

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022년 5월 5일 (05.05.2022)



(10) 국제공개번호
WO 2022/092986 A1

(51) 국제특허분류:

H04B 7/06 (2006.01)

H04W 52/42 (2009.01)

H04B 7/0426 (2017.01)

형택 (LEE, Hyeongtaek); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 김환진 (KIM, Hwanjin); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2021/015666

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

(22) 국제출원일:

2021년 11월 2일 (02.11.2021)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2020-0144813 2020년 11월 2일 (02.11.2020) KR

(71) 출원인: 삼성전자 주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 한국과학기술원 (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR).

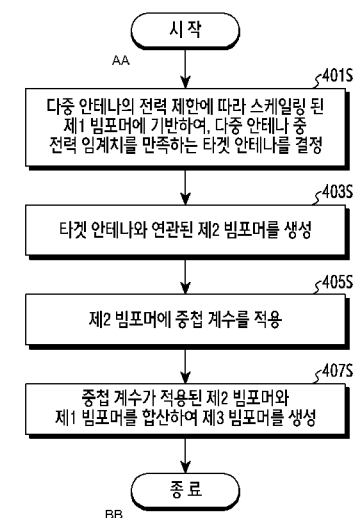
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, 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.

(72) 발명자: 최용윤 (CHOI, Yongyun); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 장철희 (JANG, Chulhee); 16677 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 최준일 (CHOI, Junil); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 김수철 (KIM, Suchol); 34141 대전시 유성구 대학로 291, Daejeon (KR). 이

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 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, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR CONTROLLING BEAMFORMER IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 빔포머를 제어하기 위한 장치 및 방법



401S ... Determine target antenna satisfying power threshold, among multiple antennas on basis of first beamformer scaled according to power limits of multiple antennas
403S ... Generate second beamformer associated with target antenna
405S ... Apply overlapping coefficient to second beamformer
407S ... Summate first beamformer and second beamformer to which overlapping coefficient is applied, so as to generate third beamformer
AA ... Start
BB ... End

(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). An operation method of a base station in a wireless communication system using multiple antennas comprises the steps of: determining an antenna satisfying a power threshold, among the multiple antennas on the basis of a first beamformer scaled according to a power limit; generating a second beamformer associated with the antenna; applying an overlapping coefficient matrix to the second beamformer; and summing the first beamformer and the second beamformer to which the overlapping coefficient matrix is applied, so as to generate a third beamformer.

(57) 요약서: 본 개시는 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. 다중 안테나를 이용하는 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법은, 전력 제한에 따라 스케일링된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 과정과, 상기 안테나와 연관된 제2 빔포머를 생성하는 과정과, 상기 제2 빔포머에 중첩 계수 행렬을 적용하는 과정과, 상기 중첩 계수 행렬이 적용된 상기 제2 빔포머와 상기 제1 빔포머를 합산하여 제3 빔포머를 생성하는 과정을 포함한다.

(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: 무선 통신 시스템에서 빔포머를 제어하기 위한 장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 개시의 다양한 실시 예들은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 예를 들어 빔포머를 제어하기 위한 전자 장치 또는 방법에 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(mmWave) 대역(예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(Full Dimensional MIMO, FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성(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] 5G 시스템에서, 송신기 및 수신기에 많은 개수의 안테나들을 사용하는 거대 다중 입출력(massive multiple-input multiple-output, massive MIMO) 시스템은 미래의 무선 통신 시스템(wireless communication system)에서 중요한 역할을 하게 될 기술 중 하나로 매우 중요하게 여겨지고, 활발히 연구되고 있다. 거대 MIMO

시스템을 통해 충분한 이득을 얻기 위해, 기지국은 채널 상태 정보(channel state information, CSI)를 필요로 한다. 이에, 효과적으로 채널 상태 정보를 획득하기 위한 다양한 연구들이 진행 중에 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [7] 본 개시(disclosure)의 다양한 실시 예들은, 무선 통신 시스템에서 기지국 안테나의 전력 제한으로 인한 전력 손실을 보완하기 위해 빔포머를 효율적으로 제어하기 위한 장치 및 방법을 제공할 수 있다.

과제 해결 수단

- [8] 본 개시의 일 실시 예에 따른, 다중 안테나를 이용하는 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법은, 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 과정과, 상기 안테나와 연관된 제2 빔포머를 생성하는 과정과, 상기 제2 빔포머에 중첩 계수 행렬을 적용하는 과정과, 상기 중첩 계수 행렬이 적용된 상기 제2 빔포머와 상기 제1 빔포머를 합산하여 제3 빔포머를 생성하는 과정을 포함한다.

발명의 효과

- [9] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은, 무선 통신 시스템에서 빔포머를 효율적으로 제어함으로써 통신 속도를 향상시키는 효과를 제공할 수 있다.
- [10] 본 개시에서 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 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [11] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다.
- [12] 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구성을 도시한다.
- [13] 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구성을 도시한다.
- [14] 도 4는, 본 개시의 일 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 빔포머 제어 동작을 도시한 순서도이다.
- [15] 도 5는 본 개시의 일 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 반복적인 빔포머 생성 과정을 포함한 기지국의 빔포머 제어 동작을 도시한 순서도이다.
- [16] 도 6은, 본 개시의 일 실시 예들에 따른, 기지국의 동작에 따른 통신 속도 변화를 도시한 것이다.
- [17] 도 7은, 본 개시의 일 실시 예들에 따른, 기지국의 동작에 따른 총 통신 속도 변화를 도시한 것이다.
- [18] 도 8은, 본 개시의 일 실시 예들에 따른, 기지국의 동작이 편협적인 전력 배분

하에서 수행될 때 통신 속도 변화를 도시킨 것이다.

- [19] 도 9은, 본 개시의 일 실시 예들에 따른, 기지국의 동작이 편협적인 전력 배분 하에서 수행될 때 총 통신 속도 변화를 도시킨 것이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [20] 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.
- [21] 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.
- [22] 이하 본 개시는 무선 통신 시스템에서 빔포머를 제어하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 구체적으로, 본 개시는 무선 통신 시스템에서 기지국 안테나의 전력 제한으로 인한 전력 손실을 보완하기 위해 빔포머를 효율적으로 제어하기 위한 기술을 설명한다.
- [23] 이하 설명에서 사용되는 신호를 지칭하는 용어, 채널을 지칭하는 용어, 제어 정보를 지칭하는 용어, 네트워크 객체(network entity)들을 지칭하는 용어, 장치의 구성 요소를 지칭하는 용어 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 개시가 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다.
- [24] 이하 설명에서, 물리 채널(physical channel)과 신호(signal)는 데이터 혹은 제어 신호와 혼용하여 사용될 수 있다. 예를 들어, PDSCH(physical downlink shared channel)는 데이터가 전송되는 물리 채널을 지칭하는 용어이지만, PDSCH는 데이터를 지칭하기 위해서도 사용될 수 있다. 즉, 본 개시에서, '물리 채널을 송신한다'는 표현은 '물리 채널을 통해 데이터 또는 신호를 송신한다'는 표현과 동등하게 해석될 수 있다.
- [25] 이하 본 개시에서, 상위 시그널링은 기지국에서 물리 계층의 하향링크 데이터 채널을 이용하여 단말로, 또는 단말에서 물리 계층의 상향링크 데이터 채널을 이용하여 기지국으로 전달되는 신호 전달 방법을 뜻한다. 상위 시그널링은 RRC(radio resource control) 시그널링 또는 MAC(media access control) 제어

요소(control element, CE)로 이해될 수 있다.

- [26] 또한, 본 개시에서, 특정 조건의 만족(satisfied), 충족(fulfilled) 여부를 판단하기 위해, 초과 또는 미만의 표현이 사용되었으나, 이는 일 예를 표현하기 위한 기재일 뿐 이상 또는 이하의 기재를 배제하는 것이 아니다. '이상'으로 기재된 조건은 '초과', '이하'로 기재된 조건은 '미만', '이상 및 미만'으로 기재된 조건은 '초과 및 이하'로 대체될 수 있다.
- [27] 또한, 본 개시는, 일부 통신 규격(예: 3GPP(3rd Generation Partnership Project))에서 사용되는 용어들을 이용하여 다양한 실시 예들을 설명하지만, 이는 설명을 위한 예시일 뿐이다. 본 개시의 다양한 실시 예들은, 다른 통신 시스템에서도, 용이하게 변형되어 적용될 수 있다.
- [28] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다.
- [29] 도 1을 참고하면, 무선 통신 시스템은 무선 접속 망(radio access network, RAN)(102) 및 코어 망(core network, CN)(104)을 포함한다.
- [30] 무선 접속 망(102)은 사용자 장치, 예를 들어, 단말(120)과 직접 연결되는 네트워크로서, 단말(120)에게 무선 접속을 제공하는 인프라스트럭처(infrastructure)이다. 무선 접속 망(102)은 기지국(110)을 포함하는 복수의 기지국들의 집합을 포함하며, 복수의 기지국들은 상호 간 형성된 인터페이스를 통해 통신을 수행할 수 있다. 복수의 기지국들 간 인터페이스들 중 적어도 일부는 유선이거나 무선일 수 있다. 기지국(110)은 CU(central unit) 및 DU(distributed unit)으로 분리된 구조를 가질 수 있다. 이 경우, 하나의 CU가 복수의 DU들을 제어할 수 있다. 기지국(110)은 기지국(base station) 외에 '액세스 포인트(access point, AP)', 'gNB(next generation node B)', '5G 노드(5th generation node)', '무선 포인트(wireless point)', '송수신 포인트(transmission/reception point, TRP)', 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다. 단말(120)은 무선 접속 망(102)에 접속하고, 기지국(110)과 무선 채널을 통해 통신을 수행한다. 단말(120)은 단말(terminal) 외 '사용자 장비(user equipment, UE)', '이동국(mobile station)', '가입자국(subscriber station)', '원격 단말(remote terminal)', '무선 단말(wireless terminal)', 또는 '사용자 장치(user device)' 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어로 지칭될 수 있다.
- [31] 코어 망(104)은 전체 시스템을 관리하는 네트워크로서, 무선 접속 망(102)을 제어하고, 무선 접속 망(102)을 통해 송수신되는 단말(120)에 대한 데이터 및 제어 신호들을 처리한다. 코어 망(104)은 사용자 플랜(user plane) 및 제어 플랜(control plane)의 제어, 이동성(mobility)의 처리, 가입자 정보의 관리, 과금, 다른 종류의 시스템(예: LTE(long term evolution) 시스템)과의 연동 등 다양한 기능들을 수행한다. 상술한 다양한 기능들을 수행하기 위해, 코어 망(104)은 서로 다른 NF(network function)들을 가진 기능적으로 분리된 다수의 객체(entity)들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 코어 망(104)은 본 발명의 일 실시 예에 따른 대역 공유 시스템에서, 그루핑 및 클러스터링을 수행하는 제어 서버를 포함할 수

있다. 제어 서버는 제어부 또는 프로세서로 지칭될 수 있다. 나열된 기능적 객체들은 적어도 하나의 하드웨어 장치(예: 서버)로 구현될 수 있다. 하나의 장치에서 복수의 기능적 객체들의 기능들이 수행되는 경우, 복수의 기능적 객체들은 복수의 가상 머신(virtual machine)들에 의해 구현될 수 있다.

- [32] 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구성을 도시한다. 도 2에 예시된 구성은 기지국(110)의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [33] 도 2를 참고하면, 기지국은 무선통신부(210), 백홀통신부(220), 저장부(230), 제어부(240)를 포함한다.
- [34] 무선통신부(210)는 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 예를 들어, 무선통신부(210)는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 무선통신부(210)는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 데이터 수신 시, 무선통신부(210)는 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다.
- [35] 또한, 무선통신부(210)는 기저대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 이를 위해, 무선통신부(210)는 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서(mixer), 오실레이터(oscillator), DAC(digital to analog convertor), ADC(analog to digital convertor) 등을 포함할 수 있다. 또한, 무선통신부(210)는 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 무선통신부(210)는 다수의 안테나 요소들(antenna elements)로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이(antenna array)를 포함할 수 있다.
- [36] 하드웨어의 측면에서, 무선통신부(210)는 디지털 유닛(digital unit) 및 아날로그 유닛(analog unit)으로 구성될 수 있으며, 아날로그 유닛은 동작 전력, 동작 주파수 등에 따라 다수의 서브 유닛(sub-unit)들로 구성될 수 있다. 디지털 유닛은 적어도 하나의 프로세서(예: DSP(digital signal processor))로 구현될 수 있다.
- [37] 무선통신부(210)는 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 무선통신부(210)의 전부 또는 일부는 '송신부(transmitter)', '수신부(receiver)' 또는 '송수신부(transceiver)'로 지칭될 수 있다. 또한, 이하 설명에서, 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 무선통신부(210)에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다.
- [38] 백홀통신부(220)는 네트워크 내 다른 노드들과 통신을 수행하기 위한 인터페이스를 제공한다. 즉, 백홀통신부(220)는 기지국에서 다른 노드, 예를 들어, 다른 접속 노드, 다른 기지국, 상위 노드, 코어 망 등으로 송신되는 비트열을 물리적 신호로 변환하고, 다른 노드로부터 수신되는 물리적 신호를

비트열로 변환한다.

- [39] 저장부(230)는 기지국의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 저장부(230)는 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부(230)는 제어부(240)의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.
- [40] 제어부(240)는 기지국의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부(240)는 무선통신부(210)를 통해 또는 백홀통신부(220)를 통해 신호를 송신 및 수신한다. 또한, 제어부(240)는 저장부(230)에 데이터를 기록하고, 읽는다. 그리고, 제어부(240)는 통신 규격에서 요구하는 프로토콜 스택(protocol stack)의 기능들을 수행할 수 있다. 다른 구현 예에 따라, 프로토콜 스택은 무선통신부(210)에 포함될 수 있다. 이를 위해, 제어부(240)는 적어도 하나의 프로세서(processor)를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(330)는 대역 공유 시스템에 포함될 수 있고, 대역 공유 시스템을 구성하는 각각의 장치들에게 제어 명령을 송신할 수 있다. 여기서, 제어 명령은 저장부(230)에 저장된 명령어 집합 또는 코드로서, 적어도 일시적으로 제어부(240)에 상주된(resided) 명령어/코드 또는 명령어/코드를 저장한 저장 공간이거나, 또는, 제어부(240)를 구성하는 회로(circuitry)의 일부일 수 있다.
- [41] 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(240)는 기지국이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.
- [42] 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구성을 도시한다. 도 3에 예시된 구성은 단말(120)의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [43] 도 3을 참고하면, 단말은 통신부(310), 저장부(320), 제어부(330)를 포함한다.
- [44] 통신부(310)는 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 예를 들어, 통신부(310)는 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행한다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 통신부(310)는 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심벌들을 생성한다. 또한, 데이터 수신 시, 통신부(310)는 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원한다. 또한, 통신부(310)는 기저대역 신호를 RF 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환한다. 예를 들어, 통신부(310)는 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서, 오실레이터, DAC, ADC 등을 포함할 수 있다.
- [45] 또한, 통신부(310)는 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부(310)는 다수의 안테나 요소들로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이를 포함할 수 있다. 하드웨어의 측면에서, 통신부(310)는 디지털 회로 및 아날로그 회로(예: RFIC(radio frequency integrated circuit))로 구성될 수 있다. 여기서,

디지털 회로 및 아날로그 회로는 하나의 패키지로 구현될 수 있다. 또한, 통신부(310)는 다수의 RF 체인들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부(310)는 빔포밍을 수행할 수 있다.

[46] 또한, 통신부(310)는 서로 다른 주파수 대역의 신호들을 처리하기 위해 서로 다른 통신 모듈들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부(310)는 서로 다른 다수의 무선 접속 기술들을 지원하기 위해 다수의 통신 모듈들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 서로 다른 무선 접속 기술들은 블루투스 저 에너지(bluetooth low energy, BLE), Wi-Fi(Wireless Fidelity), WiGig(WiFi Gigabyte), 셀룰러 망(예: LTE(Long Term Evolution) 등을 포함할 수 있다. 또한, 서로 다른 주파수 대역들은 극고단파(SHF:super high frequency)(예: 2.5GHz, 5Ghz) 대역, mm파(millimeter wave)(예: 60GHz) 대역을 포함할 수 있다.

[47] 통신부(310)는 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 통신부(310)의 전부 또는 일부는 '송신부', '수신부' 또는 '송수신부'로 지칭될 수 있다. 또한, 이하 설명에서 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 통신부(310)에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다.

[48] 저장부(320)는 단말의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 저장부(320)는 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부(320)는 제어부(330)의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.

[49] 제어부(330)는 단말의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부(330)는 통신부(310)를 통해 신호를 송신 및 수신한다. 또한, 제어부(330)는 저장부(320)에 데이터를 기록하고, 읽는다. 그리고, 제어부(330)는 통신 규격에서 요구하는 프로토콜 스택의 기능들을 수행할 수 있다. 이를 위해, 제어부(330)는 적어도 하나의 프로세서 또는 마이크로(micro) 프로세서를 포함하거나, 또는, 프로세서의 일부일 수 있다. 또한, 통신부(310)의 일부 및 제어부(330)는 CP(communication processor)라 지칭될 수 있다. 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(330)는 대역 공유 시스템에 포함될 수 있고, 대역 공유 시스템을 구성하는 각각의 장치들에게 제어 명령을 송신할 수 있다. 여기서, 제어 명령은 저장부(330)에 저장된 명령어 집합 또는 코드로서, 적어도 일시적으로 제어부(330)에 상주된(resided) 명령어/코드 또는 명령어/코드를 저장한 저장 공간이거나, 또는, 제어부(230)를 구성하는 회로(circuitry)의 일부일 수 있다.

[50] 다양한 실시 예들에 따라, 제어부(330)는 대역 공유 시스템에서 적어도 하나 이상의 기지국을 미리 설정된 조건에 따라 선택하여, 그룹핑을 수행할 수 있다. 또한 그룹핑을 통해 형성된 적어도 하나 이상의 그룹들 중 동일한 대역을 동시에 사용하는 그룹들을 확인하고, 이를 클러스터로 결정할 수 있다. 예를 들어, 제어부(330)는 단말이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.

- [51] 도 4는, 본 개시의 일 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 빔포머 제어 동작을 도시한 순서도이다.
- [52] 도 4를 참조하면, 기지국(110)은 다중 안테나를 통해 신호 또는 데이터를 송신하기 위해 빔포머를 생성하고, 생성된 빔포머가 전력 제한을 만족하는 범위에서 효율적으로 동작할 수 있도록 제어할 수 있다.
- [53] 기지국(110)에 동작 가능하게 연결되거나, 기지국(110)에 포함된 다중 안테나가 사용자 단말 등으로 신호 또는 데이터를 송신 또는 수신할 때, 안테나가 사용하는 전력과 관련하여 전력 제한이 있을 수 있다.
- [54] 전력 제한은, 모든 송신 안테나가 사용하는 전력의 합을 제한하는 총 손실 전력 제한과 각 안테나가 사용가능한 최대 전력을 제한하는 안테나별 송신 전력 제한을 포함할 수 있다.
- [55] 전력 제한을 만족시키기 위해서는, 생성된 빔포머를 비례 축소할 수 있다. 비례 축소는 스케일링으로 지칭될 수 있다. 스케일링은 각각의 안테나 별 전력 제한을 모두 만족시키도록 송신 전력을 비례 축소하기 위해 수행될 수 있다.
- [56] 다중 안테나를 구성하는 모든 안테나가 전력 제한을 만족하도록 스케일링을 수행하기 위해서는, 가장 높은 비율로 전력 제한을 초과하는 안테나가, 전력 제한을 만족하도록 스케일링 값이 전해질 수 있다. 따라서, 빔포밍 특성을 만족하기 위해, 이 값에 따라 스케일링을 수행할 경우, 이미 전력 제한을 만족하고 있거나, 상대적으로 낮은 비율로 전력 제한을 초과하는 안테나들은 과도하게 낮은 전력을 사용하게 된다.
- [57] 보다 구체적으로, 스케일링은 안테나가 송신 또는 수신하는 신호의 진폭을 축소하는 동작으로 이해될 수 있다. 이 경우, 제1 빔포머의 진폭 중 최댓값을 기준으로 모든 안테나에 가해지는 진폭을 동일하게 비례 축소할 수 있다. 다만, 대부분의 제1 빔포머의 경우 각 안테나에 가해지는 진폭이 넓은 범위에 흩어져 있어, 최대 진폭을 기준으로 비례 축소한 빔포머는 사용가능한 총 전력 제한보다 아주 낮은 전력을 사용하게 될 수 있다. 따라서, 안테나별 전력 제한을 만족하기 위해, 전체 안테나의 전력 제한에 비해 지나치게 낮은 전력을 사용하게 되므로, 이는 통신 속도를 저하시킬 수 있다.
- [58] 본 발명에서 고려하는 수학적들에 대해, 소문자 및 대문자의 굵은 글씨는 열 vector와 matrix을 나타낸다. A^T , A^H 그리고 $A^\dagger$ 는 matrix A 의 transpose, conjugate transpose 그리고 pseudo-inverse를 나타낸다. $(A)_{(a,:)}$ matrix A 의 a 번째 열을, $(A)_{(:,b)}$ 은 matrix A 의 b 번째 행을, $(a)_{(i)}$ 는 vector a 의 i 번째 원소를 의미한다. 복소수의 절댓값은 $| \cdot |$, vector의 ℓ_2 norm은 $\| \cdot \|$, matrix의 Frobenius norm은 $\| \cdot \|_F$, 그리고 집합의 크기는 $C(\cdot)$ 으로 표기한다. 0_a 은 $a \times 1$ all zero vector를, I_a 은 $a \times a$ identity matrix를 의미한다.
- [59] 단계(401s)에서, 기지국(110)은, 다중 안테나의 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 타겟 안테나를 결정한다.

- [60] 기지국(110)은 다중 안테나의 전력 제한에 따라, 스케일링 된 제1 빔포머를 생성할 수 있다. 전력 제한은 다중 안테나 각각에 대해 안테나 별로 미리 정해진 고유의 값일 수 있다. 제1 빔포머는 초기 빔포머로 지칭될 수 있다. 제1 빔포머에 수행되는 스케일링은, 다중 안테나를 구성하는 모든 안테나에 동일하게 이루어짐으로써 각각의 안테나에 대한 빔포밍 특성을 유지하게 할 수 있다.
- [61] 스케일링은, 제1 빔포머의 진폭 중 최댓값을 기준으로 모든 안테나에 가해지는 진폭을 동일하게 비례 축소하는 동작으로 수행되는 바, 스케일링을 통해 모든 안테나가 안테나별 전력 제한을 만족하게 될 수 있다. 다만, 지나치게 낮은 전력을 사용함으로써 통신 품질이 저하되는 것을 보상하기 위해, 특정 안테나를 구분할 필요가 있다.
- [62] 전력 임계치는, 특정 안테나가 전력 제한을 만족하더라도, 전력 제한 값에 비해 지나치게 낮은 전력을 사용하도록 설정된 경우, 해당하는 안테나를 식별하는 기준이 될 수 있다.
- [63] 기지국(110)이 해당하는 안테나를 식별하는 경우, 기지국(110)은 이 안테나에 대하여만 전력 보상을 위한 동작을 별도로 수행할 수 있다.
- [64] 전력 임계치는, 개별 안테나의 전력 제한 값보다는 낮은 값으로서, 통신 품질이나 통신 속도가 일정 수준 이상을 유지하게 할 수 있는 전력 수치를 의미할 수 있다.
- [65] 구체적으로 개별 안테나에 대한 전력 제한 값이 P_{PAPC} 로 정해질 경우, 전력 임계치는, P_{PAPC} 의 $0 \leq p \leq 1$ 배일 수 있다. 이때, p 값은 사용자에 의해 지정되거나, 기지국이 전송하고자 하는 데이터나 신호에 따라 달라질 수 있다.
- [66] 예를 들어 p 값이 0.9로 결정되는 경우, 기지국(110)은 개별 안테나에 대한 전력 제한 값의 90퍼센트에 해당하는 값을 전력 임계치로 결정할 수 있다.
- [67] 이때, 전력 임계치를 만족한다는 것은, 스케일링 된 빔포머에 기반하여 선택되는 특정 안테나의 사용 가능한 전력 값이, 전력 임계치 미만인 경우인 것을 의미할 수 있다. 따라서, 전력 임계치를 만족하는 타겟 안테나를 결정하는 동작은, 다중 안테나 중 전력 임계치 값보다 적은 값으로 사용하고 있는 모든 안테나를 결정하는 동작으로 이해될 수 있다.
- [68] 예를 들어 p 값이 0.9인 경우, 각각의 안테나가 스케일링 된 제1 빔포머에 의해, 개별 안테나 전력 제한 값의 90%미만, 즉 85%를 사용할 수 있다면, 85%를 사용하는 안테나는 타겟 안테나가 될 수 있다.
- [69] 다중 안테나를 구성하는 개별 안테나가 총 32개인 경우, 전력 제한 값의 90% 미만까지 사용할 수 있는 안테나의 수가 20개인 경우, 타겟 안테나는 20개인 것으로 결정될 수 있다.
- [70] 단계(403s)에서, 기지국(110)은 타겟 안테나와 연관된 제2 빔포머를 생성한다.
- [71] 제2 빔포머는 타겟 안테나에 대하여 새로 디자인 된 빔포머일 수 있다. 타겟 안테나로 결정된 안테나가 20개인 경우, 20개의 타겟 안테나에 대하여만 제2 빔포머가 생성될 수 있다. 제2 빔포머는, 타겟 안테나에 대한 제1 빔포머와의

중첩을 고려하여 생성될 수 있다. 이 때, 중첩하기 위한 제2 빔포머를 디자인하기 위한 방법은 제한적이지 않으며, 공지된 모든 방법이 이용될 수 있다.

- [72] 다만 본 개시에서는, ZF(zero-forcing) 빔포머를 사용하는 경우를 설명한다. 단일 안테나를 가지는 사용자 $N \leq M$ 명을 고려할 때에, ZF 빔포머의 열 개수 k 는 사용자의 수 N 과 동일하게 결정될 수 있다. 모든 M 개 송신 안테나와 모든 N 명의 사용자 사이의 채널을 H 라고 할 때에, ZF 빔포머를 고려한 제2 빔포머 $\widehat{W}$ 는 수학식1과 같이 계산될 수 있다.

- [73] 【수학식 1】

$$\widehat{W} = ((H)_{(i \in \mathcal{I}, :)})^{\dagger}$$

- [74] 이 때, 제1 빔포머 F 또한 ZF 빔포머로 디자인되었다면 중첩된 이후의 빔포머 또한 ZF 빔포머의 특성을 지니게 되어, 간섭은 수학식2와 같이 제거될 수 있다.

- [75] 【수학식 2】

$$\begin{aligned} (H)_{(:, \ell)}^H (F + WA)_{(:, k)} &= (H)_{(:, \ell)}^H (F)_{(:, k)} + (A)_{(k, k)} (H)_{(:, \ell)}^H (W)_{(:, k)} \\ &= (A)_{(k, k)} (H)_{(:, \ell)}^H (W)_{(:, k)} \\ &= (A)_{(k, k)} \sum_{i \in \mathcal{I}} (H)_{(i, \ell)}^H (W)_{(i, k)} + (A)_{(k, k)} \sum_{i \notin \mathcal{I}} (H)_{(i, \ell)}^H 0 \\ &= 0 \end{aligned}$$

- [76] 이 때, $\ell \neq k$ 이며, 마지막 등식은 중첩하는 제2 빔포머 W 가 $(H)_{(i \in \mathcal{I}, :)}$ 의 pseudo-inverse로부터 만들어졌다는 사실로 도출될 수 있다. 위와 같은 간섭의 온전한 제거는 빔포머의 중첩이 항상 원하는 신호의 크기만을 증가시킴을 의미하며, 모든 빔포머의 중첩에서 통신 속도의 향상을 보장한다.

- [77] 단계(405s)에서, 기지국은 제2 빔포머에 중첩 계수를 적용한다.

- [78] 중첩 계수는 중첩 계수 행렬 A 로 정의될 수 있다. 중첩 계수 행렬을 결정하는 기준은, 제1 빔포머 또는 제2 빔포머의 디자인과 독립적으로 결정될 수 있다. 다만 본 개시에서는, 초기 빔포머인 제1 빔포머와, 중첩이 이루어진 후의 빔포머에 기반하여 결정될 수 있다. 또한 중첩 계수 행렬 A 는 제2 빔포머의 각 열이 비슷한 norm 값을 가지도록 아래 수학식 3과 같이 계산될 수 있다.

- [79] 【수학식 3】

$$(A)_{(a, b)} = \begin{cases} \alpha \| (W)_{(:, a)} \|_2^{-1}, & a = b \\ 0, & a \neq b \end{cases}$$

- [80] 이 때, $\alpha \in \mathbb{C}$ 는 중첩된 빔포머가 모든 전력 제한을 만족시키면서 송신 전력을 최대로 키우는 값일 수 있다. a 는 미리 정해진 값이거나, 안테나 특성이나 전송하고자 하는 데이터 또는 신호를 고려하여 업데이트 되는 값일 수 있다.

- [81] 중첩 계수를 적용하는 동작은, 중첩 계수 행렬 A 와 제2 빔포머 W 간에 행렬

연산을 수행하는 동작으로 이해될 수 있다.

- [82] 단계(407s)에서, 기지국(110)은 중첩 계수가 적용된 제2 빔포머와 제1 빔포머를 합산하여 제3 빔포머를 생성한다.
- [83] 합산하는 동작은, 중첩 계수가 적용된 제2 빔포머인 W_A 와 초기 빔포머인 제1 빔포머 F 간의 행렬 인산으로 이해될 수 있다.
- [84] 중첩 계수가 적용된 제2 빔포머는, 초기 빔포머와 행렬 연산을 통하여, 초기 빔포머에서 전력 임계치를 만족하는 적어도 하나 이상의 특정 안테나의 전력 사용량을 증가시킬 수 있다. 적어도 하나 이상의 특정 안테나에 대한 전력 사용량의 증가는, 전력 제한을 만족하는 전력의 중첩에 기반하여 구현되기 때문에, 안테나별 전력 제한을 만족하면서도 데이터 또는 신호 전송에 이용되는 전력을 높일 수 있으므로 통신 속도 향상에 기여할 수 있다.
- [85] 빔포머를 합산, 즉 중첩하는 동작은 타겟 안테나들에 대해 새로운 빔포머 W 를 생성하고, 해당하지 않는 안테나들에 대해서는 0값을 할당해 차원을 기존 빔포머와 동일하게 맞춰준 W 를 기존의 빔포머에 중첩시키으로써 수행될 수 있다.
- [86] 타겟 안테나가 다중 안테나를 구성하는 전체 안테나의 수보다 적은 경우, 새로운 빔포머 W 를 제1 빔포머에 단순 합산할 수 없으므로, 다중 안테나를 구성하는 전체 안테나 중 타겟 안테나에 해당하지 않는 안테나에 대하여는 0 값을 할당하여, 제1 빔포머와 차원을 동일하게 맞춰준 W 를 통해 합산 동작을 수행할 수 있다.
- [87] 중첩 횟수를 결정하는 기준으로는, 중첩된 빔포머의 모든 안테나가 기준치 $P_{PAPC} \cdot p$ 이상의 전력을 사용하거나 기준치 이하의 전력을 사용하는 안테나의 수가 특정 숫자보다 적어지기 전까지 등 다양한 기준이 있을 수 있다.
- [88] 도 5는 본 개시의 일 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 반복적인 빔포머 생성 과정을 포함한 기지국의 빔포머 제어 동작을 도시한 순서도이다.
- [89] 도 5를 참조하면, 기지국은, 도 4의 순서도에 포함된 동작에 의해 결정된 제3 빔포머를 통해 신호 또는 데이터를 송신할 지 여부를 판단하는 동작을 수행할 수 있다.
- [90] 단계(501s)에서, 기지국(110)은 다중 안테나의 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 타겟 안테나를 결정한다.
- [91] 단계(501s)의 타겟 안테나를 결정하는 동작은, 단계(401s)의 동작과 동일할 수 있다. 제1 빔포머에 기반하여 타겟 안테나를 결정한다는 것은, 제1 빔포머에 의해 안테나가 빔을 형성할 때, 개별 안테나가 사용하는 전력 제한 값이 특정 임계치를 만족하는지 여부를 판단하고, 그에 따라 타겟 안테나를 결정하는 동작으로 이해될 수 있다.
- [92] 단계(503s)에서, 기지국(110)은 타겟 안테나와 연관된 제2 빔포머를 생성한다.
- [93] 단계(503s)의 제2 빔포머를 생성하는 동작은, 단계(403s)의 동작과 동일할 수

있다. 타겟 안테나와 연관된 제2 빔포머라 함은, 기지국에 포함된 다중 안테나 중 타겟 안테나로 결정된 안테나를 위한 빔포머로서 제2 빔포머를 생성하는 것으로 이해될 수 있다.

- [94] 단계(505s)에서, 기지국(110)은 제2 빔포머에 중첩 계수를 적용한다. 이 때, 단계(505s)의 중첩 계수를 적용하는 동작은, 단계(405s)의 동작과 동일한 것으로 이해될 수 있다.
- [95] 단계(507s)에서, 기지국(110)은 중첩 계수가 적용된 제2 빔포머와 제1 빔포머를 합산하여 제3 빔포머를 생성한다. 이 때, 단계(507s)의 제3 빔포머를 생성하는 동작은, 단계(407s)의 동작과 동일한 것으로 이해될 수 있다.
- [96] 단계(509s)에서, 기지국(110)은 제3 빔포머에 기반하여, 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정한다.
- [97] 제3 빔포머는, 중첩을 통해 타겟 안테나에 대한 전력 보상이 이루어진 후, 그 결과로서 생성된 빔포머를 의미할 수 있다. 기지국(110)은, 다중 안테나 중 제3 빔포머에 의해 전력 임계치를 만족하게 된 안테나를 결정할 수 있다. 전력 임계치는, 단계(501s)의 전력 임계치와 동일한 개념으로 이해될 수 있다.
- [98] 예를 들어, 전력 임계치가 특정한 개별 안테나의 최대 전력 제한 값의 0.9에 해당하는 경우, 제3 빔포머를 통해 신호를 송신하는 특정한 개별 안테나가 최대 전력 제한 값의 0.9 이상을 만족하는지 여부를 확인할 수 있다. 다만, 여기서, 전력 임계치를 만족한다는 것은, 전력 임계치에 해당하는 값 이상으로 확인되었는지 여부를 결정하는 동작으로 이해될 수 있다. 즉 단계(509s)는, 제3 빔포머에 기반하여 빔포밍을 수행하였을 때, 특정한 개별 안테나가 사용하는 전력이, 최대 전력 제한의 0.9를 초과하는지 여부를 확인하는 동작일 수 있다. 일 예시로서, 최대 전력 제한의 0.9인 경우만을 기재하였으나, 최대 전력 제한 P_{PAPC} 의 $0 \leq p \leq 1$ 배 내의 값에서 선택가능한 모든 경우를 포함하는 것으로 이해될 수 있다.
- [99] 단계(511s)에서, 기지국(110)은 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인지 판단한다.
- [100] 결정된 안테나라 함은, 중첩에 의해 생성된 제3 빔포머를 통해 빔포밍을 수행할 경우, 전력 임계치를 넘어서는 전력을 사용할 수 있는 안테나를 의미할 수 있다. 예를 들어, 단계(511s)는 p 가 0.9인 경우, 전력 제한에 따른 스케일링에 의하여 제1 빔포머가 생성되고, 제1 빔포머에 의해 특정 안테나를 통한 신호 전송 시, 해당 안테나가 사용하는 전력이 90% 미만인 85%였으나, 제3 빔포머에 의해 특정 안테나를 통한 신호 전송 시, 해당 안테나가 사용하는 전력이 90% 이상으로 확인된 안테나의 수가 임계치 이상인지 판단하는 과정일 수 있다. 임계치는, 안테나의 수를 의미하며, 보다 구체적으로는 타겟 안테나 중에서 제3 빔포머에 의해 전력 임계치를 넘어서게 되는 안테나의 수를 의미할 수 있다. 따라서, 임계치는 타겟 안테나의 수보다 작거나 같을 수 있다.
- [101] 예를 들어 타겟 안테나가 20개로 결정된 경우, 중첩으로 생성된 제3 빔포머에

의해 신호를 전송할 경우, 20개의 타겟 안테나 중 전력 임계치를 넘어서게 되는 안테나가 2개 발견된다면, 단계(511s)에서 결정되는 안테나의 수는 2개일 수 있다.

- [102] 본 개시는, 타겟 안테나의 전송 속도 향상을 위한 것이므로, 기지국은 타겟 안테나 모두 또는 대부분이 전력 임계치를 넘어서는지 여부에 따라 동작 수행을 종료할지 여부를 결정할 수 있다. 20개의 타겟 안테나 중 15개가 임계치로 미리 정해진 경우, 기지국(110)은 단계(511s)를 통해 제3 빔포머에 의해 전력 임계치를 만족하는 안테나의 수가 15개 이상인지 여부를 판단할 수 있다.
- [103] 단계(513s)에서, 기지국(110)은, 결정된 안테나의 수가 임계치 이상이라고 판단되는 것에 대응하여, 제3 빔포머를 이용하여 빔을 송신한다.
- [104] 기지국(110)은, 타겟 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나의 수가 임계치 이상이라고 판단되면, 충분한 전송 속도 향상을 기대할 수 있을 것이므로 생성된 제3 빔포머를 통해 빔을 송신할 수 있다.
- [105] 다만, 기지국(110)은 결정된 안테나 수가 임계치 미만이라고 판단하는 경우, 현재 생성된 제3 빔포머로는 목표한 전송 속도 향상을 기대할 수 없을 것이므로, 단계(501s)로 되돌아가 타겟 안테나를 다시 결정할 수 있다.
- [106] 도 6은, 본 개시의 일 실시 예들에 따른, 기지국의 동작에 따른 통신 속도 변화를 도시한 것이다.
- [107] 도 6을 참조하면, 단일 안테나를 가지는 8명의 사용자($N=8$)와 64개의 안테나를 가지는 기지국($M=64$)간의 통신 시스템에서 본 개시의 일 실시 예에 따른 기지국의 동작으로 인한 효과를 확인할 수 있다.
- [108] 본 개시에서 제안된 기법에 따른 빔포머 중첩을 사용하였을 때, 통신 속도의 측정 대상이 되는 사용자를 proposed 1 내지 8로 지칭하고, 본 개시에서 제안된 기법을 사용하기 전, 통신 속도의 측정 대상이 되는 사용자를 Original ZF1 내지 ZF8로 지칭할 수 있다.
- [109] 도 6에서, 실선으로 표현된 Proposed 1 내지 8의 결과 값이, 점선으로 표현된 Original ZF1 내지 ZF8 대비 우측으로 치우쳐 있음을 확인할 수 있다. 도 6의 그래프에서 x축은 전송 속도 (data rate)를 의미하는 바, 본 개시에서 제안된 기법에 따른 빔포머 중첩을 사용하였을 때, 각 사용자의 통신 속도가 증가하였음을 확인할 수 있다.
- [110] 도 7은, 본 개시의 일 실시 예들에 따른, 기지국의 동작에 따른 총 통신 속도 변화를 도시한 것이다.
- [111] 도 7을 참조하면, 본 개시에서 제안된 기법에 따라 빔포머 중첩을 사용하였을 때(Proposed)와 본 개시에서 제안된 기법을 사용하기 전(Original ZF)의 전체 단말 사용자들에 대한 기지국의 통신 속도 변화를 확인할 수 있다.
- [112] 도 7에서, 실선으로 표시된 Proposed의 결과 값이, 점선으로 표시된 Original ZF의 결과 값보다 우측으로 치우쳐 있음을 확인할 수 있다. 도 7의 그래프에서 x축은 전송 속도 (data rate)를 의미하는 바, 본 개시에서 제안된 기법에 따른

빔포머 중첩을 사용하였을 때, 모든 사용자의 통신 속도가 증가하였음을 확인할 수 있다.

- [113] 일 실시 예에 따라, 기지국의 빔포머 중첩 동작은, 특정한 안테나에 대하여 편협적으로 디자인된 중첩 계수 행렬에 의해 수행될 수 있다. 구체적으로, 단일 안테나를 가지는 다중 사용자 환경에서 특정 사용자에 대한 편협적인 전력 배분을 고려할 수 있다. 이는 송신기와 각 수신 안테나 간의 채널 이득에 큰 차이가 있을 때에 총 통신 속도를 최대화하거나, 낮은 채널 이득을 보상하여 보다 안정적인 서비스 품질을 보장하기 위해 고려될 수 있다. 이를 위한 빔포머에 제한은 없으나, 일 예로서, ZF 빔포머를 고려할 수 있다.

- [114] 특정 수신 안테나에 대한 편협적인 전력 배분은 수학적 4와 같은 중첩 계수 행렬 $\mathbf{A}$ 에 기반하여 구현될 수 있다.

- [115] 【수학적 4】

$$(\mathbf{A})_{(a,b)} = \begin{cases} \alpha_a \|(\mathbf{W})_{(:,a)}\|_2^{-1}, & a = b \\ 0, & a \neq b \end{cases}$$

- [116] 이때, $\alpha_a \in \mathbb{C}$, $a \in \{1, \dots, N\}$ 는 중첩된 빔포머가 모든 전력 제한을 만족시키는 범위 내에서 중첩된 빔포머 $\mathbf{F} + \mathbf{W}\mathbf{A}$ 의 특정 열에 보다 많은 전력이 사용되도록 결정되며, 이는 특정 수신 안테나에서 보다 많은 전력을 수신하도록 한다.

- [117] 도 8은, 본 개시의 일 실시 예들에 따른, 기지국의 동작이 편협적인 전력 배분 하에서 수행될 때 통신 속도 변화를 도시한 것이다.

- [118] 도 8을 참조하면, 단일 안테나를 가지는 8명의 사용자($N=8$)와 64개의 안테나를 가지는 기지국($M=64$)간의 통신 시스템에서 중첩 계수 행렬의 요소를 수학적 5와 같이 두었을 때에, 본 개시에서 제안하는 기법에 따른 특정 사용자의 이득을 확인할 수 있다.

- [119] 【수학적 5】

$$|\alpha_1| = |\alpha_2| = \dots = |\alpha_7| = \frac{|\alpha_8|}{4}$$

- [120] 본 개시에서 제안된 기법에 따른 빔포머 중첩을 사용하였을 때, 통신 속도의 측정 대상이 되는 사용자를 proposed 1 내지 8로 지칭하고, 본 개시에서 제안된 기법을 사용하기 전, 통신 속도의 측정 대상이 되는 사용자를 Original ZF1 내지 ZF8로 지칭할 수 있다.

- [121] 도 8에서, 실선으로 표현된 Proposed 1 내지 8의 결과 값이, 점선으로 표현된 Original ZF1 내지 ZF8 대비 우측으로 치우쳐 있음을 확인할 수 있다. 또한 Proposed 8이 다른 사용자 단말(proposed 1 내지 7) 대비, 우측으로 더 치우쳐 있음을 확인할 수 있다. 도 6의 그래프에서 x축은 전송 속도 (data rate)를 의미하는 바, 본 개시에서 제안된 기법에 따른 빔포머 중첩을 사용하였을 때, 각 사용자의 통신 속도가 증가하고, 수학적 5에 따라 다른 사용자 대비 4배의 이득을 갖는 proposed 8의 통신 속도가 가장 빠름을 확인할 수 있다.

- [122] 도 9은, 본 개시의 일 실시 예들에 따른, 기지국의 동작이 편협적인 전력 배분 하에서 수행될 때 총 통신 속도 변화를 도시한 것이다.
- [123] 도 9를 참조하면, 본 개시에서 제안된 기법에 따라 빔포머 중첩을 사용하였을 때(Proposed)와 본 개시에서 제안된 기법을 사용하기 전(Original ZF)의 전체 단말 사용자들에 대한 기지국의 통신 속도 변화를 확인할 수 있다.
- [124] 도 9에서, 실선으로 표시된 Proposed의 결과 값이, 점선으로 표시된 Original ZF의 결과 값보다 우측으로 치우쳐 있음을 확인할 수 있다. 도 9의 그래프에서 x축은 전송 속도 (data rate)를 의미하는 바, 본 개시에서 제안된 기법에 따른 빔포머 중첩을 사용하였을 때, 모든 사용자의 통신 속도가 증가하였음을 확인할 수 있다.
- [125] 본 개시의 일 실시 예에 따른, 다중 안테나를 이용하는 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법은, 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 과정과, 상기 안테나와 연관된 제2 빔포머를 생성하는 과정과, 상기 제2 빔포머에 중첩 계수 행렬을 적용하는 과정과, 상기 중첩 계수 행렬이 적용된 상기 제2 빔포머와 상기 제1 빔포머를 합산하여 제3 빔포머를 생성하는 과정을 포함한다.
- [126] 바람직하게는, 상기 제3 빔포머에 기반하여, 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 과정과, 상기 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인지 결정하는 과정을 더 포함한다.
- [127] 바람직하게는, 상기 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인 것으로 결정되는 것에 대응하여, 상기 제3 빔포머를 이용하여 신호를 송신하는 과정을 더 포함한다.
- [128] 바람직하게는, 상기 결정된 안테나의 수가 임계치 미만인 것으로 결정되는 것에 대응하여, 상기 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 과정을 다시 수행하는 과정을 더 포함한다.
- [129] 바람직하게는, 상기 제1 빔포머는, 상기 제1 빔포머와 연관된 진폭 중 최대값을 기준으로 상기 다중 안테나에 가해지는 적어도 하나 이상의 진폭을 동일한 비율로 축소될 수 있다.
- [130] 바람직하게는, 상기 중첩 계수는, 상기 제1 빔포머와 상기 제3 빔포머에 기반하여 결정될 수 있다.
- [131] 바람직하게는, 상기 중첩 계수는, 상기 제3 빔포머를 이용한 송신 전력, 상기 다중 안테나의 모든 전력 제한에 대응되는 값 미만이 되는 범위에서 결정될 수 있다.
- [132] 바람직하게는, 상기 중첩 계수는, 상기 제3 빔포머를 이용한 송신 전력, 상기 다중 안테나 중 적어도 하나의 안테나의 전력 제한에 대응되는 값 미만이 되는 범위에서 결정될 수 있다.
- [133] 본 개시의 다른 실시 예들에 따른, 다중 안테나를 이용하는 무선 통신

시스템에서 기지국 장치는, 통신부; 및 상기 통신부와 동작 가능하게 연결된 적어도 하나 이상의 제어부를 포함하며, 상기 적어도 하나 이상의 제어부는, 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하고, 상기 안테나와 연관된 제2 빔포머를 생성하고, 상기 제2 빔포머에 중첩 계수 행렬을 적용하고, 상기 중첩 계수 행렬이 적용된 상기 제2 빔포머와 상기 제1 빔포머를 합산하여 제3 빔포머를 생성하도록 구성될 수 있다.

- [134] 바람직하게는, 상기 적어도 하나 이상의 제어부는, 상기 제3 빔포머에 기반하여, 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하고, 상기 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인지 결정하도록 더 구성될 수 있다.
- [135] 바람직하게는, 상기 적어도 하나 이상의 제어부는, 상기 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인 것으로 결정되는 것에 대응하여, 상기 제3 빔포머를 이용하여 신호를 송신하도록 더 구성될 수 있다.
- [136] 바람직하게는, 상기 적어도 하나 이상의 제어부는, 상기 결정된 안테나의 수가 임계치 미만인 것으로 결정되는 것에 대응하여, 상기 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 동작을 다시 수행하도록 더 구성될 수 있다.
- [137] 바람직하게는, 상기 제 1 빔포머는, 상기 제1 빔포머와 연관된 진폭 중 최대값을 기준으로 상기 다중 안테나에 가해지는 적어도 하나 이상의 진폭을 동일한 비율로 축소될 수 있다.
- [138] 바람직하게는, 상기 중첩 계수는, 상기 제1 빔포머와 상기 제3 빔포머에 기반하여 결정될 수 있다.
- [139] 바람직하게는, 상기 중첩 계수는, 상기 제3 빔포머를 이용한 송신 전력, 상기 다중 안테나의 모든 전력 제한에 대응되는 값 미만이 되는 범위에서 결정될 수 있다.
- [140] 바람직하게는, 상기 중첩 계수는, 상기 제3 빔포머를 이용한 송신 전력, 상기 다중 안테나 중 적어도 하나의 안테나의 전력 제한에 대응되는 값 미만이 되는 범위에서 결정될 수 있다.
- [141] 본 문서의 다양한 실시 예들 및 이에 사용된 용어들은 본 문서에 기재된 기술적 특징들을 특정한 실시 예들로 한정하려는 것이 아니며, 해당 실시 예의 다양한 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면의 설명과 관련하여, 유사한 또는 관련된 구성요소에 대해서는 유사한 참조 부호가 사용될 수 있다. 아이টে에 대응하는 명사의 단수 형은 관련된 문맥상 명백하게 다르게 지시하지 않는 한, 아이টে 한 개 또는 복수 개를 포함할 수 있다. 본 문서에서, "A 또는 B", "A 및 B 중 적어도 하나", "A 또는 B 중 적어도 하나", "A, B 또는 C", "A, B 및 C 중 적어도 하나", 및 "A, B, 또는 C 중 적어도 하나"와 같은 문구들 각각은 그 문구들 중 해당하는 문구에 함께 나열된 항목들 중 어느 하나, 또는 그들의 모든 가능한 조합을 포함할 수 있다. "제1", "제2", 또는 "첫째" 또는 "둘째"와

같은 용어들은 단순히 해당 구성요소를 다른 해당 구성요소와 구분하기 위해 사용될 수 있으며, 해당 구성요소들을 다른 측면(예: 중요성 또는 순서)에서 한정하지 않는다. 어떤(예: 제1) 구성요소가 다른(예: 제2) 구성요소에, "기능적으로" 또는 "통신적으로"라는 용어와 함께 또는 이런 용어 없이, "커플드" 또는 "커넥티드"라고 언급된 경우, 그것은 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 직접적으로(예: 유선으로), 무선으로, 또는 제3 구성요소를 통하여 연결될 수 있다는 것을 의미한다.

- [142] 본 문서에서 사용된 용어 "모듈"은 하드웨어, 소프트웨어 또는 펌웨어로 구현된 유닛을 포함할 수 있으며, 예를 들면, 로직, 논리 블록, 부품, 또는 회로 등의 용어와 상호 호환적으로 사용될 수 있다. 모듈은, 일체로 구성된 부품 또는 하나 또는 그 이상의 기능을 수행하는, 부품의 최소 단위 또는 그 일부가 될 수 있다. 예를 들면, 일 실시 예에 따르면, 모듈은 ASIC(application-specific integrated circuit)의 형태로 구현될 수 있다.
- [143] 본 문서의 다양한 실시 예들은 장치(machine)(예: 전자 장치(101)(101)) 의해 읽을 수 있는 저장 매체(storage medium)(예: 내장 메모리(136) 또는 외장 메모리(138))에 저장된 하나 이상의 명령어들을 포함하는 소프트웨어(예: 프로그램(140))로서 구현될 수 있다. 예를 들면, 장치(예: 전자 장치(101))의 프로세서(예: 프로세서(120))는, 저장 매체로부터 저장된 하나 이상의 명령어들 중 적어도 하나의 명령어를 호출하고, 그것을 실행할 수 있다. 이것은 장치가 호출된 적어도 하나의 명령어에 따라 적어도 하나의 기능을 수행하도록 운영되는 것을 가능하게 한다. 하나 이상의 명령어들은 컴파일러에 의해 생성된 코드 또는 인터프리터에 의해 실행될 수 있는 코드를 포함할 수 있다. 장치로 읽을 수 있는 저장매체는, 비일시적(non-transitory) 저장매체의 형태로 제공될 수 있다. 여기서, '비일시적'은 저장매체가 실재(tangible)하는 장치이고, 신호(signal)(예: EM파)를 포함하지 않는다는 것을 의미할 뿐이며, 이 용어는 데이터가 저장매체에 반영구적으로 저장되는 경우와 임시적으로 저장되는 경우를 구분하지 않는다.
- [144] 일 실시 예에 따르면, 본 문서에 개시된 다양한 실시 예들에 따른 방법은 컴퓨터 프로그램 제품(computer program product)에 포함되어 제공될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 상품으로서 판매자 및 구매자 간에 거래될 수 있다. 컴퓨터 프로그램 제품은 장치로 읽을 수 있는 저장 매체(예: CD-ROM(compact disc read only memory))의 형태로 배포되거나, 또는 어플리케이션 스토어(예: 플레이 스토어™)를 통해 또는 두개의 사용자 장치들(예: 스마트폰들) 간에 직접, 온라인으로 배포(예: 다운로드 또는 업로드)될 수 있다. 온라인 배포의 경우에, 컴퓨터 프로그램 제품의 적어도 일부는 제조사의 서버, 어플리케이션 스토어의 서버, 또는 중계 서버의 메모리와 같은 장치로 읽을 수 있는 저장 매체에 적어도 일시 저장되거나, 임시적으로 생성될 수 있다.
- [145] 다양한 실시 예들에 따르면, 기술한 구성요소들의 각각의 구성요소(예: 모듈

또는 프로그램)는 단수 또는 복수의 개체를 포함할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따르면, 전술된 해당 구성요소들 중 하나 이상의 구성요소들 또는 동작들이 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 구성요소들 또는 동작들이 추가될 수 있다. 대체적으로 또는 추가적으로, 복수의 구성요소들(예: 모듈 또는 프로그램)은 하나의 구성요소로 통합될 수 있다. 이런 경우, 통합된 구성요소는 복수의 구성요소들 각각의 구성요소의 하나 이상의 기능들을 통합 이전에 복수의 구성요소들 중 해당 구성요소에 의해 수행되는 것과 동일 또는 유사하게 수행할 수 있다. 다양한 실시 예들에 따르면, 모듈, 프로그램 또는 다른 구성요소에 의해 수행되는 동작들은 순차적으로, 병렬적으로, 반복적으로, 또는 휴리스틱하게 실행되거나, 동작들 중 하나 이상이 다른 순서로 실행되거나, 생략되거나, 또는 하나 이상의 다른 동작들이 추가될 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 다중 안테나를 이용하는 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법에 있어서,
상기 방법은,
전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 과정과,
상기 안테나와 연관된 제2 빔포머를 생성하는 과정과,
상기 제2 빔포머에 중첩 계수 행렬을 적용하는 과정과,
상기 중첩 계수 행렬이 적용된 상기 제2 빔포머와 상기 제1 빔포머를 합산하여 제3 빔포머를 생성하는 과정을 포함하는 방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
상기 제3 빔포머에 기반하여, 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 과정과,
상기 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인지 결정하는 과정을 더 포함하는 방법.
- [청구항 3] 청구항 2에 있어서,
상기 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인 것으로 결정되는 것에 대응하여, 상기 제3 빔포머를 이용하여 신호를 송신하는 과정을 더 포함하는 방법.
- [청구항 4] 청구항 2에 있어서,
상기 결정된 안테나의 수가 임계치 미만인 것으로 결정되는 것에 대응하여, 상기 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 과정을 다시 수행하는 과정을 더 포함하는 방법.
- [청구항 5] 청구항 1에 있어서,
상기 제 1 빔포머는,
상기 제1 빔포머와 연관된 진폭 중 최대값을 기준으로 상기 다중 안테나에 가해지는 적어도 하나 이상의 진폭을 동일한 비율로 축소되는 방법,
- [청구항 6] 청구항 1에 있어서,
상기 중첩 계수는,
상기 제1 빔포머와 상기 제3 빔포머에 기반하여 결정되는 방법.
- [청구항 7] 청구항 1에 있어서,
상기 중첩 계수는,
상기 제3 빔포머를 이용한 송신 전력, 상기 다중 안테나의 모든 전력 제한에 대응되는 값 미만이 되는 범위에서 결정되는 방법.
- [청구항 8] 청구항 1에 있어서,

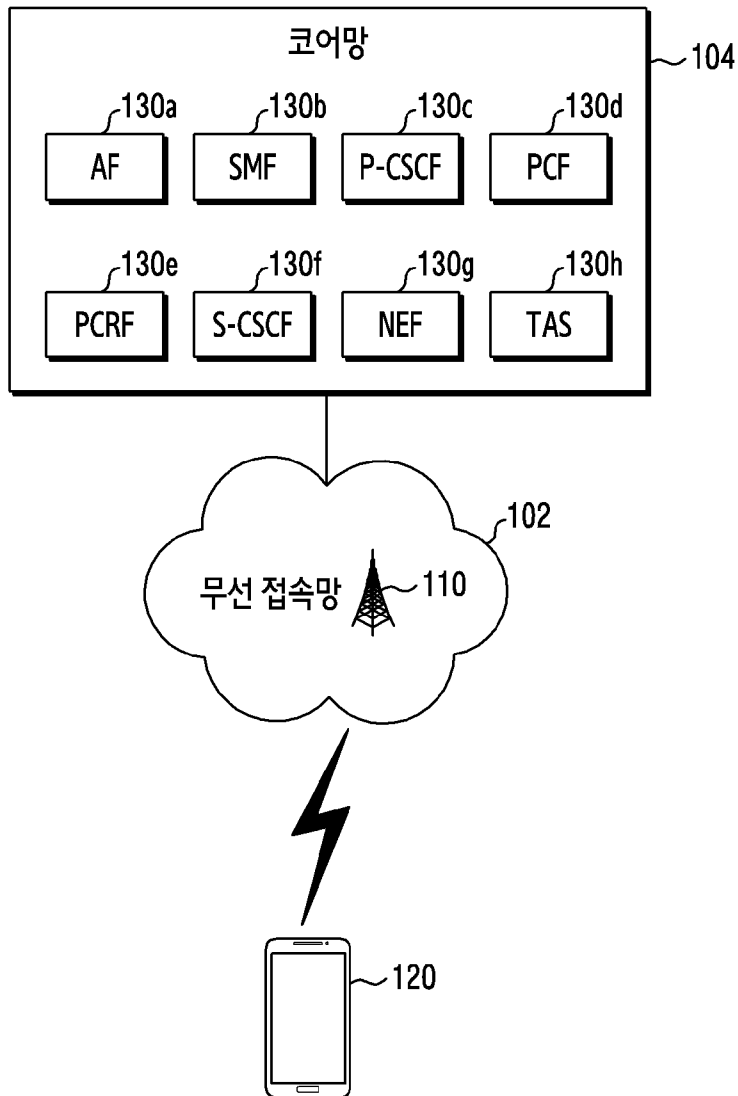
상기 중첩 계수는,

상기 제3 빔포머를 이용한 송신 전력, 상기 다중 안테나 중 적어도 하나의 안테나의 전력 제한에 대응되는 값 미만인 범위에서 결정되는 방법.

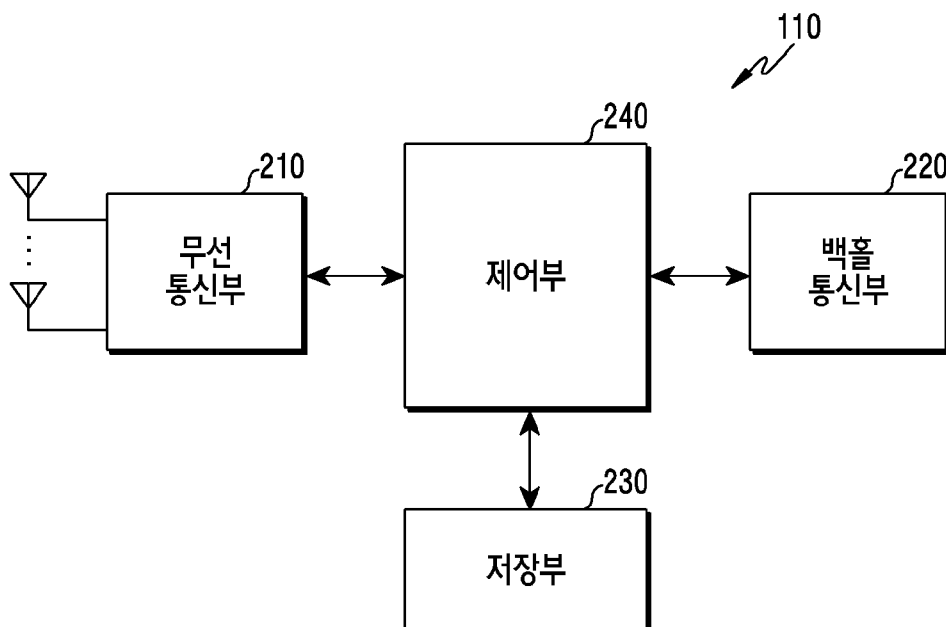
- [청구항 9] 다중 안테나를 이용하는 무선 통신 시스템에서 기지국 장치에 있어서, 상기 기지국의 장치는,
통신부; 및
상기 통신부와 동작 가능하게 연결된 적어도 하나 이상의 제어부를 포함하며,
상기 적어도 하나 이상의 제어부는,
전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하고,
상기 안테나와 연관된 제2 빔포머를 생성하고,
상기 제2 빔포머에 중첩 계수 행렬을 적용하고,
상기 중첩 계수 행렬이 적용된 상기 제2 빔포머와 상기 제1 빔포머를 합산하여 제3 빔포머를 생성하도록 구성되는 장치.
- [청구항 10] 청구항 9에 있어서,
상기 적어도 하나 이상의 제어부는,
상기 제3 빔포머에 기반하여, 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하고,
상기 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인지 결정하도록 더 구성되는 장치.
- [청구항 11] 청구항 10에 있어서,
상기 적어도 하나 이상의 제어부는,
상기 결정된 안테나의 수가 임계치 이상인 것으로 결정되는 것에 대응하여, 상기 제3 빔포머를 이용하여 신호를 송신하도록 더 구성되는 장치.
- [청구항 12] 청구항 10에 있어서,
상기 적어도 하나 이상의 제어부는,
상기 결정된 안테나의 수가 임계치 미만인 것으로 결정되는 것에 대응하여, 상기 전력 제한에 따라 스케일링 된 제1 빔포머에 기반하여, 상기 다중 안테나 중 전력 임계치를 만족하는 안테나를 결정하는 동작을 다시 수행하도록 더 구성되는 장치.
- [청구항 13] 청구항 9에 있어서,
상기 제 1 빔포머는,
상기 제1 빔포머와 연관된 진폭 중 최대값을 기준으로 상기 다중 안테나에 가해지는 적어도 하나 이상의 진폭을 동일한 비율로 축소되는 장치.

- [청구항 14] 청구항 10에 있어서,
상기 중첩 계수는,
상기 제1 빔포머와 상기 제3 빔포머에 기반하여 결정되는 장치.
- [청구항 15] 청구항 9에 있어서,
상기 중첩 계수는,
상기 제3 빔포머를 이용한 송신 전력, 상기 다중 안테나의 모든 전력
제한에 대응되는 값 미만이 되는 범위에서 결정되는 장치.

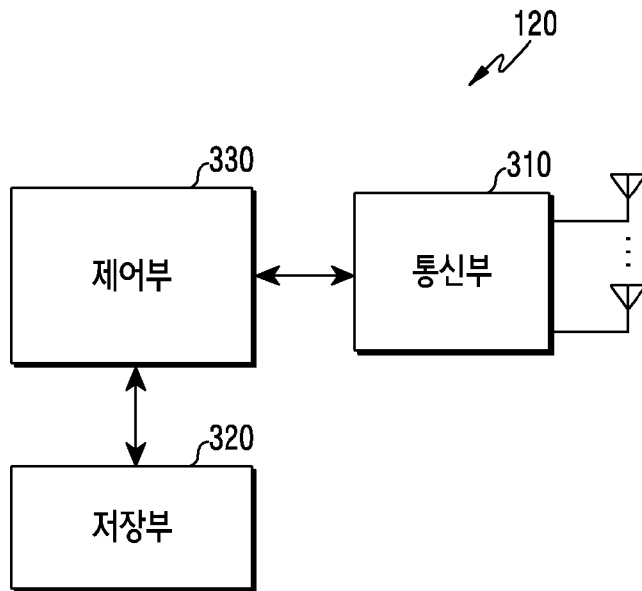
[도1]



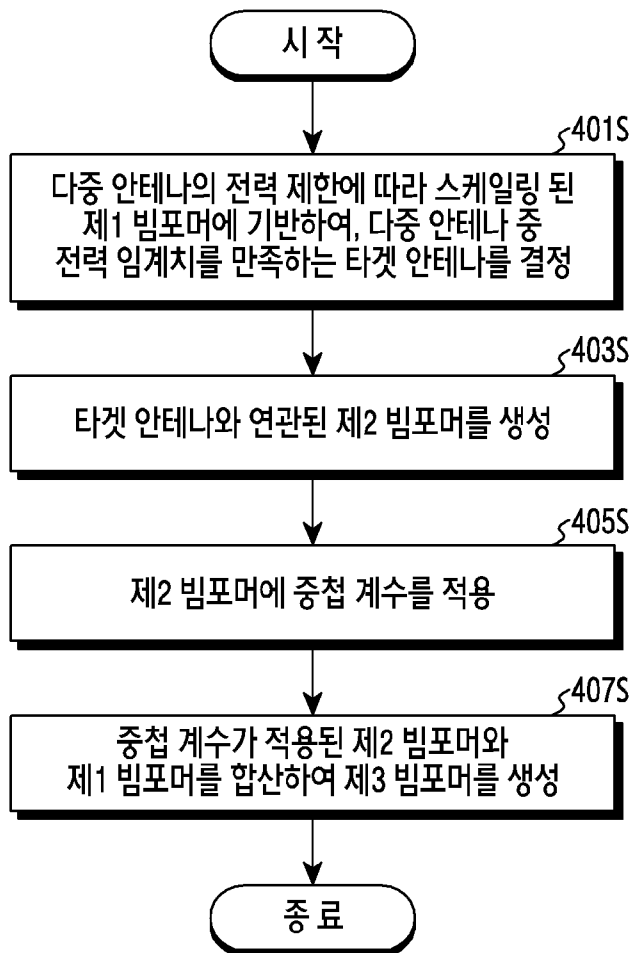
[도2]



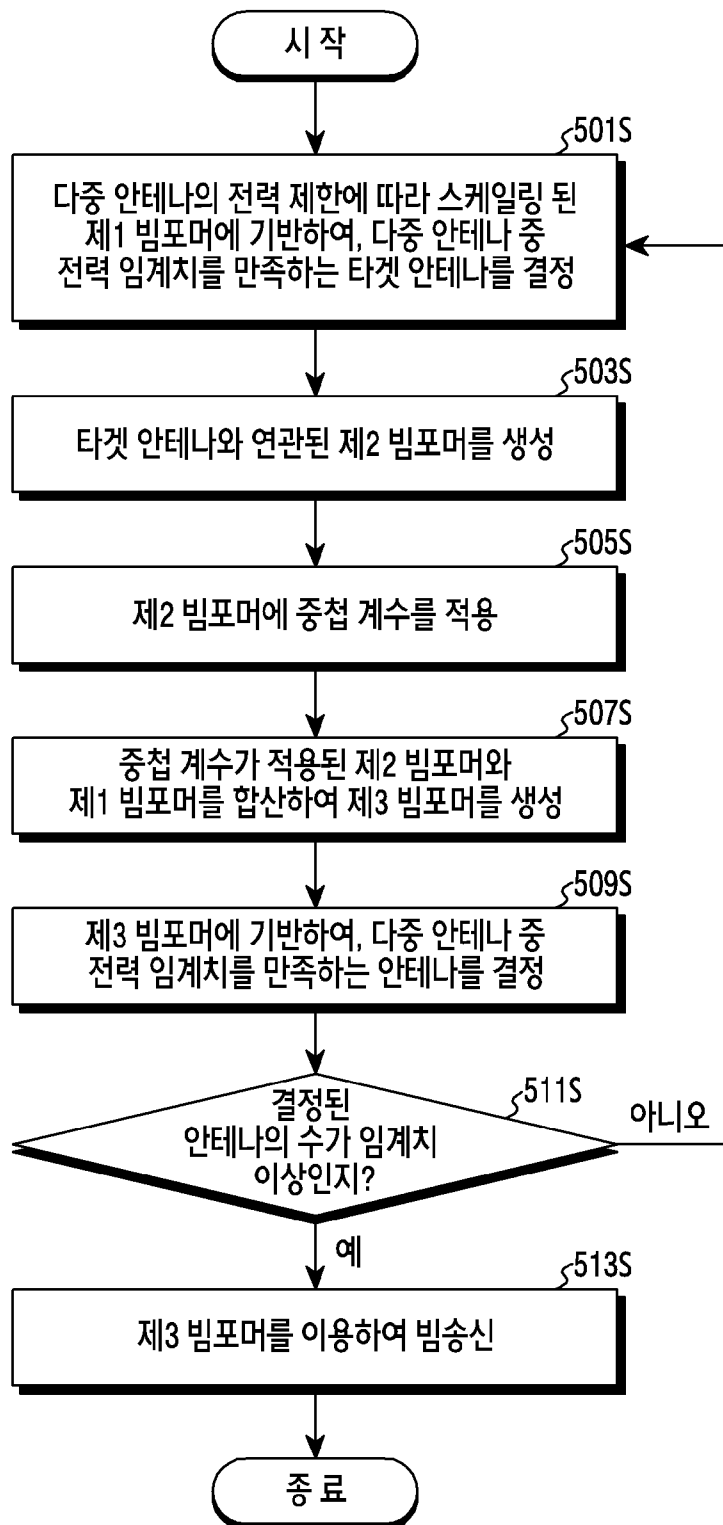
[도3]



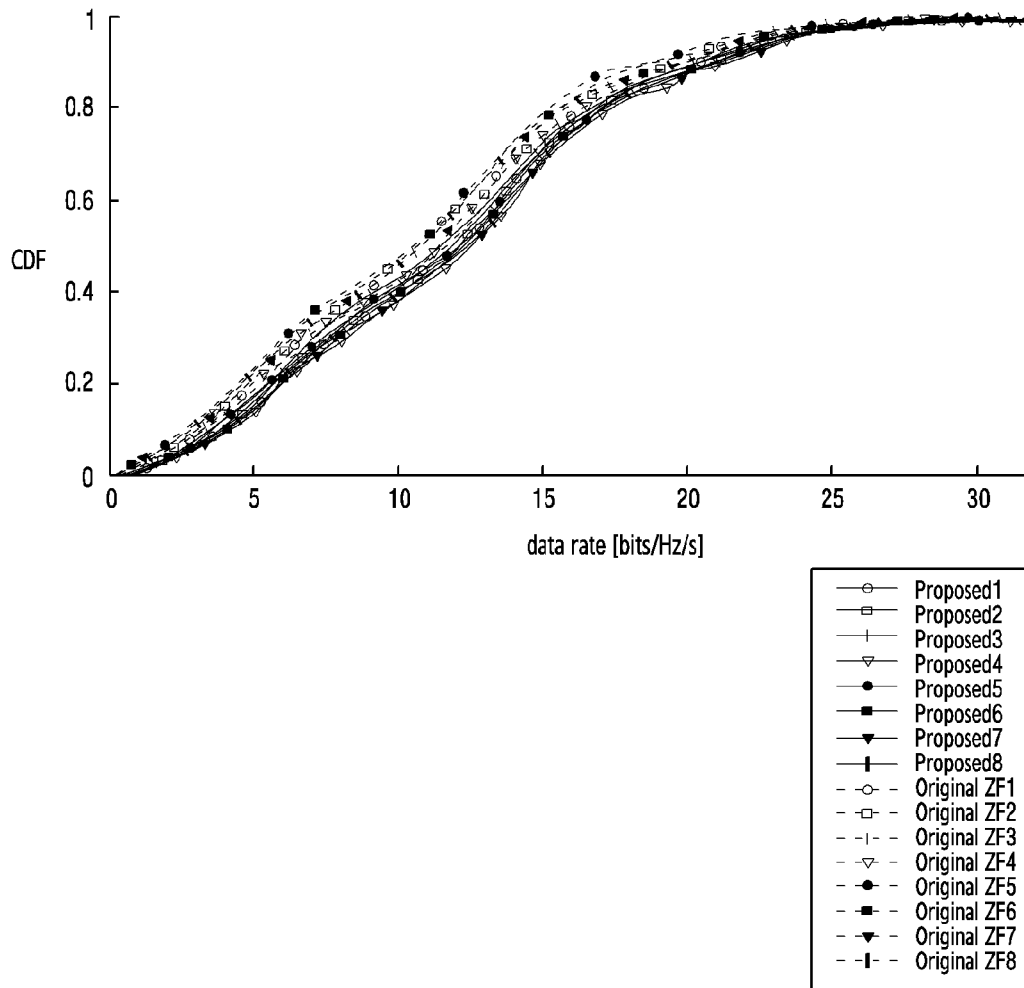
[도4]



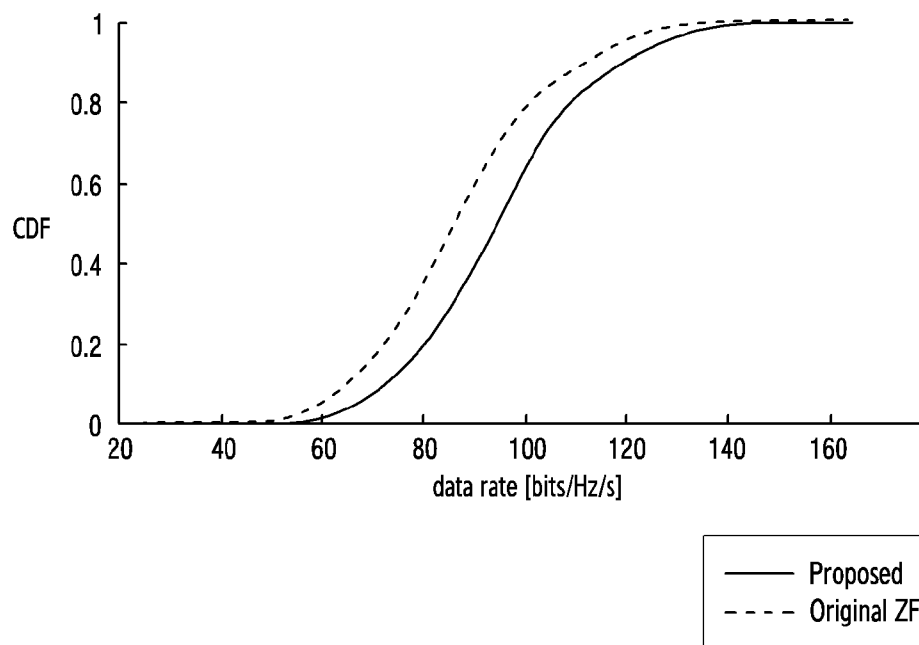
[도5]



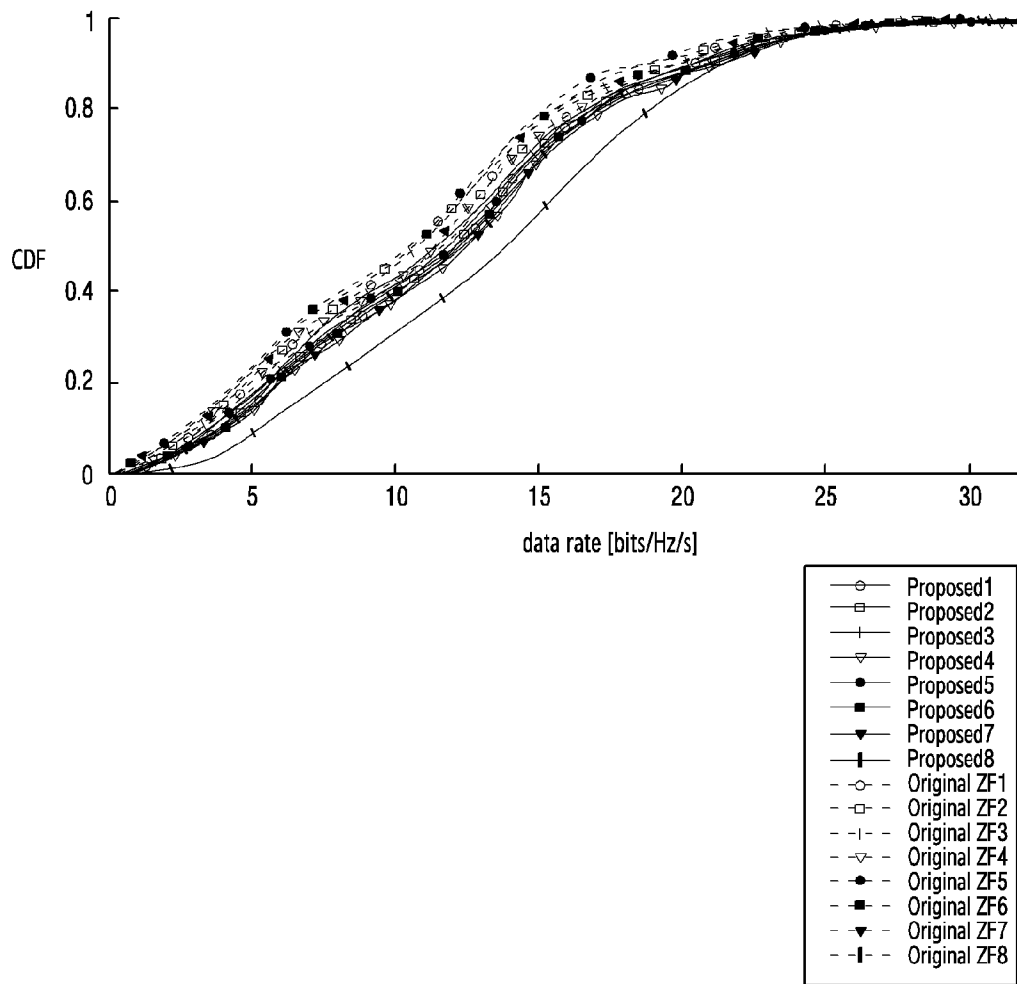
[도6]



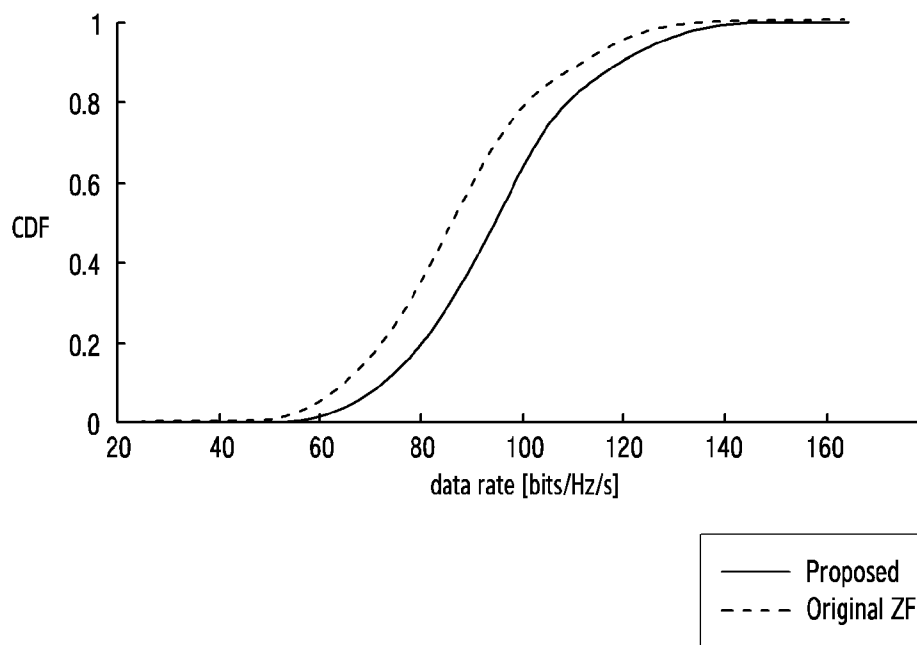
[도7]



[도8]



[도9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2021/015666

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**H04B 7/06**(2006.01)i; **H04B 7/0426**(2017.01)i; **H04W 52/42**(2009.01)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)

H04B 7/06(2006.01); H01Q 11/12(2006.01); H01Q 3/00(2006.01); H04B 1/04(2006.01); H04W 52/04(2009.01);
H04W 52/14(2009.01); H04W 52/26(2009.01); H04W 72/04(2009.01)

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: 빔포머 (beamformer), 전력 제한 (power constraint), 스케일링 (scaling), 행렬 (matrix),
진폭 (amplitude), 안테나 (antenna)**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012-0009961 A1 (ULN, Kiran et al.) 12 January 2012 (2012-01-12) See paragraph [0016]; and claims 1-6.	1-15
A	KR 10-2015-0095864 A (INTEL CORPORATION) 21 August 2015 (2015-08-21) See paragraph [0189]; and claim 1.	1-15
A	US 8838051 B1 (SU, Chi-Lin et al.) 16 September 2014 (2014-09-16) See claims 1-3.	1-15
A	NALBAND, Abdul Haq et al. Power Scaling and Antenna Selection Techniques for Hybrid Beamforming in mmWave Massive MIMO Systems. International Journal of Electronics and Telecommunications. Vol. 66, No. 3, September 2020, pp. 529-535. See pages 531-532.	1-15
A	US 2012-0286996 A1 (SHANY, Yaron et al.) 15 November 2012 (2012-11-15) See claims 1-7.	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

25 February 2022

Date of mailing of the international search report

25 February 2022

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2021/015666

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2012-0009961	A1	12 January 2012	TW	201212568	A	16 March 2012
KR	10-2015-0095864	A	21 August 2015	AU	2014-216655	A1	09 July 2015
				AU	2014-216655	B2	14 January 2016
				BR	112015016829	A2	11 July 2017
				CA	2898220	A1	21 August 2014
				CN	104919716	A	16 September 2015
				CN	104919716	B	02 March 2018
				EP	2957043	A1	23 December 2015
				JP	2016-510531	A	07 April 2016
				JP	6199412	B2	20 September 2017
				US	2014-0235287	A1	21 August 2014
				US	2015-0365908	A1	17 December 2015
				US	9225396	B2	29 December 2015
				US	9362991	B2	07 June 2016
				WO	2014-126773	A1	21 August 2014
US	8838051	B1	16 September 2014	None			
US	2012-0286996	A1	15 November 2012	EP	2540127	A1	02 January 2013
				EP	2540127	B1	24 July 2019
				US	2011-0210892	A1	01 September 2011
				US	2013-0040580	A1	14 February 2013
				US	2014-0294113	A1	02 October 2014
				US	8301089	B2	30 October 2012
				US	8725090	B2	13 May 2014
				US	8768272	B2	01 July 2014
				US	9231682	B2	05 January 2016
				WO	2011-104718	A1	01 September 2011

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H04B 7/06(2006.01)i; H04B 7/0426(2017.01)i; H04W 52/42(2009.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H04B 7/06(2006.01); H01Q 11/12(2006.01); H01Q 3/00(2006.01); H04B 1/04(2006.01); H04W 52/04(2009.01); H04W 52/14(2009.01); H04W 52/26(2009.01); H04W 72/04(2009.01) 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: 빔포머(beamformer), 전력 제한(power constraint), 스케일링(scaling), 행렬(matrix), 진폭(amplitude), 안테나(antenna)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 2012-0009961 A1 (KIRAN ULN 등) 2012.01.12 단락 [0016]; 및 청구항 1-6	1-15
A	KR 10-2015-0095864 A (인텔 코퍼레이션) 2015.08.21 단락 [0189]; 및 청구항 1	1-15
A	US 8838051 B1 (CHI-LIN SU 등) 2014.09.16 청구항 1-3	1-15
A	ABDUL HAQ NALBAND 등, 'Power Scaling and Antenna Selection Techniques for Hybrid Beamforming in mmWave Massive MIMO Systems', International Journal of Electronics and Telecommunications, Vol. 66, No. 3, 2020.09, 페이지 529-535 페이지 531-532	1-15
A	US 2012-0286996 A1 (YARON SHANY 등) 2012.11.15 청구항 1-7	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 2022년02월25일(25.02.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년02월25일(25.02.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 양정록 전화번호 +82-42-481-5709

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 2012-0009961 A1	2012/01/12	TW 201212568 A	2012/03/16
KR 10-2015-0095864 A	2015/08/21	AU 2014-216655 A1	2015/07/09
		AU 2014-216655 B2	2016/01/14
		BR 112015016829 A2	2017/07/11
		CA 2898220 A1	2014/08/21
		CN 104919716 A	2015/09/16
		CN 104919716 B	2018/03/02
		EP 2957043 A1	2015/12/23
		JP 2016-510531 A	2016/04/07
		JP 6199412 B2	2017/09/20
		US 2014-0235287 A1	2014/08/21
		US 2015-0365908 A1	2015/12/17
		US 9225396 B2	2015/12/29
		US 9362991 B2	2016/06/07
		WO 2014-126773 A1	2014/08/21
US 8838051 B1	2014/09/16	없음	
US 2012-0286996 A1	2012/11/15	EP 2540127 A1	2013/01/02
		EP 2540127 B1	2019/07/24
		US 2011-0210892 A1	2011/09/01
		US 2013-0040580 A1	2013/02/14
		US 2014-0294113 A1	2014/10/02
		US 8301089 B2	2012/10/30
		US 8725090 B2	2014/05/13
		US 8768272 B2	2014/07/01
		US 9231682 B2	2016/01/05
		WO 2011-104718 A1	2011/09/01