

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2024년 1월 4일 (04.01.2024)



(10) 국제공개번호  
**WO 2024/005603 A1**

- (51) 국제특허분류:  
*H04L 25/49* (2006.01) *H04B 1/62* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2023/009264
- (22) 국제출원일: 2023년 6월 30일 (30.06.2023)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2022-0081052 2022년 7월 1일 (01.07.2022) KR  
10-2022-0103654 2022년 8월 18일 (18.08.2022) KR
- (71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 조남준 (CHO, Namjun); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 이효성 (LEE,

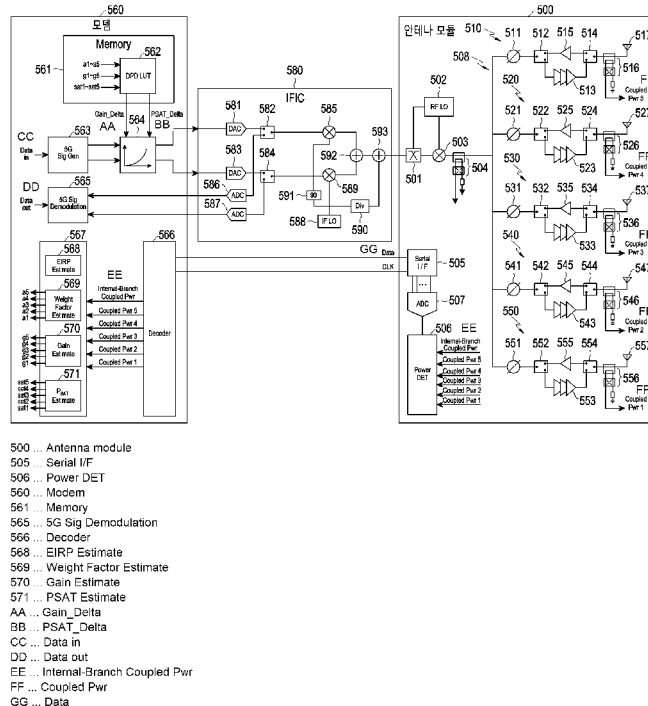
Hyosung); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 손정환 (SON, Junghwan); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 나효석 (NA, Hyoseok); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 이건주 등 (LEE, Keon-Joo et al.); 03079 서울특별시 종로구 대학로9길 16 미화빌딩, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW,

(54) Title: MODEM SUPPORTING DIGITAL PRE-DISTORTION, ANTENNA MODULE, AND METHOD FOR OPERATING SAME

(54) 발명의 명칭: 디지털 프리-디스토션을 지원하는 모뎀, 안테나 모듈 및 그들의 동작 방법



(57) Abstract: An antenna module may comprise: antennas; RF chains connected to the antennas; a splitter/combiner connected to the RF chains; a mixer configured to up-convert an IF signal input to the antenna module into a transmission RF signal and output same to the splitter/combiner, and/or down-convert a reception RF signal which is provided from the splitter/combiner and is the sum of the signals from the RF chains; a plurality of first couplers connected between the RF chains and the antennas; a second coupler for measuring a magnitude corresponding to that of the transmission RF signal prior to being split by the splitter/combiner and/or the reception RF signal summed by the splitter/combiner; and a power detector configured to provide the plurality of magnitudes of a plurality of signals from the plurality of first couplers and the magnitude of a signal from the second coupler.



SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의  
역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, CV, GH, GM,  
KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ,  
UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,  
TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,  
ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,  
ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,  
TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,  
KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(57) 요약서: 안테나 모듈은, 안테나들, 상기 안테나들에 연결되는 RF 체인들, 상기 RF 체인들에 연결되는 스플리터/컴바이너, 상기 안테나 모듈로 입력되는 IF 신호를 송신 RF 신호로 업 컨버팅하여 상기 스플리터/컴바이너로 출력하거나, 및/또는 상기 스플리터/컴바이너로부터 제공되는 상기 RF 체인들로부터의 신호들이 합산된 수신 RF 신호를 다운 컨버팅하도록 설정된 믹서, 상기 RF 체인들 및 상기 안테나들 사이에 연결되는 복수 개의 제 1 커플러들, 상기 스플리터/컴바이너에 의하여 분할되기 이전의 송신 RF 신호 및/또는 플리터/컴바이너에 의하여 합산된 상기 수신 RF 신호에 대응하는 크기를 측정하기 위한 제 2 커플러, 및 상기 복수 개의 제 1 커플러들로부터의 복수 개의 신호들의 복수 개의 크기들 및 상기 제 2 커플러로부터의 신호의 크기를 제공하도록 설정된 전력 검출기를 포함할 수 있다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 디지털 프리-디스토션을 지원 하는 모뎀, 안테나 모듈 및 그들의 동작 방법

#### 기술분야

- [1] 다양한 실시예들은, 디지털 프리-디스토션(digital pre-distortion, DPD)을 지원하는 모뎀, 안테나 모듈 및/또는 그들의 동작 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 5G 통신 기술 표준은 기존 4G 대비 10배 이상의 높은 전송 속도를 달성하기 위해 mm-Wave 대역 (20GHz 이상)에서의 이동 통신을 새롭게 정의했다. 6GHz 이내 주파수 대역에 초점을 맞춰 회로/모듈을 설계하던 제조사들은 mm-Wave 주파수 대역을 지원하기 위해 안테나와 트랜시버가 하나의 모듈에 통합된 새로운 Front End 구조를 채택했다. 5G를 지원하는 단말에 포함되는 mm-Wave 용 안테나 모듈은, 송신을 위한 RF 신호를 증폭하기 위한 전력 증폭기(power amplifier, PA)를 포함할 수 있다. 입력 신호의 크기가 상대적으로 작은 구간에서는, 전력 증폭기는 입력 신호 대비 출력 신호의 선형성(linearity)을 유지할 수 있으며, 이에 따라 이득(gain)이 상수값으로 유지될 수 있다. 한편, 입력 신호의 크기가 상대적으로 커지는 경우, 전력 증폭기의 선형성이 유지되지 못하며, 이득이 감소(compress)될 수 있다.
- [3] 상술한 바와 같은 선형성의 상실을 보상하기 위하여, 모뎀은 디지털 프리디스토션(DPD)을 수행할 수 있다. DPD는, 베이스밴드 디지털 영역(baseband digital domain)에서, 신호 크기에 따른 전력 증폭기(PA)의 감소되는 이득(Compressed Gain)의 특성을 보상하는 방향으로 왜곡을 가함으로써, PA로부터의 출력 신호가 선형성을 유지하도록 하는 기술일 수 있다.

#### 발명의 상세한 설명

#### 과제 해결 수단

- [4] 일 예시적인 실시예에 따라서, 안테나 모듈은, 안테나들, 상기 안테나들에 연결되는 무선 주파수(radio frequency, RF) 체인들, 상기 RF 체인들에 연결되는 스플리터/컴바이너, 상기 안테나 모듈로 입력되는 중간 주파수(intermediate frequency, IF) 신호를 송신 RF 신호로 업 컨버팅하여 상기 스플리터/컴바이너로 출력하거나, 및/또는 상기 스플리터/컴바이너로부터 제공되는 상기 RF 체인들로부터의 신호들이 합산된 수신 RF 신호를 다운 컨버팅하도록 설정된 믹서, 상기 RF 체인들 및 상기 안테나들 사이에 연결되는 복수 개의 제 1 커플러들, 상기 스플리터/컴바이너에 의하여 분할되기 이전의 송신 RF 신호 및/또는 플리터/컴바이너에 의하여 합산된 상기 수신 RF 신호에 대응하는 크기를 측정하기 위한 제 2 커플러, 및 상기 복수 개의 제 1 커플러들로부터의 복수 개의 신호들의 복수 개의 크기들 및 상기 제 2 커플러로부터의 신호의 크기를 제공하도록 설정된 전력 검출

기를 포함할 수 있다. 상기 복수 개의 제 1 커플러들 각각은, 적어도 상기 안테나들 및 상기 스플리터/컴바이너 사이에 배치될 수 있다.

- [5] 일 예시적인 실시예에 따라서, 모뎀은, 적어도 하나의 프로세서 및 적어도 하나의 메모리를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀으로 하여금, 복수 개의 안테나들에 연결되는 RF 체인들 각각에 인가되는 서브 수신 RF 신호들과 연관된 크기들과, 상기 서브 수신 RF 신호들이 결합된 수신 RF 신호와 연관된 크기를 확인하도록 야기할 수 있는 적어도 하나의 인스트럭션을 저장할 수 있다. 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀으로 하여금, 상기 크기들의 합계 및 상기 크기 사이의 차이를 확인하도록 야기할 수 있는 적어도 하나의 인스트럭션을 저장할 수 있다. 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀으로 하여금, 상기 차이가 임계 값 이하임에 기반하여, 상기 크기들에 기반하여 상기 RF 체인들 각각에 대응하는 가중치들을 확인하도록 야기할 수 있는 적어도 하나의 인스트럭션을 저장할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

- [6] 예시적인 실시 예의 전술한 특징 및 다른 특징은, 첨부된 도면과 함께 읽을 때 실시예에 대한 다음의 상세한 설명으로부터 더욱 명백해질 것이다. 도면에서 동일한 참조번호는 동일한 구성요소를 지칭한다.
- [7] 도 1은, 다양한 예시적인 실시예들에 따른, 네트워크 환경 내의 전자 장치의 블록도이다.
- [8] 도 2a는 다양한 예시적인 실시예들에 따른, 레거시 네트워크 통신 및 5G 네트워크 통신을 지원하기 위한 전자 장치의 블록도이다.
- [9] 도 2b는 다양한 예시적인 실시예들에 따른, 레거시 네트워크 통신 및 5G 네트워크 통신을 지원하기 위한 전자 장치의 블록도이다.
- [10] 도 3a는 일 예시적인 실시예에 따른 mmWave 용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [11] 도 3b는 일 예시적인 실시예에 따른 DPD의 수행을 설명하기 위한 도면을 도시한다.
- [12] 도 3c는, 일 예시적인 실시예에 따른 I/Q 신호에 대한 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다.
- [13] 도 3d는, 일 예시적인 실시예에 따른 PA 커브(curve)의 변경을 설명하기 위한 도면이다.
- [14] 도 3e는, 일 예시적인 실시예에 따른, 레퍼런스(reference) PA 커브 및 변경된 PA 커브에 대응하는 DPD 특성들을 설명하기 위한 도면이다.
- [15] 도 4a는 일 예시적인 실시예와의 비교를 위한 비교예에 따른 안테나 어레이에 포함된 복수 개의 안테나 소자에서의 커플링을 설명하기 위한 도면이다.

- [16] 도 4b는, 안테나 소자 별 이득 특성의 다양한 가중치 합을 설명하기 위한 도면이다.
- [17] 도 5a는 일 예시적인 실시예에 따른, 모뎀, 중간주파수 IC(IFIC), 및 mmWave용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [18] 도 5b는 일 예시적인 실시예에 따른, 모뎀, 중간주파수 IC(IFIC), 및 mmWave용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [19] 도 5c는 일 예시적인 실시예에 따른, 모뎀, 중간주파수 IC(IFIC), 및 mmWave용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [20] 도 5d는 일 예시적인 실시예에 따른, 모뎀, 중간주파수 IC(IFIC), 및 mmWave용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.
- [21] 도 5e는 일 예시적인 실시예에 따른 다운링크 신호가 수신되는 경우를 설명하기 위한 도면이다.
- [22] 도 6a는 일 예시적인 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [23] 도 6b는 일 예시적인 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [24] 도 7a는 일 예시적인 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [25] 도 7b는, 일 예시적인 실시예에 따른 RF 신호의 송신 과정을 설명하기 위한 도면을 도시한다.
- [26] 도 7c는 일 예시적인 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [27] 도 8a는 일 예시적인 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [28] 도 8b는, 일 예시적인 실시예에 따른 평균 전력 검출 및 피크 검출 사이의 스위칭을 설명하기 위한 도면을 도시한다.
- [29] 도 9는 일 예시적인 실시예에 따른 PSAT의 확인을 위한 도면들을 도시한다.
- [30] 도 10은, 일 예시적인 실시예에 따른 전자 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [31] 도 11a는, 일 예시적인 실시예에 따른 전자 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [32] 도 11b는, 일 예시적인 실시예에 따른 DPD 수행을 설명하기 위한 도면을 도시한다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [33] 도 1은, 다양한 실시예들에 따른, 네트워크 환경(100) 내의 전자 장치(101)의 블록도이다. 도 1을 참조하면, 네트워크 환경(100)에서 전자 장치(101)는 제 1 네트워크(198)(예: 근거리 무선 통신 네트워크)를 통하여 전자 장치(102)와 통신하게

나, 또는 제 2 네트워크(199)(예: 원거리 무선 통신 네트워크)를 통하여 전자 장치(104) 또는 서버(108)와 통신할 수 있다. 일실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 서버(108)를 통하여 전자 장치(104)와 통신할 수 있다. 일실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 프로세서(120), 메모리(130), 입력 모듈(150), 음향 출력 모듈(155), 디스플레이 모듈(160), 오디오 모듈(170), 센서 모듈(176), 인터페이스(177), 연결 단자(178), 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 실시예에서는, 전자 장치(101)에는, 이 구성요소들 중 적어도 하나(예: 연결 단자(178))가 생략되거나, 하나 이상의 다른 구성요소가 추가될 수 있다. 어떤 실시예에서는, 이 구성요소들 중 일부들(예: 센서 모듈(176), 카메라 모듈(180), 또는 안테나 모듈(197))은 하나의 구성요소(예: 디스플레이를 포함하는 디스플레이 모듈(160))로 통합될 수 있다.

[34] 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)를 제어할 수 있고, 다양한 데이터 처리 또는 연산을 수행할 수 있다. 일실시예에 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 저장하고, 휘발성 메모리(132)에 저장된 명령 또는 데이터를 처리하고, 결과 데이터를 비휘발성 메모리(134)에 저장할 수 있다. 일실시예에 따르면, 프로세서(120)는 메인 프로세서(121)(예: 중앙 처리 장치 또는 어플리케이션 프로세서) 또는 이와는 독립적으로 또는 함께 운영 가능한 보조 프로세서(123)(예: 그래픽 처리 장치, 신경망 처리 장치(NPU: neural processing unit), 이미지 시그널 프로세서, 센서 허브 프로세서, 또는 커뮤니케이션 프로세서)를 포함할 수 있다. 예를 들어, 전자 장치(101)가 메인 프로세서(121) 및 보조 프로세서(123)를 포함하는 경우, 보조 프로세서(123)는 메인 프로세서(121)보다 저전력을 사용하거나, 지정된 기능에 특화되도록 설정될 수 있다. 보조 프로세서(123)는 메인 프로세서(121)와 별개로, 또는 그 일부로서 구현될 수 있다.

[35] 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: 디스플레이 모듈(160), 센서 모듈(176), 또는 통신 모듈(190))와 관련된 기능 또는 상태들의 적어도 일부를 제어할 수 있다. 일실시예에 따르면, 보조 프로세서(123)(예: 이미지 시그널 프로세서 또는 커뮤니케이션 프로세서)는 기능적으로 관련 있는 다른 구성요소(예: 카메라 모듈(180) 또는 통신 모듈(190))의 일부로서 구현될 수 있다. 일실시예에 따르면, 보조 프로세서(123)(예: 신경망 처리 장치)는 인공지능 모델의 처리에 특화된 하드웨어 구조를 포함할 수 있다. 인공지능 모델은 기계 학습을

통해 생성될 수 있다. 이러한 학습은, 예를 들어, 인공지능이 수행되는 전자 장치(101) 자체에서 수행될 수 있고, 별도의 서버(예: 서버(108))를 통해 수행될 수도 있다. 학습 알고리즘은, 예를 들어, 지도형 학습(supervised learning), 비지도형 학습(unsupervised learning), 준지도형 학습(semi-supervised learning) 또는 강화 학습(reinforcement learning)을 포함할 수 있으나, 전술한 예에 한정되지 않는다. 인공지능 모델은, 복수의 인공 신경망 레이어들을 포함할 수 있다. 인공 신경망은 심층 신경망(DNN: deep neural network), CNN(convolutional neural network), RNN(recurrent neural network), RBM(restricted boltzmann machine), DBN(deep belief network), BRDNN(bidirectional recurrent deep neural network), 심층 Q-네트워크(deep Q-networks) 또는 상기 중 둘 이상의 조합 중 하나일 수 있으나, 전술한 예에 한정되지 않는다. 인공지능 모델은 하드웨어 구조 이외에, 추가적으로 또는 대체적으로, 소프트웨어 구조를 포함할 수 있다.

- [36] 메모리(130)는, 전자 장치(101)의 적어도 하나의 구성요소(예: 프로세서(120) 또는 센서 모듈(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.
- [37] 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.
- [38] 입력 모듈(150)은, 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 모듈(150)은, 예를 들면, 마이크, 마우스, 키보드, 키(예: 버튼), 또는 디지털 펜(예: 스타일러스 펜)을 포함할 수 있다.
- [39] 음향 출력 모듈(155)은 음향 신호를 전자 장치(101)의 외부로 출력할 수 있다. 음향 출력 모듈(155)은, 예를 들면, 스피커 또는 리시버를 포함할 수 있다. 스피커는 멀티미디어 재생 또는 녹음 재생과 같이 일반적인 용도로 사용될 수 있다. 리시버는 착신 전화를 수신하기 위해 사용될 수 있다. 일실시에에 따르면, 리시버는 스피커와 별개로, 또는 그 일부로서 구현될 수 있다.
- [40] 디스플레이 모듈(160)은 전자 장치(101)의 외부(예: 사용자)로 정보를 시각적으로 제공할 수 있다. 디스플레이 모듈(160)은, 예를 들면, 디스플레이, 홀로그램 장치, 또는 프로젝터 및 해당 장치를 제어하기 위한 제어 회로를 포함할 수 있다. 일실시에에 따르면, 디스플레이 모듈(160)은 터치를 감지하도록 설정된 터치 센서, 또는 상기 터치에 의해 발생하는 힘의 세기를 측정하도록 설정된 압력 센서를 포함할 수 있다.
- [41] 오디오 모듈(170)은 소리를 전기 신호로 변환시키거나, 반대로 전기 신호를 소리로 변환시킬 수 있다. 일실시에에 따르면, 오디오 모듈(170)은, 입력 모듈(150)을 통해 소리를 획득하거나, 음향 출력 모듈(155), 또는 전자 장치(101)와 직접 또

는 무선으로 연결된 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102))(예: 스피커 또는 헤드폰)를 통해 소리를 출력할 수 있다.

- [42] 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. 일실시예에 따르면, 센서 모듈(176)은, 예를 들면, 제스처 센서, 자이로 센서, 기압 센서, 마그네틱 센서, 가속도 센서, 그림 센서, 근접 센서, 컬러 센서, IR(infrared) 센서, 생체 센서, 온도 센서, 습도 센서, 또는 조도 센서를 포함할 수 있다.
- [43] 인터페이스(177)는 전자 장치(101)가 외부 전자 장치(예: 전자 장치(102))와 직접 또는 무선으로 연결되기 위해 사용될 수 있는 하나 이상의 지정된 프로토콜들을 지원할 수 있다. 일실시예에 따르면, 인터페이스(177)는, 예를 들면, HDMI(high definition multimedia interface), USB(universal serial bus) 인터페이스, SD카드 인터페이스, 또는 오디오 인터페이스를 포함할 수 있다.
- [44] 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. 일실시예에 따르면, 연결 단자(178)는, 예를 들면, HDMI 커넥터, USB 커넥터, SD 카드 커넥터, 또는 오디오 커넥터(예: 헤드폰 커넥터)를 포함할 수 있다.
- [45] 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. 일실시예에 따르면, 햅틱 모듈(179)은, 예를 들면, 모터, 압전 소자, 또는 전기 자극 장치를 포함할 수 있다.
- [46] 카메라 모듈(180)은 정지 영상 및 동영상을 촬영할 수 있다. 일실시예에 따르면, 카메라 모듈(180)은 하나 이상의 렌즈들, 이미지 센서들, 이미지 시그널 프로세서들, 또는 플래시들을 포함할 수 있다.
- [47] 전력 관리 모듈(188)은 전자 장치(101)에 공급되는 전력을 관리할 수 있다. 일실시예에 따르면, 전력 관리 모듈(188)은, 예를 들면, PMIC(power management integrated circuit)의 적어도 일부로서 구현될 수 있다.
- [48] 배터리(189)는 전자 장치(101)의 적어도 하나의 구성요소에 전력을 공급할 수 있다. 일실시예에 따르면, 배터리(189)는, 예를 들면, 재충전 불가능한 1차 전지, 재충전 가능한 2차 전지 또는 연료 전지를 포함할 수 있다.
- [49] 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. 일실시예에 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 전

력선 통신 모듈)을 포함할 수 있다. 이들 통신 모듈 중 해당하는 통신 모듈은 제 1 네트워크(198)(예: 블루투스, WiFi(wireless fidelity) direct 또는 IrDA(infrared data association)와 같은 근거리 통신 네트워크) 또는 제 2 네트워크(199)(예: 레거시 셀룰러 네트워크, 5G 네트워크, 차세대 통신 네트워크, 인터넷, 또는 컴퓨터 네트워크(예: LAN 또는 WAN)와 같은 원거리 통신 네트워크)를 통하여 외부의 전자 장치(104)와 통신할 수 있다. 이런 여러 종류의 통신 모듈들은 하나의 구성요소(예: 단일 칩)로 통합되거나, 또는 서로 별도의 복수의 구성요소들(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(IMS))를 이용하여 제 1 네트워크(198) 또는 제 2 네트워크(199)와 같은 통신 네트워크 내에서 전자 장치(101)를 확인 또는 인증할 수 있다.

- [50] 무선 통신 모듈(192)은 4G 네트워크 이후의 5G 네트워크 및 차세대 통신 기술, 예를 들어, NR 접속 기술(new radio access technology)을 지원할 수 있다. NR 접속 기술은 고용량 데이터의 고속 전송(eMBB(enhanced mobile broadband)), 단말 전력 최소화 및 다수 단말의 접속(mMTC(massive machine type communications)), 또는 고신뢰도와 저지연(URLLC(ultra-reliable and low-latency communications))을 지원할 수 있다. 무선 통신 모듈(192)은, 예를 들어, 높은 데이터 전송률 달성을 위해, 고주파 대역(예: mmWave 대역)을 지원할 수 있다. 무선 통신 모듈(192)은 고주파 대역에서의 성능 확보를 위한 다양한 기술들, 예를 들어, 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO(multiple-input and multiple-output)), 전차원 다중입출력(FD-MIMO: full dimensional MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(analog beam-forming), 또는 대규모 안테나(large scale antenna)와 같은 기술들을 지원할 수 있다. 무선 통신 모듈(192)은 전자 장치(101), 외부 전자 장치(예: 전자 장치(104)) 또는 네트워크 시스템(예: 제 2 네트워크(199))에 규정되는 다양한 요구사항을 지원할 수 있다. 일실시예에 따르면, 무선 통신 모듈(192)은 eMBB 실현을 위한 Peak data rate(예: 20Gbps 이상), mMTC 실현을 위한 손실 Coverage(예: 164dB 이하), 또는 URLLC 실현을 위한 U-plane latency(예: 다운링크(DL) 및 업링크(UL) 각각 0.5ms 이하, 또는 라운드 트립 1ms 이하)를 지원할 수 있다.

- [51] 안테나 모듈(197)은 신호 또는 전력을 외부(예: 외부의 전자 장치)로 송신하거나 외부로부터 수신할 수 있다. 일실시예에 따르면, 안테나 모듈(197)은 서브스트레이트(예: PCB) 위에 형성된 도전체 또는 도전성 패턴으로 이루어진 방사체를 포함하는 안테나를 포함할 수 있다. 일실시예에 따르면, 안테나 모듈(197)은 복수의 안테나들(예: 어레이 안테나)을 포함할 수 있다. 이런 경우, 제 1 네트워크(198) 또는 제 2 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 외부의 전자 장치 간에 송신되거나 수신될 수

있다. 어떤 실시예에 따르면, 방사체 이외에 다른 부품(예: RFIC(radio frequency integrated circuit))이 추가로 안테나 모듈(197)의 일부로 형성될 수 있다.

- [52] 다양한 실시예에 따르면, 안테나 모듈(197)은 mmWave 안테나 모듈을 형성할 수 있다. 일실시예에 따르면, mmWave 안테나 모듈은 인쇄 회로 기판, 상기 인쇄 회로 기판의 제 1 면(예: 아래 면)에 또는 그에 인접하여 배치되고 지정된 고주파 대역(예: mmWave 대역)을 지원할 수 있는 RFIC, 및 상기 인쇄 회로 기판의 제 2 면(예: 윗 면 또는 측 면)에 또는 그에 인접하여 배치되고 상기 지정된 고주파 대역의 신호를 송신 또는 수신할 수 있는 복수의 안테나들(예: 어레이 안테나)을 포함할 수 있다.

- [53] 상기 구성요소들 중 적어도 일부는 주변 기기들간 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.

- [54] 일실시예에 따르면, 명령 또는 데이터는 제 2 네트워크(199)에 연결된 서버(108)를 통해서 전자 장치(101)와 외부의 전자 장치(104)간에 송신 또는 수신될 수 있다. 외부의 전자 장치(102, 또는 104) 각각은 전자 장치(101)와 동일한 또는 다른 종류의 장치일 수 있다. 일실시예에 따르면, 전자 장치(101)에서 실행되는 동작들의 전부 또는 일부는 외부의 전자 장치들(102, 104, 또는 108) 중 하나 이상의 외부의 전자 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 외부의 전자 장치들에게 그 기능 또는 그 서비스의 적어도 일부를 수행하라고 요청할 수 있다. 상기 요청을 수신한 하나 이상의 외부의 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, 모바일 에지 컴퓨팅(MEC: mobile edge computing), 또는 클라이언트-서버 컴퓨팅 기술이 이용될 수 있다. 전자 장치(101)는, 예를 들어, 분산 컴퓨팅 또는 모바일 에지 컴퓨팅을 이용하여 초저지연 서비스를 제공할 수 있다. 다른 실시예에 있어서, 외부의 전자 장치(104)는 IoT(internet of things) 기기를 포함할 수 있다. 서버(108)는 기계 학습 및/또는 신경망을 이용한 지능형 서버일 수 있다. 일실시예에 따르면, 외부의 전자 장치(104) 또는 서버(108)는 제 2 네트워크(199) 내에 포함될 수 있다. 전자 장치(101)는 5G 통신 기술 및 IoT 관련 기술을 기반으로 지능형 서비스(예: 스마트 홈, 스마트 시티, 스마트 카, 또는 헬스케어)에 적용될 수 있다.

- [55] 도 2a는 다양한 실시예들에 따른, 레거시 네트워크 통신 및 5G 네트워크 통신을 지원하기 위한 전자 장치(101)의 블록도(200)이다. 도 2a를 참조하면, 전자 장

치(101)는 제1 커뮤니케이션 프로세서(communication processor, CP)(212), 제2 커뮤니케이션 프로세서(214), 제1 radio frequency integrated circuit(RFIC)(222), 제2 RFIC(224), 제3 RFIC(226), 제4 RFIC(228), 제1 radio frequency front end(RFFE)(232), 제2 RFFE(234), 제1 안테나 모듈(242), 제2 안테나 모듈(244), 제3 안테나 모듈(246) 및 안테나들(248)을 포함할 수 있다. 전자 장치(101)는 프로세서(120) 및 메모리(130)를 더 포함할 수 있다. 제2 네트워크(199)는 제1 셀룰러 네트워크(292)와 제2 셀룰러 네트워크(294)를 포함할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 전자 장치(101)는 도 1에 기재된 부품들 중 적어도 하나의 부품을 더 포함할 수 있고, 제2 네트워크(199)는 적어도 하나의 다른 네트워크를 더 포함할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212), 제2 커뮤니케이션 프로세서(214), 제1 RFIC(222), 제2 RFIC(224), 제4 RFIC(228), 제1 RFFE(232), 및 제2 RFFE(234)는 통신 회로를 포함하는 무선 통신 모듈(192)의 적어도 일부를 형성할 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 제4 RFIC(228)는 생략되거나, 제3 RFIC(226)의 일부로서 포함될 수 있다. 여기서 각 "프로세서"는 프로세싱 회로를 포함한다.

[56] 제1 커뮤니케이션 프로세서(CP)(212)는 제1 셀룰러 네트워크(292)와의 무선 통신에 사용될 대역의 통신 채널의 수립, 및 수립된 통신 채널을 통한 레거시 네트워크 통신을 지원할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 제1 셀룰러 네트워크는 2세대(2G), 3G, 4G, 또는 long term evolution(LTE) 네트워크를 포함하는 레거시 네트워크일 수 있다. 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)는 제2 셀룰러 네트워크(294)와의 무선 통신에 사용될 대역 중 지정된 대역(예: 약 6GHz ~ 약 60GHz)에 대응하는 통신 채널의 수립, 및 수립된 통신 채널을 통한 5G 네트워크 통신을 지원할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 제2 셀룰러 네트워크(294)는 3GPP에서 정의하는 5G 네트워크일 수 있다. 추가적으로, 일 실시예에 따르면, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212) 또는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)는 제2 셀룰러 네트워크(294)와의 무선 통신에 사용될 대역 중 다른 지정된 대역(예: 약 6GHz 이하)에 대응하는 통신 채널의 수립, 및 수립된 통신 채널을 통한 5G 네트워크 통신을 지원할 수 있다.

[57] 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)는, 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)와 데이터를 송수신할 수 있다. 예를 들어, 제2 셀룰러 네트워크(294)를 통하여 송신되기로 분류되었던 데이터가, 제1 셀룰러 네트워크(292)를 통하여 송신되는 것으로 변경될 수 있다. 이 경우, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)로부터 송신 데이터를 전달받을 수 있다. 예를 들어, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)와 프로세서간 인터페이스(213)를 통하여 데이터를 송수신할 수 있다. 상기 프로세서간 인터페이스(213)는, 예를 들어 UART(universal asynchronous receiver/transmitter)(예: HS-UART(high speed-UART) 또는 PCIe(peripheral component interconnect bus express) 인터페이스로 구현될 수 있으나, 그 종류에는 제한이 없다. 또는, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)와 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)는, 예를 들어 공유 메모리(shared

memory)를 이용하여 제어 정보와 패킷 데이터 정보를 교환할 수 있다. 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)는, 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)와, 센싱 정보, 출력 세기에 대한 정보, RB(resource block) 할당 정보와 같은 다양한 정보를 송수신할 수 있다.

- [58] 구현에 따라, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)와 직접 연결되지 않을 수도 있다. 이 경우, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)와, 프로세서(120)(예: application processor)를 통하여 데이터를 송수신할 수도 있다. 예를 들어, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212) 및 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)는, 프로세서(120)(예: application processor)와 HS-UART 인터페이스 또는 PCIe 인터페이스를 통하여 데이터를 송수신할 수 있으나, 인터페이스의 종류에는 제한이 없다. 또는, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212) 및 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)는, 프로세서(120)(예: application processor)와 공유 메모리(shared memory)를 이용하여 컨트롤 정보와 패킷 데이터 정보를 교환할 수 있다.
- [59] 일실시예에 따르면, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)와 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)는 단일(single) 칩 또는 단일 패키지 내에 구현될 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212) 또는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)는 프로세서(120), 보조 프로세서(123), 또는 통신 회로를 포함하는 통신 모듈(190)과 단일 칩 또는 단일 패키지 내에 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 2b에서와 같이, 통합 커뮤니케이션 프로세서(260)는, 제1 셀룰러 네트워크(292), 및 제2 셀룰러 네트워크(294)와의 통신을 위한 기능을 모두 지원할 수 있다. 단일 칩 또는 단일 패키지는, 예를 들어 다양한 실시예에 따라 수행되는 동작들 중 적어도 일부를 수행하기 위한 인스트럭션을 저장하는 내부 메모리 및/또는 인스트럭션을 수행하기 위한 처리 회로를 포함할 수도 있다.
- [60] 제1 RFIC(222)는, 송신 시에, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)에 의해 생성된 기저대역(baseband) 신호를 제1 셀룰러 네트워크(292)(예: 레거시 네트워크)에 사용되는 약 700MHz 내지 약 3GHz의 무선 주파수(RF) 신호로 변환할 수 있다. 수신 시에는, RF 신호가 안테나(예: 제1 안테나 모듈(242))를 통해 제1 네트워크(292)(예: 레거시 네트워크)로부터 획득되고, RFFE(예: 제1 RFFE(232))를 통해 전처리(preprocess)될 수 있다. 제1 RFIC(222)는 전처리된 RF 신호를 제1 커뮤니케이션 프로세서(212)에 의해 처리될 수 있도록 기저대역 신호로 변환할 수 있다(예: 도 2a를 참조).
- [61] 제2 RFIC(224)는, 송신 시에, 제1 커뮤니케이션 프로세서(212) 또는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)에 의해 생성된 기저대역 신호를 제2 셀룰러 네트워크(294)(예: 5G 네트워크)에 사용되는 Sub6 대역(예: 약 6GHz 이하)의 RF 신호(이하, 5G Sub6 RF 신호)로 변환할 수 있다. 수신 시에는, 5G Sub6 RF 신호가 안테나(예: 제2 안테나 모듈(244))를 통해 제2 셀룰러 네트워크(294)(예: 5G 네트워크)로부터 획득되고, RFFE(예: 제2 RFFE(234))를 통해 전처리될 수 있다. 제2 RFIC(224)는

전처리된 5G Sub6 RF 신호를 제1 커뮤니케이션 프로세서(212) 또는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214) 중 대응하는 커뮤니케이션 프로세서에 의해 처리될 수 있도록 기저대역 신호로 변환할 수 있다(예: 도 2a를 참조).

- [62] 제3 RFIC(226)는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)에 의해 생성된 기저대역 신호를 제2 셀룰러 네트워크(294)(예: 5G 네트워크)에서 사용될 5G Above6 대역(예: 약 6GHz ~ 약 60GHz)의 RF 신호(이하, 5G Above6 RF 신호)로 변환할 수 있다. 수신 시에는, 5G Above6 RF 신호가 안테나(예: 안테나(248))를 통해 제2 셀룰러 네트워크(294)(예: 5G 네트워크)로부터 획득되고 제3 RFFE(236)를 통해 전처리될 수 있다. 제3 RFIC(226)는 전처리된 5G Above6 RF 신호를 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)에 의해 처리될 수 있도록 기저대역 신호로 변환할 수 있다. 일실시예에 따르면, 제3 RFFE(236)는 제3 RFIC(226)의 일부로서 형성될 수 있다.
- [63] 전자 장치(101)는, 일실시예에 따르면, 제3 RFIC(226)와 별개로 또는 적어도 그 일부로서, 제4 RFIC(228)를 포함할 수 있다. 이런 경우, 제4 RFIC(228)는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)에 의해 생성된 기저대역 신호를 중간(intermediate) 주파수 대역(예: 약 9GHz ~ 약 11GHz)의 RF 신호(이하, IF 신호)로 변환한 뒤, 상기 IF 신호를 제3 RFIC(226)로 전달할 수 있다. 제3 RFIC(226)는 IF 신호를 5G Above6 RF 신호로 변환할 수 있다. 수신 시에, 5G Above6 RF 신호가 안테나(예: 안테나(248))를 통해 제2 셀룰러 네트워크(294)(예: 5G 네트워크)로부터 수신되고 제3 RFIC(226)에 의해 IF 신호로 변환될 수 있다. 제4 RFIC(228)는 IF 신호를 제2 커뮤니케이션 프로세서(214)가 처리할 수 있도록 기저대역 신호로 변환할 수 있다.
- [64] 일실시예에 따르면, 제1 RFIC(222)와 제2 RFIC(224)는 단일 칩 또는 단일 패키지의 적어도 일부로 구현될 수 있다. 다양한 실시예에 따라, 도 2a 또는 도 2b에서 제1 RFIC(222)와 제2 RFIC(224)가 단일 칩 또는 단일 패키지로 구현될 경우, 통합 RFIC로 구현될 수 있다. 이 경우 상기 통합 RFIC가 제1 RFFE(232)와 제2 RFFE(234)에 연결되어 기저대역 신호를 제1 RFFE(232) 및/또는 제2 RFFE(234)가 지원하는 대역의 신호로 변환하고, 상기 변환된 신호를 제1 RFFE(232) 및 제2 RFFE(234) 중 하나로 전송할 수 있다. 일실시예에 따르면, 제1 RFFE(232)와 제2 RFFE(234)는 단일 칩 또는 단일 패키지의 적어도 일부로 구현될 수 있다. 일실시예에 따르면, 제1 안테나 모듈(242) 또는 제2 안테나 모듈(244) 중 적어도 하나의 안테나 모듈은 생략되거나 다른 안테나 모듈과 결합되어 대응하는 복수의 대역들의 RF 신호들을 처리할 수 있다.
- [65] 일실시예에 따르면, 제3 RFIC(226)와 안테나(248)는 동일한 서브스트레이트에 배치되어 제3 안테나 모듈(246)을 형성할 수 있다. 예를 들어, 무선 통신 모듈(192) 또는 프로세서(120)가 제1 서브스트레이트(예: main PCB)에 배치될 수 있다. 이런 경우, 제1 서브스트레이트와 별도의 제2 서브스트레이트(예: sub PCB)의 일부 영역(예: 하면)에 제3 RFIC(226)가, 다른 일부 영역(예: 상면)에 안테나(248)가 배치되어, 제3 안테나 모듈(246)이 형성될 수 있다. 제3 RFIC(226)와 안테나(248)를 동일한 서브스트레이트에 배치함으로써 그 사이의 전송 선로의 길이

를 줄이는 것이 가능하다. 이는, 예를 들면, 5G 네트워크 통신에 사용되는 고주파 대역(예: 약 6GHz ~ 약 60GHz)의 신호가 전송 선로에 의해 손실(예: 감쇄)되는 것을 줄일 수 있다. 이로 인해, 전자 장치(101)는 제2 네트워크(294)(예: 5G 네트워크)와의 통신의 품질 또는 속도를 향상시킬 수 있다.

[66] 일시예에 따르면, 안테나(248)는 빔포밍에 사용될 수 있는 복수개의 안테나 엘리먼트들을 포함하는 안테나 어레이로 형성될 수 있다. 이런 경우, 제3 RFIC(226)는, 예를 들면, 제3 RFFE(236)의 일부로서, 복수개의 안테나 엘리먼트들에 대응하는 복수개의 위상 변환기(phase shifter)(238)들을 포함할 수 있다. 송신 시에, 복수개의 위상 변환기(238)들 각각은 대응하는 안테나 엘리먼트를 통해 전자 장치(101)의 외부(예: 5G 네트워크의 베이스 스테이션)로 송신될 5G Above6 RF 신호의 위상을 변환할 수 있다. 수신 시에, 복수개의 위상 변환기(238)들 각각은 대응하는 안테나 엘리먼트를 통해 상기 외부로부터 수신된 5G Above6 RF 신호의 위상을 동일한 또는 실질적으로 동일한 위상으로 변환할 수 있다. 이것은 전자 장치(101)와 상기 외부 간의 빔포밍을 통한 송신 또는 수신을 가능하게 한다.

[67] 제2 셀룰러 네트워크(294)(예: 5G 네트워크)는 제1 셀룰러 네트워크(292)(예: 레거시 네트워크)와 독립적으로 운영되거나(예: Stand-Alone(SA)), 연결되어 운영될 수 있다(예: Non-Stand Alone(NSA)). 예를 들면, 5G 네트워크에는 액세스 네트워크(예: 5G radio access network(RAN) 또는 next generation RAN(NG RAN))만 있고, 코어 네트워크(예: next generation core(NGC))는 없을 수 있다. 이런 경우, 전자 장치(101)는 5G 네트워크의 액세스 네트워크에 액세스한 후, 레거시 네트워크의 코어 네트워크(예: evolved packet core(EPC))의 제어 하에 외부 네트워크(예: 인터넷)에 액세스할 수 있다. 레거시 네트워크와 통신을 위한 프로토콜 정보(예: LTE 프로토콜 정보) 또는 5G 네트워크와 통신을 위한 프로토콜 정보(예: New Radio(NR) 프로토콜 정보)는 메모리(230)에 저장되어, 다른 부품(예: 프로세서(120), 제1 커뮤니케이션 프로세서(212), 또는 제2 커뮤니케이션 프로세서(214))에 의해 액세스될 수 있다.

[68] 도 3a는 일 실시예에 따른 mmWave 용 RF 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[69] 일 실시예에 따라서, 안테나 어레이(310)는, 적어도 하나의 안테나 소자(311,312,313)를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 안테나 소자(antenna element)(311,312,313) 각각에는, H 편파-RF 신호를 위한 단자(H) 및 V 편파-RF 신호를 위한 단자(V)가 형성(또는, 정의)될 수 있다. 예를 들어, 제 1 안테나 소자(311)의 단자(H)에는, 수신용 LNA(low noise amplifier)(321) 및/또는 송신용 PA(322)가 전기적으로 연결될 수 있다. LNA(321) 및/또는 PA(322)에는, H 편파에 대응하는 위상 쉬프터(341)가 전기적으로 연결될 수 있다. 도시되지는 않았지만, 송신 및/또는 수신 기간에 대응하여 LNA(321) 및 PA(322) 사이를 스위칭하는 스위치가 더 포함될 수도 있고, 이는 V 편파에 대응하는 경로 및 다른 안테나 소자에도 적용될 것임을 음을 당업자는 이해할 것이다. 위상 쉬프터(341)는, 직접적 또는 간접적으로, H 편파에 대응하는 스플리터/콤바이너(splitter/combiner)(351)에 전기적으로

연결될 수 있다. 제 1 안테나 소자(311)의 단자(V)에는, 수신용 LNA(323) 및/또는 송신용 PA(342)가 전기적으로 연결될 수 있다. LNA(323) 및/또는 PA(342)에는, V 편파에 대응하는 위상 쉬프터(342)가 전기적으로 연결될 수 있다. 위상 쉬프터(342)는, 직접적 또는 간접적으로, V 편파에 대응하는 스플리터/콤바이너(352)에 전기적으로 연결될 수 있다. 안테나 소자(312)와 증폭기들(325,326,327,328), 위상 쉬프터들(343,344)와 스플리터/콤바이너들(351,352)의 관계, 및 안테나 소자(313)와 증폭기들(329,330,331,332), 위상 쉬프터들(345,346)와 스플리터/콤바이너들(351,352)의 관계는, 실질적으로 동일하므로 설명이 반복되지 않는다.

- [70] 일 실시예에 따라서, 송신 시에는, H 편파에 대응하는 중간주파수 신호(IFH)가 증폭기(362)에 의하여 증폭된 PLL(361)로부터 제공되는 신호와 믹서(364)에 의하여 믹싱될 수 있다. 믹서(364)는, RF 용 주파수를 가지는 H 편파에 대응하는 RF 신호를 출력할 수 있다. 여기에서, H 편파에 대응하는 것은, 안테나 소자에 의하여 특정 편파의 전자기파가 생성되는데 연관됨을 지칭할 수 있다. 믹서(364)는, RF 용 주파수를 가지는 H 편파에 대응하는 RF 신호를 출력할 수 있다. H 편파에 대응하는 스플리터/콤바이너(351)는, 1개의 송신을 위한 H 편파에 대응하는 RF 신호를 N개로 분할하여 각각 N개의 위상 쉬프터(341,343,...,345)로 제공할 수 있다. 여기에서, H 편파에 대응하는 스플리터/콤바이너(351)는, H 편파에 대응하는 신호의 RF 경로를 위한 것으로, V 편파에 대응하는 스플리터/콤바이너(352)와 실질적으로 동일할 수도 있으나, 경우에 따라 상이할 수도 있다. 빔 포밍을 위하여, 위상 쉬프터(341,343,...,345) 각각의 위상 쉬프팅 정도가 결정될 수 있다. 위상 쉬프터(341,343,...,345) 각각은, 결정 위상 쉬프팅 정도에 따라, 입력되는 분할된 H 편파에 대응하는 RF 신호들의 위상을 쉬프팅하여 출력할 수 있다. 이에 따라, 의도된 방향으로 RF 신호가 지향되는 빔 포밍이 수행될 수 있으며, EIRP(effective isotropic radiated power)의 상승 효과는 예를 들어  $20 \cdot \log N$  (여기에서, N은 안테나 소자의 개수)일 수 있다. PA들(322,326,...,330)은, 쉬프팅된 RF 신호들을 증폭하여 안테나 소자들(311,312,...,313)로 제공할 수 있다. 한편, V 편파에 대응하는 RF 신호에 대하여서는, H 편파에 대응하는 RF 신호의 처리와 실질적으로 동일한 바, 설명이 반복되지 않는다. 한편, PA들(322,324,326,328,330,332)은, 입력되는 RF 신호의 크기가 일정 크기 이하인 경우에는 선형성을 유지하나, 입력되는 RF 신호의 크기가 일정 크기를 초과하는 경우에는 선형성이 유지되지 않을 수 (또는, 이득이 감소될(compressed) 수) 있다. 감소된 이득을 보상하기 위하여 모뎀(미도시)에 의한 DPD가 수행될 수 있으며, 이에 대하여서는 후술하도록 한다.

- [71] 일 실시예에 따라서, 수신 시에는, 안테나 소자들(311,312,...,313) 각각의 단자들(H,V)로부터 RF 신호가 출력될 수 있다. 예를 들어, 제 1 안테나 소자(311)의 H 편파용 단자(H)로부터 RF 신호가 출력될 수 있다. RF 신호는 LNA(321)에 의하여 증폭될 수 있다. 예를 들어, 스위치(미도시)는, 수신 기간 동안 제 1 안테나 소자(311)에 LNA(321)가 연결되고, PA(322)가 연결되지 않도록 제어될 수 있다. 위상 쉬프터(341)는, 제어에 따라, 증폭된 RF 신호의 위상을 쉬프팅할 수 있다. 위상

쉬프터(341,343,345)에 의하여, H 편파에 대응하는 신호들의 위상들이 쉬프팅될 수 있으며, 이에 따라 수신 측 빔 포밍이 수행될 수 있다. 쉬프팅된 신호들은 스플리터/콤바이너(351)에 의하여 결합될 수 있다. 예를 들어, 주변 간섭 신호가 상대적으로 많거나, 및/또는 강한 경우에는, 위상 쉬프팅되기 이전의 RF 신호들의 크기의 합계와, 스플리터/콤바이너(351)로부터 출력되는 결합된 RF 신호의 크기의 차이가 상대적으로 클 수 있다. 주변 간섭 신호가 상대적으로 적거나, 및/또는 약한 경우에는, 위상 쉬프팅되기 이전의 RF 신호들의 크기의 합계와, 스플리터/콤바이너(351)로부터 출력되는 결합된 RF 신호의 크기의 차이가 상대적으로 작을 수 있다. 결합된 RF 신호는 믹서(364)로 제공될 수 있다. 결합된 RF 신호는 믹서(364)에 의하여 다운컨버팅될 수 있으며, 이에 따라 H 편파에 대응하는 중간주파수 신호(IFH)가 출력될 수 있다. 한편, V 편파에 대한 동작은, H 편파에 동작과 실질적으로 동일하므로, 그 설명이 반복되지 않는다.

- [72] 도 3b는 일 실시예에 따른 DPD의 수행을 설명하기 위한 도면을 도시한다.
- [73] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)는, 디지털 영역에서의 프리-디스토션(predistortion)을 수행하도록 설정되는 프리 디스토터(predistorter)(371)를 포함할 수 있다. 프리 디스토터(371)는, 예를 들어 모뎀(또는, 프로세서(120), 통신 모듈(190), 무선 통신 모듈(192), 커뮤니케이션 프로세서(제 1 커뮤니케이션 프로세서(212), 제 2 커뮤니케이션 프로세서(214), 또는 통합 커뮤니케이션 프로세서(260) 중 적어도 하나)로도 명명 가능함)에 포함될 수 있으나, 이는 예시적인 것으로 프리 디스토터(371)를 포함하는 엔티티, 및/또는 프리 디스토터(371)가 배치되는 위치에는 제한이 없음을 당업자는 이해할 것이다. 도 3b에는 PA(372)의 입/출력 특성(374)이 도시된다. PA의 입/출력 특성(374)을 참조하면, 입력(input)의 특정 크기까지는, 입력 대비 출력(output)의 선형성이 유지됨을 확인할 수 있다. 다만, 특정 크기 이상의 입력에 대하여서는, 입력 대비 출력의 선형성이 유지되지 못함을 확인할 수 있다. 이는, PA(372)의 능동 소자(예를 들어, 트랜지스터이지만 제한이 없음)의 물리적 한계에 의한 것일 수 있다.
- [74] 한편, 프리 디스토터(371)는, 베이스밴드 신호( $X(n)$ )를 입력받을 수 있다. 프리 디스토터(371)는, 베이스밴드 신호( $X(n)$ )에 대하여 프리 디스토션을 수행할 수 있다. 예를 들어, 프리 디스토터(371)에 의한 프리 디스토션에 따른 입/출력 특성(373)이 도 3b에 도시된다. 프리 디스토션에 따른 입/출력 특성(373)을 참조하면, 특정 크기 이상의 입력에 대하여서는 출력의 크기가 선형성이 벗어날 수 있다. 프리 디스토션이 수행된 신호가 RF 신호로 변환(미도시)될 수 있고, RF 신호가 PA(372)에 의하여 증폭될 수 있다. 증폭된 신호( $Y(n)$ )에 대한 입/출력 특성(380)은, 예를 들어 프리 디스토션에 따른 입/출력 특성(373) 및 PA(372)에 의한 입/출력 특성(374)의 보상 결과(또는, 평균 또는 합계)와 같을 수 있다. 증폭된 신호( $Y(n)$ )에 대한 입/출력 특성(380)은, 특정 크기 이상의 입력에 대하여서도, 입력 대비 출력의 선형성이 유지될 수 있다.

- [75] 도 3c는, 일 실시예에 따른 I/Q 신호에 대한 처리 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 3c의 실시예는 도 3d 및 도 3e를 참조하여 설명하도록 한다. 도 3d는, 일 실시예에 따른 PA 커브(curve)의 변경을 설명하기 위한 도면이다. 도 3e는, 일 실시예에 따른, 레퍼런스(reference) PA 커브 및 변경된 PA 커브에 대응하는 DPD 특성들을 설명하기 위한 도면이다.
- [76] 일 실시예에 따라서, 로컬 오실레이터(LO)의 신호는 믹서(382) 및 위상 쉬프터(383)로 제공될 수 있다. 예를 들어, 위상 쉬프터(383)는, 신호의 위상을 90도 쉬프팅하여 믹서(381)로 출력할 수 있다. 이에 따라, Q 신호는 로컬 오실레이터(LO)로부터의 신호와 믹서(382)에 의하여 믹싱될 수 있다. I 신호는 위상 쉬프터(383)로부터의 위상 쉬프팅된 신호와 믹싱될 수 있다. 믹싱된 신호들은 합산기(384)에 의하여 합산될 수 있다. 설명의 편의 상, 하나의 단계의 믹싱이 수행된 것과 같이 도시되고, 및/또는 설명되었지만, 구현에 따라서 중간 주파수 신호로의 업 컨버팅 및 RF 신호로의 업 컨버팅이 수행될 수도 있음을 당업자는 이해할 것이다. 합산에 기반한 RF 신호는, 적어도 하나의 PA(385)에 의하여 증폭될 수 있다. 적어도 하나의 PA(385) 중 적어도 일부는, 예를 들어 도 3a의 PA들(322,324,326,328,330,332) 중 적어도 일부일 수 있다. 증폭된 신호는 필터(386)를 통과할 수 있다. 필터(386)에 의하여 필터링된 신호는 스위치(387)로 제공될 수 있다. 예를 들어, 스위치(387)는, RF 신호의 송신 기간 동안, 필터(386) 및 안테나(389)(예를 들어, 도 3a의 안테나 소자(311,312,...,313) 중 적어도 하나)를 전기적으로 연결할 수 있다. 스위치(387)는, RF 신호의 수신 기간 동안, 안테나(389) 및 LNA(388)를 전기적으로 연결할 수 있다. 일 실시예에서, 스위치(387)와 안테나(389)로 연결되는 경로에는 커플러(390)가 위치될 수 있다. 커플러(390)에 의한 커플링 신호는, 예를 들어 ADC(미도시)에 의하여 변환될 수 있으며, 디지털 값이 모뎀(미도시)으로 제공될 수 있다. 이에 따라, 모뎀(미도시)은, 송신되는 RF 신호의 세기 및/또는 수신되는 RF 신호의 세기를 확인할 수 있다.
- [77] 예를 들어, 도 3d에는, 입력 대비 이득의 레퍼런스(reference) PA 커브(curve)(391)가 도시되어 있다. 레퍼런스 PA 커브(391)를 참조하면, 입력의 크기(input magnitude)가 특정 크기에 이르기까지는 이득이 일정한 값을 유지함을 확인할 수 있다. 입력의 크기가 특정 크기를 초과하면, 이득이 감소함을 확인할 수 있다. 레퍼런스 PA 커브(391)는, 적어도 하나의 PA(385)의 특성에 기반하여 확인될 수 있다. 하지만, 다양한 원인에 따라, 입/출력과 연관되는 PA 커브가 레퍼런스 PA 커브(391)로부터 PA 커브(392)로 변경될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 PA(385)에 의한 특성 편차(예를 들어, 트랜지스터의 I-V 특성 편차, 인덕터 및/또는 커패시터와 같은 수동 소자의 특성 편차)에 의하여 PA 커브가 변경될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 PA(385)에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 필터(386)의 임피던스 변경에 따라 PA 커브가 변경될 수 있다. 예를 들어, 적어도 하나의 PA(385)에 연결되는 안테나(389)의 임피던스(예를 들어, 로드 임피던스이지만 제한이 없음)의 변경에 따라 PA 커브가 변경될 수 있다. 예를 들어, PA 커브

(392)는, 레퍼런스 PA 커브(391)에 비하여, x축 방향으로  $\Delta PSAT$ 만큼 이동하고, y축 방향으로  $\Delta Gain$ 만큼 이동한 것일 수 있다. 도 3e를 참조하면, 적어도 하나의 PA(385)에 인가되는  $V_{cc}$ 를 조정함으로써, 다양한 원인에 따라 레퍼런스 PA 커브(395)로부터 변경된, 제 1 PA 커브(393)가 제 2 PA 커브(394)로 변경될 수 있다. 아울러, DPD 신호의 이득의 변경에 따라, 제 2 PA 커브(394)가 레퍼런스 PA 커브(395)로 변경될 수 있다. 예를 들어, 레퍼런스 PA 커브(395)에 대응하는 DPD 커브(397) 및 제 2 PA 커브(394)에 대응하는 DPD 커브(396)가 DPD의 수행에 이용될 수 있다. DPD 커브(396)는, 레퍼런스 DPD 커브(397)와  $\Delta Gain$ 만큼의 차이를 가질 수 있다.

[78] 도 4a는 일 실시예와의 비교를 위한 비교예에 따른 안테나 어레이에 포함된 복수 개의 안테나 소자에서의 커플링을 설명하기 위한 도면이다. 도 4a의 실시예는 도 4b를 참조하여 설명하도록 한다. 도 4b는, 안테나 소자 별 입/출력 특성의 다양한 가중치 합을 설명하기 위한 도면이다. 한편, 비교예에 따른 전자 장치(101)의 엔티티의 연결 관계, 및/또는 엔티티의 동작은, 다양한 예시적인 실시예들에도 적용될 수도 있음을 당업자는 이해할 것이다.

[79] 도 4a를 참조하면, 프리 디스토터(401)는, I/Q 신호 각각에 대하여 프리 디스토션을 수행할 수 있다. 중간주파수 로컬 오실레이터(IF LO)는 중간주파수 신호로의 업 컨버팅을 위한 신호를 출력할 수 있다. 업 컨버팅을 위한 신호의 위상은 위상 쉬프터(403)에 의하여 쉬프팅되어 믹서(402)로 제공될 수 있다. 믹서(402)는, 왜곡된 I 신호 및 위상 쉬프팅된 신호를 믹싱하여 출력할 수 있다. 믹서(404)는 왜곡된 Q 신호 및 업 컨버팅을 위한 신호를 믹싱하여 출력할 수 있다. 합산기(405)에 의하여 양 신호들이 합산될 수 있으며, 이에 따라 중간 주파수 신호(IF)가 생성될 수 있다. RF 로컬 오실레이터(RF LO)는 RF 신호로의 업 컨버팅을 위한 신호를 출력할 수 있다. 믹서(406)는, 업 컨버팅을 위한 신호와 중간주파수 신호(IF)를 믹싱하여, 예를 들어 mmWave의 RF 신호(mmWave)를 생성할 수 있다.

[80] RF 신호(mmWave)는, 예를 들어 1:5의 스플리터/컴바이너(407)에 의하여 5개의 서브 RF 신호로 분할될 수 있다. 예를 들어, 위상 쉬프터(411), 적어도 하나의 PA(412), 스위치(413), 및 LNA(414) 중 적어도 하나(또는, 추가적인 엔티티를 더 포함할 수도 있음)를 RF 체인이라 명명할 수 있다. RF 체인은, 송신을 위한 하드웨어 및/또는 수신을 위한 하드웨어를 포함할 수 있다. 예를 들어, 도 4a의 실시예에서는, 5개의 RF 체인들이 도시되지만, RF 체인의 개수에는 제한이 없다. 도 4a에서는, LNA(414, 424, 434, 444, 454)가 연결되지 않은 것과 같이 도시되어 있지만, 이는 설명의 편의를 위한 것으로, 스플리터/컴바이너(407)에 직접적 또는 간접적으로 연결될 수 있음을 당업자는 이해할 것이다. 한편, 위상 쉬프터(411), 적어도 하나의 PA(412), 스위치(413), 및 LNA(414)의 동작에 대하여서는, 도 3c를 참조하여 설명하였으므로 여기에서는 설명이 반복되지 않는다. 스위치(413)에는 커플러(416)가 직접적 또는 간접적으로 연결될 수 있다. 커플러(416)를 통하여 안테나(415)로 제공되는 송신되는 RF 신호의 세기 및/또는 안테나(415)를 통

하여 제공되는 수신되는 RF 신호의 세기의 크기를 확인하기 위한 커플링된 전력 (Coupled Pwr 5)이 확인될 수 있다. 한편, 위상 쉬프터들(421,431,441,451), PA들 (422,432,442,452), 스위치들(423,433,443,453), LNA들(424,434,444,454), 안테나들 (425,435,445,455), 또는 커플러들(426,436,446,456)에 대한 RF 체인에 대한 설명도 반복되지 않는다.

- [81] 위상 쉬프터들(411,421,431,441,451)을 제어함으로써, 수신 장치의 안테나(457)의 지점으로, 각 안테나들(415,425,435,445,455)로부터의 RF 신호들이 빔 포밍(예를 들어, 보강 간섭)될 수 있다. 하지만, 각 안테나들(415,425,435,445,455)로부터의 RF 신호들은 서로를 간섭할 수 있다. 이에 따라, PA(412,422,432,442,452)들 각각에서 바라보는 임피던스(예를 들어, 안테나들(415,425,435,445,455)의 임피던스라고도 명명 가능함)이 상이하게 변경될 수 있다. PA(412,422,432,442,452)들이 모두 동일하게 설계되고, 및/또는 동일한 셋팅을 가지더라도, 동작 상태(예를 들어, 주파수, 안테나 어레이의 빔 스티어링(*beam steering*) 설정, 및/또는 주변의 환경)에 따라서, PA(412,422,432,442,452)들은 모두 상이한 이득 특성을 가질 수 있다. 예를 들어, 도 4b를 참조하면, PA(412,422,432,442,452)들 별 상이한 이득 특성들에 따른 PA 커브들(461,462,463,464,465)이 도시된다. 이와 같은 상이한 이득 특성을 가지는 PA(412,422,432,442,452)들의 출력이 타겟 지점(예를 들어, 도 4a의 안테나(457)의 지점)에서 중첩되는 경우에는, 각 안테나들(415,425,435,445,455)로부터의 타겟 지점으로의 신호 전달 계수(또는, 가중치라고도 명명 가능함)(a1,a2,a3,a4,a5)에 따라서, 합산된 PA 커브가 상이할 수 있다. 신호 전달 계수는, 예를 들어 안테나들(415,425,435,445,455)의 효율 및/또는 패턴(pattern)에 연관될 수 있지만, 제한은 없다. 예를 들어, 도 4b를 참조하면, 신호 전달 계수(a1,a2,a3,a4,a5)의 조합을 다양하게 설정한 경우(예를 들어, 4가지 조합) 각각에 대한 합산된 PA 커브들(471,472,473,474)이 도시된다. 상술한 바와 같이, 예를 들어 mmWave의 RF 신호의 처리를 위한 PA (412,422,432,442,452)들의 이득 특성은, 전자 장치(101)의 동작 상태(예를 들어, 주파수, 빔 스티어링, 전자 장치(101)에 커버가 부착되었는지 여부, 및/또는 전자 장치(101)의 LOS(*line of sight*)를 가리는 물체의 존재 여부)에 따라 상이하게 변경될 수 있다. 전자 장치(101)의 동작 상태는, PA의 이득 특성뿐만 아니라, PA에 대응하는 RF 체인으로부터의 수신 안테나로의 신호 전달 계수에도 영향을 미칠 수 있다. 아울러, 신호 전달 계수의 변화는, 수신측 전자 장치에서 수신하는 결합되는 신호의 선형 특성의 변화를 야기할 수 있다. 예를 들어, mmWave의 RF 신호의 처리를 위한 PA(412,422,432,442,452)들의 이득 특성은, 각 안테나들(415,425,435,445,455)로부터의 타겟 지점까지의 신호 전달 계수에 따라 상이하게 변경될 수 있다. 한편, mm-Wave를 지원하는 RF 회로의 구조에 기반하여 안테나 소자별 커플링된 신호를 피드백 받아서, I/Q 신호의 분석에 한계가 있을 가능성이 있다. 이는, mm-Wave 통신 용 Front End가 안테나 모듈과 안테나가 일체화된 AiP 형태로 존재할 가능성이 있으며, 이 AiP 모듈을 PCB 기판 상의 IFIC 혹은 모듈과 연결(또는, 인

터페이싱)하기 위한 배선 개수에 의한 한계가 있을 가능성이 있다. 송신되는 RF 신호를 모니터링하기 위한 피드백 신호를 IFIC 혹은 모뎀으로 전달하기 위해 새로운 배선을 증가시키는 것이 설계에 부담이 될 가능성도 있다. 일 실시예에 따른 mmWave용 안테나 모듈은, RF 체인들 별 RF 신호의 크기를 측정하기 위한 커플러들(416,426,436,446,456) 및 전력 검출기(미도시)를 포함할 수 있다. 전력 검출기에서 측정된 전력의 크기가 디지털 값으로 변환될 수 있으며, 디지털 값이 모뎀으로 시리얼 인터페이스(serial interface)를 통하여 제공될 수 있다. 다양한 예시적인 실시예들은, 도 5a를 참조하여 설명할 것과 같이, 추가적인 배선을 도입하지 않고도, 단순히 합산된 RF 신호 및/또는 분할되기 이전의 RF 신호의 크기를 측정하기 위한 커플러 및 커플링된 신호에 기반하여, 비선형 특성을 모델링하기 위한 파라미터들(예를 들어, 신호 전달 계수, PA들 별 이득, 및/또는 PSAT) 및/또는 그 유효성이 판단될 수 있으며, 이는 후술하도록 한다. PSAT은, 포화된 출력 전력이라 명명할 수도 있다.

[82] 도 5a는 일 실시예에 따른, 모뎀, 중간주파수 IC(IFIC), 및 mmWave용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[83] 도 5a를 참조하면, 일 실시예에 따른 전자 장치(101)는, 안테나 모듈(500), 모뎀(560), 및 중간주파수 IC(580)를 포함할 수 있다. 모뎀(560)(예를 들어, 프로세서(120), 통신 모듈(190), 무선 통신 모듈(192), 제 1 커뮤니케이션 프로세서(212), 제 2 커뮤니케이션 프로세서(214), 또는 통합 커뮤니케이션 프로세서(260) 중 적어도 하나)은, 베이스밴드 신호를 제공할 수 있다. 모뎀(560)은, 프리 디스토포션을 수행하고, 왜곡된 베이스밴드 신호를 제공할 수 있다. 중간주파수 IC(IFIC)(580)는, 왜곡된 베이스밴드 신호를 업 컨버팅하여, 중간주파수 신호를 출력할 수 있다. 안테나 모듈(500)은, 중간주파수 신호에 기반하여, 복수 개의 안테나들(517,527,537,547,557)로부터의 서브 RF 신호를 제공할 수 있다. 서브 RF 신호의 위상 각각은, 빔 포밍을 위하여 조정될 수 있다. 여기에서, 서브 RF 신호는, 컴바이너/스플리터(508)에 의하여 분기된 이후에 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각으로 입력되는 송신되는 RF 신호 및/또는 컴바이너/스플리터(508)에 의하여 결합되기 이전의 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 인가되는 수신되는 RF 신호를 지칭할 수 있다.

[84] 일 실시예에 따라서, 안테나 모듈(500)은, 필터(501), RF 로컬 오실레이터(RF LO)(502), 믹서(503), 내부-브랜치 커플러(internal-branch coupler)(504), 시리얼 인터페이스(serial I/F)(505), ADC(507), 전력 검출기(power DET)(506), 컴바이너/스플리터(508), 위상 쉬프터들(511,521,531,541,551), 스위치들(512,522,532,542,552, 514,524,534,544,554), PA 들(513,523,533,543,553), LNA들(515,525,535,545,555), 커플러들(516,526,536,546,556), 및/또는 안테나들(517,527,537,547,557)을 포함할 수 있다. 필터(501)는, 예를 들어 다이플렉서(diplexer)일 수 있다. 중간주파수 IC(580)로부터 중간주파수 신호와 레퍼런스 클럭(ref clk)이 합산된 상태로 수신되면, 필터(501)는 레퍼런스 클럭(ref clk) 및 중간주파수 신호를 분기할 수 있다.

분기된 중간주파수 신호는 믹서(503)로 제공될 수 있다. 레퍼런스 클럭(ref clk)은 RF 로컬 오실레이터로 제공될 수 있다. 도 4a에서의 대응되는 엔티티의 설명이, 도 5a에서의 컴바이너/스플리터(508), 위상 쉬프터들(511,521,531,541,551), 스위치들(512,522,532,542,552, 514,524,534,544,554), PA 들(513,523,533,543,553), LNA들(515,525,535,545,555), 커플러들(516,526,536,546,556), 및/또는 안테나들(517,527,537,547,557)에도 적용될 수 있음을 당업자는 이해할 것이다.

- [85] 일 실시예에 따라서, 업 링크 신호가 송신되는 경우에는, 중간주파수 IC(580)로부터 제공되는 중간주파수 신호는, 필터(501)에 의하여 필터링될 수 있다. 필터링된 중간주파수 신호는, RF 로컬 오실레이터(502)로부터의 업 컨버팅을 위한 신호와, 믹서(503)에 의하여 믹싱될 수 있으며, 이에 따라 송신되는 RF 신호가 제공될 수 있다. 송신되는 RF 신호는, 컴바이너/스플리터(508)에 의하여 N개(예를 들어, 5개이지만 제한이 없음)의 송신되는 서브 RF 신호로 분리되어 각각의 RF 체인들(510,520,530,540,550)로 제공될 수 있다. 내부 브랜치 커플러(504)는, 송신되는 서브 RF 신호로 분리되기 이전의 송신되는 RF 신호의 크기를 판단할 수 있는 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr)를 제공할 수 있다. 일 실시예에 따라서, 다운 링크 신호가 수신되는 경우에는, RF 체인들(510,520,530,540,550)로부터의 수신되는 서브 RF 신호가 컴바이너/스플리터(508)에 의하여 결합될 수 있으며, 수신되는 RF 신호가 제공될 수 있다. 설명의 편의 상, RF 체인들(510,520,530,540,550)로부터의 수신되는 서브 RF 신호가 결합된 RF 신호를, 수신되는 RF 신호라 명명할 수 있다. 내부 브랜치 커플러(504)는, 컴바이너/스플리터(508)로부터 제공되는 수신되는 RF 신호의 크기를 판단할 수 있는 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr)을 제공할 수 있다.

- [86] 일 실시예에 따르면, 전력 검출기(506)는, 내부 브랜치 커플러(504)로부터 제공되는 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr)의 크기와 연관된 아날로그 신호를 ADC(507)에 제공할 수 있다. 내부 브랜치 커플러(504)의 위치에는 제한이 없으며, 다양한 위치에 대하여서는 후술하도록 한다. ADC(507)는, 아날로그 신호를 디지털 값으로 변환할 수 있다. 시리얼 인터페이스(505)는, 변환된 디지털 값을 모뎀(560)으로 제공할 수 있다. 전력 검출기(506)는, 각 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, Coupled Pwr 5)을 제공할 수 있다. 업 링크 신호가 송신되는 경우에는, 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, Coupled Pwr 5) 각각은 안테나들(517,527,537,547,557) 각각에 제공되는 송신되는 서브 RF 신호들 각각의 크기를 확인하는데 이용될 수 있다. 여기에서, 서브 RF 신호의 크기는, 서브 RF 신호의 전력의 크기를 지칭할 수 있으나, 크기를 나타내기 위한 단위에는 제한이 없다. 다운 링크 신호가 수신되는 경우에는, 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, 또는 Coupled Pwr 5) 각각은 안테나들(517,527,537,547,557)로부터 제공되는 수신되는 서브 RF 신호들 각각의 크

기를 확인하는데 이용될 수 있다. 한편, 도 5a에서는, 인터페이스 회로를 포함하는 시리얼 인터페이스(505)를 통하여, 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr), 및 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, 또는 Coupled Pwr 5)이 직렬 통신으로 모뎀(560)으로 제공되는 것과 같이 설명되었지만, 이는 예시적인 것이며 인터페이스의 종류에는 제한이 없음을 당업자는 이해할 것이다. 아울러, 도 5a에서는, 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr), 및 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, 또는 Coupled Pwr 5)이 송신되고, 모뎀(560)이 이를 수신하여 처리하는 것과 같이 도시되어 있지만, 이는 설명의 편의를 위한 것이며, 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr), 및 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, 또는 Coupled Pwr 5)의 디지털 값이 인터페이스를 통하여 제공됨을 당업자는 이해할 것이다.

- [87] 일 실시예에 따라서, 모뎀(560)은, 메모리(561), 5G 신호 변조 모듈(5G sig gen)(563), 프리 디스토터(564), 5G 신호 복조 모듈(5G sig demodulation)(565), 디코더(566), 및/또는 예측 모듈(567)을 포함할 수 있다. 디코더(566)는, 시리얼 인터페이스(505)로부터 제공되는 정보를 디코딩할 수 있다. 이에 따라, 예측 모듈(567)로 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr), 및 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, 또는 Coupled Pwr 5)에 대한 디지털 값들이 제공될 수 있다.
- [88] 일 실시예에 따라서, 예측 모듈(567)은, EIRP 예측 모듈(EIRP estimate)(568), 가중치 예측 모듈(weight factor estimate)(569), 이득 예측 모듈(gain estimate)(570), 및/또는 PSAT 예측 모듈(PSAT estimate)(571)을 포함할 수 있다. 예측 모듈(567), 및 프리 디스토터(564)의 적어도 일부는, 적어도 하나의 프로세서로 구현될 수도 있다. EIRP 예측 모듈(EIRP estimate)(568)은, 제공받은 값들에 기반하여 EIRP를 예측할 수 있다. 가중치 예측 모듈(569)은, 다운링크 신호에 대응하는 제공받은 값들에 기반하여, RF 체인별(또는, PA들(513,523,533,543,553)별, 또는 안테나들(517,527,537,547,557) 별) 가중치(a1,a2,a3,a4,a5) 및/또는 가중치(a1,a2,a3,a4,a5)의 유효 여부를 확인할 수 있으며, 상세한 확인 과정에 대하여서는 후술하도록 한다. 이득 예측 모듈(570)은, 업 링크 신호에 대응하는 제공받은 값들에 기반하여, RF 체인별(또는, PA들(513,523,533,543,553)별, 또는 안테나들(517,527,537,547,557) 별) 이득(g1,g2,g3,g4,g5) 및/또는 이득(g1,g2,g3,g4,g5)의 유효 여부를 확인할 수 있으며, 상세한 확인 과정에 대하여서는 후술하도록 한다. PSAT 예측 모듈(571)은, 업 링크 신호에 대응하는 제공받은 값들에 기반하여, RF 체인별(또는, PA들(513,523,533,543,553)별, 또는 안테나들(517,527,537,547,557) 별) PSAT(sat1,sat2,sat3,sat4,sat5) 및/또는 PSAT(sat1,sat2,sat3,sat4,sat5)의 유효 여부를 확인할 수 있으며, 상세한 확인 과정에 대하여서는 후술하도록 한다.
- [89] 일 실시예에 따라서, 5G 변조 모듈(563)은, 입력받은 데이터를 변조하여 베이스밴드 신호(예를 들어, I/Q 신호)를 제공할 수 있다. 프리 디스토터(564)는, 메모

리(561)에 저장된 레퍼런스 DPD 룩업 테이블(LUT)(562)을 참조하여, 베이스밴드 신호에 대하여 프리 디스토션을 수행할 수 있다. 일 실시예에서, 메모리(561)에는, 모뎀(560)에 의하여 수행되는 동작들 중 적어도 일부의 수행을 야기하는 인스트럭션이 저장될 수도 있다. 인스트럭션은, 모뎀(560)의 프로세서(예를 들어, 예측 모듈(567) 및/또는 프리 디스토터(564))에 의하여 실행될 수 있다. 예를 들어, 프리 디스토터(564)는, 예측 모듈(567)로부터 제공된 가중치(a1,a2,a3,a4,a5), 이득(g1,g2,g3,g4,g5), 및/또는 PSAT(sat1,sat2,sat3,sat4,sat5)에 기반하여, 이득 차이(gain\_delta) 및/또는 PSAT 차이(PSAT\_delta)를 확인할 수 있다. 프리 디스토터(564)는, 이득 차이(gain\_delta) 및/또는 PSAT 차이(PSAT\_delta)에 기반하여, 레퍼런스 DPD 룩업 테이블(562)을 참조할 수 있다(예를 들어, 참조하는 지점을 변경할 수 있다). 하나의 예에서, 프리 디스토터(564)는, PSAT 차이(PSAT\_delta)에 기반하여 레퍼런스 DPD 룩업 테이블(562)을 참조함으로써 DPD를 위한 일차적인 이득을 확인할 수 있으며, 일차적인 이득에 이득 차이(gain\_delta)를 적용(예를 들어, 더함)으로써 최종적인 DPD를 위한 이득을 확인할 수 있다. 프리 디스토터(564)는, 최종적인 DPD를 위한 이득에 기반하여 베이스밴드 신호에 대하여 DPD를 수행할 수 있다. 프리 디스토터(564)는, 왜곡된 베이스밴드 신호(예를 들어, I/Q 신호)를 중간주파수 IC(580)로 제공할 수 있다. 일 실시예에 따라서, 중간주파수 IC(580)는, 제공받은 베이스밴드 신호를 아날로그 신호로 컨버팅하여, 및/또는 중간주파수 신호를 제공할 수 있다. 중간주파수 IC(580)는, 아날로그 신호로의 변환을 위한 DAC들(581,583), 송신/수신 경로 스위칭을 위한 스위치들(582, 584), 중간 주파수 신호로의 업 컨버팅을 위한 신호를 제공하는 IF 로컬 오실레이터(588), 분할기(590), 위상 쉬프터(591), 믹서들(585,589), 합산기들(592,593), 및/또는 수신되는 아날로그 중간주파수 신호를 디지털 값으로 변환하는 ADC들(586,587)을 포함할 수 있으나, 제한은 없다. 분할기(590)는, 주파수 나누기 회로으로써, IF LO 신호를 주파수 나누기 함으로써, 안테나 모듈(500)의 RF 로컬 오실레이터(RF LO)(502)가 사용할 레퍼런스 클럭(ref clk)을 생성할 수 있다. 합산기(593)는, 배선 절감을 위해 해당 레퍼런스 클럭(ref clk)을 중간주파수 신호와 합산하여 안테나 모듈(500)로 제공할 수 있다. 상술한 바와 같이, 필터(501)는, 중간주파수 신호 및 레퍼런스 클럭(ref clk)을 분기시킬 수 있다.

[90] 도 5b는 일 실시예에 따른, 모뎀, 중간주파수 IC, 및 mmWave용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[91] 일 실시예에 따르면, 내부 브랜치 커플러(504)는, 필터(501) 및 믹서(503) 사이에 직접적 또는 간접적으로 연결될 수도 있다. 이에 따라, 업 링크 신호 송신 시에는, 내부 브랜치 커플러(504)는, 송신되는 중간주파수 신호의 크기를 확인하기 위한 커플링 신호를 제공할 수 있다. 송신되는 중간주파수 신호의 크기는 송신되는 RF 신호의 크기와 대응할 수 있으며, 이에 따라 송신되는 중간주파수 신호의 크기에 기반하여 송신되는 RF 신호의 크기와 연관된 다양한 파라미터들이 확인될 수도 있다. 다운 링크 신호 수신 시에는, 내부 브랜치 커플러(504)는, 수신되는 RF

신호가 다운컨버팅된 중간주파수 신호의 크기를 확인하기 위한 커플링 신호를 제공할 수 있다. 중간주파수 신호의 크기는 수신되는 RF 신호의 크기와 대응할 수 있으며, 이에 따라 중간주파수 신호의 크기에 기반하여 수신되는 RF 신호의 크기와 연관된 다양한 파라미터들이 확인될 수도 있다.

[92] 도 5c는 일 실시예에 따른, 모뎀, 중간주파수 IC(IFIC), 및 mmWave용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[93] 일 실시예에 따르면, 내부 브랜치 커플러(596)는, IFIC(580)에 포함될 수도 있다. 이에 따라, 업 링크 신호 송신 시에는, 내부 브랜치 커플러(596)는, 송신되는 중간주파수 신호의 크기를 확인하기 위한 커플링 신호를 제공할 수 있다. 일 실시예에서, IFIC(580)는, 전력 검출기(또는, 피드백 수신 회로(FBRX))(594)를 포함할 수 있다. 내부 브랜치 커플러(596)으로부터 출력되는 커플링 신호는, 전력 검출기(또는, 피드백 수신 회로)(594)로 제공될 수 있다. 전력 검출기(또는, 피드백 수신 회로)(594)는, 커플링 신호의 크기를 모뎀(560)으로 제공할 수 있다. 송신되는 중간주파수 신호의 크기는 송신되는 RF 신호의 크기와 대응할 수 있으며, 이에 따라 송신되는 중간주파수 신호의 크기에 기반하여 송신되는 RF 신호의 크기와 연관된 다양한 파라미터들이 확인될 수도 있다. 다운 링크 신호 수신 시에는, 내부 브랜치 커플러(596)는, 수신되는 중간주파수 신호의 크기를 확인하기 위한 커플링 신호를 제공할 수 있다. 수신되는 중간주파수 신호의 크기는 수신되는 RF 신호의 크기와 대응할 수 있으며, 이에 따라 수신되는 중간주파수 신호의 크기에 기반하여 수신되는 RF 신호의 크기와 연관된 다양한 파라미터들이 확인될 수도 있다.

[94] 도 5d는 일 실시예에 따른, 모뎀, 중간주파수 IC, 및 mmWave용 안테나 모듈을 설명하기 위한 도면이다.

[95] 일 실시예에 따르면, 모뎀(560)은, 디지털 송신 전력 검출기(595) 및/또는 디지털 수신 전력 검출기(596)를 포함할 수 있다. 업 링크 신호 송신 시에는, 디지털 송신 전력 검출기(595)는, 송신되는 베이스밴드 신호의 크기를 검출할 수 있다. 송신되는 베이스밴드 신호의 크기는 송신되는 RF 신호의 크기와 대응할 수 있으며, 이에 따라 송신되는 베이스밴드 신호의 크기에 기반하여 송신되는 RF 신호의 크기와 연관된 다양한 파라미터들이 확인될 수도 있다. 다운 링크 신호 수신 시에는, 디지털 수신 전력 검출기(596)는, 수신되는 베이스밴드 신호의 크기를 검출할 수 있다. 수신되는 베이스밴드 신호의 크기는 수신되는 RF 신호의 크기와 대응할 수 있으며, 이에 따라 수신되는 베이스밴드 신호의 크기에 기반하여 수신되는 RF 신호의 크기와 연관된 다양한 파라미터들이 확인될 수도 있다.

[96] 도 5e는 일 실시예에 따른 다운링크 신호가 수신되는 경우를 설명하기 위한 도면이다.

[97] 일 실시예에 따라, 다운링크 신호(599)가 수신되는 경우, 안테나들(517,527,537,547,557)에서 유기되는(또는, 발생되는) 수신되는 RF 신호들은 상이한 크기를 가질 수 있다. 다운링크 신호(599)에 의하여 각 안테나들

(517,527,537,547,557)에서 유기되는 수신되는 RF 신호들 각각은 위상 차이를 가질 수 있다. 예를 들어, 인접하는 안테나들 사이의 위상 차이를 0라 명명할 수 있다. 이에 따라 각 안테나들(517,527,537,547,557)에서 유기되는 수신되는 RF 신호들이, 표 1과 같이 표현될 수 있다.

[98] [표1]

|          |                                       |
|----------|---------------------------------------|
| 안테나(517) | $a5 \times e^{j40} \times \text{Sig}$ |
| 안테나(527) | $a4 \times e^{j30} \times \text{Sig}$ |
| 안테나(537) | $a3 \times e^{j20} \times \text{Sig}$ |
| 안테나(547) | $a2 \times e^{j0} \times \text{Sig}$  |
| 안테나(557) | $a1 \times \text{Sig}$                |

[99] a1 내지 a5는, 상술한 신호 전달 계수로, 상술한 바와 같이 이를 가중치라 명명할 수도 있다. 한편, 간접 신호들(e3)에 의한 영향이 존재할 수도 있다. 만약, 도 5e와 같은 상황에서, 다운링크 신호(599) 이외의 다른 신호(예를 들어, e3)가 없거나, 또는 그 크기가 상대적으로 작은 경우에는, 안테나들(517,527,537,547,557)에 유기되는 RF 신호의 크기는, 대응되는 커플러들(516,526,536,546,556)에 의하여 측정되는 세기들의 비율과 연관될 수 있다. 이 경우, 신호 전달 계수(또는, 가중치)는, 표 2와 같이 결정될 수 있다.

[100] [표2]

|    |                                       |
|----|---------------------------------------|
| a1 | RX Coupled Pwr 1 / RX Coupled Pwr 1=1 |
| a2 | RX Coupled Pwr 2 / RX Coupled Pwr 1   |
| a3 | RX Coupled Pwr 3 / RX Coupled Pwr 1   |
| a4 | RX Coupled Pwr 4 / RX Coupled Pwr 1   |
| a5 | RX Coupled Pwr 5 / RX Coupled Pwr 1   |

[101] 하지만, 표 2는 실험 환경에서는 유효할 수 있으나, 간접 신호들(e3)의 영향이 상대적으로 큰 경우에는, 그 유효성이 담보되기 어려울 수가 있다. 이에 따라, 신호 전달 계수(또는, 가중치)가 유효한지 여부에 대한 판단이 요구되며, 이를 도 6a 및 도 6b를 참조하여 설명하도록 한다. 도 6a는 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.

[102] 일 실시예에 따라, 전자 장치(101)(예를 들어, 모뎀(560))는, 601 동작에서, 다운링크 신호가 수신되는 동안에, 복수 개의 안테나들(517,527,537,547,557)에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들과, 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기를 확인할 수 있다. 예를 들어, 모뎀(560)은, 도 5a에서의 안테나 모듈(500)로부터, 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, Coupled Pwr 5)에 대응하는 디지털 값을, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들로서 수신할 수 있다.

예를 들어, 모뎀(560)은, 도 5a에서의 안테나 모듈(500)로부터, 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr)에 대응하는 디지털 값을 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기로서 수신할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이, 도 5b에서와 같이, 모뎀(560)은, 안테나 모듈(500)의 믹서(503) 전단에 직접적 또는 간접적으로 연결된 내부 브랜치 커플러(504)에 기반하여 확인된 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기를 확인할 수도 있다. 또는, 도 5c에서와 같이, 모뎀(560)은, IFIC(580)의 내부 브랜치 커플러(596)에 기반하여 확인된 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기를 확인할 수도 있다. 또는, 도 5d에서와 같이, 모뎀(560)은, 디지털 수신 전력 검출기(596)에 기반하여 확인된 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기를 확인할 수도 있다.

- [103] 일 실시예에 따라, 전자 장치(101)는, 603 동작에서, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들의 합계 및 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기 사이의 차이를 확인할 수 있다. 전자 장치(101)는, 605 동작에서, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들의 합계 및 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기 사이의 차이가 임계 값 미만임에 기반하여, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들에 기반하여 RF 체인들 각각에 대응하는 가중치들(또는, 신호 전달 계수들)을 확인할 수 있다. RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들에 기반한 RF 체인들 각각에 대응하는 가중치들(또는, 신호 전달 계수들)은, 예를 들어 표 2와 같을 수 있다. 예를 들어, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들의 합계 및 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기 사이의 차이가 임계 값 이상인 경우에는, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들에 기반하여 확인되는 가중치들(또는, 신호 전달 계수들)의 유효성이 담보되기 어려울 점이 있다. 예를 들어, 도 5e에서의 간섭 신호(e3)의 크기가 상대적으로 큰 경우에는, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들의 합계 및 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기 사이의 차이가 임계 값 이상일 수도 있다. 상술한 바에 따라, 유효성이 담보될 수 있는, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) 가중치들(또는, 신호 전달 계수들)이 확인될 수 있다.
- [104] 도 6b는 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [105] 일 실시예에 따라, 전자 장치(101)(예를 들어, 모뎀(560))는, 611 동작에서, 다운링크 신호의 수신을 확인할 수 있다. 전자 장치(101)는, 다운링크 신호에 대응하는 RF 신호의 수신을 검출하거나, 및/또는 PDSCH, 또는 PDCCH으로 할당된 다운링크 신호의 수신을 위하여 할당된 시점임을 확인할 수 있으나, 다운링크 신호의 수신을 확인하는 방식에는 제한이 없음을 당업자는 이해할 것이다.
- [106] 일 실시예에 따라, 전자 장치(101)는, 613 동작에서, RF 체인들 별 Coupled Pwr(RX Coupled Pwr1, RX Coupled Pwr2, RX Coupled Pwr3, RX Coupled Pwr4, RX Coupled Pwr5로, 도 5a에서의 Coupled Pwr1, Coupled Pwr2, Coupled Pwr3, Coupled

- Pwr4, Coupled Pwr5에 각각 대응될 수 있음)(예를 들어, 도 6a에서의 RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들)를 저장할 수 있다.
- [107] 전자 장치(101)는, 615 동작에서, 신호들이 합산된 신호의 Coupled Pwr(Combined RX coupled Pwr로, 도 5a에서의 Internal-Branch Coupled Pwr에 대응될 수 있음)(예를 들어, 도 6a에서의 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기)를 저장할 수 있다.
- [108] 617 동작에서, 전자 장치(101)는, RF 체인들 별 Coupled Pwr의 합계(예를 들어, 도 6a에서의 RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들의 합계)를 계산할 수 있다. Coupled Pwr의 합계(RX Pwr Sum)는, RX Coupled Pwr1 + RX Coupled Pwr2 + RX Coupled Pwr3 + RX Coupled Pwr4 + RX Coupled Pwr5일 수 있다.
- [109] 619 동작에서, 전자 장치(101)는, RF 체인들 별 Coupled Pwr의 합계(RX Pwr Sum) 및 신호들이 합산된 신호의 Coupled Pwr(Combined RX coupled Pwr)의 차이(delta)를 확인할 수 있다. 차이(delta)는, Combined RX coupled Pwr - RX Pwr Sum X G일 수 있다. 여기에서, G는, 예를 들어 커플러(516,526,536,546,556) 및 내부 브랜치 커플러(504) 사이의 이득일 수 있다.
- [110] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)는, 621 동작에서, 확인된 차이(delta)의 절댓값이 임계값(threshold) 미만인지 여부를 확인할 수 있다. 차이의 절댓값이 임계값 미만인 경우(621-예), 전자 장치(101)는, 623 동작에서, RF 체인들 별(또는, 안테나들 별, 또는 PA들 별) 가중치들(또는, 신호 전달 계수들)을 확인할 수 있다. 가중치들은, 표 2와 같을 수 있다. 만약, 차이의 절댓값이 임계값 이상인 경우(621-아니오), 전자 장치(101)는, 가중치들을 새롭게 확인하지 않을 수 있다. 전자 장치(101)는, 예를 들어 이전의 가중치의 이용을 유지하거나, 및/또는 DPD 동작의 수행을 삼가할 수도 있다.
- [111] 상술한 바에 따라서, 전자 장치(101)는, 유효성이 담보될 수 있는 RF 체인들 별(또는, 안테나들 별, 또는 PA들 별) 가중치들(또는, 신호 전달 계수들)을 확인할 수 있다. 이에 따라, 유효성이 낮은 가중치가 이용됨에 따라, DPD가 오히려 PA의 선형성을 저하시키는 것이 방지 또는 감소될 수 있다.
- [112] 도 7a는 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다. 도 7a의 실시예는 도 7b를 참조하여 설명하도록 한다. 도 7b는, 일 실시예에 따른 RF 신호의 송신 과정을 설명하기 위한 도면을 도시한다.
- [113] 일 실시예에 따라, 전자 장치(101)(예를 들어, 모뎀(560))는, 701 동작에서, 업 링크 신호가 송신되는 동안에, 복수 개의 안테나들(517,527,537,547,557)에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들과, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기를 확인할 수 있다. 예를 들어, 모뎀(560)은, 도 5a에서의 안테나 모듈(500)로부터, 커플링된 전력들(Coupled Pwr 1, Coupled Pwr 2, Coupled Pwr 3, Coupled Pwr 4, 또는 Coupled Pwr 5)에 대응하는 디지털 값을, RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크

기들로서 수신할 수 있다. 예를 들어, 모뎀(560)은, 도 5a에서의 안테나 모듈(500)로부터, 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr)에 대응하는 디지털 값을 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기로서 수신할 수 있다. 한편, 상술한 바와 같이, 도 5b에서와 같이, 모뎀(560)은, 안테나 모듈(500)의 믹서(503) 전단에 직접적 또는 간접적으로 연결된 내부 브랜치 커플러(504)에 기반하여 확인된 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기를 확인할 수도 있다. 또는, 도 5c에서와 같이, 모뎀(560)은, IFIC(580)의 내부 브랜치 커플러(596)에 기반하여 확인된 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기를 확인할 수도 있다. 또는, 도 5d에서와 같이, 모뎀(560)은, 디지털 송신 전력 검출기(595)에 기반하여 확인된 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기를 확인할 수도 있다. 한편, 상술한 합산된 신호의 크기는, 도 5b 내지 5d에서 설명된 바와 같이, IF 신호의 크기 및/또는 베이스밴드 신호의 크기로 대체되어 이용될 수도 있음을 당업자는 이해할 것이다.

- [114] 일 실시예에 따라, 전자 장치(101)는, 703 동작에서, 복수 개의 안테나들(517,527,537,547,557)에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들과, 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기에 기반하여, 복수 개의 안테나들 각각에 대응하는 계인을 확인할 수 있다. 예를 들어, 도 7b를 참조하면, 내부 브랜치 커플러(504)에 기반하여, 분기되기 이전의 합산된 RF 신호의 크기(TX input coupled power)가 확인될 수 있다. RF 신호는 1:5로 분할(divide)될 수 있으며, 이에 따라 각 RF 체인들에 인가되는 서브 RF 신호의 크기는, RF 신호의 크기(TX input coupled power)를 5로 나눈값(TX input coupled power/5)일 수 있다. 예를 들어 제 3 PA(533)의 이득은, 출력을 입력으로 나눈값일 수 있으므로, TX<sub>n</sub>(여기에서의 n은 3) output coupled power를 TX input coupled power/5로 나눈값일 수 있다. 이에 따라, n번째 RF 체인에 포함되는 PA의 이득(Gain<sub>n</sub>)= TX<sub>n</sub> output coupled power를 TX input coupled power/5로 나눈 값일 수 있다. 상술한 바와 같이, 각 RF 체인들 별(또는, PA들별) 송신 이득이 확인될 수 있다.
- [115] 도 7c는 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [116] 일 실시예에 따라, 전자 장치(101)(예를 들어, 모뎀(560))는, 711 동작에서, 송신 서브프레임의 개시를 확인할 수 있다. 한편, 서브프레임의 시간 단위는 예시적인 것이며, 도 7c의 동작들의 수행 단위(또는, 개시 단위)에는 제한이 없다. 전자 장치(101)는, 713 동작에서, 분기되기 이전의 RF 신호의 Coupled Pwr(Combined TX coupled Pwr로, 도 5a에서의 Internal-Branch Coupled Pwr에 대응될 수 있음) (예를 들어, 도 7a에서의 신호들이 합산된 신호와 연관된 크기)를 저장할 수 있다. 전자 장치(101)는, 715 동작에서, RF 체인들 별 Coupled Pwr(TX Coupled Pwr1, TX Coupled Pwr2, TX Coupled Pwr3, TX Coupled Pwr4, 또는 TX Coupled Pwr5로, 도 5a에서의 Coupled Pwr1, Coupled Pwr2, Coupled Pwr3, Coupled Pwr4, 또는 Coupled

Pwr5에 각각 대응될 수 있음)(예를 들어, 도 7a에서의 RF 체인들 각각에 인가되는 신호들과 연관된 크기들)를 저장할 수 있다.

- [117] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)는, 717 동작에서, RF 체인들 별 Coupled Pwr(TX Coupled Pwr1, TX Coupled Pwr2, TX Coupled Pwr3, TX Coupled Pwr4, 또는 TX Coupled Pwr5) 중 최대 및/또는 높은 값(Max Pwr)을 확인할 수 있다. 전자 장치(101)는, 719 동작에서, 최대값(Max Pwr)이, 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 미만인지 여부를 확인할 수 있다. 만약, 최대 및/또는 높은 값(Max Pwr)이, 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 미만인 경우(719-예), 전자 장치(101)는, 721 동작에서, RF 체인들별(또는, 안테나들 별, 또는 PA들 별) 송신 이득을 확인할 수 있다. RF 체인들별(또는, 안테나들 별, 또는 PA들 별) 송신 이득은 예를 들어 표 3과 같을 수 있다.

- [118] [표3]

|    |                                                |
|----|------------------------------------------------|
| g1 | 5 X TX coupled Pwr 1 / Combined TX coupled Pwr |
| g2 | 5 X TX coupled Pwr 2 / Combined TX coupled Pwr |
| g3 | 5 X TX coupled Pwr 3 / Combined TX coupled Pwr |
| g4 | 5 X TX coupled Pwr 4 / Combined TX coupled Pwr |
| g5 | 5 X TX coupled Pwr 5 / Combined TX coupled Pwr |

- [119] 만약, 최대값(Max Pwr)이, 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 이상인 경우(719-아니오), 전자 장치(101)는, 송신 이득들을 새롭게 확인하지 않을 수 있다. 전자 장치(101)는, 예를 들어 이전의 송신 이득의 이용을 유지하거나, 및/또는 DPD 동작의 수행을 삼가할 수도 있다. 상술한 바에 따라서, 전자 장치(101)는, 유효성이 담보될 수 있는 RF 체인들 별(또는, 안테나들 별, 또는 PA들 별) 송신 이득들을 확인할 수 있다. 이에 따라, 유효성이 낮은 송신 이득들이 이용됨에 따라, DPD가 오히려 PA의 선형성을 저하시키는 것이 방지 또는 감소될 수 있다. 도 8a는 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작 방법을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다. 도 8a의 실시예는 도 8b를 참조하여 설명하도록 한다. 도 8b는, 일 실시예에 따른 평균 전력 검출 및 피크 검출 사이의 스위칭을 설명하기 위한 도면을 도시한다.

- [120] 일 실시예에 따르면, 전자 장치(101)(예를 들어, 적어도 하나의 안테나를 포함하는 안테나 모듈(500))은, 831 동작에서, RF 체인들 별 Coupled Pwr(TX Coupled Pwr1, TX Coupled Pwr2, TX Coupled Pwr3, TX Coupled Pwr4, TX Coupled Pwr5) 중 최대/높은 값(Max Pwr)이, 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 미만인지 여부를 확인할 수 있다. 만약, 최대/높은 값(Max Pwr)이, 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 미만인 경우에는(831-예), 전자 장치(101)는, 833 동작에서, RF 체인들별 이득(예를 들어, 도 7b에서의 721 동작에서와 같은 이득)을 확인하도록 제어할 수 있다. 전자 장치(101)는, 835 동작에서, 이득을 확인할 수 있다. 예를 들어, 도 8b를 참조하면, 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr), 및 커플링된 전력들

(coupled Pwr 1, coupled Pwr 2, coupled Pwr 3, coupled Pwr 4, coupled Pwr 5)(810)이 제공될 수 있다. 전력 검출기(803)는, 제공받은 전력들(810)에 기반하여, 전력들(810) 각각의 평균 전력 값을 검출(801)하거나, 또는 전력들(810) 각각의 피크 값을 검출(802)할 수 있다. 예를 들어, 안테나 모듈(500)은, 최대/높은 값(Max Pwr)이, 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 미만인 경우에, 이득의 확인을 위하여, 전력들(810) 각각의 평균 전력 값을 검출(801)할 수 있다. 안테나 모듈(500)은, 전력들(810) 각각의 평균 전력 값을 모뎀(560)에 제공할 수 있다. 모뎀(560)은, 전력들(810) 각각의 평균 전력 값에 기반하여, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) 이득을 확인할 수 있다. 이득은, 예를 들어 표 3과 같을 수 있다. 예를 들어, 모뎀(560)은, 각각의 RF 체인들의 평균값들을, 도 7b에서의 715 동작에서 확인되는 TX coupled Pwr 1 내지 5의 값으로서 확인할 수 있습니다.

[121] 만약, 최대/높은 값(Max Pwr)이, 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 이상인 경우에는(831-아니오), 일 실시예에 따른 전자 장치(101)는, 837 동작에서, PSAT을 확인하도록 제어할 수 있다. 전자 장치(101)는, 839 동작에서, PSAT을 확인할 수 있다. 예를 들어, 도 8b를 참조하면, 내부 브랜치 커플링된 전력(internal-branch coupled Pwr), 및 커플링된 전력들(coupled Pwr 1, coupled Pwr 2, coupled Pwr 3, coupled Pwr 4, coupled Pwr 5)(810)이 제공될 수 있다. 안테나 모듈(500)은, 최대/높은 값(Max Pwr)이, 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 이상인 경우에, PSAT의 확인을 위하여, 전력들(810) 각각의 피크 값을 검출(802)할 수 있다. 안테나 모듈(500)은, 전력들(810) 각각의 피크 값을 모뎀(560)에 제공할 수 있다. 모뎀(560)은, 전력들(810) 각각의 피크 값에 기반하여, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) PSAT을 확인할 수 있다. PSAT의 확인하는 방법은 도 9 및 도 10을 참조하여 설명하도록 한다.

[122] 한편, 도 8a에서의 831 동작의 최대/높은 값(Max Pwr)이 선형성 임계값(Lin\_Threshold) 미만인지 여부에 따라서, 이득 또는 PSAT의 확인하는 조건은, 단순히 예시적인 것으로 그 조건에는 제한이 없음을 당업자는 이해할 것이다. 경우에 따라, 전자 장치(101)(예를 들어, 안테나 모듈(500))은, 이득 및 PSAT을 적어도 일부 동시에 확인할 수도 있음을 당업자는 이해할 것이다.

[123] 도 9는 일 실시예에 따른 PSAT의 확인을 위한 도면들을 도시한다.

[124] 일 실시예에 따라서, 피크 검출기(901)에 의하여, 내부 브랜치 커플러(504)로부터의 커플링 신호의 피크 값이 확인될 수 있다. 피크 검출기(901)는, 예를 들어 도 5a에서의 전력 검출기(506)에 포함될 수도 있으나 제한은 없다. 상술한 바와 같이, 안테나 임피던스, 주파수, 및/또는 PA 특성에 의하여 PA 커브가 x축 방향 및/또는 y축 방향으로 쉬프트될 수는 있어도, PA 커브의 형태는 실질적으로 변경되지 않을 수 있다. 도 9에는, 레퍼런스 PA 커브(911), x축 방향으로 쉬프트된 PA 커브(912)와, x축 및 y축 방향으로 모두 쉬프트된 PA 커브(913)이 도시된다. X축 및/또는 y축 방향으로의 쉬프트만 발생하며, 형태의 변경이 발생하지 않으므로, 레퍼런스 PA 커브(911) 및 쉬프트된 PA 커브(예를 들어, 912 또는 913)에 기반하여

PSAT이 예측될 수 있다. 예를 들어, 모델(560)은, 레퍼런스 PA 커브(911)와 연관된 출력 전력(output Pwr)의 크기 및 이득(gain) 사이의 연관 정보의 룩업 테이블(920)을 내부 메모리(561)에 저장하거나, 또는 외부 메모리로부터 리드할 수 있다. 예를 들어, 제 3 안테나(537)에 대응하는 PSAT의 예측 과정을 설명하도록 한다. 피크 검출기(902)에 의하여 커플러(536)로부터의 커플링 신호의 피크 값이 검출될 수 있다. 피크 검출기(901)에 의하여, 내부 브랜치 커플러(504)로부터의 커플링 신호의 피크 값이 확인될 수 있다. 한편, 전력의 피크 영역에서는 PA가 축소(compression) 구간에 있을 수 있으므로, 피크 영역에서 확인되는 이득은 평균 전력에 기반하여 확인되는 이득보다 작을 수 있다. 예를 들어, 제 3 안테나(537)에 대응하는 피크에 기반하여 확인되는 축소된 이득을  $g3\_comp$ 로 표기할 수 있다. N번째의 축소된 이득은  $gn\_comp$ 로 표기될 수 있다. 아울러, 레퍼런스 PA 커브(911)에 대응하는 이득과, 제 3 안테나(537)와 연관된 평균 전력에 기반하여 확인된 이득의 차이를  $g3\_offset$ 으로 표기될 수 있다. 레퍼런스 PA 커브(911)에 대응하는 이득 및 n번째의 이득(예를 들어, 표 3의 이득)의 차이를  $gn\_offset$ 으로 표기될 수 있다. 레퍼런스 PA 커브(911)에 대응하는 이득은, 레퍼런스 PA 커브(911)에서 감소(compression)되기 이전의 구간의 상수 값의 이득일 수 있으나 제한은 없다. 모델(560)은,  $g3\_comp$  및  $g3\_offset$ 의 합계를 확인할 수 있으며, 이를 합계 이득이라 명명할 수 있다. 모델(560)은, 레퍼런스 PA 룩업테이블(920)을 참조하여, 합계 이득( $g3\_comp + g3\_offset$ )에 대응하는 출력 전력(REF\_P3PEAK)을 확인할 수 있다. 합계 이득( $g3\_comp + g3\_offset$ )에 대응하는 출력 전력(REF\_P3PEAK) 및 레퍼런스 PA 커브(911)의 saturation된 전력인 REF\_PSAT과의 차이는  $\Delta P$ 로 표기될 수 있다.  $\Delta P$ 는, 레퍼런스 PA 커브(911)의 REF\_PSAT - 합계 이득( $g3\_comp + g3\_offset$ )에 대응하는 출력 전력(REF\_P3PEAK)일 수 있다. 현재 PA 커브(913)를 x축 및 y축으로 쉬프트시켜 레퍼런스 PA 커브(911)와 일치될 수 있다. 예를 들어, 현재 PA 커브(913) 상의 측정된 피크 전력(P3PEAK)이 x축 및 y축으로 쉬프트되는 경우, 레퍼런스 PA 커브(911)의 출력 전력(REF\_P3PEAK)이 될 수 있다. 한편, 레퍼런스 PA 커브(911)의 룩업테이블(920)의 마지막 인덱스가 레퍼런스 PA 커브(911)에 대응하는 REF\_PSAT일 수 있다. 측정된 피크 전력(P3PEAK)에  $\Delta P$ 를 더한 값이, 현재 PA 커브(913)의 예측된 PSAT이 될 수 있다. 이에 따라, 제 3 안테나(537)에 대응하는(또는, 제 3 안테나(537)에 대응하는 RF 체인에 대응하는, 또는 PA(533)에 대응하는) PSAT은,  $P3PEAK + REF\_PSAT - REF\_P3PEAK$  으로 표기될 수 있다. 아울러, n번째 PSAT은  $PnPEAK + REF\_PSAT - REF\_PnPEAK$  으로 표기될 수 있다.

- [125] 도 10은, 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다.
- [126] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)(예를 들어, 모델(560))은, 1001 동작에서, 송신 서브프레임의 개시를 확인할 수 있다. 한편, 서브프레임의 시간 단위는 예시적인 것이며, 도 10의 동작들의 수행 단위(또는, 개시 단위)에는 제한이

없다. 전자 장치(101)는, 1003 동작에서, 분기되기 이전의 RF 신호의 Coupled Peak(Combined TX coupled Peak로, 도 5a에서의 Internal-Branch Coupled Pwr에 대응되되, 피크 값에 대응될 수 있음)를 저장할 수 있다. 전자 장치(101)는, 1005 동작에서, RF 체인들 별 Coupled Peak(TX Coupled Peak1, TX Coupled Peak2, TX Coupled Peak3, TX Coupled Peak4, TX Coupled Peak5로, 도 5a에서의 Coupled Pwr1, Coupled Pwr2, Coupled Pwr3, Coupled Pwr4, Coupled Pwr5에 각각 대응되되, 피크 값에 대응될 수 있음)를 저장할 수 있다.

- [127] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)는, 1007 동작에서, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) 피크 값에 기반한 이득(g1\_comp, g2\_comp, g3\_comp, g4\_comp, g5\_comp)을 확인할 수 있다. 이를 설명의 편의 상, 피크 기반 이득이라 명명할 수 있다. RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) 피크 값에 기반한 이득(g1\_comp, g2\_comp, g3\_comp, g4\_comp, g5\_comp)은, 예를 들어, 표 4와 같을 수 있다.

- [128] [표4]

|         |                                                  |
|---------|--------------------------------------------------|
| g1_comp | 5 X TX coupled Peak 1 / Combined TX coupled Peak |
| g2_comp | 5 X TX coupled Peak 2 / Combined TX coupled Peak |
| g3_comp | 5 X TX coupled Peak 3 / Combined TX coupled Peak |
| g4_comp | 5 X TX coupled Peak 4 / Combined TX coupled Peak |
| g5_comp | 5 X TX coupled Peak 5 / Combined TX coupled Peak |

- [129] 표 4의 RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) 피크 값에 기반한 이득(g1\_comp, g2\_comp, g3\_comp, g4\_comp, g5\_comp)은, 표 3의 평균 전력에 기반한 이득(g, g2, g3, g4, g5)과 비교하여, notation이 Pwr로부터 Peak로 변경됨을 확인할 수 있으며, 이는 커플링 신호의 피크 값을 이용함에 의한 것일 수 있다. 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)는, 1009 동작에서, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) 이득 오프셋들(g1\_offset, g2\_offset, g3\_offset, g4\_offset, g5\_offset)을 확인할 수 있다. 도 9를 참조하여 설명한 바와 같이, 이득 오프셋(gn\_offset)의 정의는, 평균 전력에 기반한 이득(gn)으로부터 n번째 레퍼런스 PA 커브에 대응하는 이득(이를, ref\_PA gn으로 표기할 수 있음)을 감산한 값일 수 있다. 레퍼런스 PA 커브에 대응하는 이득은, 예를 들어 레퍼런스 PA 커브에서의 축소(compression) 구간 이전의 상수값의 이득일 수 있으나 제한은 없다. 한편, 상술한 바에서, 레퍼런스 PA 커브가 RF 체인별로 상이함이 설명되었지만, 이는 예시적인 것으로, 적어도 두 개의 RF 체인들의 레퍼런스 PA 커브가 동일할 수도 있다. 예를 들어, 레퍼런스 PA 커브에 대응하는 이득은, 레퍼런스 PA 룩업테이블에서 축소 구간 이전의 상수값의 이득일 수 있다. 이득 오프셋(gn\_offset)은, 표 5와 같을 수 있다.

- [130] [표5]

|           |                |
|-----------|----------------|
| g1_offset | g1 - ref_PA g1 |
|-----------|----------------|

|           |                           |
|-----------|---------------------------|
| g2_offset | $g2 - \text{ref\_PA } g2$ |
| g3_offset | $g3 - \text{ref\_PA } g3$ |
| g4_offset | $g4 - \text{ref\_PA } g4$ |
| g5_offset | $g5 - \text{ref\_PA } g5$ |

[131] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)는, 1011 동작에서, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별), 전력 차이들( $\Delta P1, \Delta P2, \Delta P3, \Delta P4, \Delta P5$ )을 확인할 수 있다. 전력 차이들( $\Delta P1, \Delta P2, \Delta P3, \Delta P4, \Delta P5$ )은, 표 6과 같을 수 있다.

[132] [표6]

|             |                                                             |
|-------------|-------------------------------------------------------------|
| $\Delta P1$ | $\text{REF\_P}_{\text{SAT}} - \text{REF\_P1}_{\text{PEAK}}$ |
| $\Delta P2$ | $\text{REF\_P}_{\text{SAT}} - \text{REF\_P2}_{\text{PEAK}}$ |
| $\Delta P3$ | $\text{REF\_P}_{\text{SAT}} - \text{REF\_P3}_{\text{PEAK}}$ |
| $\Delta P4$ | $\text{REF\_P}_{\text{SAT}} - \text{REF\_P4}_{\text{PEAK}}$ |
| $\Delta P5$ | $\text{REF\_P}_{\text{SAT}} - \text{REF\_P5}_{\text{PEAK}}$ |

[133] 상술한 바와 같이, 표 6에서  $\text{REF\_PSAT}$ 은 레퍼런스 PA 커브의  $\text{PSAT}$ 이다. 표 6에서의  $\text{REF\_PnPEAK}$ 은 상술한 바와 같이, 룩업테이블 상에서 합계 이득( $g_{\text{comp}} + g_{\text{n\_offset}}$ )에 대응하는 출력 전력이다. 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)는, 1013 동작에서, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별),  $\text{PSAT}$ 을 확인할 수 있다. RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별),  $\text{PSAT}$ 을,  $\text{PnSAT}$ 로 표기할 수 있으며, 표 7과 같을 수 있다.

[134] [표7]

|                          |                                       |
|--------------------------|---------------------------------------|
| $\text{P1}_{\text{SAT}}$ | $\text{P1}_{\text{PEAK}} + \Delta P1$ |
| $\text{P2}_{\text{SAT}}$ | $\text{P2}_{\text{PEAK}} + \Delta P2$ |
| $\text{P3}_{\text{SAT}}$ | $\text{P3}_{\text{PEAK}} + \Delta P3$ |
| $\text{P4}_{\text{SAT}}$ | $\text{P4}_{\text{PEAK}} + \Delta P4$ |
| $\text{P5}_{\text{SAT}}$ | $\text{P5}_{\text{PEAK}} + \Delta P5$ |

[135] 표 7에서의  $\text{PnPEAK}$ 은, n번째 RF 체인의 커플러로부터 제공되는 커플링 신호와 연관된 피크 값일 수 있다. 상술한 바에 따라서, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별),  $\text{PSAT}$ 이 확인될 수 있다. 도 11a는, 일 실시예에 따른 전자 장치의 동작을 설명하기 위한 흐름도를 도시한다. 도 11a의 실시예는 도 11b를 참조하여 설명하도록 한다. 도 11b는, 일 실시예에 따른 DPD 수행을 설명하기 위한 도면을 도시한다.

[136] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)(예를 들어, 모뎀(560))은, 1101 동작에서, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) 가중치들( $a1, a2, a3, a4, a5$ ), 이득들( $g1, g2, g3, g4, g5$ ), 및/또는  $\text{PSAT}$ 들을 확인할 수 있다. 1103 동작에서, 전자 장치

(101)는, 결합된 PA 커브 및 레퍼런스 PA 커브에 기반하여, 두 PA 커브들간 PSAT 차이 및 두 PA 커브들간 이득 차이를 확인할 수 있다. 한편, RF 체인들별(또는, 안테나들별, 또는 PA들 별) 가중치들(a1, a2, a3, a4, a5), 이득들(g1, g2, g3, g4, g5), 및/또는 PSAT들이 계산에 기반하여 확인되는 것은 예시적인 것으로, 가중치들(a1, a2, a3, a4, a5), 이득들(g1, g2, g3, g4, g5), 및 PSAT들 중 적어도 일부는, 고정된 값일 수도 있으며, 이 경우에는 고정된 값에 대한 계산이 수행되지 않을 수도 있다. PA 커브들간 PSAT 차이 및 PA 커브들간 이득 차이의 확인을 위하여, gn\_offset 및 Psatn\_offset을 아래와 같이 확인할 수 있다.

[137]  $gn\_offset = gn - \text{ref PA curve gain}$  (n= 1~5), (여기에서 gn은 RF 체인들별 평균 전력에 기반한 이득이며, ref PA curve gain은 레퍼런스 PA 커브의 이득일 수 있음)

[138]  $psatn\_offset = psatn - \text{ref PA curve past}$  (n= 1~5), (여기에서, psatn 은 RF 체인들별 PSAT이며, ref PA curve past은 레퍼런스 PA 커브의 PSAT일 수 있음)

[139] 일 실시예에 따른 전자 장치(101)는, 각 RF 체인들 별 쉬프트된 PA 커브의 가중치 합에 기반하여, 결합된 PA 커브를 확인할 수 있다. 레퍼런스 PA 커브가 gn\_offset 및 psatn\_offset만큼 쉬프트된 PA 커브가, 각 RF 체인들 별 쉬프트된 PA 커브일 수 있으며, 이를 "ref PA curve shifted by gn\_offset, psatn\_offset"으로 표기할 수 있다. 가중치 합인 결합된 PA 커브는, 수학식 1과 같이 표기될 수 있다.

[140] [수식1]

$$\text{combined curve} = \sum_n a_n \times (\text{ref PA curve shifted by } gn\_offset, psatn\_offset)$$

[141] 이에 따라, 만약 n이 1부터 5인 경우라면, 결합된 PA 커브(combined curve)는,  $a1 \times (\text{ref PA curve shifted by } g1\_offset, psat1\_offset) + a2 \times (\text{ref PA curve shifted by } g2\_offset, psat2\_offset) + a3 \times (\text{ref PA curve shifted by } g3\_offset, psat3\_offset) + a4 \times (\text{ref PA curve shifted by } g4\_offset, psat4\_offset) + a5 \times (\text{ref PA curve shifted by } g5\_offset, psat5\_offset)$ 로 표현될 수 있다. 여기에서의, PA 커브의 쉬프트 및/또는 가중치 합은, LUT의 쉬프트 및/또는 가중치 합일 수 있다. 전자 장치(101)는, 결합된 PA 커브 및 레퍼런스 PA 커브를 비교할 수 있으며, x축의 오프셋인 PA 커브들간 PSAT 차이(PSAT delta)와, y축의 오프셋인 PA 커브들간 이득 차이(Gain delta)를 확인할 수 있다.

[142] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)는, 1105 동작에서, PA 커브들간 PSAT 차이(PSAT delta)에 기반하여 DPD 룩업테이블의 참조값을 변경할 수 있다. DPD 룩업테이블에는, 입력 값(입력 전력) 및 이에 대응하는 DPD를 위한 이득 사이의 관계 정보가 반영될 수 있다. 예를 들어, 도 11b를 참조하면, 특정 입력 전력에 대응하는 이득(1111)이 DPD를 위한 레퍼런스 룩업테이블에서 정의될 수 있다. 전자 장치(101)는, 특정 입력 전력에 대응하는 이득(1111)이 아닌, 특정 입력 전력에 PA 커브들간 PSAT 차이(PSAT delta)를 더한 값에 대응하는 이득(1113)을 확인할 수 있다. 전자 장치(101)는, 1107 동작에서, 변경된 참조값에 오프셋인 PA 커브들간 이득 차이(Gain delta)를 반영하여(예를 들어, 더하여), 최종적인 조정된 이득을 확

인할 수 있다. 전자 장치(101)는, 베이스밴드 신호에 대하여 조정된 이득을 적용함으로써, DPD를 수행할 수 있다. 이에 따라, DPD가 수행된 베이스밴드 신호가 제공될 수 있다.

- [143] 일 실시예에 따라서, 안테나 모듈(500)은, 안테나들(517,527,537,547,557), 상기 안테나들(517,527,537,547,557)에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 RF 체인들(510,520,530,540,550), 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550)에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 스플리터/컴바이너(508), 상기 안테나 모듈(500)로 입력되는 IF 신호를 송신 RF 신호로 업 컨버팅하여 상기 스플리터/컴바이너(508)로 출력하거나, 및/또는 상기 스플리터/컴바이너(508)로부터 제공되는 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550)로부터의 신호들이 합산된 수신 RF 신호를 다운 컨버팅하도록 설정된 믹서(503), 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 및 상기 안테나들 사이에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556), 상기 스플리터/컴바이너(508)에 의하여 분할되기 이전의 송신 RF 신호 및/또는 플리터/컴바이너(508)에 의하여 합산된 상기 수신 RF 신호에 대응하는 크기를 측정하기 위한 제 2 커플러(504), 및 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 신호들의 복수 개의 크기들 및 상기 제 2 커플러(504)로부터의 신호의 크기를 제공하도록 설정된 전력 검출기(506)를 포함할 수 있다. 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556) 각각은, 상기 안테나들(517,527,537,547,557) 및 상기 스플리터/컴바이너(508) 사이에 배치될 수 있다. 상기 수신 RF 신호는 상기 믹서에 의하여 다운컨버팅되어 상기 안테나 모듈(500)에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 중간주파수 IC(580)로 제공되고, 상기 송신 RF 신호는 상기 중간주파수 IC(580)로부터 제공되는 상기 IF 신호가 상기 믹서에 의하여 업 컨버팅되어 생성될 수 있다.
- [144] 일 실시예에 따라서, 상기 제 2 커플러(504)는, 상기 믹서(503) 및 상기 스플리터/컴바이너(508) 사이에 직접적 또는 간접적으로 연결될 수 있다.
- [145] 일 실시예에 따라서, 상기 제 2 커플러(504)는, 상기 IF 신호가 제공되는 상기 믹서(503)의 상기 입력단에 직접적 또는 간접적으로 연결될 수 있다.
- [146] 일 실시예에 따라서, 안테나 모듈은, 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 신호들의 상기 복수 개의 크기들 및 상기 제 2 커플러(504)로부터의 신호의 크기를 디지털 값으로 변환하도록 설정된 적어도 하나의 ADC(507)를 더 포함할 수 있다. 안테나 모듈은, 상기 적어도 하나의 ADC(507)로부터 출력되는 복수 개의 디지털 값들을 모뎀으로 제공하도록 설정된 인터페이스(505)를 더 포함할 수 있다.
- [147] 일 실시예에 따라서, 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 제 1 신호들의 복수 개의 크기들 각각은, 상기 복수 개의 제 1 신호들 각각의 평균값들에 기반하여 확인될 수 있다. 상기 제 2 커플러(504)로부터의 제 2 신호의 크기는, 상기 제 2 신호의 평균값에 기반하여 확인될 수 있다.

- [148] 일 실시예에 따라서, 상기 스플리터/컴바이너(508)로부터 제공되는 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각의 신호들 중의 최대 및/또는 높은 값이 지정된 선형성 임계값 미만임에 기반하여, 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 신호들의 상기 복수 개의 크기들 각각 및 상기 제 2 커플러(504)로부터의 신호의 크기가, 상기 복수 개의 제 1 신호들 각각의 평균값들 및 상기 제 2 신호의 평균값에 기반하여 확인될 수 있다.
- [149] 일 실시예에 따라서, 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 제 1 신호들의 복수 개의 크기들 각각은, 상기 복수 개의 제 1 신호들 각각의 피크값들에 기반하여 확인될 수 있다. 상기 제 2 커플러(504)로부터의 제 2 신호의 크기는, 상기 제 2 신호의 피크값에 기반하여 확인될 수 있다.
- [150] 일 실시예에 따라서, 상기 스플리터/컴바이너(508)로부터 제공되는 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각의 신호들 중의 최대 및/또는 높은 값이 지정된 선형성 임계값 이상임에 기반하여, 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 신호들의 상기 복수 개의 크기들 각각 및 상기 제 2 커플러(504)로부터의 신호의 크기가, 상기 복수 개의 제 1 신호들 각각의 피크값들 및 상기 제 2 신호의 피크값에 기반하여 확인될 수 있다.
- [151] 여기에 기재된 의 각 실시예는 여기에 기재된 임의의 다른 실시예(들)와 조합하여 사용될 수 있다.
- [152] 일 실시예에 따라서, 전자 장치(101)(예를 들어, 모뎀(560), 이하 모뎀(560)으로 기재)는, 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567) 및 적어도 하나의 메모리(130, 561)를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 복수 개의 안테나들(517,527,537,547,557)에 직접적 또는 간접적으로 연결되는 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 인가되는 서브 수신 RF 신호들과 연관된 크기들과, 상기 서브 수신 RF 신호들이 결합된 수신 RF 신호와 연관된 크기를 확인하도록 야기하는 적어도 하나의 인스트럭션을 저장할 수 있다. 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 크기들의 합계 및 상기 크기 사이의 차이를 확인하도록 야기하는 적어도 하나의 인스트럭션을 저장할 수 있다. 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 차이가 임계 값 이하임에 기반하여, 상기 크기들에 기반하여 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 가중치들을 확인하도록 야기하는 적어도 하나의 인스트럭션을 저장할 수 있다.
- [153] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 크기들에 기반하여 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 상기 가중치들을 확인하는 동작의 적어도 일부로, 상기 크기들 각각

을 상기 크기들 중 하나의 값으로 나눔으로써, 상기 가중치들을 확인하도록 야기할 수 있다.

[154] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여, 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하도록 야기할 수 있다.

[155] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 인가되는 제 1 서브 송신 RF 신호들과 연관된 제 3 크기들과, 상기 제 1 서브 송신 RF 신호들이 분할되기 전의 송신 RF 신호와 연관된 제 4 크기를 확인하도록 야기할 수 있다. 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 제 3 크기들 및 상기 제 4 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 이득들을 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 제 3 크기들 및 상기 제 4 크기는, 상기 제 1 서브 송신 RF 신호들에 대응하는 커플링 신호들의 평균값들 및 상기 제 1 서브 송신 RF 신호들이 분할되기 전의 상기 송신 RF 신호의 평균값에 기반하여 확인될 수 있다.

[156] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 적어도 하나의 프로세서에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀으로 하여금, 상기 제 3 크기들 및 상기 제 4 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 이득들을 확인하는 동작의 적어도 일부로, 상기 제 3 크기들 각각에 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550)의 개수를 곱한 값을, 상기 제 4 크기를 나눔으로써, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 상기 이득들을 확인하도록 야기할 수 있다.

[157] 일 실시예에 따라서, 상기 제 3 값들 중의 최대 및/또는 높은 값이 지정된 선형성 임계값 미만임에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 상기 이득들이 확인될 수 있다.

[158] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 인가되는 제 2 서브 송신 RF 신호들과 연관된 제 5 크기들과, 상기 제 2 서브 송신 RF 신호들이 분할되기 전의 제 2 송신 RF 신호와 연관된 제 6 크기를 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서

(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들을 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기는, 상기 제 2 서브 송신 RF 신호들에 대응하는 커플링 신호들의 피크값들 및 상기 제 2 송신 RF 신호의 피크값에 기반하여 확인될 수 있다.

- [159] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들을 확인하는 동작의 적어도 일부로, 상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 피크 기반 이득들을 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들을 확인하는 동작의 적어도 일부로, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 이득들 각각으로부터, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각과 연관되는 레퍼런스 PA 룩업테이블의 이득을 감산함으로써, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 이득 오프셋들 각각을 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 이득들 각각은, 상기 제 1 서브 송신 RF 신호들에 대응하는 커플링 신호들의 평균값들 및 상기 제 1 서브 송신 RF 신호들이 분할되기 전의 상기 송신 RF 신호의 평균값에 기반하여 확인될 수 있다. 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들을 확인하는 동작의 적어도 일부로, 상기 피크 기반 이득들 각각과 상기 이득 오프셋들 각각을 합산한 합계 이득들 각각에 대응하는, 상기 레퍼런스 PA 룩업 테이블에서의 출력 전력들을 확인하도록 야기할 수 있다. 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들을 확인하는 동작의 적어도 일부로, 상기 출력 전력들과 상기 레퍼런스 PA 룩업테이블의 포화된 출력 전력 사이의 차이들을 각각 확인하도록 야기할 수 있다. 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)

으로 하여금, 상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들을 확인하는 동작의 적어도 일부로, 상기 제 5 크기들 각각에 상기 차이들 각각을 합산함으로써, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들 각각을 확인하도록 야기할 수 있다.

[160] 일 실시예에 따라서, 상기 제 5 값들 중의 최대 및/또는 높은 값이 지정된 선형성 임계값 이상임에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들이 확인될 수 있다.

[161] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 가중치들, 상기 이득들, 및/또는 상기 포화된 출력 전력들에 기반하여, 결합된 PA 커브를 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 결합된 PA 커브 및 레퍼런스 PA 커브 사이의 비교 결과에 기반하여, 양 PA 커브들 사이의 개인 차이 및 양 PA 커브들 사이의 포화된 출력 전력 차이를 확인하도록 야기할 수 있다.

[162] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 레퍼런스 DPD 룩업테이블을 참조하여, 상기 베이스밴드 신호의 입력 전력 값에 대하여 상기 양 PA 커브들 사이의 포화된 출력 전력 차이를 적용한 값에 대응하는 제 1 이득을 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 제 1 이득에 상기 양 PA 커브들 사이의 개인 차이를 적용함으로써, 제 2 이득을 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 제 2 이득에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하도록 야기할 수 있다.

[163] 일 실시예에 따라서, 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들, 상기 이득들, 및 상기 포화된 출력 전력들에 기반하여, 상기 결합된 PA 커브를 확인 동작의 적어도 일부로, 상기 이득들 및 상기 포

화된 출력 전력들에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 쉬프트된 레퍼런스 PA 커브들 각각을 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들, 상기 이득들, 및 상기 포화된 출력 전력들에 기반하여, 상기 결합된 PA 커브를 확인 동작의 적어도 일부로, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 상기 쉬프트된 레퍼런스 PA 커브들 각각 및 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 상기 가중치들 각각을 곱한 결과들을 확인하도록 야기할 수 있다. 상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 모뎀(560)으로 하여금, 상기 가중치들, 상기 이득들, 및 상기 포화된 출력 전력들에 기반하여, 상기 결합된 PA 커브를 확인 동작의 적어도 일부로, 상기 결과들을 합산함으로써, 상기 결합된 PA 커브를 확인하도록 야기할 수 있다. 여기에서 사용된 "기반"은, 적어도 기반으로 하는 것을 포함한다.

[164] 본 문서에 개시된 다양한 실시예들에 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 기기, 카메라, 웨어러블 장치, 또는 가전 장치를 포함할 수 있다. 본 문서의 실시예에 따른 전자 장치는 전술한 기기들에 한정되지 않는다.

[165] 다양한 예시적인 실시예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 또는 관련된 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 아이টে에 대응하는 명사의 단수 형은 관련된 문맥상 명백하게 다르게 지시하지 않는 한, 상기 아이টে 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. "제 1", "제 2", 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: 제 1) 구성요소가 다른(예: 제 2) 구성요소에, "기능적으로" 또는 "통신적으로"라는 용어와 함께 또는 이런 용어 없이, "커플드" 또는 "커넥티드"라고 언급된 경우, 그것은 상기 어떤 구성요소가 상기 다른 구성요소에 직접적으로(예: 유선으로), 무선으로, 또는 적어도 제 3 구성요소(들)를 통하여 연결될 수 있다는 것을 의미한다.

[166] 본 문서의 다양한 실시예들에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부

품, 또는 회로와 같은 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 상기 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일실시예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다. 따라서, 여기에서 각 "모듈"은 회로를 포함할 수 있다.

[167] 본 문서의 다양한 실시예들은 기기(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, 기기(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 기기가 상기 호출된 적어도 하나의 명령어에 따라 적어도 하나의 기능을 수행하도록 운영되는 것을 가능하게 한다. 상기 하나 이상의 명령어들은 컴파일러에 의해 생성된 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 기기로 읽을 수 있는 저장 매체는, 비일시적(non-transitory) 저장 매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, '비일시적'은 저장 매체가 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(signal)(예: 전자기파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장 매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다.

[168] 일실시예에 따르면, 다양한 예시적인 실시예들에 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 기기로 읽을 수 있는 저장 매체(예: compact disc read only memory(CD-ROM))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 또는 두 개의 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 기기로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.

[169] 다양한 실시예들에 따르면, 상기 기술한 구성요소들의 각각의 구성요소(예: 모듈 또는 프로그램)는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있으며, 복수의 개체 중 일부는 다른 구성요소에 분리 배치될 수도 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 기술한 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, 통합된 구성요소는 상기 복수의 구성요소들 각각의 구성요소의 하나 이상의 기능들을 상기 통합 이전에 상기 복수의 구성요소들 중 해당 구성요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 다양한 실시예들에 따르면, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는

동작들은 순차적으로, 병렬적으로, 반복적으로, 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 상기 동작들 중 하나 이상이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 동작들이 추가될 수 있다.

- [170] 본 개시는 다양한 실시예를 참조하여 예시 및 설명되었지만, 다양한 실시예는 제한이 아니라 예시를 위한 것임을 이해할 것이다. 첨부된 특허청구범위 및 그 등가적인 것을 포함하는 본 개시의 진정한 사상 및 전체 범위를 벗어나지 않고 형태 및 세부사항의 다양한 변경이 이루어질 수 있음이 통상의 기술자에게 의해 추가로 이해될 것이다. 또한, 본 개시에 기재된 임의의 실시예(들)는 본 명세서에 기재된 임의의 다른 실시예(들)와 함께 사용될 수 있음을 이해할 것이다.

## 청구범위

- [청구항 1] 안테나 모듈(500)에 있어서,  
 안테나들(517,527,537,547,557);  
 상기 안테나들(517,527,537,547,557)에 연결되는 RF 체인들  
 (510,520,530,540,550);  
 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550)에 연결되는 스플리터/컴바이너  
 (508);  
 상기 안테나 모듈(500)로 입력되는 IF 신호를 송신 RF 신호로 업 컨버팅  
 하여 상기 스플리터/컴바이너(508)로 출력하거나, 및/또는 상기 스플리터/  
 컴바이너(508)로부터 제공되는 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550)로  
 부터의 신호들이 합산된 수신 RF 신호를 다운 컨버팅하도록 설정된 믹서  
 (503);  
 적어도 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 및 상기 안테나들 사이에  
 연결되는 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)-상기 복수 개  
 의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556) 각각은, 적어도 상기 안테나들  
 (517,527,537,547,557) 및 상기 스플리터/컴바이너(508) 사이에 배치됨-;  
 상기 스플리터/컴바이너(508)에 의하여 분할되기 이전의 송신 RF 신호  
 및/또는 플리터/컴바이너(508)에 의하여 합산된 상기 수신 RF 신호에 대  
 응하는 크기를 측정하기 위한 제 2 커플러(504) -상기 수신 RF 신호는 상  
 기 믹서에 의하여 다운컨버팅되어 상기 안테나 모듈(500)에 연결되는  
 중간주파수 IC(580)로 제공되고, 상기 송신 RF 신호는 상기 중간주파수  
 IC(580)로부터 제공되는 상기 IF 신호가 상기 믹서에 의하여 적어도 업 컨  
 버팅되어 생성됨-; 및  
 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 신  
 호들의 복수 개의 크기들 및 상기 제 2 커플러(504)로부터의 신호의 크기  
 를 제공하도록 설정된 전력 검출기(506)  
 를 포함하는 안테나 모듈.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,  
 상기 제 2 커플러(504)는, 적어도 상기 믹서(503) 및 상기 스플리터/컴바이  
 너(508) 사이에 연결되는 안테나 모듈.
- [청구항 3] 제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
 상기 제 2 커플러(504)는, 상기 IF 신호가 제공되는 상기 믹서(503)의 상기  
 입력단에 연결되는 안테나 모듈.
- [청구항 4] 제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 하나에 있어서,  
 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 신  
 호들의 상기 복수 개의 크기들 및 상기 제 2 커플러(504)로부터의 신호의  
 크기를 디지털 값으로 변환하도록 설정된 적어도 하나의 ADC(507); 및

상기 적어도 하나의 ADC(507)로부터 출력되는 복수 개의 디지털 값들을 모델으로 제공하도록 설정된 인터페이스 회로(505)를 포함하는 인터페이스

를 더 포함하도록 설정된 안테나 모듈.

[청구항 5] 제 1 항 내지 제 4 항 중 어느 하나에 있어서,  
상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 제 1 신호들의 복수 개의 크기들 각각은, 상기 복수 개의 제 1 신호들 각각의 평균값들에 기반하여 확인되고,  
상기 제 2 커플러(504)로부터의 제 2 신호의 크기는, 상기 제 2 신호의 평균값에 기반하여 확인되는 안테나 모듈.

[청구항 6] 제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 하나에 있어서,  
상기 스플리터/컴바이너(508)로부터 제공되는 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각의 신호들 중의 최대 및/또는 높은 값이 지정된 선형성 임계값 미만임에 기반하여, 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 신호들의 상기 복수 개의 크기들 각각 및 상기 제 2 커플러(504)로부터의 신호의 크기가, 상기 복수 개의 제 1 신호들 각각의 평균값들 및 상기 제 2 신호의 평균값에 기반하여 확인되는 안테나 모듈.

[청구항 7] 제 1 항 내지 제 6 항 중 어느 하나에 있어서,  
상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 제 1 신호들의 복수 개의 크기들 각각은, 상기 복수 개의 제 1 신호들 각각의 피크값들에 기반하여 확인되고,  
상기 제 2 커플러(504)로부터의 제 2 신호의 크기는, 상기 제 2 신호의 피크값에 기반하여 확인되는 안테나 모듈.

[청구항 8] 제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 하나에 있어서,  
상기 스플리터/컴바이너(508)로부터 제공되는 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각의 신호들 중의 최대 및/또는 높은 값이 지정된 선형성 임계값 이상임에 기반하여, 상기 복수 개의 제 1 커플러들(516,526,536,546,556)로부터의 복수 개의 신호들의 상기 복수 개의 크기들 각각 및 상기 제 2 커플러(504)로부터의 신호의 크기가, 상기 복수 개의 제 1 신호들 각각의 피크값들 및 상기 제 2 신호의 피크값에 기반하여 확인되는 안테나 모듈.

[청구항 9] 전자 장치(101)에 있어서,  
적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567); 및  
적어도 하나의 메모리(130, 561)를 포함하고, 상기 적어도 하나의 메모리는, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 전자 장치(101)로 하여금:

복수 개의 안테나들(517,527,537,547,557)에 연결되는 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 인가되는 서브 수신 RF 신호들과 연관된 크기들과, 상기 서브 수신 RF 신호들이 결합된 수신 RF 신호와 연관된 크기를 확인하고,

상기 크기들의 합계 및 상기 크기 사이의 차이를 확인하고,

상기 차이가 임계 값 이하임에 기반하여, 상기 크기들에 기반하여 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 가중치들을 확인하도록 야기하는 적어도 하나의 인스트럭션을 저장하는 전자 장치.

[청구항 10] 제 9 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 전자 장치(101)로 하여금, 상기 크기들에 기반하여 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 상기 가중치들을 확인하는 동작의 적어도 일부로, 상기 크기들 각각을 상기 크기들 중 하나의 값으로 적어도 나눔으로써, 상기 가중치들을 확인하도록 야기하는 전자 장치.

[청구항 11] 제 9 항 또는 제 10 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 전자 장치(101)로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여, 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하도록 야기하는 전자 장치.

[청구항 12] 제 9 항 내지 제 11 항 중 어느 하나에 있어서,

상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 전자 장치(101)로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 인가되는 제 1 서브 송신 RF 신호들과 연관된 제 3 크기들과, 상기 제 1 서브 송신 RF 신호들이 분할되기 전의 송신 RF 신호와 연관된 제 4 크기를 확인하고, 상기 제 3 크기들 및 상기 제 4 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 이득들을 확인하도록 야기하고, 상기 제 3 크기들 및 상기 제 4 크기는, 상기 제 1 서브 송신 RF 신호들에 대응하는 커플링 신호들의 평균값들 및 상기 제 1 서브 송신 RF 신호들이 분할되기 전의 상기 송신 RF 신호의 평균값에 기반하여 확인된 전자 장치.

[청구항 13] 제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 하나에 있어서,

상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 전자 장치(101)

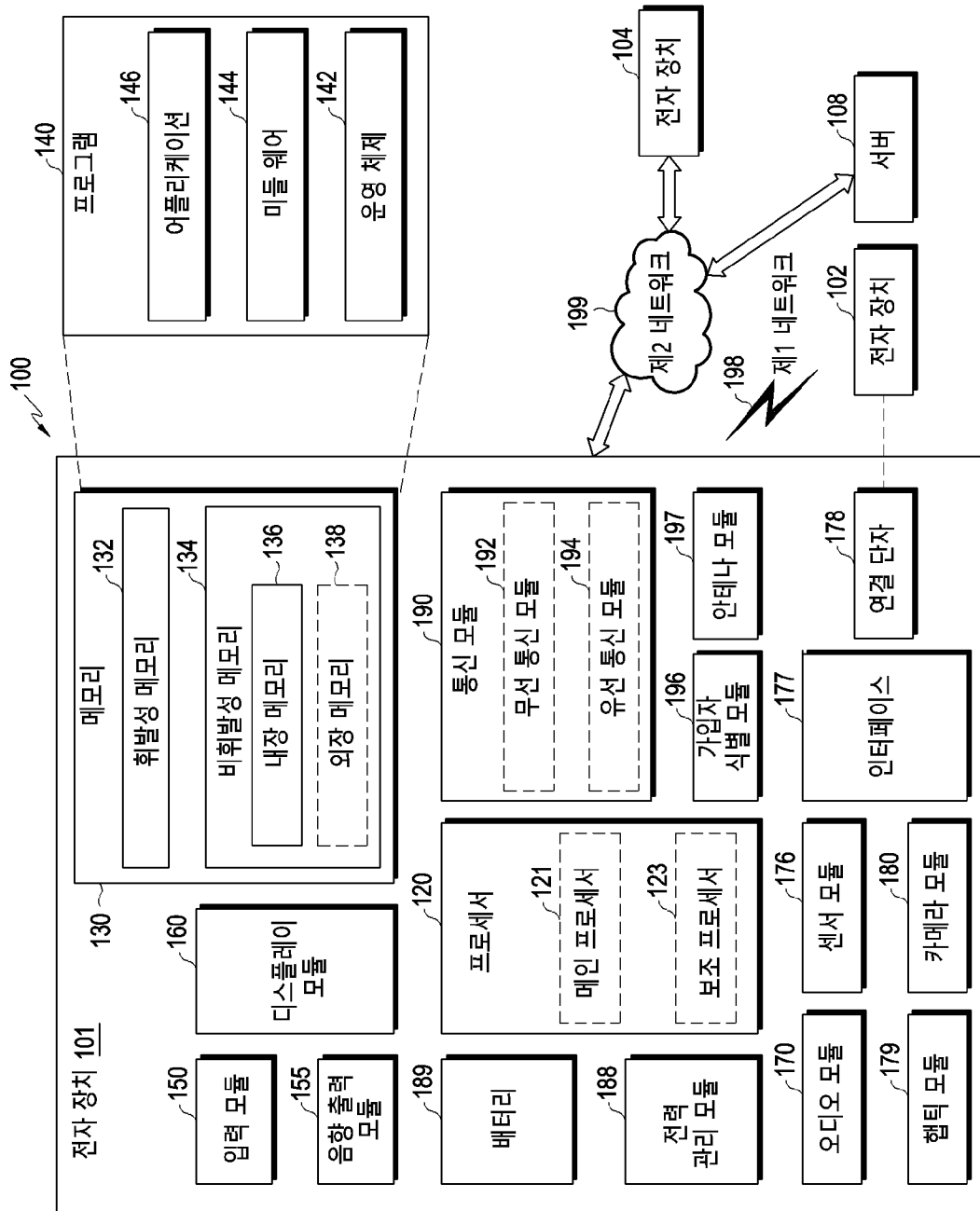
로 하여금, 상기 제 3 크기들 및 상기 제 4 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 이득들을 확인하는 동작의 적어도 일부로,

상기 제 3 크기들 각각에 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550)의 개수를 적어도 곱하여 획득된 값을, 상기 제 4 크기를 적어도 나눔으로써, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 상기 이득들을 확인하도록 야기하는 전자 장치.

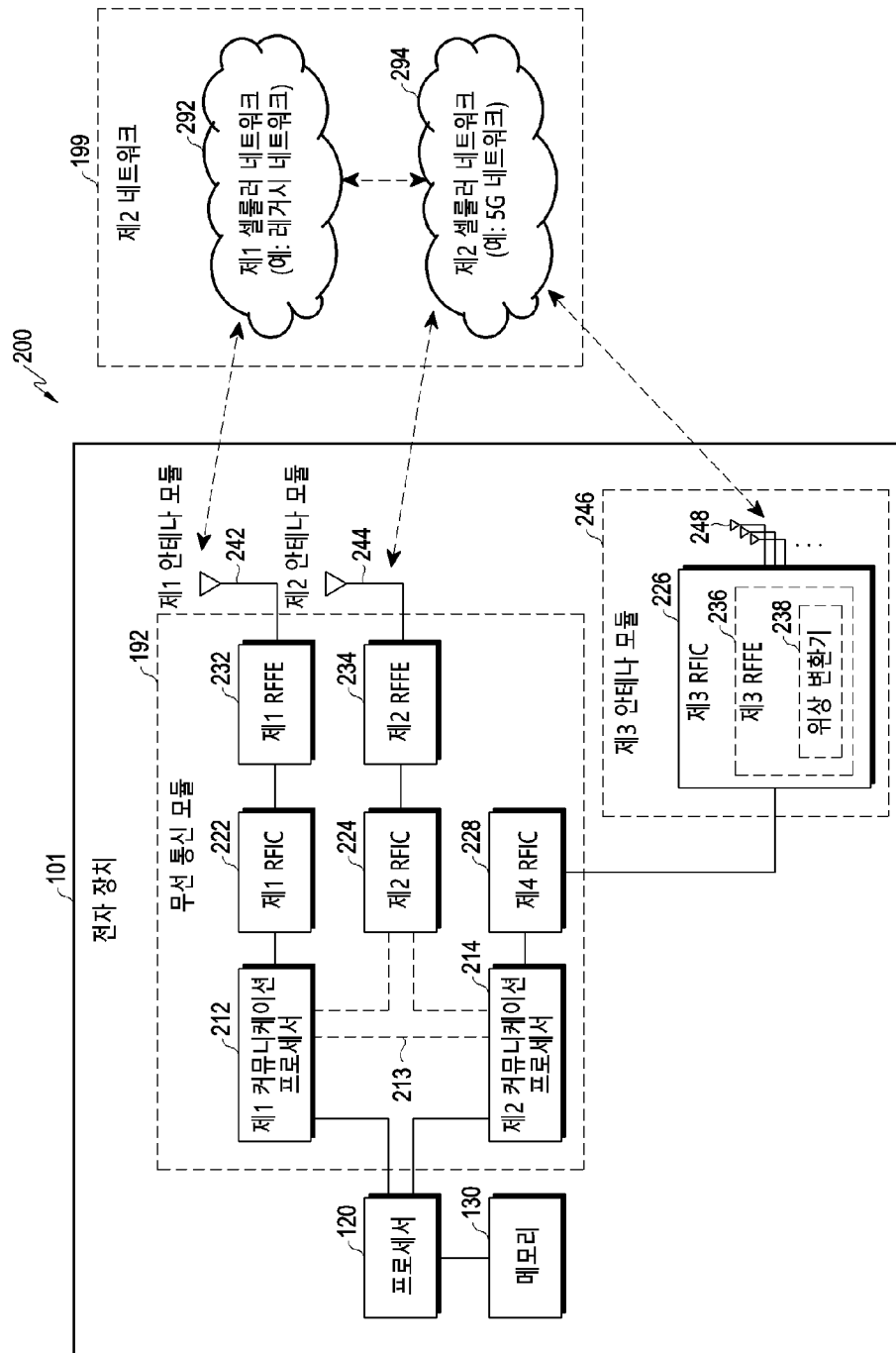
[청구항 14] 제 9 항 내지 제 13 항 중 어느 하나에 있어서,  
상기 제 3 값들 중의 최대 및/또는 높은 값이 지정된 선형성 임계값 미만임에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 상기 이득들이 확인되는 전자 장치.

[청구항 15] 제 9 항 내지 제 14 항 중 어느 하나에 있어서,  
상기 적어도 하나의 인스트럭션은, 상기 적어도 하나의 프로세서(120, 212, 214, 564 및/또는 567)에 의하여 실행되는 경우, 상기 전자 장치(101)로 하여금, 상기 가중치들에 기반하여 상기 베이스밴드 신호를 왜곡하여 출력하는 동작의 적어도 일부로,  
상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 인가되는 제 2 서브 송신 RF 신호들과 연관된 제 5 크기들과, 상기 제 2 서브 송신 RF 신호들이 분할되기 전의 제 2 송신 RF 신호와 연관된 제 6 크기를 확인하고,  
상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기에 기반하여, 상기 RF 체인들(510,520,530,540,550) 각각에 대응하는 포화된 출력 전력들을 확인하도록 야기하고,  
상기 제 5 크기들 및 상기 제 6 크기는, 상기 제 2 서브 송신 RF 신호들에 대응하는 커플링 신호들의 피크값들 및 상기 제 2 송신 RF 신호의 피크값에 기반하여 확인된 전자 장치.

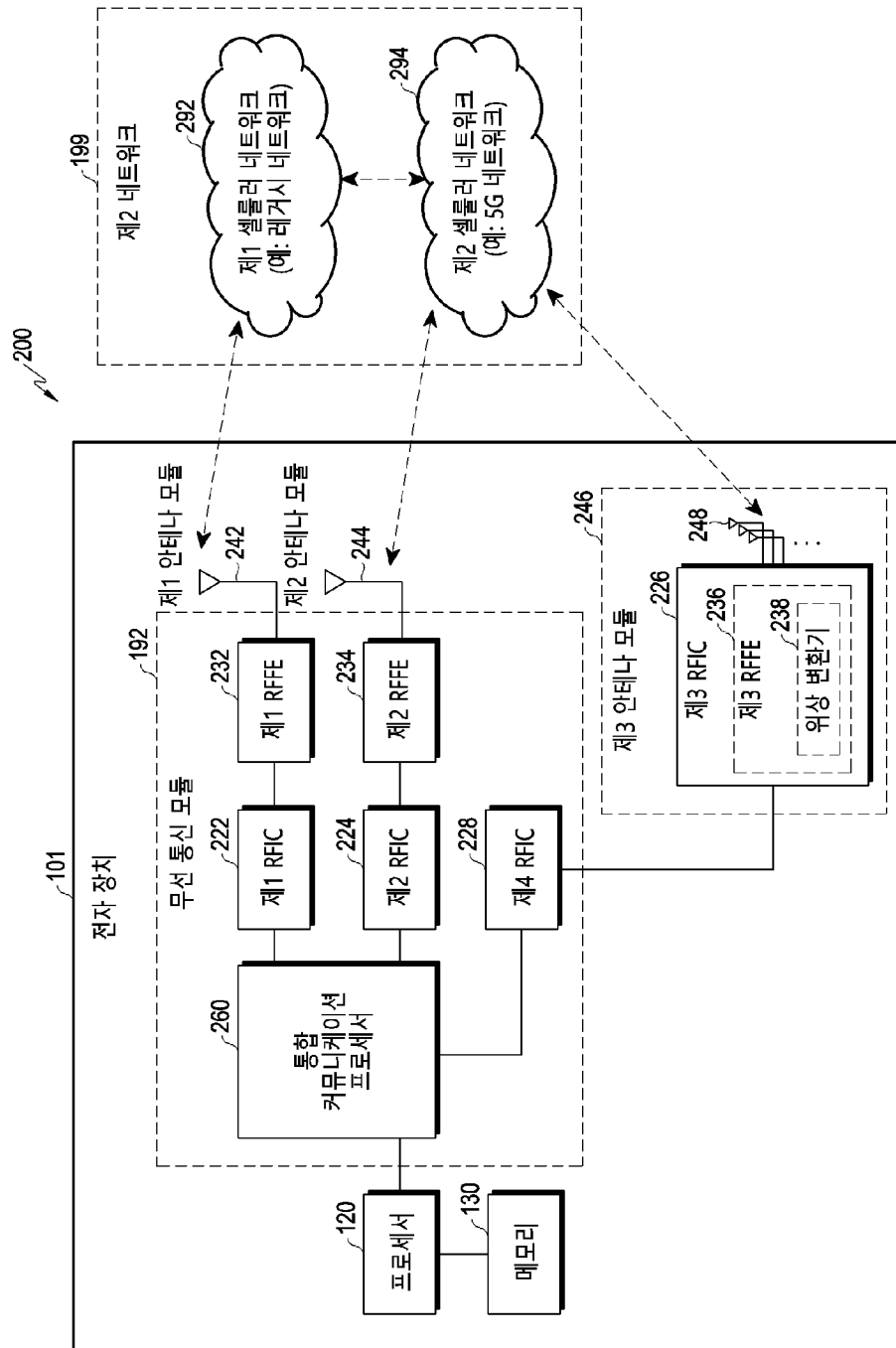
[도 1]



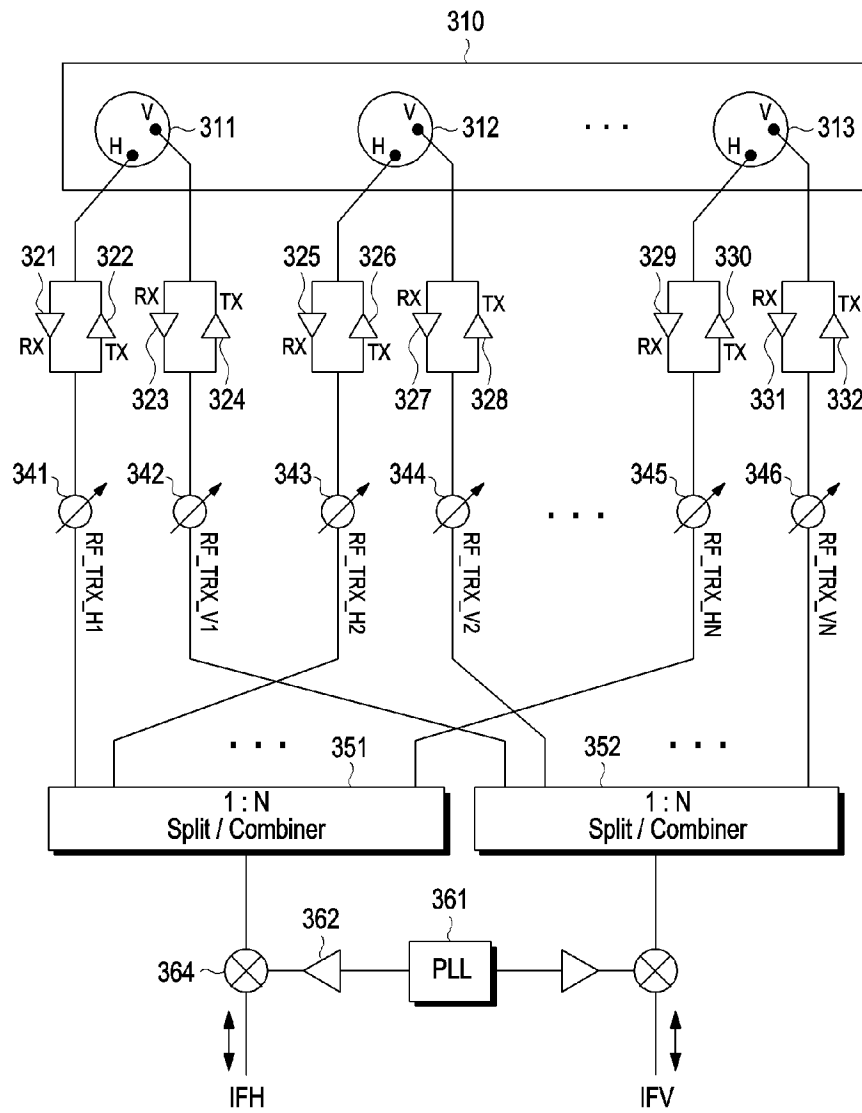
[도2a]



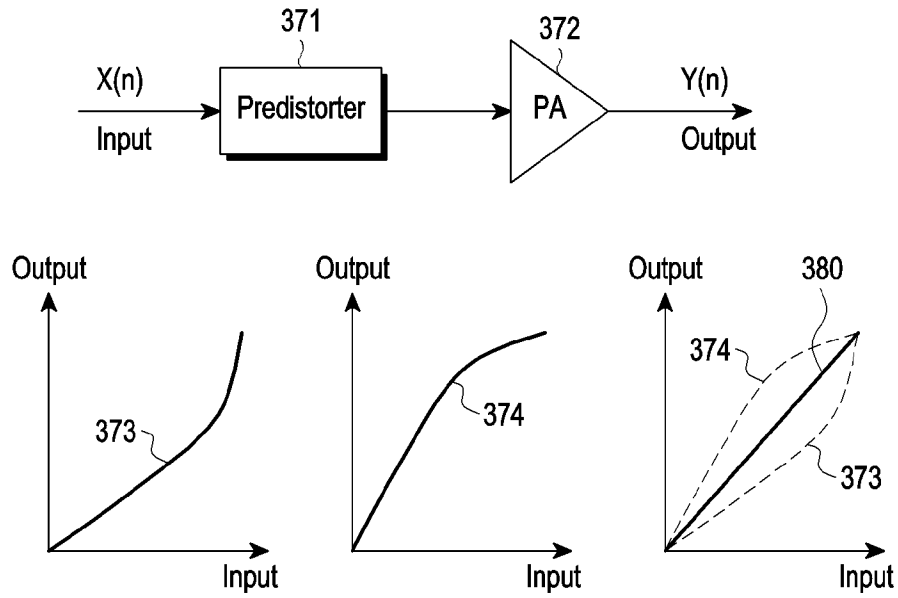
[도2b]



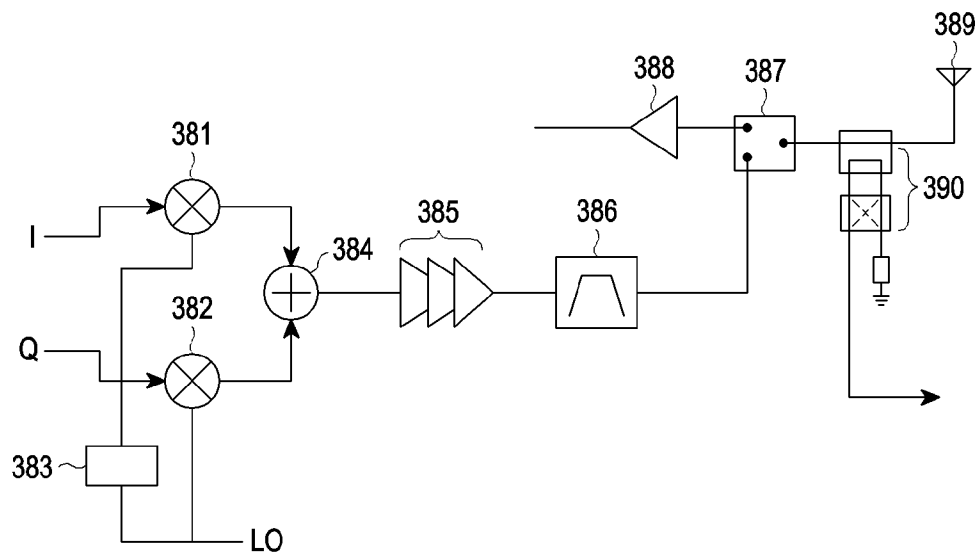
[도3a]



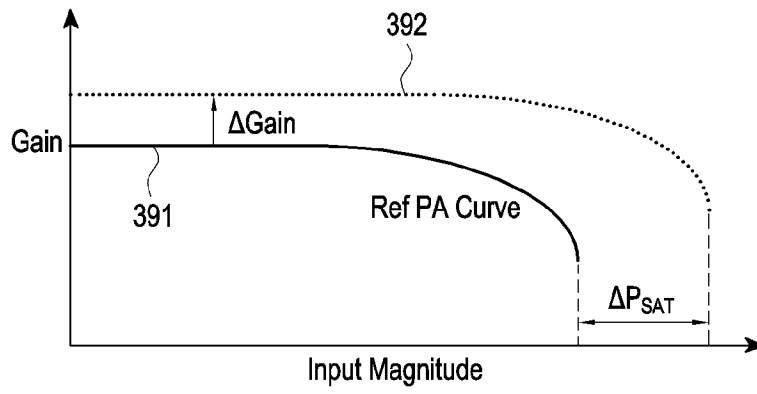
[도3b]



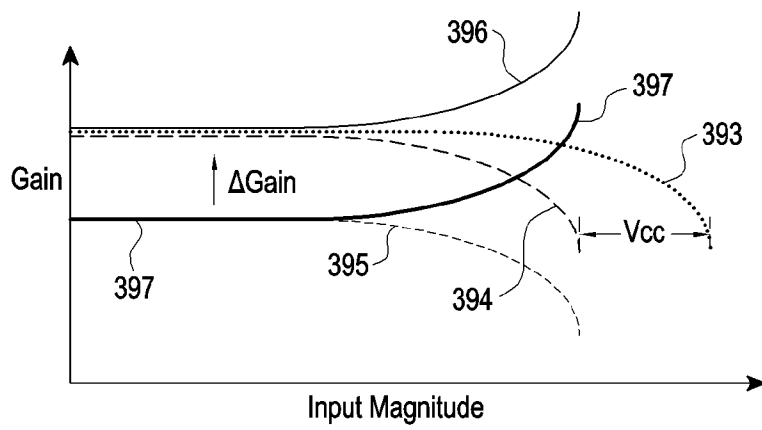
[도3c]



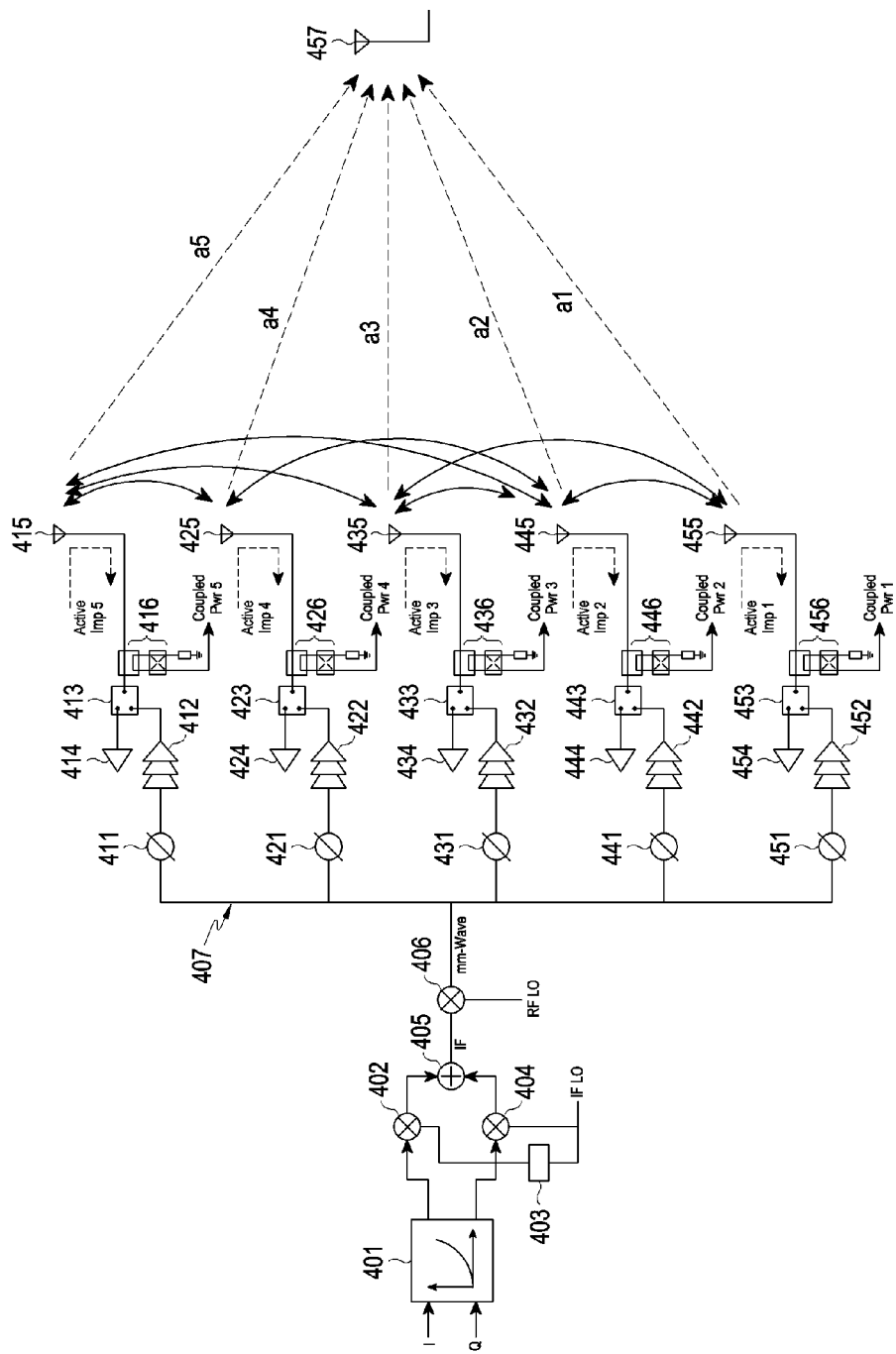
[도3d]



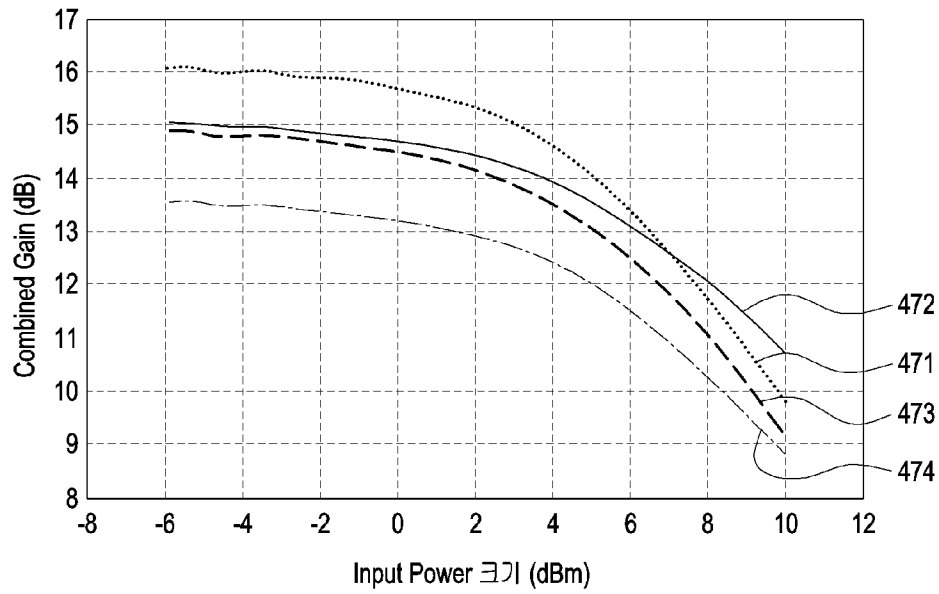
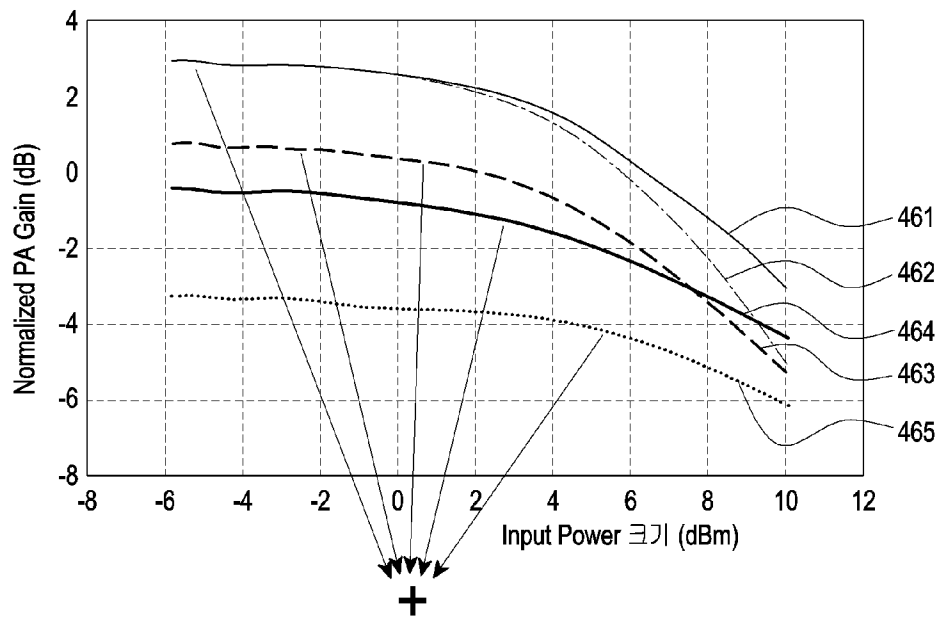
[도3e]



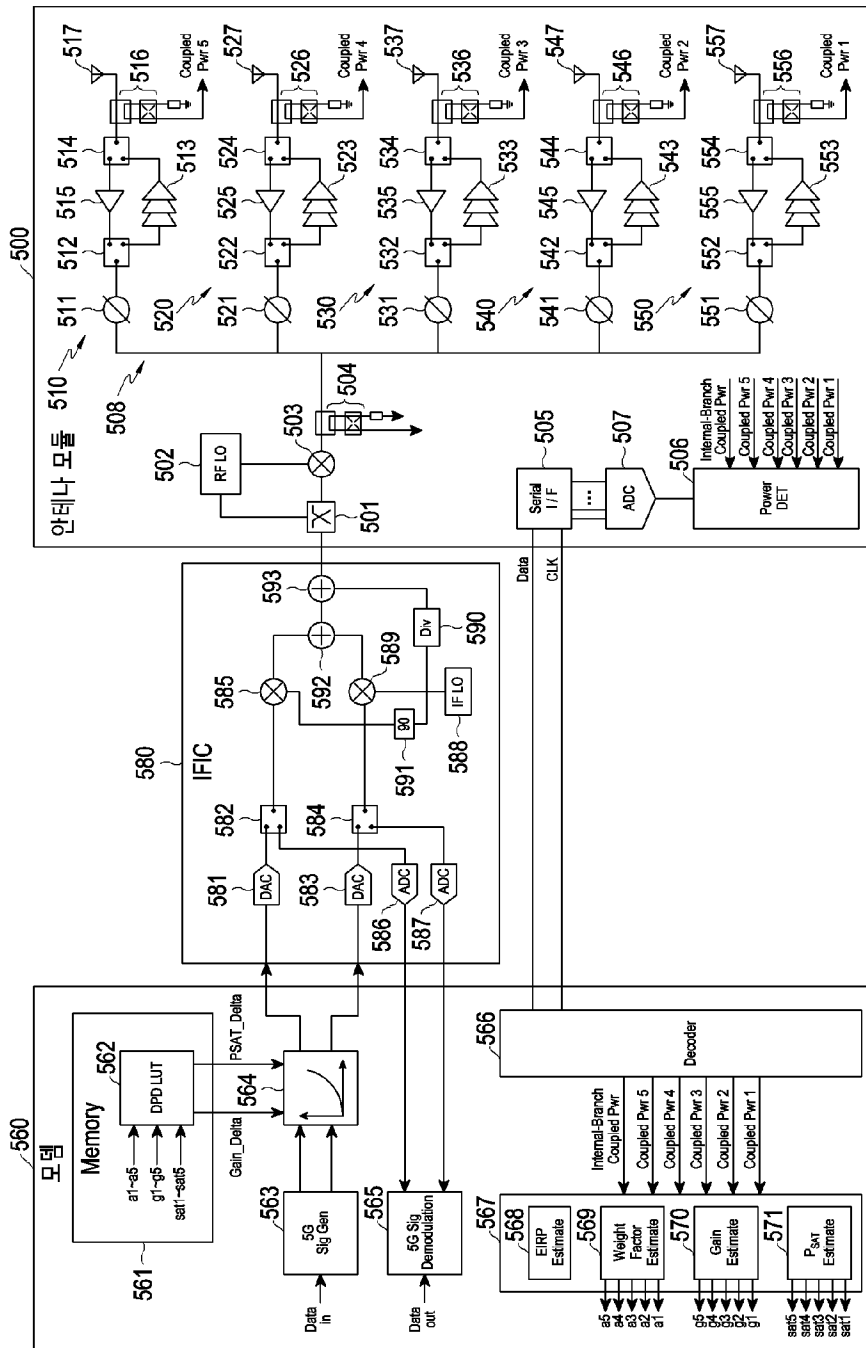
[도4a]



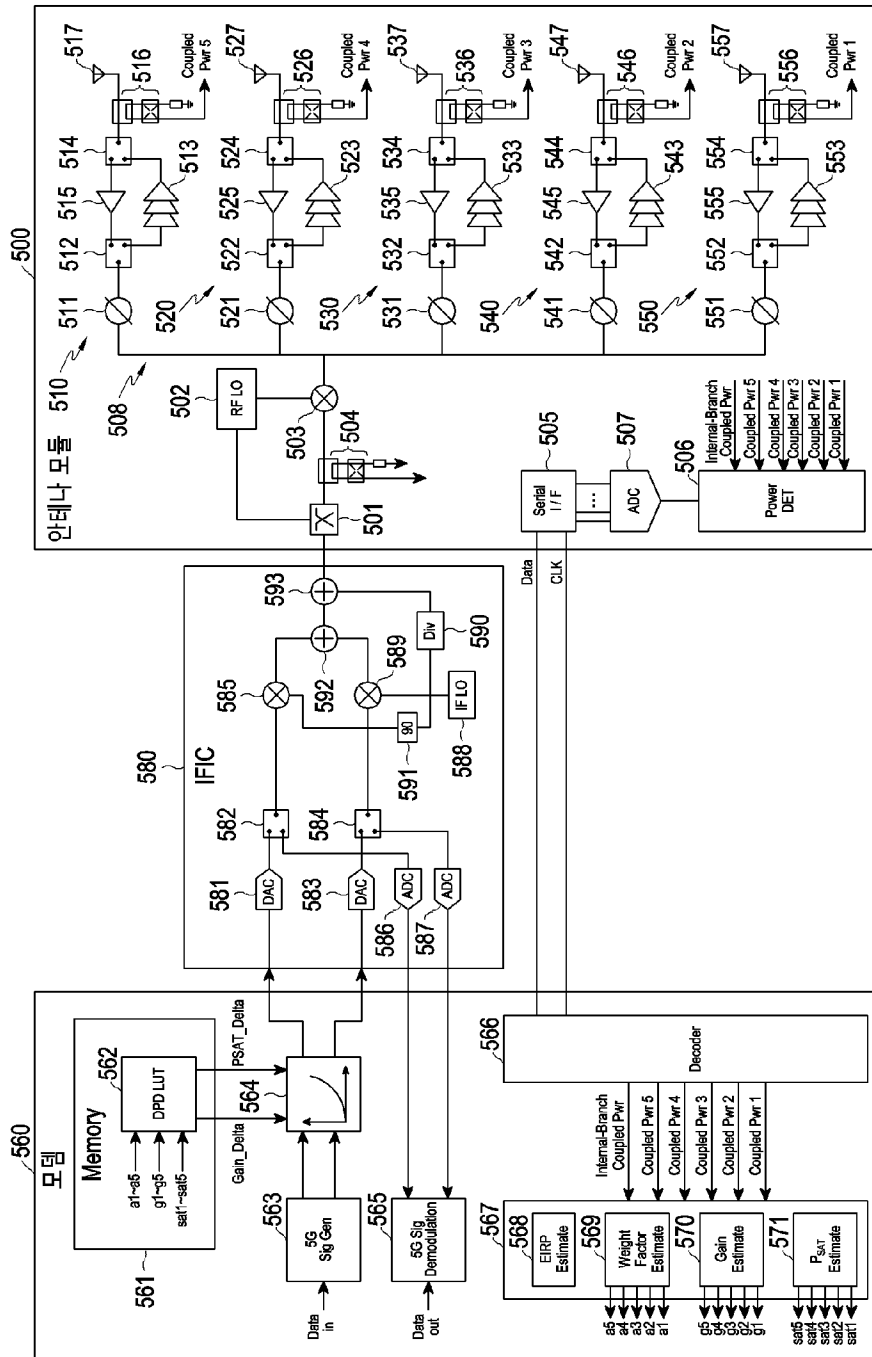
[도4b]



[도5a]



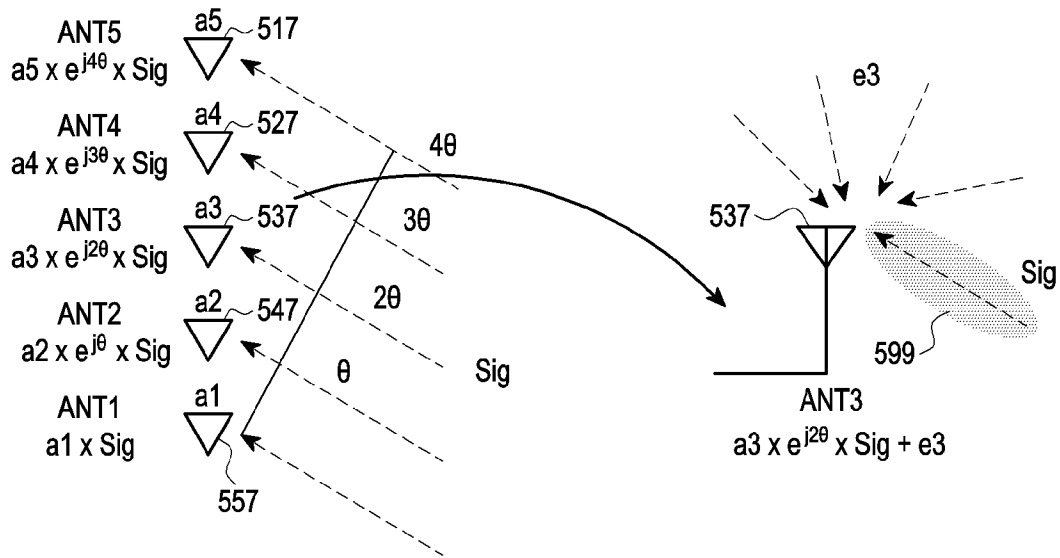
[도5b]



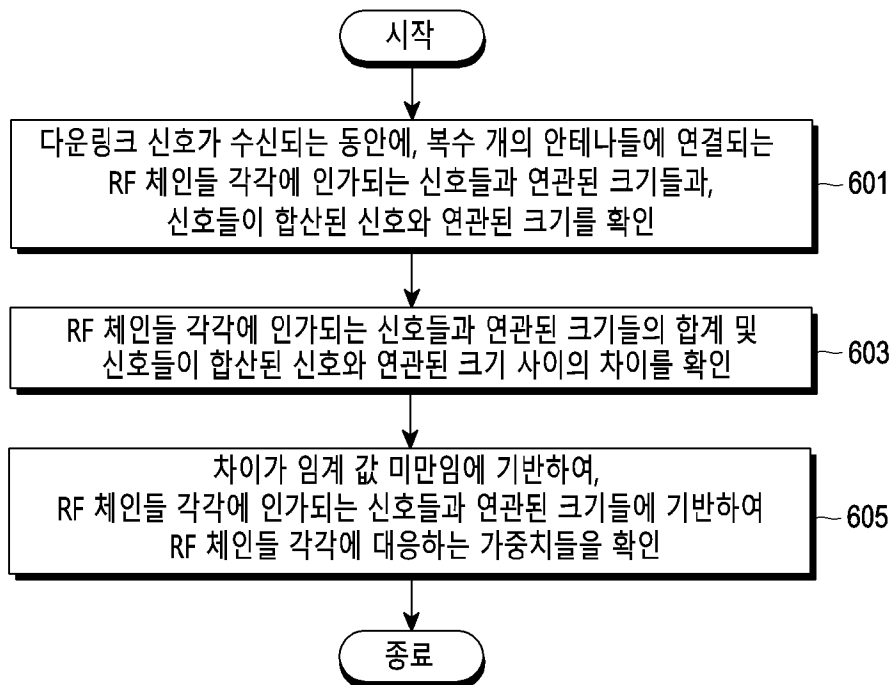




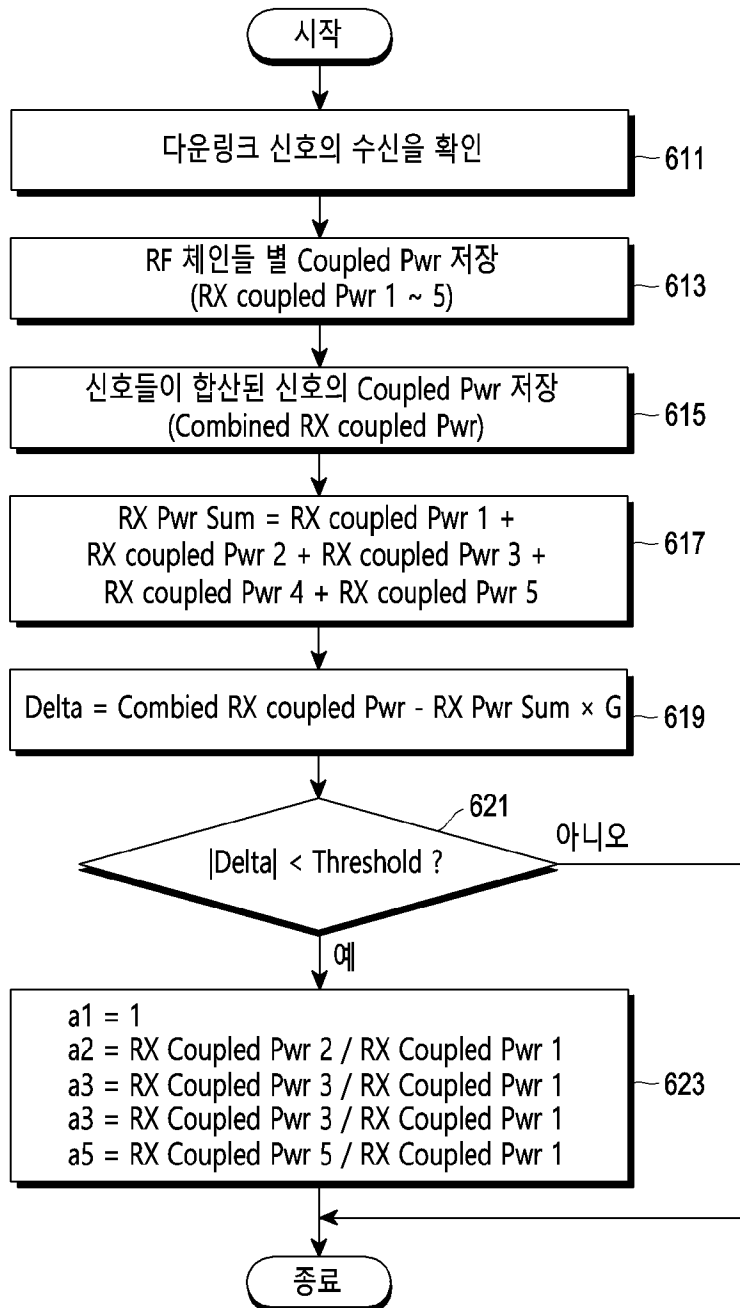
[도5e]



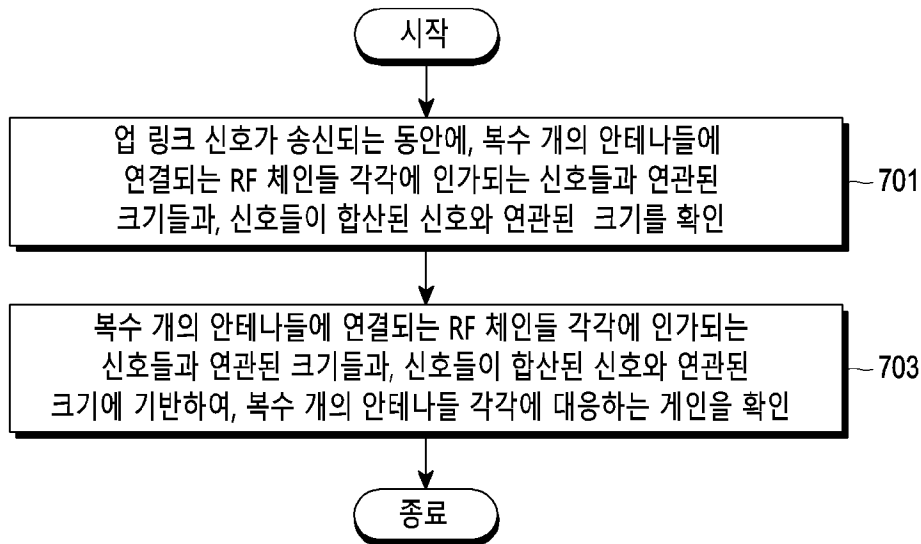
[도6a]



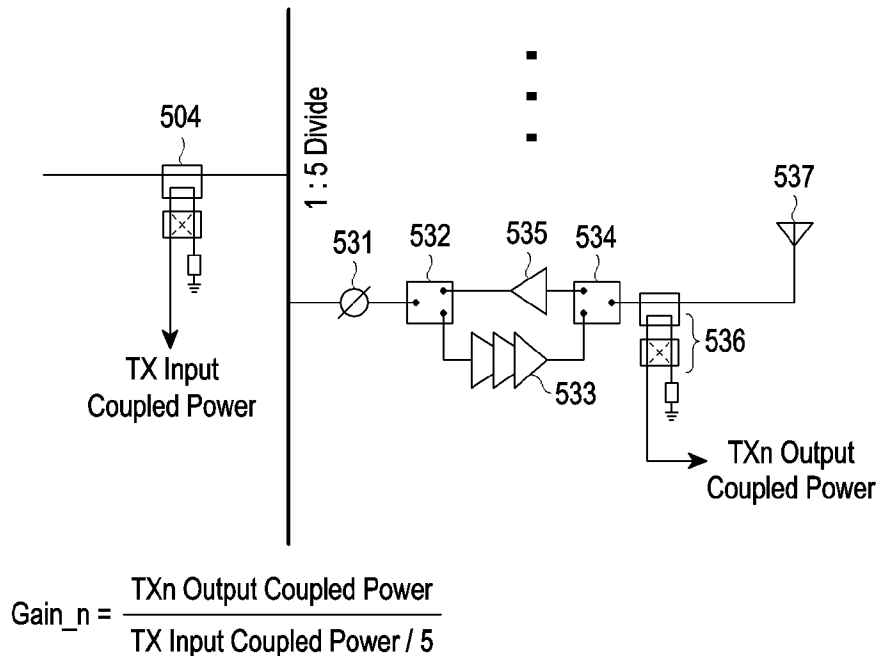
[도6b]



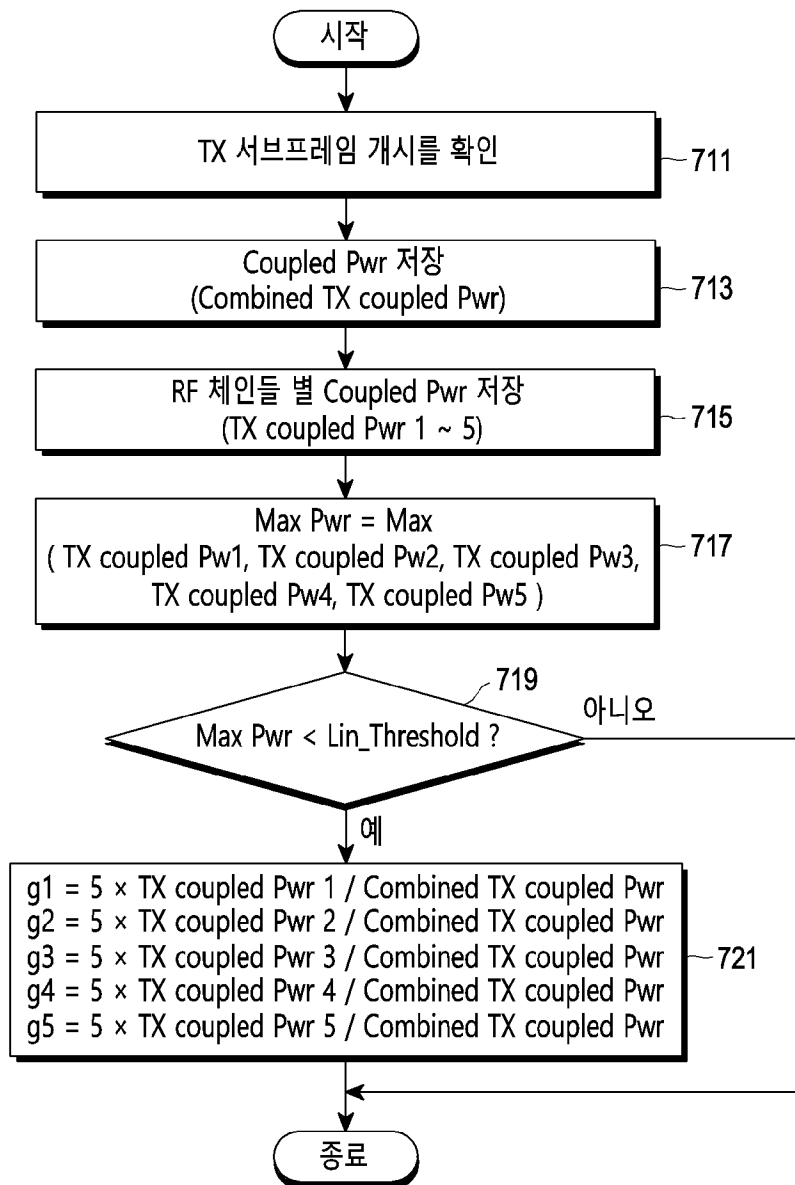
[도7a]



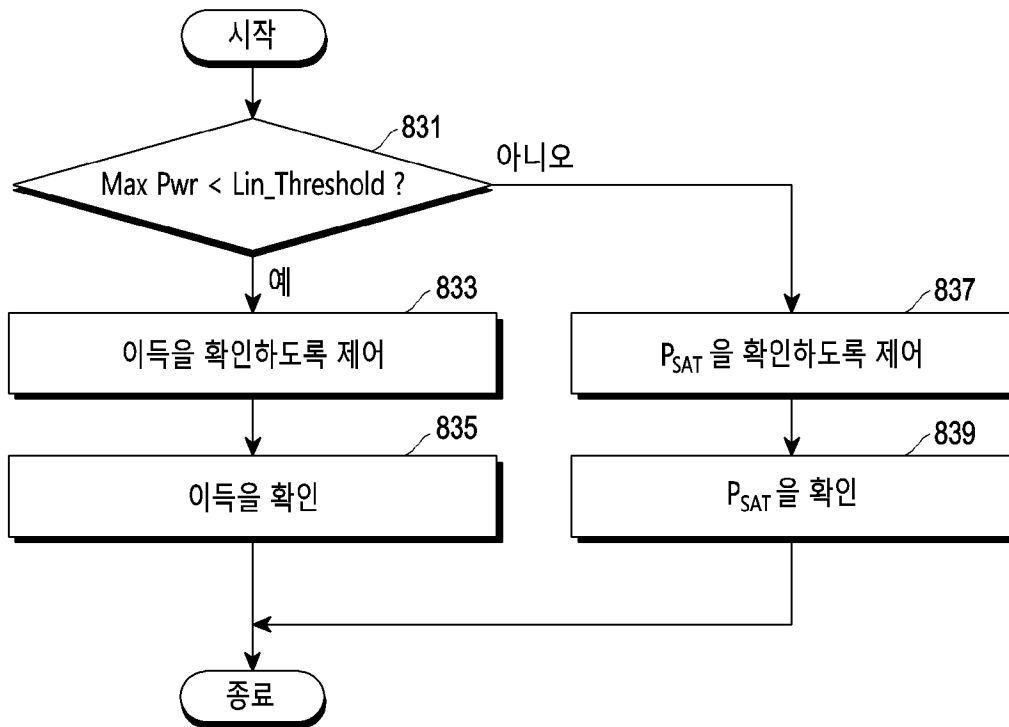
[도7b]



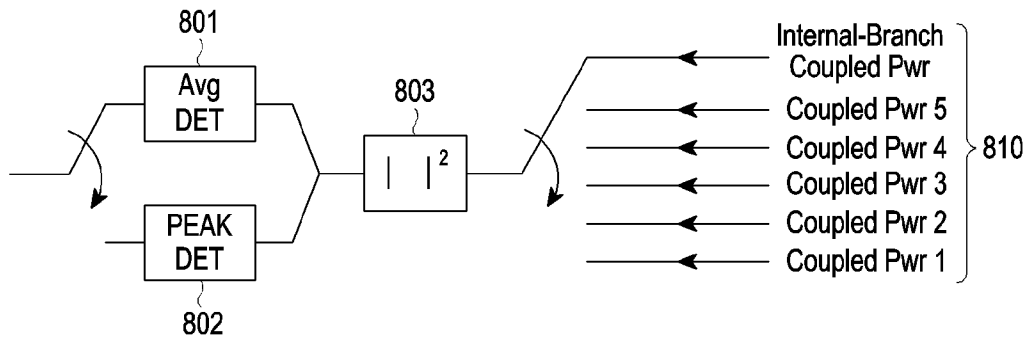
[도7c]



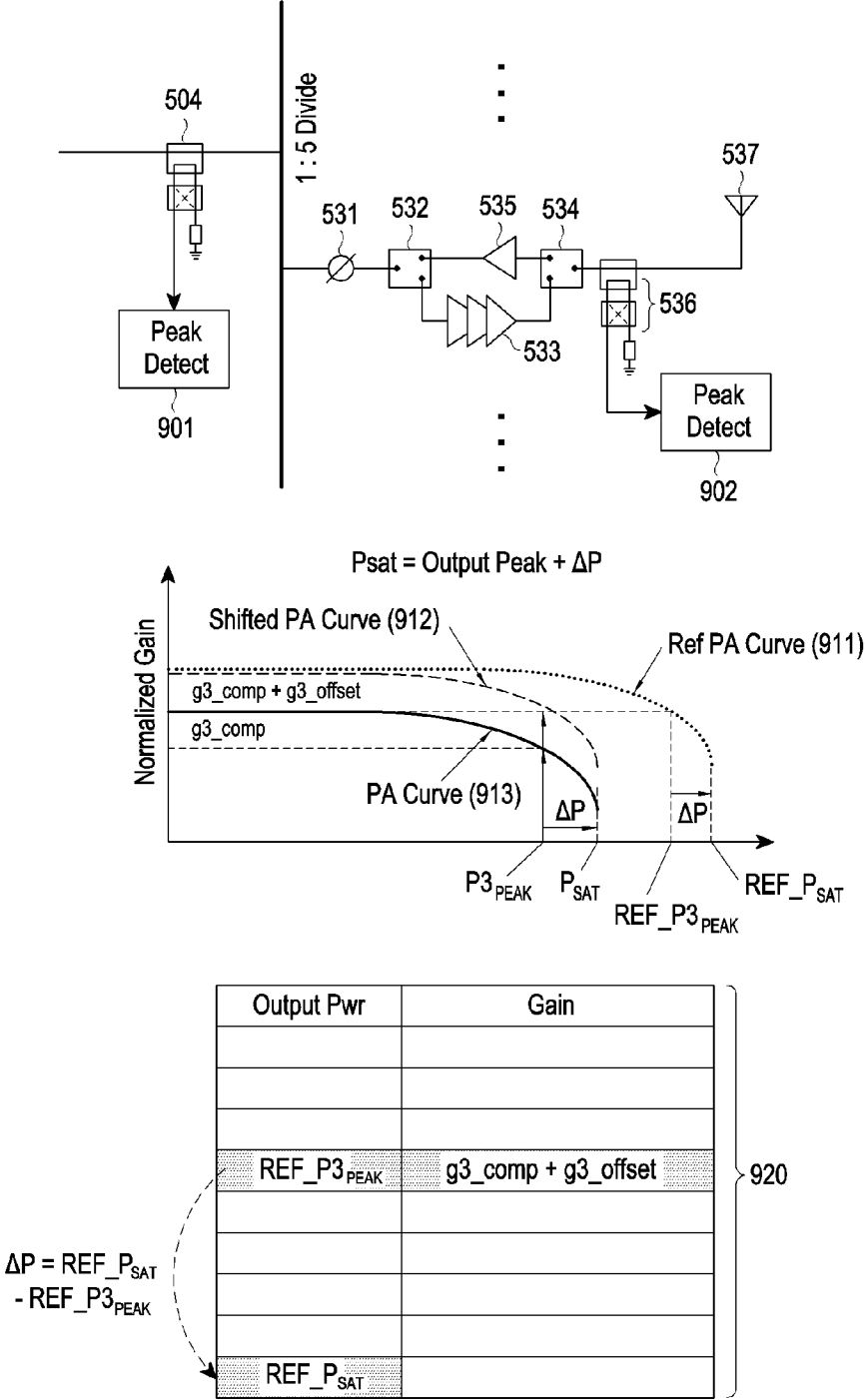
[도8a]



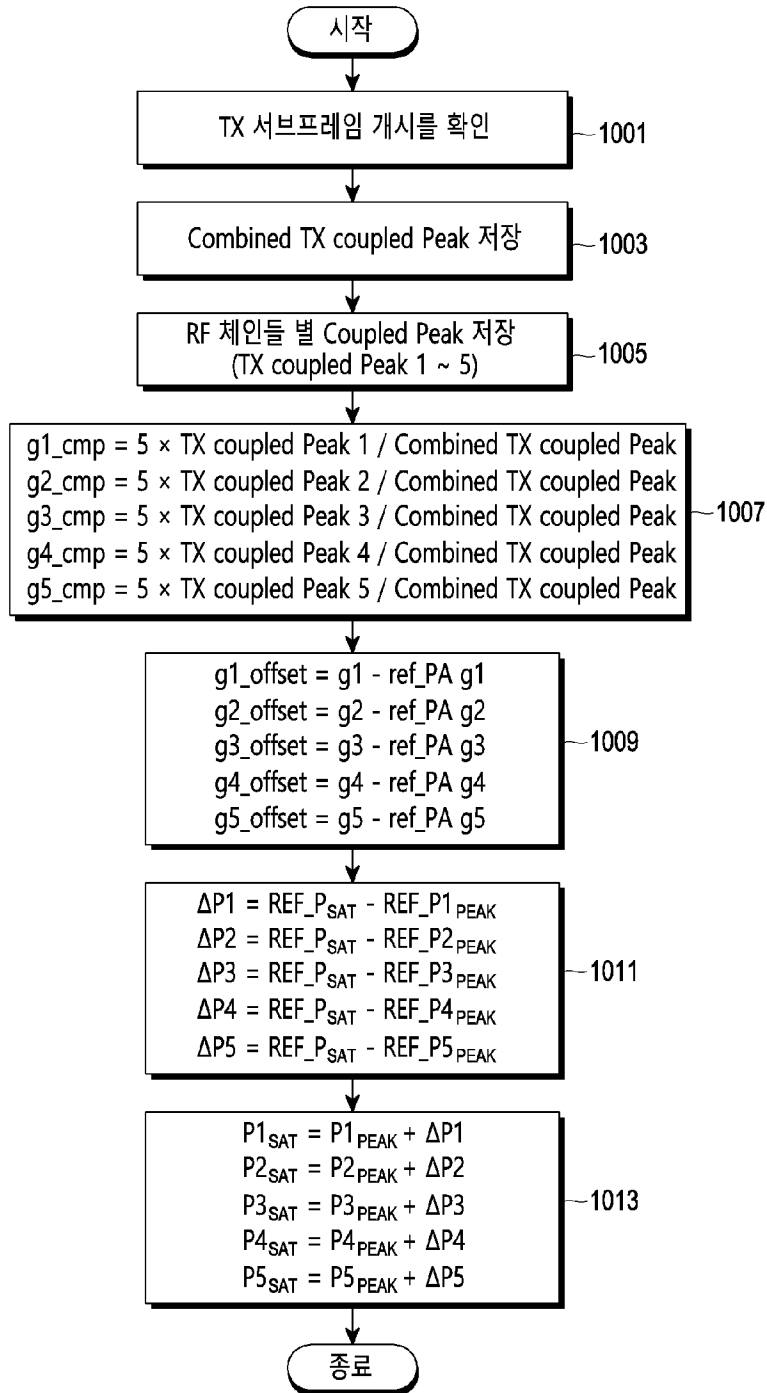
[도8b]

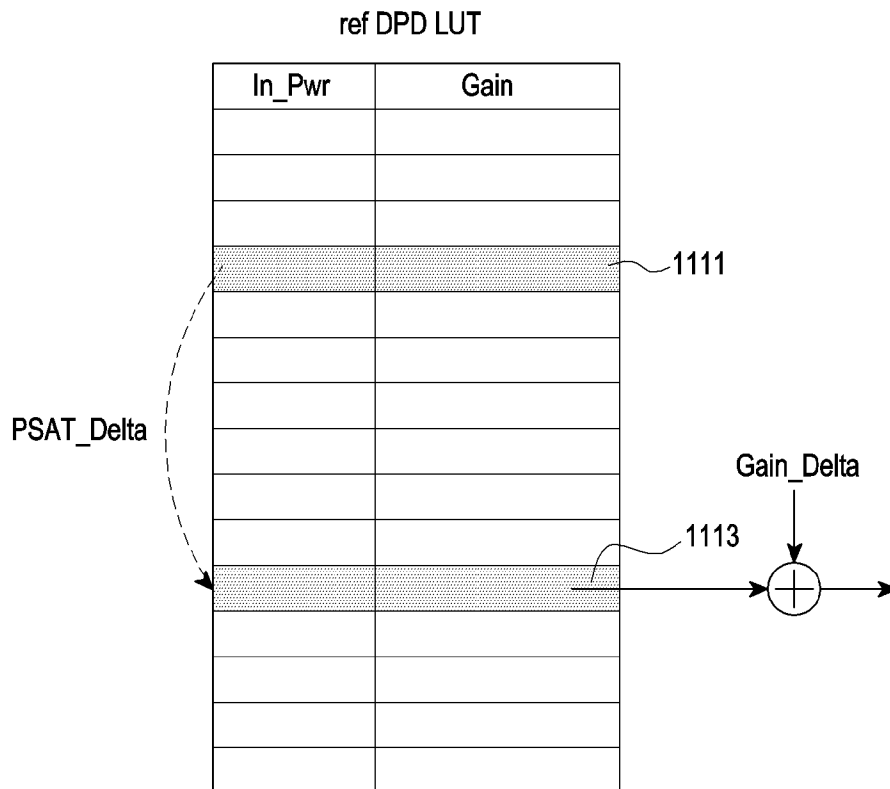


[도9]



[도 10]





## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2023/009264

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b><br><b>H04L 25/49(2006.01); H04B 1/62(2006.01)</b><br><br>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
| <b>B. FIELDS SEARCHED</b><br><br>Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)<br>H04L 25/49(2006.01); H04B 1/04(2006.01); H04B 17/00(2006.01); H04B 3/46(2006.01); H04B 7/0413(2017.01);<br>H04B 7/06(2006.01); H04W 88/08(2009.01)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
| Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched<br><br>Korean utility models and applications for utility models: IPC as above<br>Japanese utility models and applications for utility models: IPC as above                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
| Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)<br><br>eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: DPD(digital pre-distortion), IFIC, mixer, coupler, RF chain, splitter, combiner, antenna, power detector, weight, delta, difference                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
| <b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
| Category*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                  | Relevant to claim No.                                                              |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | KR 10-2022-0064874 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 19 May 2022 (2022-05-19)<br>See paragraphs [0021]-[0098]; claim 19; and figures 1-5.                           | 1-2                                                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                     | 3-15                                                                               |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | KR 10-2021-0017533 A (POSTECH RESEARCH AND BUSINESS DEVELOPMENT FOUNDATION) 17 February 2021 (2021-02-17)<br>See paragraphs [0057] and [0192]; and figures 2 and 7. | 1-2                                                                                |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | KR 10-2017-0085003 A (INFINEON TECHNOLOGIES AG) 21 July 2017 (2017-07-21)<br>See paragraphs [0037]-[0044]; and figures 5a-6.                                        | 1-15                                                                               |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | KR 10-1815329 B1 (DALI SYSTEMS CO., LTD.) 05 January 2018 (2018-01-05)<br>See paragraphs [0077]-[0082]; and figures 1-2.                                            | 1-15                                                                               |
| <input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
| * Special categories of cited documents:<br>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance<br>"D" document cited by the applicant in the international application<br>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date<br>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)<br>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means<br>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed<br><br>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention<br>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone<br>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art<br>"&" document member of the same patent family |                                                                                                                                                                     |                                                                                    |
| Date of the actual completion of the international search<br><br><b>26 September 2023</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                     | Date of mailing of the international search report<br><br><b>26 September 2023</b> |
| Name and mailing address of the ISA/KR<br><br><b>Korean Intellectual Property Office<br/>Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208</b><br><br>Facsimile No. +82-42-481-8578                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                     | Authorized officer<br><br><br><br>Telephone No.                                    |

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2023/009264**

### C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                             | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| A         | US 2013-0072142 A1 (AKULA, Prashanth et al.) 21 March 2013 (2013-03-21)<br>See paragraph [0038]; and figure 4. | 1-15                  |
| <hr/>     |                                                                                                                |                       |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2023/009264**

| Patent document<br>cited in search report |                 |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |                 | Publication date<br>(day/month/year) |                   |
|-------------------------------------------|-----------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-----------------|--------------------------------------|-------------------|
| KR                                        | 10-2022-0064874 | A  | 19 May 2022                          | EP                      | 4216451         | A1                                   | 26 July 2023      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2022-0149887    | A1                                   | 12 May 2022       |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2022-103187     | A1                                   | 19 May 2022       |
| KR                                        | 10-2021-0017533 | A  | 17 February 2021                     | KR                      | 10-2409687      | B1                                   | 16 June 2022      |
| KR                                        | 10-2017-0085003 | A  | 21 July 2017                         | CN                      | 107037282       | A                                    | 11 August 2017    |
|                                           |                 |    |                                      | CN                      | 107037282       | B                                    | 08 December 2020  |
|                                           |                 |    |                                      | DE                      | 102017100272    | A1                                   | 13 July 2017      |
|                                           |                 |    |                                      | KR                      | 10-2085255      | B1                                   | 05 March 2020     |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 10530053        | B2                                   | 07 January 2020   |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 11411311        | B2                                   | 09 August 2022    |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2017-0201019    | A1                                   | 13 July 2017      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2020-0112097    | A1                                   | 09 April 2020     |
| KR                                        | 10-1815329      | B1 | 05 January 2018                      | CN                      | 102948071       | A                                    | 27 February 2013  |
|                                           |                 |    |                                      | CN                      | 102948071       | B                                    | 22 June 2016      |
|                                           |                 |    |                                      | CN                      | 103589166       | A                                    | 19 February 2014  |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 2517353         | A2                                   | 31 October 2012   |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 2517353         | A4                                   | 19 November 2014  |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 2517353         | B1                                   | 20 April 2016     |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 2524568         | A1                                   | 21 November 2012  |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 2524568         | A4                                   | 01 October 2014   |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 2524568         | B1                                   | 31 August 2016    |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 3068047         | A2                                   | 14 September 2016 |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 3068047         | A3                                   | 01 March 2017     |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 3110231         | A1                                   | 28 December 2016  |
|                                           |                 |    |                                      | EP                      | 3110231         | B1                                   | 02 May 2018       |
|                                           |                 |    |                                      | HK                      | 1232372         | A1                                   | 05 January 2018   |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 2013-515423     | A                                    | 02 May 2013       |
|                                           |                 |    |                                      | JP                      | 5761646         | B2                                   | 12 August 2015    |
|                                           |                 |    |                                      | KR                      | 10-2012-0108026 | A                                    | 04 October 2012   |
|                                           |                 |    |                                      | KR                      | 10-2018-0004314 | A                                    | 10 January 2018   |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 10728066        | B2                                   | 28 July 2020      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2011-0156815    | A1                                   | 30 June 2011      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2011-0158081    | A1                                   | 30 June 2011      |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2014-0219174    | A1                                   | 07 August 2014    |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2015-0010110    | A1                                   | 08 January 2015   |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2018-0227152    | A1                                   | 09 August 2018    |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 2020-0358640    | A1                                   | 12 November 2020  |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 8730786         | B2                                   | 20 May 2014       |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 8804870         | B2                                   | 12 August 2014    |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 9106453         | B2                                   | 11 August 2015    |
|                                           |                 |    |                                      | US                      | 9866414         | B2                                   | 09 January 2018   |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077246     | A2                                   | 30 June 2011      |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077246     | A3                                   | 18 August 2011    |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077246     | A8                                   | 22 September 2011 |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077247     | A2                                   | 30 June 2011      |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077247     | A3                                   | 18 August 2011    |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077247     | A8                                   | 22 September 2011 |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077247     | A9                                   | 10 November 2011  |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077249     | A2                                   | 30 June 2011      |
|                                           |                 |    |                                      | WO                      | 2011-077249     | A3                                   | 18 August 2011    |

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
**Information on patent family members**

International application No.

**PCT/KR2023/009264**

| Patent document<br>cited in search report |              |    | Publication date<br>(day/month/year) | Patent family member(s) |             |    | Publication date<br>(day/month/year) |
|-------------------------------------------|--------------|----|--------------------------------------|-------------------------|-------------|----|--------------------------------------|
| US                                        | 2013-0072142 | A1 | 21 March 2013                        | WO                      | 2011-077249 | A8 | 22 September 2011                    |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2011-098861 | A1 | 18 August 2011                       |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2011-098861 | A8 | 22 September 2011                    |
|                                           |              |    |                                      | CN                      | 103828245   | A  | 28 May 2014                          |
|                                           |              |    |                                      | CN                      | 103828245   | B  | 21 October 2015                      |
|                                           |              |    |                                      | EP                      | 2759062     | A1 | 30 July 2014                         |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 2014-530572 | A  | 17 November 2014                     |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 2015-213333 | A  | 26 November 2015                     |
|                                           |              |    |                                      | JP                      | 5992527     | B2 | 14 September 2016                    |
|                                           |              |    |                                      | US                      | 8929843     | B2 | 06 January 2015                      |
|                                           |              |    |                                      | WO                      | 2013-043934 | A1 | 28 March 2013                        |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b><br><b>H04L 25/49(2006.01)i; H04B 1/62(2006.01)i</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                  |                                               |
| <b>B. 조사된 분야</b><br>조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)<br>H04L 25/49(2006.01); H04B 1/04(2006.01); H04B 17/00(2006.01); H04B 3/46(2006.01); H04B 7/0413(2017.01);<br>H04B 7/06(2006.01); H04W 88/08(2009.01)<br>조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌<br>한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))<br>eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: DPD(digital pre-distortion), IFIC, mixer, coupler, RF chain, splitter, combiner, antenna, power detector, weight, delta, difference                                                   |                                                                                  |                                               |
| <b>C. 관련 문헌</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                  |                                               |
| 카테고리*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                       | 관련 청구항                                        |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | KR 10-2022-0064874 A (삼성전자주식회사) 2022.05.19<br>단락 [0021]-[0098]; 청구항 19; 및 도면 1-5 | 1-2                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                  | 3-15                                          |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | KR 10-2021-0017533 A (포항공과대학교 산학협력단) 2021.02.17<br>단락 [0057], [0192]; 및 도면 2, 7  | 1-2                                           |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | KR 10-2017-0085003 A (인피니언 테크놀로지스 아게) 2017.07.21<br>단락 [0037]-[0044]; 및 도면 5a-6  | 1-15                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | KR 10-1815329 B1 (달리 시스템즈 씨오. 엘티디.) 2018.01.05<br>단락 [0077]-[0082]; 및 도면 1-2     | 1-15                                          |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | US 2013-0072142 A1 (PRASHANTH AKULA 등) 2013.03.21<br>단락 [0038]; 및 도면 4           | 1-15                                          |
| <input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                  |                                               |
| * 인용된 문헌의 특별 카테고리:<br>“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌<br>“D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌<br>“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌<br>“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌<br>“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌<br>“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌<br>“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌<br>“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌 |                                                                                  |                                               |
| 국제조사의 실제 완료일<br><b>2023년09월26일(26.09.2023)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                  | 국제조사보고서 발송일<br><b>2023년09월26일(26.09.2023)</b> |
| ISA/KR의 명칭 및 우편주소<br>대한민국 특허청<br>(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)<br>팩스 번호 +82-42-481-8578                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                  | 심사관<br>변성철<br>전화번호 +82-42-481-8262            |

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌               | 공개일        |
|-----------------------|------------|----------------------|------------|
| KR 10-2022-0064874 A  | 2022/05/19 | EP 4216451 A1        | 2023/07/26 |
|                       |            | US 2022-0149887 A1   | 2022/05/12 |
|                       |            | WO 2022-103187 A1    | 2022/05/19 |
| KR 10-2021-0017533 A  | 2021/02/17 | KR 10-2409687 B1     | 2022/06/16 |
| KR 10-2017-0085003 A  | 2017/07/21 | CN 107037282 A       | 2017/08/11 |
|                       |            | CN 107037282 B       | 2020/12/08 |
|                       |            | DE 102017100272 A1   | 2017/07/13 |
|                       |            | KR 10-2085255 B1     | 2020/03/05 |
|                       |            | US 10530053 B2       | 2020/01/07 |
|                       |            | US 11411311 B2       | 2022/08/09 |
|                       |            | US 2017-0201019 A1   | 2017/07/13 |
|                       |            | US 2020-0112097 A1   | 2020/04/09 |
| KR 10-1815329 B1      | 2018/01/05 | CN 102948071 A       | 2013/02/27 |
|                       |            | CN 102948071 B       | 2016/06/22 |
|                       |            | CN 103589166 A       | 2014/02/19 |
|                       |            | EP 2517353 A2        | 2012/10/31 |
|                       |            | EP 2517353 A4        | 2014/11/19 |
|                       |            | EP 2517353 B1        | 2016/04/20 |
|                       |            | EP 2524568 A1        | 2012/11/21 |
|                       |            | EP 2524568 A4        | 2014/10/01 |
|                       |            | EP 2524568 B1        | 2016/08/31 |
|                       |            | EP 3068047 A2        | 2016/09/14 |
|                       |            | EP 3068047 A3        | 2017/03/01 |
|                       |            | EP 3110231 A1        | 2016/12/28 |
|                       |            | EP 3110231 B1        | 2018/05/02 |
|                       |            | HK 1232372 A1        | 2018/01/05 |
|                       |            | JP 2013-515423 A     | 2013/05/02 |
|                       |            | JP 5761646 B2        | 2015/08/12 |
|                       |            | KR 10-2012-0108026 A | 2012/10/04 |
|                       |            | KR 10-2018-0004314 A | 2018/01/10 |
|                       |            | US 10728066 B2       | 2020/07/28 |
|                       |            | US 2011-0156815 A1   | 2011/06/30 |
|                       |            | US 2011-0158081 A1   | 2011/06/30 |
|                       |            | US 2014-0219174 A1   | 2014/08/07 |
|                       |            | US 2015-0010110 A1   | 2015/01/08 |
|                       |            | US 2018-0227152 A1   | 2018/08/09 |
|                       |            | US 2020-0358640 A1   | 2020/11/12 |
|                       |            | US 8730786 B2        | 2014/05/20 |
|                       |            | US 8804870 B2        | 2014/08/12 |
|                       |            | US 9106453 B2        | 2015/08/11 |
|                       |            | US 9866414 B2        | 2018/01/09 |
|                       |            | WO 2011-077246 A2    | 2011/06/30 |
|                       |            | WO 2011-077246 A3    | 2011/08/18 |
|                       |            | WO 2011-077246 A8    | 2011/09/22 |
|                       |            | WO 2011-077247 A2    | 2011/06/30 |
|                       |            | WO 2011-077247 A3    | 2011/08/18 |
|                       |            | WO 2011-077247 A8    | 2011/09/22 |
|                       |            | WO 2011-077247 A9    | 2011/11/10 |
|                       |            | WO 2011-077249 A2    | 2011/06/30 |
|                       |            | WO 2011-077249 A3    | 2011/08/18 |

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌            | 공개일        |
|-----------------------|------------|-------------------|------------|
|                       |            | WO 2011-077249 A8 | 2011/09/22 |
|                       |            | WO 2011-098861 A1 | 2011/08/18 |
|                       |            | WO 2011-098861 A8 | 2011/09/22 |
| US 2013-0072142 A1    | 2013/03/21 | CN 103828245 A    | 2014/05/28 |
|                       |            | CN 103828245 B    | 2015/10/21 |
|                       |            | EP 2759062 A1     | 2014/07/30 |
|                       |            | JP 2014-530572 A  | 2014/11/17 |
|                       |            | JP 2015-213333 A  | 2015/11/26 |
|                       |            | JP 5992527 B2     | 2016/09/14 |
|                       |            | US 8929843 B2     | 2015/01/06 |
|                       |            | WO 2013-043934 A1 | 2013/03/28 |