



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0090081
(43) 공개일자 2020년07월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.) <i>H04B 1/401</i> (2014.01) <i>H04B 1/44</i> (2006.01) <i>H04B 17/11</i> (2014.01) <i>H04B 7/0413</i> (2017.01) (52) CPC특허분류 <i>H04B 1/401</i> (2013.01) <i>H04B 1/44</i> (2013.01) (21) 출원번호 10-2019-0062582 (22) 출원일자 2019년05월28일 심사청구일자 없음 (30) 우선권주장 1020190006948 2019년01월18일 대한민국(KR)	(71) 출원인 삼성전자주식회사 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동) (72) 발명자 유현석 서울특별시 강남구 개포로 310, 74동 305호(개포동, 개포주공1차아파트) 이준세 서울특별시 송파구 중대로 24(문정동, 올림픽웨빌리타운) (74) 대리인 리앤목특허법인
---	--

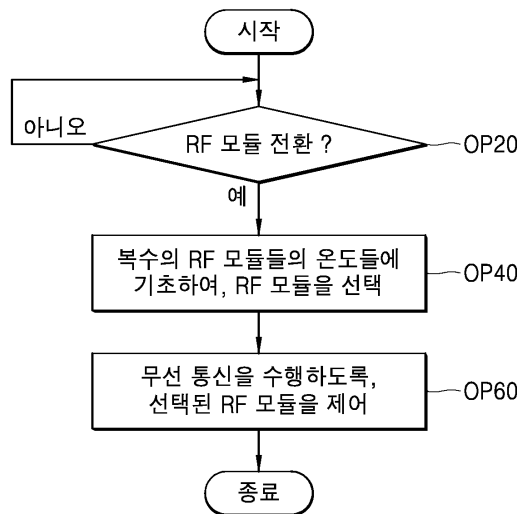
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법 및 장치**

(57) 요약

무선 통신 장치는, 본 개시의 예시적 실시예에 따라, 적어도 하나의 안테나와 각각 연결되고, 온도 센서를 각각 포함하는 복수의 RF 모듈들, 복수의 RF 모듈들로부터 제공되는 신호들로부터 기저대역 신호를 생성하는 후위 모듈, 및 복수의 RF 모듈들의 온도들에 기초하여, 복수의 RF 모듈들 중 제1 RF 모듈이 수행하는 무선 통신을 복수의 RF 모듈들 중 제2 RF 모듈이 수행하게 하는 RF 모듈의 전환을 수행하는 컨트롤러를 포함할 수 있다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H04B 17/11 (2015.01)

H04B 7/0413 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 RF 모듈들을 사용하는 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법으로서,

상기 복수의 RF 모듈들 중 상기 무선 통신을 수행 중인 제1 RF 모듈의 온도에 기초하여, RF 모듈의 전환 여부를 판정하는 단계;

RF 모듈의 전환 판정시, 상기 복수의 RF 모듈들의 온도들에 기초하여 상기 복수의 RF 모듈들 중 제2 RF 모듈을 선택하는 단계; 및

상기 무선 통신을 수행하도록 상기 제2 RF 모듈을 제어하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 RF 모듈의 전환 여부를 판정하는 단계는,

상기 제1 RF 모듈의 온도가 제1 문턱값을 초과하는 경우, RF 모듈의 전환을 판정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1 RF 모듈의 온도가 상기 제1 문턱값을 초과하는 경우, 상기 제1 RF 모듈의 송신 전력을 제한하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 제1 RF 모듈의 송신 전력을 제한하는 단계는,

상기 제1 RF 모듈의 온도에 기초하여, 송신 MPR(Minimum Power Reduction)에 오프셋을 추가하는 단계; 및

상기 제1 RF 모듈의 온도에 기초하여, 상기 제1 RF 모듈에 포함된 전력 증폭기들의 개수를 제한하는 단계 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

청구항 2에 있어서,

상기 제1 RF 모듈의 온도가 상기 제1 문턱값보다 높은 제2 문턱값을 초과하거나 상기 제1 RF 모듈의 온도가 상기 제1 문턱값을 초과한 기간이 미리 정의된 기간을 초과하는 경우, 상기 무선 통신에 사용되는 주파수 대역을 낮추는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

낮은 주파수 대역으로 상기 무선 통신이 수행된 기간 및 상기 제1 RF 모듈의 온도 중 적어도 하나에 기초하여, 상기 무선 통신에 사용되는 주파수 대역을 높이는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

청구항 2에 있어서,

상기 RF 모듈의 전환 여부를 판정하는 단계는,

상기 제1 RF 모듈의 온도가 상기 제1 문턱값 이하인 경우, 상기 무선 통신의 품질에 기초하여 RF 모듈의 전환 여부를 판정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 무선 통신의 품질은, 상기 제1 RF 모듈에서의 수신 전력, 상기 제1 RF 모듈로부터 다운-컨버전된 신호를 수신하는 후위(back-end) 모듈에서의 수신 전력, 상기 무선 통신의 RSRP(Reference Signal Received Power), RSSI(Received Signal Strength Indicator), RSRQ(Reference Signal Received Quality) 및 SINR(Signal to Interference Noise Ratio) 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 제2 RF 모듈을 선택하는 단계는,

상기 복수의 RF 모듈들의 온도들 및 상기 복수의 RF 모듈들 각각이 제공하는 상기 무선 통신의 품질들에 기초하여, 상기 제2 RF 모듈을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 제2 RF 모듈을 제어하는 단계는,

상기 제1 RF 모듈 및 상기 제2 RF 모듈이 상이한 경우, 상기 무선 통신에 사용된 상기 제1 RF 모듈의 정보를 저장하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시의 기술적 사상은 무선 통신에 관한 것으로서, 구체적으로 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 통신 시스템에서 신호 송신은 경로 손실(path loss), 채도 페이딩(shadow fading) 등으로부터 영향을 받기 쉽기 때문에, 서비스 품질(Quality of Service; QoS)이 저하되지 아니하도록 충분한 전력을 요구할 수 있다. 특히, 밀리미터파(mmWave)와 같이 감쇠되기 쉬운 높은 주파수 대역의 신호를 사용하는 무선 통신의 경우, 높은 송신 전력이 요구될 수 있다. 그러나, 송신 전력이 증가할수록, 무선 통신 기기에서 발열이 증가할 수 있고, 빔포밍(beamforming), 편파(polarization) 등을 위해 안테나의 개수가 증가할 수록 소비 전력 및 발열은 더욱 증가할 수 있다. 이에 따라, 무선 통신의 높은 성능을 제공하면서도 안정성을 유지하는 것이 요구될 수 있고, 특히 사용자 단말과 같은 휴대용 무선 통신 기기에서는 더욱 중요할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 개시의 기술적 사상은 무선 통신의 품질을 유지하면서도 발열을 관리함으로써 안정성을 유지하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0004] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 개시의 기술적 사상의 일 측면에 따른 무선 통신 장치는, 적어도 하나의 안테나와 각각 연결되고, 온도 센서를 각각 포함하는 복수의 RF 모듈들, 복수의 RF 모듈들로부터 제공되는

신호들로부터 기저대역 신호를 생성하는 후위 모듈, 및 복수의 RF 모듈들의 온도들에 기초하여, 복수의 RF 모듈들 중 제1 RF 모듈이 수행하는 무선 통신을 복수의 RF 모듈들 중 제2 RF 모듈이 수행하게 하는 RF 모듈의 전환을 수행하는 컨트롤러를 포함할 수 있다.

[0005] 본 개시의 기술적 사상의 일 측면에 따라 복수의 RF 모듈들을 사용하는 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법은, 복수의 RF 모듈들 중 무선 통신을 수행 중인 제1 RF 모듈의 온도에 기초하여, RF 모듈의 전환 여부를 판정하는 단계, RF 모듈의 전환 판정시, 복수의 RF 모듈들의 온도들에 기초하여 복수의 RF 모듈들 중 제2 RF 모듈을 선택하는 단계, 및 무선 통신을 수행하도록 제2 RF 모듈을 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0006] 본 개시의 기술적 사상의 일 측면에 따른 무선 통신 장치는, 적어도 하나의 안테나와 각각 연결되고, 온도 센서를 각각 포함하는 복수의 RF 모듈들, 및 복수의 RF 모듈들의 온도들 및 복수의 RF 모듈들 각각이 제공하는 무선 통신의 품질들에 기초하여 복수의 상태들 사이에서 천이하는 스테이트 머신을 포함할 수 있고, 복수의 상태들은, 복수의 RF 모듈들 중 제1 RF 모듈이 제1 문턱값 이하의 온도에서 무선 통신을 수행하는 제1 상태, 제1 RF 모듈이 제1 문턱값 초과 온도에서 무선 통신을 수행하는 제2 상태, 복수의 RF 모듈들 중 제2 RF 모듈이 무선 통신을 수행하도록 RF 모듈을 전환하는 제3 상태, 및 복수의 RF 모듈이 절전 모드로 설정되는 제4 상태를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 본 개시의 예시적 실시예에 따른 방법 및 장치에 의하면, 무선 통신에 사용되는 RF 모듈의 전환에 의해서, 무선 통신의 성능 및 안정성을 모두 달성할 수 있다.

[0008] 본 개시의 예시적 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 아니하며, 언급되지 아니한 다른 효과들은 이하의 기재로부터 본 개시의 예시적 실시예들이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 개시의 예시적 실시예들을 실시함에 따른 의도하지 아니한 효과들 역시 본 개시의 예시적 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0009] 도 1은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 무선 통신 기기를 포함하는 무선 통신 시스템을 나타내는 블록도이다.
- 도 2는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 3은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 RF 모듈의 예시를 나타내는 블록도이다.
- 도 4는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 RF 모듈의 전환의 예시를 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 6은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 RF 모듈의 예시를 나타내는 블록도이다.
- 도 7은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 후위 모듈의 예시를 나타내는 블록도이다.
- 도 8은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 9는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 10은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 11a 및 도 11b는 본 개시의 예시적 실시예들에 따라 RF 모듈의 송신 전력을 제한하는 동작을 설명하기 위한 도면들이다.
- 도 12는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다.
- 도 13은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 수행하는 스테이트 머신을 나타낸다.
- 도 14는 본 개시의 예시적 실시예에 따른 통신 장치의 예시를 나타내는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 도 1은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 무선 통신 기기를 포함하는 무선 통신 시스템(5)을 나타내는 블록도이다. 무선 통신 시스템은, 비제한적인 예시로서 5G(5th generation wireless) 시스템, LTE(Long Term Evolution) 시스템, LTE-Advanced 시스템, CDMA(Code Division Multiple Access) 시스템, GSM(Global System for Mobile Communications) 시스템 등과 같은 셀룰러 네트워크(cellular network)를 이용하는 무선 통신 시스템일 수도 있고, WLAN(Wireless Local Area Network) 시스템 또는 다른 임의의 무선 통신 시스템일 수 있다. 이하에서, 무선 통신 시스템은 셀룰러 네트워크를 이용하는 무선 통신 시스템을 주로 참조하여 설명될 것이나 본 개시의 예시적 실시예들이 이에 제한되지 아니하는 점은 이해될 것이다.
- [0011] 기지국(Base Station; BS)(1)은 일반적으로 사용자 기기 및/또는 다른 기지국과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 지칭할 수 있고, 사용자 기기 및/또는 다른 기지국과 통신함으로써 데이터 및 제어 정보를 교환할 수 있다. 예를 들면, 기지국(1)은 Node B, eNB(evolved-Node B), gNB(Next generation Node B), 섹터(Sector), 사이트(Site), BTS(Base Transceiver System), AP(Access Point), 릴레이 노드(Relay Node), RRH(Remote Radio Head), RU(Radio Unit), 스몰 셀(small cell) 등으로 지칭될 수도 있다. 본 명세서에서, 기지국 또는 셀은 CDMA에서의 BSC(Base Station Controller), WCDMA의 Node-B, LTE에서의 eNB, 5G의 gNB 또는 섹터(사이트) 등이 커버하는 일부 영역 또는 기능을 나타내는 포괄적인 의미로 해석될 수 있고, 매크로셀, 매크로셀, 마이크로셀, 피코셀, 펌토셀 및 릴레이 노드, RRH, RU, 스몰 셀 통신범위 등 다양한 커버리지 영역을 모두 포괄할 수 있다.
- [0012] 사용자 기기(User Equipment; UE)(10)는 고정되거나 이동성을 가질 수 있고, 기지국, 예컨대 기지국(1)과 통신하여 데이터 및/또는 제어 정보를 송수신할 수 있는 임의의 기기들을 지칭할 수 있다. 예를 들면, 사용자 기기(10)는 단말(terminal), 단말 기기(terminal equipment), MS(Mobile Station), MT(Mobile Terminal), UT(User Terminal), SS(Subscribe Station), 무선 장치(wireless device), 휴대 장치(handheld device) 등으로 지칭될 수 있다. 이하에서, 본 개시의 예시적 실시예들은 무선 통신 기기로서 사용자 기기(10)를 주로 참조하여 설명될 것이나, 본 개시의 예시적 실시예들이 이에 제한되지 아니하는 점은 이해될 것이다.
- [0013] 사용자 기기(10)와 기지국(1) 사이 무선 통신 네트워크는 가용 네트워크 자원들을 공유함으로써 다수의 사용자들이 통신하는 것을 지원할 수 있다. 예를 들면, 무선 통신 네트워크에서 CDMA(Code Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single Carrier Frequency Division Multiple Access), OFDM-FDMA, OFDM-TDMA, OFDM-CDMA 등과 같은 다양한 다중 접속 방식으로 정보가 전달할 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 사용자 기기(10)는 상향링크(UL) 및 하향링크(DL)를 통해서 기지국(1)과 상호 통신할 수 있다. 일부 실시예들에서, D2D(Device-to-Device)와 같이, 사이드 링크(sidelink)를 통해서 사용자 기기들이 상호 통신할 수도 있다.
- [0014] 사용자 기기(10)는 2이상의 무선 통신 시스템들에 대한 접속들을 지원할 수 있다. 예를 들면, 사용자 기기(10)는 상이한 제1 무선 통신 시스템 및 제2 무선 통신 시스템에 접속할 수 있고, 제1 무선 통신 시스템은 제2 무선 통신 시스템보다 높은 주파수 대역을 사용할 수 있다. 예를 들면, 제1 무선 통신 시스템은 밀리미터파(mmWave)를 사용하는 무선 통신 시스템(예컨대, 5G)일 수 있는 한편, 제2 무선 통신 시스템은 밀리미터파(mmWave)보다 낮은 주파수 대역을 사용하는 무선 통신 시스템(예컨대, LTE)일 수 있고, 제2 무선 통신 시스템은 레거시(legacy) 무선 통신 시스템으로 지칭될 수도 있다. 사용자 기기(10)는, 일부 실시예들에서 상이한 기지국들을 통해서 제1 무선 통신 시스템 및 제2 무선 통신 시스템에 각각 접속할 수도 있고, 일부 실시예들에서 하나의 기지국(1)을 통해서 제1 무선 통신 시스템 및 제2 무선 통신 시스템에 각각 접속할 수도 있다. 또한, 일부 실시예들에서, 사용자 기기(10)는 3개 이상의 상이한 무선 통신 시스템들에 대한 접속들을 지원할 수도 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 사용자 기기(10)는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14), 후위 모듈(15) 및 데이터 프로세서(16)를 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)은 독립적인 반도체 패키지들에 각각 포함될 수 있다. 일부 실시예들에서, 후위 모듈(15) 및 데이터 프로세서(16)는 하나의 반도체 패키지에 포함될 수도 있고, 독립적인 반도체 패키지들에 각각 포함될 수도 있다.
- [0015] 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14) 각각은 적어도 하나의 안테나를 포함할 수 있고, 안테나를 통해서 수신된 신호 및 안테나를 통해서 송신할 신호를 처리할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)은 제1 내지 제4 IF(Intermediate Frequency) 신호(S_IF1 내지 S_IF4)을 생성하거나 처리할 수 있다. 예를 들면, 제1 RF 모듈(11)은 안테나를 통해서 수신되는 RF 신호로부터 제1 IF 신호(S_IF1)를 생성할 수도 있고, 후위 모듈(15)로부터 제공되는 제1 IF 신호(S_IF1)를 처리함으로써 생성된 RF 신호를 안테나를 통해서 출력할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14) 각각은, 도 3을 참조하여 후술되는 바와 같이, 안테나 어레이, 전위 RF 회로, 버퍼, 스위치 등을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 사용자 기기(10)는 상대적

으로 높은 주파수 대역을 사용하는 제1 무선 통신 시스템에 접속하기 위하여 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)을 포함할 수 있는 한편, 상대적으로 낮은 주파수 대역을 사용하는 제2 무선 통신 시스템에 접속하기 위하여 추가적인 RF 모듈을 더 포함할 수도 있다. 본 명세서에서, 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14) 각각은 전위 RF 모듈로서 지칭될 수도 있다.

[0016] 밀리미터파(mmWave)와 같이 높은 주파수 대역에서 짧은 파장의 신호는 강한 직진성을 가질 수 있고, 이에 따라 장애물에 의한 방해 및/또는 안테나의 방향 등에 따라 통신 품질이 좌우될 수 있다. 사용자 기기(10)는 사용자의 신체와 같은 장애물에 의해서 일부 안테나 모듈을 통한 신호의 송수신이 차단되거나 사용자 기기(10)의 방향에도 불구하고 기지국(1)과의 통신이 가능하도록, 복수의 안테나 모듈들, 예컨대 제1 내지 제4 RF 모듈(11, 12, 13, 14)을 포함할 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 사용자 기기(10)에 포함된 제1 내지 제4 RF 모듈(11, 12, 13, 14)은 상호 이격되어 배치될 수 있고, 일부 실시예들에서, 제1 내지 제4 RF 모듈(11, 12, 13, 14)은 사용자 기기(10)의 가장자리에서 상호 이격되어 배치될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 1에 도시된 바와 상이하게, 사용자 기기(10)는 4개 미만 또는 4개 초과 of 전단 RF 모듈들을 포함할 수도 있다.

[0017] 후위 모듈(15)은 기저대역(baseband) 신호(S_BB)를 처리하거나 생성할 수 있다. 예를 들면, 후위 모듈(15)은 데이터 프로세서(16)로부터 제공된 기저대역 신호(S_BB)를 처리함으로써 제1 내지 제4 IF 신호(S_IF1 내지 S_IF4) 중 적어도 하나를 생성할 수도 있고, 제1 내지 제4 IF 신호(S_IF1 내지 S_IF4) 중 적어도 하나를 처리함으로써 기저대역 신호(S_BB)를 생성할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 제1 내지 제4 RF 모듈(11, 12, 13, 14)이 기저대역 신호들을 각각 생성하여 데이터 프로세서(16)에 제공할 수도 있고, 이 경우 후위 모듈(15)에서 수행되는 다운 컨버전 및 업 컨버전은 생략될 수도 있다. 후위 모듈(15)의 예시는 도 7을 참조하여 후술될 것이다.

[0018] 데이터 프로세서(16)는 후위 모듈(15)로부터 수신된 기저대역 신호(S_BB)로부터 기지국(1)이 전달하고자 하는 정보를 추출할 수도 있고, 기지국(1)에 전달하고자 하는 정보를 포함하는 기저대역 신호(S_BB)를 생성할 수도 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 데이터 프로세서(16)는 컨트롤러(16_1)를 포함할 수 있고, 컨트롤러(16_1)는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)의 온도들을 획득할 수 있고, 획득된 온도들에 기초하여 기지국(1)과의 무선 통신에 사용되는 RF 모듈을 결정할 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)의 온도들에 기초하여 무선 통신에 사용되는 RF 모듈을 다른 RF 모듈로 전환할 수 있다. 이에 따라, RF 모듈의 과열이 방지될 수 있는 한편, 기지국(1)과의 무선 통신은 유지될 수 있다. 컨트롤러(16_1)는 논리 합성을 통해서 설계되는 로직 하드웨어일 수도 있고, 일련의 명령어들을 포함하는 소프트웨어 모듈 및 이를 실행하는 프로세서를 포함하는 프로세싱 유닛일 수도 있으며, 로직 하드웨어 및 프로세싱 유닛의 조합일 수도 있다. 컨트롤러(16_1)의 동작의 예시는 도 2를 참조하여 설명될 것이다.

[0019] 도 2는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다. 도 2에 도시된 바와 같이, 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법은 복수의 단계들(OP20, OP40, OP60)을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 2의 방법은 도 1의 컨트롤러(16_1)에 의해서 수행될 수 있고, 이하에서 도 2는 도 1을 참조하여 설명될 것이다.

[0020] 단계 OP20에서, RF 모듈의 전환 여부를 판정하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)의 온도들에 기초하여 RF 모듈의 전환 여부를 판정할 수 있다. 본 명세서에서 RF 모듈의 전환은 현재 무선 통신을 수행하는 RF 모듈과 상이한 RF 모듈이 무선 통신을 수행하게 하는 것을 지칭할 수 있다. 예를 들면, 현재 제1 RF 모듈(11)이 기지국(1)과의 무선 통신을 수행하는 경우, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)과 상이한 RF 모듈, 즉 제2 내지 제4 RF 모듈(12 내지 14) 중 하나가 무선 통신을 수행하도록 할지 여부를 판정할 수 있다. 일부 실시예들에서, 무선 통신을 수행하는 제1 RF 모듈(11)의 온도가 미리 정의된 문턱값을 초과하는 경우, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)의 과열을 방지하기 위하여 RF 모듈의 전환을 판정할 수 있다. 도 2에 도시된 바와 같이, RF 모듈의 전환을 판정한 경우 단계 OP40이 후속하여 수행될 수 있는 한편, 그렇지 아니한 경우 단계 OP20이 다시 수행될 수 있다. 이하에서, 제1 RF 모듈(11)이 현재 무선 통신을 수행하고 있는 것으로 가정되고, 단계 OP20의 예시는 도 5를 참조하여 후술될 것이다.

[0021] 단계 OP40에서, 복수의 RF 모듈들의 온도들에 기초하여, RF 모듈을 선택하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 현재 무선 통신을 수행하는 제1 RF 모듈(11)을 포함하는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)의 온도들에 기초하여, RF 모듈을 선택할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컨트롤러(16_1)는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)의 온도들에 기초하여, 제1 RF 모듈(11)을 선택할 수도 있고, 제1 RF 모듈(11)과 상이한 RF 모듈, 예컨대 제2 내지 제4 RF 모듈(12 내지 14) 중 하나를 선택할 수도 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14) 중 가장 낮은 온도를 가지는 RF 모듈을 선택할 수 있다. 또한, 도 5를 참조하여

후술되는 바와 같이, 컨트롤러(16_1)는 온도들뿐만 아니라 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)이 제공하는 무선 통신의 품질들에 기초하여 RF 모듈을 선택할 수도 있다.

[0022] 단계 OP60에서, 무선 통신을 수행하도록, 선택된 RF 모듈을 제어하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 단계 OP40에서 제2 RF 모듈(12)이 선택될 수 있고, 컨트롤러(16_1)는 제2 RF 모듈(12)이 무선 통신을 수행하도록 제2 RF 모듈(12)을 설정할 수 있고, 제2 IF 신호(S_IF2)를 생성하거나 처리하기 위한 경로가 형성되도록 스위치 등을 제어할 수 있다. 또한, 단계 OP40에서 제1 RF 모듈(11)과 상이한 RF 모듈이 선택된 경우, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)을 절전 모드로 설정할 수 있다. 이에 따라, 제1 RF 모듈(11)의 온도가 감소할 수 있는 한편, 선택된 RF 모듈이 무선 통신을 후속해서 수행할 수 있다. 단계 OP60의 예시는 도 8을 참조하여 후술될 것이다.

[0023] 도 3은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 RF 모듈의 예시를 나타내는 블록도이다. 구체적으로, 도 3의 RF 모듈(30)은 도 1의 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14) 중 하나의 예사일 수 있다. 도 1을 참조하여 전술된 바와 같이, RF 모듈(30)은 안테나 어레이(31)를 통해서 수신된 신호를 처리함으로써 IF 신호(S_IF)를 생성할 수도 있고, IF 신호(S_IF)를 처리함으로써 생성된 신호를 안테나 어레이(31)를 통해서 출력할 수도 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, RF 모듈(30)은 안테나 어레이(31), LO 생성기(32), 복수의 전위 RF 회로들(33_1 내지 33_n), 버퍼들(35, 37), 믹서들(36, 38) 및 스위치(39)를 포함할 수 있다(n은 1보다 큰 정수). 이하에서 도 3은 도 1을 참조하여 설명될 것이다.

[0024] 안테나 어레이(31)는 복수의 안테나들(31_1 내지 31_n)을 포함할 수 있다. 복수의 안테나들(31_1 내지 31_n)은, 도 1을 참조하여 전술된 바와 같이 빔포밍을 위해서 사용될 수도 있고, 상이한 방향으로 편파된(polarized) 신호들을 송수신하는데 사용될 수도 있다. 도 3에 도시된 바와 같이, RF 모듈(30)은 복수의 안테나들(31_1 내지 31_n) 각각에 대응하는 복수의 전위 RF 회로들(33_1 내지 33_n)을 포함할 수 있고, 이에 따라 복수의 안테나들(31_1 내지 31_n)을 구동하기 위하여 복수의 전위 RF 회로들(33_1 내지 33_n)에서 소비되는 전력이 증가할 수 있다.

[0025] 전위 RF 회로(33_1)는 스위치(SW), 저잡음 증폭기(LNA), RX 위상 천이기(RX_PS), TX 위상 천이기(TX_PS), 전력 증폭기(PA) 및 온도 센서(TS)를 포함할 수 있다. 온도 센서(TS)는 전위 RF 회로(33_1)의 온도를 감지할 수 있다. 예를 들면, 복수의 전위 RF 회로들(33_1 내지 33_n)은 온도 센서들을 각각 포함할 수 있고, 온도 센서들은 감지된 온도들에 대한 정보를 포함하는 신호를 도 1의 컨트롤러(16_1)에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, RF 모듈(30)은, 복수의 전위 RF 회로들(33_1 내지 33_n)의 온도 센서들이 제공하는 신호들을 수집하고 수집된 신호들에 기초하여 온도 정보(예컨대, 온도들의 평균, 최대값 등)를 포함하는 신호를 컨트롤러(16_1)에 제공하는, 구성요소를 더 포함할 수도 있다.

[0026] LO 생성기(32)는 믹서들(36, 38)에 국부 진동(local oscillation) 신호들을 제공할 수 있다. 예를 들면, LO 생성기(32)는 송신에 사용되는 반송파(carrier) 주파수에 기초하여 결정된 주파수를 가지는 TX 국부 진동 신호(TX_LO)를 TX 믹서(38)에 제공할 수 있고, 수신에 사용되는 반송파 주파수에 기초하여 결정된 주파수를 가지는 RX 국부 진동 신호(RX_LO)를 RX 믹서(36)에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, LO 생성기(32)는 PLL(Phased Locked Loop)을 포함할 수 있고, TX 국부 진동 신호(TX_LO) 및/또는 RX 국부 진동 신호(RX_LO)가 원하는 주파수에 도달하였음을 나타내는 잠금 신호(LOCK)를 출력할 수 있다. 잠금 신호(LOCK)는 컨트롤러(16_1)에 제공될 수 있고, 컨트롤러(16_1)는 활성화된(activated) 잠금 신호(LOCK)에 기초하여 RF 모듈(30)이 정상적으로 동작이 가능한 상태인지 여부를 판정할 수 있다. 일부 실시예들에서, 버퍼들(35, 37) 및 믹서들(36, 38)은 도 3에 도시된 바와 상이하게 배치될 수 있다. 또한, 일부 실시예들에서, 믹서들(36, 38) 및 LO 생성기(32)가 생략될 수 있고, 이에 따라 RF 모듈(30)은 RF 대역의 신호를 후위 모듈(15)로부터 수신하거나 후위 모듈(15)에 제공할 수도 있다.

[0027] RF 모듈(30)은 컨트롤러(16_1)에 의해서 절전 모드로 설정될 수 있고, 절전 모드에서 IF 신호(S_IF)를 생성하거나 처리하는 동작을 중단할 수 있다. 일부 실시예들에서, RF 모듈(30)에 포함된 구성요소들 중 적어도 일부에 공급되는 전력이 절전 모드에서 차단될 수 있다. 예를 들면, 전위 RF 회로(33_1)에 포함된 스위치(SW), 저잡음 증폭기(LNA), RX 위상 천이기(RX_PS), TX 위상 천이기(TX_PS), 전력 증폭기(PA) 및 온도 센서(TS)에 공급되는 전력이 절전 모드에서 모두 차단될 수도 있고, 온도 센서(TS)에 공급되는 전력은 절전 모드에서 유지될 수도 있다. 또한, 일부 실시예들에서, 절전 모드에서 LO 생성기(32)에 공급되는 전력이 차단될 수도 있다. 이에 따라, 절전 모드에서 RF 모듈(30)의 온도는 하강할 수 있고, 컨트롤러(16_1)는 RF 모듈(30)이 절전 모드에서 머무른 시간 및/또는 절전 모드에서 온도 센서(TS)에 의해서 감지된 온도에 기초하여 RF 모듈(30)의 온도 하강 여부를 판정할 수 있다.

- [0028] 도 4는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 RF 모듈의 전환의 예시를 나타내는 도면이다. 구체적으로, 도 4는 시간의 흐름에 따라 무선 통신에 사용되는 RF 모듈 및 RF 모듈의 온도를 나타낸다. 이하에서, 도 4는 도 1을 참조하여 설명될 것이다.
- [0029] 도 1의 컨트롤러(16_1)는 RF 모듈의 온도에 관한 적어도 하나의 기준 온도에 기초하여 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)을 제어할 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 컨트롤러(16_1)는 미리 정의된 제1 온도 문턱값(T_{TH1}), 제2 온도 문턱값(T_{TH2}) 및 제3 온도 문턱값(T_{TH3})에 기초하여 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)을 제어할 수 있다.
- [0030] 일부 실시예들에서, 컨트롤러(16_1)는 RF 모듈의 온도가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})을 초과하는 경우, 낮은 온도의 RF 모듈이 무선 통신을 수행하도록 RF 모듈의 전환을 시도할 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 무선 통신을 수행하는 제1 RF 모듈(11)의 온도가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})을 초과하는 경우, 컨트롤러(16_1)는 제1 구간(D1)에서 RF 모듈의 전환을 수행할 수 있고, 낮은 온도의 제2 RF 모듈(12)이 무선 통신을 수행할 수 있다. 유사하게, 무선 통신을 수행하는 제2 RF 모듈(12)의 온도가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})을 초과하는 경우, 컨트롤러(16_1)는 제2 구간(D2)에서 RF 모듈의 전환을 수행할 수 있고, 낮은 온도의 제3 RF 모듈(13)이 무선 통신을 수행할 수 있다.
- [0031] 일부 실시예들에서, 컨트롤러(16_1)는 RF 모듈의 온도가 제2 온도 문턱값(T_{TH2})을 초과하는 경우, RF 모듈의 온도를 신속하게 낮추기 위하여 RF 모듈의 동작을 제한할 수 있다. 예를 들면, 도 4에 도시된 바와 같이, 제2 구간(D2) 이후 제3 RF 모듈(13)이 무선 통신을 수행할 수 있고, 제3 RF 모듈(13)의 온도가 상승할 수 있다. 제3 RF 모듈(13)을 제외한 제1, 제2 및 제4 RF 모듈(11, 12, 14)이 모두 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이상의 온도들을 가지는 경우, 제1, 제2 및 제4 RF 모듈(11, 12, 14) 중 하나가 무선 통신을 수행하게 하는 RF 모듈의 전환이 수행되지 아니할 수 있고, 제3 RF 모듈(13)의 온도는 제2 온도 문턱값(T_{TH2})까지 상승할 수 있다. 제3 RF 모듈(13)의 온도가 제2 온도 문턱값(T_{TH2})을 초과하는 경우, 컨트롤러(16_1)는 제3 RF 모듈(13)의 송신 전력을 제한하거나 제3 RF 모듈(13)을 절전 모드로 설정할 수 있다. 이에 따라, 제3 구간(D3) 이후 제3 RF 모듈(13)의 온도는 제2 온도 문턱값(T_{TH2}) 이하로 하강할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제3 RF 모듈(13)이 절전 모드로 설정되고, 제1, 제2 및 제4 RF 모듈(11, 12, 14)이 무선 통신을 수행하지 아니하는 경우, 상대적으로 높은 주파수 대역을 사용하는 제1 무선 통신 시스템(예컨대, 5G)에 대한 접속이 끊어질 수 있고, 사용자 기기(10)는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)과 상이한 RF 모듈을 통해서 상대적으로 낮은 주파수 대역을 사용하는 제2 무선 통신 시스템(예컨대, LTE)에 접속할 수 있다.
- [0032] 도 4에 도시된 바와 같이, 제3 RF 모듈(13)의 온도가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하로 하강하는 경우, 컨트롤러(16_1)는 제3 RF 모듈(13)의 송신 전력에 대한 제한을 해제하거나 제3 RF 모듈(13)을 정상 모드로 설정할 수 있고, 이에 따라 제3 RF 모듈(13)의 온도는 다시 상승할 수 있다. 제1 구간(D1)에서 절전 모드로 설정된 제1 RF 모듈(11)의 온도가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하로 하강하는 경우, 컨트롤러(16_1)는 제4 구간(D4)에서 모듈의 전환을 수행할 수 있고, 낮은 온도의 제1 RF 모듈(11)이 무선 통신을 수행할 수 있다.
- [0033] 제3 온도 문턱값(T_{TH3})은, 도 4에 도시된 바와 같이 제1 내지 제3 온도 문턱값(T_{TH1} 내지 T_{TH3}) 중 가장 높은 온도에 대응할 수 있고, RF 모듈의 정상적인 동작이 보장되지 아니하는 온도일 수 있다. 컨트롤러(16_1)는 RF 모듈의 온도가 제3 온도 문턱값(T_{TH3})에 도달하기 전, 예컨대 제2 온도 문턱값(T_{TH2})보다 높은 경우, 전술된 바와 같이 해당 RF 모듈의 온도를 낮추기 위한 동작을 수행할 수 있다. 비록 이상에서 컨트롤러(16_1)가 RF 모듈의 온도에 기초하여 RF 모듈을 전환하는 동작의 예시들이 설명되었으나, 일부 실시예들에서, 컨트롤러(16_1)는, 도 5 등을 참조하여 후술되는 바와 같이 RF 모듈의 온도뿐만 아니라 RF 모듈이 제공하는 무선 통신의 품질에 더 기초하여 RF 모듈을 전환할 수 있다.
- [0034] 도 5는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다. 구체적으로, 도 5의 순서도는 도 2의 단계 OP20 및 단계 OP40의 예시들을 나타낸다. 도 2를 참조하여 전술된 바와 같이, 도 5의 단계 OP20'에서 RF 모듈의 전환 여부가 판정될 수 있고, 단계 OP40'에서 RF 모듈을 선택하는 동작이 수행될 수 있다. 이하에서 도 5는 도 1을 참조하여 설명될 것이고, 도 1의 제1 RF 모듈(11)이 현재 무선 통신을 수행 중인 것으로 가정될 것이다.

- [0035] 도 5를 참조하면, 단계 OP20'은 복수의 단계들(OP22, OP24, OP26, OP28)을 포함할 수 있다. 단계 OP22에서, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 획득하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)에 포함된 온도 센서가 감지한 온도에 대한 정보를 포함하는 신호를 제1 RF 모듈(11)로부터 수신할 수 있다.
- [0036] 단계 OP24에서, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 제1 온도 문턱값(T_{TH1})과 비교하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 도 4를 참조하여 전송된 바와 같이, 컨트롤러(16_1)는 미리 정의된 제1 내지 제3 온도 문턱값(T_{TH1} 내지 T_{TH3})을 참조할 수 있고, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 제1 온도 문턱값(T_{TH1})과 비교할 수 있다. 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높은 경우, 단계 OP20'이 종료할 수 있고 단계 OP40'이 후속하여 수행될 수 있다. 즉, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높은 경우, 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질과 무관하게 RF 모듈의 전환이 판정될 수 있다. 다른 한편으로, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하인 경우, 단계 OP26이 후속하여 수행될 수 있다.
- [0037] 단계 OP26에서, 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)을 평가하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하인 경우, 즉 제1 RF 모듈(11)의 발열이 문제되지 아니하는 경우, 보다 양호한 무선 통신의 품질을 위하여 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)을 평가할 수 있다. 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)은 다양한 방식으로 평가될 수 있다. 일부 실시예들에서, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)에서 측정된 수신 신호의 전력(제1 RF 모듈(11)의 수신 전력으로 지칭될 수도 있다), 후위 모듈(15)에서 측정된 제1 IF 신호(S_{IF1}) 및/또는 기저대역 신호(S_{BB})의 전력(후위 모듈(15)의 수신 전력으로 지칭될 수도 있다), 데이터 프로세서(16)에서 측정된 기저대역 신호(S_{BB})의 다양한 수치들(metrics), 예컨대 RSRP(Reference Signal Received Power), RSSI(Received Signal Strength Indicator), RSRQ(Reference Signal Received Quality) 및 SINR(Signal to Interference Noise Ratio) 중 적어도 하나에 기초하여 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)을 평가할 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 전송된 다양한 인자들 중 적어도 하나의 함수로서 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)을 도출할 수 있다.
- [0038] 단계 OP28에서, 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)을 품질 문턱값(Q_{TH})과 비교하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)이 미리 정의된 품질 문턱값(Q_{TH}) 이하인 경우, 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신이 양호하지 아니한 것으로 판정할 수 있다. 이에 따라, 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)이 품질 문턱값(Q_{TH}) 이하인 경우, 단계 OP20'이 종료할 수 있고 단계 OP40'이 후속하여 수행될 수 있다. 즉, 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)이 양호하지 아니한 경우, RF 모듈의 전환이 판정될 수 있다. 다른 한편으로, 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)이 품질 문턱값(Q_{TH})보다 높은 경우, 단계 OP22가 다시 수행될 수 있다.
- [0039] 단계 OP40'에서, 복수의 RF 모듈들의 온도들 및 무선 통신의 품질들에 기초하여, RF 모듈을 선택하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)의 온도들뿐만 아니라 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14) 각각에 의한 무선 통신의 품질들에 기초하여 전환될 RF 모듈을 선택할 수 있다. 도 2를 참조하여 전송된 바와 같이, 선택된 RF 모듈은 현재 무선 통신을 수행하는 제1 RF 모듈(11)일 수도 있고, 다른 RF 모듈, 즉 제2 내지 제4 RF 모듈(12 내지 14) 중 하나일 수도 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제2 RF 모듈(12) 및 제3 RF 모듈(13)이 동일한 수준의 무선 통신의 품질들을 제공하나 제2 RF 모듈(12)의 온도가 제3 RF 모듈(13)의 온도보다 낮은 경우, 제2 RF 모듈(12)을 선택할 수 있다. 다른 한편으로, 컨트롤러(16_1)는 제2 RF 모듈(12)이 제3 RF 모듈(13)보다 높은 무선 통신의 품질을 제공하고 높은 온도를 가지는 경우, 제2 RF 모듈(12)의 온도가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하인지 여부에 따라 제2 RF 모듈(12) 또는 제3 RF 모듈(13)을 선택할 수도 있다. 결과적으로, RF 모듈의 전환은 온도뿐만 아니라 무선 통신의 품질에 기초하여 수행될 수 있고, 이에 따라 무선 통신의 성능 및 안정성이 모두 달성될 수 있다.
- [0040] 도 6은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 RF 모듈의 예시를 나타내는 블록도이고, 도 7은 본 개시의 예시적 실시예에 따른 후위 모듈의 예시를 나타내는 블록도이다. 구체적으로, 도 6 및 도 7의 블록도들은 수신 전력을 측정하기 위한 RF 모듈 및 후위 모듈의 예시들을 각각 나타낸다. 도 6 및 도 7은 도 1 및 도 3을 참조하여 설명될 것이며, 도 6에 대한 설명 중 도 3에 대한 설명과 중복되는 내용은 생략될 것이다.
- [0041] 도 6을 참조하면, RF 모듈(60)은 안테나 어레이(61), LO 생성기(62), 복수의 전위 RF 회로들(63_1 내지 63_n),

버퍼들(65, 67), 믹서들(66, 68) 및 스위치(69)를 포함할 수 있다(n 은 1보다 큰 정수). 안테나 어레이(61)는 복수의 안테나들(61_1 내지 61_n)을 포함할 수 있고, 복수의 전위 RF 회로들(63_1 내지 63_n)은 복수의 안테나들(61_1 내지 61_n)에 각각 대응할 수 있다. 복수의 전위 RF 회로들(63_1 내지 63_n) 각각은 온도 센서뿐만 아니라 전력 검출기를 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 6에 도시된 바와 같이, 전위 RF 회로(63_1)는 온도 센서(TS) 및 전력 검출기(PD)를 포함할 수 있다. 도 3을 참조하여 전술된 바와 같이, 온도 센서(TS)는 전위 RF 회로(63_1)의 온도를 감지할 수 있다.

[0042] 전력 검출기(PD)는 안테나(61_1)를 통해서 수신되는 신호 및/또는 해당 신호가 처리된 신호의 전력을 검출할 수 있다. 예를 들면, 전력 검출기(PD)는 전위 RF 회로(63_1)에 포함된 저잡음 증폭기(예컨대, 도 3의 LNA)의 입력 또는 출력 및/또는 RX 위상 천이기(예컨대, 도 3의 RX_PS)의 출력에서 신호의 전력을 검출할 수 있다. 전력 검출기(PD)는 검출된 전력에 대한 정보를 포함하는 신호를 생성할 수 있고, 생성된 신호를 컨트롤러(16_1)에 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, RF 모듈(60)은, 복수의 전위 RF 회로들(63_1 내지 63_n)의 전력 검출기들이 제공하는 신호들을 수집하고 수집된 신호들에 기초하여 전력 정보(예컨대, 전력들의 평균, 최대값 등)를 포함하는 신호를 컨트롤러(16_1)에 제공하는 구성요소를 더 포함할 수도 있다.

[0043] 도 7을 참조하면, 후위 모듈(70)은 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14)과 접속하기 위한 제1 내지 제4 포트 쌍(P10 내지 P40)을 포함할 수 있다. 하나의 포트 쌍에 포함된 2개의 포트들은, 동일한 RF 모듈에 연결될 수도 있고, 상이한 RF 모듈들에 각각 연결될 수도 있다. 또한, 후위 모듈(70)은 제1 내지 제4 포트 쌍(P10 내지 P40)에 대응하는 4개의 회로 그룹들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 도 7에 도시된 바와 같이, 후위 모듈(70)은 제1 내지 제4 포트 쌍(P10 내지 P40)과 각각 연결된 제1 내지 제4 스위치들(SW1 내지 SW4)을 포함할 수 있고, 제1 내지 제4 스위치(SW1 내지 SW4) 및 데이터 프로세서(80) 사이에서 신호를 처리하기 위한 회로들을 포함할 수 있다. 예를 들면, 데이터 프로세서(80)의 디지털-아날로그 컨버터(Digital-to-Analog Converter; DAC)(86)로부터 수신되는 기저대역 신호(S_BB)는, TX 필터(71), TX 믹서(72) 및 증폭기(73)에 의해서 처리될 수 있고, 증폭기(73)의 출력 신호가 제1 스위치(SW1)에 제공될 수 있다. 일부 실시예들에서, 증폭기(73)는 VGA(Variable Gain Amplifier)를 포함할 수 있다. 또한, 제1 스위치(SW1)로부터 수신되는 신호는, RX 믹서(74) 및 RX 필터(75)에 의해서 처리될 수 있고, RX 필터(75)의 출력 신호가 데이터 프로세서(80)의 아날로그 디지털 컨버터(Analog-to-Digital Converter; ADC)(82)에 제공될 수 있다.

[0044] 도 7에 도시된 바와 같이, 후위 모듈(70)은 PLL(76) 및 전력 검출기(77)를 포함할 수 있다. PLL(76)은 후위 모듈(70)에 포함된 믹서들에 국부 진동 신호들을 제공할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 1을 참조하여 전술된 바와 같이, 후위 모듈(70)에서 믹서들이 생략되는 경우, PLL(76) 역시 생략될 수 있다. 전력 검출기(77)는 후위 모듈(70)로부터 수신된 신호 및/또는 수신된 신호를 처리한 신호의 전력을 검출할 수 있다. 예를 들면, 전력 검출기(77)는 제1 포트 쌍(P10)을 통해서 신호가 수신되는 경우, RX 믹서(74)의 입력, 필터(75)의 입력 및/또는 필터(75)의 출력에서 신호의 전력을 검출할 수 있다. 전력 검출기(77)는 검출된 전력에 대한 정보를 포함하는 신호를 컨트롤러(89)에 제공할 수 있다.

[0045] 데이터 프로세서(80)는 복수의 아날로그-디지털 컨버터들(81 내지 84) 및 복수의 디지털-아날로그 컨버터들(85 내지 88)을 포함할 수 있고, 컨트롤러(89)를 포함할 수 있다. 복수의 아날로그-디지털 컨버터들(81 내지 84) 각각은 후위 모듈(70)로부터 기저대역 신호(S_BB)를 수신할 수 있고, 기저대역 신호(S_BB)를 디지털 신호로 변환할 수 있다. 복수의 디지털-아날로그 컨버터들(85 내지 88) 각각은 디지털 신호를 변환함으로써 기저대역 신호(S_BB)를 생성할 수 있고, 기저대역 신호(S_BB)를 후위 모듈(70)에 제공할 수 있다. 컨트롤러(89)는 전력 검출기(77)로부터 제공되는 수신 전력 정보 및/또는 복수의 디지털-아날로그 컨버터들(85 내지 88)이 출력하는 디지털 신호들로부터 측정된 수치들에 기초하여 현재 무선 통신을 수행하는 RF 모듈에 의한 무선 통신의 품질을 평가할 수 있다.

[0046] 도 8은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다. 구체적으로, 도 8의 순서도는 도 2의 단계 OP60의 예시를 나타낸다. 도 2를 참조하여 전술된 바와 같이, 도 8의 단계 OP60'에서 무선 통신을 수행하도록, 선택된 RF 모듈을 제어하는 동작이 수행될 수 있다. 이하에서 도 8은 도 1 및 도 3을 참조하여 설명될 것이고, 도 1의 제1 RF 모듈(11)이 현재 무선 통신을 수행하고 있는 것으로 가정될 것이다.

[0047] 도 8을 참조하면, 단계 OP60'은 복수의 단계들(OP61, OP63, OP65, OP67, OP69)을 포함할 수 있다. 단계 OP61에서, 제1 RF 모듈(11)이 선택된 RF 모듈과 동일한지 여부를 판단하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 도 2의 단계 OP40에서 선택된 RF 모듈이 현재 무선 통신을 수행하는 제1 RF 모듈(11)과 동일한

경우, 도 8에 도시된 바와 같이, RF 모듈을 전환하기 위한 동작들, 예컨대 단계 OP63, 단계 OP65, 단계 OP67 및 단계 OP69를 수행하지 아니할 수 있고, 제1 RF 모듈(11)이 무선 통신을 계속 수행할 수 있다. 다른 한편으로, 도 2의 단계 OP40에서 선택된 RF 모듈이 현재 무선 통신을 수행하는 제1 RF 모듈(11)과 상이한 경우, 단계 OP63이 후속하여 수행될 수 있다.

[0048] 단계 OP63에서, 제1 RF 모듈(RF11)의 정보를 저장하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 컨텍스트 저장소(CS)에 제1 RF 모듈(RF11)의 정보를 저장할 수 있다. 제1 RF 모듈(RF11)의 정보는 제1 RF 모듈(RF11)에 의한 무선 통신에 관한 정보로서, 예컨대 무선 통신의 품질, 빔포밍 설정 계수들, 증폭 이득 정보 등을 포함할 수 있다. 컨텍스트 저장소(CS)는 RF 모듈의 정보를 저장하기 위하여, SRAM(Static Random Access Memory), DRAM(Dynamic Random Access Memory) 등과 같은 휘발성 메모리를 포함할 수도 있고, 플래시 메모리, EEPROM(Electrically Erasable Programmable Read Only Memory) 등과 같은 비휘발성 메모리를 포함할 수도 있다. 컨텍스트 저장소(CS)는 컨트롤러(16_1)에 포함될 수도 있고, 컨트롤러(16_1)는 데이터 프로세서(16)의 외부에 있는 컨텍스트 저장소(CS)에 액세스할 수도 있다.

[0049] 단계 OP65에서, 제1 RF 모듈(11)을 절전 모드로 설정하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)을 정상 모드로부터 절전 모드로 설정할 수 있다. 도 3을 참조하여 전술된 바와 같이, 절전 모드에서 제1 RF 모듈(11)은 무선 통신을 수행하지 아니할 수 있고, 제1 RF 모듈(11)에 포함된 적어도 하나의 구성요소에 공급되는 전력이 차단될 수 있다. 이에 따라, 제1 RF 모듈(11)의 온도는 하강하기 시작할 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 8에 도시된 바와 상이하게, 단계 OP65에 후속하여 단계 OP63이 수행될 수도 있고, 단계 OP63 및 단계 OP65가 병렬적으로 수행될 수도 있다.

[0050] 단계 OP67에서, 선택된 RF 모듈의 이전 정보를 획득하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 컨텍스트 저장소(CS)로부터 선택된 RF 모듈의 이전 정보를 획득할 수 있다. 선택된 RF 모듈이 제1 RF 모듈(11)이 무선 통신을 수행하기 전에 무선 통신을 수행한 경우, 단계 OP63에서 제1 RF 모듈(11)의 정보가 컨텍스트 저장소(CS)에 저장된 바와 같이, 컨텍스트 저장소(CS)는 선택된 RF 모듈의 정보를 저장할 수 있다. 전술된 바와 같이, 선택된 RF 모듈의 정보는 무선 통신의 품질, 빔포밍 설정 계수들, 증폭 이득 정보 등을 포함할 수 있고, 선택된 RF 모듈이 수행했던 무선 통신의 환경과 현재 무선 통신의 환경에 차이가 크지 아니한 경우, 컨텍스트 저장소(CS)로부터 획득된 정보를 사용함으로써 선택된 RF 모듈이 조기에 무선 통신의 수행을 개시할 수 있다.

[0051] 단계 OP69에서, 선택된 RF 모듈을 제어하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 스위치들을 제어함으로써 선택된 RF 모듈에서 처리한 신호가 후위 모듈(15)에서 처리되도록 경로를 설정할 수 있고, 후위 모듈(15)에서 생성된 신호가 선택된 RF 모듈에서 처리되도록 경로를 설정할 수 있다. 또한, 컨트롤러(16_1)는 선택된 RF 모듈을 단계 OP67에서 획득된 정보에 기초하여 설정할 수도 있다.

[0052] 도 9는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다. 구체적으로, 도 9의 순서도는 RF 모듈의 온도에 따라 RF 모듈의 동작을 제한하는 방법을 나타낸다. 일부 실시예들에서, 도 9의 방법은 도 1의 컨트롤러(16_1)에 의해서 수행될 수 있고, 이하에서 도 9는 도 1을 참조하여 설명될 것이고, 도 1의 제1 RF 모듈(11)이 현재 무선 통신을 수행하고 있는 것으로 가정될 것이다.

[0053] 단계 OP12에서, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 획득하는 동작이 수행될 수 있다. 그 다음에, 단계 OP14에서, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 제1 온도 문턱값(T_{TH1})과 비교하는 동작이 수행될 수 있다. 도 4 및 도 5를 참조하여 전술된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하인 경우, 제1 RF 모듈(11)의 발열이 문제되지 아니할 수 있고, 이에 따라 도 9에 도시된 바와 같이, 도 9의 방법은 종료할 수 있다. 다른 한편으로, 는 반면, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높은 경우, 제1 RF 모듈(11)의 발열을 제어하는 것이 요구될 수 있고, 도 9에 도시된 바와 같이, 단계 OP16이 후속하여 수행될 수 있다.

[0054] 단계 OP16에서, 제1 RF 모듈(11)의 송신 전력을 제한하는 동작이 수행될 수 있다. 도 5를 참조하여 전술된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높은 경우 RF 모듈의 전환이 시도될 수 있으나, 다른 RF 모듈들의 온도들 및/또는 다른 RF 모듈들이 제공하는 무선 통신의 품질들에 따라 제1 RF 모듈(11)이 무선 통신을 계속 수행하는 것으로 판정될 수 있다. 이에 따라, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 (예컨대, 제2 온도 문턱값(T_{TH2}) 이상) 상승하는 것을 방지하기 위하여, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)의 송신 전력을 제한할 수 있다. RF 모듈의 발열은 RF 모듈에 포함된 전력 증폭기에 주로 기인할 수 있고, 이에 따라 제1 RF 모듈(11)의 송신 전력을 제한함으로써 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)의 상승률이 감소하거나 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)

가 하강할 수 있다. 단계 OP16의 예시가 도 10을 참조하여 후술될 것이다.

- [0055] 도 10은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다. 구체적으로, 도 10의 순서도는 도 9의 단계 OP16의 예시를 나타낸다. 도 9를 참조하여 전술된 바와 같이, 도 10의 단계 OP16'에서, 제1 RF 모듈(11)의 송신 전력을 제한하는 동작이 수행될 수 있다. 비록 도 10에서 단계 OP16'은 단계 OP16_2 및 단계 OP16_4를 포함하는 것으로 도시되었으나, 일부 실시예들에서 단계 OP16'은 단계 OP16_2 및 단계 OP16_4 중 하나만을 포함할 수도 있다. 일부 실시예들에서, 도 10의 단계 OP16'은 도 1의 컨트롤러(16_1)에 의해서 수행될 수 있고, 이하에서 도 10은 도 1을 참조하여 설명될 것이다.
- [0056] 단계 OP16_2에서, 송신 MPR(Maximum Power Reduction)에 오프셋(MPR 오프셋으로 지칭될 수도 있다)을 추가하는 동작이 수행될 수 있다. 무선 통신 시스템은 통신 기기의 현실적인 성능을 고려하여, 조건에 따라 최대 송신 전력의 허용 가능한 감소분으로서 송신 MPR을 규정할 수 있다. 예를 들면, 무선 통신 시스템은 채널 대역폭 및 변조 차수에 따라 송신 MPR을 상이하게 규정할 수 있다. 컨트롤러(16_1)는 무선 통신의 조건, 예컨대 채널 대역폭 및 변조 차수에 따라 결정된 송신 MPR에, 제1 RF 모듈(11)의 송신 전력을 제한하기 위한 오프셋을 추가할 수 있다. 이에 따라, 제1 RF 모듈(11)에 의한 송신 전력은 송신 MPR 및 추가된 오프셋만큼 감소될 수 있다.
- [0057] 단계 OP16_4에서, 전력 증폭기들의 개수를 제한하는 동작이 수행될 수 있다. 도 3을 참조하여 전술된 바와 같이, RF 모듈은 복수의 안테나들을 포함하는 안테나 어레이를 포함할 수 있고, 복수의 안테나들 각각에 대응하는 전력 증폭기들을 포함할 수 있다. 전력 증폭기들에 의해서 소비되는 전력이 중대하므로, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)에 포함된 전력 증폭기들 중 사용되는 전력 증폭기들의 개수를 제한함으로써 송신 전력을 제한할 수 있다. 단계 OP16_2에서의 오프셋 및 단계 OP16_4에서의 전력 증폭기들의 개수를 결정하는 예시들은 도 11a 및 도 11b를 참조하여 후술될 것이다.
- [0058] 도 11a 및 도 11b는 본 개시의 예시적 실시예들에 따라 RF 모듈의 송신 전력을 제한하는 동작을 설명하기 위한 도면들이다. 구체적으로, 도 11a는 RF 모듈의 송신 전력을 제한하는데 사용될 수 있는 룩업 테이블(110a)을 나타내고, 도 11b는 RF 모듈의 송신 전력을 제한하는데 사용될 수 있는 인공 신경망(Artificial Neural Network; ANN)(110b)을 나타낸다. 비록 도 11a의 룩업 테이블(110a) 및 도 11b의 인공 신경망(110b)으로부터 송신 MPR 오프셋 및 전력 증폭기의 개수가 모두 도출될 수 있으나, 일부 실시예들에서 MPR 오프셋 및 전력 증폭기의 개수 중 하나만을 제공하는 룩업 테이블 및 인공 신경망이 사용될 수 있는 점은 이해될 것이다. 이하에서, 도 11a 및 도 11b는 도 1을 참조하여 설명될 것이다.
- [0059] 도 11a를 참조하면, 컨트롤러(16_1)는 룩업 테이블(110a)을 참조하여 MPR 오프셋 및 전력 증폭기들의 개수를 획득할 수 있다. 예를 들면, 도 11a에 도시된 바와 같이, 룩업 테이블(110a)은 온도, MPR 오프셋 및 사용되지 아니하는 전력 증폭기들의 개수로 구성된, 복수의 조합들을 포함할 수 있다. 예를 들면, RF 모듈의 온도가 90℃인 경우, 컨트롤러(16_1)는 MPR 오프셋으로서 6 dB를 추가할 수 있고, 8개의 전력 증폭기들이 사용되지 아니하도록 제어할 수 있다. 또한, RF 모듈의 온도가 제1 온도 문턱값(T_{TH}) 이하인 경우, 컨트롤러(16_1)는 MPR 오프셋을 추가하지 아니할 수 있고, RF 모듈에 포함된 모든 전력 증폭기들이 사용될 수 있다. 도 11a에 도시된 바와 같이, 룩업 테이블(110a)은 MPR 오프셋 및 전력 증폭기들의 개수를 결정하는 인자로서 온도뿐만 아니라, RF 모듈에서 소비되는 전류, RF 모듈에 의해서 유발된 SAR(Specific Absorption Rate) 및 MPE(Maximum Permissible Exposure), RF 모듈에 의해서 무선 통신이 연속적으로 수행된 시간 등에 대응하는 적어도 하나의 컬럼을 더 포함할 수도 있다. 룩업 테이블(110a)은 플래시 메모리, EEPROM 등과 같은 비휘발성 메모리에 저장될 수 있다. 룩업 테이블(110a)은 컨트롤러(16_1)에 포함될 수도 있고, 컨트롤러(16_1)는 데이터 프로세서(16)의 외부에 있는 룩업 테이블(110a)에 액세스할 수도 있다.
- [0060] 도 11b를 참조하면, 컨트롤러(16_1)는 인공 신경망(110b)으로부터 MPR 오프셋 및 전력 증폭기들의 개수를 획득할 수 있다. 예를 들면, 도 11b에 도시된 바와 같이, 인공 신경망(110b)은 컨트롤러(16_1)로부터 온도, RF 모듈에서 소비되는 전류, RF 모듈에 의해서 유발된 SAR, RF 모듈에 의해서 무선 통신이 연속적으로 수행된 시간 중 적어도 하나를 수신할 수 있고, 수신된 입력들에 응답하여 MPR 오프셋 및 전력 증폭기들의 개수를 출력할 수 있다. 인공 신경망(110b)은 인공 뉴런(neuron)(또는 뉴런 모델)들이 상호연결된 집합들을 구현하는 구조를 지칭할 수 있다. 인공 뉴런은 입력 데이터에 대한 단순 연산들을 수행함으로써 출력 데이터를 생성할 수 있고, 출력 데이터는 다른 인공 뉴런에 전달될 수 있다. 인공 신경망(110b)은 전술된 온도, 전류, SAR, 시간 등의 복수의 조합들에 의해서 학습된 상태일 수 있고, 이에 따라 컨트롤러가 제공하는 입력들에 응답하여 MPR 오프셋 및 전력 증폭기들의 개수를 출력할 수 있다.
- [0061] 도 12는 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 나타내는 순서도이다. 구

체적으로 도 12의 순서도는 RF 모듈의 온도를 제어하기 위하여 무선 통신에 사용되는 주파수 대역을 낮추는 동작을 나타낸다. 일부 실시예들에서, 도 12의 방법은 도 1의 컨트롤러(16_1)에 의해서 수행될 수 있고, 이하에서도 12는 도 1을 참조하여 설명될 것이며, 도 1의 제1 RF 모듈(11)이 현재 무선 통신을 수행하고 있는 것으로 가정될 것이다.

[0062] 단계 OP31에서 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 획득하는 동작이 수행될 수 있고, 단계 OP32에서 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 제1 온도 문턱값(T_{TH1})과 비교하는 동작이 수행될 수 있다. 도 12에 도시된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하인 경우 단계 OP31이 다시 수행될 수 있는 한편, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높은 경우 단계 OP33이 후속하여 수행될 수 있다.

[0063] 단계 OP33에서, 타이머를 리셋하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높게 유지된 시간을 측정하기 위하여, 타이머를 리셋할 수 있다. 후술되는 바와 같이, 타이머는 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 및 제2 온도 문턱값(T_{TH2}) 사이에 유지된 시간을 측정하는데 사용될 수 있다.

[0064] 단계 OP34에서 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 획득하는 동작이 수행될 수 있고, 단계 OP35에서 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 제1 온도 문턱값(T_{TH1})과 비교하는 동작이 수행될 수 있다. 도 12에 도시된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하인 경우 단계 OP31이 수행될 수 있는 한편, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높은 경우 단계 OP36이 후속하여 수행될 수 있다.

[0065] 단계 OP36에서, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 제2 온도 문턱값(T_{TH2})과 비교하는 동작이 수행될 수 있다. 도 4를 참조하여 전술된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제2 온도 문턱값(T_{TH2})보다 높은 경우, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)를 낮추기 위한 동작이 요구될 수 있다. 이에 따라, 도 12에 도시된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제2 온도 문턱값(T_{TH2})보다 높은 경우, 단계 OP38이 후속하여 수행될 수 있다. 다른 한편으로, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제2 온도 문턱값(T_{TH2}) 이하인 경우, 즉 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 및 제2 온도 문턱값(T_{TH2}) 사이인 경우 단계 OP37이 후속하여 수행될 수 있다.

[0066] 단계 OP37에서, 타이머가 만료되었는지 여부를 판정하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 타이머는 미리 정의된 시간이 도과되면 만료할 수 있고, 컨트롤러(16_1)는 타이머가 만료되면 제1 RF 모듈(11)의 온도(T1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 및 제2 온도 문턱값(T_{TH2}) 사이에서 유지된 시간이 미리 정의된 시간을 초과한 것으로 판단할 수 있다. 컨트롤러(16_1)는 타이머가 만료되면, 제1 RF 모듈(11)의 손상 및/또는 사용자 기기(10)를 사용중인 사용자의 보호 등을 위하여 제1 RF 모듈(11)의 온도를 감소시키기 위한 동작을 후속하여 수행할 수 있다. 이에 따라, 도 12에 도시된 바와 같이, 타이머가 만료된 경우 단계 OP38이 후속하여 수행될 수 있는 한편, 타이머가 만료되지 아니한 경우 단계 OP34가 다시 수행될 수 있다.

[0067] 단계 OP38에서, 무선 통신에 사용되는 주파수 대역을 낮추는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 제1 RF 모듈(11)이 밀리미터파를 사용하여 무선 통신을 수행하고 있었던 경우, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)이 밀리미터파 보다 낮은 주파수 대역을 사용하여 무선 통신을 수행하도록, 예컨대 sub 6GHz 5G에 의해서 무선 통신을 수행하도록 제어할 수 있다. 일부 실시예들에서, 컨트롤러(16_1)는 제1 RF 모듈(11)을 절전 모드로 설정할 수 있고, 레거시(legacy) 무선 통신 시스템, 예컨대 LTE 등과 같은 상대적으로 낮은 주파수 대역을 사용하는 제2 무선 통신 시스템에 접속하기 위하여 다른 RF 모듈을 제어할 수도 있다.

[0068] 도 13은 본 개시의 예시적 실시예에 따라 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법을 수행하는 스테이트 머신(SM)을 나타낸다. 도 13에 도시된 바와 같이, 스테이트 머신(SM)은 4개의 상태들(S1, S2, S3, S4)를 포함할 수 있고, 복수의 RF 모듈들의 온도들 및 복수의 RF 모듈들 각각이 제공하는 무선 통신의 품질들에 기초하여 4개의 상태들(S1, S2, S3, S4) 사이 상태 천이가 발생할 수 있다. 일부 실시예들에서, 스테이트 머신(SM)은 도 1의 컨트롤러(16_1)에서 구현될 수 있고, 이하에서 도 13은 도 1을 참조하여 설명될 것이며, 제1 RF 모듈(11)이 현재 무선 통신을 수행하고 있는 것으로 가정될 것이다.

[0069] 안전 상태(S1)(제1 상태로서 지칭될 수도 있다)에서, 제1 RF 모듈(11)은 온도(T1)에 기인한, 동작에 대한 제한 없이 무선 통신을 수행할 수 있다. 그러나, 도 13에 도시된 바와 같이, 안전 상태(S1)에서 제1 RF 모듈(11)의

온도(T_1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높아지는 경우($T_1 > T_{TH1}$), 경고 상태(S2)로의 천이가 발생할 수 있다. 안전 상태(S1)로부터 경고 상태(S2)로 천이시, 경고 상태(S2)에서 머무른 시간을 나타내는 " t_w "가 리셋될 수 있다 ($t_w = 0$). 또한, 안전 상태(S1)에서 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)이 품질 문턱값(Q_{TH})보다 낮아지는 경우($Q_1 < Q_{TH}$), 모듈 전환 상태(S3)로의 천이가 발생할 수 있다. 일부 실시예들에서, 제1 RF 모듈(11)보다 양호한 무선 통신의 품질을 제공하는 RF 모듈로의 전환이 가능하도록, 안전 상태(S1)로부터 주기적으로 모듈 전환 상태(S3)로의 천이가 발생할 수도 있다. 즉, 안전 상태(S1)에서, 제1 RF 모듈(11)의 온도에 기인한 RF 모듈의 전환은 발생하지 아니할 수 있는 한편, 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질에 기인한 RF 모듈의 전환은 발생할 수 있다. 또한, 안전 상태(S1)에서 제1 RF 모듈(11)의 온도가 제2 온도 문턱값(T_{TH2})보다 높아지는 경우($T_1 > T_{TH2}$), 냉각 상태(S4)로의 천이가 발생할 수 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 안전 상태(S1)로부터 냉각 상태(S4)로 천이시, 냉각 상태(S4)에서 머무른 시간을 나타내는 " t_c "가 리셋될 수 있다($t_c = 0$).

[0070] 경고 상태(S2)(제2 상태로서 지칭될 수도 있다)에서, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T_1)는 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 및 제2 온도 문턱값(T_{TH2}) 사이에 있을 수 있고, RF 모듈의 전환이 시도될 수 있다. 또한, 일부 실시예들에서, 도 9를 참조하여 전술된 바와 같이, 경고 상태(S2)에서, 제1 RF 모듈(11)의 송신 전력이 제한될 수도 있다. 예를 들면, 도 13에 도시된 바와 같이, 경고 상태(S2)로부터 모듈 전환 상태(S3)로의 천이가 주기(PER)마다 발생할 수도 있고($t_w = k \cdot \text{PER}$, k 는 0보다 큰 정수). 제1 RF 모듈(11)에 의한 무선 통신의 품질(Q1)이 품질 문턱값(Q_{TH})보다 낮아지는 경우($Q_1 < Q_{TH}$) 모듈 전환 상태(S3)로의 천이가 발생할 수도 있다. 또한, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T_1)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하가 되는 경우($T_1 < T_{TH1}$), 안전 상태(S1)로의 천이가 발생할 수 있다. 또한, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T_1)가 제2 온도 문턱값(T_{TH2})보다 높아지거나($T_1 > T_{TH2}$) 경고 상태(S2)에 머무른 시간이 제1 시간 문턱값(t_{TH1})을 초과하는 경우, 냉각 상태(S4)로의 천이가 발생할 수 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 경고 상태(S2)로부터 냉각 상태(S4)로 천이시, 냉각 상태(S4)에 머무른 시간을 나타내는 " t_c "가 리셋될 수 있다 ($t_c = 0$).

[0071] 모듈 전환 상태(S3)(제3 상태로서 지칭될 수도 있다)에서, RF 모듈을 전환하는 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 제1 RF 모듈(11)을 포함하는 제1 내지 제4 RF 모듈(11 내지 14) 중 적합한 RF 모듈이 선택될 수 있고, 만약 제1 RF 모듈(11)과 상이한 제2 RF 모듈(12)이 선택된 경우, 도 8을 참조하여 전술된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 정보가 저장될 수 있고, 제1 RF 모듈(11)이 절전 모드로 설정될 수 있다. 또한, 제2 RF 모듈(12)의 정보가 획득될 수 있고, 획득된 정보에 기초하여 제2 RF 모듈(12)이 무선 통신을 수행하도록 제어될 수 있다. 도 13에 도시된 바와 같이, 제2 RF 모듈(12)의 온도(T_2)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1}) 이하인 경우, 모듈 전환 상태(S3)로부터 안전 상태(S1)로의 천이가 발생할 수 있는 한편, 제2 RF 모듈(12)의 온도(T_2)가 제1 온도 문턱값(T_{TH1})보다 높은 경우, 모듈 전환 상태(S3)로부터 경고 상태(S2)로의 천이가 발생할 수 있다.

[0072] 냉각 상태(S4)(제4 상태로서 지칭될 수도 있다)에서, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T_1)를 낮추기 위한 동작이 수행될 수 있다. 예를 들면, 도 12를 참조하여 전술된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)은 절전 모드로 설정될 수 있고, 무선 통신에 사용되는 주파수 대역을 낮추는 동작이 수행될 수 있다. 이에 따라, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T_1)가 하강할 수 있고, 제1 RF 모듈(11)의 냉각이 완료된 경우 냉각 상태(S4)로부터 안전 상태(S1)로의 천이가 발생할 수 있다. 예를 들면, 도 13에 도시된 바와 같이, 제1 RF 모듈(11)의 온도(T_1)가 제1 문턱값(T_{TH1}) 이하가 되거나 ($T_1 \leq T_{TH1}$) 냉각 상태(S4)에 머무른 시간이 제2 시간 문턱값(t_{TH2})을 초과하는 경우, 안전 상태(S1)로의 천이가 발생할 수 있다.

[0073] 도 14는 본 개시의 예시적 실시예에 따른 통신 장치(140)의 예시를 나타내는 블록도이다. 일부 실시예들에서, 통신 장치(140)는 도 1의 사용자 기기(10)에 포함될 수 있고, 컨트롤러(16_1)의 동작을 수행할 수 있다.

[0074] 도 14에 도시된 바와 같이, 통신 장치(140)는 ASIC(Application Specific Integrated Circuit)(141), ASIP(Application Specific Instruction set Processor)(143), 메모리(145), 메인 프로세서(147) 및 메인 메모리(149)를 포함할 수 있다. ASIC(141), ASIP(143) 및 메인 프로세서(147) 중 2개 이상은 상호 통신할 수 있다. 또한, ASIC(141), ASIP(143), 메모리(145), 메인 프로세서(147) 및 메인 메모리(149) 중 적어도 2개 이상은 하나의 칩에 내장될 수 있다.

[0075] ASIP(143)은 특정한 용도를 위하여 커스텀화된 집적 회로로서, 특정 어플리케이션을 위한 전용의 명령어 세트

(instruction set)를 지원할 수 있고, 명령어 세트에 포함된 명령어를 실행할 수 있다. 메모리(145)는 ASIP(143)와 통신할 수 있고, 비일시적인 저장장치로서 ASIP(143)에 의해서 실행되는 복수의 명령어들을 저장할 수도 있다. 예를 들면, 메모리(145)는, 비제한적인 예시로서 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), 테이프, 자기디스크, 광학디스크, 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 및 이들의 조합과 같이, ASIP(143)에 의해서 접근가능한 임의의 유형의 메모리를 포함할 수 있다.

[0076] 메인 프로세서(147)는 복수의 명령어들을 실행함으로써 통신 장치(140)를 제어할 수 있다. 예를 들면, 메인 프로세서(147)는 ASIC(141) 및 ASIP(143)를 제어할 수도 있고, 무선 통신 네트워크를 통해서 수신된 데이터를 처리하거나 통신 장치(140)에 대한 사용자의 입력을 처리할 수도 있다. 메인 메모리(149)는 메인 프로세서(147)와 통신할 수 있고, 비일시적인 저장장치로서 메인 프로세서(147)에 의해서 실행되는 복수의 명령어들을 저장할 수도 있다. 예를 들면, 메인 메모리(149)는, 비제한적인 예시로서 RAM(Random Access Memory), ROM(Read Only Memory), 테이프, 자기디스크, 광학디스크, 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 및 이들의 조합과 같이, 메인 프로세서(147)에 의해서 접근가능한 임의의 유형의 메모리를 포함할 수 있다.

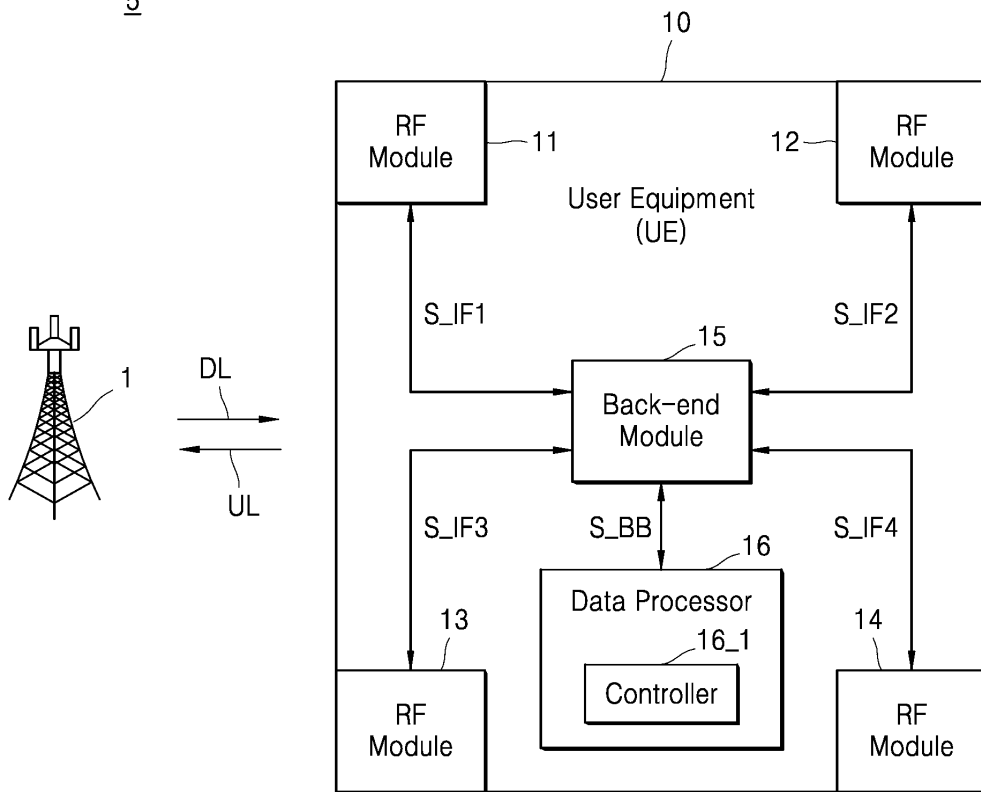
[0077] 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법은, 도 14의 통신 장치(140)에 포함된 구성요소들 중 적어도 하나에 의해서 수행될 수 있다. 일부 실시예들에서, 도 1의 컨트롤러(16_1)의 동작은 메모리(145)에 저장된 복수의 명령어들로서 구현될 수 있고, ASIP(143)는 메모리(145)에 저장된 복수의 명령어들을 실행함으로써 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법의 단계들 중 적어도 하나를 수행할 수 있다. 일부 실시예들에서, 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법의 단계들 중 적어도 하나는 논리 합성 등을 통해서 설계된 하드웨어 블록에 의해 수행될 수 있고, 그러한 하드웨어 블록이 ASIC(141)에 포함될 수도 있다. 일부 실시예들에서, 무선 통신에 대한 노출을 제어하는 방법의 단계들 중 적어도 하나는, 메인 메모리(149)에 저장된 복수의 명령어들로서 구현될 수 있고, 메인 프로세서(147)가 메인 메모리(149)에 저장된 복수의 명령어들을 실행함으로써 무선 통신의 안정성 및 성능을 위한 방법의 단계들 중 적어도 하나를 수행할 수 있다.

[0078] 이상에서와 같이 도면과 명세서에서 예시적인 실시예들이 개시되었다. 본 명세서에서 특정한 용어를 사용하여 실시예들을 설명되었으나, 이는 단지 본 개시의 기술적 사상을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 개시의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 개시의 진정한 기술적 보호범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

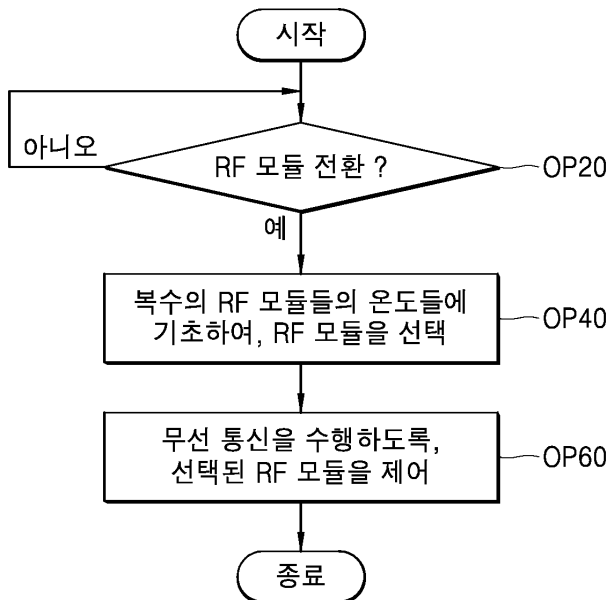
도면

도면1

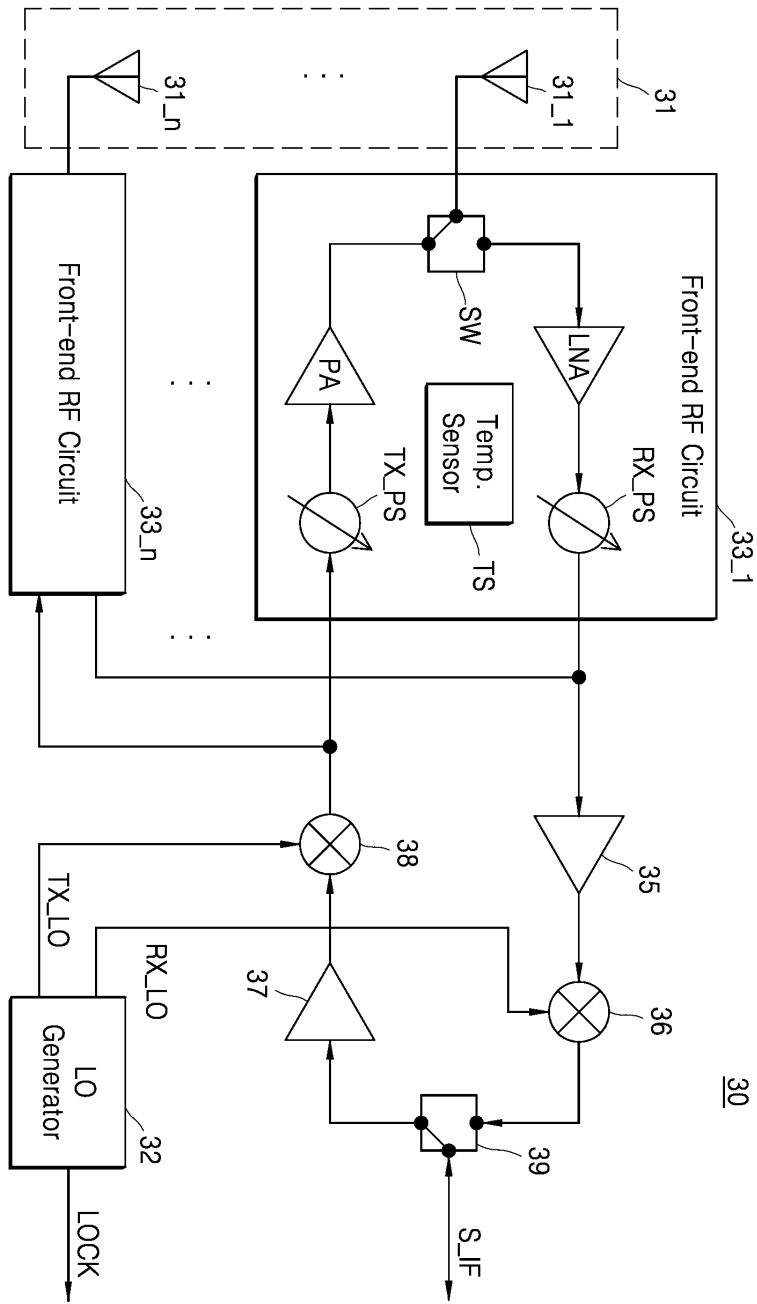
5



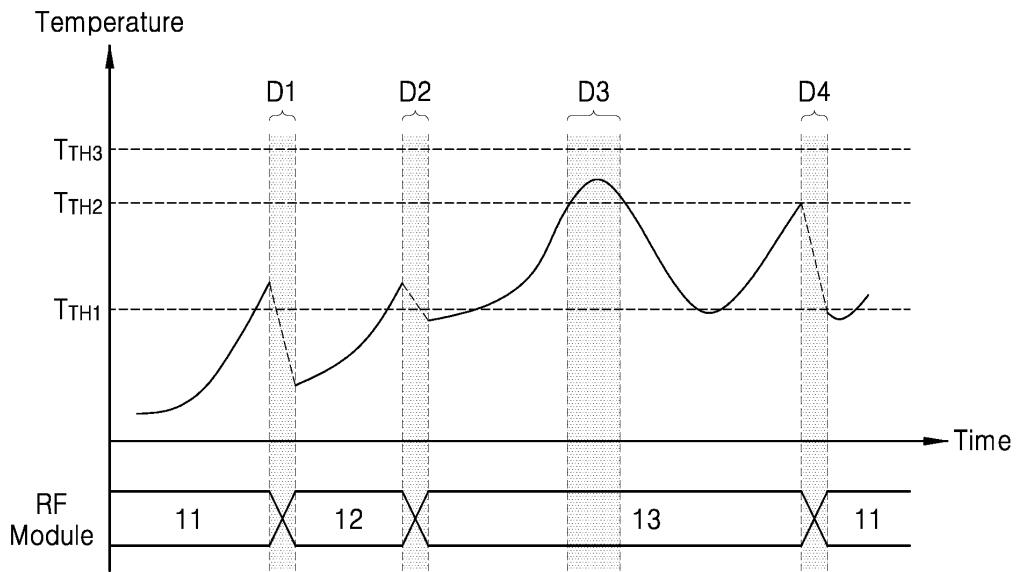
도면2



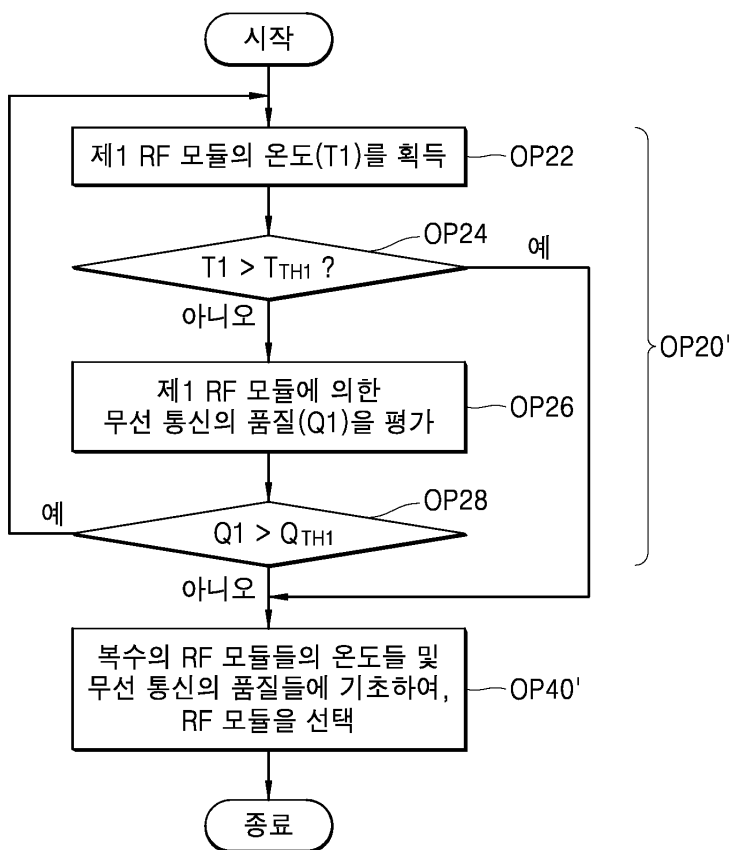
도면3



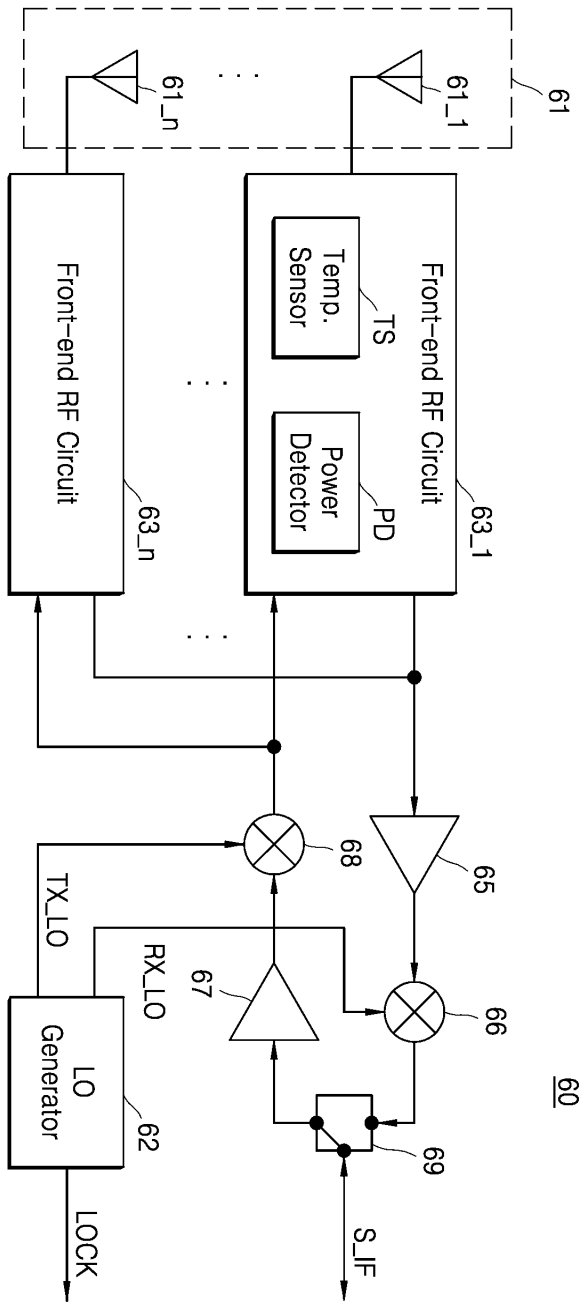
도면4



도면5

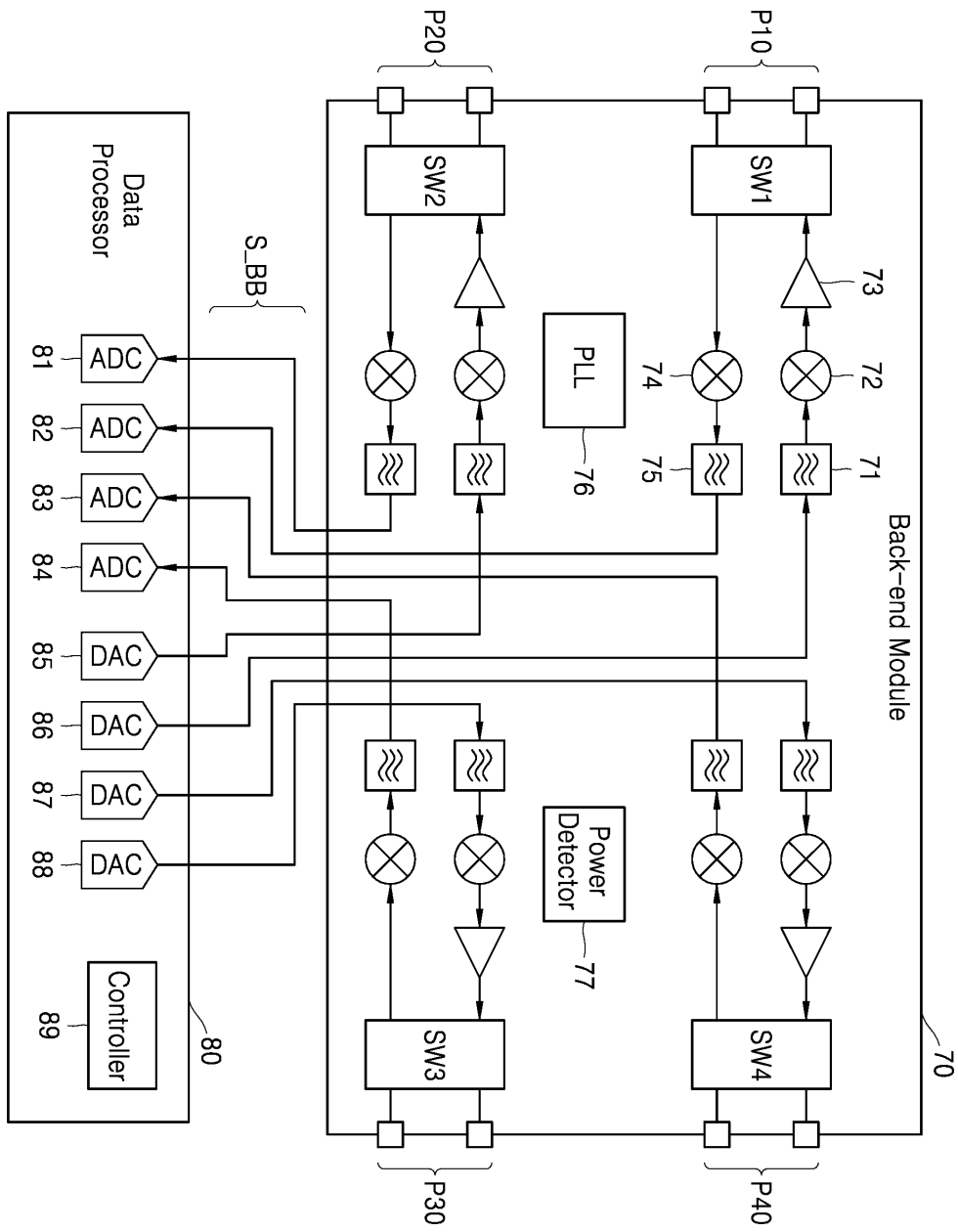


도면6

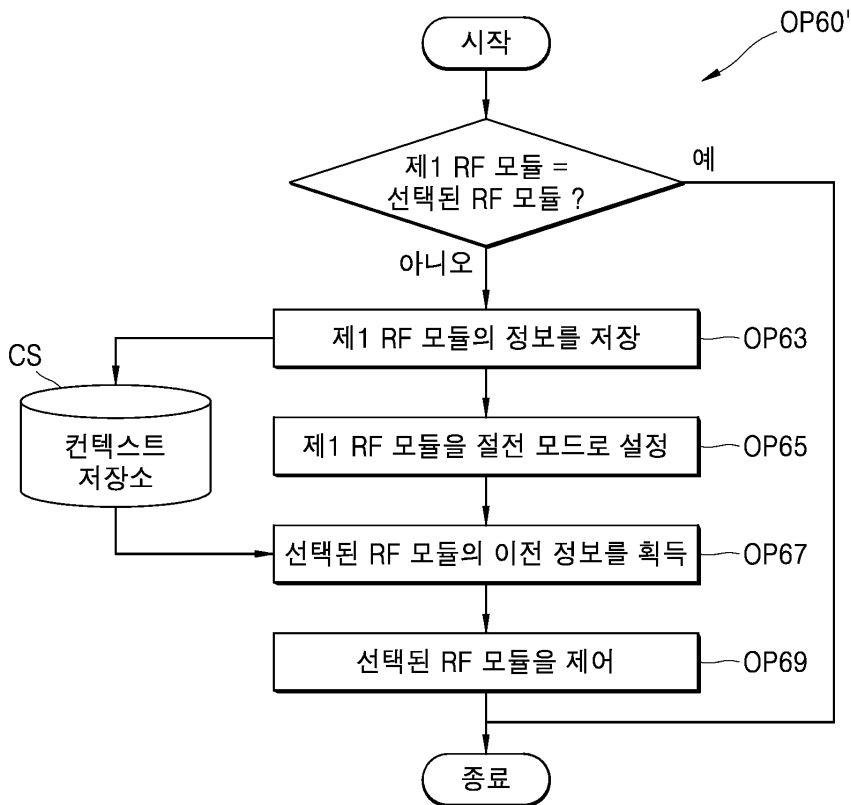


60

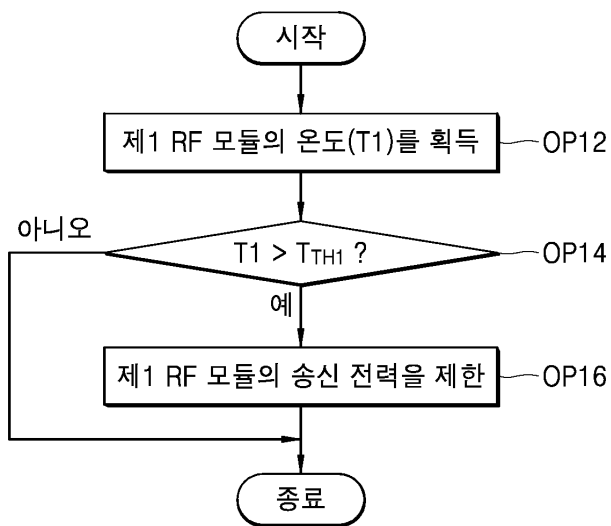
도면7



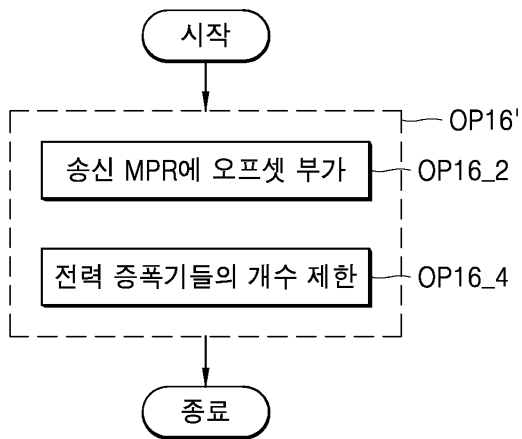
도면8



도면9



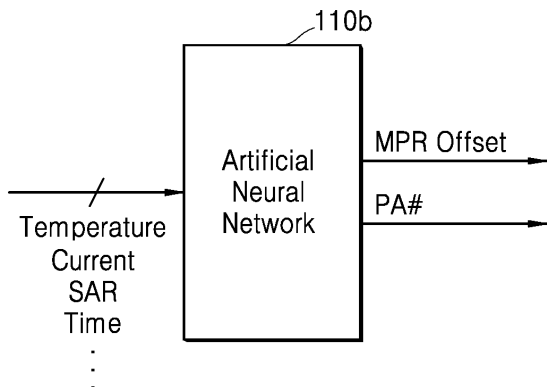
도면10



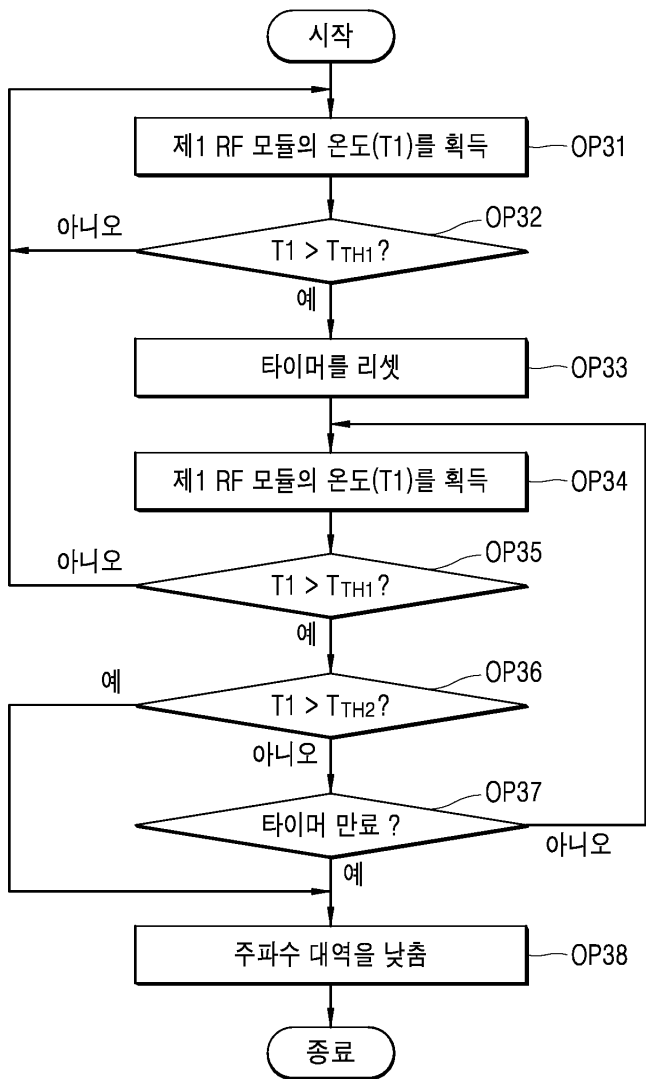
도면11a

Temperature (°C)	MPR Offset (dB)	Unused PA #
100	9	16
95	9	16
90	6	8
85	6	8
80	6	8
⋮	⋮	⋮
$\leq T_{TH1}$	0	0

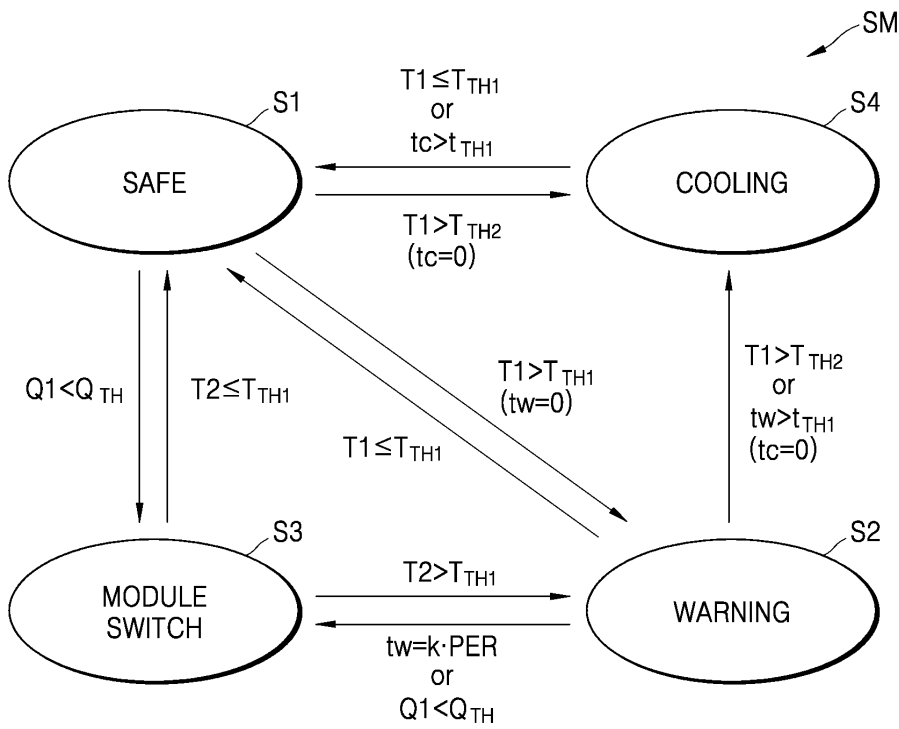
도면11b



도면12



도면13



도면14

