(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0084666
(43) 공개일자 2020년07월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 1/04 (2006.01) *H04B 1/00* (2006.01)
H04B 1/401 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H04B 1/0458 (2013.01)
H04B 1/005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0000812
(22) 출원일자 2019년01월03일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
최현석
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)
김주승
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
권혁록, 이정순

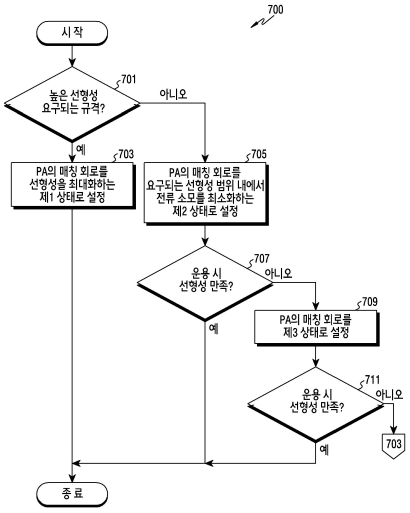
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **무선 주파수 신호를 처리하는 모듈을 조절하기 위한 전자 장치**

(57) 요 약

본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 전자 장치는, 송신 신호를 증폭하는 PA(power amplifier), 상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스(load impedance)를 형성하는 매칭 회로, 상기 매칭 회로와 연결되는 필터, 및 상기 PA의 바이어스(bias), 상기 매칭 회로 또는 상기 필터 중 적어도 하나의 상태를 제어하는 제어 회로를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는, 제1 네트워크 및 제2 네트워크 중 상기 전자 장치가 접속된 네트워크를 식별하고, 상기 식별된 네트워크에 기반하여 상기 매칭 회로를 제1 상태, 제2 상태 또는 제3 상태 중 하나의 상태로 동작시킬 수 있다. 이 외 다양한 실시 예들이 가능할 수 있다.

대 표 도 - 도7



(52) CPC특허분류
H04B 1/401 (2013.01)
H04B 2001/0408 (2013.01)
(72) 발명자
이영민
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)
나효석
경기도 수원시 영통구 삼성로 129(매탄동)

명 세 서

청구범위

청구항 1

전자 장치에 있어서,

송신 신호를 증폭하는 PA(power amplifier);

상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스(load impedance)를 형성하는 매칭 회로;

상기 매칭 회로와 연결되는 필터; 및

상기 PA의 바이어스(bias), 상기 매칭 회로 또는 상기 필터 중 적어도 하나의 상태를 제어하는 제어 회로를 포함하며,

상기 제어 회로는, 제1 네트워크 및 제2 네트워크 중 상기 전자 장치가 접속된 네트워크를 식별하고, 상기 식별된 네트워크에 기반하여 상기 매칭 회로를 제1 상태, 제2 상태 또는 제3 상태 중 하나의 상태로 동작시키며,

상기 제1 상태는, 모듈 레벨에서 상기 제1 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지도록 정의된 상태이고,

상기 제2 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 제2 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지도록 정의된 상태이고,

상기 제3 상태는, 상기 제1 상태보다 낮고 상기 제2 상태보다 높은 선형성을 제공하고, 상기 제1 상태보다 높고 상기 제2 상태보다 낮은 효율을 제공하는 상태인 전자 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 네트워크는, 상기 제2 네트워크보다 높은 선형성을 요구하는 네트워크이고,

상기 제어 회로는,

상기 식별된 네트워크가 상기 제1 네트워크인 경우, 상기 매칭 회로가 상기 제1 상태로 동작하도록 제어하고,

상기 식별된 네트워크가 상기 제2 네트워크인 경우, 상기 매칭 회로가 상기 제2 상태로 동작하도록 제어하는 전자 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 매칭 회로가 상기 제2 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제2 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 상기 제2 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 매칭 회로를 상기 제3 상태로 동작하도록 제어하는 전자 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 매칭 회로가 상기 제3 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제3 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 상기 제2 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 매칭 회로를 상기 제1 상태로 동작

하도록 제어하는 전자 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 매칭 회로가 상기 제3 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제3 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 상기 제2 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 매칭 회로를 제4 상태로 동작하도록 제어하며,

상기 제4 상태는, 상기 제1 상태보다 낮고 상기 제3 상태보다 높은 선형성을 제공하고, 상기 제1 상태보다 높고 상기 제3 상태보다 낮은 효율을 제공하는 상태인 전자 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 필터를 통과한 송신 신호를 커플링하는 커플러를 더 포함하며,

상기 제어 회로는, 상기 커플러에 의해 커플링된 신호를 이용하여 운용 중 선형성을 측정하는 전자 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,

디지털 포락선 신호를 아날로그 포락선 신호로 변환하는 DAC(digital to analog convertor);

상기 아날로그 포락선 신호에 기반하여 상기 PA에 인가되는 바이어스 신호의 일부를 생성하는 선형 레귤레이터;

상기 바이어스 신호의 나머지 일부를 생성하는 스위칭 레귤레이터; 및

상기 선형 레귤레이터의 출력 및 상기 스위칭 레귤레이터의 출력에 기반하여 상기 스위칭 레귤레이터의 스위칭 동작을 제어하는 신호를 생성하는 비교기를 더 포함하며,

상기 DAC, 상기 선형 레귤레이터, 상기 비교기는, 상기 PA와 동일한 모듈에 포함되는 전자 장치.

청구항 8

전자 장치에 있어서,

병렬로 연결된 복수의 증폭기들을 이용하여 송신 신호를 증폭하는 PA(power amplifier);

상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스(load impedance)를 형성하는 매칭 회로; 및

상기 PA의 바이어스(bias) 또는 상기 매칭 회로의 상태를 제어하는 제어 회로를 포함하며,

상기 제어 회로는, 제1 전력 모드 및 제2 전력 모드 중 사용될 전력 모드를 식별하고, 상기 식별된 전력 모드에 기반하여 상기 PA에 포함된 증폭기들 중 온(on)되는 증폭기들의 개수를 조절하고, 상기 매칭 회로를 제1 상태, 제2 상태 또는 제3 상태 중 하나의 상태로 동작시키며,

상기 제1 상태는, 모듈 레벨에서 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매칭 회로가 제1 임피던스를 형성하도록 정의된 상태이고,

상기 제2 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매칭 회로가 상기 제1 임피던스 보다 높은 제2 임피던스를 형성하도록 정의된 상태이고,

상기 제3 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매칭 회로가 상기 제1 임피던스 보다 높고, 상기 제2 임피던스 보다 낮은 제3 임피던스를 형성하도록 정의된 상태인 전

자 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 제1 전력 모드는, 상기 제2 전력 모드보다 높은 송신 전력을 사용하는 모드이고,

상기 제어 회로는,

상기 식별된 전력 모드가 상기 제1 전력 모드인 경우, 상기 PA에 포함되는 증폭기들 전부가 온(on)되고, 상기 매칭 회로가 상기 제1 상태로 동작하도록 제어하고,

상기 식별된 전력 모드가 상기 제2 전력 모드인 경우, 상기 PA에 포함되는 증폭기들 중 제1 부분집합이 온(on)되고, 상기 매칭 회로가 상기 제2 상태로 동작하도록 제어하는 전자 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 매칭 회로가 상기 제2 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제2 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 PA에 포함되는 증폭기들 중 제1 부분집합 보다 많은 개수의 증폭기들을 포함하는 제2 부분집합이 온(on)되고, 상기 매칭 회로를 상기 제3 상태로 동작하도록 제어하는 전자 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 매칭 회로가 상기 제3 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제3 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 PA에 포함되는 증폭기들 중 모두가 온(on)되고, 상기 매칭 회로를 상기 제1 상태로 동작하도록 제어하는 전자 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 매칭 회로가 상기 제3 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제3 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 PA에 포함되는 증폭기들 중 제2 부분집합 보다 많은 개수의 증폭기들을 포함하는 제3 부분집합이 온(on)되고, 상기 매칭 회로를 제4 상태로 동작하도록 제어하며,

상기 제4 상태는, 상기 제1 상태보다 높고 상기 제3 상태보다 낮은 임피던스를 형성하는 상태인 전자 장치.

청구항 13

제8항에 있어서,

디지털 포락선 신호를 아날로그 포락선 신호로 변환하는 DAC(digital to analog convertor);

상기 아날로그 포락선 신호에 기반하여 상기 PA에 인가되는 바이어스 신호의 일부를 생성하는 선형 레귤레이터;

상기 바이어스 신호의 나머지 일부를 생성하는 스위칭 레귤레이터; 및

상기 선형 레귤레이터의 출력 및 상기 스위칭 레귤레이터의 출력에 기반하여 상기 스위칭 레귤레이터의 스위칭

동작을 제어하는 신호를 생성하는 비교기를 더 포함하며,

상기 DAC, 상기 선형 레귤레이터, 상기 비교기는, 상기 PA와 동일한 모듈에 포함되는 전자 장치.

청구항 14

전자 장치에 있어서,

송신 신호를 증폭하는 PA(power amplifier);

상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스(load impedance)를 형성하는 매칭 회로;

상기 매칭 회로와 연결되는 필터;

상기 필터와 연결되는 안테나 스위치; 및

상기 PA의 바이어스(bias), 상기 매칭 회로, 상기 필터, 상기 안테나 스위치의 상태를 제어하는 제어 회로를 포함하며,

상기 제어 회로는, 동작하고자 하는 모드로 천이하기 위해 상기 PA의 소손을 유발할 가능성이 있는 상태 조절이 필요한 경우, 상기 상태 조절 전 상기 PA의 바이어스를 미리 정의된 값으로 조절하고, 상기 상태 조절을 수행한 후, 상기 PA의 바이어스를 상기 모드에 따른 값으로 조절하는 전자 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 PA의 소손을 유발할 가능성이 있는 상태 조절은, 상기 안테나 스위치의 조절, 또는 상기 필터에 포함된 스위치의 조절 중 적어도 하나를 포함하는 전자 장치.

청구항 16

제14항에 있어서,

상기 제어 회로는, 상기 상태 조절을 위한 제1 신호의 값 및 상기 상태 조절의 대상이 되는 구성요소에 인가되는 제2 신호의 값이 일치하게 된 후, 상기 PA의 바이어스를 상기 모드에 따른 값으로 조절하는 전자 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 제어 회로는,

상기 상태 조절을 위한 상기 제1 신호를 출력하는 제어 신호 생성부;

상기 제1 신호에 기반하여 상기 상태 조절의 대상이 되는 구성요소에 인가되는 상기 제2 신호를 생성하는 버퍼;

상기 제2 신호를 기준 값과 비교하는 비교기;

상기 비교기의 출력 및 상기 제2 신호의 일치 시 긍정의 값을 가지는 신호를 출력하는 XNOR(exclusive non-or) 게이트를 포함하는 전자 장치.

청구항 18

제14항에 있어서,

디지털 포락선 신호를 아날로그 포락선 신호로 변환하는 DAC(digital to analog convertor);

상기 아날로그 포락선 신호에 기반하여 상기 PA에 인가되는 바이어스 신호의 일부를 생성하는 선형 레귤레이터;

상기 바이어스 신호의 나머지 일부를 생성하는 스위칭 레귤레이터; 및

상기 선형 레귤레이터의 출력 및 상기 스위칭 레귤레이터의 출력에 기반하여 상기 스위칭 레귤레이터의 스위칭 동작을 제어하는 신호를 생성하는 비교기를 더 포함하며,

상기 DAC, 상기 선형 레귤레이터, 상기 비교기는, 상기 PA와 동일한 모듈에 포함되는 전자 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명의 다양한 실시 예들은 RF(radio frequency) 신호를 처리하는 모듈을 조절하기 위한 전자 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 스마트 폰과 같은 전자 장치는 사용자에게 데이터 서비스를 제공하기 위해 통신망에 접속한 후, 기지국과 통신을 수행한다. 통신은 RF(radio frequency) 신호를 송신 및 수신함으로써 수행되므로, 전자 자치는 RF 신호를 처리하기 위한 회로를 포함한다. RF 신호를 처리하는 회로는 통신망에서 요구하는 성능을 가져야 한다. 지원하고자 하는 통신망들의 모든 요구사항을 만족시키기 위해, 회로는 최악의 경우(worst case)를 기준으로 설계될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] RF(radio frequency) 신호를 처리하는 회로가 최악의 경우(worst case)를 기준으로 설계되므로 인해, 통신망의 요구사항이 완화되더라도, 여전히 최악의 경우를 기준으로 설계된 회로가 사용될 수 있다. 이에 따라, 각 망의 시나리오에 최적화된 성능이 발휘될 수 없고, 최악의 경우 대비 선형성 요구사항이 완화된 노미널 케이스(nominal case)에서, 성능(performance)(예: 전류)의 손해가 발생할 수 있다.

[0004] 본 발명의 다양한 실시 예들은 RF 신호를 처리하는 모듈이 전자 장치에 설치된 상황을 고려하여 성능을 최적화하기 위한 전자 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 전자 장치는, 송신 신호를 증폭하는 PA(power amplifier), 상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스(load impedance)를 형성하는 매칭 회로, 상기 매칭 회로와 연결되는 필터, 및 상기 PA의 바이어스(bias), 상기 매칭 회로 또는 상기 필터 중 적어도 하나의 상태를 제어하는 제어 회로를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는, 제1 네트워크 및 제2 네트워크 중 상기 전자 장치가 접속된 네트워크를 식별하고, 상기 식별된 네트워크에 기반하여 상기 매칭 회로를 제1 상태, 제2 상태 또는 제3 상태 중 하나의 상태로 동작시킬 수 있다. 상기 제1 상태는, 모듈 레벨에서 상기 제1 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지도록 정의된 상태이고, 상기 제2 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 제2 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지도록 정의된 상태이고, 상기 제3 상태는, 상기 제1 상태보다 낮고 상기 제2 상태보다 높은 선형성을 제공하고, 상기 제1 상태보다 높고 상기 제2 상태보다 낮은 효율을 제공하는 상태일 수 있다.

[0006] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 전자 장치는, 병렬로 연결된 복수의 증폭기들을 이용하여 송신 신호를 증폭하는 PA, 상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스를 형성하는 매칭 회로, 및 상기 PA의 바이어스(bias) 또는 상기 매칭 회로의 상태를 제어하는 제어 회로를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는, 제1 전력 모드 및 제2 전력 모드 중 사용될 전력 모드를 식별하고, 상기 식별된 전력 모드에 기반하여 상기 PA에 포함된 증폭기들 중 온(on)되는 증폭기들의 개수를 조절하고, 상기 매칭 회로를 제1 상태, 제2 상태 또는 제3 상태 중 하나의 상태로 동작시킬 수 있다. 상기 제1 상태는, 모듈 레벨에서 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매칭 회로가 제1 임피던스를 형성하도록 정의된 상태이고, 상기 제2 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매칭 회로가 상기 제1 임피던스 보다 높은 제2 임피던스를 형

성하도록 정의된 상태이고, 상기 제3 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매칭 회로가 상기 제1 임피던스 보다 높고, 상기 제2 임피던스 보다 낮은 제3 임피던스를 형성하도록 정의된 상태일 수 있다.

[0007] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 전자 장치는, 송신 신호를 증폭하는 PA, 상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스를 형성하는 매칭 회로, 상기 매칭 회로와 연결되는 필터, 상기 필터와 연결되는 안테나 스위치, 및 상기 PA의 바이어스(bias), 상기 매칭 회로, 상기 필터, 상기 안테나 스위치의 상태를 제어하는 제어 회로를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는, 동작하고자 하는 모드로 천이하기 위해 상기 PA의 소손을 유발할 가능성이 있는 상태 조절이 필요한 경우, 상기 상태 조절 전 상기 PA의 바이어스를 미리 정의된 값으로 조절하고, 상기 상태 조절을 수행한 후, 상기 PA의 바이어스를 상기 모드에 따른 값으로 조절할 수 있다.

발명의 효과

[0008] 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치는, 통신 상황에 따라 RF(radio frequency) 신호를 처리하는 회로를 통신 망에 따라 적응적으로 조절하고, 재구성가능하도록(reconfigurable) 제어함으로써, 각 상황에서 최적화된(optimal) 성능을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 다양한 실시 예들에서의 네트워크 환경 내의 전자 장치의 블럭도이다.

도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 통신 모듈의 구성 예들이다.

도 3a는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 매칭 회로의 예이다.

도 3b는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 필터의 예이다.

도 4는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 필터의 조절에 의한 특성 변화의 예이다.

도 5는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 매칭 회로의 임피던스 값의 조절에 의한 특성 변화의 예이다.

도 6은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 매칭 회로의 임피던스 값의 조절에 의한 특성 변화의 다른 예이다.

도 7은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 네트워크에 따른 임피던스 조절을 위한 흐름도이다.

도 8은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 네트워크에 따른 임피던스 조절을 위한 다른 흐름도이다.

도 9는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 전력 증폭기의 예이다.

도 10은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 전력 모드에 따른 전력 증폭기 및 임피던스 조절을 위한 흐름도이다.

도 11은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 신호를 처리하는 구성요소들의 상태 제어를 위한 제어 신호들을 생성하는 모듈의 예이다.

도 12는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 전력 증폭기의 소손 방지를 위한 제어의 예이다.

도 13a는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 플래그 신호를 생성하는 회로의 구현 예이다.

도 13b 및 도 13c는 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 플래그 신호를 생성하는 회로에서 버퍼 및 비교기의 출력의 예들이다.

도 14는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 신호를 처리하는 구성요소들의 상태를 제어하기 위한 흐름도이다.

도 15는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 복수의 안테나 구성들을 지원하기 위한 통신 모듈의 구성 예이다.

도 16은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 CA(carrier aggregation) 동작의 활성 여부에 따라 안테나를 제어하기 위한 흐름도이다.

도 17은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 ET(envelop tracking) 증폭 방식을 채택한 통신 모듈의 구성 예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] 이하 다양한 실시 예들이 첨부된 도면을 참고하여 상세히 설명된다.

[0012] 도 1은 다양한 실시 예들에 따른, 네트워크 환경(100) 내의 전자 장치(101)의 블럭도이다. 도 1을 참고하면, 네트워크 환경(100)에서 전자 장치(101)는 제1 네트워크(198)(예: 근거리 무선 통신 네트워크)를 통하여 전자 장치(102)와 통신하거나, 또는 네트워크(199)(예: 원거리 무선 통신 네트워크)를 통하여 전자 장치(104) 또는 서버(108)와 통신할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전자 장치(101)는 서버(108)를 통하여 전자 장치(104)와 통신할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전자 장치(101)는 프로세서(120), 메모리(130), 입력 장치(150), 음향 출력 장치(155), 표시 장치(160), 오디오 모듈(170), 센서 모듈(176), 인터페이스(177), 햅틱 모듈(179), 카메라 모듈(180), 전력 관리 모듈(188), 배터리(189), 통신 모듈(190), 가입자 식별 모듈(196), 또는 안테나 모듈(197)을 포함할 수 있다. 어떤 실시 예에서는, 전자 장치(101)에는, 이 구성요소들 중 적어도 하나(예: 표시 장치(160) 또는 카메라 모듈(180))가 생략되거나, 하나 이상의 다른 구성 요소가 추가될 수 있다. 어떤 실시 예에서는, 이 구성요소들 중 일부들은 하나의 통합된 회로로 구현될 수 있다. 예를 들면, 센서 모듈(176)(예: 지문 센서, 홍채 센서, 또는 조도 센서)은 표시 장치(160)(예: 디스플레이)에 임베디드된 채 구현될 수 있다

[0013] 프로세서(120)는, 예를 들면, 소프트웨어(예: 프로그램(140))를 실행하여 프로세서(120)에 연결된 전자 장치(101)의 적어도 하나의 다른 구성요소(예: 하드웨어 또는 소프트웨어 구성요소)을 제어할 수 있고, 다양한 데이터 처리 또는 연산을 수행할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 데이터 처리 또는 연산의 적어도 일부로서, 프로세서(120)는 다른 구성요소(예: 센서 모듈(176) 또는 통신 모듈(190))로부터 수신된 명령 또는 데이터를 휘발성 메모리(132)에 로드하고, 휘발성 메모리(132)에 저장된 명령 또는 데이터를 처리하고, 결과 데이터를 비휘발성 메모리(134)에 저장할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 프로세서(120)는 메인 프로세서(121)(예: 중앙 처리 장치 또는 어플리케이션 프로세서), 및 이와는 독립적으로 또는 함께 운영 가능한 보조 프로세서(123)(예: 그래픽 처리 장치, 이미지 시그널 프로세서, 센서 허브 프로세서, 또는 커뮤니케이션 프로세서)를 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대체적으로, 보조 프로세서(123)은 메인 프로세서(121)보다 저전력을 사용하거나, 또는 지정된 기능에 특화되도록 설정될 수 있다. 보조 프로세서(123)는 메인 프로세서(121)와 별개로, 또는 그 일부로서 구현될 수 있다.

[0014] 보조 프로세서(123)는, 예를 들면, 메인 프로세서(121)가 인액티브(예: 슬립) 상태에 있는 동안 메인 프로세서(121)를 대신하여, 또는 메인 프로세서(121)가 액티브(예: 어플리케이션 실행) 상태에 있는 동안 메인 프로세서(121)와 함께, 전자 장치(101)의 구성요소들 중 적어도 하나의 구성요소(예: 표시 장치(160), 센서 모듈(176), 또는 통신 모듈(190))와 관련된 기능 또는 상태들의 적어도 일부를 제어할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 보조 프로세서(123)(예: 이미지 시그널 프로세서 또는 커뮤니케이션 프로세서)는 기능적으로 관련 있는 다른 구성 요소(예: 카메라 모듈(180) 또는 통신 모듈(190))의 일부로서 구현될 수 있다.

[0015] 메모리(130)는, 전자 장치(101)의 적어도 하나의 구성요소(예: 프로세서(120) 또는 센서모듈(176))에 의해 사용되는 다양한 데이터를 저장할 수 있다. 데이터는, 예를 들어, 소프트웨어(예: 프로그램(140)) 및, 이와 관련된 명령에 대한 입력 데이터 또는 출력 데이터를 포함할 수 있다. 메모리(130)는, 휘발성 메모리(132) 또는 비휘발성 메모리(134)를 포함할 수 있다.

[0016] 프로그램(140)은 메모리(130)에 소프트웨어로서 저장될 수 있으며, 예를 들면, 운영 체제(142), 미들 웨어(144) 또는 어플리케이션(146)을 포함할 수 있다.

[0017] 입력 장치(150)는, 전자 장치(101)의 구성요소(예: 프로세서(120))에 사용될 명령 또는 데이터를 전자 장치(101)의 외부(예: 사용자)로부터 수신할 수 있다. 입력 장치(150)은, 예를 들면, 마이크, 마우스, 키보드, 또는 디지털 펜(예:스타일러스 펜)을 포함할 수 있다.

[0018] 음향 출력 장치(155)는 음향 신호를 전자 장치(101)의 외부로 출력할 수 있다. 음향 출력 장치(155)는, 예를 들면, 스피커 또는 리시버를 포함할 수 있다. 스피커는 멀티미디어 재생 또는 녹음 재생과 같이 일반적인 용도로 사용될 수 있고, 리시버는 착신 전화를 수신하기 위해 사용될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 리시버는 스피커와 별개로, 또는 그 일부로서 구현될 수 있다.

[0019] 표시 장치(160)는 전자 장치(101)의 외부(예: 사용자)로 정보를 시각적으로 제공할 수 있다. 표시 장치(160)은, 예를 들면, 디스플레이, 홀로그램 장치, 또는 프로젝터 및 해당 장치를 제어하기 위한 제어 회로를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 표시 장치(160)는 터치를 감지하도록 설정된 터치 회로(touch circuitry), 또는 상기 터치에 의해 발생되는 힘의 세기를 측정하도록 설정된 센서 회로(예: 압력 센서)를 포함할 수 있다.

[0020] 오디오 모듈(170)은 소리를 전기 신호로 변환시키거나, 반대로 전기 신호를 소리로 변환시킬 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 오디오 모듈(170)은, 입력 장치(150)를 통해 소리를 획득하거나, 음향 출력 장치(155), 또는 전자 장치(101)와 직접 또는 무선으로 연결된 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102)) (예: 스피커 또는 헤드폰))를 통해 소리를 출력할 수 있다.

[0021] 센서 모듈(176)은 전자 장치(101)의 작동 상태(예: 전력 또는 온도), 또는 외부의 환경 상태(예: 사용자 상태)를 감지하고, 감지된 상태에 대응하는 전기 신호 또는 데이터 값을 생성할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 센서 모듈(176)은, 예를 들면, 제스처 센서, 자이로 센서, 기압 센서, 마그네틱 센서, 가속도 센서, 그립 센서, 근접 센서, 컬러 센서, IR(infrared) 센서, 생체 센서, 온도 센서, 습도 센서, 또는 조도 센서를 포함할 수 있다.

[0022] 인터페이스(177)는 전자 장치(101)이 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102))와 직접 또는 무선으로 연결되기 위해 사용될 수 있는 하나 이상의 지정된 프로토콜들을 지원할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 인터페이스(177)는, 예를 들면, HDMI(high definition multimedia interface), USB(universal serial bus) 인터페이스, SD카드 인터페이스, 또는 오디오 인터페이스를 포함할 수 있다.

[0023] 연결 단자(178)는, 그를 통해서 전자 장치(101)가 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102))와 물리적으로 연결될 수 있는 커넥터를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 연결 단자(178)은, 예를 들면, HDMI 커넥터, USB 커넥터, SD 카드 커넥터, 또는 오디오 커넥터(예: 헤드폰 커넥터)를 포함할 수 있다.

[0024] 햅틱 모듈(179)은 전기적 신호를 사용자가 촉각 또는 운동 감각을 통해서 인지할 수 있는 기계적인 자극(예: 진동 또는 움직임) 또는 전기적인 자극으로 변환할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 햅틱 모듈(179)은, 예를 들면, 모터, 압전 소자, 또는 전기 자극 장치를 포함할 수 있다.

[0025] 카메라 모듈(180)은 정지 영상 및 동영상을 촬영할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 카메라 모듈(180)은 하나 이상의 렌즈들, 이미지 센서들, 이미지 시그널 프로세서들, 또는 플래시들을 포함할 수 있다.

[0026] 전력 관리 모듈(188)은 전자 장치(101)에 공급되는 전력을 관리할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전력 관리 모듈(388)은, 예를 들면, PMIC(power management integrated circuit)의 적어도 일부로서 구현될 수 있다.

[0027] 배터리(189)는 전자 장치(101)의 적어도 하나의 구성 요소에 전력을 공급할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 배터리(189)는, 예를 들면, 재충전 불가능한 1차 전지, 재충전 가능한 2차 전지 또는 연료 전지를 포함할 수 있다.

[0028] 통신 모듈(190)은 전자 장치(101)와 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102), 전자 장치(104), 또는 서버(108))간의 직접(예: 유선) 통신 채널 또는 무선 통신 채널의 수립, 및 수립된 통신 채널을 통한 통신 수행을 지원할 수 있다. 통신 모듈(190)은 프로세서(120)(예: 어플리케이션 프로세서)와 독립적으로 운영되고, 직접(예: 유선) 통신 또는 무선 통신을 지원하는 하나 이상의 커뮤니케이션 프로세서를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 통신 모듈(190)은 무선 통신 모듈(192)(예: 셀룰러 통신 모듈, 근거리 무선 통신 모듈, 또는 GNSS(global navigation satellite system) 통신 모듈) 또는 유선 통신 모듈(194)(예: LAN(local area network) 통신 모듈, 또는 전력선 통신 모듈)을 포함할 수 있다. 이들 통신 모듈 중 해당하는 통신 모듈은 제1 네트워크(198)(예: 블루투스, WiFi direct 또는 IrDA(infrared data association) 같은 근거리 통신 네트워크) 또는 네트워크(199)(예: 셀룰러 네트워크, 인터넷, 또는 컴퓨터 네트워크(예: LAN 또는 WAN)와 같은 원거리 통신 네트워크)를 통하여 외부 전자 장치와 통신할 수 있다. 이런 여러 종류의 통신 모듈들은 하나의 구성 요소(예: 단일 칩)으로 통합되거나, 또는 서로 별도의 복수의 구성 요소들(예: 복수 칩들)로 구현될 수 있다. 무선 통신 모듈(192)은 가입자 식별 모듈(196)에 저장된 가입자 정보(예: 국제 모바일 가입자 식별자(IMSI))를 이용하여 제1 네트워크(198) 또는 네트워크(199)와 같은 통신 네트워크 내에서 전자 장치(101)를 확인 및 인증할 수 있다.

[0029] 안테나 모듈(197)은 신호 또는 전력을 외부(예: 외부 전자 장치)로 송신하거나 외부로부터 수신할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 안테나 모듈은 서브스트레이트(예: PCB) 위에 형성된 도전체 또는 도전성 패턴으로 이루어진 방사체를 포함하는 하나의 안테나를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 안테나 모듈(197)은 복수의 안테나들을 포함할 수 있다. 이런 경우, 제1 네트워크(198) 또는 네트워크(199)와 같은 통신 네트워크에서 사용되는

통신 방식에 적합한 적어도 하나의 안테나가, 예를 들면, 통신 모듈(190)에 의하여 상기 복수의 안테나들로부터 선택될 수 있다. 신호 또는 전력은 상기 선택된 적어도 하나의 안테나를 통하여 통신 모듈(190)과 외부 전자 장치 간에 송신되거나 수신될 수 있다. 어떤 실시 예에 따르면, 방사체 이외에 다른 부품(예: RFIC)이 추가로 안테나 모듈(197)의 일부로 형성될 수 있다.

[0030] 상기 구성요소들 중 적어도 일부는 주변 장치들간 통신 방식(예: 버스, GPIO(general purpose input and output), SPI(serial peripheral interface), 또는 MIPI(mobile industry processor interface))를 통해 서로 연결되고 신호(예: 명령 또는 데이터)를 상호간에 교환할 수 있다.

[0031] 일 실시 예에 따르면, 명령 또는 데이터는 네트워크(199)에 연결된 서버(108)를 통해서 전자 장치(101)와 외부의 전자 장치(104)간에 송신 또는 수신될 수 있다. 전자 장치(102, 104) 각각은 전자 장치(101)와 동일한 또는 다른 종류의 장치일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전자 장치(101)에서 실행되는 동작들의 전부 또는 일부는 외부 전자 장치들(102, 104, or 108) 중 하나 이상의 외부 장치들에서 실행될 수 있다. 예를 들면, 전자 장치(101)가 어떤 기능이나 서비스를 자동으로, 또는 사용자 또는 다른 장치로부터의 요청에 반응하여 수행해야 할 경우에, 전자 장치(101)는 기능 또는 서비스를 자체적으로 실행시키는 대신에 또는 추가적으로, 하나 이상의 외부 전자 장치들에게 그 기능 또는 그 서비스의 적어도 일부를 수행하라고 요청할 수 있다. 상기 요청을 수신한 하나 이상의 외부 전자 장치들은 요청된 기능 또는 서비스의 적어도 일부, 또는 상기 요청과 관련된 추가 기능 또는 서비스를 실행하고, 그 실행의 결과를 전자 장치(101)로 전달할 수 있다. 전자 장치(101)는 상기 결과를, 그대로 또는 추가적으로 처리하여, 상기 요청에 대한 응답의 적어도 일부로서 제공할 수 있다. 이를 위하여, 예를 들면, 클라우드 컴퓨팅, 분산 컴퓨팅, 또는 클라이언트-서버 컴퓨팅 기술이 이용될 수 있다.

[0033] 도 1을 참고하여 설명한 전자 장치(101)의 구조에서, 통신 모듈(190)은 통신을 수행하기 위한 다양한 하드웨어 구성요소들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 통신 모듈(190)은 이하 도 2a 내지 도 2d와 같은 구성요소(component)들을 포함할 수 있다.

[0034] 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 통신 모듈의 구성 예들이다.

[0035] 도 2a를 참고하면, 통신 모듈(190)은 CP(communication processor)(210), 트랜시버(transceiver, TRCV)(220), RF-FEM(radio frequency-front end module)(230), 및/또는 제어 회로(240)를 포함할 수 있다.

[0036] CP(210)는 통신을 위한 제어 및 디지털 신호에 대한 처리를 수행할 수 있다. 일 실시 예에 따라, CP(210)는 트랜시버(220) 및/또는 RF-FEM(230)의 동작 또는 상태를 제어할 수 있다. 예를 들어, CP(210)는 트랜시버(220), RF-FEM(230) 및/또는 트랜시버(220) 또는 RF-FEM(230)에 포함된 구성요소의 동작 또는 상태를 결정하고, 동작 또는 상태를 제어하기 위한 명령어를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 따라, CP(210)는 통신 규격에서 정의하는 계층들 내의 동작들을 수행하기 위한 프로토콜 스택(protocol stack)을 포함할 수 있다. 예를 들어, CP(210)는 규격에서 정의하는 형식에 따라 메시지를 생성 및 해석할 수 있고, 이에 기반하여 네트워크와 상호 작용할 수 있다. 일 실시 예에 따라, CP(210)는 디지털/기저대역 신호를 처리할 수 있다. 예를 들어, CP(210)는 채널 인코딩/디코딩 및 변조/복조를 수행할 수 있다.

[0037] 트랜시버(220)는 신호를 송신 또는 수신하기 위한 처리를 수행할 수 있다. 일 실시 예에 따라, 트랜시버(220)는 신호의 주파수 대역 변환 및/또는 증폭을 수행할 수 있다. 예를 들어, 트랜시버(220)는 아날로그/IF(intermediate) 또는 RF 신호를 처리할 수 있다. 예를 들어, 트랜시버(220)는 DAC(digital to analog coveter)/ADC(analog to ditigal conveter), 믹서(mixer) 및/또는 오실레이터(oscillator)를 포함할 수 있다.

[0038] FEM(230)은 RF 신호를 처리할 수 있다. 일 실시 예에 따라, RF-FEM(230)은 PA(power amplifier)(231), 매칭 회로(matching circuit)(232), LNA(low noise amplifier)(233), 바이패스(bypass) 스위치(234), 송수신 스위치(235), 필터(236), 가변 저항(237), 커플러(238) 및/또는 제어부(239)를 포함할 수 있다. PA(231)는 트랜시버(220)로부터 제공되는 RF 신호를 증폭할 수 있다. 매칭 회로(232)는 부하 임피던스(load impedance)를 형성할 수 있다. LNA(233)는 수신 신호를 증폭하고, 바이패스 스위치(234)는 LNA(233)를 사용하지 아니하는 수신 경로를 형성하기 위해 사용될 수 있다. 송수신 스위치(235)는 신호 송신 시 PA(231)를 포함하는 경로를 필터(236)와 연결하고, 신호 수신 시 LNA(233)를 포함하는 경로를 필터(236)와 연결할 수 있다. 필터(236)는 통신에 사용되는 신호의 주파수 대역에 따라 신호를 필터링할 수 있다. 가변 저항(237)은 커플러(238)의 동작을 위해 필요한 저항 값을 제공하고, 커플러(238)는 송신 신호를 커플링할 수 있다. 제어부(239)는 RF-FEM(230)에 포함되는 적어도 하나의 구성요소를 제어하기 위한 제어 신호를 생성할 수 있다. 일 실시 예에 따라, 제어부(239)는

PA(231)의 바이어스(bias) 전류를 제어하는 바이어스 제어부(239a) 및/또는 RF-FEM(230)에 포함되는 적어도 하나의 구성요소와의 신호 교환을 위한 MIPI(mobile industry processor interface)(239b)를 포함할 수 있다.

[0039] 제어 회로(240)는 RF-FEM(230)에 포함되는 적어도 하나의 구성요소를 제어할 수 있다. 제어 회로(240)는 CP(210)의 결정에 응하여 RF-FEM(230)에 포함되는 적어도 하나의 구성요소를 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로(240)는 접속된 네트워크 또는 사용되는 전력 모드에 기반하여 PA(231), 매칭 회로(232) 또는 필터(236) 중 적어도 하나의 상태를 조절(tune)하도록 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로(240)는 RF-FEM(230)이 전자 장치(101)에 설치되어 운용되는 동안의 RF-FEM(230)의 성능 또는 특성(예: 선형성 또는 효율)을 측정할 수 있다. 예를 들어, 제어 회로(240)는 커플러(238)에 의해 커플링된 신호를 이용하여 RF-FEM(230)의 성능 또는 특성을 측정할 수 있다. 제어 회로(240)는 '제어 블록', '센싱 회로', '센싱 및 제어 블록', '센싱 및 제어 회로' 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다.

[0040] 도 2a의 예에서, 제어 회로(240)는 CP(210), 트랜시버(220), RF-FEM(230)과 별도의 구성요소로서 설명되었다. 다른 실시 예들에 따라, 제어 회로(240)는 CP(210), 트랜시버(220) 또는 RF-FEM(230) 중 어느 하나에 포함될 수 있다. 예를 들어, 제어 회로(240)는 도 2b와 같이 CP(210)에 포함되거나, 도 2c와 같이 트랜시버(220)에 포함되거나, 또는 도 2c와 같이 RF-FEM(230)의 제어부(239)에 포함될 수 있다.

[0041] 도 2a 내지 도 2d의 예들에서, RF-FEM(230)는 송신 신호를 증폭하기 위한 PA(231)를 포함할 수 있다. 다른 실시 예에 따라, RF-FEM(230)는 적어도 하나의 다른 증폭기를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, RF-FEM(230)은 프리-드라이버(pre-driver) 증폭기 및/또는 드라이버(driver) 증폭기를 더 포함할 수 있다. 이 경우, 프리-드라이버 증폭기 및 드라이버 증폭기의 사이 또는 드라이버 증폭기 및 PA(231) 사이에 중간(interstage) 매칭 회로가 더 포함될 수 있다. 또 다른 실시 예에 따라, RF-FEM(230)은 입력 매칭 회로를 더 포함할 수 있다.

[0042] 도 2a 내지 도 2d에 예시된 구조에 따라, 매칭 회로(예: 입력 매칭 회로, 중간 매칭 회로 또는 매칭 회로(232)) 및/또는 필터(예: 필터(246))를 제어함으로써, RF-FEM(230)의 특성(예: 선형성 또는 효율)이 조절되거나, 또는 송신 신호의 전력 크기가 조절될 수 있다. RF-FEM(230)의 특성 조절을 위한 매칭 회로는 이하 도 3a과 같이, 필터는 이하 도 3b와 같이 형성될 수 있다.

[0044] 도 3a는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 매칭 회로의 예이다.

[0045] 도 3a를 참고하면, 매칭 회로(예: 입력 매칭 회로, 중간 매칭 회로 또는 매칭 회로(232))는 고정부(312), 제1 가변 커패시터(314a) 및/또는 제2 가변 커패시터(314b)를 포함할 수 있다. 고정부(312)는 적어도 하나의 수동 회로 소자(예: 저항, 커패시터 및/또는 인덕터)를 포함할 수 있다. 제1 가변 커패시터(314a) 및/또는 제2 가변 커패시터(314b)는 조절 가능한 커패시턴스들을 제공하며, 커패시턴스의 조절에 의해 매칭 회로에 의해 형성되는 임피던스의 값이 달라질 수 있다. 도 3a는 2개의 가변 커패시터들(314a 및 314b)를 예시하나, 다른 실시 예에 따라, 하나 또는 셋 이상의 커패시터들이 포함될 수 있다.

[0046] 도 3b는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 필터의 예이다. 도 3b를 참고하면, 필터(예: 필터(236))는 대역 통과 필터(322), 제1 노치(notch) 필터(324a), 제2 노치 필터(324b), 제1 스위치(326a) 및/또는 제2 스위치(326b)를 포함할 수 있다. 제1 노치 필터(324a)는 대역 통과 필터(322)의 일단에, 제2 노치 필터(324b)는 대역 통과 필터(324)의 타단에 연결될 수 있다. 제1 스위치(326a)는 제1 노치 필터(324a)의 접지 여부를 조절하고, 제2 스위치(326b)는 제2 노치 필터(324b)의 접지 여부를 조절할 수 있다.

[0047] 제1 스위치(326a) 및 제2 스위치(326b)의 상태에 따라, RF-FEM(예: RF-FEM(230))의 삽입 손실(insertion loss)이 도 4와 같이 달라질 수 있다. 도 4는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 필터의 조절에 의한 특성 변화의 예이다. 제1 스위치(326a) 및 제2 스위치(326b)가 모두 개방(open)되는 경우, 삽입 손실 특성이 제1 상태에서 제2 상태로 변화할 수 있다. 도 4를 참고하면, 제1 스위치(326a) 및 제2 스위치(326b)가 모두 개방됨에 의해, 통과 대역 외에서의 신호 감쇄(attenuation) 레벨이 완화되고, 통과 대역에서의 삽입 손실이 감소할 수 있다.

[0049] 통신 상황에 따라 PA(예: PA(231))의 매칭 회로(예: 매칭 회로(232)) 또는 필터(예: 필터(236))를 적응적으로(adaptive) 조절(tuning) 및 제어할 때, 모듈 수준이 아니라 제품 수준에서 매칭, 접지(ground, GND) 환경 영향으로 의도한 성능과 선형성 확보가 곤란한 경우가 있을 수 있다. 이에, 본 발명은 실제 적용 시 일어날 수 있

는 문제를 해소하기 위한 다양한 실시 예들을 설명한다.

[0051] 일 실시 예에 따라, 매칭 회로(예: 매칭 회로(232))를 이용한 부하 임피던스의 조절을 통해 RF-FEM의 선형성 특성 및 효율 특성이 조절될 수 있다. 부하 임피던스 및 RF-FEM의 특성 간 상관 관계는 이하 도 5 및 도 6과 같을 수 있다.

[0052] 도 5는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 매칭 회로의 임피던스 값의 조절에 의한 특성 변화의 예이다. 도 5에서, 실선으로 표현된 선들 각각은 동일한 효율 특성을 제공하는 임피던스들을, 점선으로 표현된 선들 각각은 동일한 선형성 특성을 제공하는 임피던스들을 표현한다. 도 5에서, 선형성 특성은 ACLR(adjacent channel leakage ratio) 또는 EVM(error vector magnitude)로 해석될 수 있고, 효율 특성은 PA의 전류 소모량으로 해석될 수 있다. 도 5를 참고하면, 임피던스 값에 따라서 선형성 특성 및 효율 특성이 달라짐이 확인된다. 도 5에서 확인되는 바와 같이, 매칭 회로에 의해 형성되는 임피던스 값에 따라 선형성 특성(예: ACLR 또는 EVM) 및 효율 특성(예: 전류 소모량)이 결정되나, 선형성 특성 및 효율 특성이 우수해지는 임피던스 영역이 일치하지 아니할 수 있다. 선형성 특성 및 효율 특성의 변화의 경향이 동일하지 아니하므로, 특정 선형성 특성 내에서 효율 특성이 조절될 수 있다. 예를 들어, ACLR=-33인 선형성 특성이 주어지면, 효율 특성은 약 280 내지 640의 범위에서 조절될 수 있다.

[0053] 도 6은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 매칭 회로의 임피던스 값의 조절에 의한 특성 변화의 다른 예이다. 도 5에서, 선형성 특성은 ACLR 또는 EVM로 해석될 수 있고, 효율 특성은 PAE(power-added efficiency)로 해석될 수 있다. 도 5와 같이, 제1 지점(610)에서 제2 지점(620)으로 매칭점이 변경되면, 선형성 및 효율이 모두 우수해질 수 있다.

[0055] 도 5 및 도 6을 참고하여 설명한 바와 같이, 부하 임피던스를 조절함으로써 RF-FEM의 선형성 특성 및 효율 특성이 변화할 수 있다. 부하 임피던스에 따른 선형성/효율 특성은 RF-FEM의 모듈 레벨에서 정의될 수 있으나, RF-FEM이 전자 장치에 설치 후 운용되는 경우, 모듈 레벨에서 정의된 결과와 다른 결과가 도출될 수 있다. 이에 따라, 운용 시에도 요구되는 성능(예: 선형성)이 확보되는지 확인 후, 성능 미확보 시 선택 가능한 옵션이 존재할 수 있다.

[0057] 도 7은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 네트워크에 따른 임피던스 조절을 위한 흐름도(700)이다. 도 7에 예시된 흐름도(700)의 동작 주체는 전자 장치(101) 또는 전자 장치(101)의 구성요소(예: 제어 회로(240))로 이해될 수 있다.

[0058] 도 7을 참고하면, 동작 701에서, 전자 장치(101)(예: 제어 회로(240))는 높은 선형성 요구되는 규격인지 판단할 수 있다. 제어 회로(240)는 AP(예: 프로세서(120)) 또는 CP(210)로부터 제공되는 정보에 기반하여 현재 접속된 또는 접속하고자 하는 네트워크를 식별하고, 식별된 네트워크가 높은 선형성을 요구하는 규격에 기반하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, AP는 사용자에 의해 선택된 네트워크를 인지할 수 있다. 또 다른 예로, CP(210)는 프로토콜 스택을 통해 접속 절차를 제어하므로 현재 접속된 또는 접속하고자 하는 네트워크를 인지할 수 있다. 예를 들어, 높은 선형성을 요구하는 규격에 기반한 네트워크는 5G 네트워크이고, 상대적으로 낮은 선형성을 요구하는 규격에 기반한 네트워크는 LTE 네트워크일 수 있다.

[0059] 식별된 네트워크가 높은 선형성을 요구하는 규격에 기반하는 제1 네트워크이면, 동작 703에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 선형성을 향상 시킬 수 있는 제1 상태로 설정할 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 상태는 선택 가능한 임피던스 값 후보들 중 RF-FEM의 선형성을 향상 시킬 수 있는 임피던스 값을 형성하도록 하는 설정 값이 매칭 회로에 적용된 상태일 수 있다. 예를 들어, 설정 값은 매칭 회로에 포함된 커패시터의 커패시턴스 값을 지시할 수 있다. 본 동작 703에서, 설정 값은 선형성 및 효율의 조합과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보(예: 룩업 테이블)를 이용하여 선택될 수 있으며, 여기서, 선형성 및 효율의 조합과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보는 RF-FEM의 모듈 레벨에서 정의될 수 있다.

[0060] 식별된 네트워크가 높은 선형성을 요구하는 규격에 기반하지 아니하는 제2 네트워크이면, 동작 705에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 요구되는 선형성 범위 내에서 전류 소모를 감소 시킬 수 있는 제2 상태로 설정할 수 있다. 일 실시 예에서, 제2 상태는 선택 가능한 임피던스 값 후보들 중 RF-FEM의 규격에서 요구하는 선형성

이상의 선형성을 제공하면서 전류 소모를 감소 시킬 수 있는 임피던스 값을 형성하도록 하는 설정 값이 매칭 회로에 적용된 상태일 수 있다. 예를 들어, 설정 값은 매칭 회로에 포함된 커패시터의 커패시턴스 값을 지시할 수 있다. 본 동작 705에서, 설정 값은 선형성 및 효율의 조합과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보(예: 룩업 테이블)를 이용하여 선택될 수 있으며, 여기서, 선형성 및 효율의 조합과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보는 RF-FEM의 모듈 레벨에서 정의될 수 있다.

[0061] 동작 707에서, 전자 장치(101)는 운용 시 선형성을 만족하는지 확인할 수 있다. PA의 매칭 회로를 제2 상태로 설정한 상황에서, 전자 장치(101)는 피드백되는 PA의 출력에 기반하여 선형성을 측정하고, 측정된 선형성이 제2 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 운용 중 측정된 선형성 지표(예: ACLR 또는 EVM) 및 제2 네트워크에 대응하는 임계치를 비교함으로써 제2 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다.

[0062] 제2 상태에서 운용 시 선형성을 만족하지 아니하면, 동작 709에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정할 수 있다. 제3 상태는 제1 상태보다 낮은 선형성을 제공하고, 제2 상태보다 낮은 효율을 제공하는(예: 제2 상태보다 전류 소모량이 높은), 중간적 상태일 수 있다. 예를 들어, 제3 상태를 위한 설정 값은 제1 상태를 위한 설정 값이 지시하는 제1 커패시턴스 및 제2 상태를 위한 설정 값이 지시하는 제2 커패시턴스의 사이의 범위에 속하는 제3 커패시턴스를 지시할 수 있다. 예를 들어, 제3 커패시턴스는 제2 커패시턴스의 절반일 수 있다.

[0063] 동작 707에서, 전자 장치(101)는 운용 시 선형성을 만족하는지 확인할 수 있다. PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정한 상황에서, 전자 장치(101)는 피드백되는 PA의 출력에 기반하여 선형성을 측정하고, 측정된 선형성이 제2 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 운용 중 측정된 선형성 지표(예: ACLR 또는 EVM) 및 제2 네트워크에 대응하는 임계치를 비교함으로써 제2 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다.

[0064] 제3 상태에서 운용 시 선형성을 만족하지 아니하면, 동작 703에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 선형성을 제3 상태 보다 향상 시킬 수 있는 제1 상태로 설정할 수 있다. 예를 들어, 모듈 레벨에서 정의된 선형성 성능과 제품 레벨에서의 성능 간 불일치를 대비하여 준비된 중간적 상태가 선형성 성능을 만족하지 못하는 경우, 선형성을 최대화하는 상태가 사용될 수 있다.

[0066] 도 8은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 네트워크에 따른 임피던스 조절을 위한 다른 흐름도(800)이다. 도 8에 예시된 흐름도(800)의 동작 주체는 전자 장치(101) 또는 전자 장치(101)의 구성요소(예: 제어 회로(240))로 이해될 수 있다. 도 8은 도 7과 달리 복수의 중간적 상태들이 존재하는 경우를 예시한다.

[0067] 도 8을 참고하면, 동작 801에서, 전자 장치(101)(예: 제어 회로(240))는 높은 선형성 요구되는 규격인지 판단할 수 있다. 제어 회로(240)는 AP(예: 프로세서(120)) 또는 CP(210)로부터 제공되는 정보에 기반하여 현재 접속된 또는 접속하고자 하는 네트워크를 식별하고, 식별된 네트워크가 높은 선형성을 요구하는 규격에 기반하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, AP는 사용자에 의해 선택된 네트워크를 인지할 수 있다. 또 다른 예로, CP(210)는 프로토콜 스택을 통해 접속 절차를 제어하므로 현재 접속된 또는 접속하고자 하는 네트워크를 인지할 수 있다. 예를 들어, 높은 선형성을 요구하는 규격에 기반한 네트워크는 5G 네트워크이고, 상대적으로 낮은 선형성을 요구하는 규격에 기반한 네트워크는 LTE 네트워크일 수 있다.

[0068] 식별된 네트워크가 높은 선형성을 요구하는 규격에 기반하는 제1 네트워크이면, 동작 803에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 선형성을 향상 시킬 수 있는 제1 상태로 설정할 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 상태는 선택 가능한 임피던스 값 후보들 중 RF-FEM의 선형성을 향상 시킬 수 있는 임피던스 값을 형성하도록 하는 설정 값이 매칭 회로에 적용된 상태일 수 있다. 예를 들어, 설정 값은 매칭 회로에 포함된 커패시터의 커패시턴스 값을 지시할 수 있다. 본 동작 803에서, 설정 값은 선형성 및 효율의 조합과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보(예: 룩업 테이블)를 이용하여 선택될 수 있으며, 여기서, 선형성 및 효율의 조합과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보는 RF-FEM의 모듈 레벨에서 정의될 수 있다.

[0069] 식별된 네트워크가 높은 선형성을 요구하는 규격에 기반하지 아니하는 제2 네트워크이면, 동작 805에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 요구되는 선형성 범위 내에서 전류 소모를 감소 시킬 수 있는 제2 상태로 설정할 수 있다. 일 실시 예에서, 제2 상태는 선택 가능한 임피던스 값 후보들 중 RF-FEM의 규격에서 요구하는 선형성 이상의 선형성을 제공하면서 전류 소모를 감소 시킬 수 있는 임피던스 값을 형성하도록 하는 설정 값이 매칭 회

로에 적용된 상태일 수 있다. 예를 들어, 설정 값은 매칭 회로에 포함된 커패시터의 커패시턴스 값을 지시할 수 있다. 본 동작 805에서, 설정 값은 선형성 및 효율의 조합과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보(예: 룩업 테이블)를 이용하여 선택될 수 있으며, 여기서, 선형성 및 효율의 조합과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보는 RF-FEM의 모듈 레벨에서 정의될 수 있다.

[0070] 동작 807에서, 전자 장치(101)는 운용 시 선형성을 만족하는지 확인할 수 있다. PA의 매칭 회로를 제2 상태로 설정한 상황에서, 전자 장치(101)는 피드백되는 PA의 출력에 기반하여 선형성을 측정하고, 측정된 선형성이 제2 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 운용 중 측정된 선형성 지표(예: ACLR 또는 EVM) 및 제2 네트워크에 대응하는 임계치를 비교함으로써 제2 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다.

[0071] 제2 상태에서 운용 시 선형성을 만족하지 아니하면, 동작 809에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정한다. 제3 상태는 제1 상태보다 낮은 선형성을 제공하고, 제2 상태보다 낮은 효율을 제공하는(예: 제2 상태보다 전류 소모량이 높은), 중간적 상태일 수 있다. 예를 들어, 제3 상태를 위한 설정 값은 제1 상태를 위한 설정 값이 지시하는 제1 커패시턴스 및 제2 상태를 위한 설정 값이 지시하는 제2 커패시턴스의 사이의 범위에 속하는 제3 커패시턴스를 지시할 수 있다. 예를 들어, 제3 커패시턴스는 제2 커패시턴스의 절반일 수 있다.

[0072] 동작 811에서, 전자 장치(101)는 운용 시 선형성을 만족하는지 확인할 수 있다. PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정한 상황에서, 전자 장치(101)는 피드백되는 PA의 출력에 기반하여 선형성을 측정하고, 측정된 선형성이 제2 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 운용 중 측정된 선형성 지표(예: ACLR 또는 EVM) 및 제2 네트워크에 대응하는 임계치를 비교함으로써 제2 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다.

[0073] 제3 상태에서 운용 시 선형성을 만족하지 아니하면, 동작 813에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 제4 상태로 설정할 수 있다. 제4 상태는 제1 상태보다 낮고 제3 상태보다 높은 선형성을 제공하고, 제1 상태보다 높고 제3 상태보다 낮은 효율을 제공하는(예: 제1 상태보다 전류 소모량이 낮고, 제3 상태보다 전류 소모량이 높은), 다른 중간적 상태일 수 있다. 예를 들어, 제4 상태를 위한 설정 값은 제1 상태를 위한 설정 값이 지시하는 제1 커패시턴스 및 제3 상태를 위한 설정 값이 지시하는 제3 커패시턴스의 사이의 범위에 속하는 제4 커패시턴스를 지시할 수 있다. 예를 들어, 제4 커패시턴스는 제3 커패시턴스의 절반일 수 있다.

[0074] 제4 상태에서 운용 시 선형성을 만족하지 아니하면, 동작 803에서, 전자 장치(101)는 PA의 매칭 회로를 선형성을 제4 상태보다 향상 시킬 수 있는 제1 상태로 설정할 수 있다. 예를 들어, 모듈 레벨에서 정의된 선형성 성능과 제품 레벨에서의 성능 간 불일치를 대비하여 준비된 중간적 상태들이 선형성 성능을 만족하지 못하는 경우, 선형성을 최대화하는 상태가 사용될 수 있다.

[0076] 도 7 또는 도 8을 참고하여 설명한 실시 예와 같이, 접속된 네트워크의 요구사항에 따라 매칭 회로를 조절함으로써 선형성 및 효율이 최적화될 수 있다. 다른 실시 예에 따라, PA에서 관찰되는 임피던스 뿐만 아니라 프리-드라이버 증폭기, 드라이버 증폭기 및/또는 PA의 바이어스가 요구되는 선형성에 따라 조절될 수 있다. 임계치보다 높은 전압을 가지는 바이어스 전류가 인가되면, PA는 클래스(class)A로 바이어싱되며, 더 높은 선형성이 확보되고, 소모 전류가 증가할 수 있다. 임계치와 유사한 전압을 가지는 바이어스 전류가 인가되면, 클래스B에 유사하게 바이어싱되며, 선형성이 열화되고, 소모 전류가 감소할 수 있다.

[0077] 도 7 또는 도 8을 참고하여 설명한 실시 예들과 같이, 선형성을 우선하는 상태(예: 제1 상태) 및 효율을 우선하는 상태(예: 제2 상태)에 더하여, 중간적 상태(예: 제3 상태 또는 제4 상태)가 정의될 수 있다. 도 7은 1개의 중간적 상태, 도 8은 2개의 중간적 상태들을 예시하였다. 유사한 원리에 따라, 3 이상의 상태들이 사용될 수 있다.

[0078] 상술한 바이어스 전류의 전압 또는 매칭 회로의 조절에 의한 선형성 및 효율의 제어는 네트워크 상황 또는 사용자의 그립(grip)에 의한 환경(예: 전계 및 그라운드)의 변화에 따라 실시간으로 수행될 수 있다.

[0080] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 전자 장치(예: 전자 장치(101))는, 송신 신호를 증폭하는 PA(예: PA(231)), 상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스를 형성하는 매칭 회로(예: 매칭 회로(232)), 상기 매칭 회로와 연결되는 필터(예: 필터(236)), 상기 PA의 바이어스(bias), 상기 매칭 회로 또는 상기 필터 중 적어도 하나의

상태를 제어하는 제어 회로(예: 제어 회로(240))를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는, 제1 네트워크 및 제2 네트워크 중 상기 전자 장치가 접속된 네트워크를 식별하고, 상기 식별된 네트워크에 기반하여 상기 매칭 회로를 제1 상태, 제2 상태 또는 제3 상태 중 하나의 상태로 동작시키며, 상기 제1 상태는, 모듈 레벨에서 상기 제1 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지도록 정의된 상태이고, 상기 제2 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 제2 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지도록 정의된 상태이고, 상기 제3 상태는, 상기 제1 상태보다 낮고 상기 제2 상태보다 높은 선형성을 제공하고, 상기 제1 상태보다 높고 상기 제2 상태보다 낮은 효율을 제공하는 상태일 수 있다.

[0081] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제1 네트워크는, 상기 제2 네트워크보다 높은 선형성을 요구하는 네트워크이고, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 식별된 네트워크가 상기 제1 네트워크인 경우, 상기 매칭 회로(예: 매칭 회로(232))가 상기 제1 상태로 동작하도록 제어하고, 상기 식별된 네트워크가 상기 제2 네트워크인 경우, 상기 매칭 회로가 상기 제2 상태로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0082] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 매칭 회로(예: 매칭 회로(232))가 상기 제2 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제2 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 상기 제2 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 매칭 회로를 상기 제3 상태로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0083] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 매칭 회로(예: 매칭 회로(232))가 상기 제3 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제3 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 상기 제2 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 매칭 회로를 상기 제1 상태로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0084] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 매칭 회로(예: 매칭 회로(232))가 상기 제3 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제3 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 상기 제2 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 매칭 회로를 제4 상태로 동작하도록 제어하며, 상기 제4 상태는, 상기 제1 상태보다 낮고 상기 제3 상태보다 높은 선형성을 제공하고, 상기 제1 상태보다 높고 상기 제3 상태보다 낮은 효율을 제공하는 상태일 수 있다.

[0085] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 필터(예: 필터(236))를 통과한 송신 신호를 커플링하는 커플러(예: 커플러(238))를 더 포함하며, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 커플러에 의해 커플링된 신호를 이용하여 운용 중 선형성을 측정할 수 있다.

[0087] 일 실시 예에 따라, 전력 모드에 따라 PA(예: PA(231)) 및 매칭 회로(예: 매칭 회로(232))를 통해 RF-FEM의 출력 전력 및 효율 특성이 조절될 수 있다. 전력 모드에 따라 제어되는 PA 및 매칭 회로는 이하 도 9와 같이 형성될 수 있다.

[0088] 도 9는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 전력 증폭기의 예이다. 도 9를 참고하면, PA(231)은 복수의 전력 스테이지(power stage)들을 포함하는 온/오프 가능한 증폭기들을 포함하고, 증폭기들은 매칭 회로(232)에 대하여 병렬로 연결될 수 있다. 도 9과 같은 구조의 PA(231)에 기반한 출력 전력 및 효율을 제어하는 동작들은 이하 도 10과 같을 수 있다.

[0089] 도 10은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 전력 모드에 따른 전력 증폭기 및 임피던스 조절을 위한 흐름도(1000)이다. 도 10에 예시된 흐름도(1000)의 동작 주체는 전자 장치(101) 또는 전자 장치(101)의 구성요소(예: 제어 회로(240))로 이해될 수 있다.

[0090] 도 10을 참고하면, 동작 1001에서, 전자 장치(101)는 고전력 모드로 동작하는지 확인할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 고전력 모드 또는 저전력 모드를 사용할 수 있으며, 현재 고전력 모드 또는 저전력 모드 중 어느 모드를 사용할지 식별할 수 있다. 고전력 모드의 사용 여부는 CP(210)에 의해 지시될 수 있다. 고전력 모드는 기준 이상의 크기를 가지는 송신 전력을 사용하는 동작 상태를 의미할 수 있다. 예를 들어, 고전력 모드는 채널 품질이 임계치 이하인 경우 사용될 수 있다. 예를 들어, ET(envelop tracking) 증폭 동작이 수행되는 경우 고전력 모드로 판단될 수 있다.

[0091] 고전력 모드로 동작하면, 동작 1003에서, 전자 장치(101)는 고전력 모드의 동작에 필요한 개수의 PA들을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 낮은 임피던스를 가지는 제1 상태로 설정할 수 있다. 예를 들어, 고전력 모드의 동작을 위해, 모든 PA들이 온 상태로 제어될 수 있다. 일 실시 예에서, 제1 상태는 선택 가능한 임피던스 값 후보들 중 다른 요건(예: 선형성)을 만족하는 범위에서 가장 작은 임피던스 값을 형성하도록 하는 설정 값이 매칭 회로에

적용된 상태일 수 있다. 예를 들어, 설정 값은 매칭 회로에 포함된 커패시터의 커패시턴스 값을 지시할 수 있다. 본 동작 1003에서, 설정 값은 선형성 또는 효율과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보(예: 룩업 테이블)를 이용하여 선택될 수 있으며, 여기서, 선형성 또는 효율과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보는 RF-FEM의 모듈 레벨에서 정의될 수 있다.

[0092] 고전력 모드로 동작하지 아니하면, 동작 1005에서, 전자 장치(101)는 PA들의 제1 부분집합을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 높은 임피던스를 가지는 제2 상태로 설정할 수 있다. 일 실시 예에서, 제2 상태는 선택 가능한 임피던스 값 후보들 중 다른 요건(예: 선형성)을 만족하는 범위에서 가장 큰 임피던스 값을 형성하도록 하는 설정 값이 매칭 회로에 적용된 상태일 수 있다. 예를 들어, 설정 값은 매칭 회로에 포함된 커패시터의 커패시턴스 값을 지시할 수 있다. 본 동작 1005에서, 설정 값은 선형성 또는 효율과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보(예: 룩업 테이블)를 이용하여 선택될 수 있으며, 여기서, 선형성 또는 효율과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보는 RF-FEM의 모듈 레벨에서 정의될 수 있다.

[0093] 동작 1007에서, 전자 장치(101)는 운용 시 선형성을 만족하는지 확인할 수 있다. PA들의 제1 부분집합을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 제2 상태로 설정한 상황에서, 전자 장치(101)는 피드백되는 PA의 출력에 기반하여 선형성을 측정하고, 측정된 선형성이 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 운용 중 측정된 선형성 지표(예: ACLR 또는 EVM) 및 네트워크에 대응하는 임계치를 비교함으로써 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다.

[0094] PA들의 제1 부분집합을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 제2 상태로 설정한 상황에서 운용 시 선형성을 만족하지 아니하면, 동작 1009에서, 전자 장치(101)는 PA들의 제2 부분집합을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정할 수 있다. 제2 부분집합은 제1 부분집합 보다 많은 개수의 증폭기들을 포함할 수 있다. 제3 상태는 선택 가능한 임피던스 값 후보들 중 다른 요건(예: 선형성)을 만족하는 범위에서 제1 상태에서 형성되는 제1 임피던스 및 제2 상태에서 형성되는 제2 임피던스 사이의 범위에 속하는 제3 임피던스를 형성하도록 하는 설정 값이 매칭 회로에 적용된 상태일 수 있다. 본 동작 1009에서, 설정 값은 선형성 또는 효율과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보(예: 룩업 테이블)를 이용하여 선택될 수 있으며, 여기서, 선형성 또는 효율과 설정 값 간의 대응 관계에 대한 정보는 RF-FEM의 모듈 레벨에서 정의될 수 있다.

[0095] 동작 1011에서, 전자 장치(101)는 운용 시 선형성을 만족하는지 확인할 수 있다. PA들의 제2 부분집합을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정한 상황에서, 전자 장치(101)는 피드백되는 PA의 출력에 기반하여 선형성을 측정하고, 측정된 선형성이 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 운용 중 측정된 선형성 지표(예: ACLR 또는 EVM) 및 네트워크에 대응하는 임계치를 비교함으로써 네트워크에서 요구하는 선형성 수준을 만족하는지 판단할 수 있다.

[0096] PA들의 제2 부분집합을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정한 상황에서 운용 시 선형성을 만족하지 아니하면, 동작 1003에서, 전자 장치(101)는 모든 PA들을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 낮은 임피던스를 가지는 제1 상태로 설정할 수 있다. 예를 들어, 모듈 레벨에서 정의된 선형성 성능과 제품 레벨에서의 성능 간 불일치를 대비하여 준비된 중간적 상태가 선형성 성능을 만족하지 못하는 경우, 선형성을 최대화하는 상태가 사용될 수 있다.

[0097] 도 10을 참고하여 설명한 실시 예에서, 중간적 상태로서 PA들의 제2 부분집합이 온 상태로, PA의 매칭 회로가 제3 상태로 설정된 상황이 사용될 수 있다. 다른 실시 예에 따라, 복수의 중간적 상태들이 정의될 수 있으며, 전자 장치(101)는 선형성 성능이 만족될 때까지 온(on) 되는 증폭기들의 개수가 증가하도록 중간적 상태들이 적용할 수 있다.

[0099] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 전자 장치(예: 전자 장치(101))는, 병렬로 연결된 복수의 증폭기들을 이용하여 송신 신호를 증폭하는 PA(예: PA(231)), 상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스를 형성하는 매칭 회로(예: 매칭 회로(232)), 상기 PA의 바이어스 또는 상기 매칭 회로의 상태를 제어하는 제어 회로(예: 제어 회로(240))를 포함할 수 있다. 상기 제어 회로는, 제1 전력 모드 및 제2 전력 모드 중 사용될 전력 모드를 식별하고, 상기 식별된 전력 모드에 기반하여 상기 PA에 포함된 증폭기들 중 온(on)되는 증폭기들의 개수를 조절하고, 상기 매칭 회로를 제1 상태, 제2 상태 또는 제3 상태 중 하나의 상태로 동작시키며, 상기 제1 상태는, 모듈 레벨에서 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매칭 회로가 제1 임피던스를 형성하도록 정의된 상태이고, 상기 제2 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매

칭 회로가 상기 제1 임피던스 보다 높은 제2 임피던스를 형성하도록 정의된 상태이고, 상기 제3 상태는, 상기 모듈 레벨에서 상기 네트워크의 요구사항에 부합하는 선형성을 가지면서, 상기 매칭 회로가 상기 제1 임피던스 보다 높고, 상기 제2 임피던스 보다 낮은 제3 임피던스를 형성하도록 정의된 상태일 수 있다.

[0100] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제1 전력 모드는, 상기 제2 전력 모드보다 높은 송신 전력을 사용하는 모드이고, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 식별된 전력 모드가 상기 제1 전력 모드인 경우, 상기 PA(예: PA(231))에 포함되는 증폭기들 전부가 온(on)되고, 상기 매칭 회로가 상기 제1 상태로 동작하도록 제어하고, 상기 식별된 전력 모드가 상기 제2 전력 모드인 경우, 상기 PA에 포함되는 증폭기들 중 제1 부분집합이 온(on)되고, 상기 매칭 회로가 상기 제2 상태로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0101] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 매칭 회로가 상기 제2 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제2 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 PA(예: PA(231))에 포함되는 증폭기들 중 제1 부분집합 보다 많은 개수의 증폭기들을 포함하는 제2 부분집합이 온(on)되고, 상기 매칭 회로를 상기 제3 상태로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0103] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 매칭 회로(예: 매칭 회로(232))가 상기 제3 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제3 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 PA(예: PA(231))에 포함되는 증폭기들 중 모두가 온(on)되고, 상기 매칭 회로를 상기 제1 상태로 동작하도록 제어할 수 있다.

[0104] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 매칭 회로(예: 매칭 회로(232))가 상기 제3 상태로 동작하도록 제어한 후, 상기 제3 상태로 동작하는 상황에서 측정된 선형성이 네트워크의 요구사항을 만족하지 못하면, 상기 PA(예: PA(231))에 포함되는 증폭기들 중 제2 부분집합 보다 많은 개수의 증폭기들을 포함하는 제3 부분집합이 온(on)되고, 상기 매칭 회로를 제4 상태로 동작하도록 제어하며, 상기 제4 상태는, 상기 제1 상태보다 높고 상기 제3 상태보다 낮은 임피던스를 형성하는 상태일 수 있다.

[0106] 상술한 바와 같이, RF-FEM(예: RF-FEM(230))에 포함되는 구성요소들을 제어함으로써 RF-FEM의 특성(예: 선형성, 효율 또는 출력 전력)이 조절될 수 있다. 제어되는 구성요소들 중 적어도 하나의 구성요소의 상태 변화는 급격한 부하 임피던스의 변화를 야기할 수 있고, 급격한 부하 임피던스의 변화로 인해 발생하는 반사파에 의해 PA(예: PA(231))가 소손(燒損)될(damaged by a fire) 수 있다. 따라서, PA의 소손을 야기하는 구성요소를 제어하는 주요한(critical) 스위칭 동작은, PA의 소손 방지를 위해, PA에 영향을 적게 주는 상태에서 이루질 수 있다.

[0107] 도 11은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 신호를 처리하는 구성요소들의 상태 조절을 위한 제어 신호들을 생성하는 모듈의 예이다. 일 실시 예에 따라, 제어신호 생성부(1110)는 도 2의 제어 회로(240)에 포함되 수 있다. 도 11을 참고하면, 제어신호 생성부(1110)는 CP(예: CP(210))로부터 제공되는 제어 명령에 기반하여, 복수의 구성요소들 중 적어도 일부를 제어하기 위한 적어도 하나의 제어 신호를 출력할 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 제어 신호는 PA의 바이어스 전류를 제어하는 ICQ, 입력 매칭 회로를 제어하는 신호, 내부 매칭 회로를 제어하는 신호, 출력 네트워크를 제어하는 신호, 필터 구성을 스위칭하는 제어 신호, 안테나 포트를 스위칭하는 제어 신호 또는 하모닉(harmonic) 필터를 제어하는 신호 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 예를 들어, 안테나를 변경하기 위한 안테나 포트 스위칭 또는 노치 필터(예: 제1 노치 필터(324a) 또는 제2 노치 필터(324b))를 제어하는 필터 구성 스위칭이 상기 PA의 소손을 야기할 가능성을 가지는 스위칭(이하 '손상 유발 가능(damage-causable) 스위칭' 이라 칭함)에 포함될 수 있다.

[0108] ICQ는 PA의 바이어스 전류를 제어하기 위한 신호로서, 본 발명의 일 실시 예에 따라, 손상 유발 가능 스위칭 동작의 전후에 PA를 반사파에 큰 영향을 받지 아니하는 상태로 천이시키기 위해 사용될 수 있다. 손상 유발 가능 스위칭 동작의 완료는 플래그 신호(flag signal)에 의해 제어신호 생성부(1110)로 통지될 수 있다. 플래그 신호는 손상 유발 가능 스위칭의 완료를 알리는 신호일 수 있다. 예를 들어, ICQ는 이하 도 12와 같은 제어를 위해 사용될 수 있다.

[0109] 도 12는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 전력 증폭기의 소손 방지를 위한 제어의 예이다. 도 12는 ICQ를 1100에서 1000으로 변경하는 경우의 예들로서, PA의 소손 가능성이 있는 경우 및 소손 가능성이 없는 경우를 도시한다. PA의 소손 가능성이 없다면, ICQ는 현재 상태(예: 1100)에서 목표한 상태(예: 1000)로 천이될 수 있다. 적어도 하나의 구성요소의 스위칭에 의해 PA가 소손될 가능성이 있는 경우, ICQ는 소손 가능성이

충분히 낮은 상태로 천이되고(예: 1100에서 0000으로 천이), PA의 소손을 야기할 가능성 있는 손상 유발 가능 스위칭 동작이 완료된 후, 플래그 신호가 입력되면, ICQ가 목표한 상태로 천이(예: 1000로 천이)될 수 있다. 플래그 신호는 도 13a와 같은 회로를 통해 생성될 수 있다.

[0111] 도 13a는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 플래그 신호를 생성하는 회로의 구현 예이다. 도 13a의 회로는 제어부(예: 제어 회로(240))의 일부로 이해될 수 있다. 도 13a는 손상 유발 가능 스위칭에 관련된 구성요소들 중 하나에 관련된 일부의 회로 구현을 예시한다. 도 13b 및 도 13c는 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 플래그 신호를 생성하는 회로에서 버퍼 및 비교기의 출력의 예들이다.

[0112] 도 13a을 참고하면, 회로는 버퍼(1310), 스위치(1320), 비교기(1330), XNOR(exclusive non-or) 게이트(1340), 또는 AND 게이트(1350) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 버퍼(1310), 비교기(1330), 또는 XNOR 게이트(1340)는 하나의 집합으로서, 손상 유발 가능 스위칭에 관련된 구성요소 별로 형성될 수 있다. 스위치(1320)는 손상 유발 가능 스위칭에 관련된 구성요소로서, 예를 들어, 노치 필터를 제어하는 스위치(예: 제1 스위치(326a) 또는 제2 스위치(326b))일 수 있다.

[0113] 일 실시 예에서, 버퍼(1310)는 스위치(322)를 제어하기 위한 스위칭 온/오프 신호를 스위치(322)를 제어하기 위해 필요한 크기의 신호로 변경시킬 수 있다. 예를 들어, 버퍼(1310)는 스위칭 온/오프 신호의 전압을 증가시킬 수 있다. 버퍼(1310)의 출력은 스위치(1320)의 게이트로 인가되고, 또한 비교기(1330)로 입력될 수 있다.

[0114] 일 실시 예에서, 비교기(1330)는 버퍼(1310)의 출력 및 기준 값을 비교하고, 비교 결과를 출력할 수 있다. XNOR 게이트(1340)는 스위칭 온/오프 신호 및 비교기(1330)의 출력에 기반하여 AND 게이트(1350)의 입력 단자들 중 하나로 입력되는 신호를 생성할 수 있다. XNOR 게이트(1340)는 스위칭 온/오프 신호 및 비교기(1330)의 출력이 일치하는 경우(예: 00 또는 11) 긍정의 값을 나타내는 신호를 출력할 수 있다. AND 게이트(1350)는 입력 단자들로 입력되는 신호들에 기반하여 플래그 신호를 생성할 수 있다.

[0115] 스위칭 온/오프 신호에 의해 스위치(1320)가 오프에서 온되는 경우, 버퍼(1310)의 출력 및 비교기(1330)의 출력은 도 13b와 같다. 스위칭 온/오프 신호가 발생함에 따라, 스위치(1320)의 게이트 전압(1322)은 서서히 증가하지만, 비교기(1330)의 출력(1332)은 게이트 전압(1322)이 임계치(1302)를 초과하는 때 변경될 수 있다. 비교기(1330)의 출력(1332)이 변경되는 시점은 게이트 전압(1322)에 의해 스위치(1320)의 상태가 천이되는 시점이므로, 스위치(1320)의 상태가 천이됨으로써 비교기(1330)의 출력이 스위칭 온/오프 신호와 일치하게 되며, 이에 따라, XNOR 게이트(1340)의 출력에 기반하여 AND 게이트(1350)에 의해 생성되는 플래그 신호는 스위치(1320)의 상태가 천이되는 시점보다 빨리 발생할 수 없다. 결과적으로, AND 게이트(1350)의 입력 단자들에 연결된 모든 회로에 관한 모든 스위칭 동작들이 완료된 후, 플래그 신호가 생성될 수 있다.

[0116] 스위칭 온/오프 신호에 의해 스위치(1320)가 온에서 오프되는 경우, 게이트 전압(1322) 및 비교기(1330)의 출력(1332)은 도 13c와 같다. 스위칭 온/오프 신호가 소멸함에 따라, 게이트 전압(1322)은 서서히 감소하지만, 비교기(1330)의 출력(1332)은 게이트 전압(1322)이 임계치를 미만으로 감소하는 때 변경될 수 있다. 비교기(1330)의 출력(1332)이 변경되는 시점은 게이트 전압(1322)에 의해 스위치(1320)의 상태가 천이되는 시점이므로, 스위치(1320)의 상태가 천이됨으로써 비교기(1330)의 출력(1332)이 스위칭 온/오프 신호와 일치하게 되며, 이에 따라, XNOR 게이트(1340)의 출력에 기반하여 AND 게이트(1350)에 의해 생성되는 플래그 신호는 스위치(1320)의 상태가 천이되는 시점보다 빨리 소멸할 수 없다. 결과적으로, AND 게이트(1350)의 입력 단자들에 연결된 모든 회로에 관한 모든 스위칭 동작들 모두가 완료되면, 플래그 신호가 소멸될 수 있다.

[0117] 도 13b 및 도 13c의 예와 같이, 게이트 전압(1322)이 오프에서 온으로 변경되는 경우, 비교기(1330)가 히스테리시스(hysteresis)를 갖기 때문에, 게이트 전압(1322)이 중간값 이상일 때 비교기(1330)의 출력(1332)이 온으로 천이될 수 있다. 게이트 전압(1322)이 온에서 오프로 변경되는 경우, 비교기(1330)가 히스테리시스를 갖기 때문에, 게이트 전압(1322)이 중간값 이하일 때 비교기(1330)의 출력(1332)이 오프로 천이될 수 있다. 이로 인해, 스위치(1320)의 온/오프 동작이 명확히 수행된 후에 비교기(1330)의 출력(1332)이 온에서 오프로, 오프에서 온으로 변경될 수 있다.

[0119] 도 14는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 신호를 처리하는 구성요소들의 상태를 제어하기 위한 흐름도(1400)이다. 도 14에 예시된 흐름도(1400)의 동작 주체는 전자 장치(101) 또는 전자 장치(101)의 구성

요소(예: 제어 회로(240))로 이해될 수 있다.

[0120] 도 14를 참고하면, 동작 1401에서, 전자 장치(101)(예: 제어 회로(240))는 PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절이 필요한지 판단할 수 있다. 상태 조절은 스위치의 온/오프, 가변 구성요소의 값(예: 커패시턴스) 변경 또는 구성요소로 입력되는 신호(예: 바이어스 전류) 값의 변경을 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 현재 동작하고자 하는 모드(예: 도 7의 제1 상태, 도 7의 제2 상태, 도 7의 제3 상태, 도 8의 제1 상태, 도 8의 제2 상태, 도 8의 제3 상태, 도 8의 제4 상태, 도 10의 제1 상태, 도 10의 제2 상태 또는 도 10의 제3 상태에서 동작하는 모드)로 천이하기 위해 PA의 소손을 유발할 가능성을 가지는 손상 유발 가능 스위칭 동작이 필요한지 여부를 판단할 수 있다.

[0121] PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절이 필요하지 아니하면, 동작 1403에서, 전자 장치(101)는 해당 모드에 따라 PA의 바이어스, 필터, 및/또는 매칭 회로의 상태를 조절할 수 있다. PA의 소손을 유발할 가능성을 가지는 손상 유발 가능 스위칭 동작이 수행되지 아니하므로, 전자 장치(101)는 PA의 바이어스를 안정한 상태로 조절함 없이 해당 모드에 필요한 상태 조절을 수행할 수 있다.

[0122] PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절이 필요하면, 동작 1405에서, 전자 장치(101)는 PA의 바이어스를 감소시킬 수 있다. PA의 소손을 유발할 가능성을 가지는 손상 유발 가능 스위칭 동작이 수행되므로, 전자 장치(101)는 상태 조절에 앞서 PA의 바이어스를 안정한 상태로 천이시킬 수 있다.

[0123] 동작 1407에서, 전자 장치(101)는 해당 모드에 따라 필터, 매칭 회로의 상태를 조절할 수 있다. 동작 1409에서, 전자 장치(101)는 PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절이 완료되었는지 확인할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 플래그 신호에 기반하여 PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절이 완료되었는지 여부를 확인할 수 있다. PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절이 완료되면, 동작 1411에서, 전자 장치(101)는 해당 모드에 따라 PA의 바이어스의 상태를 조절할 수 있다.

[0124] 동작 1413에서, 전자 장치(101)는 운용 시 성능(예: 선형성)을 만족하는지 확인할 수 있다. 해당 모드에 따라 필터 스위칭, 매칭 회로, 및/또는 PA의 바이어스의 상태가 설정한 상황에서, 전자 장치(101)는 피드백되는 PA의 출력에 기반하여 성능을 측정하고, 측정된 성능이 네트워크에서 요구하는 성능 수준을 만족하는지 판단할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 운용 중 측정된 성능 지표(예: ACLR 또는 EVM) 및 네트워크에 대응하는 임계치를 비교함으로써 네트워크에서 요구하는 성능 수준을 만족하는지 판단할 수 있다.

[0125] 운용 시 성능을 만족하지 아니하면, 동작 1415에서, 전자 장치(101)는 PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절이 수행되었는지 판단할 수 있다. 전자 장치(101)는 복원을 위해 되돌려질 상태 조절 중 PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절이 포함되는지 판단할 수 있다.

[0126] 동작 1417에서, 전자 장치(101)는 따라 PA의 바이어스, 필터, 및/또는 매칭 회로의 상태를 복원할 수 있다. 변경 전 모드로의 복원을 위해 PA의 소손을 유발할 가능성을 가지는 손상 유발 가능 스위칭 동작이 요구되지 아니하므로, 전자 장치(101)는 PA의 바이어스를 안정한 상태로 조절함 없이 상태 복원을 수행할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 PA의 바이어스, 필터, 및/또는 매칭 회로의 상태를 동작 1403 수행 이전의 상태로 복원할 수 있다.

[0127] 동작 1419에서, 전자 장치(101)는 PA의 바이어스를 감소시킬 수 있다. PA의 소손을 유발할 가능성을 가지는 손상 유발 가능 스위칭 동작이 수행되므로, 전자 장치(101)는 상태 복원에 앞서 PA의 바이어스를 안정한 상태로 천이시킬 수 있다.

[0128] 동작 1421에서, 전자 장치(101)는 필터, 및/또는 매칭 회로의 상태를 복원할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 필터, 및/또는 매칭 회로의 상태를 동작 1407 수행 이전의 상태로 복원할 수 있다. 동작 1423에서, 전자 장치(101)는 PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 복원이 완료되었는지 판단할 수 있다. PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 복원이 완료되었으면, 동작 1425에서, 전자 장치(101)는 PA의 바이어스의 상태를 복원할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)는 PA의 바이어스의 상태를 동작 1405 수행 이전의 상태로 복원할 수 있다.

[0130] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 전자 장치(예: 전자 장치(101))는, 송신 신호를 증폭하는 PA(예: PA(231)), 상기 PA와 연결되며, 부하 임피던스를 형성하는 매칭 회로(예: 매칭 회로(232)), 상기 매칭 회로와 연결되는 필터(예: 필터(236)), 상기 필터와 연결되는 안테나 스위치, 상기 PA의 바이어스, 상기 매칭 회로, 상

기 필터, 상기 안테나 스위치의 상태를 제어하는 제어 회로(예: 제어 회로(240))를 포함하며, 상기 제어 회로는, 동작하고자 하는 모드로 천이하기 위해 상기 PA의 소손을 유발할 가능성이 있는 상태 조절이 필요한 경우, 상기 상태 조절 전 상기 PA의 바이어스를 미리 정의된 값으로 조절하고, 상기 상태 조절을 수행한 후, 상기 PA의 바이어스를 상기 모드에 따른 값으로 조절할 수 있다.

[0131] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 PA(예: PA(231))의 소손을 유발할 가능성이 있는 상태 조절은, 상기 안테나 스위치의 조절, 또는 상기 필터에 포함된 스위치의 조절 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0132] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 상태 조절을 위한 제1 신호의 값 및 상기 상태 조절의 대상이 되는 구성요소에 인가되는 제2 신호의 값이 일치하게 된 후, 상기 PA(예: PA(231))의 바이어스를 상기 모드에 따른 값으로 조절할 수 있다.

[0133] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 상기 제어 회로(예: 제어 회로(240))는, 상기 상태 조절을 위한 상기 제1 신호를 출력하는 제어 신호 생성부(예: 제어신호 생성부(1110)), 상기 제1 신호에 기반하여 상기 상태 조절의 대상이 되는 구성요소에 인가되는 상기 제2 신호를 생성하는 버퍼(예: 버퍼(1310)), 상기 제2 신호를 기준 값과 비교하는 비교기(예: 비교기(1330)), 상기 비교기의 출력 및 상기 제2 신호의 일치 시 긍정의 값을 가지는 신호를 출력하는 XNOR 게이트(예: XNOR 게이트(1340))를 포함할 수 있다.

[0135] 일 실시 예에 따라, 전자 장치(101)는 CA(carrier aggregation) 동작을 수행할 수 있다. 제1 대역 및 제2 대역을 이용한 CA 동작 시, 제1 대역에서 송신되는 신호가 제2 대역에 주는 간섭이 적은 것이 바람직하다. 따라서, 전자 장치(101)는 제1 대역의 송신의 제2 대역의 수신에 대한 감쇄 레벨이 크도록 정의된 안테나 구성(antenna configuration)을 사용할 수 있다. 이 경우, CA 동작을 수행하지 아니하는 경우에 비하여, 제1 대역에서의 더 큰 삽입 손실이 야기될 수 있다. 즉, CA 동작을 위한 안테나 구성은 제1 대역에서의 성능에 최적화된 것이 아닐 수 있다.

[0136] 따라서, CA 동작의 활성 여부에 따라 안테나 구성을 선택적으로 조절하면, 제1 대역에 대한 성능이 향상될 수 있다. 이하 CA 동작의 활성 여부에 따라 안테나 구성을 선택적으로 조절하기 위한 실시 예가 설명된다.

[0138] 도 15는 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치(101)에서 복수의 안테나 구성들을 지원하기 위한 통신 모듈(190)의 구성 예이다. 도 15를 참고하면, 통신 모듈(190)은 MB(middle band) PA(1531a), HB(high band) PA(1531b), MB 스위치(1532a), HB 스위치(1532b), 복수의 필터들(1533a 내지 1533h), 필터 스위치(1534) 및/또는 안테나 스위치(1535)를 포함할 수 있다. 안테나 스위치(1535)는 CA 동작 활성화 시 사용되는 제1 안테나(1536a), CA 동작 불활성화 시 사용되는 제2 안테나(1536b)와 연결될 수 있다.

[0139] MB PA(1531a)는 중간 주파수 대역에 속하는 제2 대역의 신호를 증폭할 수 있다. HB PA(1531b)는 높은 주파수 대역에 속하는 제1 대역의 신호를 증폭할 수 있다. MB 스위치(1532a)는 복수의 필터들(1533a 내지 1533h) 중 제2 대역의 신호에 대응하는 필터 및 MB PA(1531a)를 연결할 수 있다. HB 스위치(1532b)는 복수의 필터들(1533a 내지 1533h) 중 제1 대역의 신호에 대응하는 필터 및 HB PA(1531b)를 연결할 수 있다. 필터 스위치(1534)는 필터들(1533g 및 1533h) 중 하나를 안테나 스위치(1535)와 연결할 수 있다. 안테나 스위치(1535)는 제1 안테나(1536a) 및 제2 안테나(1536b) 중 하나를 송신 경로와 연결할 수 있다. 안테나 스위치(1535)는 안테나 구성을 선택하기 위해 제어될 수 있다.

[0141] 도 16은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 CA 동작의 활성 여부에 따라 안테나를 제어하기 위한 흐름도(1600)이다. 도 16에 예시된 흐름도(1600)의 동작 주체는 전자 장치(101) 또는 전자 장치(101)의 구성요소(예: 제어 회로(240))로 이해될 수 있다.

[0142] 도 16을 참고하면, 동작 1601에서, 전자 장치(101)(예: 제어 회로(240))는 CA 동작 가능한 지역에 진입할 수 있다. CA 동작은 네트워크의 CA 동작 지원 여부에 따라 수행될 수 이다. 전자 장치(101)는 사용자의 이동에 따라 CA 동작을 지원하는 네트워크의 커버리지 내에 진입할 수 있다.

[0143] 동작 1603에서, 전자 장치(101)는 CA 동작이 활성화되는지 확인할 수 있다. CA 동작의 활성화 여부는 CP(210)에 의해 판단될 수 있다. CA 동작은 기지국의 제어에 따라 활성화될 수 있다.

[0144] CA 동작이 활성화되면, 동작 1605에서, 전자 장치(101)는 제1 안테나 집합(예: 제1 안테나(1536a))을 사용하도록 스위칭할 수 있다. CA 동작이 활성화되는 경우, 예를 들어, 제1 대역 및 제2 대역이 사용되는 경우, 전자 장치(101)는 제1 대역 및 제2 대역의 동시 사용에 최적화된 안테나 구성을 사용할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)가 조절 가능한 필터를 포함하는 경우, 전자 장치(101)는 제1 대역 및 제2 대역의 신호를 통과시키도록 필터를 제어할 수 있다.

[0145] CA 동작이 활성화되지 아니하면, 동작 1607에서, 전자 장치(101)는 제2 안테나 집합(예: 제1 안테나(1536b))을 사용하도록 스위칭할 수 있다. CA 동작이 활성화되지 아니하는 경우, 예를 들어, 제1 대역만 사용되는 경우, 전자 장치(101)는 제1 대역에 최적화된 안테나 구성을 사용할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)가 조절 가능한 필터를 포함하는 경우, 전자 장치(101)는 제1 대역의 신호를 통과시키도록 필터를 제어할 수 있다. 또 다른 예로, CA 동작이 활성화되지 아니하는 경우, 예를 들어, 제1 대역만 사용되는 경우, CA 동작이 활성화된 경우에 비하여 제2 대역에 대한 감쇄 조건이 완화되므로, 전자 장치(101)는 제1 대역의 삽입 손실이 감소되도록 필터의 상태를 조절할 수 있다.

[0147] 다양한 실시 예들에서, RF-FEM(예: RF-FEM(230))은 PA(예: PA(231))를 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따라, PA는 ET 증폭 방식에 따라 동작할 수 있다. ET 증폭 방식은 송신 신호의 포락선에 기반하여 바이어스 전류를 생성하는 기법일 수 있다. ET 증폭 방식에 따르는 통신 모듈의 구성 예는 이하 도 17과 같다.

[0148] 도 17은 본 발명의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치에서 ET 증폭 방식을 채택한 통신 모듈(190)의 구성 예이다. 도 17을 참고하면, 통신 모듈(190)은 CP(210), 트랜시버(220), RF-FEM(230) 및/또는 ET 모듈레이터(modulator)(1700)를 포함할 수 있다. RF-FEM(230)은 PA(231), 매칭 회로(232), LNA(233), 바이패스 스위치(234), 송수신 스위치(235), 필터(236), 가변 저항(237) 및/또는 커플러(238)를 포함할 수 있다. PA(231)의 바이어스 전류를 공급하기 위한 회로로서, ET DAC(1702), 선형 레귤레이터(linear regulator)(1704), 비교기(1706), 스위칭 레귤레이터(1708) 및/또는 인덕터(1710)를 포함할 수 있다.

[0149] ET DAC(1702), 선형 레귤레이터(1704), 비교기(1706)는 RF-FEM(230)에 포함될 수 있다. ET DAC(1702)는 CP(210)로부터 제공되는 디지털 포락선 신호를 아날로그 포락선 신호로 변환할 수 잇다. 선형 레귤레이터(1704)에 위상 0도의 인-페이즈(in-phase, I) 신호 및 위상 90도의 직교(quadrature, Q) 신호를 제공할 수 있다. 선형 레귤레이터(1704)는 포락선 신호의 고주파 대역 신호를 추적(tracking)하고, 고주파 대역 신호에 기반하여 PA(231)의 바이어스 전류의 적어도 일부(예: 고주파 성분)를 생성할 수 있다. 비교기(1706)는 선형 레귤레이터(1704)의 출력 및 스위칭 레귤레이터(1708)의 출력을 비교하고, 비교 결과에 따라 0 또는 1의 디지털 값을 출력할 수 있다. 비교기(1706)의 출력은 스위칭 레귤레이터(430)의 스위칭 동작을 제어하기 위해 사용된다.

[0150] 스위칭 레귤레이터(1708)는 ET 모듈레이터(1700)에 포함될 수 있다. 스위칭 레귤레이터(1708)는 선형 레귤레이터(1704)에 비해 저속으로 동작하며, PA(231)에 인가되는 바이어스 신호 중 일부(예: 저주파 성분)을 생성할 수 있다. 스위칭 레귤레이터(1708)는 비교기(1706)의 출력에 따라 스위칭 동작을 수행함으로서 바이어스 신호 중 일부를 생성할 수 있다. 예를 들어, 스위칭 레귤레이터(1708)가 내부의 스위칭 소자(예: 트랜지스터)를 온(on) 시키면 인덕터(1710)를 통해 ET 모듈레이터(1700)의 출력 단자(OUT)로 전력이 공급되고, 스위칭 소자를 오프시키면 인덕터(1710)에 충전된 전력이 공급될 수 있다. 스위칭 소자가 온되면 출력 전력이 증가하고, 스위치 소자가 오프되면 출력 전력이 감소할 수 있다.

[0151] 도 17을 참고하여 설명한 바와 같이, 선형 레귤레이터(1704)의 출력 및 경로(1712)를 통해 전달된 스위칭 레귤레이터(1708)의 출력의 합은 PA(231)의 바이어스 전류로서 인가될 수 있다. 경로(1712)가 일정한 길이를 가지므로, 길이에 대응하는 인덕턴스(inductance)가 트레이스(trace)에 의해 발생할 수 있다. 하지만, 스위칭 레귤레이터(1708)에서 출력된 저주파 신호가 트레이스에 의해 왜곡되더라도, 선형 레귤레이터(1704)가 레귤레이션을 수행함으로써 포락선 신호를 생성하기 때문에, 경로(1712)에 의한 왜곡이 보상될 수 있다.

[0152] 일 실시 예에 따라, ET DAC(1702)가 CP(210) 또는 트랜시버(220)가 아닌 RF-FEM(230)의 내부에 배치될 수 있다. 이로 인해, ET DAC(1702)가 CP(210) 또는 트랜시버(220)에 배치된 경우에 비하여, 아날로그 포락선 신호가 선형 레귤레이터(1704)로 전달되는 동안 발생하는 왜곡이 감소할 수 있다.

[0154] 본 발명의 다양한 실시 예들에 따르면, 전자 장치(예: 전자 장치(101))는 디지털 포락선 신호를 아날로그 포락

선 신호로 변환하는 DAC(예: ET DAC(1702)), 상기 아날로그 포락선 신호에 기반하여 상기 PA에 인가되는 바이어스 신호의 일부를 생성하는 선형 레귤레이터(예: 선형 레귤레이터(1704)), 상기 바이어스 신호의 나머지 일부를 생성하는 스위칭 레귤레이터(예: 스위칭 레귤레이터(1708)), 상기 선형 레귤레이터의 출력 및 상기 스위칭 레귤레이터의 출력에 기반하여 상기 스위칭 레귤레이터의 스위칭 동작을 제어하는 신호를 생성하는 비교기(예: 비교기(1706))를 더 포함하며, 상기 DAC, 상기 선형 레귤레이터, 상기 비교기는, 상기 PA와 동일한 모듈(예: RFFEM(230))에 포함될 수 있다.

[0156] 본 문서에 개시된 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치는 다양한 형태의 장치가 될 수 있다. 전자 장치는, 예를 들면, 휴대용 통신 장치(예: 스마트폰), 컴퓨터 장치, 휴대용 멀티미디어 장치, 휴대용 의료 장치, 카메라, 웨어러블 장치, 또는 가전 장치를 포함할 수 있다. 본 문서의 실시 예에 따른 전자 장치는 전술한 장치들에 한정되지 않는다.

[0157] 본 문서의 다양한 실시 예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시 예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 또는 관련된 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 아이템에 대응하는 명사의 단수 형은 관련된 문맥상 명백하게 다르게 지시하지 않는 한, 아이템 한 개 또는 복수 개를 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", “A 또는 B 중 적어도 하나,” "A, B 또는 C," "A, B 및 C 중 적어도 하나,” 및 “A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제1", "제2", 또는 "첫째" 또는 "둘째"와 같은 용어들은 단순히 해당 구성요소를 다른 해당 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있으며, 해당 구성요소들을 다른 측면(예: 중요성 또는 순서)에서 한정하지 않는다. 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에, “기능적으로” 또는 “통신적으로”라는 용어와 함께 또는 이런 용어 없이, “커플드” 또는 “커넥티드”라고 언급된 경우, 그것은 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 직접적으로(예: 유선으로), 무선으로, 또는 제3 구성요소를 통하여 연결될 수 있다는 것을 의미한다.

[0158] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일 실시 예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.

[0159] 본 문서의 다양한 실시 예들은 장치(machine)(예: 전자 장치(101)) 의해 읽을 수 있는 저장 매체(storage medium)(예: 내장 메모리(136) 또는 외장 메모리(138))에 저장된 하나 이상의 명령어들을 포함하는 소프트웨어(예: 프로그램(140))로서 구현될 수 있다. 예를 들면, 장치(예: 전자 장치(101))의 프로세서(예: 프로세서(120))는, 저장 매체로부터 저장된 하나 이상의 명령어들 중 적어도 하나의 명령을 호출하고, 그것을 실행할 수 있다. 이것은 장치가 호출된 적어도 하나의 명령어에 따라 적어도 하나의 기능을 수행하도록 운영되는 것을 가능하게 한다. 하나 이상의 명령어들은 컴파일러에 의해 생성된 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 장치로 읽을 수 있는 저장매체 는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, '비일시적'은 저장매체가 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(signal)(예: EM파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다.

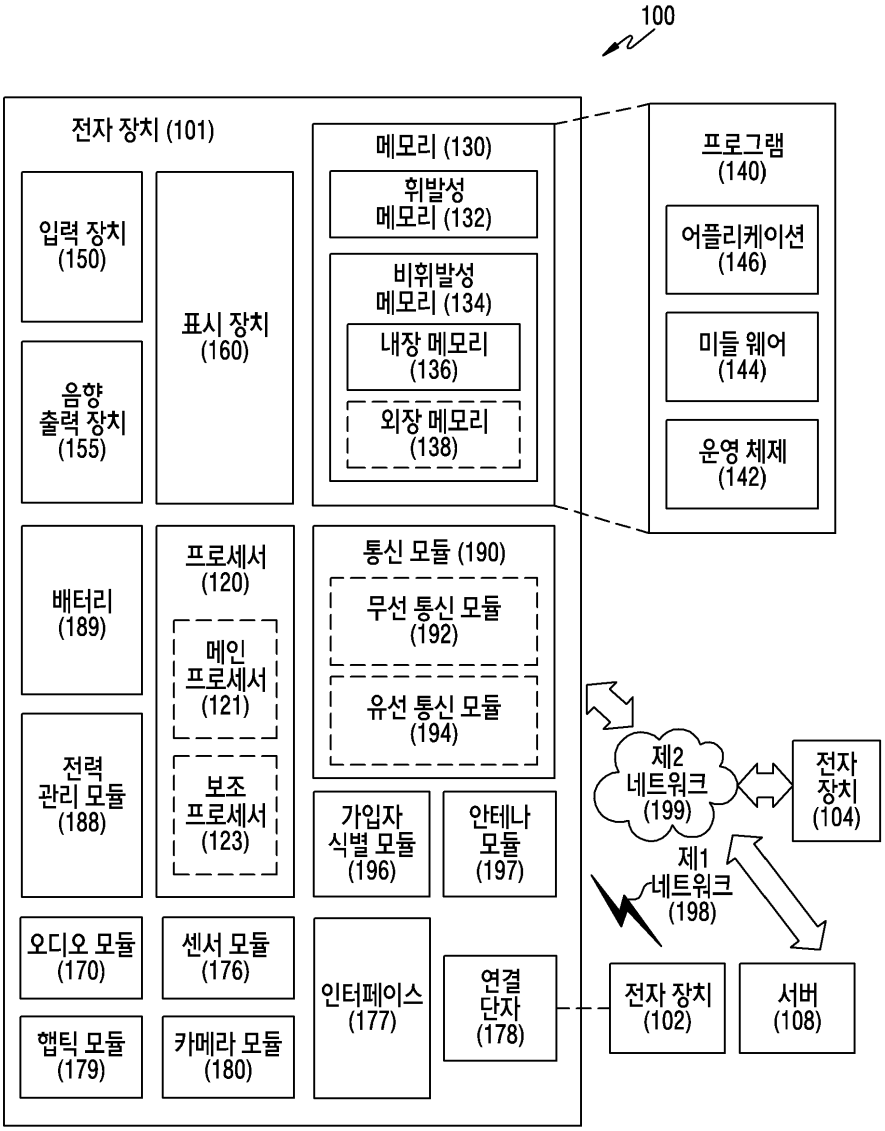
[0160] 일 실시 예에 따르면, 본 문서에 개시된 다양한 실시 예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 장치로 읽을 수 있는 저장 매체(예: CD-ROM(compact disc read only memory))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 또는 두개의 사용자 장치들(예: 스마트폰들) 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 장치로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

[0161] 다양한 실시 예들에 따르면, 기술한 구성요소들의 각각의 구성요소(예: 모듈 또는 프로그램)는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따르면, 전술한 해당 구성요소들 중 하나 이상의 구성요소들 또는 동작들이 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 구성요소들 또는 동작들이 추가될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 복수의 구성요소들(예: 모듈 또는 프로그램)은 하나의 구성요소로 통합될 수 있다. 이런 경우, 통

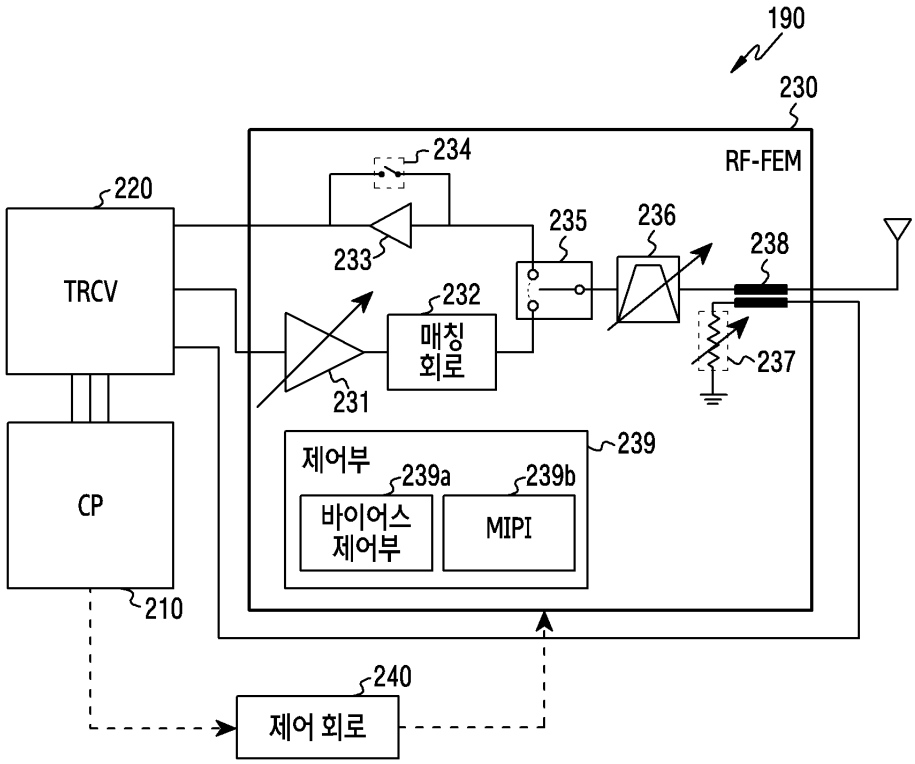
합된 구성요소는 복수의 구성요소들 각각의 구성요소의 하나 이상의 기능들을 통합 이전에 복수의 구성요소들 중 해당 구성요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따르면, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적으로, 병렬적으로, 반복적으로, 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 동작들 중 하나 이상이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 동작들이 추가될 수 있다.

도면

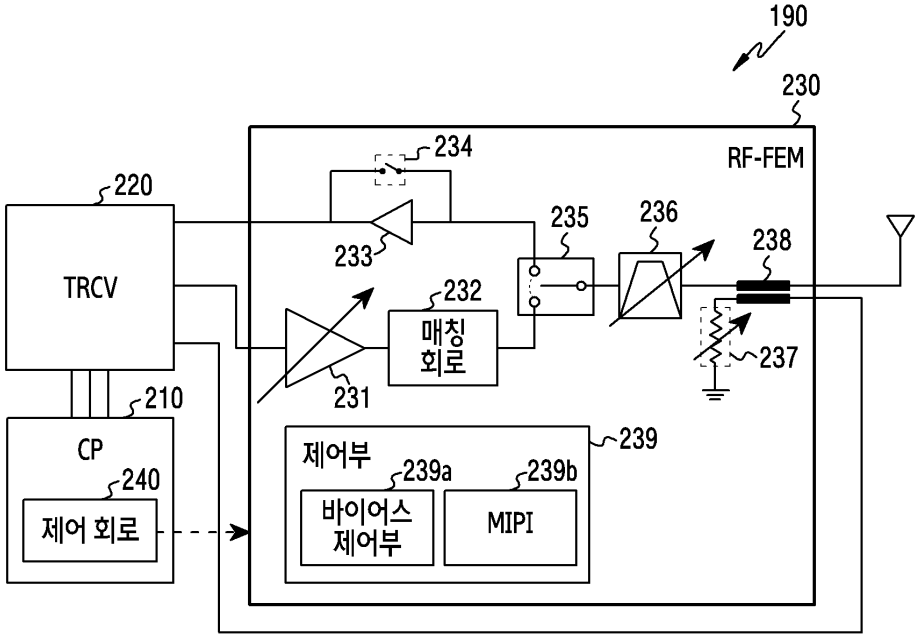
도면1



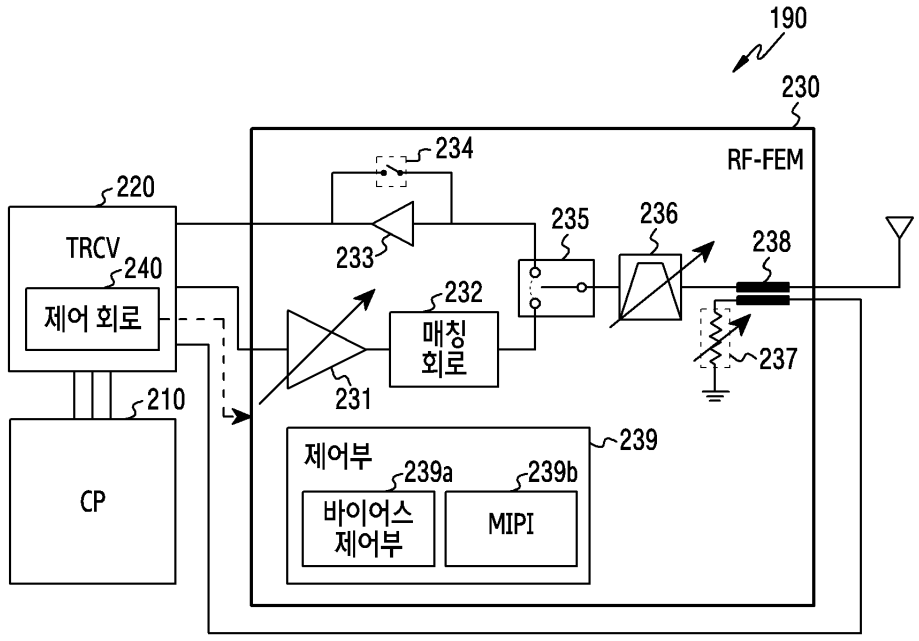
도면2a


190
230
RF-FEM
234
220
TRCV
233
235
236
238
232
매칭
회로
231
237
239
제어부
239a
239b
바이어스
제어부
MIPI
CP
210
240
제어 회로

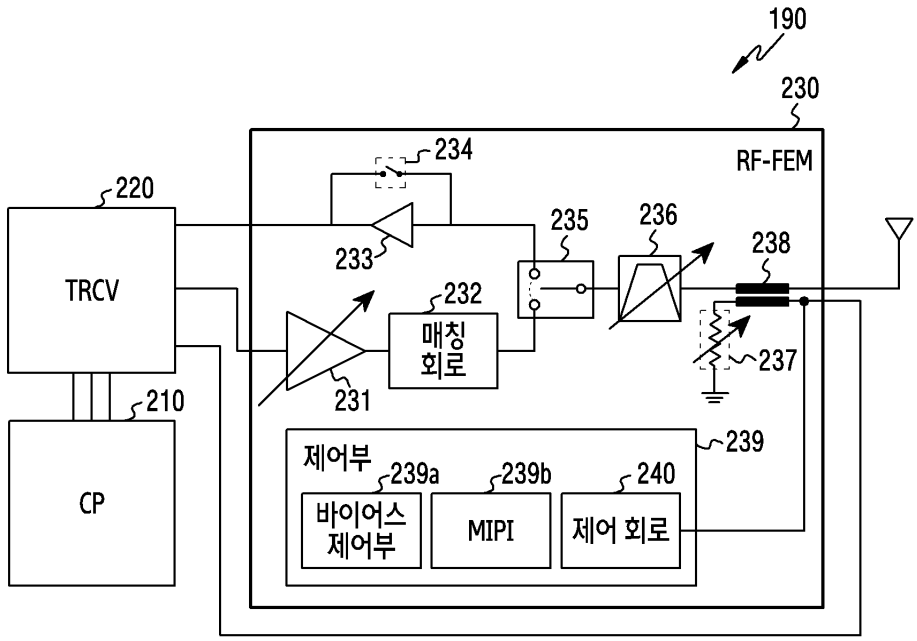
도면2b


190
230
RF-FEM
234
220
TRCV
233
235
236
238
232
매칭
회로
231
237
210
CP
239
제어부
240
239a
239b
제어 회로
바이어스
제어부
MIPI

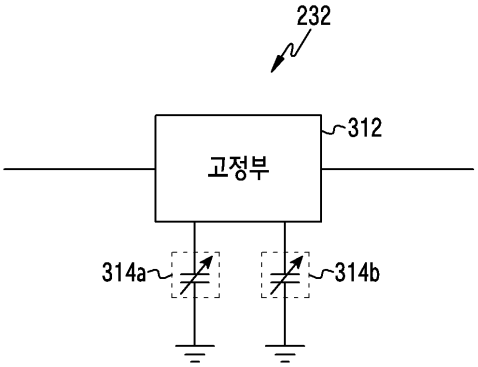
도면2c


190
230
RF-FEM
234
220
TRCV
240
제어 회로
233
235
236
238
232
매칭
회로
237
231
210
239
제어부
239a
239b
바이어스
제어부
MIPI
CP

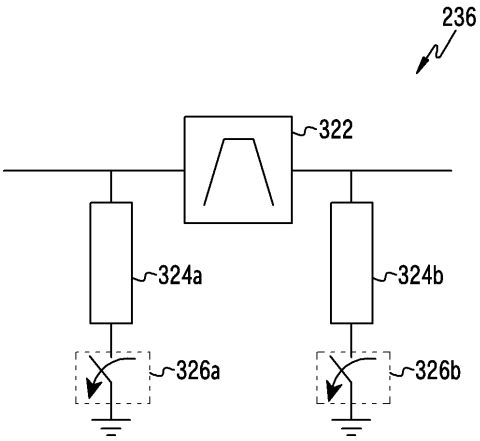
도면2d


190
230
RF-FEM
234
220
TRCV
233
235
236
238
232
매칭
회로
237
231
210
239
제어부
239a
239b
240
바이어스
제어부
MIPI
제어 회로
CP

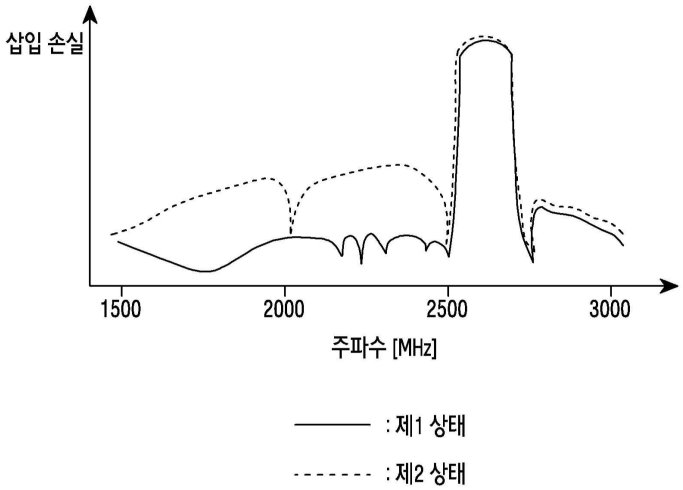
도면3a



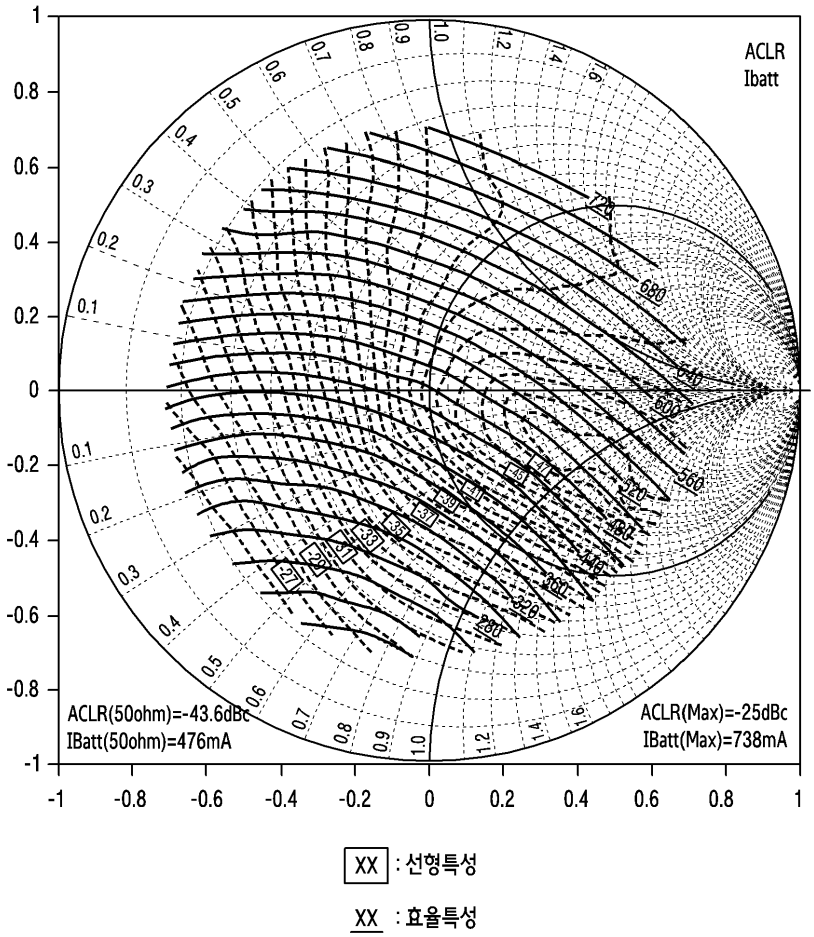
도면3b



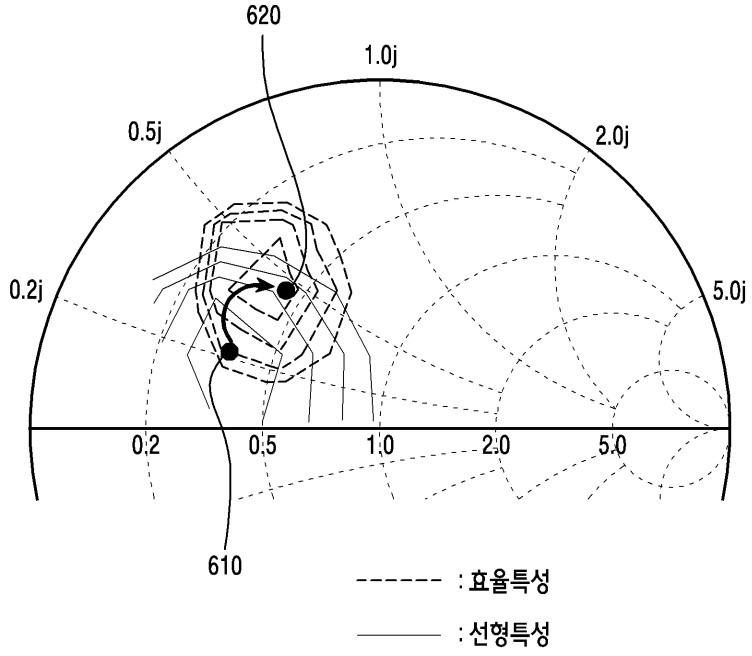
도면4



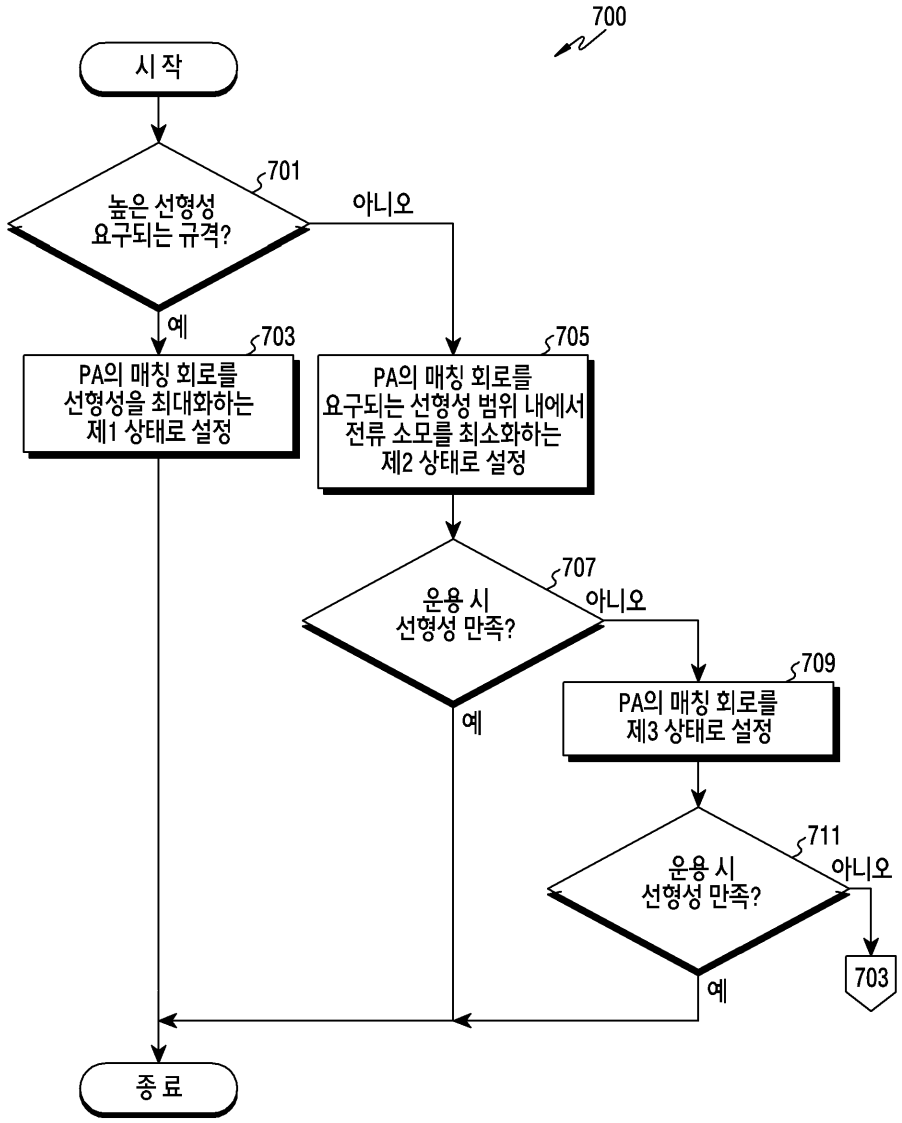
도면5


ACLR
Ibatt
ACLR(50ohm)=-43.6dBc
IBatt(50ohm)=476mA
ACLR(Max)=-25dBc
IBatt(Max)=738mA
XX : 선형특성
XX : 효율특성

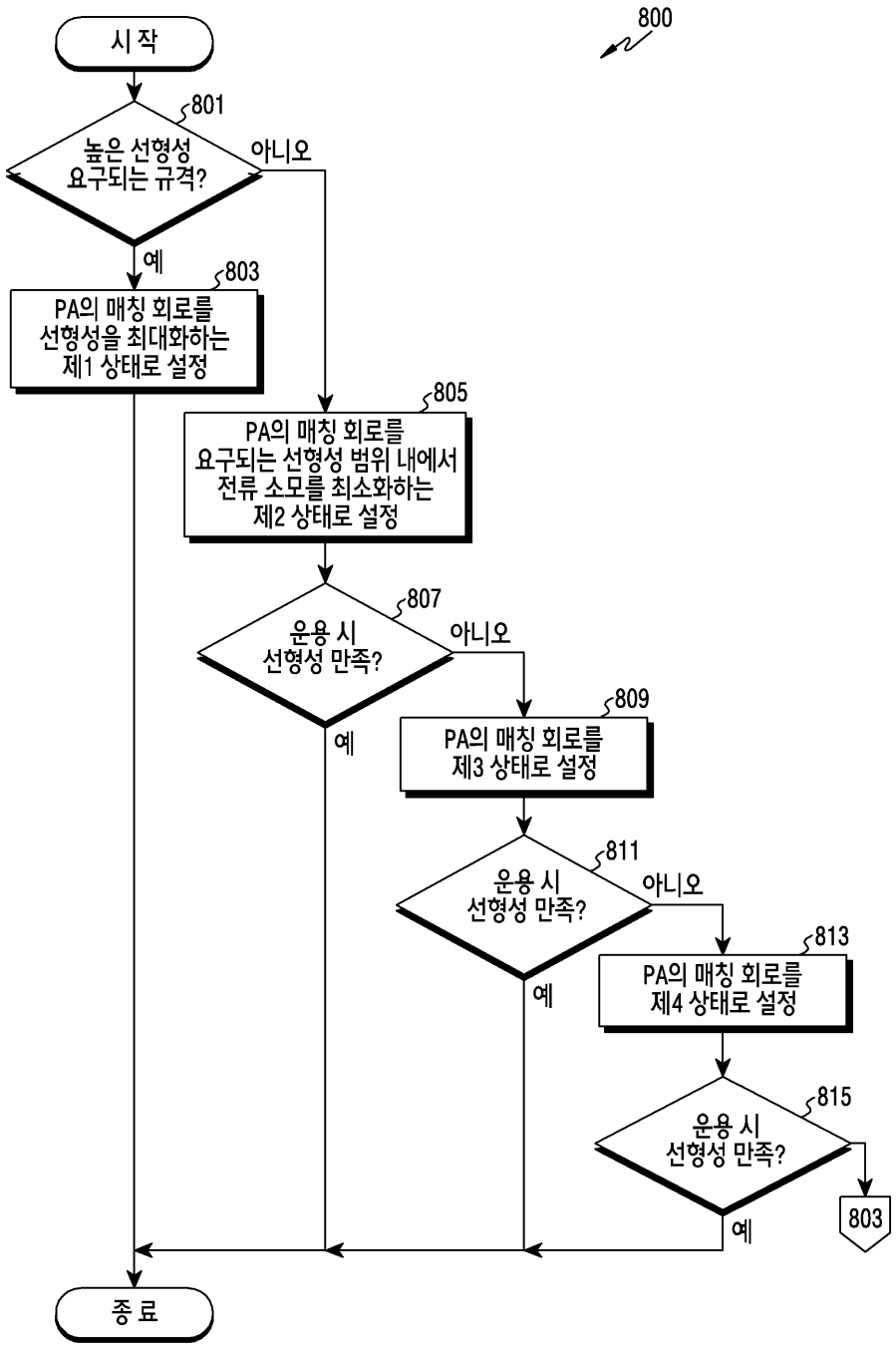
도면6


620
1.0j
0.5j
2.0j
0.2j
5.0j
0.2
0.5
1.0
2.0
5.0
610
------ : 효율특성
——— : 선형특성

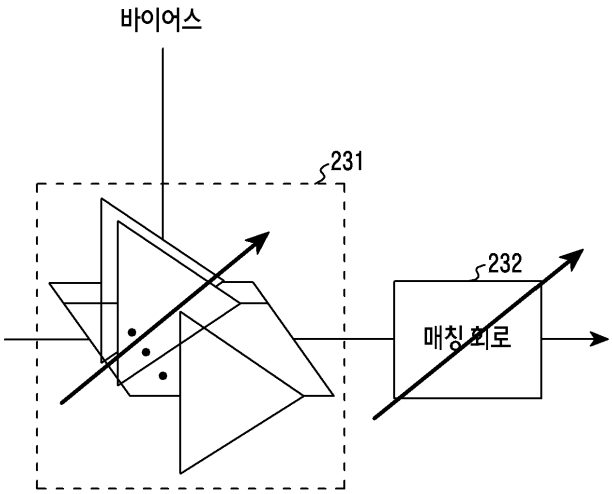
도면7


700
시작
701
높은 선형성 요구되는 규격?
아니오
예
703
PA의 매칭 회로를 선형성을 최대화하는 제1 상태로 설정
705
PA의 매칭 회로를 요구되는 선형성 범위 내에서 전류 소모를 최소화하는 제2 상태로 설정
707
운용 시 선형성 만족?
아니오
예
709
PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정
711
운용 시 선형성 만족?
아니오
예
703
종료

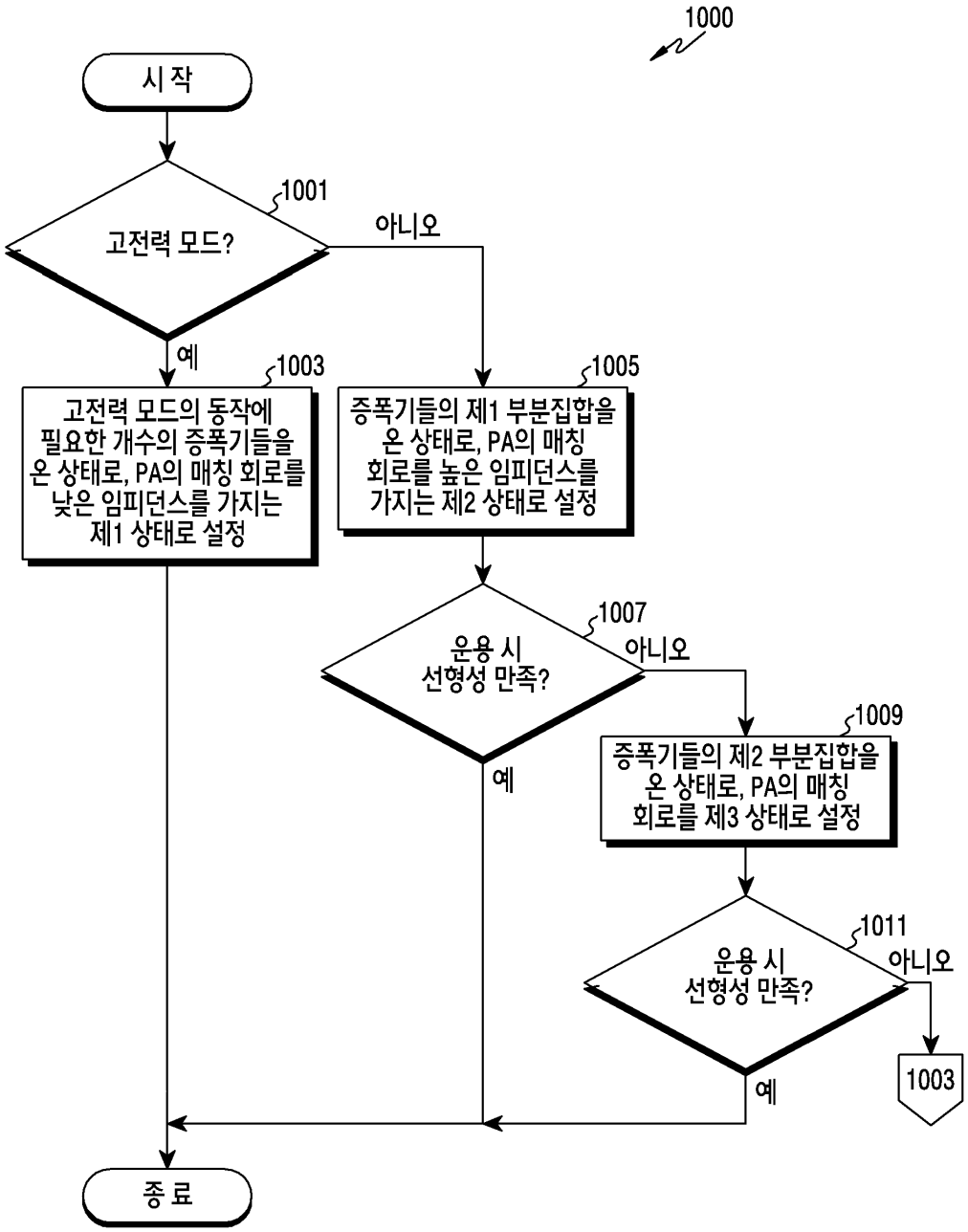
도면8


800
시작
801
높은 선형성 요구되는 규격?
아니오
예
803
PA의 매칭 회로를 선형성을 최대화하는 제1 상태로 설정
805
PA의 매칭 회로를 요구되는 선형성 범위 내에서 전류 소모를 최소화하는 제2 상태로 설정
807
운용 시 선형성 만족?
아니오
예
809
PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정
811
운용 시 선형성 만족?
아니오
예
813
PA의 매칭 회로를 제4 상태로 설정
815
운용 시 선형성 만족?
803
예
종료

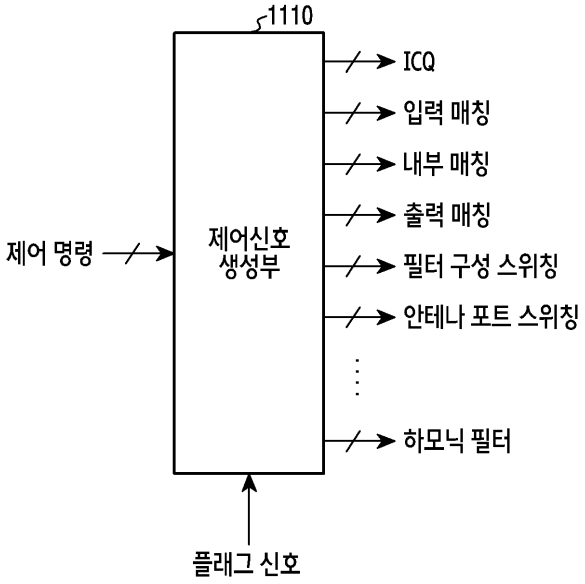
도면9



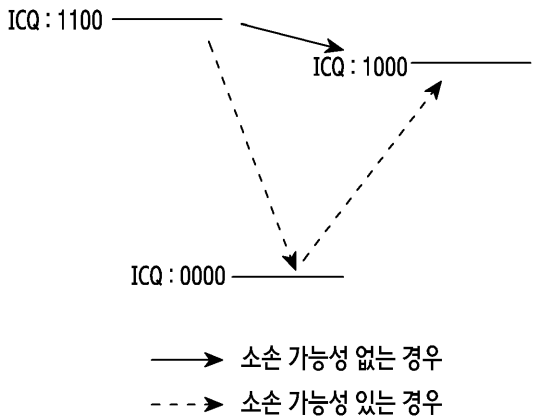
도면10


1000
시 작
1001
고전력 모드?
아니오
예
1003
고전력 모드의 동작에 필요한 개수의 증폭기들을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 낮은 임피던스를 가지는 제1 상태로 설정
1005
증폭기들의 제1 부분집합을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 높은 임피던스를 가지는 제2 상태로 설정
1007
운용 시 선형성 만족?
아니오
예
1009
증폭기들의 제2 부분집합을 온 상태로, PA의 매칭 회로를 제3 상태로 설정
1011
운용 시 선형성 만족?
아니오
예
1003
종 료

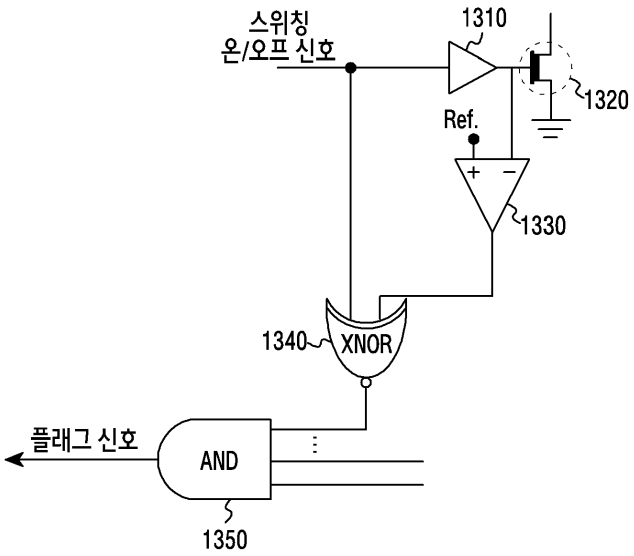
도면11


1110
ICQ
입력 매칭
내부 매칭
출력 매칭
필터 구성 스위칭
안테나 포트 스위칭
하모닉 필터
제어 명령
제어신호
생성부
플래그 신호

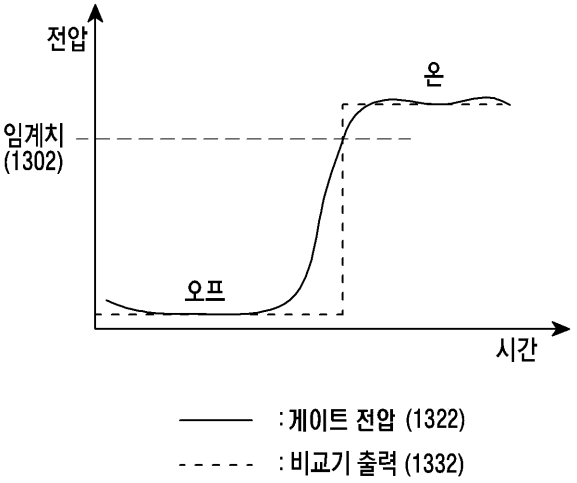
도면12


ICQ : 1100
ICQ : 1000
ICQ : 0000
소손 가능성 없는 경우
소손 가능성 있는 경우

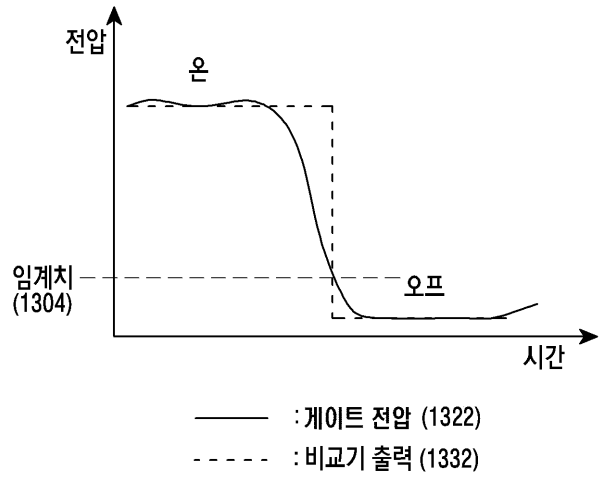
도면13a



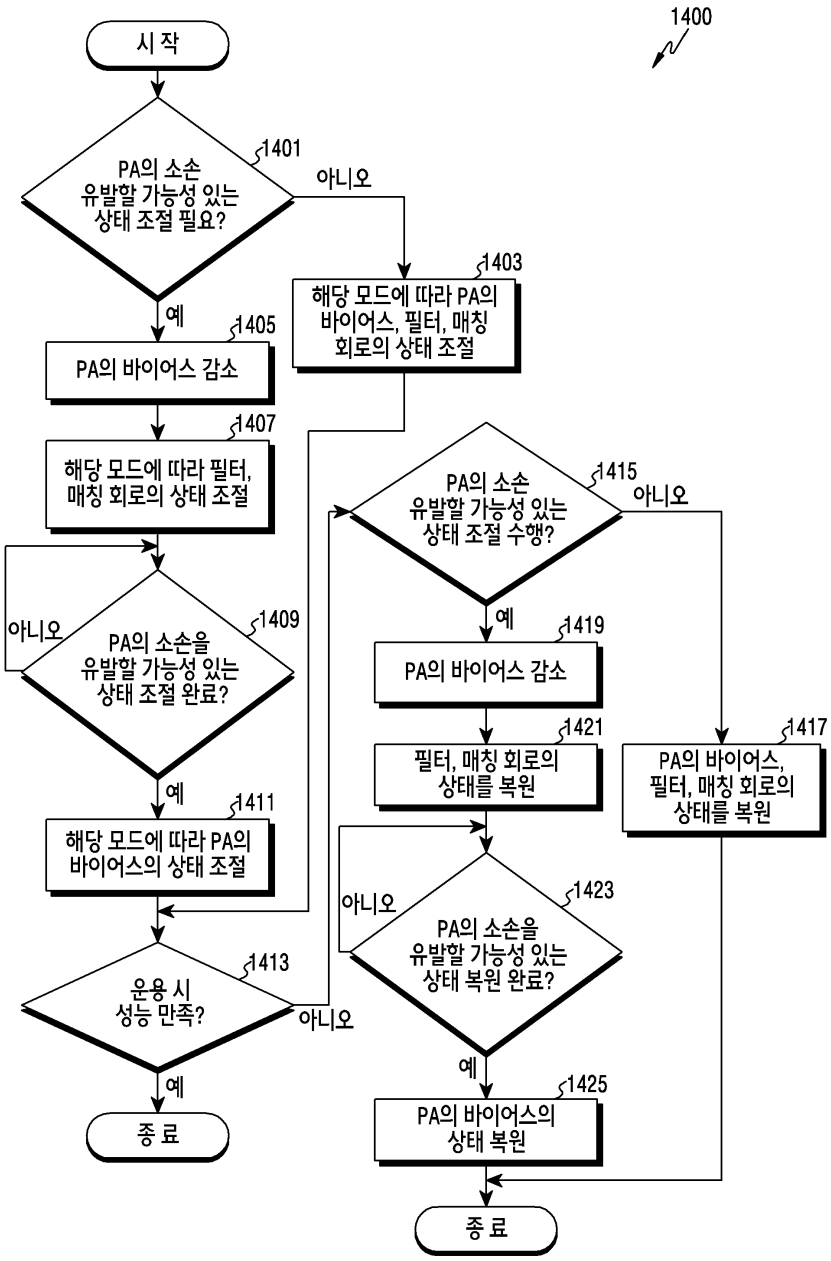
도면13b



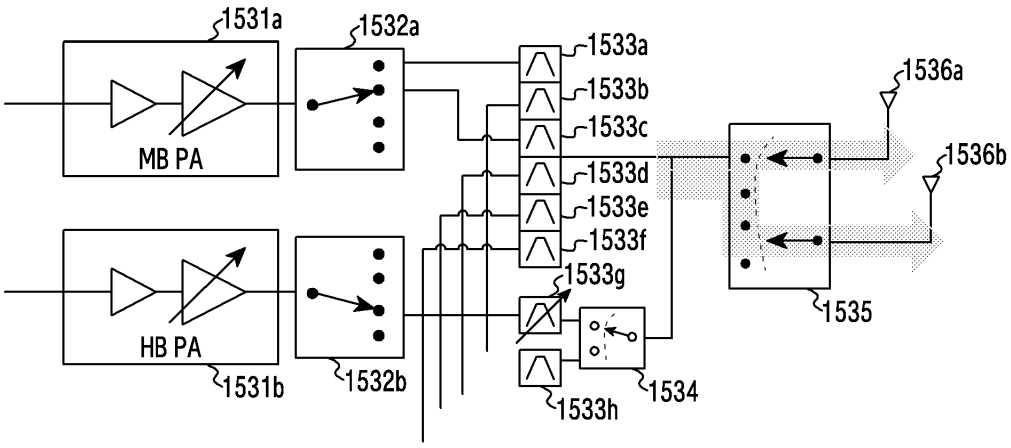
도면13c



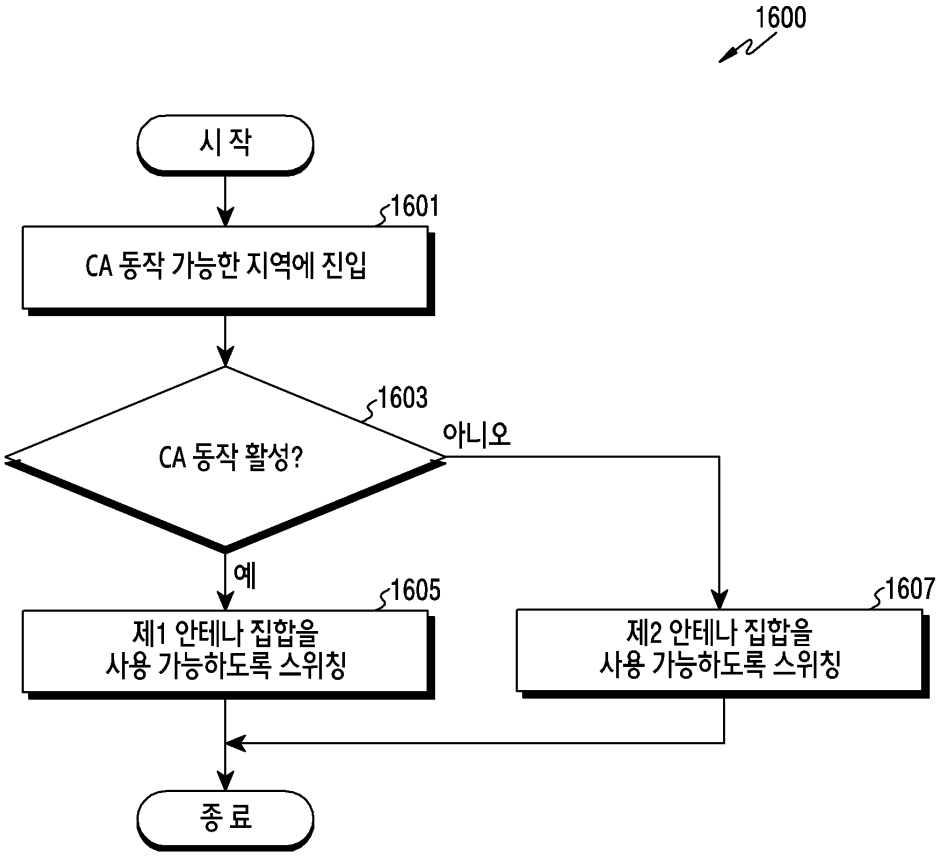
도면14


1400
시 작
PA의 소손 유발할 가능성 있는 상태 조절 필요?
1401
아니오
예
1403
해당 모드에 따라 PA의 바이어스, 필터, 매칭 회로의 상태 조절
1405
PA의 바이어스 감소
1407
해당 모드에 따라 필터, 매칭 회로의 상태 조절
아니오
PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 조절 완료?
1409
예
1411
해당 모드에 따라 PA의 바이어스의 상태 조절
운용 시 성능 만족?
1413
아니오
예
종 료
PA의 소손 유발할 가능성 있는 상태 조절 수행?
1415
아니오
예
1419
PA의 바이어스 감소
1421
필터, 매칭 회로의 상태를 복원
아니오
PA의 소손을 유발할 가능성 있는 상태 복원 완료?
1423
예
1425
PA의 바이어스의 상태 복원
1417
PA의 바이어스, 필터, 매칭 회로의 상태를 복원
종 료

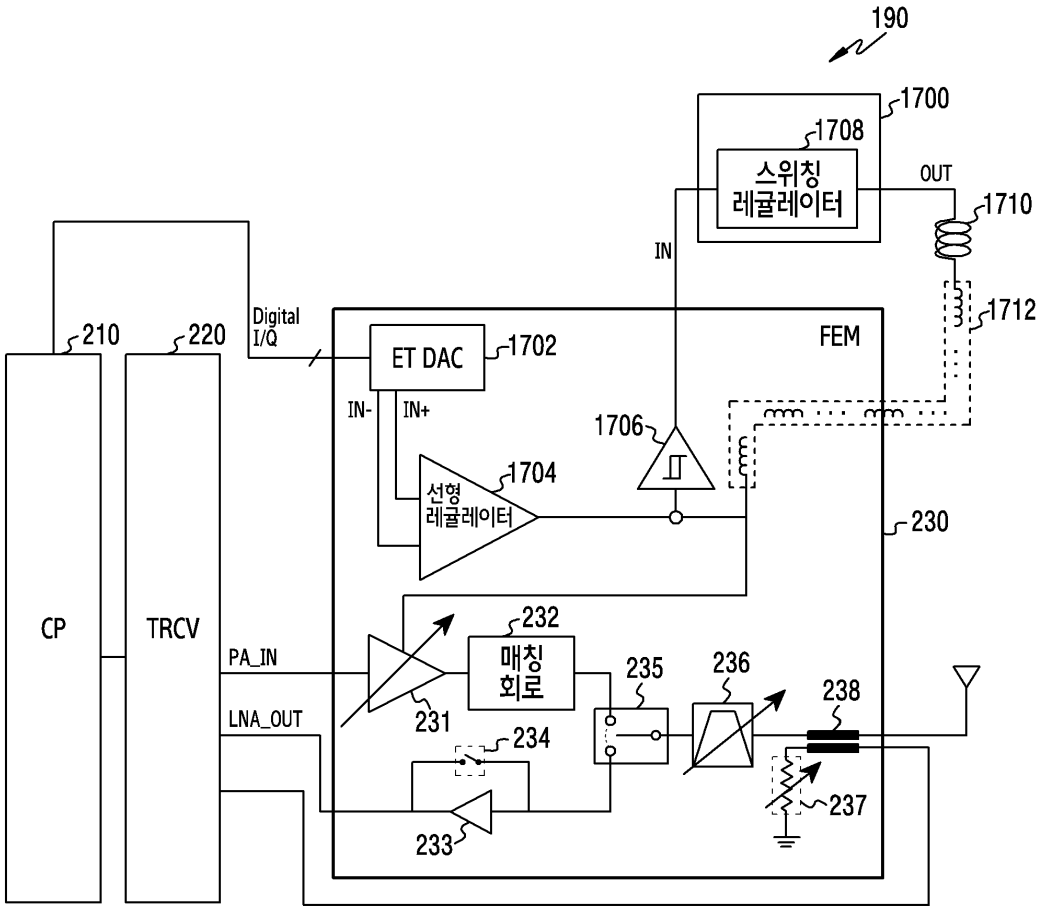
도면15


1531a
1532a
1533a
1533b
1533c
1533d
1533e
1533f
1533g
1533h
1536a
1536b
MB PA
HB PA
1531b
1532b
1534
1535

도면16


1600
시 작
1601
CA 동작 가능한 지역에 진입
1603
CA 동작 활성?
아니오
예
1605
제1 안테나 집합을
사용 가능하도록 스위칭
1607
제2 안테나 집합을
사용 가능하도록 스위칭
종 료

도면17


190
1700
1708
스위칭
레귤레이터
OUT
1710
IN
1712
210
220
Digital
I/Q
ET DAC
1702
FEM
IN-
IN+
1706
1704
선형
레귤레이터
230
CP
TRCV
232
매칭
회로
PA_IN
235
236
238
LNA_OUT
231
234
237
233