



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0041887
(43) 공개일자 2013년04월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03F 3/04 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7000142
(22) 출원일자(국제) 2011년05월12일
심사청구일자 2013년01월07일
(85) 번역문제출일자 2013년01월03일
(86) 국제출원번호 PCT/US2011/036323
(87) 국제공개번호 WO 2011/152978
국제공개일자 2011년12월08일
(30) 우선권주장
12/794,670 2010년06월04일 미국(US)

(71) 출원인
퀀탄스, 인코포레이티드
미국, 캘리포니아 94403, 산 마테오, 스위트 125,
캠퍼스 드라이브 2755
(72) 발명자
드로기, 서지, 프랑코이스
미국, 캘리포니아 94403, 산 마테오, 스위트 125,
캠퍼스 드라이브 2755, 퀀탄스 인코포레이티드 내
토마스, 마틴
미국, 캘리포니아 94403, 산 마테오, 스위트 125,
캠퍼스 드라이브 2755, 퀀탄스 인코포레이티드 내
(74) 대리인
김영철, 김 순 영

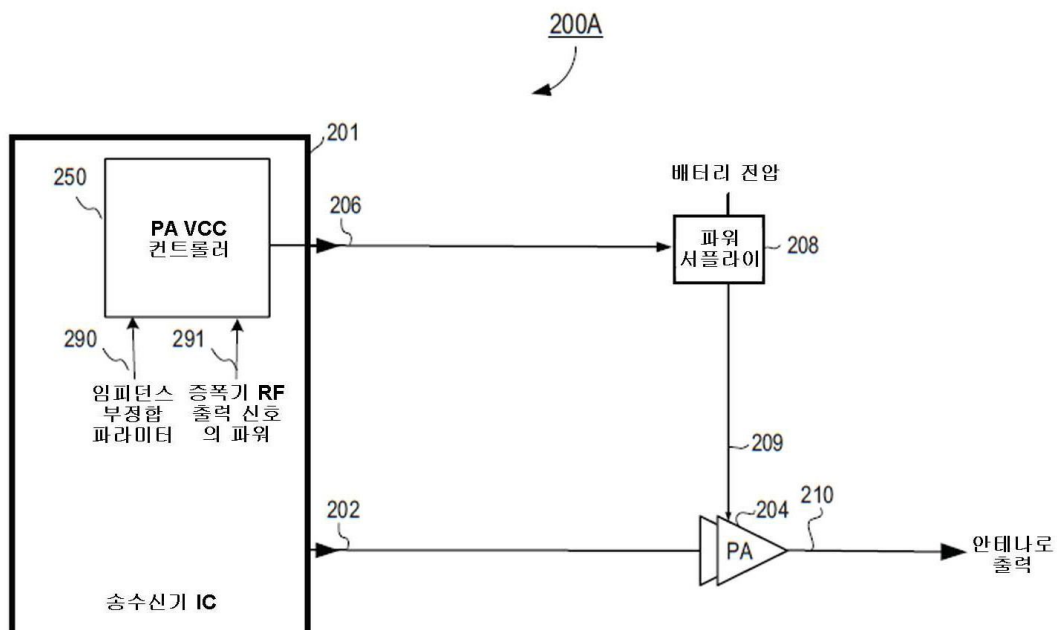
전체 청구항 수 : 총 35 항

(54) 발명의 명칭 부정합에 대한 내성을 가진 RF 파워 증폭기 회로

(57) 요약

무선주파수(RF) 파워 증폭기 시스템은 파워 증폭기(PA)의 RF 출력 신호의 측정된 또는 추정된 파워에 응답하여, 적응적으로 PA에 제공되는 서플라이 전압을 조절한다. RF PA 시스템은 안테나로 전송하기에 적합한 레벨의 RF 출력 신호를 발생시키기 위해 RF 입력 신호를 수신하고 증폭하는 파워 증폭기(PA)를 포함한다. PA 서플라이 전압 컨트롤러는 PA의 최종단으로의 서플라이 전압을 컨트롤하기 위해 사용되는 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시킨다. 서플라이 전압 컨트롤 신호는 PA RF 출력 신호의 측정된 또는 추정된 파워에 응답하여 발생되고, 또한 PA 출력부에서 경험하는 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터에 응답할 수 있다. RF PA로의 이러한 서플라이 전압을 컨트롤함으로써, PA의 효율이 향상된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1

무선주파수(RF) 파워 증폭기 시스템으로서,

RF 출력 신호를 발생시키기 위해 RF 입력 신호를 수신하고 증폭하도록 구성된 파워 증폭기;

상기 파워 증폭기에 연결되어 있고, 상기 파워 증폭기의 상기 RF 출력 신호의 파워 및 상기 파워 증폭기의 출력 부에서의 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터에 응답하여 상기 파워 증폭기로의 서플라이 전압을 컨트롤하기 위한 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시키도록 구성된 파워 증폭기 VCC 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 서플라이 전압은 상기 파워 증폭기의 최종단 내의 출력 트랜지스터에 배타적으로 파워를 전달하는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 파워 증폭기에 의해 소비되는 파워의 50% 초과인 파워가 상기 서플라이 전압에 의해 상기 파워 증폭기로 전달되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 파워 증폭기 VCC 컨트롤러는 상기 RF 출력 신호의 추정된 순간 엔벨로프 파워에 응답하여 상기 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 RF 출력 신호의 상기 추정된 순간 엔벨로프 파워는 상기 파워 증폭기로의 입력 파워 및 상기 파워 증폭기의 이득 추정값으로부터 결정되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 파워 증폭기 VCC 컨트롤러는 상기 RF 출력 신호의 추정된 평균 엔벨로프 파워 및 상기 RF 출력 신호의 피크대평균비에 응답하여 상기 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 전압 이득과 포워드 파워 이득 간의 차이 또는 비율로 결정되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 상기 파워 증폭기 VCC 컨트롤러는 상기 RF 출력 신호의 측정된 순간 엔벨로프 파워에 응답하

여 상기 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시키는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 9

제 1 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 측정된 파워 이득과 기대 파워 이득 간의 차이 또는 비율로 결정되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 10

제 1 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 측정된 파워 효율과 기대 파워 효율 간의 차이 또는 비율로 결정되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 상기 포워드 파워와 상기 반사된 파워 간의 위상차로 결정되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 12

제 11 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 포워드 파워와 반사된 파워 간의 크기차에 따라 더 조절되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 13

제 1 항에 있어서, 상기 RF 입력 신호와 상기 RF 출력 신호의 위상간의 위상차를 지시하는 위상 오차 신호를 결정하고, 상기 파워 증폭기에 의해 발생하는 위상 왜곡을 줄이기 위해 상기 위상 오차 신호를 기초로 상기 RF 입력 신호의 위상을 조절하는 위상 컨트롤 루프를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서, 상기 파워 증폭기 VCC 컨트롤러는 RF 입력 신호의 반송 주파수 또는 주변 온도를 기초로 상기 서플라이 전압 컨트롤 신호를 더 조절하는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 15

무선주파수(RF) 파워 증폭기 시스템으로서,

RF 출력 신호를 발생시키기 위해 RF 입력 신호를 수신하고 증폭하도록 연결된 파워 증폭기;

상기 파워 증폭기의 출력부에 연결된 임피던스 변성기;

상기 파워 증폭기에 연결되어 있고, 상기 파워 증폭기의 상기 RF 출력 신호의 파워에 응답하여 상기 파워 증폭기로의 서플라이 전압을 컨트롤하기 위한 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시키도록, 그리고 상기 파워 증폭기의 상기 출력부에서의 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터에 응답하여 상기 임피던스 변성기의 임피던스를 컨트롤하기 위한 튜닝 조절 컨트롤 신호를 발생시키도록 구성된 파워 증폭기 VCC 컨트롤러를 포함하는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 서플라이 전압은 상기 파워 증폭기의 최종단 내의 출력 트랜지스터에 배타적으로 파워를 전달하는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 17

제 15 항에 있어서, 상기 파워 증폭기에 의해 소비되는 파워의 50% 초과와 파워가 상기 서플라이 전압에 의해 상기 파워 증폭기로 전달되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 18

제 15 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 전압 이득과 포워드 파워 이득 간의 차이 또는 비율로 결정되는 것을 특징으로 하는 RF 파워 증폭기 시스템.

청구항 19

RF 출력 신호를 발생시키기 위해 RF 입력 신호를 수신하고 증폭하도록 구성된 파워 증폭기를 컨트롤하는 방법으로서,

상기 파워 증폭기의 상기 RF 출력 신호의 파워 및 상기 파워 증폭기의 출력부에서의 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터를 결정하는 단계; 및

상기 RF 출력 신호의 상기 결정된 파워 및 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터에 응답하여 상기 파워 증폭기로의 서플라이 전압을 컨트롤하기 위한 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서, 상기 서플라이 전압은 상기 파워 증폭기의 최종단 내의 출력 트랜지스터에 배타적으로 파워를 전달하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 21

제 19 항에 있어서, 상기 파워 증폭기에 의해 소비되는 파워의 50% 초과와 파워가 상기 서플라이 파워에 의해 상기 파워 증폭기로 전달되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 22

제 19 항에 있어서, 상기 서플라이 전압 컨트롤 신호는 상기 RF 출력 신호의 추정된 순간 엔벨로프 파워에 응답하여 발생하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 23

제 22 항에 있어서, 상기 RF 출력 신호의 상기 추정된 순간 엔벨로프 파워는 상기 파워 증폭기로의 입력 파워 및 상기 파워 증폭기의 이득 추정값으로부터 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 24

제 19 항에 있어서, 상기 서플라이 전압 컨트롤 신호는 상기 RF 출력 신호의 추정된 평균 엔벨로프 파워 및 상기 RF 출력 신호의 피크대평균비에 응답하여 발생하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 25

제 19 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 전압 이득과 포워드 파워 이득 간의 차이 또는 비율로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서, 상기 서플라이 전압 컨트롤 신호는 상기 RF 출력 신호의 측정된 순간 엔벨로프 파워에 응답하여 발생하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 27

제 19 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 측정된 파워 이득과 기대 파워 이득 간의 차이 또는 비율로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 28

제 19 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 측정된 파워 효율과 기대 파워 효율 간의 차이 또는 비율로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 29

제 19 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 포워드 파워와 반사된 파워 간의 위상차로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 30

제 29 항에 있어서, 상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터는 상기 파워 증폭기의 상기 포워드 파워와 상기 반사된 파워 간의 크기차에 따라 더 조절되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 31

제 19 항에 있어서,

상기 RF 입력 신호와 상기 RF 출력 신호의 위상간의 위상차를 지시하는 위상 오차 신호를 발생시키는 단계; 및
상기 파워 증폭기에 의해 발생하는 위상 왜곡을 줄이기 위해 상기 위상 오차 신호를 기초로 상기 RF 입력 신호의 위상을 조절하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 32

제 19 항에 있어서, 상기 서플라이 전압 컨트롤 신호는 상기 RF 입력 신호의 반송 주파수 또는 주변 온도를 기

초로 더 조절되는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 33

RF 출력 신호를 발생시키기 위해 RF 입력 신호를 수신하고 증폭하도록 구성된 파워 증폭기를 컨트롤하는 방법으로서,

상기 파워 증폭기의 상기 RF 출력 신호의 파워 및 상기 파워 증폭기의 출력부에서의 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터를 결정하는 단계;

상기 RF 출력 신호의 상기 결정된 파워에 응답하여 상기 파워 증폭기로의 서플라이 전압을 컨트롤하기 위한 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시키는 단계; 및

상기 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터에 응답하여 상기 파워 증폭기의 상기 출력부에 연결된 임피던스 변성기의 임피던스를 컨트롤하기 위한 튜닝 조절 컨트롤 신호를 발생시키는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 34

제 33 항에 있어서, 상기 서플라이 전압은 상기 파워 증폭기의 최종단 내의 출력 트랜지스터에 배타적으로 파워를 전달하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 35

제 33 항에 있어서, 상기 파워 증폭기에 의해 소비되는 파워의 50% 초과인 파워가 상기 서플라이 전압에 의해 상기 파워 증폭기로 전달되는 것을 특징으로 하는 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 RF PA(무선 주파수 파워 증폭기, Radio Frequency Power Amplifier)를 컨트롤하는 회로에 관한 것이고, 더욱 상세하게는 RF PA의 서플라이 전압을 조절하는 RF PA 컨트롤러 회로에 관한 것이다.

배경기술

[0002] RF(무선 주파수, Radio Frequency) 송신기 및 RF 파워 증폭기(Power Amplifier)는 셀룰러폰, 랩탑 컴퓨터 및 다른 전자장치와 같은 휴대용 전자장치에서 널리 사용된다. RF 송신기 및 RF 파워 증폭기는 이러한 장치에서 RF 신호를 증폭하고 멀리 전송하기 위해 사용된다. RF PA는 이러한 전자장치에서 전력소비의 가장 중요한 원인 중 하나이고, 그것의 효율은 이러한 휴대용 전자장치의 배터리 수명에 상당한 영향을 미친다. 예를 들어, 셀룰러폰 제조업체는 RF PA의 효율이 셀룰러폰의 배터리 수명 및 통화 시간을 결정하는 가장 중요한 요인 중 하나이기 때문에, RF PA 시스템의 효율을 높이기 위해 많은 노력을 기울이고 있다.

[0003] 도 1은 송신기 집적회로(TXIC; transmitter integrated circuit)(102), 및 외부 파워 증폭기(PA)(104)를 포함하는 종래의 RF 송신기 회로를 도시한다. 몇몇 경우에, TXIC(102)와 PA(104) 사이에 필터가 존재할 수 있다. 예를 들어, RF 송신기 회로는 UMTS(Universal Mobile Telephony System) 또는 CDMA(Code Division Multiple Access)와 같은 하나 이상의 셀룰러폰 표준(변조 기술)을 사용하여 셀룰러폰 기기에 포함될 수 있으나, RF 송신기 회로는 임의의 다른 타입의 RF 전자장치에도 포함될 수 있다. 단지 설명의 목적으로, RF 송신기 회로는 셀룰러폰 기기의 일부인 것으로 본 명세서에서 서술될 것이다. TXIC(102)는 PA(104)에 의해 증폭되고, (도시되지 않은) 안테나에 의해 멀리 전송될 RF 신호(106)를 발생시킨다. 예를 들어, RF 신호(106)는 UMTS 또는 CDMA 표준에 따라 TXIC(102)에 의해 변조된 RF 신호일 수 있다.

- [0004] RF 파워 증폭기(104)는 일반적으로 RF 파워 증폭기(104)의 마지막 증폭단인 (도시되지 않은) 출력 트랜지스터를 포함한다. RF 변조 신호(106)가 PA(104)에 의해 증폭될 때, 출력 트랜지스터는 RF 변조 신호(106)를 왜곡시켜 입력 신호(106)보다 출력 신호(110)에서 더 넓은 스펙트럼 점유를 야기한다. RF 스펙트럼이 셀룰러폰 사용자들 사이에서 공유되기 때문에, 넓은 스펙트럼 점유는 바람직하지 않다. 그러므로, 셀룰러폰 표준은 전형적으로 수용가능한 왜곡의 크기를 규제하여, 출력 트랜지스터가 높은 선형성 요구를 충족할 것을 요구한다. 이에 관하여, RF 입력 신호(106)가 진폭 변조될 때, PA(104)의 출력 트랜지스터는 RF 입력 신호(106)가 전송되는 피크(peak) 파워에서 선형성을 유지하는 방식으로 바이어싱될(biased) 필요가 있다. 이는 전형적으로 바이어싱이 피크 파워 레벨에서 수용가능한 왜곡을 위해 고정 유지되므로, RF 입력 신호(106)의 진폭의 오프피크(off-peak)동안 파워의 낭비를 야기한다.
- [0005] 특정한 RF 변조 기술은 훨씬 더 높은 스펙트럼 효율을 필요로 하도록 발전하였고, 그로 인해 PA(104)가 더 높은 파워 효율을 희생하게 만들었다. 예를 들어, PA(104)의 출력 트랜지스터의 피크 파워에서의 효율이 60% 보다 클 수 있으나, WCDMA와 같은 변조 포맷이 특정한 타입의 코딩과 함께 사용될 때, PA(104)의 효율은 30% 아래로 떨어진다. 이러한 성능 변화는 PA(104) 내의 RF 트랜지스터가 RF 입력 신호(106)의 진폭의 오프피크(off-peak)동안 거의 고정된 바이어스로 유지된다는 사실에 기인한다.
- [0006] PA(104) 내의 효율 이득을 제공하기 위한 몇몇 종래 기술이 존재한다. 하나의 종래기술은 스위치 모드 파워 서플라이(SMPS)(112)와 같은 파워 서플라이에 의해 제공되는 PA(104)로의 서플라이 전압(108)을 낮춤으로써 PA(104) 내의 효율을 향상시킨다. 더 낮은 서플라이 전압(108)을 사용함으로써, PA(104)가 포화점(saturation point)에 더 근접하게 동작하기 때문에 PA(104)는 증가된 파워 효율로 동작한다. 그러나, 서플라이 전압(108)은 너무 낮게 감소될 수 없는데, 이는 PA(104)가 충분하지 못한 전압 헤드룸(headroom)과 함께 동작하게 하여, 수용할 수 없는 왜곡을 야기하기 때문이다. 앞서 서술한 바와 같이, 이러한 왜곡은 전송되는 신호로부터의 에너지를 인접한 채널로 스퍼(spill over)하게 하여, 스펙트럼 점유를 증가시키고 이웃한 채널 내에서 동작하는 무선신호에 대한 간섭을 일으킬 수 있다. 그러므로, 최적의 서플라이 전압은 PA가 우수한 효율과 수용가능한 왜곡의 균형을 맞추도록 선택되어야 한다.
- [0007] 하나의 종래의 방법은 PA(104)로의 서플라이 전압(108)을 낮추기 위해 스위치 모드 파워 서플라이(SMPS; Switch Mode Power Supply)(112)와 같은 고정 출력 전압 감압(step-down) 레귤레이터를 사용하는 것이다. 그러나, 고정 파워 서플라이 전압을 선택하는 것은 다양한 애플리케이션에서 충분하지 못하다. 예를 들어, 대부분의 셀룰러 시스템에서, 기지국이 네트워크 성능을 향상시키기 위해 셀룰러 핸드셋에 기지국의 전송되는 파워를 조절하도록 명령하기 때문에, 또는 핸드셋이 그것의 전송되는 정보율을 변경하기 때문에, PA 출력 파워는 빈번하게 변경된다. PA 출력 파워가 변할 때, (앞서 서술한 바와 같은) PA에 대한 최적 서플라이 전압도 변한다.
- [0008] 그러므로, 몇몇 시스템에서, RF 출력 신호(110)의 기대 파워가 먼저 결정되고, 그 다음 파워 서플라이 전압(108)이 기대 파워에 따라 조절된다. 서플라이 전압(108)을 적응적으로(adaptively) 조절함으로써, PA(104)의 효율은 다양한 PA 출력 파워 레벨에 걸쳐 증가된다. 종래의 방법은 RF 출력 신호(110)의 파워가 전달된 RF 입력 신호(106)의 파워로부터 추정되는 "오픈 루프" 방식으로, RF 출력 신호(110)의 기대 파워를 추정한다. 그러나, RF 출력 신호(110)의 파워의 추정값은 여전히 서플라이 전압(108)을 적절하게 조절하는데 충분하지 못하다. 예를 들어, PA에 대한 최적의 서플라이 전압을 추정하기 위해 피크대평균비(peak-to-average ratio)(PAR)를 알 필요가 있다. PAR은 변조된 RF 출력 신호(110) 내의 평균 진폭과 피크 진폭의 차이를 의미한다. 더 높은 PAR과 함께, RF 출력 신호(110)의 피크 전압 스윙(swing)을 수용하기 위해 더 높은 서플라이 전압이 요구된다. 다수의 현대의 셀룰러 시스템은 변조의 PAR을 실시간으로 변경하여, 그에 따라 서플라이 전압이 조절될 것을 요구한다. 그러므로, PA 출력 파워의 추정값을 기초로 PA(104)의 서플라이 전압(108)을 조절하는 종래의 방법은 이러한 셀룰러 시스템에 적합하지 않다.
- [0009] 또한, PA(104)에 제공되는 부하(load)는 다른 심각한 문제점을 부과한다. PA(104)는 통상적으로 필터 및 안테나로 이루어진 회로를 구동한다. 이러한 회로는 전형적으로 50옴 범위 정도의 공칭 임피던스(nominal impedance)를 가진다. 그러나, 이 회로의 임피던스는 때때로 공칭값에서 근본적으로 변할 수 있다. 예를 들어, 안테나가 터치되거나 셀룰러 기기가 금속면 상에 놓여진다면, 안테나의 임피던스가 변하고, 임피던스 변화를 PA(104)로 다시 반사한다. PA(104)에 연결된 회로의 임피던스 변화는 이러한 회로로 공급되는 RF 출력 신호(110)의 왜곡을 방지하기 위해, PA(104)로의 서플라이 전압의 변화를 필요로 할 수 있다. 그러나, 앞서 서술한 종래의 방법은 회로의 임피던스 변화에 응답하여 서플라이 전압을 조절하지 않는다.
- [0010] PA(104)의 출력부에서의 임피던스 변화의 문제점을 PA(104)로의 최적의 서플라이 전압보다 더 높은 전압을 일정

하게 제공함으로써 피할 수 있으나, 더 높은 서플라이 전압은 덜 효율적인 PA(104)를 야기한다. 즉, 종래의 PA 컨트롤러는 증폭된 RF 신호의 왜곡을 수용가능한 레벨로 유지하면서 PA 효율을 최대화하기 위해, PA의 출력 임피던스의 상태에 응답하여, PA에 대한 파워 서플라이를 조절할 수 없다.

발명의 내용

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 실시예는 PA의 RF 출력 신호의 측정된 또는 추정된 파워에 응답하여, 적응적으로(adaptively) PA로 제공되는 서플라이 전압을 조절하는 무선주파수(RF) 파워 증폭기 시스템을 포함한다. RF PA 시스템은 안테나로의 전송에 적합한 레벨의 RF 출력 신호를 발생시키기 위해 RF 입력 신호를 수신하고 증폭하는 파워 증폭기(PA)를 포함한다. PA VCC(서플라이 전압) 컨트롤러는 PA의 최종단으로의 서플라이 전압을 컨트롤하기 위해 사용되는 서플라이 전압 컨트롤 신호를 발생시킨다. 서플라이 전압 컨트롤 신호는 PA RF 출력 신호의 측정된 또는 추정된 파워에 응답하여 발생되고, 또한 PA 출력부에서 겪게 되는 임피던스 부정합을 지시하는 측정된 파라미터에 응답할 수 있다. RF PA로의 이러한 서플라이 전압을 컨트롤함으로써, PA의 효율이 향상된다.
- [0012] 하나의 실시예에서, 서플라이 전압 컨트롤 신호는 PA의 RF 출력 신호의 평균 파워에 응답하여, 그리고 PA의 RF 출력 신호의 피크대평균비(peak-to-average ratio)에 응답하여 발생된다. 다른 실시예에서, 서플라이 전압 컨트롤 신호는 PA의 RF 출력 신호의 순간 파워 엔벨로프(envelope)에 응답하여 발생된다.
- [0013] 다른 실시예에서, 위상 보정 루프(phase correction loop)가 RF PA 시스템에 추가되는데, 이 위상 보정 루프는 RF 입력 신호와 RF 출력 신호의 위상간의 위상차를 나타내는 위상 오차 신호를 발생시키고, PA 서플라이 전압이 조절될 때 일어날 수 있는 파워 증폭기에 의해 발생하는 위상 왜곡을 줄이기 위해 위상 오차 신호를 기초로 PA로의 RF 입력 신호의 위상을 조절한다.
- [0014] 다른 실시예에서, PA VCC 컨트롤러는 PA 임피던스 조절 컨트롤러로 대체되고, PA로의 서플라이 전압이 아니라 PA의 출력부에 있는 임피던스 조절 회로가 조절된다. 임피던스 조절 컨트롤러는 PA의 RF 출력부에 있는 임피던스 변성기를 컨트롤하기 위해 사용되는 임피던스 컨트롤 신호를 제공한다. 임피던스 컨트롤 신호는 PA 출력부에서 겪게 되는 임피던스 부정합을 지시하는 측정된 파라미터에 응답한다. 이러한 임피던스 변성기를 컨트롤함으로써, 안테나의 임피던스 공칭값에 근접한 임피던스가 PA의 출력부에 제공되고, 그러므로 PA의 효율이 향상된다.
- [0015] 본 명세서에 서술된 특징 및 장점은 포괄적인 것이 아니고, 특히 다양한 추가적인 특징 및 장점은 도면, 명세서, 및 청구항을 본 당업자들에게 명백할 것이다. 또한, 본 명세서에 사용된 언어가 대체로 판독성 및 설명을 목적으로 선택된 것이며, 본 발명을 정확하게 서술하고 경계를 정하기 위해 선택된 것이 아님을 이해해야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 본 발명의 교시는 첨부된 도면과 함께 아래의 상세한 설명을 읽음으로써 쉽게 이해될 수 있다.
- 도 1은 종래의 RF 송신기 시스템을 도시한다.
- 도 2a는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러를 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.
- 도 2b는 부가적인 세부사항과 함께, 본 발명의 하나의 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러를 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.
- 도 3a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.
- 도 3b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.
- 도 3c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.
- 도 3d는 본 발명의 제4 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.

도 3e는 본 발명의 제5 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.

도 3f는 본 발명의 제6 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.

도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 PA 임피던스 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다.

도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 이득 감지 블록의 세부사항을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 도면 및 아래의 설명은 단지 예시를 위한 본 발명의 바람직한 실시예에 관한 것이다. 아래의 설명으로부터, 본 명세서에 서술된 구조 및 방법의 대안의 실시예들이 청구된 발명의 원리를 벗어나지 않고 채용될 수 있는 실행 가능한 대안으로서 쉽게 알 수 있음을 이해해야 한다.
- [0018] 이제, 본 발명의 몇가지 실시예를 참조할 것인데, 그 예는 첨부된 도면에 도시되어 있다. 실제로 유사한 또는 동일한 참조번호는 도면 어디에서든 사용될 수 있는데, 이는 유사한 또는 동일한 기능을 나타낼 수 있다. 도면들은 단지 예시의 목적으로 본 발명의 실시예들을 도시한다. 당업자들은 본 명세서에 서술된 구조 및 방법의 대안의 실시예가 본 명세서에 서술된 본 발명의 원리를 벗어나지 않고 채용될 수 있음을 아래의 설명으로부터 쉽게 알게 될 것이다.
- [0019] 일반적으로, 무선주파수(RF) 파워 증폭기 시스템은 PA의 RF 출력 신호의 측정된 또는 추정된 파워에 응답하여, 적응식으로(adaptively) PA로 제공되는 서플라이 전압을 조절하도록 구성된다. PA로의 서플라이 전압은 또한 PA의 출력부에서 겪게 되는 임피던스 부정합을 지시하는 측정된 파라미터에 응답하여 조절될 수 있다. RF PA로의 서플라이 전압을 컨트롤 함으로써, PA의 효율이 향상된다. 대안으로서, RF PA 시스템은 PA 출력부에서 겪게 되는 임피던스 부정합을 지시하는 측정된 파라미터에 응답하여, PA의 출력부에서 본 임피던스를 컨트롤하도록 구성될 수 있다. 임피던스를 컨트롤함으로써, 안테나의 임피던스의 공칭값에 근접한 임피던스가 PA의 출력부에서 존재하고, 그러므로 PA의 효율이 향상된다.
- [0020] 도면으로 돌아가면, 도 2a는 본 발명의 구성요소를 설명하는 RF 파워 증폭기(PA) 시스템(200A)을 도시한다. 송수신기 IC(201)는 RF 입력 신호(202)를 PA(204)에 제공하고, PA(204)는 출력부(210)로의 이 신호를 최종적으로 (도시되지 않은) 안테나로 통과시키기에 적합한 레벨로 증폭시킨다. PA(204)로의 서플라이 전압(209)은 조절 가능한 파워 서플라이(208)에 의해 제공된다. 파워 서플라이(208)의 출력 전압은 PA VCC(서플라이 전압) 컨트롤러(250)에 의해 컨트롤된다. PA VCC 컨트롤러(250)은 파워 증폭기의 RF 출력 신호의 파워(291) 및 파워 증폭기의 출력부에서의 임피던스 부정합을 지시하는 파라미터(290)에 응답하여 파워 서플라이(208)의 출력 전압(209)을 조절한다.
- [0021] 도 2b는 PA(204)에 급전하는 파워 서플라이(208)로부터의 출력 전압(209)을 컨트롤하는 VCC 컨트롤 신호(206)를 발생시키기 위한 PA VCC 컨트롤러(250)를 포함하는 RF 파워 증폭기(PA) 시스템(200B)을 도시한다. VCC 컨트롤러(250)는 본 발명의 하나의 실시예에 따른 다수의 입력에 응답하여 VCC 컨트롤 신호(206)를 발생시킨다. 본 예에서, PA VCC 컨트롤러(250)는 송수신기 IC(201) 내에 포함된다. 송수신기 IC(201)는 아래에서 설명될 기저대역 신호 발생 블록(270), RF 주파수 변환 블록(271), 및 다양한 계산 블록(272, 273 및 276)을 더 포함하는 혼합 신호 IC이다.
- [0022] 메인 전송 신호 경로는 전송될 기저대역 변조 신호가 디지털식으로 발생되는, 기저대역 신호 발생 블록(270)에서 시작한다. RF 주파수 변환 블록(271)은 신호(285)를 원하는 RF 반송 주파수로 업컨버트(upconvert)하여, RF 신호(202)를 발생시킨다. (도시되지 않은) 추가적인 증폭 및 필터링 회로가 변환 블록(271) 내에 포함될 수 있다. 신호(202)는 방향성 결합기(203)를 통과하고, PA(204)로 입력된다. PA(204)는 2 또는 3단의 RF 파워 증폭기일 수 있고, 방향성 결합기(207) 및 (도시되지 않은) 다른 컴포넌트와 같은 다수의 수동 컴포넌트를 구동하기 위해 RF 출력 신호(210)를 제공하고, 최종적으로 전송을 위한 안테나를 구동한다. 파워 감지 블록(211) 및 이득 감지 블록(260)은 아래에 서술된다.
- [0023] PA VCC 컨트롤러(250)는 VCC 컨트롤 블록(311) 및 부정합 평가 블록(310)을 포함한다. VCC 컨트롤 블록(311)은 복수의 입력 신호를 기초로 VCC 서플라이 컨트롤 신호(206)를 발생시킨다. 주 입력 신호는 PA(204)의 출력부에서의 엔벨로프 파워를 지시하는 엔벨로프 파워 신호(275)이다. 근본적으로, VCC 서플라이 컨트롤 신호(206)는 PA VCC 전압(209)이 PA(204)의 출력부(210)에서의 엔벨로프 파워를 추적함을 보장하도록 조절된다 - PA(201)의 출력부(210)에서의 더 높은 엔벨로프 파워에 대하여, VCC 컨트롤 블록(311)은 PA VCC 전압(209)을 증가시키도록 VCC 컨트롤 신호(206)의 레벨을 조절하고, 또한 그 역도 가능하다. 엔벨로프 파워 계산 블록(272)

은 기저대역 신호 발생 블록(270)에 의해 발생된 신호(285) 내의 엔벨로프 파워를 결정함으로써 PA(204)의 출력부(210)에 존재하는 엔벨로프 파워를 추정하고, PA(204)의 출력부(210)와 기저대역 신호 발생 블록(270)의 출력부(285) 사이의 파워차를 고려한 이득 인수(gain factor)만큼 파워를 스케일링(scale)한다. 기저대역 신호 발생 블록(270)이 I(동상(inphase)) 및 Q(이상(quadrature)) 채널로 표현되는 기저대역 신호를 제공한다면, 엔벨로프 파워 계산 블록(272)은 엔벨로프 파워를 이러한 이득 인수만큼 스케일링된 $\sqrt{I^2 + Q^2}$ 가 되도록 결정할 것이다.

[0024] PA VCC 컨트롤 블록(311)은 파워 서플라이(208)의 출력(209)이 PA(204)의 RF 출력 신호(210)의 순간 또는 평균 엔벨로프 파워 중 하나를 추적하게 하기 위한 VCC 컨트롤 신호(206)를 발생시킬 수 있다. 순간 파워가 추적되는 경우에, 파워 서플라이(208)는 기저대역 신호 발생 블록(270)에 의해 발생된 신호(285)의 진폭 변조 속도와 동등한 속도로 컨트롤된다. 이러한 경우에, 엔벨로프 파워 계산 블록(272)은 몇몇 경우에 PA VCC 전압(209)이 PA(204)의 출력부(210)의 엔벨로프 파워를 제때 적절하게 추적하도록, 출력부(210)의 엔벨로프 파워가 신호(285)를 기초로 추정된다는 점을 고려하기 위해 시간 지연을 포함할 수 있다.

[0025] 평균 파워가 추적된다면, (도시되지 않은) 저대역 통과 필터가 이러한 평균 파워를 결정하기 위해 엔벨로프 파워 계산 블록(272)에 포함될 수 있다. 또한 이러한 경우에, 신호(285)의 변조의 순간 피크의 평균이 구해지고, 이러한 정보가 더 이상 엔벨로프 파워 신호(275)내에 존재하지 않게 된 후에, PAR 지시 신호(274)가 VCC 컨트롤 블록(311)에 추가로 입력된다. PAR은 기저대역 신호 발생 블록(270)에 의해 발생된 신호(285)의 피크대평균비를 의미한다. VCC 컨트롤 블록(311)은 엔벨로프 파워 신호(275)를 기초로 조절되는 것과 더불어, 더 높은 PAR 레벨이 지시되면 PA VCC 전압(209)을 증가시도록, 그리고 더 낮은 PAR 레벨이 지시되면 PA VCC 전압(209)을 낮추도록 PAR 지시 신호(274)를 기초로 VCC 컨트롤 신호(206)를 조절한다. PAR 계산 블록(273)은 기저대역 신호 발생 블록(270)에 의해 발생된 특정한 변조에 관하여 그안에 저장된 사전결정된 정보를 가진 PAR 지시 신호(274)를 결정할 수 있다.

[0026] VCC 컨트롤 블록(311)으로의 다른 입력은 부정합 지시 신호(280)이다. 부정합 지시 신호(280)는 부정합 평가 블록(310)에 의해 발생되고, PA(204)의 출력부(210)에 존재하는 임피던스 부정합의 정도 및 타입을 지시한다. VCC 컨트롤 블록(311)은 부정합 지시 신호(280)의 지시내용에 의존하여, PA VCC 전압(209)을 증가시키거나 감소시키도록 부정합 지시 신호(280)를 기초로 VCC 컨트롤 신호(206)를 조절한다. 부정합 지시 신호(280)의 발생은 아래 부분에서 상세하게 설명된다.

[0027] VCC 컨트롤 블록(311)은 또한 각각 RF 신호(202)의 반송 주파수 및 주변 온도와 관련된 정보를 제공하는 주파수(freq)(312) 및 온도(temp)(313) 입력을 포함할 수 있다. VCC 컨트롤 블록(311)은 각각 반송 주파수 및 온도의 변화로 인해, PA(204)의 출력부(210)와 기저대역 신호 발생 블록(270)의 출력부 간의 파워차를 나타내는 이득 인수의 기대 변화에 의존하여, PA VCC 전압(209)을 증가시키거나 감소시키도록 주파수(312) 및 온도(313) 입력을 기초로 VCC 컨트롤 신호(206)를 조절할 수 있다. 그러므로, 주파수(312) 신호 및 온도(313) 신호는 각각 현재 동작하는 반송 주파수 및 주변 온도에 대하여 (공칭값으로부터의) 이득 인수의 변화를 참조하는 룩업테이블(lookup table)에 의해 발생될 수 있다. 예를 들어, 내부적으로 PA(204)는 동작 주파수 대역의 중심에서 최고 이득, 및 동작 주파수 대역의 가장자리에서 최저 이득을 제공하는 주파수 선택 정합 네트워크(frequency-selective matching network)를 포함할 수 있다. 그러므로, 상기 룩업테이블을 사용하여, PA VCC(209)는 동작 반송 주파수가 각각 동작 주파수 대역의 중심에 있는지 또는 가장자리에 있는지 여부에 대응하여 공칭값으로부터 증가 및 감소되도록 설정될 수 있다. 또한, PA(204)는 물론, RF 주파수 변환 블록(271)은 낮은 온도에서 이득 증가를 나타낼 수 있다. 그러므로, 상기 룩업테이블을 사용하여, PA VCC(209)는 각각 주변 온도가 낮은지 또는 높은지 여부에 대응하여 공칭값으로부터 증가 또는 감소되도록 설정될 수 있다. 대안의 구성에서, 엔벨로프 파워 계산 블록(272)이 엔벨로프 파워의 계산에 주파수 및 온도의 인수를 포함할 수 있고, 그러므로 VCC 컨트롤 블록(311)으로의 주파수(312) 및 온도(313) 신호에 대한 필요성이 사라질 수도 있음을 이해해야 한다.

[0028] 도 3a는 본 발명의 제1 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템(300A)을 도시한다. 구체적으로, 도 3a는 부정합 평가 블록(310)의 동작, 부정합 지시 신호(331)의 발생, 및 VCC 컨트롤 블록(311)을 더욱 상세하게 도시한다. 본 문맥에서 "부정합"은 PA(204)의 출력부(210)에서 본 임피던스 부정합을 의미한다. PA(204)를 뒤따르는 안테나 회로는 전형적으로 약 50옴 범위의 공칭 임피던스를 가진다. 그러나, 안테나 회로의 임피던스는 때때로 공칭 임피던스로부터 근본적으로 변할 수 있다. 예를 들어, 안테나가 터치되거나, 셀룰러 기기가 금속면 상에 놓이면, 안테나의 임피던스가 변하고, 임피던스 변화를 PA(204)의 출력부(210)로 다시 반사한다. PA(204)의 출력부(210)에 연결된 안테나 회로의 임피던스 변화는 안테나 회로로 공급되는 RF 출

력 신호(210)의 왜곡을 방지하기 위해 PA(204)로의 VCC 서플라이 전압(209)의 변화를 필요로 할 수 있다. 그러므로, 부정합 평가 블록(310)은 또한 이러한 임피던스 부정합을 고려하기 위해 PA(204)에 급전하는 파워 서플라이(208)를 조절하도록 PA VCC 컨트롤러(250)에 영향을 줌으로써, 파워 증폭기 시스템(300)을 최적화한다.

[0029] 본 실시예에서, 부정합 평가 블록(310)은 PA(204)의 전압 이득과 포워드(forward) 파워 이득 간의 차이 또는 비율을 계산함으로써 PA(204)의 출력부(210)에서 본 임피던스 부정합의 정도를 평가하고, 그러한 임피던스 부정합으로 인해 PA VCC 전압(209)이 증가되어야 하는지 또는 감소되어야 하는지 여부를 지시하기 위한 부정합 지시 신호(331)를 발생시킨다. 그 다음, 부정합 지시 신호(331)는 VCC 컨트롤 신호(206)를 발생시키기 위한 PA VCC 컨트롤러(250)에 영향을 주고, PA(204)에 급전하는 파워 서플라이(208)로부터의 출력 전압(209)을 컨트롤하는 VCC 컨트롤 블록(311)으로 입력된다. 몇몇 경우에, PA VCC 전압(209)의 오프셋(offset) 전압도 조절될 수 있다.

[0030] 구체적으로, PA(204)의 포워드 파워 이득은 (출력부에 있는) 방향성 결합기(207) 및 (입력부에 있는) 방향성 결합기(203), 로그 검출기(320 및 321), 및 차동 증폭기(difference amplifier)(324)를 사용하여 측정된다. 방향성 결합기(207, 203)는 20dB 결합계수(coupling factor)를 가진 표면 설치 타입일 수 있고, 로그 검출기(320, 321)는 로그 응답을 제공하기 위한 회로를 포함하도록 구성된 다이오드형 검출기일 수 있다. PA(204)의 입력부 및 출력부에서의 포워드 파워는 각각 신호(230 및 240)로 표현된다. 로그 검출기(321 및 320)는 각각 이러한 신호(230, 240)로부터 엔벨로프 파워를 도출하고, 그 차이는 차동 증폭기(324)에 의해 결정되고, 저대역 통과 필터(323)를 통해 필터링되고, 아날로그 투 디지털 컨버터(ADC)(322)를 사용하여 디지털 이득 신호(325)로 변환된다. 그러므로, 디지털 파워 이득 신호(325)는 PA(204)의 포워드 파워 이득을 나타낸다.

[0031] PA(204)의 전압 이득은 전압 이득 신호(261)를 발생시키기 위해 (아래에 상세하게 서술된) 이득 감지 블록(260)을 사용하여 측정된다. 전압 이득 신호(261)는 디지털 전압 이득 신호(329)를 제공하는 ADC(328)에 의해 디지털화된다. 디지털 전압 이득 신호(329)와 디지털 파워 이득 신호(325) 간의 차이는 LUT(룩업테이블)(330)을 참조하기 위해 차이 신호(327)를 입력받는 디지털 감산기(326)를 사용하여 결정된다. LUT(330)은 dVGain을 맵핑하는 표이고, PA(204)의 전압 이득과 파워 이득 간의 차이(327)(dVGain)의 다양한 값에 대하여 요구되는 PA VCC(dVcc)의 변화를 참조한다. 전형적으로 PA(204)의 전압 이득(329)이 PA(204)의 파워 이득(325)보다 더 클 때, PA VCC 전압(209)은 PA(204) 내의 최종단의 트랜지스터로 반사되는 더 높은 구동점 임피던스를 고려하기 위해 증가되어야 하고, 한편 PA(204)의 파워 이득(325)보다 작은 전압 이득(329)은 PA VCC 전압(209)이 더 낮은 구동점 임피던스를 고려하기 위해 감소되어야 함을 지시한다. LUT(330)의 출력(331)(레퍼런스)은 PA(204)의 전압 이득과 포워드 파워 이득 간의 차이에 의해 지시되는 이러한 임피던스 부정합에 의해 필요로 되는 PA 서플라이 전압(Vcc)의 변화량을 지시하고, VCC 컨트롤 신호(206)를 발생시키는데 사용하기 위한 VCC 컨트롤 블록(311)으로 입력된다.

[0032] 또한, 도 3a는 VCC 컨트롤 블록(311)을 더욱 상세하게 도시한다. 본 예에서, VCC 컨트롤 블록(311)은 엔벨로프 파워 신호(275)에 의해 참조되는 VCC 컨트롤 신호의 값(Vcc)을 참조하고, VCC 컨트롤 신호의 값(Vcc)을 디지털 투 아날로그 컨버터(DAC)(315)로 출력하여 아날로그 버전의 VCC 컨트롤 신호(206)를 제공하는 LUT(314)를 포함한다. 앞서 서술한 바와 같이, VCC 컨트롤 신호(206)는 엔벨로프 파워 신호(275)를 근접하게 추적하기 위해 파워 서플라이(208)의 출력(209)을 컨트롤한다. LUT(314) 내의 값은 PA VCC 전압 전달 기능에 엔벨로프 파워 신호(P)를 최적화하도록 배치될 수 있다. 또한, LUT(314)는 부정합 지시 신호(331), 반송 주파수(312) 및 주변 온도(313)의 값을 고려하도록 더 최적화될 수 있다. 또한, LUT(314)는 PA VCC 전압(209)의 전압 동작 범위(voltage excursion)를 제한하도록 파워 서플라이(208)를 컨트롤하기 위해 제한된 범위의 값을 포함할 수 있다. 예를 들어, 순간 파워 엔벨로프가 추적되는 경우에, 파워 서플라이(208) 상의 고속의 슬루 레이트(slew rate)의 부담을 줄이기 위해, 최저 2V로 전압 동작 범위를 제한하는 것이 바람직할 수 있다.

[0033] 도 3b는 본 발명의 제2 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다. 도 3b의 RF PA 시스템(300B)은 도 3a에 도시된 RF PA 시스템(300A)의 변형이다. 본 경우에, VCC 컨트롤 블록(310)은 도 3a를 참조하여 앞서 서술한 바와 같이, 엔벨로프 파워 계산 블록(272)을 통해 이루어지는 계산을 사용하여 출력 신호(210)의 파워 엔벨로프의 추정값에 응답하는 것이 아니라, 엔벨로프 검출기(2720)에 의해 지시되는 방향성 결합기(207)로부터의 포워드 샘플링된 파워 신호(240)를 통해 PA(204)의 출력 신호(210)의 측정된 파워 엔벨로프에 직접적으로 응답하도록 구성된다. 본 예에서, 엔벨로프 검출기(2720)는 PA(204)의 RF 출력 신호(210)의 순간 파워 엔벨로프를 추적한다. 그러므로, VCC 컨트롤 블록(3110)은 출력 신호(210)의 파워 엔벨로프가 PA VCC 전압(209)을 추적해야 하기 때문에, PA VCC 전압(209)의 응답을 빠르게 하기 위해, 대부분 아날로그 컴포넌트들로 이루어진다. 엔벨로프 파워 계산 블록(272)은 엔벨로프 검출 블록(2720)으로 대체되고, 엔벨

로프 검출 블록(2720)은 PA(204)의 출력부에 있는 방향성 결합기(207)의 포워드 파워 포트로부터 도출된, 포워드 샘플링된 파워 신호(240)를 공급받는다.

[0034] VCC 컨트롤 블록(3110)은 엔벨로프 파워 신호(2750)와 협력하여 파워 서플라이(208)를 컨트롤하기 위해, 엔벨로프 검출 블록(2720)으로부터의 측정된 엔벨로프 파워 신호(2750)를 공급하는 가변 이득 증폭기(VGA)(3140)를 포함한다. 부정합 평가 블록(310)은 도 3a를 참조하여 앞서 서술한 LUT(314)를 조절하는 것과 유사한 방식으로 VGA(3140)의 이득 및 오프셋을 조절하기 위해 이득/오프셋 조절 블록(3150)에 부정합 지시 신호(331)를 제공한다.

[0035] 그 외에는, RF PA 시스템(300B)은 도 3a의 RF PA 시스템(300A)과 실질적으로 유사하다. 도 3b는 도 3a에 도시된 RF PA 시스템(300A)의 변형을 도시하지만, 동일한 변형이 도 3c, 3d, 3e, 및 3f에 도시된 임의의 후속 실시예에 적용될 수도 있음을 이해해야 한다.

[0036] 도 3c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다. 또한, 도 3c의 RF PA 시스템(300C)은 도 3a의 RF PA 시스템(300A)의 변형이다. 도 3c의 RF PA 시스템(300C)에서, 부정합 평가 블록(310)은 PA(204)가 부정합없이 그 출력부(210)에서의 공칭 임피던스를 구동할 것으로 기대될 때, PA(204)의 공칭 파워 이득과, PA(204)의 실제 측정된 이득 간의 차이 또는 비율을 계산함으로써 PA(204)의 출력부(210)에서 본 임피던스 부정합의 정도를 평가하고, PA(204)의 출력부(210)에서의 이러한 임피던스 부정합으로 인해 PA VCC 전압(209)이 증가되어야 하는지 또는 감소되어야 하는지 여부를 지시하기 위한 부정합 지시 신호(351)를 발생시킨다. 그 다음, 부정합 지시 신호(351)는 VCC 컨트롤 신호(206)를 발생시키도록 PA VCC 컨트롤러(250)에 영향을 주고, PA(204)에 급전하는 파워 서플라이(208)로부터의 출력 전압(209)을 컨트롤하는 VCC 컨트롤 블록(311)으로 입력된다. 몇몇 경우에, PA VCC 전압(209)의 오프셋 전압도 조절될 수 있다.

[0037] 구체적으로, PA(204)의 실제 포워드 파워 이득은 방향성 결합기((출력부에 있는) 207 및 (입력부에 있는) 203), 로그 검출기(340 및 341), 및 차동 증폭기(344)를 사용하여 측정된다. 방향성 결합기(207, 203)는 20dB 결합계수(coupling factor)를 가진 표면 설치타입일 수 있고, 로그 검출기(340, 341)는 로그 응답을 제공하는 회로를 포함하도록 구성된 다이오드형 검출기일 수 있다. PA(204)의 입력부 및 출력부에서의 포워드 파워는 각각 신호(230 및 240)로 표현된다. 검출기(341 및 340)는 이 신호(230, 240)들로부터 엔벨로프 파워를 도출하고, 신호(230, 240) 내의 엔벨로프 파워 간의 차이는 차동 증폭기(344)에 의해 결정되고, 저대역 통과 필터(343)에 의해 필터링되고, 디지털 이득 신호(345)로 변환된다(342). 그러므로, 디지털 파워 이득 신호(345)는 PA(204)의 실제 측정된 파워 이득을 나타낸다.

[0038] PA(204)의 공칭 이득은 현재 동작 조건(예컨대, 주변 온도 및 RF 반송 주파수)하에서 기대되는 PA(204)의 이득의 공칭 기대 값을 제공하는 기대 이득 계산 블록(349)에 의해 제공된다. 전형적으로, 기대 이득 계산 블록(349)은 이러한 정보를 가진 (도시되지 않은) LUT를 포함할 것이고, 이러한 동작 조건에 대한 정보를 수신할 것이다. 그 다음, 기대 이득 신호(348)와 디지털 파워 이득 신호(345) 간의 차이(347)는 디지털 차감기(346)를 사용하여 결정된다. 이러한 차이 값(347)은 LUT(350)로 입력된다. LUT(350)는 PA(204)의 측정된 이득과 추정된 이득 간의 다양한 차이(dGain)를, 필요한 PA VCC의 변화(dVcc)에 맵핑한다. 전형적으로, PA(204)의 실제 이득이 PA(204)의 기대 이득보다 크거나 작다면, PA VCC 전압(209)은 PA(204)의 출력부(210)에 의해 본 더 높은 정도의 부정합을 고려하기 위해 증가되어야 한다. LUT(350)에 포함된 값들은 다양한 부정합 조건 하에서, dGain(즉, PA(204)의 실제 이득과 기대 이득 간의 차이) 및 선형성 성능을 유지하기 위해 PA(204)에 의해 요구되는 전형적인 PA VCC 전압(209)으로부터의 대응하는 조절(dVcc)의 값들을 측정함으로써 실험적으로 도출될 수 있다. LUT(350)의 출력(레퍼런스)(351)은 VCC 컨트롤 블록(311)으로 입력된다. 그외에는, LUT(314)의 동작을 포함한, RF PA 시스템(300C)은 도 3a의 RF PA 시스템(300A)과 실질적으로 유사하다.

[0039] 도 3d는 본 발명의 제4 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다. 또한, 도 3d의 RF PA 시스템(300D)은 도 3a의 RF PA 시스템(300A)의 변형이다. 본 실시예에서, 부정합 평가 블록(310)은 PA(204)가 부정합없이 그 출력부(210)에서의 공칭 임피던스를 구동할 때 기대되는, PA(204)의 공칭 효율과 PA(204)의 실제 측정 효율 간의 차이 또는 비율을 계산함으로써 PA(204)의 출력부(210)에서 본 임피던스 부정합의 정도를 평가하고, PA VCC 전압(209)이 이러한 임피던스 부정합으로 인해 증가되거나 감소되어야 하는지를 지시하기 위한 부정합 지시 신호(371)를 발생시킨다. 그 다음, 부정합 지시 신호(371)는 VCC 컨트롤 신호(206)를 발생시키기 위한 PA VCC 컨트롤러(250)에 영향을 주고, PA(204)에 급전하는 파워 서플라이(208)로부터의 출력 전압(209)을 컨트롤하는 VCC 컨트롤 블록(311)으로 입력된다. 몇몇 경우에, PA VCC 전압(209)의 오프셋 전압도 조절될 수 있다.

- [0040] 구체적으로, PA(204)의 실제 효율은 파워 감지 블록(211), (출력부에 있는) 방향성 결합기(207), 파워 엔벨로프 검출기(360), 저대역 통과 필터(363 및 368), 및 나뉜샘기(364)를 사용하여 측정된다. 파워 감지 블록(211)은 (도시되지 않은, 일련의 전류 감지 저항에 걸친 전압을 측정함으로써 평가되는) 노드(375)에서 측정된 전류와 노드(375)에서의 전압(PA VCC 전압(209)의 단순한 측정값)을 곱함으로써 파워 서플라이(208)의 출력부(209)를 통해 PA(204)로 공급되는 서플라이(입력) 파워(261)를 측정한다. 입력 파워 신호(261)가 저대역 통과 필터(368)를 통과한 때, 결과적인 신호(372)는 PA(204)의 평균 입력 파워를 나타낸다. 파워 엔벨로프 검출기(360)는 다이오드형 검출기일 수 있다. PA(204)의 RF 출력 신호(210)는 RF 출력 신호(210)의 엔벨로프 파워를 검출하기 위해 파워 엔벨로프 검출기(360)를 통과하고, 엔벨로프 파워 검출기(360)의 출력은 평균 출력 엔벨로프 파워를 나타내는 신호(373)를 발생시키기 위해 저대역 통과 필터(363)를 통과한다. PA(204)의 효율은 PA(204)의 입력 파워로 나누어진 PA(204)의 출력 파워로 정의될 수 있다. 그러므로, 차감기가 뒤따르는 한쌍의 로그 증폭기일 수 있는 나뉜샘기(364)는 사실상 PA(204)의 평균 출력 엔벨로프 파워를 나타내는 신호(373)를 PA(204)의 평균 입력 파워를 나타내는 신호(372)로 나눈다. 나뉜샘기(364)의 출력이 ACD(362)에 의해 디지털화된 때, 결과적인 측정된 효율 신호(365)는 PA(204)의 측정된 효율을 지시한다.
- [0041] PA(204)의 공칭 효율은 현재 동작 조건(예컨대, PA(204)의 출력 파워, 주변 온도, 및 반송 주파수) 하에서 기대되는 PA(204)의 효율의 공칭 기대 값을 제공하는 기대 효율 계산 블록(374)에 의해 제공된다. 전형적으로, 기대 효율 계산 블록(374)은 이러한 정보를 가진 (도시되지 않은) LUT를 포함하고, PA의 기대 효율을 결정하기 위한 입력으로서 이러한 동작 조건들을 수신할 것이다. 그 다음, 디지털 측정된 효율 신호(365)와 기대 효율 신호(366) 간의 차이(367)는 디지털 차감기(366)를 사용하여 결정되고, 이 차이(367)는 LUT(370)을 참조하기 위해 입력된다. LUT(370)은 PA(204)의 효율의 차이(dEff)의 다양한 값들을 필요한 PA VCC의 변화(dVcc)에 맵핑한다. 전형적으로, PA(204)의 측정된 효율이 PA(204)의 기대 효율보다 클 때, PA VCC 전압(209)은 PA(204) 내의 최종단 트랜지스터로 반사되는 더 높은 구동점 임피던스를 고려하기 위해 증가되어야 하고, 한편 PA(204)의 기대 효율보다 더 낮은 측정된 효율은 PA VCC 전압(209)이 더 낮은 구동점 임피던스를 고려하기 위해 감소되어야 함을 지시한다. LUT(370)의 출력(레퍼런스)(371)은 VCC 컨트롤 블록(311)으로 입력된다. 그 외에는, LUT(314)의 동작을 포함하여, RF PA 시스템(300D)은 도 3a의 RF PA 시스템(300A)과 실질적으로 유사하다.
- [0042] 도 3e는 본 발명의 제5 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다. 또한, 도 3e의 RF PA 시스템(300E)은 도 3a의 RF PA 시스템(300A)의 변형이다. 도 3e의 RF PA 시스템(300E)에서, 부정합 평가 블록(310)은 방향성 결합기(207)를 사용하여 PA(204)의 출력부(210)에서의 반사된 파워의 각도 및 크기를 판정함으로써, PA(204)의 출력부(210)에서 본 임피던스 부정합의 정도를 평가한다. 전술한 바와 같이, 부정합 평가 블록(310)은 PA VCC 전압(209)이 이러한 임피던스 부정합으로 인해 증가되어야 하는지 또는 감소되어야 하는지 여부를 지시하기 위한 부정합 지시 신호(392)를 발생시킨다. 그 다음, 부정합 지시 신호(392)는 VCC 컨트롤 신호(206)를 발생시키도록 PA VCC 컨트롤러(250)에 영향을 주고, PA(204)에 급전하는 파워 서플라이(208)로부터의 출력 전압(209)을 컨트롤하는 VCC 컨트롤 블록(311)으로 입력된다. 몇몇 경우에, PA VCC 전압(209)의 오프셋 전압도 조절될 수 있다.
- [0043] 구체적으로, PA(204)의 출력부에서 반사된 파워의 각도 및 크기는 PA(204)의 포워드 파워 및 반사된 파워의 위상차 및 진폭 비율을 모두 비교함으로써 결정되는데, PA(204)의 포워드 파워 및 반사된 파워의 샘플은 각각 방향성 결합기(207)에 의해 신호(240 및 241)로부터 제공된다. 부정합 크기 평가를 위해, 포워드 연결된 파워 신호(240) 및 리버스 연결된 신호(241)는 각각 로그 검출기(381 및 380)로 공급되고, 차동 증폭기(384)에 의해 차감되는 파워 엔벨로프 신호를 산출한다. 그 다음, 이러한 출력 차이 신호는 저대역 통과 필터(383)에 의해 필터링되고, ADC(382)에 의해 디지털 도메인으로 변환되고, 반사된 진폭 비율 신호(385)를 산출한다. 이러한 신호는 PA(204)의 출력부(210)에서의 포워드 파워에 대한 반사된 파워의 비율을 나타내고, 그러므로 부정합 감마 값의 정량적 지시이다. 부정합 각도 평가를 위해, 포워드 연결된 파워 신호(240)와 리버스 연결된 신호(241) 간의 위상차는 신호(240 및 241)가 임의의 진폭 정보를 제거하기 위해, 각각, 제한 증폭기(limiter amplifier)(396 및 395)를 통과한 후 위상 검출기(394)에 의해 출력된다. 위상 검출기(394)는 결과의 평균을 구하고 위상 검출기(394)로부터의 임의의 인공물(artifact)을 제거하기 위해, 저대역 통과 필터(393)로 그 위상차를 출력하고, 그 다음 저대역 통과 필터(393)의 출력은 반사된 위상 각도 신호(387)를 산출하기 위해 ADC(392)에 의해 디지털화된다.
- [0044] 반사된 위상 각도 신호(387)는 LUT(390) 내의 값을 참조한다. LUT(390)은 반사된 위상 각도 신호(387)의 다양한 값들을 반사된 위상 각도(387)의 다양한 값에 대하여 요구되는 PA VCC의 변화에 맵핑한다. 주파수 입력(312)은 주파수에 의존하는, PA 출력 트랜지스터 구동점에서 다양한 반사된 위상 각도를 초래할 수 있는 PA 정

합 네트워크를 통한 지연을 고려하도록 LUT 내의 값들을 조절할 수 있다. 또한, LUT(390)의 출력(레퍼런스)(391)은 곱셈기(386)를 사용하여 반사된 진폭 비율 신호(385)가 곱해진다. 그러므로, PA VCC의 변화는 부정합의 크기만큼 가중된다(weighed). 곱셈기(386)는 곱셈기(386)에 의해 제공되는 간단한 곱셈보다 더 커스터마이징된(customized) 기능을 제공할 수 있는, LUT 및 곱셈기의 조합으로 대체될 수 있다. 부정합 지시 신호(392)는 VCC 컨트롤 블록(311)으로 입력된다. 그 외에는, LUT(314)의 동작을 포함하여, RF PA 시스템(300E)은 도 3a의 RF PA 시스템(300A)과 실질적으로 유사하다.

[0045] 도 3f는 본 발명의 제6 실시예에 따른 PA VCC 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다. 또한, 도 3f의 RF PA 시스템(300F)은 도 3a의 RF PA 시스템(300A)의 변형이고, PA VCC 컨트롤러(250)에 의한 PA VCC 전압(209)에 대한 조절로 인한 PA(204)로부터의 위상 왜곡을 줄이기 위해 위상 보정 회로를 추가한다. 구체적으로, PA(204)의 입력 신호(202)는 센서(410)를 사용하여 감지되고(센서(410)는 용량성 결합기일 수 있다), 그 신호로부터 임의의 진폭 정보를 제거하기 위해 제한 증폭기(411)로 공급된다. PA(204)의 출력 신호(210)는 방향성 결합기에 의해 감지되고, 그 신호로부터 임의의 진폭 정보를 제거하기 위해 제한 증폭기(412)로 공급된다. 그 다음, 위상 검출기(413)는 저대역 통과 필터(415)에 의해 필터링되고, RF 입력 신호(202)의 임의의 위상 변화를 보정하기 위해 필터링된 위상 오차 신호를 기초로 입력 신호(202)의 위상을 조절하는 위상 쉬프터(417)로 입력되는 위상 오차 신호(416)를 발생시키기 위해 PA 입력 신호(202)를 PA 출력 신호(210)와 비교한다.

[0046] 도 3f가 도 3a에 도시된 시스템에 위상 보정 회로의 추가를 도시하지만, 동일한 위상 보정 회로가 도 3b, 3c, 3d, 및 3e에 도시된 임의의 시스템에 추가될 수 있음을 이해해야 한다.

[0047] 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 PA 임피던스 컨트롤러의 세부사항을 포함하는 RF PA 시스템을 도시한다. RF PA 시스템(400)은 도 3a에 도시된 RF PA 시스템(300A)과 실질적으로 유사하지만, PA VCC 컨트롤러(250)는 변형된 부정합 평가 블록(510)을 포함하는 PA 임피던스 컨트롤러(550)로 대체되고, 임피던스 변성기(590)가 PA(204)의 출력부(210)에 추가된다. 앞서 서술한 바와 같이, 디지털 전압 이득 신호(329)와 디지털 파워 이득 신호(325) 간의 차이는 디지털 차감기(326)를 사용하여 결정되지만, 본 예에서 차이(327)는 튜닝 알고리즘 블록(430)으로 입력된다. 튜닝 알고리즘 블록(430)은 차이 신호(327)가 0으로 감소되도록, 임피던스 변성기(590)를 튜닝하기 위한 튜닝 조절 컨트롤 신호를 출력한다. 즉, 튜닝 알고리즘 블록(430)은 PA(204)의 전압 이득과 파워 입력간의 차이(327)가 0이 되게 하도록 시도하는 서보 루프(servo loop)의 일부분일 수 있다. 대안으로서, 튜닝 알고리즘 블록(430)은 튜닝 조절 컨트롤 신호(431)가 PA(204)의 전압 이득과 파워 이득 간의 차이(327)가 최소화될 때까지 다양한 개별 단계 사이에서 순환하게 할 수 있다. 임피던스 변성기(590)는 PA(204)의 출력(210)과 임피던스 변성기(590)의 출력(591) 간의 임피던스를 가변적으로 변환하는 적어도 하나의 조절가능한 리액티브 컴포넌트(reactive component)를 포함할 수 있고, 튜닝 알고리즘 블록(330)은 튜닝 조절 컨트롤 신호(431)를 통해 임피던스 변성기(590)를 조절하기 위해 사용되는 적어도 하나의 가변 전압 출력을 포함할 수 있다.

[0048] 도 4는 PA(204)의 출력부(201) 부근의 임피던스 변성기를 도시한다. 그러나, 임피던스 변성기(590)는 몇몇 구현에서 그 대신 안테나와 더 가깝도록 위치할 수 있다.

[0049] 도 4가 도 3a에 도시된 시스템과 유사한 실시예를 도시하지만, PA VCC 컨트롤러를 PA 임피던스 컨트롤러(550)로 대체하고, 임피던스 변성기(590)를 추가함으로써 이루어진 변화는 도 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 또는 3f에 도시된 임의의 시스템에 적용될 수도 있음을 이해해야 한다.

[0050] 도 2a, 2b, 3a, 3b, 3c, 3d, 3e, 및 3f가 송수신기 IC(201) 내에 포함된 PA VCC 컨트롤러(250)를 도시하지만, 다른 기능적 분할(partitioning)이 가능하다. 예를 들어, PA VCC 컨트롤러(250)는 송수신기 IC(201)를 떠나도록 분할될 수도 있고, PA(204)를 포함하는 모듈 내에 설치될 수도 있다. 이러한 방식으로, 다양한 부정합 파라미터의 감지는 PA(204)에 대한 PA VCC 컨트롤러(250)의 근접성으로 인해 더 쉽게 달성될 수 있다. 이와 유사하게, 도 4는 송수신기 IC(401) 내에 포함된 PA 임피던스 컨트롤러(550)를 도시한다. 그러나, PA 임피던스 컨트롤러(550)는 PA(204)에 대한 PA 임피던스 컨트롤러(550)의 근접성으로 인해 다양한 부정합 파라미터의 감지를 더 용이하게 달성하기 위해, PA(204)를 포함하는 모듈 내에 설치되도록 분할될 수도 있다.

[0051] 도 5는 본 발명의 하나의 실시예에 따른, 도 2b, 3a, 3b, 3f, 및 4에 사용된 이득 감지 블록(260)의 세부사항을 도시한다. 전압 피크 검출기/로그 증폭기(406 및 407)는 피크 검출기 구성 내의 다이오드 및 커패시터로 이루어지고, 피크 검출기로부터의 전압을 전압의 로그로 변환하는 로그 증폭기가 뒤따른다. PA(204)의 입력은 용량성 탭(410)을 통해 샘플링되고 전압 피크 검출기/로그 증폭기(406)로 공급되고, PA(204)의 출력은 PA(204)의 최

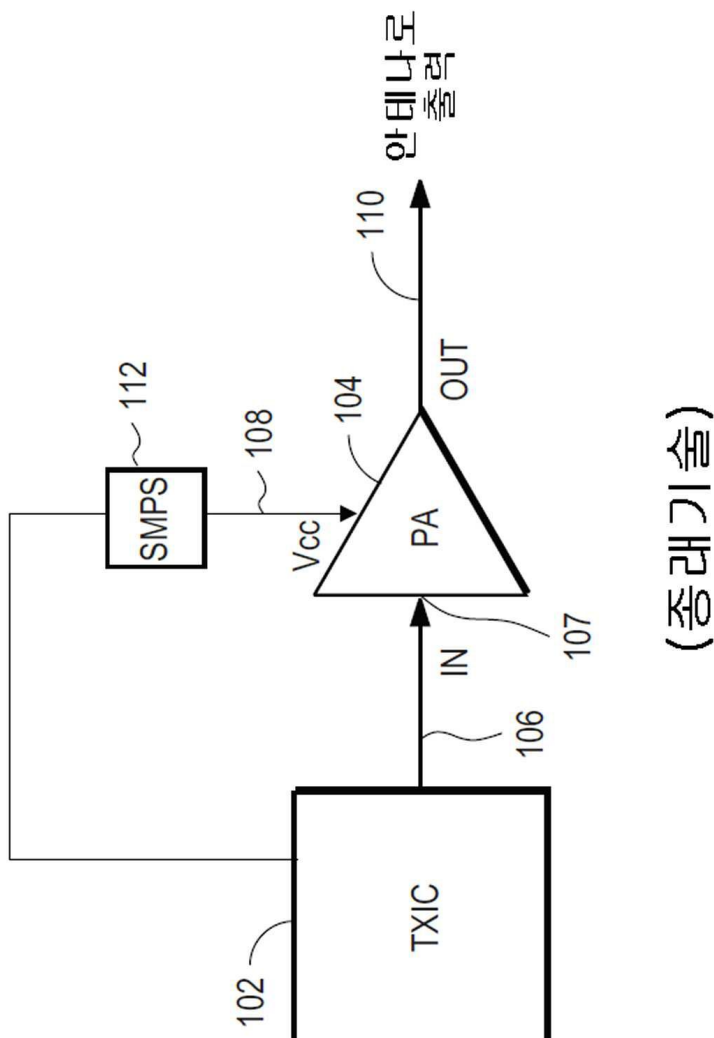
중단 내의 출력 트랜지스터(401)의 컬렉터(collector) 구동점에서 직접적으로 용량성 탭(405)을 통해 샘플링되고, 전압 피크 검출기/로그 증폭기(407)로 공급된다. 그러므로, PA(204)의 정확한 전압 이득이 측정될 수 있는데, 이는 PA(204)의 최종단을 구성하는 트랜지스터(401)의 컬렉터가 겪게 되는 전압 스윙(swing)과 관련된다. 전압 피크 검출기/로그 증폭기(406 및 407)의 출력 간의 차이는 차동 증폭기(408)를 사용하여 결정되고, 저대역 통과 필터(409)를 사용하여 필터링된다. 그러므로, 이득 감지 블록(260)의 출력(261)은 PA(204)의 전압 이득의 실제 지시이다.

[0052] 도 5는 또한 PA(204)의 세부사항을 도시한다. 하나의 실시예에서, PA VCC(209)("VCC")는 PA(204)의 최종단 내의 출력 트랜지스터(401)의 컬렉터에 배타적으로 파워를 전달하는 것으로 도시되어 있다. 그러므로, VCC(209)는 PA(204)에 급전하는 파워 서플라이 연결 또는 일반적인 바이어스와 구별된다. 다른 실시예에서, PA(204)에 의해 소비되는 파워의 50% 초과가 VCC(209)에 의해 전달된다. 출력 트랜지스터(401)가 PA(204)의 최종단을 포함하기 때문에, 이 트랜지스터(401)는 PA(204) 내의 모든 증폭단의 최대 출력 파워를 발생시킨다.

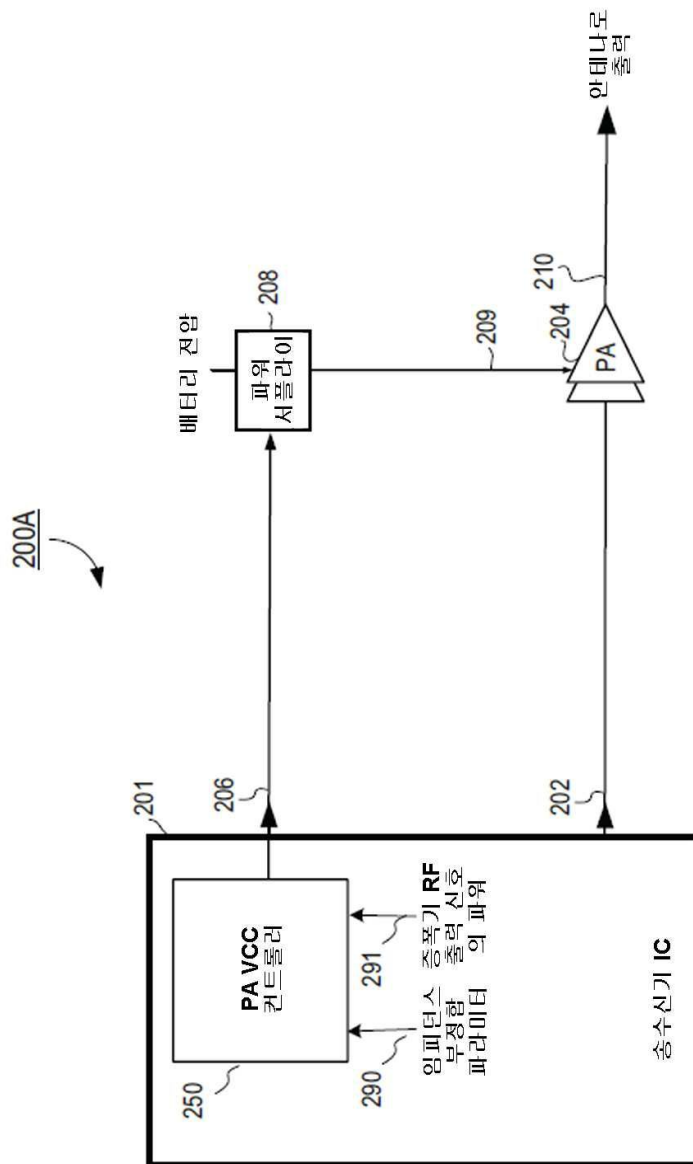
[0053] 본 명세서를 읽은 후, 당업자들은 본 발명의 개시된 원리를 통해 RF 파워 증폭기의 VCC 컨트롤러에 대한 추가적인 대안의 구조 및 기능적 설계를 알 것이다. 그러므로, 본 발명의 특정한 실시예 및 애플리케이션이 도시되고 서술되었으나, 본 발명이 본 명세서에 서술된 정확한 구조 및 컴포넌트로 제한되지 않으며, 본 명세서에 서술된 본 발명의 방법 및 장치의 배치, 동작, 및 세부사항들의 당업자들에게 명백해질 다양한 수정, 변경, 및 변형이 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않고 이루어질 수 있음을 이해해야 한다.

도면

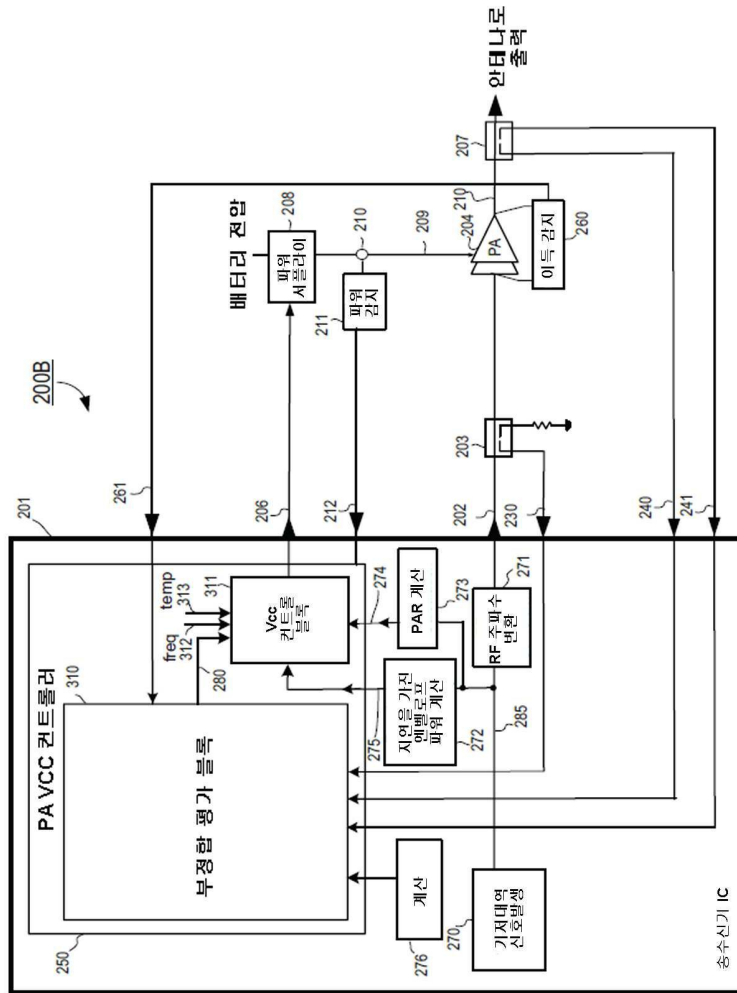
도면1



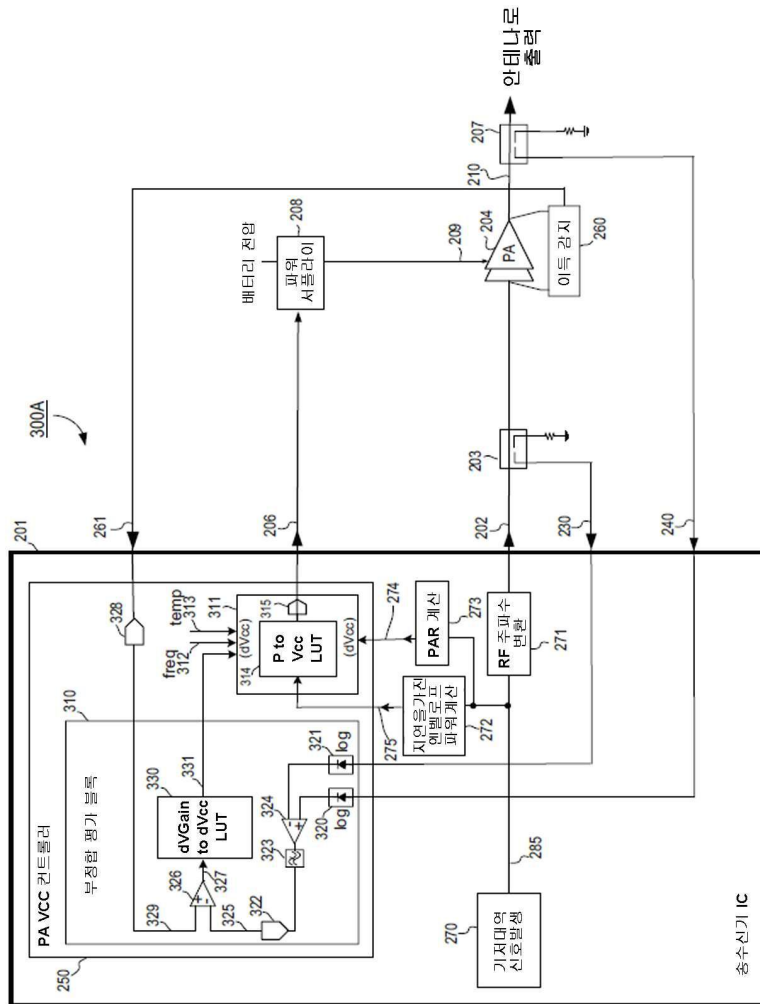
도면2a



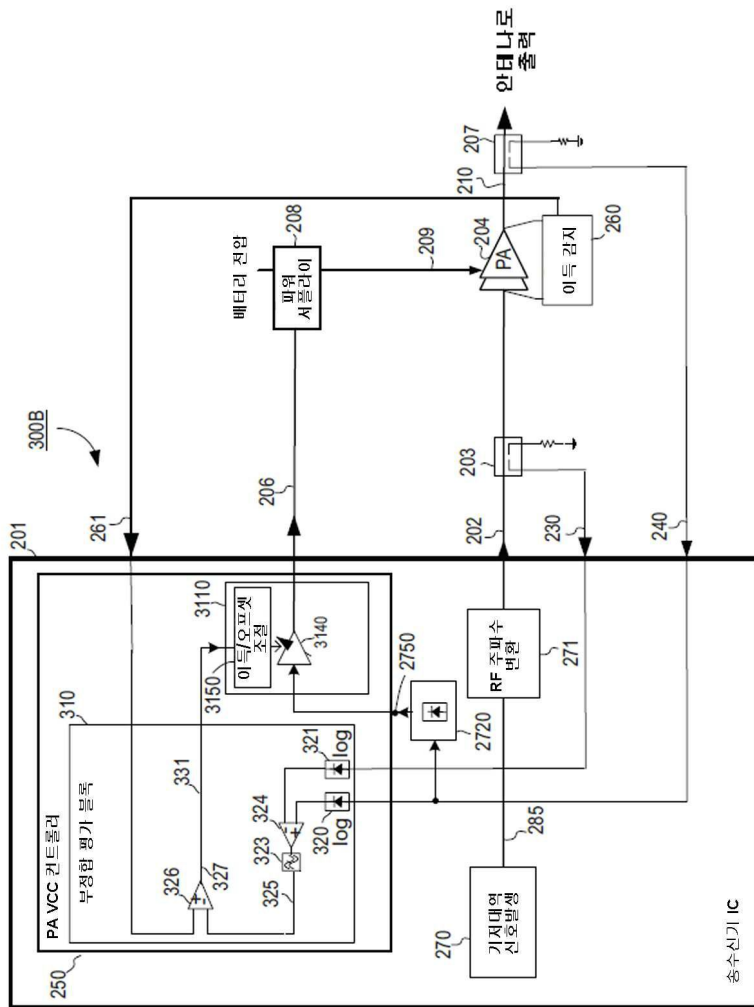
도면2b



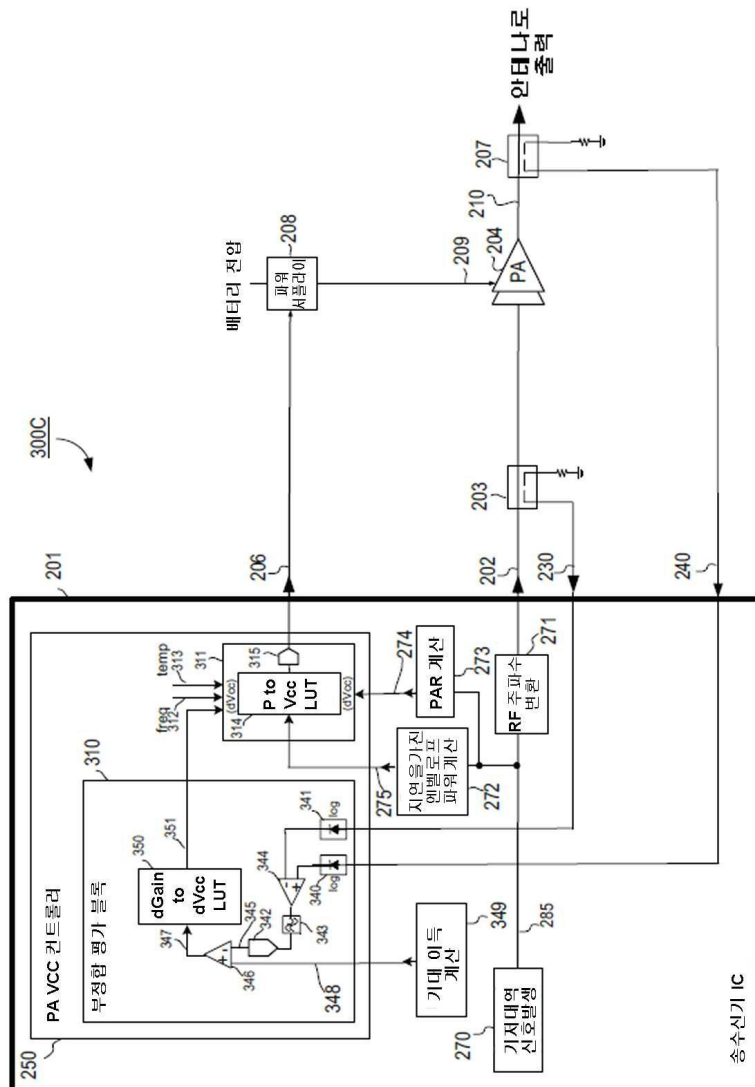
도면3a



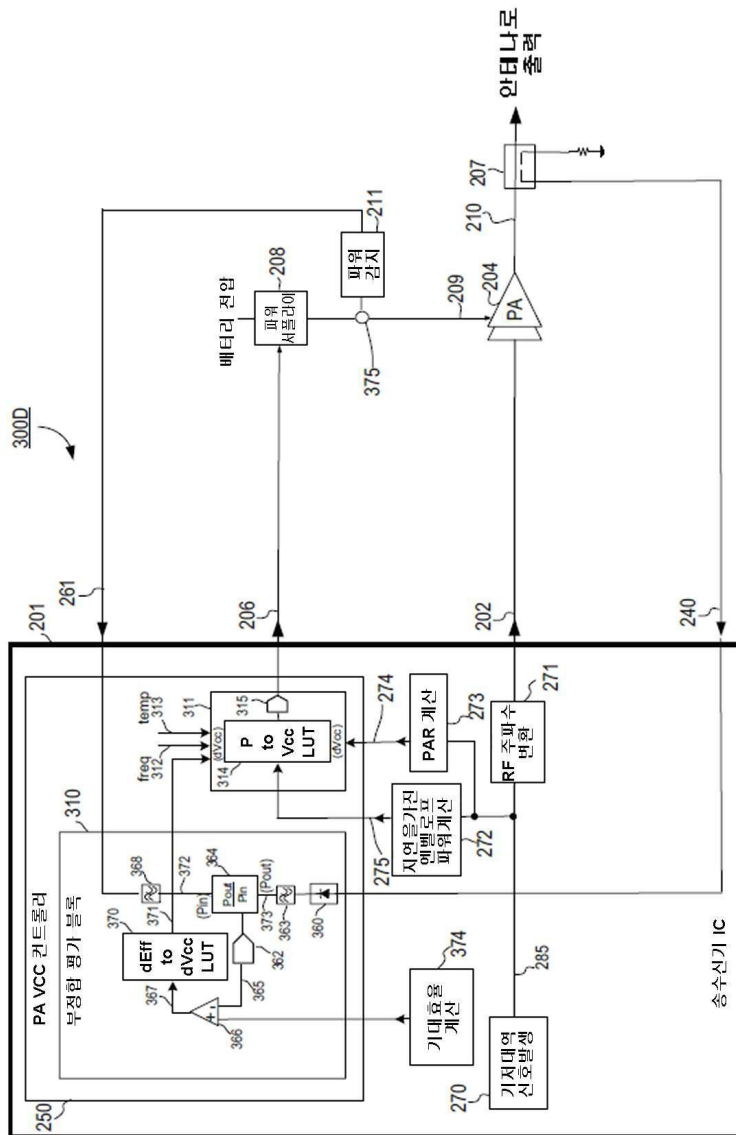
도면3b



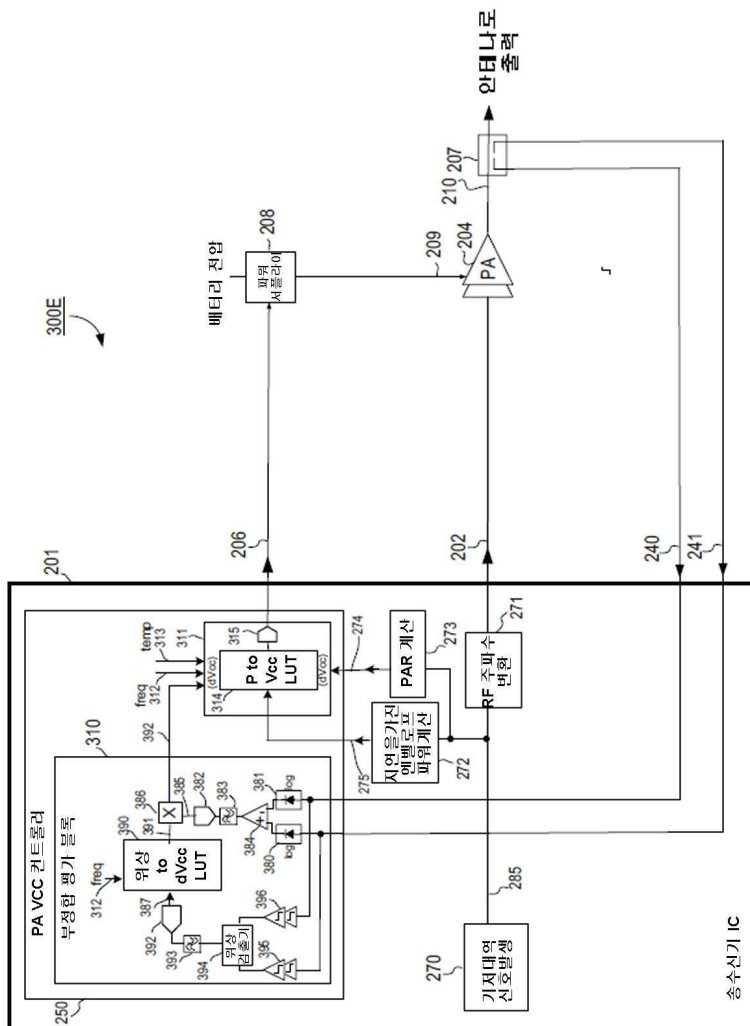
도면3c



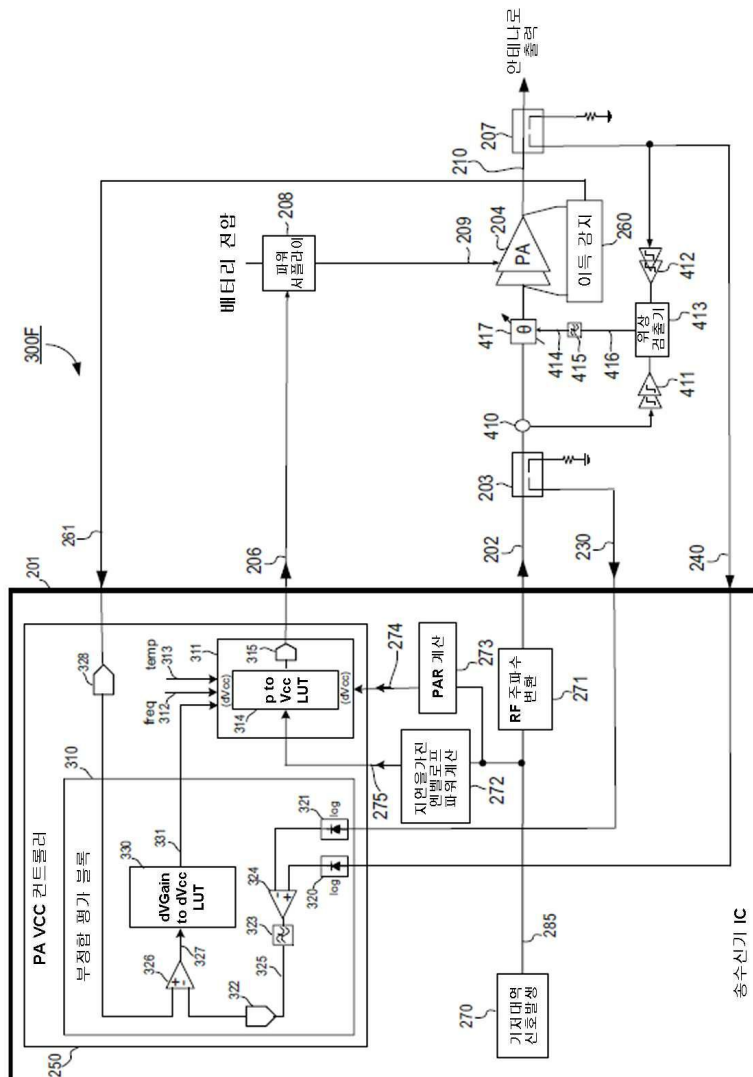
도면3d



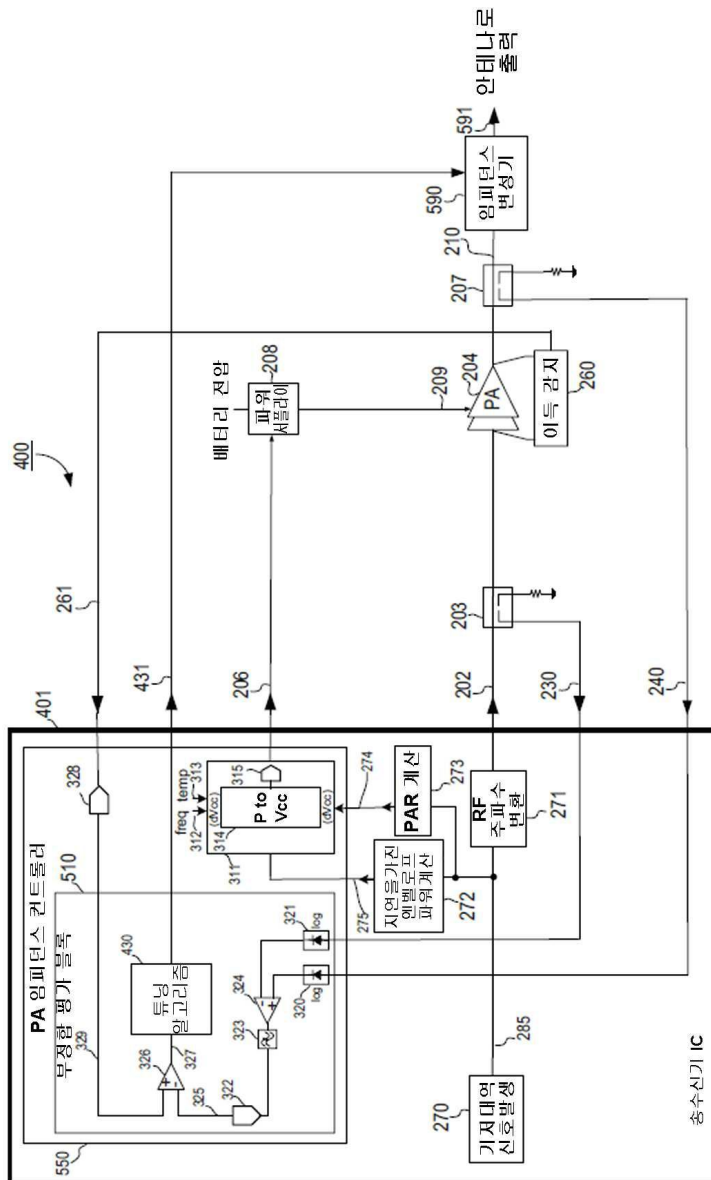
도면3e



도면3f



도면4



도면5

