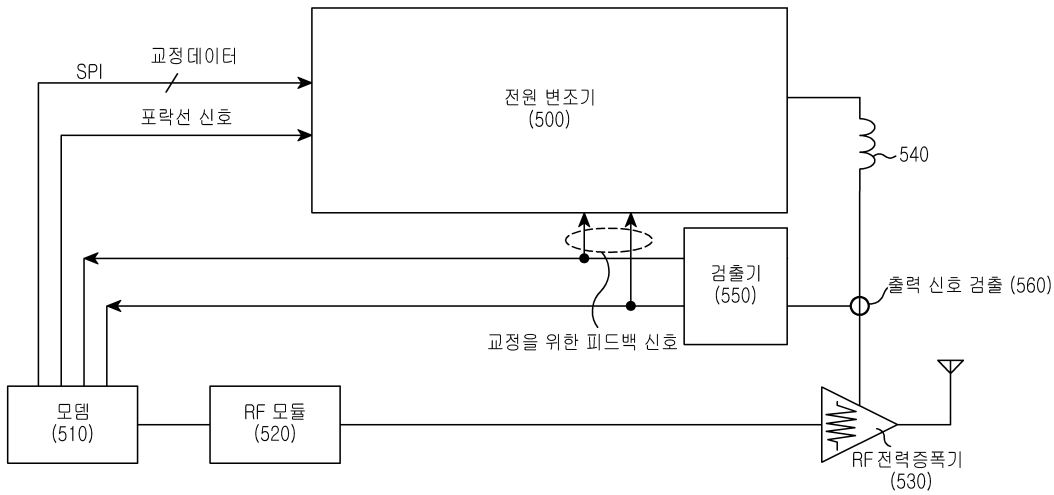
도면3



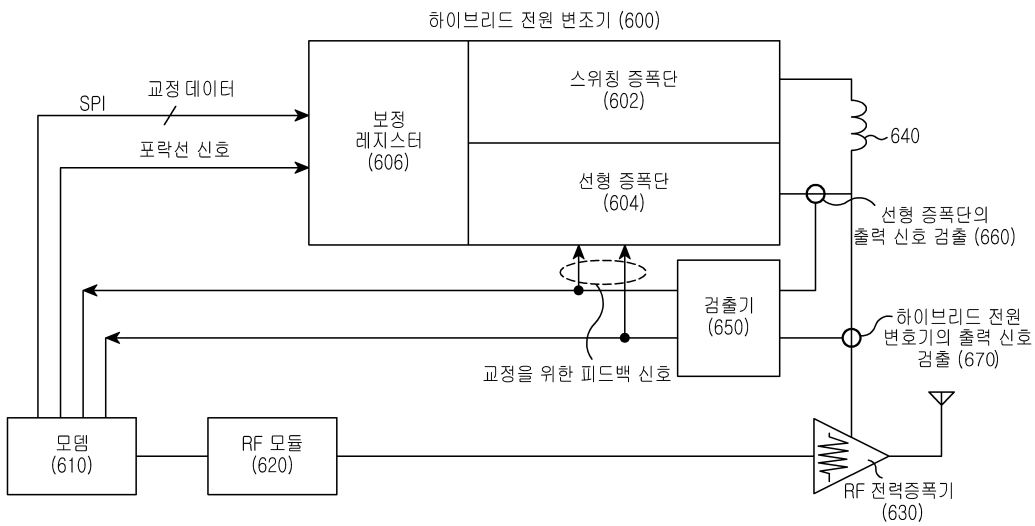
도면4



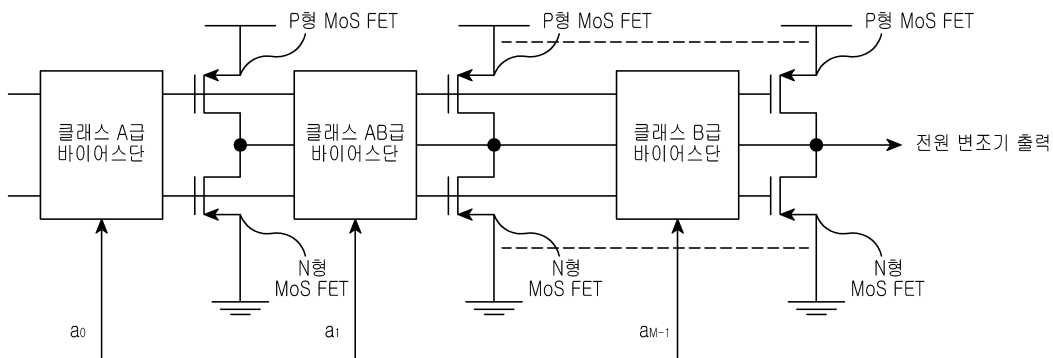
도면5



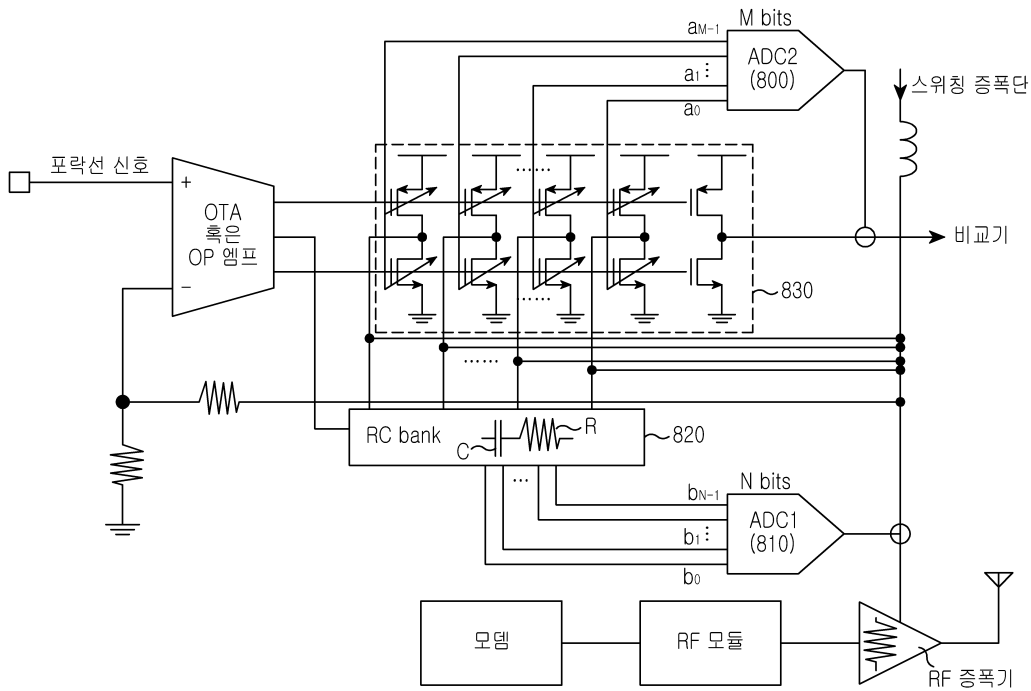
도면6



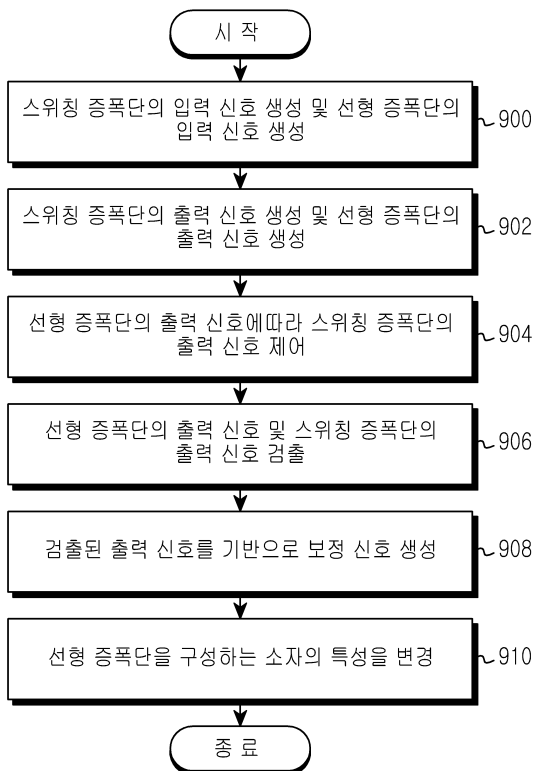
도면7



도면8



도면9



도면10

