(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022 년 6 월 2 일 (02.06.2022)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2022/114855 A1

(51) 국제특허분류:
G01R 22/06 (2006.01) *G01R 19/10* (2006.01)
G01R 21/06 (2006.01) *G01R 19/30* (2006.01)
G01R 19/00 (2006.01) *G01R 1/30* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2021/017651

(22) 국제출원일: 2021 년 11 월 26 일 (26.11.2021)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2020-0161616 2020 년 11 월 26 일 (26.11.2020) KR

(71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (**SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.**) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 김기현 (**KIM, Kihyun**); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 김석현 (**KIM, Seokhyeon**); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 김용훈 (**KIM, Yonghoon**); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 박현철 (**PARK, Hyunchul**); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR).

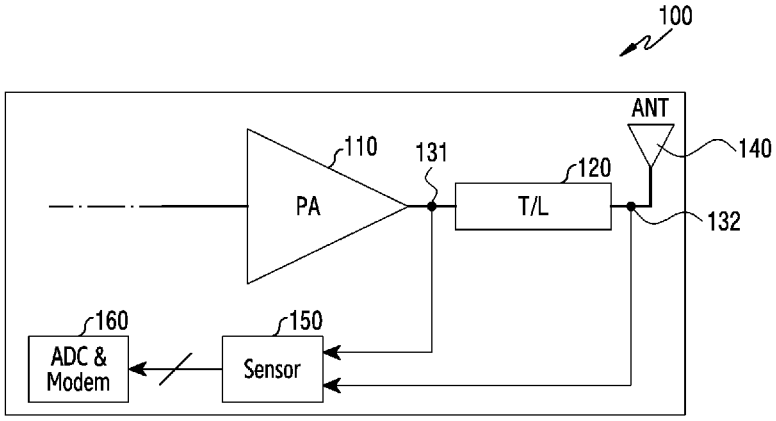
(74) 대리인: 권혁록 등 (**KWON, Hyuk-Rok** et al.); 03173 서울시 종로구 새문안로 5길 19, 11층, Seoul (KR).

(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, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, 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, MK,

(54) **Title:** APPARATUS AND METHOD FOR MEASURING STRENGTH OF SIGNAL

(54) **발명의 명칭:** 신호의 세기를 측정하기 위한 장치 및 방법



(57) **Abstract:** The present disclosure relates to a 5th generation (5G) or pre-5G communication system for supporting a higher data transmission rate than a 4th generation (4G) communication system such as long term evolution (LTE). A method for measuring the power of a signal, according to various embodiments of the present disclosure, comprises the steps in which: at least one sensor acquires a first voltage of a signal at a first point between a power amplifier and a transmission line; the at least one sensor acquires a second voltage of the signal at a second point between the transmission line and an antenna; and power is calculated on the basis of the first voltage and the second voltage, wherein a length of the transmission line may be related to a wavelength of the signal.

(57) **요약서:** 본 개시(disclosure)는 LTE(Long Term Evolution)와 같은 4G(4th generation) 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G(5th generation) 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 신호의 전력을 측정하는 방법에 있어서, 적어도 하나의 센서가 전력 증폭기(power amplifier)와 전송 선로 사이의 제1 지점에서 상기 신호의 제1 전압을 획득하는 과정, 상기 적어도 하나의 센서가 상기 전송 선로와 상기 안테나 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하는 과정 및 상기 제1 전압과 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하는 과정을 포함하고, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련될 수 있다.

WO 2022/114855 A1

[다음 쪽 계속]

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))

— 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

명세서

발명의 명칭: 신호의 세기를 측정하기 위한 장치 및 방법

기술분야

[1] 본 개시(disclosure)는 일반적으로 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 무선 통신 시스템에서 신호의 세기를 측정하기 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 4G(4th generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G(5th generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후(beyond 4G network) 통신 시스템 또는 LTE(long term evolution) 시스템 이후(post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.

[3] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파 대역에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive multi-input multi-output, massive MIMO), 전차원 다중입출력(full dimensional MIMO, FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔포밍(analog beam-forming), 및 대규모 안테나(large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[4] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀(advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크(cloud radio access network, cloud RAN), 초고밀도 네트워크(ultra-dense network), 기기 간 통신(device to device communication, D2D), 무선 백홀(wireless backhaul), 이동 네트워크(moving network), 협력 통신(cooperative communication), CoMP(coordinated multi-points), 및 수신 간섭제거(interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.

[5] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(advanced coding modulation, ACM) 방식인 FQAM(hybrid frequency shift keying and quadrature amplitude modulation) 및 SWSC(sliding window superposition coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(filter bank multi carrier), NOMA(non orthogonal Multiple Access), 및 SCMA(sparse code multiple access) 등이 개발되고 있다.

[6] 무선 통신 시스템에서 mmWave(millimeter wave) 대역의 신호를 이용함에 있어서, 빔포밍(beamforming) 기술이 이용될 수 있다. 빔포밍을 수행하는 전자 장치는 복수의 안테나 엘리먼트(element)들이 요구될 수 있고, 복수의 안테나 엘리먼트들에 의해 송신되거나 수신되는 신호가 통과하는 경로들인 복수의

RF(radio frequency) 체인(chain)들이 요구될 수 있다. 이 때, 복수의 안테나 엘리먼트들 및 복수의 RF 체인들을 이용하기 위해서, 전자 장치는 전력 소모를 최소화할 필요가 있다. 이에 따라, 복수의 RF 체인들을 통과하여 복수의 안테나 엘리먼트들에 의해 송신되거나 수신되는 신호에 의해 소모되는 전력을 측정하기 위해, 각각의 RF 체인에 대한 전력 소모를 측정할 필요가 있다. 그러나, 신호의 송신 또는 수신에 의해 RF 체인에서 소모되는 전력이 동일함에도 불구하고, 신호를 송신 또는 수신하는 안테나의 임피던스(impedance)의 변화에 의해서 신호의 전압은 변화될 수 있다. 즉, RF 체인을 통과하는 신호의 전압을 통해 RF 체인에서 소모되는 전력을 측정하는 것은 정확성이 떨어질 수 있다. 따라서, 전력 측정의 오차를 최소화하기 위해, 안테나의 임피던스 변화에 의해 변화하는 신호의 전압을 고려하여 보다 효과적인 방법으로 신호의 세기를 측정하는 것이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로, 본 개시(disclosure)는, 무선 통신 시스템에서 특정 길이의 전송 선로를 이용하여 전송 선로를 통과하는 신호의 전력을 정확하게 측정할 수 있는 방법 및 장치를 제공한다.

[8] 또한, 본 개시는, 무선 통신 시스템에서 추가적인 장치 없이, 전송 선로의 배치를 통해, 신호의 전력을 정확하게 측정할 수 있는 구조를 제공한다.

과제 해결 수단

[9] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 신호의 전력을 측정하는 방법에 있어서, 적어도 하나의 센서가 전력 증폭기(power amplifier)와 전송 선로 사이의 제1 지점에서 상기 신호의 제1 전압을 획득하는 과정, 상기 적어도 하나의 센서가 상기 전송 선로와 상기 안테나 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하는 과정 및 상기 제1 전압과 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하는 과정을 포함하고, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련될 수 있다.

[10] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템의 전자 장치에 있어서, 전력 증폭기(power amplifier), 안테나, 전송 선로, 적어도 하나의 센서 및 상기 적어도 하나의 센서와 전기적으로 연결되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 전력 증폭기와 상기 전송 선로 사이의 제1 지점에서 신호의 제1 전압을 획득하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 전송 선로와 상기 안테나 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 적어도 하나의 센서에 의해서 획득되는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하도록 구성되고, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련될 수 있다.

[11] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템의 전자 장치에 있어서, 복수의 RF 체인(chain)들, 상기 복수의 RF 체인들에 대응하는 복수의 안테나들,

전송 선로, 적어도 하나의 센서, 상기 적어도 하나의 센서와 전기적으로 연결되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 복수의 RF 체인들 중 적어도 하나의 RF 체인은 전력 증폭기(power amplifier)를 포함하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 전력 증폭기와 상기 전송 선로 사이의 제1 지점에서 신호의 제1 전압을 획득하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 복수의 안테나 중 적어도 하나의 안테나와 상기 전송 선로 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 적어도 하나의 센서에 의해서 획득되는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하도록 구성되고, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련될 수 있다.

발명의 효과

[12] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은, 전력 증폭기와 안테나 사이에 배치되는 특정 길이의 전송 선로를 통과하는 신호의 전압들을 측정하여 안테나의 임피던스(impedance)의 변화와 상관없이 정확한 전력을 계산 가능하게 한다.

[13] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은, 특정 전력 증폭기를 이용함으로써 추가적인 전송 선로를 배치하지 않고, 정확한 전력을 계산 가능하게 한다.

[14] 이 외에, 본 문서를 통해 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[15] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치의 예를 도시한다.

[16] 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)를 포함하는 전자 장치의 예를 도시한다.

[17] 도 3a는 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치의 회로도의 예를 도시한다.

[18] 도 3b는 본 개시의 일 실시 예에 따른 안테나의 임피던스(impedance)를 나타내는 스미스 차트(smith chart)의 예를 도시한다.

[19] 도 3c는 본 개시의 일 실시 예에 따른 안테나의 임피던스 변화에 따른 전압 피크(voltage peak)를 나타내는 그래프의 예이다.

[20] 도 4는 본 개시의 일 실시 예에 따른 안테나의 임피던스 변화에 따른 전력 센싱 에러(power sensing error)를 나타내는 그래프의 예이다.

[21] 도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른 안테나의 임피던스 변화에 따른 전력 센싱 에러(power sensing error)를 나타내는 그래프의 다른 예이다.

[22] 도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치 구성의 예를 도시한다.

[23] 도 7은 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치의 출력 신호에 따른 출력 전압을 나타내는 그래프이다.

[24] 도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치의 기능적 구성을

도시한다.

[25] 도면의 설명과 관련하여, 동일 또는 유사한 구성요소에 대해서는 동일 또는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

[26] 본 개시에서 사용되는 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 개시에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 개시에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 개시에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 개시에서 정의된 용어일지라도 본 개시의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.

[27] 이하에서 설명되는 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어적인 접근 방법을 예시로서 설명한다. 하지만, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어와 소프트웨어를 모두 사용하는 기술을 포함하고 있으므로, 본 개시의 다양한 실시 예들이 소프트웨어 기반의 접근 방법을 제외하는 것은 아니다.

[28] 이하 설명에서 사용되는 전자 장치의 부품을 지칭하는 용어(예: 보드 구조, 기판, PCB(print circuit board), FPCB(flexible PCB), 모듈, 안테나, 안테나 소자, 회로, 프로세서, 칩, 구성요소, 기기), 부품의 형상을 지칭하는 용어(예: 구조체, 구조물, 지지부, 접촉부, 돌출부, 개구부), 구조체들 간 연결부를 지칭하는 용어(예: 연결선, 급전선(feeding line), 연결부, 접촉부, 급전부(feeding unit), 지지부, 컨택 구조체, 도전성 부재, 조립체(assembly)), 회로를 지칭하는 용어(예: PCB, FPCB, 신호선, 급전선, 데이터 라인(data line), RF 신호 선, 안테나 선, RF 경로, RF 모듈, RF 회로) 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 개시가 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다. 또한, 이하 사용되는 '...부', '...기', '...물', '...체' 등의 용어는 적어도 하나의 형상 구조를 의미하거나 또는 기능을 처리하는 단위를 의미할 수 있다.

[29] 기존에는 복수의 RF 체인(chain)들을 포함하는 전자 장치에 있어서, 안테나에서 송신되는 신호의 전력을 측정하기 위하여, RF 체인 내부의 IC(integrated circuit)에 배치되는 센서가 이용되었다. 센서를 통해 측정되는 신호의 전압을 통하여 전력이 간접적으로 계산된다. 그러나, 안테나의 임피던스(impedance)가 일정한 경우에만 신호의 전압과 전력이 일정한 관계를 갖기 때문에, 실질적으로 안테나의 임피던스가 외부의 요인(예: 인접한 회로의 배치) 등에 의해 변경될 수 있어 신호의 전력을 신호의 전압만으로 측정하는

것은 정확하지 않을 수 있다.

[30] 이하, 본 개시에서는 안테나의 임피던스가 변화하는 환경에서도 RF 체인을 통과하는 신호의 전력을 정확하게 측정하기 위한 구조를 제안한다. RF 체인 상에 배치되는 전력 증폭기와 안테나 사이에 특정 길이의 전송 선로가 배치되고, 센서가 특정 길이의 전송 선로의 전단 및 후단에서 신호의 전압들을 획득함으로써, 전자 장치는 획득된 전압들을 기반으로 신호의 전력을 보다 정확하게 측정할 수 있다.

[31] 도 1은 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치의 예를 도시한다. 도 1에서는 설명의 편의를 위하여, 1개의 전력 증폭기, 1개의 안테나, 전력 증폭기와 안테나를 연결하는 1개의 전송 선로, 1개의 센서 및 1개의 ADC(analog to digital convertor) & Modem(modulation and demodulation)를 포함하는 전자 장치를 도시하나, 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 전자 장치는 복수의 전송 선로들에 의해 전력 증폭기 및 안테나가 연결될 수 있다. 다른 예를 들어, 도 2에서 후술하는 바와 같이, 전자 장치는 복수의 전력 증폭기들을 포함할 수 있다. 또 다른 예를 들어, 복수의 센서들이 전송 선로와 연결될 수 있다.

[32] 도 1을 참고하면, 전자 장치(100)는 전력 증폭기(power amplifier, PA)(110), 전송 선로(transmission line, T/L)(120), 안테나(140), 센서(sensor)(150), ADC & Modem(analog to digital convertor & modulation and demodulation)(160)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전력 증폭기(110)는, 도 8에서 후술하는 바와 같이, 복수의 RF 체인들을 포함하는 전자 장치(100)에 있어서 복수의 RF 체인들 상에 배치될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전력 증폭기(110)는 복수의 RF 체인들 중 적어도 하나의 RF 체인 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 전력 증폭기(110)는 복수의 RF 체인들 중 하나의 RF 체인 상에만 배치될 수 있다. 다른 예를 들어, 전력 증폭기(110)는 복수의 RF 체인들 중 인접하는 일부의 RF 체인들 상에서만 배치될 수도 있다. 또 다른 예를 들어, 전력 증폭기(110)는 복수의 RF 체인들 중 임의의 RF 체인들 상에 배치될 수 있다.

[33] 일 실시 예에 따르면, 전력 증폭기(110)는 전송 선로(120)와 연결될 수 있다. 예를 들어, 전력 증폭기(110)는 전송 선로(120)의 일단과 제1 연결부(131)로 지칭되는 임의의 일 부분에서 연결될 수 있다. 다른 일 실시 예에 따르면, 도 1에 도시되지는 않았으나, 전력 증폭기(110)는 복수의 전송 선로(120)들과 연결될 수 있다. 예를 들면, 전력 증폭기(110)는 2개 이상의 전송 선로(120)들과 연결될 수 있다.

[34] 일 실시 예에 따르면, 전력 증폭기(110)는 복수의 전력 증폭기로 형성될 수 있다. 예를 들어, 도 2에서 후술하는 바와 같이, 전력 증폭기(110)는 2개의 전력 증폭기들을 포함하는 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)로 형성될 수 있다.

[35] 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(120)의 일단은 전력 증폭기(110)의 출력단과 연결될 수 있고, 전송 선로(120)의 다른 일단은 안테나(140)와 연결될 수 있다. 일

실시 예에 따르면, 전송 선로(120)와 전력 증폭기(110)의 출력단 사이의 임의의 일 부분은 제1 연결부(131)로 지칭될 수 있고, 전송 선로(120)와 안테나(140) 사이의 임의의 일 부분은 제2 연결부(132)로 지칭될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(120)는 전력 증폭기(110)의 출력단에서 출력되는 신호를 안테나(140)로 전송하기 위한 경로(path)가 될 수 있다. 또한, 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(120)는 전력 증폭기(110)의 내부에 포함될 수 있다. 예를 들어, 도 2에서 후술하는 바와 같이, 전송 선로(120)는 도허티 전력 증폭기의 내부에 존재하는 특정 길이를 갖는 전송 선로(예: quarter wave 전송 선로)일 수 있다.

[36] 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(120)의 길이는 전력 증폭기(110)의 출력단에서 출력되는 신호의 파장(wavelength)과 관련이 있을 수 있다. 예를 들면, 전력 증폭기(110)에서 출력되는 신호의 파장을 λ라고 할 때, 전송 선로(120)의 길이는 λ/4로 형성될 수 있다. 다만, 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니며, 전자 장치(100)를 구성함에 있어서 전송 선로(120)의 길이가 달라질 수 있다. 예를 들면, 전송 선로(120)의 길이는 λ/4보다 짧게 형성될 수 있다. 다른 예를 들면, 전송 선로(120)의 길이는 λ/4보다 길게 형성될 수 있다. 즉, 전자 장치(100)를 구성함에 있어서, 안테나 및 신호의 설계적인 한계 또는 인접한 소자들의 영향을 고려하여 전송 선로(120)의 길이가 변경될 수 있음을 의미할 수 있다.

[37] 다른 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(120)는 집중 정수 회로(lumped circuit)를 통해 형성될 수 있다. 다시 말해서, 전송 선로(120)의 임피던스와 동일한 임피던스를 갖도록 형성되는 등가의 집중 정수 회로를 통해 전송 선로가 대체될 수 있다. 예를 들면, 전송 선로(120)와 등가인 집중 정수 회로를 형성하기 위해, 커패시터(capacitor)와 인덕터(inductor)의 조합으로 등가인 집중 정수 회로가 형성될 수 있다.

[38] 일 실시 예에 따르면, 안테나(140)는 적어도 하나의 안테나 엘리먼트(element)들에 의해서 형성될 수 있다. 예를 들면, mmWave(millimeter wave) 대역의 신호를 이용하는 전자 장치(100)의 경우, 빔포밍(beamforming)을 하기 위하여, 복수의 안테나 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 이 경우, 복수의 안테나 엘리먼트들 중에서 일부의 안테나 엘리먼트들에 의해 하나의 서브 어레이(sub array)가 형성될 수 있다. 도 1에서는, 설명의 편의를 위하여 하나의 안테나(140)로 도시되어 있으나, 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니며, 복수의 안테나 엘리먼트들에 연결되는 노드(node)와 전송 선로(120)가 연결된 것을 의미할 수 있다.

[39] 일 실시 예에 따르면, 센서(150)는 전송 선로(120)와 전력 증폭기(110) 사이의 일 부분인 제1 연결부(131)에서 전기적으로 연결될 수 있다. 또한, 센서(150)는 전송 선로(120)와 안테나(140) 사이의 일 부분인 제2 연결부(132)에서 전기적으로 연결될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 센서(150)는 제1 연결부(131)와 제2 연결부(132)에서 각각 전송되는 신호의 전압의 값을 측정할 수 있다. 예를 들면, 전송되는 신호의 제1 연결부(131)에서의 전압을 제1 전압, 제2

연결부(132)에서의 전압을 제2 전압이라 할 때, 센서는 제1 전압 및 제2 전압의 값을 측정할 수 있다. 이 때, 센서(150)가 측정하는 신호의 제1 전압의 값과 제2 전압의 값은 전압의 피크(peak) 값을 의미할 수 있다. 다른 일 실시 예에 따르면, 전송되는 신호의 제1 연결부(131)에서 복수의 전압들의 값들을, 제2 연결부(132)에서 복수의 전압들의 값들을 측정할 수 있다. 예를 들어, 제1 연결부(131)와 인접한 지점들(예: 3개)의 전압들을 측정하여 대표값(예: 평균값, 최대값 등)에 의해 표현되는 값이 제1 전압을 의미할 수 있다. 다른 예를 들어, 제1 연결부(131)에서 특정 주기마다 전압을 측정하여 측정된 전압들의 대표값에 의해 표현되는 값이 제1 전압을 의미할 수 있다. 본 개시에서 전압을 측정한다는 의미는 전압의 값을 획득한다는 의미로 이해될 수 있다.

[40] 일 실시 예에 따르면, 센서(150)는 획득된 신호의 전압들의 값들을 ADC & Modem(160)으로 전송할 수 있다. 자세하게는, 센서(150)는 제1 연결부(131) 및 제2 연결부(132)에서 획득된 전압의 값들을 ADC를 통해 획득된 신호의 전압의 값들을 디지털화(digitalize)하여 Modem으로 전송할 수 있다.

[41] 일 실시 예에 따르면, ADC & Modem(160)은 획득된 신호의 전압들의 값들을 이용하여 신호의 전력을 계산할 수 있다. 다시 말해서, 센서(150)를 통해 획득된 신호의 전압의 값들이 ADC를 통하여 디지털화된 값이 Modem으로 전달되어 획득된 신호의 전압의 값들을 전력으로 환산(또는 계산)할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, ADC & Modem(160)은 획득된 신호의 전압의 값들의 평균값을 이용하여 전력을 계산할 수 있다. 예를 들어, 제1 전압의 값을 V_1, 제2 전압의 값을 V_2라고 할 때, ADC & Modem(160)은 제1 전압 및 제2 전압의 값들의 산술 평균인 $(V_1+V_2)/2$를 통해 전력을 계산할 수 있다. 다른 예를 들어, ADC & Modem(160)은 제1 전압과 제2 전압의 값들의 기하 평균(예: $\sqrt{V_1V_2}$)을 통해 전력을 계산할 수 있다. 다른 일 실시 예에 따르면, ADC & Modem(160)은 제1 전압과 제2 전압의 값들의 최대값, 중간값 또는 특정 값에 대한 가중치 중 적어도 하나에 기반하여 신호의 전력을 계산할 수 있다. 예를 들어, 제1 전압에 대한 제1 가중치를 w_1, 제2 전압에 대한 제2 가중치를 w_2라고 할 때, ADC & Modem(160)은 제1 전압 및 제2 전압의 값들의 가중치에 의한 전압 $V=w_1V_1+w_2V_2$(이 때, $w_1+w_2=1$)를 통해 전력을 계산할 수 있다.

[42] 상술한 바와 같이, 전자 장치(100)는 전력 증폭기(110)와 안테나(140) 사이에 전송 선로(120)를 포함하는 구조로 형성될 수 있고, 전자 장치(100)의 센서(150)는 제1 연결부(131)와 제2 연결부(132)에서 신호의 전압들의 값들을 측정할 수 있다. 또한, 센서(150)에 의해 획득된 신호의 전압들의 값들을 ADC & Modem(160)이 평균값 등으로 환산하여 안테나(140)에 의해 송출되는 신호의 전력을 계산할 수 있다.

[43] 이하, 도 2에서는 도 1의 전력 증폭기와 전송 선로를 대신하여 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)를 이용하는 전자 장치의 구조에 대하여 설명한다.

[44] 도 2는 본 개시의 일 실시 예에 따른 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)를 포함하는 전자 장치의 예를 도시한다. 도 2에서는 설명의 편의를 위하여, 1개의 도허티 전력 증폭기, 1개의 안테나, 1개의 센서 및 1개의 ADC(analog to digital convertor)&Modem(modulation and demodulataion)를 포함하는 전자 장치를 도시하나, 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 전자 장치는 하나의 노드에 의해서 연결된 복수의 안테나들을 포함할 수 있고, 상기 하나의 노드와 도허티 전력 증폭기의 출력단이 연결될 수 있다. 다른 예를 들어, 복수의 센서들이 전송 선로와 연결될 수 있다.

[45] 도 2를 참고하면, 전자 장치(200)는 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)(210), 안테나(240), 센서(sensor)(250), ADC & Modem(analog to digital convertor & modulation and demodulation)(260)을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 도허티 전력 증폭기(210)는 도 8에서 후술하는 바와 같이, 복수의 RF 체인들을 포함하는 전자 장치(200)에 있어서 복수의 RF 체인들 상에 배치될 수 있다. 다른 일 실시 예에 따르면, 도허티 전력 증폭기(210)는 복수의 RF 체인들 중 적어도 하나의 RF 체인 상에 배치될 수 있다. 예를 들어, 도허티 전력 증폭기(210)는 복수의 RF 체인들 중 하나의 RF 체인 상에만 배치될 수 있다. 다른 예를 들어, 전력 증폭기(210)는 복수의 RF 체인들 중 인접하는 일부의 RF 체인들 상에서 배치될 수도 있다. 또 다른 예를 들어, 도허티 전력 증폭기(210)는 복수의 RF 체인들 중 임의의 RF 체인들 상에 배치될 수 있다.

[46] 일 실시 예에 따르면, 도허티 전력 증폭기(210)는 하나의 메인 전력 증폭기(main power amplifier)(211)와 하나의 피크 전력 증폭기(peak power amplifier)(212) 및 메인 전력 증폭기(211)와 피크 전력 증폭기(212)를 연결하는 적어도 하나의 전송 선로(220)와 연결될 수 있다. 도 2에서는 설명의 편의를 위하여, 메인 전력 증폭기(211)와 피크 전력 증폭기(212)를 연결하는 전송 선로(220)는 하나의 전송 선로(220)라고 가정한 것에 불과하며 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 메인 전력 증폭기(211)와 피크 전력 증폭기(212)들의 각각의 입력단에서도 신호의 분배를 위한 전송 선로가 배치될 수 있다. 다시 말해서, 도 2에서의 전송 선로(220)는 도허티 전력 증폭기(210)의 내부에 존재하는 전송 선로를 의미하는 것이며, 추가적인 전송 선로를 전자 장치(200)에 배치하는 것이 아닐 수 있다. 따라서, 도 1에서의 전송 선로(120)와 도 2에서의 전송 선로(220)는 동일한 전송 선로를 의미하는 것이 아닐 수 있다.

[47] 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(220)의 일단은 메인 전력 증폭기(211)의 출력단과 연결될 수 있고, 전송 선로(220)의 다른 일단은 피크 전력 증폭기(212) 및 안테나(240)와 연결될 수 있다. 예를 들어, 전송 선로(220)와 메인 전력 증폭기(211) 사이의 임의의 일 부분은 제1 연결부(231)로 지칭될 수 있다. 다른 예를 들어, 전송 선로(220)와 피크 전력 증폭기(212) 또는 전송 선로(220)와 안테나(240) 사이의 임의의 일 부분은 제2 연결부(232)로 지칭될 수 있다. 도 2에서는, 전송 선로(220)와 안테나(240) 사이의 임의의 일 부분이 제2

연결부(232)로 도시되었으나, 실질적으로, 전송 선로(220)와 피크 전력 증폭기(212) 사이의 임의의 일 부분이 제2 연결부(232)가 되더라도 전기적으로 동일한 노드(node)에 해당되는 바 동일하게 이해될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(220)는 도허티 전력 증폭기(210)의 내부에 배치될 수 있고, 이는 도허티 전력 증폭기(210) 내부의 각각의 전력 증폭기들의 출력단에서 출력되는 신호들을 안테나(240)로 전송하기 위한 경로(path)가 될 수 있다.

[48] 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(220)의 길이는 도허티 전력 증폭기(210)의 메인 전력 증폭기(211) 및 피크 전력 증폭기(212)의 출력단에서 출력되는 신호들의 파장(wavelength)과 관련이 있을 수 있다. 예를 들면, 도허티 전력 증폭기(210)에서 출력되는 신호의 파장을 λ라고 할 때, 전송 선로(220)의 길이는 λ/4로 형성될 수 있다.

[49] 일 실시 예에 따르면, 안테나(240)는 적어도 하나의 안테나 엘리먼트(element)들에 의해서 형성될 수 있다. 예를 들면, mmWave 대역의 신호를 이용하는 전자 장치(200)는, 빔포밍(beamforming)을 하기 위하여, 복수의 안테나 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 이 경우, 복수의 안테나 엘리먼트들 중에서 일부의 안테나 엘리먼트들에 의해 하나의 서브 어레이(sub array)가 형성될 수 있다. 도 1에서는, 설명의 편의를 위하여 하나의 안테나(240)로 도시되어 있으나, 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니며, 복수의 안테나 엘리먼트들에 연결되는 노드(node)와 전송 선로(220)가 연결된 것을 의미할 수 있다.

[50] 일 실시 예에 따르면, 센서(250)는 전송 선로(220)와 도허티 전력 증폭기(210)의 메인 전력 증폭기(211) 사이의 일 부분인 제1 연결부(231)에서 전기적으로 연결될 수 있다. 또한, 센서(250)는 전송 선로(220)와 안테나(240) 또는 전송 선로(220)와 피크 전력 증폭기(212) 사이의 일 부분인 제2 연결부(232)에서 전기적으로 연결될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 센서(250)는 제1 연결부(231)와 제2 연결부(232)에서 각각 전송되는 신호의 전압의 값을 측정할 수 있다. 예를 들면, 전송되는 신호의 제1 연결부(231)에서의 전압을 제1 전압, 제2 연결부(232)에서의 전압을 제2 전압이라 할 때, 센서는 제1 전압 및 제2 전압의 값을 측정할 수 있다. 이 때, 센서(250)가 측정하는 신호의 제1 전압의 값과 제2 전압의 값은 전압 피크(peak) 값을 의미할 수 있다. 다른 일 실시 예에 따르면, 전송되는 신호의 제1 연결부(231)에서 복수의 전압들의 값들을, 제2 연결부(232)에서 복수의 전압들의 값들을 측정할 수 있다. 예를 들어, 제1 연결부(231)와 인접한 지점들(예: 3개)의 전압들을 측정하여 대표값(예: 평균값, 최대값 등)에 의해 표현되는 값이 제1 전압을 의미할 수 있다. 다른 예를 들어, 제1 연결부(231)에서 특정 주기마다 전압을 측정하여 측정된 전압들의 대표값에 의해 표현되는 값이 제1 전압을 의미할 수 있다. 본 개시에서 전압을 측정한다는 의미는 전압의 값을 획득한다는 의미로 이해될 수 있다.

[51] 일 실시 예에 따르면, 센서(250)는 획득된 신호의 전압의 값들을 ADC &

Modem(260)으로 전송할 수 있다. 자세하게는, 센서(250)는 제1 연결부(231) 및 제2 연결부(232)에서 획득된 전압의 값들을 ADC를 통해 획득된 신호의 전압의 값들을 디지털화(digitalize)하여 Modem으로 전송할 수 있다.

[52] 일 실시 예에 따르면, ADC & Modem(260)은 획득된 신호의 전압의 값들을 이용하여 신호의 전력을 계산할 수 있다. 다시 말해서, 센서(250)를 통해 획득된 신호의 전압의 값들이 ADC를 통하여 디지털화된 값이 Modem으로 전달되어 획득된 신호의 전압의 값들을 전력으로 환산(또는 계산)할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, ADC & Modem(260)은 획득된 신호의 전압의 값들의 평균값을 이용하여 전력을 계산할 수 있다. 예를 들어, 제1 전압의 값을 V_1, 제2 전압의 값을 V_2라고 할 때, ADC & Modem(260)은 제1 전압 및 제2 전압의 값들의 산술 평균인 $(V_1+V_2)/2$를 통해 전력을 계산할 수 있다. 다른 예를 들어, ADC & Modem(260)은 제1 전압과 제2 전압의 값들의 기하 평균(예: $\sqrt{V_1V_2}$)을 통해 전력을 계산할 수 있다. 다른 일 실시 예에 따르면, ADC & Modem(260)은 제1 전압과 제2 전압의 값들의 최대값, 중간값 또는 특정 값에 대한 가중치 중 적어도 하나에 기반하여 신호의 전력을 계산할 수도 있다. 예를 들어, 제1 전압에 대한 제1 가중치를 w_1, 제2 전압에 대한 제2 가중치를 w_2라고 할 때, ADC & Modem(160)은 제1 전압 및 제2 전압의 값들의 가중치에 의한 전압 $V=w_1V_1+w_2V_2$ (이 때, $w_1+w_2=1$)를 통해 전력을 계산할 수 있다.

[53] 상술한 바와 같이, 전자 장치(200)는 도허티 전력 증폭기(210)와 안테나(240)를 포함하는 구조로 형성될 수 있고, 전자 장치(200)의 센서(250)는 제1 연결부(231)와 제2 연결부(232)에서 신호의 전압의 값을 측정할 수 있다. 또한, 센서(250)에 의해 획득된 신호의 전압들의 값들을 ADC & Modem(260)이 평균값 등으로 환산하여 안테나(240)에 의해 송출되는 신호의 전력을 계산할 수 있다.

[54] 기존에는 센서에 의해서 전력 증폭기와 안테나 사이의 일 지점에서 신호의 전압을 측정하여 신호의 전력을 계산하였으나 이는 안테나의 임피던스(impedance)가 변화함에 따라 전압과 전력 사이의 관계가 일정하지 않을 수 있는 바, 신호의 전력을 측정함에 있어서 오차가 발생될 수 있다. 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따른 특정 길이를 갖는 전송 선로의 전단 및 후단의 전압을 측정하도록 센서와 전기적으로 연결되어 있는 구조(이하, quarter wave 전송 선로 기반 센싱 구조)를 통하여, 전송 선로의 전단 및 후단에서 획득되는 전압들의 대표값(예: 평균값, 중간값, 가중치, 최댓값 등)을 통해 전력을 계산함으로써, 전력 계산의 오차가 최소화될 수 있다. 이에 대한 구체적인 과정은 도 3a 내지 도 7을 통해 서술된다.

[55] 이하에서는, 센서에 의해서 측정되는 전압들의 산술 평균에 의한 평균값에 기반하여 전력이 계산되는 예로 서술하지만, 전술한 바와 같이 기하 평균, 가중치 등을 이용하여 계산된 전압값에 의해 전력이 계산될 수 있다.

[56] 도 3a는 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치의 회로도의 예를 도시한다. 도 3b는 본 개시의 일 실시 예에 따른 안테나의 임피던스(impedance)를 나타내는

스미스 차트(smith chart)의 예를 도시한다. 도 3a에서는, 설명의 편의를 위하여 도 1의 전자 장치(100)를 간소화한 전자 장치(300)의 회로도를 도시한다. 따라서, 도 3a의 전자 장치(300)는 도 1의 전자 장치(100)와 동일하게 이해될 수 있다. 예를 들어, 도 1의 전력 증폭기(110)에 대한 설명은 도 3의 전력 증폭기(310)에 적용될 수 있다. 다만, 도 3a는 설명의 편의를 위하여 도 1의 전자 장치(100)를 간소화한 회로도에 불과하며, 도 3a의 전자 장치(300)는 도 2의 도허티 전력 증폭기(210)를 이용한 전자 장치(200)와 동일하게 이해될 수 있다.

[57] 도 3a를 참고하면, 전자 장치(300)는 전력 증폭기(310), 전송 선로(320) 및 안테나(340)를 포함할 수 있다. 전력 증폭기(310)는 등가 임피던스(impedance) 및 전원으로 치환될 수 있다. 또한, 안테나(340)는 등가 임피던스로 치환될 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제1 연결부(331)는 전송 선로(320)와 전력 증폭기(310) 사이의 임의의 일 부분일 수 있고, 제2 연결부(332)는 전송 선로(320)와 안테나(340) 사이의 임의의 일 부분일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 센서(미도시)는 제1 연결부(331)와 제2 연결부(332)에서 각각 신호의 제1 전압 및 제2 전압의 값을 측정할 수 있다. 센서는 획득된 신호의 제1 전압 및 제2 전압의 값을 전자 장치(300)의 ADC & Modem(미도시)로 전송할 수 있고, 이를 통해 ADC & Modem은 신호의 전력을 계산할 수 있다. 예를 들어, 신호의 전력은 제1 전압 및 제2 전압 값들의 평균값으로 계산될 수 있다.

[58] 일 실시 예에 따르면, 전송 선로(320)의 길이는 전송 선로(320)를 통과하는 신호의 파장의 길이와 관련이 있을 수 있다. 예를 들어, 신호의 파장을 λ라고 할 때, 전송 선로(320)의 길이는 λ/4일 수 있다. 설명의 편의를 위하여, 이하에서는 전송 선로(320)의 길이는 신호의 파장/4(λ/4)임을 가정한다.

[59] 일 실시 예에 따르면, 안테나(340)의 임피던스는 페이저(phasor)의 형식으로 표현될 수 있다. 도 3a의 그림(341)에서 도시된 바와 같이, 안테나(340)의 임피던스는 임피던스의 크기를 의미하는 r과, 임피던스의 위상(phase)을 나타내는 θ_0의 함수에 의해서 정의될 수 있다. 상기 r은 전압 정재파비(voltage standing wave ratio, VSWR)와 기준 저항 R_0의 곱으로 표현될 수 있다. 즉, $r=VSWR*R_0$일 수 있다.

[60] 이하에서는, 설명의 편의를 위하여, 안테나(340) 임피던스의 반사 손실(return loss)이 약 10dB, 기준 저항 R_0는 50Ω임이 가정된다. 다시 말해서, 안테나(340) 임피던스의 반사 손실이 약 10dB값을 갖는 경우, VSWR과 반사 손실의 관계에 의해서 VSWR은 약 1.925값을 갖는 것을 의미할 수 있다. 또한, 일반적으로 전송 선로(320)의 임피던스가 약 33Ω을 갖는 경우 전력 전송(power transfer)의 효율이 가장 좋을 수 있고, 전송 선로(320)의 임피던스가 약 75Ω을 갖는 경우 신호파형의 왜곡(distortion)이 가장 작게 형성될 수 있다. 따라서, 전송 선로(320)의 임피던스가 중간값인 약 50Ω을 갖는 경우, 높은 전력 전송 효율과 낮은 왜곡을 갖는 신호파형이 형성되는 전송 선로(320)를 설계할 수 있고, 이에 따라, 매칭(matching)되는 안테나(340)의 임피던스 또한 약 50Ω인 경우, 안테나(340)가

신호를 방사함에 있어서, 높은 효율을 가질 수 있다. 따라서, 안테나(340) 임피던스의 기준 저항 R_0를 약 50Ω임을 가정한다.

[61] 도 3b를 참고하면, 스미스 차트(smith chart)상의 제1 점(342)은 r과 θ_0로 표현될 수 있는 안테나의 임피던스를 의미할 수 있다. 제2 점(351)은 VSWR이 1이고, 특성 임피던스(characteristic impedance)를 기준 저항 R_0(50Ω)으로 일반화한 지점을 의미할 수 있다. 제1 원(353)은 VSWR이 1.5 인 지점들의 집합을 의미할 수 있다. 제2 원(355)은 VSWR이 2인 지점들의 집합을 의미할 수 있다. 일 실시예에 따르면, 제1 점(342)은 안테나(340)의 임피던스가 변화함에 따라, R_{max} 지점 내지 R_{min}지점으로 변화할 수 있다. 상기 R_{max}는 VSWR*R_0을 의미할 수 있고, 상기 R_{min}은 VSWR/R_0을 의미할 수 있다. 예를 들어, 상기 R_0는 기준 저항을 의미할 수 있고, 50Ω을 의미할 수 있다. 즉, R_{max}의 크기는 약 100Ω일 수 있고, R_{min}의 크기는 약 25Ω일 수 있다. 도 3b에서 도시하는 바와 같이, 안테나(340)의 임피던스는 변화할 수 있고, 안테나(340)의 임피던스가 변화함에 따라 도 3a의 제1 연결부(331)의 제1 전압 및 제2 연결부(332)의 제2 전압은 변화될 수 있다. 이하, 도 3c에서는 임피던스의 변화에 따른 제1 전압 및 제2 전압의 변화를 설명한다.

[62] 도 3c는 본 개시의 일 실시 예에 따른 안테나의 임피던스 변화에 따른 전압 피크(voltage peak)를 나타내는 그래프의 예이다. 도 3c의 그래프(360)의 가로축은 안테나의 임피던스의 위상(phase)(단위: degree, °)을 의미하고, 그래프(360)의 세로축은 도 3a의 전력 증폭기에서 0dBm의 신호가 출력되는 경우, 제1 연결부 및 제2 연결부에서 획득되는 신호의 전압 피크(voltage peak) 값(단위: volt, V)을 의미한다. 또한, 설명의 편의를 위해 도 3a의 전송 선로(320) 자체의 손실(loss)은 제외하여 도시하였다.

[63] 도 3c를 참고하면, 그래프(360)에서는 도 3a의 제1 연결부(331)에서 획득되는 제1 전압의 전압 피크 값을 나타내는 제1 라인(371), 도 3b의 제2 연결부(332)에서 획득되는 제2 전압의 전압 피크 값을 나타내는 제2 라인(372), 제1 전압과 제2 전압의 전압 피크 값의 평균값을 나타내는 제3 라인(380), 기준 저항(약 50Ω)에서의 기준 전압 V_0의 전압 피크 값을 나타내는 제4 라인(390)이 도시된다.

[64] 제1 라인(371)을 참고하면, 제1 전압의 전압 피크 값은 안테나 임피던스의 위상이 변화함에 따라 변화될 수 있다. 예를 들어, 안테나 임피던스의 위상이 0°일 때, 제1 전압의 전압 피크 값은 약 0.22V일 수 있다. 또한, 안테나 임피던스의 위상이 180° 일 때, 제1 전압의 전압 피크 값은 약 0.42V일 수 있다. 제2 라인(372)을 참고하면, 제2 전압의 전압 피크 값은 안테나 임피던스의 위상이 변화함에 따라 변화될 수 있다. 예를 들어, 안테나 임피던스의 위상이 0°일 때, 제2 전압의 전압 피크 값은 약 0.42V일 수 있다. 또한, 안테나 임피던스의 위상이 180° 일 때, 제2 전압의 전압 피크 값은 약 0.22V일 수 있다.

[65] 제1 라인(371) 및 제2 라인(372)을 참고하면, 제1 라인(371)은 제2 라인(372)을 기준으로 180°의 위상차를 갖도록 형성될 수 있다. 제1 라인(371)과 제2

라인(372)이 180°의 위상차를 갖는 것은, 도 3a의 특정 길이를 갖는 전송 선로(320)(예: quarter wave 전송 선로)를 지나는 신호와 상기 신호의 반사파의 합성에 의해서 180°의 위상차를 갖는 것일 수 있다. 상술한 바와 같이 180°의 위상차를 갖기 위해서는, 전송 선로(320)의 길이가 전송 선로(320)를 통과하는 신호의 파장/4의 길이를 갖는 경우 제1 전압과 제2 전압 사이에서 180°의 위상차가 형성될 수 있다. 이를 안테나의 임피던스 측면에서 해석하면, 제1 라인(371)과 제2 라인(372)에서 전압 피크 값이 최대 및 최소인 지점 사이의 위상의 차이가 180°로 형성되는 것은 도 3b의 스미스 차트에서 각각 안테나의 임피던스가 R_{max}, R_{min}의 값을 갖는 경우를 의미할 수 있다. 예를 들어, 기준 저항 R_0가 50Ω인 경우, R_{min}은 25Ω을, R_{max}는 100Ω을 의미할 수 있다.

[66] 제1 전압 및 제2 전압의 전압 피크 값들의 평균값을 의미하는 제3 라인(380)을 기준 전압과 반사 계수의 식으로 나타내면 이하의 <수학식1>과 같다.

[67] [수식1]

$$V_{avg} = \frac{\sqrt{(1 + |\Gamma|^2 + 2|\Gamma|\cos\Theta_0)} + \sqrt{(1 + |\Gamma|^2 - 2|\Gamma|\cos\Theta_0)}}{2} V_0$$

[68] 상기 V_{avg}는 제1 전압과 제2 전압의 값의 산술 평균값, 상기 Γ은 안테나 임피던스의 반사 계수(reflection coefficient), 상기 V_0는 안테나의 임피던스가 기준 저항 R_0(예: 50Ω)인 경우 안테나에서 송출되는 신호의 기준 전압, 상기 θ_0는 안테나의 임피던스의 위상을 의미한다.

[69] 제3 라인(380)을 참고하면, 제1 전압 및 제2 전압의 전압 피크 값들의 평균값은 안테나 임피던스의 위상이 변화함에 따라 변화될 수 있다. 예를 들어, 안테나 임피던스의 위상이 0°일 때, 제1 전압과 제2 전압의 전압 피크 값들의 평균값은 약 0.3V일 수 있다. 안테나 임피던스의 위상이 약 90°일 때, 제1 전압과 제2 전압의 전압 피크 값들의 평균값은 약 0.32V일 수 있다. 안테나 임피던스의 위상이 약 180°일 때, 제1 전압과 제2 전압의 전압 피크 값들의 평균값은 약 0.3V일 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 안테나 임피던스의 위상 변화에 따른 전압 피크 값의 변화는 기준 전압을 의미하는 제4 라인(390)을 기준으로 제3 라인(380)이 제1 라인(371) 및 제2 라인(372)에 비하여 변화의 정도가 낮게 형성될 수 있다. 다시 말해서, 제1 전압 및 제2 전압의 각각의 전압 피크 값에 비하여, 제1 전압 및 제2 전압의 평균값의 전압 피크 값이 오차가 낮음을 의미할 수 있다.

[70] 일 실시 예에 따르면, 제3 라인(380)은 제1 라인(371) 및 제2 라인(372)과 비교할 때, 안테나의 임피던스가 기준 저항 R_0값을 유지하여 기준 전압 V_0값을 유지하는 제4 라인(390)과 오차가 가장 낮게 형성될 수 있다. 예를 들어, 안테나 임피던스의 위상이 0°일 때, 제3 라인(380)과 제4 라인(390)은 일치할 수 있고, 안테나 임피던스의 위상이 180°일 때, 제3 라인(380)과 제4 라인(390)은 일치할 수 있다. 즉, 도 3a와 같이, 전송 선로(320)의 길이가 전송 선로(320)를 통과하는 신호의

파장/4의 길이를 갖는 경우, 전송 선로(320)의 전단(예: 제1 연결부) 및 후단(예: 제2 연결부)을 측정 및 획득되는 신호의 전압 값들의 평균값으로 전력을 계산하면 그렇지 않은 경우에 비하여 전력 측정의 오차가 낮게 형성될 수 있다.

[71] 상술한 바와 같이, 전력 증폭기와 안테나 사이의 일 부분에서 획득되는 신호의 전압을 통해 신호의 전력을 측정하는 것은 오차가 발생될 수 있다. 예를 들어, 안테나 임피던스의 반사 계수가 약 10dB임을 가정할 때, VSWR(voltage standing wave ratio)는 약 1.925일 수 있고, VSWR의 정의에 따라 안테나 단에 인가되는 전압은 최대 약 2배까지 변화될 수 있다. 이를 데시벨(decibel)의 값으로 환산하면, 측정되는 전압의 오차가 약 6dB 만큼 발생됨을 의미할 수 있다. 일반적으로 mmWave 대역의 신호를 이용하는 전자 장치의 경우, 다수의 RF 체인(chain)들이 이용될 수 있는 바, 각각의 RF 체인에서 발생되는 오차에 의해 전자 장치에서는 더 높은 오차가 형성될 수 있다. 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따른 quarter waver 전송 선로 기반 센싱 구조는, 전송 선로(예: quarter wave 전송 선로)의 전단(예: 제1 연결부) 및 후단(예: 제2 연결부)의 전압 값들의 평균값에 의해 전력을 계산함으로써, 종래보다 낮은 오차의 전력을 계산할 수 있다.

[72] 이하에서는, 본 개시의 일 실시 예에 따른 장치 및 방법에 의해 계산되는 전력 및 안테나에 기준 전압이 인가되는 경우의 전력 사이의 오차를 설명한다. 또한, 본 개시의 일 실시 예에 따른 장치 및 방법에 따라 측정된 복수의 전압들에 대한 평균값(예: 산술 평균)에 의해 전력을 계산하는 것과, 본 개시의 다른 일 실시 예에 따른 장치 및 방법인 측정된 복수의 전압들의 곱연산에 의해 전력을 계산하는 것을 비교하여 설명한다.

[73] 도 4는 본 개시의 일 실시 예에 따른 안테나의 임피던스 변화에 따른 전력 센싱 에러(power sensing error)를 나타내는 그래프의 예이다. 그래프(400)에서는 도 3c의 제3 라인(380)의 전압 피크 값에 따른 전력의 오차를 제4 라인(390)의 전압 피크 값에 따른 전력의 오차와 비교하여 도시한다. 그래프(400)의 가로축은 안테나 임피던스의 위상(phase)(단위: degree, °)을 의미하고, 그래프(400)의 세로축은 전력 센싱 에러(power sensing error)(단위: decibel, dB)을 의미한다. 설명의 편의를 위하여, 그래프(400)는 VSWR(voltage standing wave ratio)는 1.925임을 가정한다.

[74] 도 4를 참고하면, 그래프(400)에서는 도 3c의 그래프에서 제3 라인(380)의 전압 피크 값에 따른 전력의 오차를 나타내는 제5 라인(410), 도 3c의 그래프에서 제4 라인(390)의 전압 피크 값에 따른 전력의 오차를 나타내는 제6 라인(430)이 도시된다.

[75] 제5 라인(410)을 참고하면, 전력 센싱 에러(power sensing error)는 신호의 위상이 변화함에 따라 변화될 수 있다. 예를 들어, 안테나 임피던스의 위상이 0°일 때, 전력 센싱 에러 값은 약 0dB일 수 있다. 안테나 임피던스의 위상이 180°일 때, 전력 센싱 에러 값은 약 0dB일 수 있다. 또한, 안테나 임피던스의 위상이 약 90°일 때, 전력 센싱 에러 값은 약 0.412dB일 수 있다. 이와 달리, 제6

라인(430)을 참고하면, 전력 센싱 에러는 신호의 위상이 변화함에 따라 0dB로 유지될 수 있다. 제6 라인(430)은 안테나에 인가되는 기준 전압 값을 갖는 신호의 전력인 바 전력 센싱 에러(즉, 오차)가 존재하지 않을 수 있다.

[76] 제5 라인(410)과 제6 라인(430)을 비교하면, 전력 센싱 에러 값의 최대 에러(max error)는 약 0.412dB로 형성될 수 있다. 제6 라인(430) 대비 제5 라인(410)의 최대 에러의 값은 VSWR 또는 반사 계수(coefficient)에 의해 정의될 수 있다. 이는 이하의 <수학식 2>와 같다.

[77] [수식2]

$$Max\ Error = 10\log(1 + |\Gamma|^2) = 10\log(1 + \left|\frac{VSWR - 1}{VSWR + 1}\right|^2)$$

[78] 상기 Max Error는 전력 센싱 에러 값의 최대 에러, 상기 Γ은 안테나 임피던스의 반사 계수(reflection coefficient), 상기 VSWR은 안테나 임피던스의 전압 정재파비를 의미한다.

[79] 상술한 수학식 및 그래프(400)를 참고하면, 전력 센싱 에러 값의 최대 에러 값은 VSWR 또는 반사 계수에 의해 변화될 수 있다. 예를 들어, 전력 센싱 에러 값은 VSWR이 1에 가까워질수록 최대 에러가 낮아질 수 있다. 다른 예를 들어, 전력 센싱 에러 값은 반사 계수가 0에 가까워질수록 최대 에러가 낮아질 수 있다.

[80] 도 3 및 도 4를 참고하면, 전력 센싱 에러 값은 신호의 전압 피크 값에 의해서 계산될 수 있고, 전력 센싱 에러 값은 전압 피크 값이 기준 전압과 비교하여 차이가 클수록 최대 에러가 크게 형성될 수 있다. 다시 말해서, 전압 피크 값이 기준 전압과 비교하여 차이가 클수록 전력을 센싱하는 과정에서 발생되는 오차가 높아짐을 의미할 수 있다. 따라서, 본 개시의 일 실시 예에 따른 장치 및 방법에 따른 전력 측정은 종래의 기술에 따른 전력 측정에 비하여 오차가 낮게 형성될 수 있다.

[81] 상술한 바와 같이, 도 4에서는 전송 선로의 전단(예: 제1 연결부) 및 후단(예: 제2 연결부)의 전압 피크 값들의 평균값(예: 산술 평균)을 통해 전력을 계산하고, 계산된 전력을 기준 전압에 의한 전력 대비 오차를 비교하였다. 이하 도 5에서는, 전송 선로의 전단 및 후단의 전압 피크 값들의 평균값에 기반한 전력 센싱 에러와 전송 선로의 전단 및 후단의 전압 피크 값들을 곱 연산 방식으로 계산한 전력 센싱 에러를 비교하여 설명한다.

[82] 도 5는 본 개시의 일 실시 예에 따른 안테나 임피던스의 변화에 따른 전력 센싱 에러(power sensing error)를 나타내는 그래프의 다른 예이다. 그래프(500)의 가로축은 안테나 임피던스의 위상(phase)(단위: degree, °)을 의미하고, 그래프(500)의 세로축은 전력 센싱 에러(power sensing error)(단위: decibel, dB)을 의미한다. 설명의 편의를 위하여, 그래프(500)는 VSWR(voltage standing wave ratio)는 1.925임을 가정한다.

[83] 도 5를 참고하면, 그래프(500)에서는 도 3c의 그래프에서 제3 라인(380)의 전압

피크 값에 따른 전력의 오차를 나타내는 제7 라인(510), 도 3c의 그래프에서 제1 라인(371)과 제2 라인(372)의 전압 피크 값들을 곱하여 계산된 전력의 오차를 나타내는 제8 라인(520), 도 3c의 그래프에 제4 라인(390)의 전압 피크 값에 따른 전력의 오차를 나타내는 제9 라인(530)이 도시된다. 그래프(500)의 제7 라인(510)은 도 4의 그래프(400)의 제5 라인(410)과 동일하게 이해될 수 있다. 또한, 그래프(500)의 제9 라인(530)은 도 4의 그래프(400)의 제6 라인(430)과 동일하게 이해될 수 있다. 다시 말해서, 도 4의 제5 라인(410)과 제6 라인(430)에 대한 설명은 도 5의 제7 라인(510) 및 제9 라인(530)에 대하여 동일하게 적용될 수 있다.

[84] 제8 라인(520)을 참고하면, 전력 센싱 에러(power sensing error)는 안테나 임피던스의 위상이 변화함에 따라 변화될 수 있다. 예를 들어, 안테나 임피던스의 위상이 0°일 때, 전력 센싱 에러 값은 약 -0.44dB일 수 있다. 안테나 임피던스의 위상이 180°일 때, 전력 센싱 에러 값은 약 -0.44dB일 수 있다. 또한, 안테나 임피던스의 위상이 약 90°일 때, 전력 센싱 에러 값은 약 0.412dB일 수 있다.

[85] 제8 라인(520)과 제9 라인(530)을 비교하면, 전력 센싱 에러 값의 최대 에러(max error)는 약 -0.44dB로 형성될 수 있다. 제9 라인(530) 대비 제8 라인(520)의 최대 에러의 값은 VSWR 또는 반사 계수(coefficient)에 의해 정의될 수 있다. 이는 이하의 <수학식 3>와 같다.

[86] [수식3]

$$Max\ Error = 10\log(1 + \frac{1 + |\Gamma|^2}{1 - |\Gamma|^2})$$

[87] 상기 Max Error는 전력 센싱 에러 값의 최대 에러, 상기 Γ은 안테나 임피던스의 반사 계수(reflection coefficient)를 의미한다.

[88] 상술한 수학식 및 그래프(500)를 참고하면, 전력 센싱 에러 값의 최대 에러 값은 반사 계수에 의해 변화될 수 있다. 예를 들어, 전력 센싱 에러 값은 반사 계수가 0에 가까워질수록 최대 에러가 낮아질 수 있다.

[89] 제7 라인(510)과 제8 라인(520)을 비교하면, 안테나 임피던스의 위상이 약 90°일 때, 전력 센싱 에러 값은 약 0.412dB로 비슷하나, 안테나 임피던스의 위상이 약 0°또는 180°일 때, 전력 센싱 에러 값은 약 0.44dB만큼 차이가 있을 수 있다. 또한, 제7 라인(510)은 제9 라인(530)을 기준으로 전력 센싱 에러의 차이가 작게 형성될 수 있으나, 제8 라인(520)은 제9 라인(530)을 기준으로 전력 센싱 에러의 차이가 제7 라인(510)에 비해 크게 형성될 수 있다.

[90] 다시 말해서, 센서에 의해 전송 선로의 전단(예: 제1 연결부) 및 후단(예: 제2 연결부)에서 획득되는 전압들의 평균값(예: 산술 평균)에 의해 전력을 계산하는 경우의 전력 센싱 에러 값이 획득된 전압들의 곱 연산에 의해 전력을 계산하는 경우의 전력 센싱 에러 값보다 오차가 낮게 형성될 수 있고, 평균값에 의해 전력을 계산하는 경우가 더 정확하게 전력을 측정할 수 있다.

[91] 이하에서는, 종래의 구조 및 본 개시의 일 실시 예에 따른 구조를 비교하여 설명하고, 각각의 구조에 따라 안테나에서 출력되는 전압 및 전력 사이의 관계를 설명한다.

[92] 도 6은 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치 구성의 예를 도시한다. 도 6의 전자 장치(610)는 기존의 전자 장치의 구성을, 전자 장치(620)는 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치의 구성을 도시한다.

[93] 도 6을 참고하면, 전자 장치(610)는 등가 저항과 등가 전원으로 표현될 수 있는 하나의 전력 증폭기(power amplifier, PA), 등가 저항으로 표시되는 안테나 및 전력 증폭기와 안테나 사이의 일 지점에서 커패시터에 의해 커플링(coupling)되는 센서를 포함할 수 있다. 이와 달리, 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치(620)는 등가 저항과 등가 전원으로 표현될 수 있는 하나의 전력 증폭기, 등가 저항으로 표시되는 안테나, 전력 증폭기와 안테나 사이를 연결하는 특정 길이를 갖는 전송 선로 및 2개의 센서들을 포함할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전자 장치(620)의 2개의 센서들은 각각 전력 증폭기와 전송 선로 사이의 일 지점 및 전송 선로와 안테나 사이의 일 지점에서 신호의 전압을 센싱(sensing)할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 전자 장치(620)의 2개의 센서들은 센싱하여 획득된 전압들의 값을 ADC & Modem(미도시)로 전달하여 전력을 계산할 수 있다. 예를 들어, ADC & Modem은 획득된 전압들의 평균값(예: 산술 평균, 기하 평균)을 통해 전력을 계산할 수 있다. 다른 예를 들어, ADC & Modem은 획득된 전압들의 대표값(예: 최댓값, 중간값, 기준값에 대한 가중치)을 이용하여 전력을 계산할 수 있다. 도 6은 설명의 편의를 위해 전자 장치를 도시한 것에 불과하며, 본 개시의 일 실시 예에 따른 장치 및 방법이 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 도 2에서 상술한 바와 같이, 전자 장치(620)는 복수의 전력 증폭기 및 전송 선로(예: quarter wave 전송 선로)로 구성되는 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)가 포함될 수 있다. 다른 예를 들어, 전자 장치(620)는 하나 이상의 센서가 포함될 수 있고, 하나 이상의 센서에 의해 전송 선로의 전단 및 후단에서 신호의 전압을 센싱할 수 있다.

[94] 도 7은 본 개시의 일 실시 예에 따른 전자 장치의 출력 신호에 따른 신호의 출력 전압을 나타내는 그래프이다. 그래프의 가로축은 안테나에서 출력되는 전력(단위: dBm)을 의미하고, 그래프의 세로축은 센서에 의해서 획득되는 신호의 출력 전압(단위: V)을 의미한다. 도 7은 설명의 편의를 위하여 반사 손실(return loss)를 10dB임을 가정한다.

[95] 도 7을 참고하면, 도 6의 전자 장치(610)의 안테나에서 출력되는 전력에 따라 획득되는 신호의 출력 전압을 나타내는 제1 라인들(710), 도 6의 전자 장치(620)의 안테나에서 출력되는 전력에 따라 획득되는 신호의 출력 전압을 나타내는 제2 라인들(720)이 도시된다. 일 실시 예에 따르면, 제1 라인들(710)은 안테나의 임피던스의 위상을 특정 값만큼 변경할 때, 출력되는 전력에 따라 센서에서 획득되는 출력 전압을 의미할 수 있다. 예를 들어, 제1 라인들(710) 중

y축에 가장 가까운 라인은 안테나의 임피던스가 R_{max}인 경우의 출력 전압을 의미할 수 있다. 다른 예를 들어, 제1 라인들(710) 중 y축에 가장 먼 라인은 안테나의 임피던스가 R_{min}인 경우의 출력 전압을 의미할 수 있다. 일 실시 예에 따르면, 제2 라인들(720)은 안테나의 임피던스의 위상을 특정 값만큼 변경할 때, 출력되는 전력에 따라 센서에서 획득되는 전압들의 평균값(예: 산술 평균)인 출력 전압을 의미할 수 있다. 예를 들어, 제2 라인들(720) 중 y축에 가장 가까운 라인은 안테나의 임피던스가 R_{max}인 경우의 출력 전압을 의미할 수 있다. 다른 예를 들어, 제2 라인들(720) 중 y축에 가장 먼 라인은 안테나의 임피던스가 R_{min}인 경우의 출력 전압을 의미할 수 있다.

[96] 제1 라인들(710)을 참고하면, 출력 전압이 0.6V인 경우, 안테나의 출력 전력은 약 1dBm에서 약 6dBm까지 출력될 수 있다. 즉, 안테나의 임피던스가 변경됨에 따라 동일한 출력 전압이라 하더라도 안테나에서 출력되는 전력은 큰 폭으로 상이하게 출력될 수 있다. 이와 달리, 제2 라인들(720)을 참고하면, 출력 전압이 0.6V인 경우, 안테나의 출력 전력은 약3dBm으로 출력될 수 있다. 즉, 안테나의 임피던스가 변경되더라도 동일한 출력 전압이라면 안테나에 출력되는 전력은 거의 동일하게 출력될 수 있다.

[97] 정리하면, 제1 라인들(710)과 같이, 센서에 의해 획득되는 하나의 출력 전압을 통해 전력을 계산하는 경우, 출력 전력은 동일한 출력 전압이더라도 안테나의 임피던스 변화에 따라서 변화될 수 있다. 이와 달리, 제2 라인들(720)과 같이, 센서에 의해 획득되는 출력 전압들의 평균값인 출력 전압을 통해 전력을 계산하는 경우, 출력 전압과 출력 전력은 일정한 관계로 형성될 수 있다. 이에 따라, 종래의 구조의 경우, RF 체인에 의해 소모되는 전력은 센서에 의해서 획득되어 전압에 기반하여 계산된 전력과 오차가 크게 형성될 수 있으나, 본 개시의 일 실시 예에 따른 구조의 경우, RF 체인에 의해 소모되는 전력은 센서에 의해서 획득되어 전압에 기반하여 계산된 전력과 오차가 낮게 형성될 수 있다. 예를 들어, 전자 장치의 안테나 임피던스의 VSWR(voltage standing wave ratio)가 약 1.925(즉, 안테나 임피던스의 반사 계수(return loss)가 약 10dB일 때)일 때, 종래의 구조에 따라 계산된 전력의 오차는 약 5.5dB로 형성될 수 있으나, 본 개시의 일 실시 예에 따른 장치 및 방법에 따라 계산된 전력의 오차는 약 0.412dB로 형성될 수 있다.

[98] 도 1 내지 도 7을 참고하면, 본 개시의 일 실시 예에 따른 quarter wave 전송 선로 기반 센싱 구조에서 전송 선로의 전단 및 후단의 전압에 기반하여 전력을 계산하는 장치 및 방법은, 기존의 전력 증폭기와 안테나 사이의 일 지점의 전압에 기반하여 전력을 계산하는 것에 비교하여 보다 정확한 측정 결과를 제공한다. 안테나의 임피던스가 변화되더라도 계산된 출력 전력과 실제 출력되는 전력의 오차가 최소화될 수 있기 때문에, 전송 선로의 전단 및 후단의 전압에 기반하여 전력을 계산하는 방식은, 일 단에서의 전압만을 가지고 전력을 계산하는 종래의 방식 대비 보다 실용적인 결과를 제공할 수 있다.

[99] 일반적으로, 출력되는 전력을 직접적으로 측정하는 방법은 전자 장치에 배치되는 측정 장치에 의해 전자 장치의 사이즈가 확대될 수 있고, 측정 장치 자체에 의한 손실이 발생될 수 있는 바 전압을 통해 간접적으로 전력을 측정하여야 한다. 그러나, 센서에 의해 획득되는 전압은 실제로 동일한 출력이더라도 안테나의 임피던스에 의해 변경될 수 있어, 하나의 전압으로 전력을 계산하는 것은 실제 출력되는 전력과의 오차가 크게 형성될 수 있다. 이와 달리, 본 개시의 일 실시 예에 따른 장치 및 방법은 전력 증폭기와 안테나 사이에 배치되는 전송 선로(예: quarter wave 전송 선로) 또는 전력 증폭기(예: 도허티 전력 증폭기) 내부의 존재하는 전송 선로를 이용하여, 전송 선로의 전단 및 후단의 전압들에 기반하여 전력을 계산함으로써 안테나의 임피던스 변화에도 불구하고 실제 출력되는 전력과의 오차가 작게 형성될 수 있다.

[100] 일 실시 예에 따라, 전력 증폭기(예: 도허티 전력 증폭기) 내부에 존재하는 전송 선로가 상술된 전력 측정을 위해 이용됨으로써 전력의 소모가 최소화될 수 있다. 전자 장치의 전력을 직접 측정하는 것은 전압을 이용하여 간접적으로 측정하는 것에 비교하여 정확성이 높을 수 있으나, 직접 측정하기 위한 장치에 의해 전자 장치의 사이즈가 확대될 수 있고, 상기 장치에 의해 소모되는 전력이 발생될 수 있어 비효율적이다. 이와 달리, 본 개시의 일 실시 예에 따른 quarter wave 전송 선로 기반 센싱 구조를 통한 전력 계산 장치 및 방법은 도허티 전력 증폭기 내부의 전송 선로를 이용하여 복수의 전압들을 측정 및 전력을 계산하기 때문에, 전력을 직접적으로 측정하는 방법과 유사한 정확성을 확보할 수 있다. 또한, 별도의 측정 장치가 추가적으로 필요하지 않아 전력 소모의 측면에서도 효율적일 수 있다.

[101] 상술된 구조를 통해 전력을 측정하기 때문에, 본 개시의 일 실시 예에 따른 장치 및 방법은 mmWave 대역의 신호를 이용하는 경우에 보다 효과적인 결과를 제공할 수 있다. 예를 들어, 상술한 바와 같이 안테나의 반사 손실(return loss)를 10dB라고 가정한 경우, 종래의 구조에 따라 하나의 RF 체인에서 계산되는 전력의 오차는 약 6dB로 형성될 수 있다. 이 때, mmWave 대역의 신호를 이용하는 경우 전자 장치는 복수의 RF 체인들이 포함될 수 있고, 이에 따라 전자 장치는 mmWave 대역의 신호를 이용함에 있어서 계산되는 전력과 실제 소모되는 전력의 오차가 크게 형성될 수 있다. 크게 형성되는 오차로 인한 영향을 최소화하기 위해, 본 개시의 일 실시 예에 따른 quarter wave 전송 선로 기반 센싱 구조가 이용될 수 있다.

[102] mmWave 대역의 신호를 전송하는 전자 장치는 효율적인 전력 분배를 위하여 정확한 전력 측정이 요구될 수 있다. 또한, mmWave 대역의 신호는 다양한 요인들에 의해 민감하게 변화될 수 있다. mmWave 대역의 신호를 전송하는 전자 장치에 있어서, quarter wave 전송 선로 기반 센싱 구조를 통한 전력 계산은 전자 장치에서 실제로 소모되는 전력과 유사하게 예측(계산)할 수 있다.

[103] 다시 말해서, 복수의 RF 체인들에 포함되는 특정 길이의 전송 선로(예: quarter

wave 전송 선로)를 이용함으로써 계산되는 전력과 실제 소모되는 전력의 오차(예: 약 0.412dB)가 작게 형성될 수 있고, 이에 따라 전력의 분배가 효율적으로 이루어질 수 있다.

[104] 상술된 바와 같은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 신호의 전력을 측정하는 방법에 있어서, 적어도 하나의 센서가 전력 증폭기(power amplifier)와 전송 선로 사이의 제1 지점에서 상기 신호의 제1 전압을 획득하는 과정, 상기 적어도 하나의 센서가 상기 전송 선로와 상기 안테나 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하는 과정 및 상기 제1 전압과 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하는 과정을 포함하고, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련될 수 있다.

[105] 일 실시 예에서, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장의 4분의 1일 수 있다.

[106] 일 실시 예에서, 상기 전력 증폭기는 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)이고, 상기 전송 선로는 상기 도허티 증폭기 내부에 존재하는 상기 신호의 파장의 4분의 1의 길이를 갖는 전송 선로일 수 있다.

[107] 일 실시 예에서, 상기 제1 전압의 위상을 제1 위상, 상기 제2 전압의 위상을 제2 위상이라 할 때, 상기 제1 위상과 상기 제2 위상의 위상차는 약 180°일 수 있다.

[108] 일 실시 예에서, 상기 전력을 계산하는 과정은, 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 평균값에 기반하여 계산할 수 있다.

[109] 일 실시 예에서, 상기 평균값은 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 산술 평균값일 수 있다.

[110] 일 실시 예에서, 상기 전력을 계산하는 과정은, 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 최대값, 중간값 또는 가중치 중 적어도 하나에 기반하여 계산할 수 있다.

[111] 상술된 바와 같은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 무선 통신 시스템의 전자 장치에 있어서, 전력 증폭기(power amplifier), 안테나, 전송 선로, 적어도 하나의 센서 및 상기 적어도 하나의 센서와 전기적으로 연결되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 전력 증폭기와 상기 전송 선로 사이의 제1 지점에서 신호의 제1 전압을 획득하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 전송 선로와 상기 안테나 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 적어도 하나의 센서에 의해서 획득되는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하도록 구성되고, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련될 수 있다.

[112] 일 실시 예에서, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장의 4분의 1일 수 있다.

[113] 일 실시 예에서, 상기 전력 증폭기는 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)이고, 상기 전송 선로는 상기 도허티 증폭기 내부에 존재하는 상기 신호의 파장의 4분의 1의 길이를 갖는 전송 선로일 수 있다.

[114] 일 실시 예에서, 상기 제1 지점의 전압을 제1 전압이라 하고, 상기 제1 전압의 위상을 제1 위상이라 할 때, 상기 제2 지점의 전압인 제2 전압의 제2 위상은 상기 제1 위상과 위상차가 약 180°일 수 있다.

[115] 일 실시 예에서, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 평균값에 기반하여 계산하도록 구성될 수 있다.

[116] 일 실시 예에서, 상기 지지 부재의 적어도 일부가 금속 재질로 형성 상기 평균값은 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 산술 평균값일 수 있다.

[117] 일 실시 예에서, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 최대값, 중간값 또는 가중치 중 적어도 하나에 기반하여 계산하도록 구성될 수 있다.

[118] 상술된 바와 같은 본 개시의 일 실시 예에 따른, 무선 통신 시스템의 전자 장치에 있어서, 복수의 RF 체인(chain)들, 상기 복수의 RF 체인들에 대응하는 복수의 안테나들, 전송 선로, 적어도 하나의 센서, 상기 적어도 하나의 센서와 전기적으로 연결되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고, 상기 복수의 RF 체인들 중 적어도 하나의 RF 체인은 전력 증폭기(power amplifier)를 포함하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 전력 증폭기와 상기 전송 선로 사이의 제1 지점에서 신호의 제1 전압을 획득하고, 상기 적어도 하나의 센서는 상기 복수의 안테나 중 적어도 하나의 안테나와 상기 전송 선로 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하고, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 적어도 하나의 센서에 의해서 획득되는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하도록 구성되고, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련될 수 있다.

[119] 일 실시 예에서, 상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장의 4분의 1일 수 있다.

[120] 일 실시 예에서, 상기 전력 증폭기는 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)이고, 상기 전송 선로는 상기 도허티 증폭기 내부에 존재하는 상기 신호의 파장의 4분의 1의 길이를 갖는 전송 선로일 수 있다.

[121] 일 실시 예에서, 상기 제1 지점의 전압을 제1 전압이라 하고, 상기 제1 전압의 위상을 제1 위상이라 할 때, 상기 제2 지점의 전압인 제2 전압의 제2 위상은 상기 제1 위상과 위상차가 약 180°일 수 있다.

[122] 일 실시 예에서, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 평균값에 기반하여 계산하도록 구성될 수 있다.

[123] 일 실시 예에서, 상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 최대값, 중간값 또는 가중치 중 적어도 하나에 기반하여 계산하도록 구성될 수 있다.

[124] 도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 전자 장치의 기능적 구성을 도시한다. 전자 장치(810)는, 도 1의 전자 장치(100) 또는 도 2의 전자 장치(200)를 의미할 수 있다. 일 실시 예에 따라, 전자 장치(810)는 mmWave 대역의 신호를

이용하는 전자 장치일 수 있다. 도 1 내지 도 7을 통해 언급된 전력 증폭기와 안테나 사이의 특정 길이의 전송 선로(예: quarter wave 전송 선로)를 배치하거나 전력 증폭기 내부의 특정 길이의 전송 선로(예: quarter wave 전송 선로)를 포함하는 구조에서 상기 전송 선로의 전단 및 후단의 전압들에 기반하여 전력을 계산하는 방법 및 장치뿐만 아니라 상기 장치를 포함하는 전자 장치 및 상기 방법을 이용하는 전자 장치 또한 본 개시의 실시 예들에 포함된다.

[125] 도 8을 참고하면, 전자 장치(810)의 예시적인 기능적 구성이 도시된다. 전자 장치(810)는 안테나부(811), 필터부(812), RF(radio frequency) 처리부(813), 제어부(814)를 포함할 수 있다.

[126] 안테나부(811)는 다수의 안테나들을 포함할 수 있다. 안테나는 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 안테나는 서브스트레이트(예: PCB) 위에 형성된 도전체 또는 도전성 패턴으로 이루어진 방사체를 포함할 수 있다. 안테나는 상향 변환된 신호를 무선 채널 상에서 방사하거나 다른 장치가 방사한 신호를 획득할 수 있다. 각 안테나는 안테나 엘리먼트 또는 안테나 소자로 지칭될 수 있다. 일부 실시 예들에서, 안테나부(811)는 복수의 안테나 엘리먼트들이 열(array)을 이루는 안테나 어레이(antenna array)(예: 서브 어레이(sub array))를 포함할 수 있다. 안테나부(811)는 RF 신호선들을 통해 필터부(812)와 전기적으로 연결될 수 있다. 안테나부(811)는 다수의 안테나 엘리먼트들을 포함하는 PCB에 실장될 수 있다. PCB는 각 안테나 엘리먼트와 필터부(812)의 필터를 연결하는 복수의 RF 신호선들을 포함할 수 있다. 이러한 RF 신호선들은 급전 네트워크(feeding network)로 지칭될 수 있다.
안테나부(811)는 수신된 신호를 필터부(812)에 제공하거나 필터부(812)로부터 제공된 신호를 공기중으로 방사할 수 있다. 본 개시의 일 실시 예에 따른 구조의 안테나는 안테나부(811)에 포함될 수 있다.

[127] 다양한 실시 예들에 따른 안테나부(811)는 이중 편파 안테나를 갖는 적어도 하나의 안테나 모듈을 포함할 수 있다. 이중 편파 안테나는 일 예로, 크로스-폴(x-pol) 안테나일 수 있다. 이중 편파 안테나는 서로 다른 편파에 대응하는 2개의 안테나 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 이중 편파 안테나는 +45°의 편파를 갖는 제1 안테나 엘리먼트와 -45°의 편파를 갖는 제2 안테나 엘리먼트를 포함할 수 있다. 편파는 +45°, -45° 외에 직교하는 다른 편파들로 형성될 수 있음은 물론이다. 각 안테나 엘리먼트는 급전선(feeding line)과 연결되고, 후술되는 필터부(812), RF 처리부(813), 제어부(814)와 전기적으로 연결될 수 있다.

[128] 일 실시 예에 따라, 이중 편파 안테나는 패치 안테나(혹은 마이크로스트립 안테나(microstrip antenna))일 수 있다. 이중 편파 안테나는 패치 안테나의 형태를 가짐으로써, 배열 안테나로의 구현 및 집적이 용이할 수 있다. 서로 다른 편파를 갖는 두 개의 신호들이 각 안테나 포트에 입력될 수 있다. 각 안테나 포트는 안테나 엘리먼트에 대응한다. 높은 효율을 위하여, 서로 다른 편파를 갖는 두

개의 신호들 간 코-폴(co-pol) 특성과 크로스-폴(cross-pol) 특성과의 관계를 최적화시킬 것이 요구된다. 이중 편파 안테나에서, 코-폴 특성은 특정 편파 성분에 대한 특성 및 크로스-폴 특성은 상기 특정 편파 성분과 다른 편파 성분에 대한 특성을 나타낸다.

[129] 필터부(812)는 원하는 주파수의 신호를 전달하기 위해, 필터링을 수행할 수 있다. 필터부(812)는 공진(resonance)을 형성함으로써 주파수를 선택적으로 식별하기 위한 기능을 수행할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 필터부(812)는 구조적으로 유전체를 포함하는 공동(cavity)을 통해 공진을 형성할 수 있다. 또한, 일부 실시 예들에서 필터부(812)는 인덕턴스 또는 커패시턴스를 형성하는 소자들을 통해 공진을 형성할 수 있다. 또한, 일부 실시 예들에서, 필터부(812)는 BAW(bulk acoustic wave) 필터 혹은 SAW(surface acoustic wave) 필터와 같은 탄성 필터를 포함할 수 있다. 필터부(812)는 대역 통과 필터(band pass filter), 저역 통과 필터(low pass filter), 고역 통과 필터(high pass filter), 또는 대역 제거 필터(band reject filter) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 즉, 필터부(812)는 송신을 위한 주파수 대역 또는 수신을 위한 주파수 대역의 신호를 얻기 위한 RF 회로들을 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따른 필터부(812)는 안테나부(811)와 RF 처리부(813)를 전기적으로 연결할 수 있다.

[130] RF 처리부(813)는 복수의 RF 경로들을 포함할 수 있다. RF 경로는 안테나를 통해 수신되는 신호 혹은 안테나를 통해 방사되는 신호가 통과하는 경로의 단위일 수 있다. 적어도 하나의 RF 경로는 RF 체인으로 지칭될 수 있다. RF 체인은 복수의 RF 소자들을 포함할 수 있다. RF 소자들은 증폭기, 믹서, 오실레이터, DAC, ADC 등을 포함할 수 있다. 예를 들어, RF 처리부(813)는 기저대역(base band)의 디지털 송신신호를 송신 주파수로 상향 변환하는 상향 컨버터(up converter)와, 상향 변환된 디지털 송신신호를 아날로그 RF 송신신호로 변환하는 DAC(digital-to-analog converter)를 포함할 수 있다. 상향 컨버터와 DAC는 송신경로의 일부를 형성한다. 송신 경로는 전력 증폭기(power amplifier, PA) 또는 커플러(coupler)(또는 결합기(combiner))를 더 포함할 수 있다. 또한 예를 들어, RF 처리부(813)는 아날로그RF 수신신호를 디지털 수신신호로 변환하는 ADC(analog-to-digital converter)와 디지털 수신신호를 기저대역의 디지털 수신신호로 변환하는 하향 컨버터(down converter)를 포함할 수 있다. ADC와 하향 컨버터는 수신경로의 일부를 형성한다. 수신 경로는 저전력 증폭기(low-noise amplifier, LNA) 또는 커플러(coupler)(또는 분배기(divider))를 더 포함할 수 있다. RF 처리부의 RF 부품들은 PCB에 구현될 수 있다. 안테나들과 RF 처리부의 RF 부품들은 PCB 상에서 구현될 수 있고, PCB와 PCB 사이에 필터들이 반복적으로 체결되어 복수의 층들(layers)을 형성할 수 있다.

[131] 본 개시의 일 실시 예에 따른 구조의 전력 증폭기 및 센서는 도 8의 RF 처리부(813)에 포함될 수 있다. 즉, RF 처리부(813)는 본 개시의 RF 체인(chain)의 일부로서 이해될 수 있다. 또한, 본 개시의 일 실시 예에 따른 구조의 특정 길이의

전송 선로는 특정 전력 증폭기(예: 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier))내에 존재할 수 있고, 이에 따라 RF 처리부(813)에 포함될 수 있다. 다만, 본 개시가 이에 한정되는 것은 아니며, RF 처리부(813)와 안테나부(811)를 연결하는 영역에 배치되는 특정 길이의 전송 선로일 수 있고, 상기 전송 선로의 길이는 전송 선로를 통과하는 신호의 파장과 관련이 있을 수 있다.

[132] 제어부(814)는 전자 장치(810)의 전반적인 동작들을 제어할 수 있다. 제어부(814)은 통신을 수행하기 위한 다양한 모듈들을 포함할 수 있다. 제어부(814)는 모뎀(modem)과 같은 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함할 수 있다. 제어부(814)는 디지털 신호 처리(digital signal processing)을 위한 모듈들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어부(814)는 모뎀을 포함할 수 있다. 데이터 송신 시, 제어부(814)는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 예를 들어, 데이터 수신 시, 제어부(814)는 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 제어부(814)는 통신 규격에서 요구하는 프로토콜 스택(protocol stack)의 기능들을 수행할 수 있다.

[133] 본 개시의 일 실시 예에 따른 구조의 ADC & Modem은 도 8의 제어부(814)에 포함될 수 있다.

[134] 도 8에서는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법이 활용될 수 있는 장비로서, 전자 장치 (810)의 기능적 구성을 서술하였다. 그러나, 도 8에 도시된 예는 도 1 내지 도 7을 통해 서술된 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법을 위한 예시적인 구성일 뿐, 본 개시의 실시 예들이 도 8에 도시된 장비의 구성 요소들에 한정되는 것은 아니다. 따라서, 전력 증폭기와 안테나 사이에 특정 길이의 전송 선로를 포함하거나 전력 증폭기 내부의 특정 길이의 전송 선로를 포함하는 전자 장치에 있어서, 전송 선로의 전단 및 후단의 전압들에 기반하여 전력을 측정하는 방법, 상기 방법을 이용하는 장치, 또는 상기 방법을 이용하는 장치를 포함하는 전자 장치 또한 본 개시의 실시 예로써 이해될 수 있다.

[135] 또한, 본 개시가 도 1 내지 도 7에서 도시된 바와 같은 구조로 한정함을 의미하는 것이 아니다. 예를 들어, 본 개시의 도 1 내지 도 7에서는 제1 전압과 제2 전압에 의해 계산되는 대표값을 통해 전력을 계산하였으나, 다른 일 부분(예: 제3 연결부, 제4 연결부 등)들에서 측정되는 전압들의 대표값을 통해 전력이 계산될 수 있다. 이에 따라, 전자 장치는 복수의 전력 증폭기들, 복수의 특정 길이를 갖는 전송 선로들, 또는 복수의 센서들이 포함될 수 있다.

[136] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.

[137] 소프트웨어로 구현하는 경우, 하나 이상의 프로그램(소프트웨어 모듈)을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장되는 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치(device) 내의 하나 이상의

프로세서에 의해 실행 가능하도록 구성된다(configured for execution). 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치로 하여금 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들을 실행하게 하는 명령어(instructions)를 포함한다.

[138] 이러한 프로그램(소프트웨어 모듈, 소프트웨어)은 랜덤 액세스 메모리 (random access memory), 플래시(flash) 메모리를 포함하는 불휘발성(non-volatile) 메모리, 롬(read only memory, ROM), 전기적 삭제가능 프로그램가능 롬(electrically erasable programmable read only memory, EEPROM), 자기 디스크 저장 장치(magnetic disc storage device), 컴팩트 디스크 롬(compact disc-ROM, CD-ROM), 디지털 다목적 디스크(digital versatile discs, DVDs) 또는 다른 형태의 광학 저장 장치, 마그네틱 카세트(magnetic cassette)에 저장될 수 있다. 또는, 이들의 일부 또는 전부의 조합으로 구성된 메모리에 저장될 수 있다. 또한, 각각의 구성 메모리는 다수 개 포함될 수도 있다.

[139] 또한, 프로그램은 인터넷(Internet), 인트라넷(Intranet), LAN(local area network), WAN(wide area network), 또는 SAN(storage area network)과 같은 통신 네트워크, 또는 이들의 조합으로 구성된 통신 네트워크를 통하여 접근(access)할 수 있는 부착 가능한(attachable) 저장 장치(storage device)에 저장될 수 있다. 이러한 저장 장치는 외부 포트를 통하여 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수 있다. 또한, 통신 네트워크상의 별도의 저장장치가 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수도 있다.

[140] 상술한 본 개시의 구체적인 실시 예들에서, 개시에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 본 개시가 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

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

청구범위

[청구항 1] 신호의 전력을 측정하는 방법에 있어서,
적어도 하나의 센서가 전력 증폭기(power amplifier)와 전송 선로 사이의 제1 지점에서 상기 신호의 제1 전압을 획득하는 과정;
상기 적어도 하나의 센서가 상기 전송 선로와 안테나 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하는 과정; 및
상기 제1 전압과 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하는 과정을 포함하고,
상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련되는, 방법.

[청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장의 4분의 1인, 방법.

[청구항 3] 청구항 1에 있어서,
상기 전력 증폭기는 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)이고,
상기 전송 선로는 상기 도허티 전력 증폭기 내부에 존재하는 상기 신호의 파장의 4분의 1의 길이를 갖는 전송 선로인, 방법.

[청구항 4] 청구항 1에 있어서,
상기 제1 전압의 위상을 제1 위상, 상기 제2 전압의 위상을 제2 위상이라 할 때, 상기 제1 위상과 상기 제2 위상의 위상차는 약 180°인, 방법.

[청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 전력을 계산하는 과정은, 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 평균값에 기반하여 계산하는, 방법.

[청구항 6] 청구항 5에 있어서,
상기 평균값은 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 산술 평균값인, 방법.

[청구항 7] 청구항 1에 있어서,
상기 전력을 계산하는 과정은, 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 최대값, 중간값 또는 가중치 중 적어도 하나에 기반하여 계산하는, 방법.

[청구항 8] 무선 통신 시스템의 전자 장치에 있어서,
전력 증폭기(power amplifier);
안테나;
상기 전력 증폭기와 상기 안테나 사이에 배치되는 전송 선로;
적어도 하나의 센서; 및
상기 적어도 하나의 센서와 전기적으로 연결되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,
상기 적어도 하나의 센서는:
상기 전력 증폭기와 상기 전송 선로 사이의 제1 지점에서 신호의 제1 전압을 획득하고,
상기 전송 선로와 상기 안테나 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2

전압을 획득하고,
상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 적어도 하나의 센서에 의해서 획득되는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하도록 구성되고,
상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련되는, 전자 장치.

[청구항 9] 청구항 8에 있어서,
상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장의 4분의 1인, 전자 장치.

[청구항 10] 청구항 8에 있어서,
상기 전력 증폭기는 도허티 전력 증폭기(Doherty power amplifier)이고,
상기 전송 선로는 상기 도허티 전력 증폭기 내부에 존재하는 상기 신호의 파장의 4분의 1의 길이를 갖는 전송 선로인, 전자 장치.

[청구항 11] 청구항 8에 있어서,
상기 제1 지점의 전압을 제1 전압이라 하고, 상기 제1 전압의 위상을 제1 위상이라 할 때, 상기 제2 지점의 전압인 제2 전압의 제2 위상은 상기 제1 위상과 위상차가 약 180°인, 전자 장치.

[청구항 12] 청구항 8에 있어서,
상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 평균값에 기반하여 계산하도록 구성되는, 전자 장치.

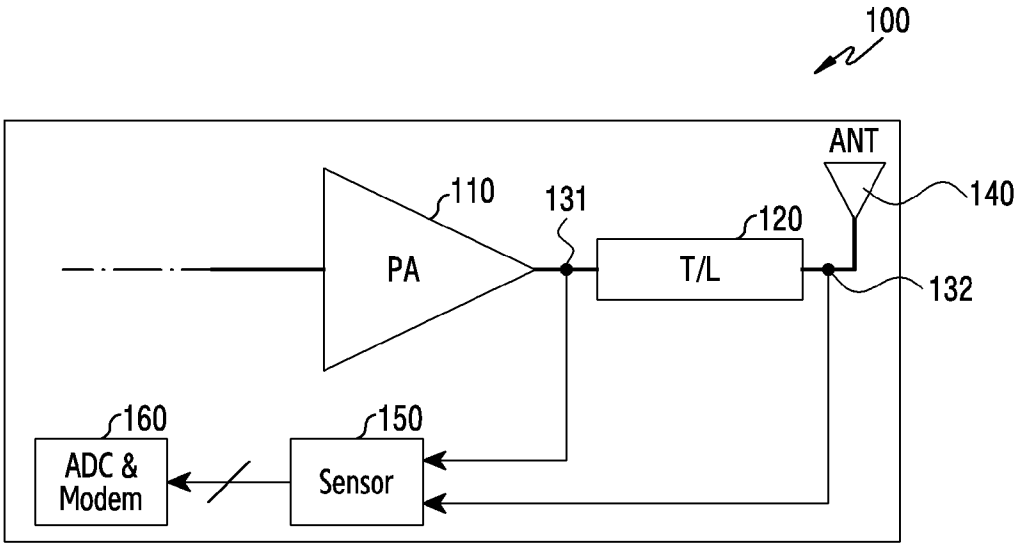
[청구항 13] 청구항 12에 있어서,
상기 평균값은 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 산술 평균값인, 전자 장치.

[청구항 14] 청구항 8에 있어서,
상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 제1 전압과 상기 제2 전압의 최대값, 중간값 또는 가중치 중 적어도 하나에 기반하여 계산하도록 구성되는, 전자 장치.

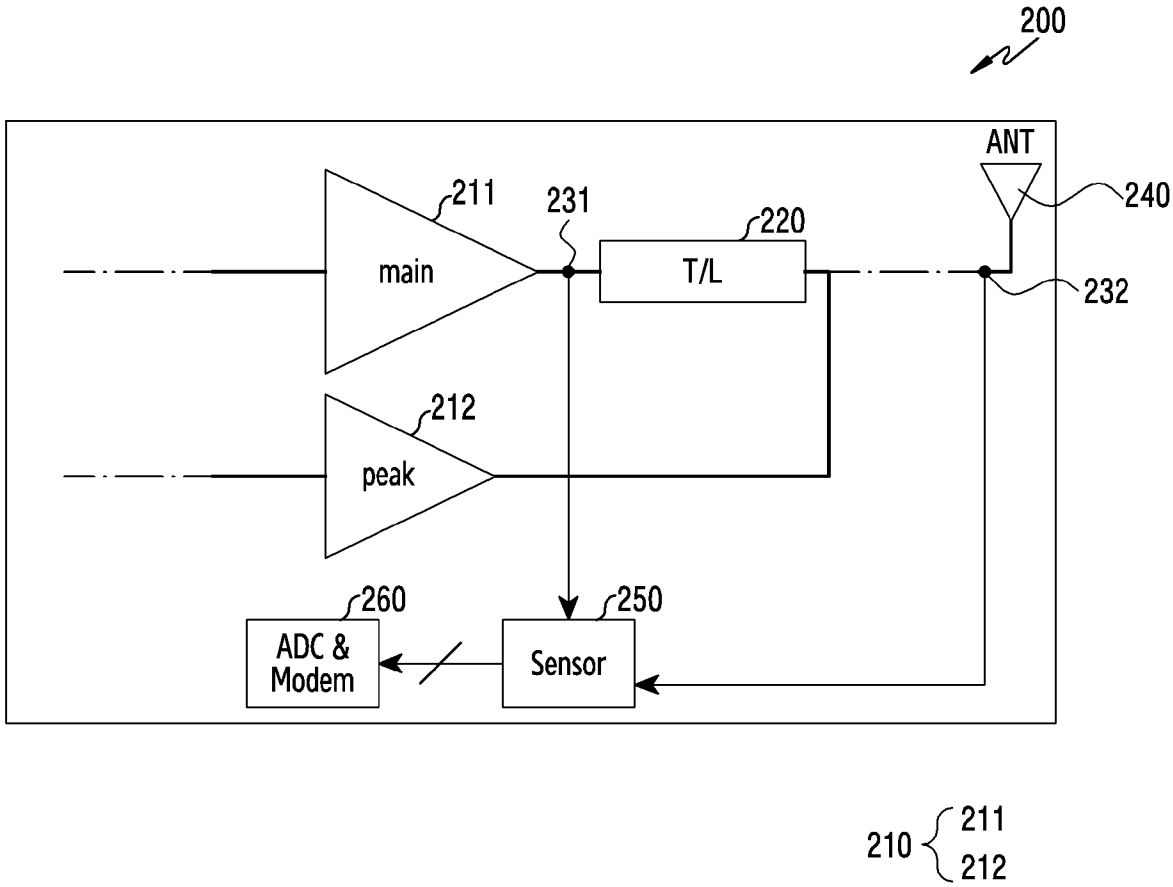
[청구항 15] 무선 통신 시스템의 전자 장치에 있어서,
복수의 RF 체인(chain)들;
상기 복수의 RF 체인들에 대응하는 복수의 안테나들;
전송 선로;
적어도 하나의 센서; 및
상기 적어도 하나의 센서와 전기적으로 연결되는 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,
상기 복수의 RF 체인들 중 적어도 하나의 RF 체인은 전력 증폭기(power amplifier)를 포함하고,
상기 전송 선로는 상기 전력 증폭기와 상기 전력 증폭기와 대응하는 적어도 하나의 안테나 사이에 배치되고,
상기 적어도 하나의 센서는:
상기 전력 증폭기와 상기 전송 선로 사이의 제1 지점에서 신호의 제1

전압을 획득하고,
상기 적어도 하나의 안테나와 상기 전송 선로 사이의 제2 지점에서 상기 신호의 제2 전압을 획득하고,
상기 적어도 하나의 프로세서는 상기 적어도 하나의 센서에 의해서 획득되는 상기 제1 전압 및 상기 제2 전압에 기반하여, 전력을 계산하도록 구성되고,
상기 전송 선로의 길이는 상기 신호의 파장과 관련되는, 전자 장치.

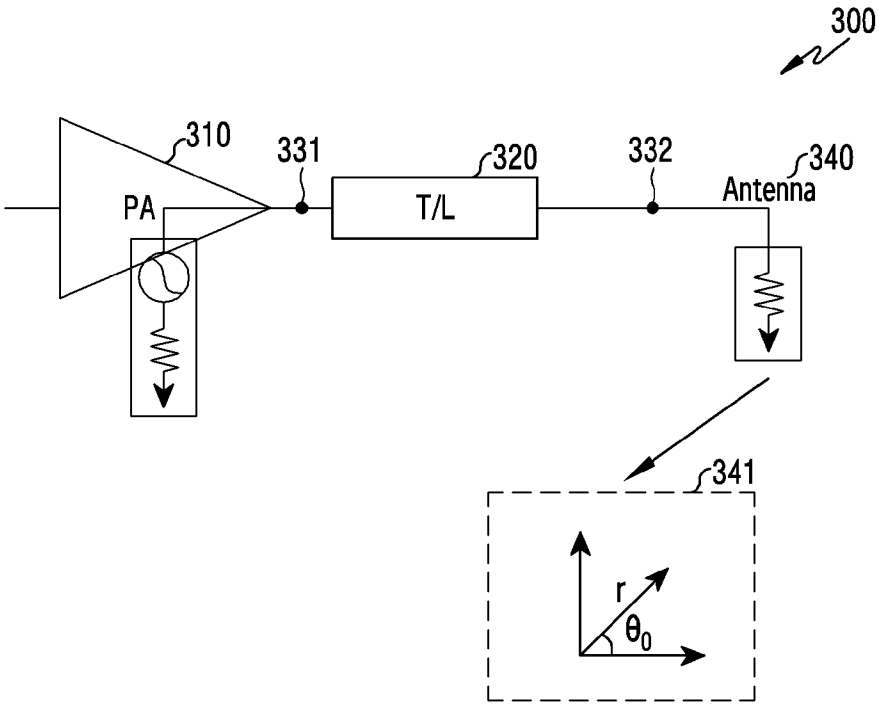
[도1]


100
ANT
110
131
120
140
PA
T/L
132
160
150
ADC &
Modem
Sensor

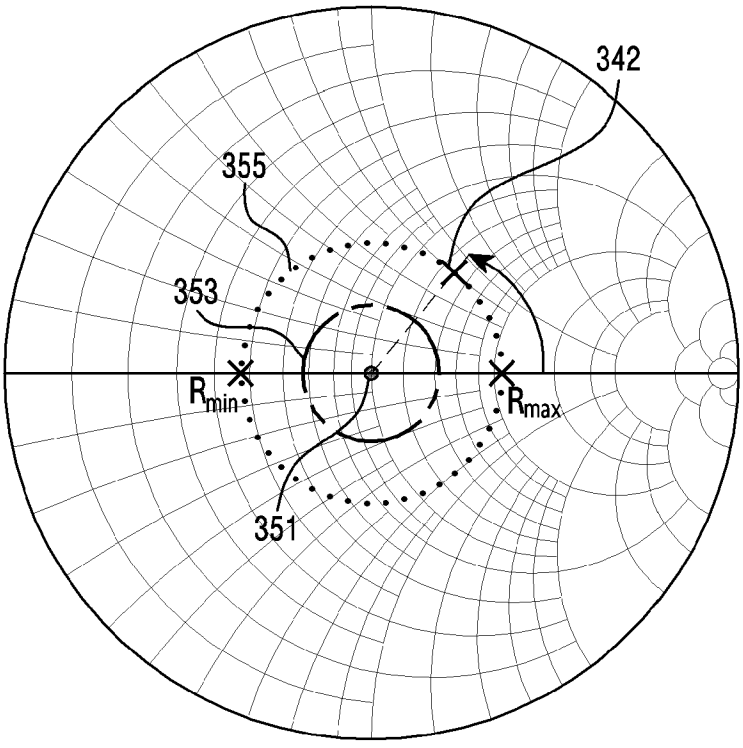
[도2]


200
ANT
211
231
220
240
main
T/L
232
212
peak
260
250
ADC &
Modem
Sensor
210
211
212

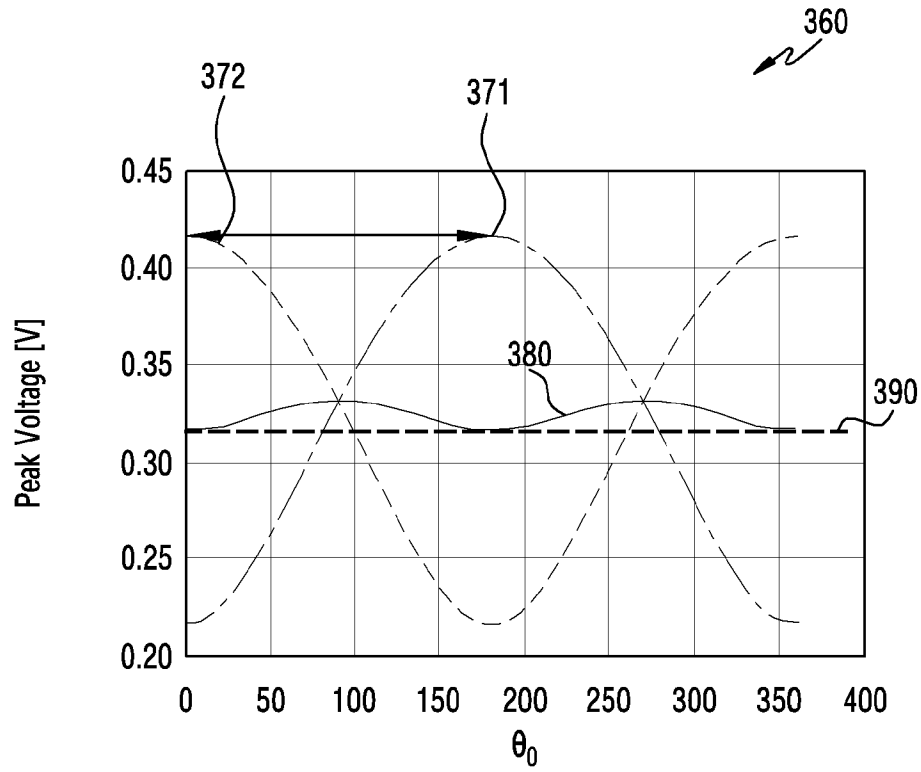
[도3a]


300
310
331
320
332
340
PA
T/L
Antenna
341
r
θ0

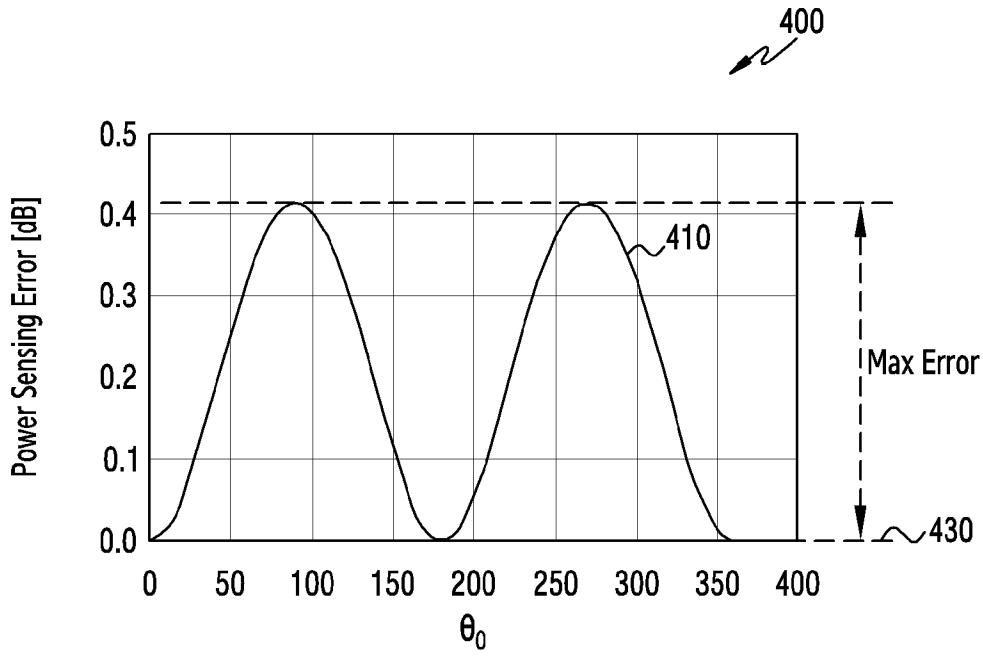
[도3b]


342
355
353
Rmin
Rmax
351

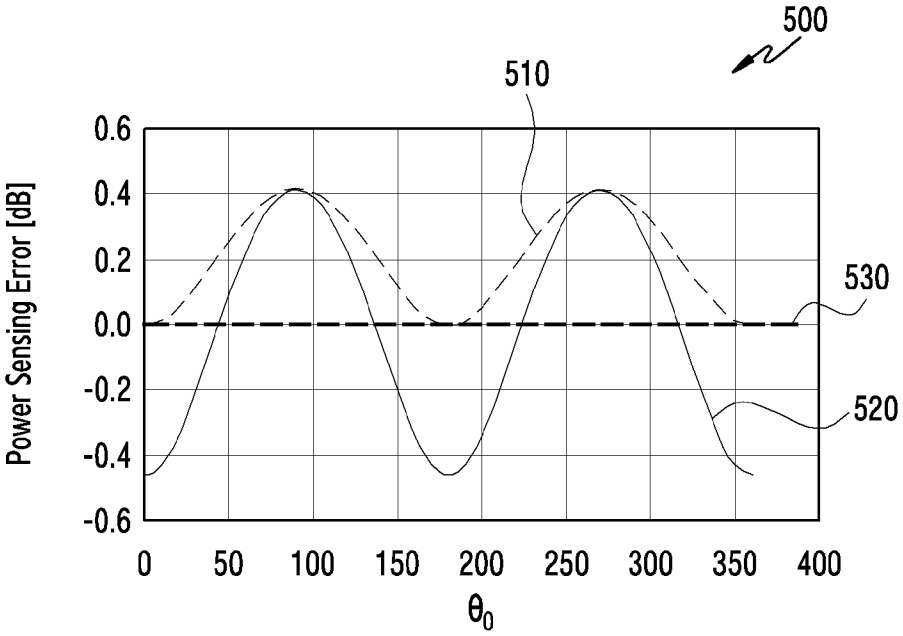
[도3c]


360
372
371
0.45
0.40
0.35
0.30
0.25
0.20
Peak Voltage [V]
380
390
0
50
100
150
200
250
300
350
400
θ0

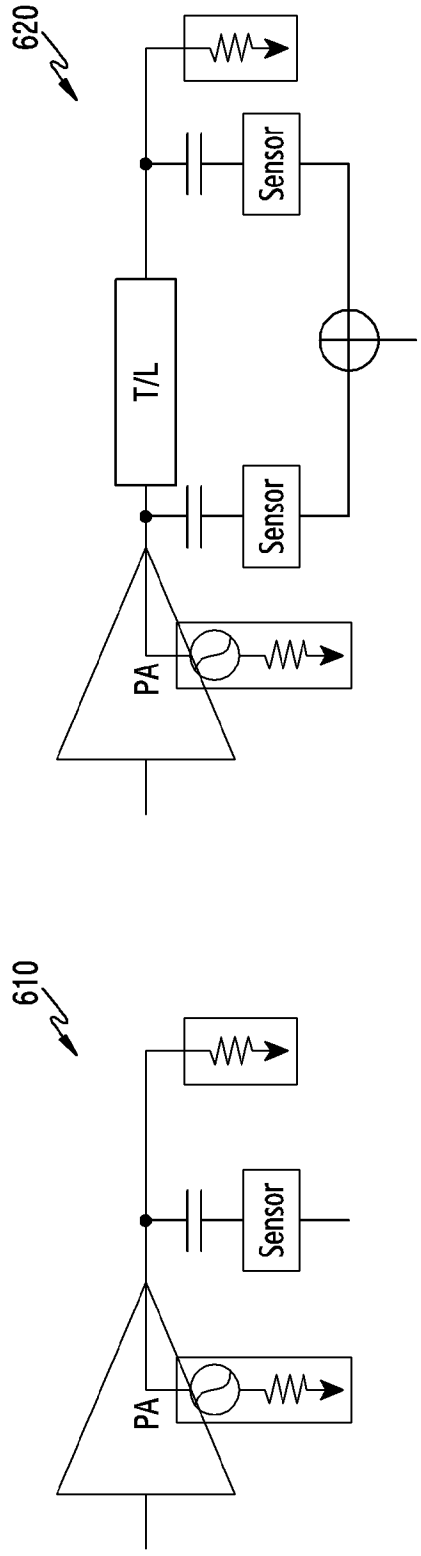
[도4]


400
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0.0
Power Sensing Error [dB]
410
Max Error
430
0
50
100
150
200
250
300
350
400
θ0

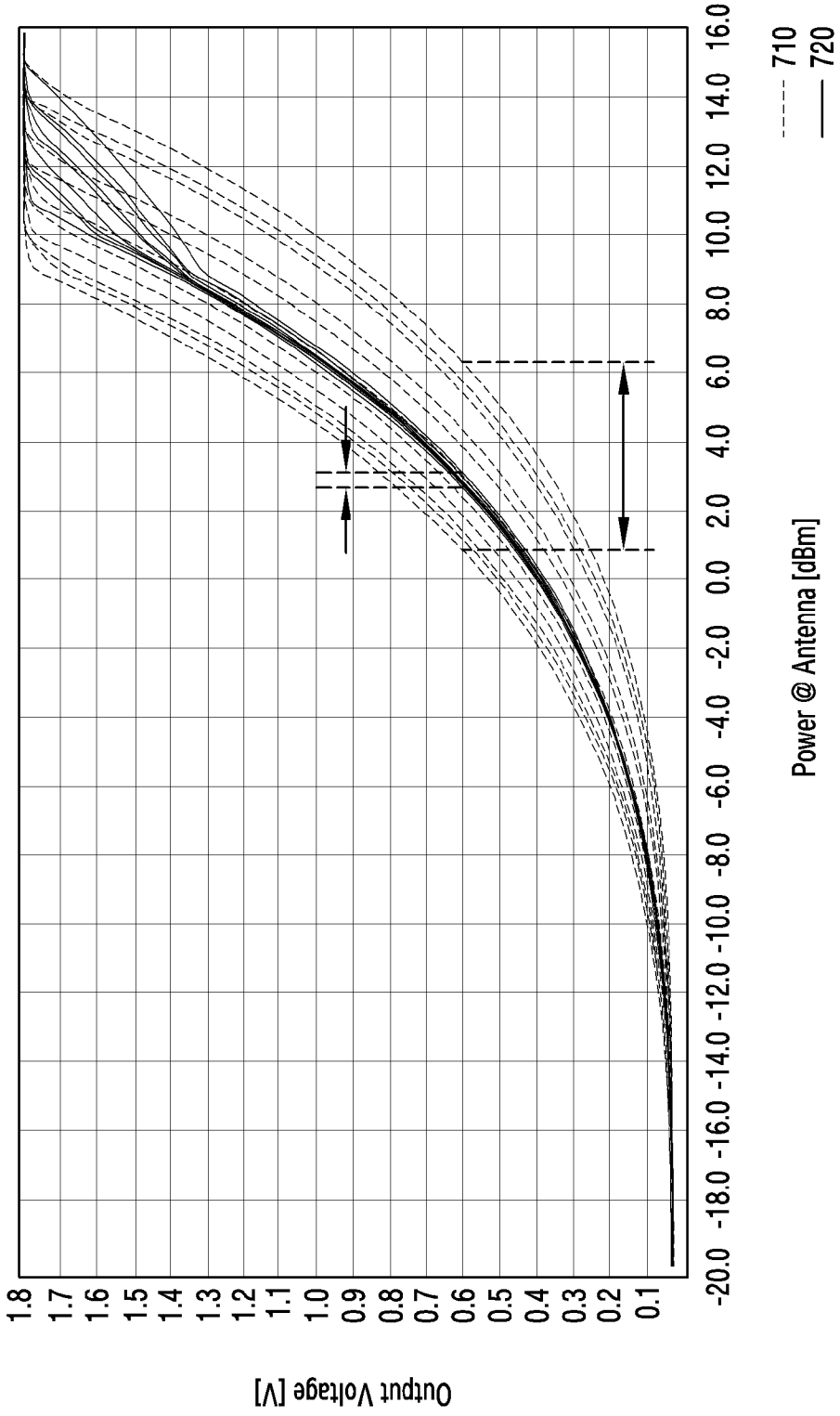
[도5]


500
510
530
520
Power Sensing Error [dB]
0.6
0.4
0.2
0.0
-0.2
-0.4
-0.6
0
50
100
150
200
250
300
350
400
θ0

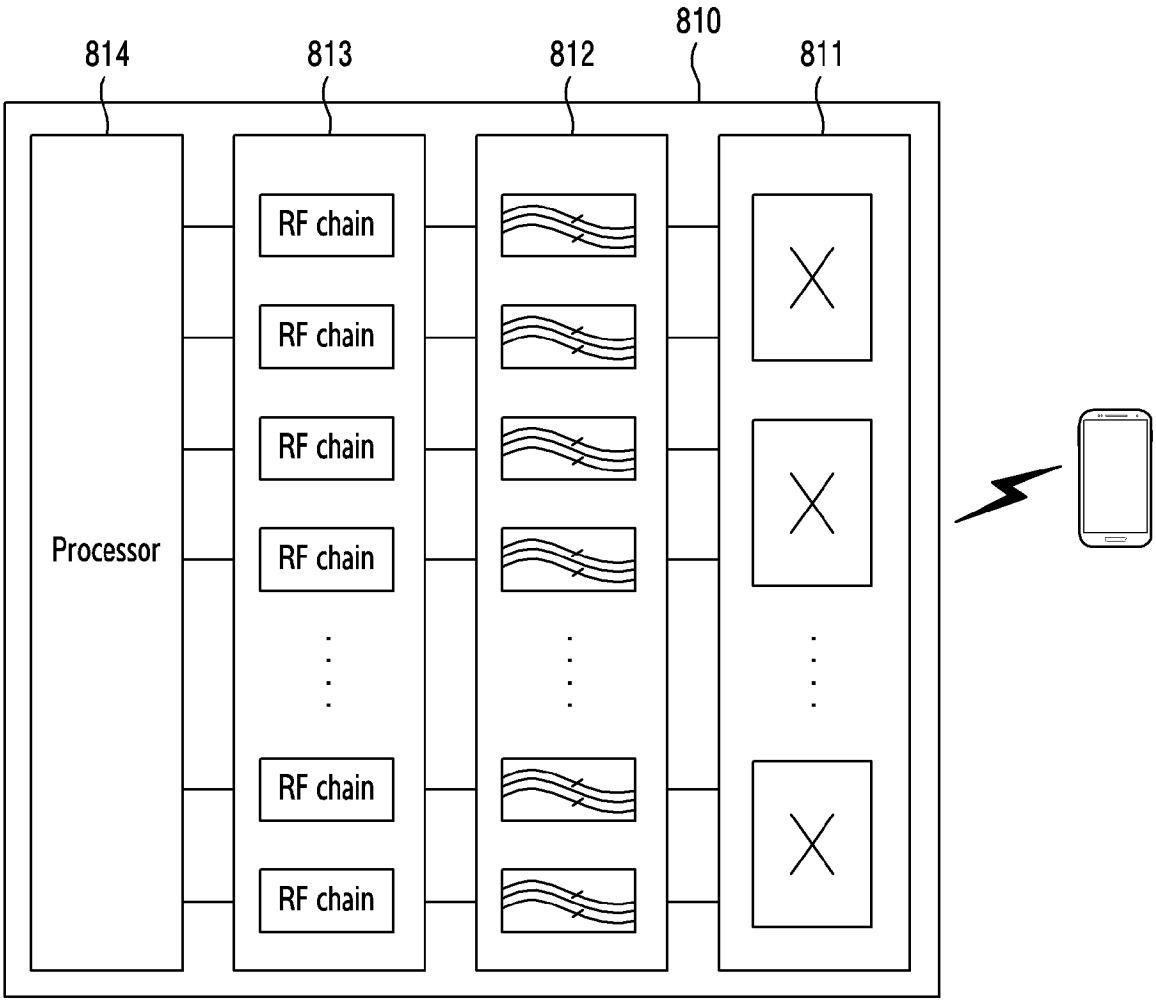
[도6]



[도7]


710
720
Power @ Antenna [dBm]
16.0 14.0 12.0 10.0 8.0 6.0 4.0 2.0 0.0 -2.0 -4.0 -6.0 -8.0 -10.0 -12.0 -14.0 -16.0 -18.0 -20.0
Output Voltage [V]
1.8 1.7 1.6 1.5 1.4 1.3 1.2 1.1 1.0 0.9 0.8 0.7 0.6 0.5 0.4 0.3 0.2 0.1

[도8]


810
814
813
812
811
Processor
RF chain
RF chain
RF chain
RF chain
RF chain
RF chain

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2021/017651

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01R 22/06(2006.01)i; **G01R 21/06**(2006.01)i; **G01R 19/00**(2006.01)i; **G01R 19/10**(2006.01)i; **G01R 19/30**(2006.01)i; **G01R 1/30**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01R 22/06(2006.01); H01P 3/08(2006.01); H03F 1/02(2006.01); H03F 1/07(2006.01); H03F 3/24(2006.01); H04B 1/40(2006.01); H04B 3/46(2006.01); H04B 7/06(2006.01); H04L 27/08(2006.01)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean utility models and applications for utility models: IPC as above
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)

eKOMPASS (KIPO internal) & keywords: 안테나(antenna), 증폭기(amplifier), 전송 선로(transmission line), 길이(length), 파장(wavelength)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	KR 10-0680211 B1 (LG ELECTRONICS INC.) 08 February 2007 (2007-02-08) See paragraphs [0015]-[0022] and figure 2.	1-2,4-9,11-14
Y		3,10,15
Y	KR 10-2014-0053089 A (ROCKSTAR CONSORTIUM US LP) 07 May 2014 (2014-05-07) See paragraph [0019], claim 13 and figure 3.	3,10
Y	KR 10-2015-0042470 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 21 April 2015 (2015-04-21) See paragraphs [0015]-[0019] and [0033] and figure 5.	15
A	US 2015-0071335 A1 (BRESLIN, Donald et al.) 12 March 2015 (2015-03-12) See paragraphs [0022]-[0030] and figures 1-2.	1-15
A	JP 2008-035487 A (RENESAS TECHNOLOGY CORP.) 14 February 2008 (2008-02-14) See paragraphs [0032]-[0098].	1-15

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"D" document cited by the applicant in the international application
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"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)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"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
"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
"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
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
23 March 2022	**23 March 2022**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office **Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsa-ro, Seo-gu, Daejeon 35208**	
Facsimile No. **+82-42-481-8578**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2021/017651

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
KR 10-0680211 B1	08 February 2007	CN 1964210 A	16 May 2007
KR 10-2014-0053089 A	07 May 2014	CN 103828230 A	28 May 2014
		EP 2732550 A1	21 May 2014
		JP 2014-523717 A	11 September 2014
		US 2014-0132344 A1	15 May 2014
		WO 2013-006941 A1	17 January 2013
KR 10-2015-0042470 A	21 April 2015	CN 105637942 A	01 June 2016
		CN 105637942 B	23 July 2019
		EP 3055934 A1	17 August 2016
		EP 3055934 B1	07 August 2019
		IN 2872DE2014 A	03 July 2015
		KR 10-2200711 B1	12 January 2021
		TW 201515495 A	16 April 2015
		TW I651980 B	21 February 2019
		US 2015-0103953 A1	16 April 2015
		US 9264911 B2	16 February 2016
		WO 2015-053491 A1	16 April 2015
US 2015-0071335 A1	12 March 2015	CN 103329353 A	25 September 2013
		CN 103329353 B	20 January 2016
		EP 2641296 A1	25 September 2013
		JP 2014-502460 A	30 January 2014
		JP 2015-213344 A	26 November 2015
		JP 5815726 B2	17 November 2015
		KR 10-1532848 B1	30 June 2015
		KR 10-2013-0103555 A	23 September 2013
		US 8971948 B1	03 March 2015
		WO 2012-067720 A1	24 May 2012
JP 2008-035487 A	14 February 2008	CN 101098127 A	02 January 2008
		US 2007-0298736 A1	27 December 2007
		US 2010-0301947 A1	02 December 2010
		US 7756494 B2	13 July 2010

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2021/017651

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G01R 22/06(2006.01)i; **G01R 21/06**(2006.01)i; **G01R 19/00**(2006.01)i; **G01R 19/10**(2006.01)i; **G01R 19/30**(2006.01)i; **G01R 1/30**(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

G01R 22/06(2006.01); H01P 3/08(2006.01); H03F 1/02(2006.01); H03F 1/07(2006.01); H03F 3/24(2006.01); H04B 1/40(2006.01); H04B 3/46(2006.01); H04B 7/06(2006.01); H04L 27/08(2006.01)

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 안테나(antenna), 증폭기(amplifier), 전송 선로(transmission line), 길이(length), 파장(wavelength)

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
X Y	KR 10-0680211 B1 (엘지전자 주식회사) 2007.02.08 단락 [15]-[22] 및 도면 2	1-2,4-9,11-14 3,10,15
Y	KR 10-2014-0053089 A (록스타 컨소시엄 유에스 엘피) 2014.05.07 단락 [19], 청구항 13 및 도면 3	3,10
Y	KR 10-2015-0042470 A (삼성전자주식회사) 2015.04.21 단락 [15]-[19], [33] 및 도면 5	15
A	US 2015-0071335 A1 (DONALD BRESLIN 등) 2015.03.12 단락 [22]-[30] 및 도면 1-2	1-15
A	JP 2008-035487 A (RENESAS TECHNOLOGY CORP.) 2008.02.14 단락 [32]-[98]	1-15

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☑ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

"A" 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
"D" 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌
"E" 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
"L" 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
"O" 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
"P" 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
"T" 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
"X" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
"Y" 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
"&" 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일	국제조사보고서 발송일
2022년03월23일(23.03.2022)	**2022년03월23일(23.03.2022)**

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 **+82-42-481-8578**

심사관

박혜련

전화번호 **+82-42-481-3463**

국 제 조 사 보 고 서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2021/017651

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-0680211 B1	2007/02/08	CN 1964210 A	2007/05/16
KR 10-2014-0053089 A	2014/05/07	CN 103828230 A	2014/05/28
		EP 2732550 A1	2014/05/21
		JP 2014-523717 A	2014/09/11
		US 2014-0132344 A1	2014/05/15
		WO 2013-006941 A1	2013/01/17
KR 10-2015-0042470 A	2015/04/21	CN 105637942 A	2016/06/01
		CN 105637942 B	2019/07/23
		EP 3055934 A1	2016/08/17
		EP 3055934 B1	2019/08/07
		IN 2872DE2014 A	2015/07/03
		KR 10-2200711 B1	2021/01/12
		TW 201515495 A	2015/04/16
		TW I651980 B	2019/02/21
		US 2015-0103953 A1	2015/04/16
		US 9264911 B2	2016/02/16
		WO 2015-053491 A1	2015/04/16
US 2015-0071335 A1	2015/03/12	CN 103329353 A	2013/09/25
		CN 103329353 B	2016/01/20
		EP 2641296 A1	2013/09/25
		JP 2014-502460 A	2014/01/30
		JP 2015-213344 A	2015/11/26
		JP 5815726 B2	2015/11/17
		KR 10-1532848 B1	2015/06/30
		KR 10-2013-0103555 A	2013/09/23
		US 8971948 B1	2015/03/03
		WO 2012-067720 A1	2012/05/24
JP 2008-035487 A	2008/02/14	CN 101098127 A	2008/01/02
		US 2007-0298736 A1	2007/12/27
		US 2010-0301947 A1	2010/12/02
		US 7756494 B2	2010/07/13