

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

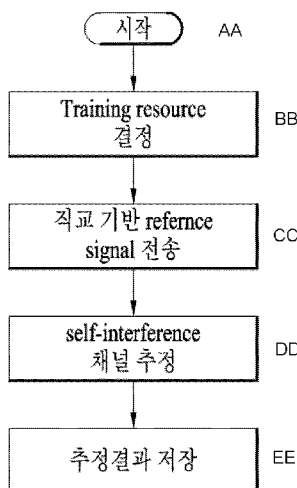
(43) 국제공개일
2017년 11월 16일 (16.11.2017) WIPO | PCT

WO 2017/196007 A1

- (51) 국제특허분류: H04L 25/02 (2006.01) H04L 5/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/004416
- (22) 국제출원일: 2017년 4월 26일 (26.04.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 62/335,697 2016년 5월 13일 (13.05.2016) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR). 연세대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) [KR/KR]; 03722 서울시 서대문구 연세로 50, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김동규 (KIM, Dongkyu); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 노광석 (NOH, Kwangseok); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 최수용 (CHOI, Sooyong); 03722 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제2공학관 716, Seoul (KR). 민경식 (MIN, Kyungsik); 05115 서울시 광진구 구의강변로 11, 7동 703호 (자양동, 자양한양아파트), Seoul (KR). 박상준 (PARK, Sangjoon); 04179 서울시 마포구 삼계로 38, 15동 403호 우성아파트, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 김용인 등 (KIM, Yong In et al.); 05556 서울시 송파구 올림픽로 82, 7층 KBK특허법률사무소, 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, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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).

(54) Title: METHOD FOR ESTIMATING SELF-INTERFERENCE CHANNEL AND DEVICE FOR SAME

(54) 발명의 명칭: 자기간섭 채널을 추정하기 위한 방법 및 이를 위한 장치



AA ... Start
 BB ... Determine training resources
 CC ... Transmit orthogonal reference signal
 DD ... Estimate self-interference channel
 EE ... Store estimation result

(57) Abstract: A method for estimating a self-interference channel by a communication device which operates in a full-duplex mode can comprise the steps of: determining the amount of resources to be used for estimating a self-interference channel for each antenna; transmitting a reference signal by means of resources distinguished by means of each antenna in accordance with the amount of resources that has been determined for each antenna; and estimating the self-interference channel on the basis of the reference signal.

(57) 요약서: 전이중(full duplex) 모드로 동작하는 통신 장치가 자기간섭 채널을 추정하는 방법은, 각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양을 결정하는 단계; 및 상기 각 안테나 별로 결정된 자원의 양에 따라 상기 각 안테나를 통해 구분되는 자원을 통해 참조신호를 전송하는 단계; 및 상기 참조신호에 기초하여 상기 자기간섭 채널을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.



WO 2017/196007 A1

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

명세서

발명의 명칭: 자기간섭 채널을 추정하기 위한 방법 및 이를 위한 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선통신 시스템에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 자기간섭 채널을 추정하기 위한 방법 및 이를 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 통상적인 무선 전송의 표현으로서 기지국과 단말 간의 무선 전송에 대하여 기지국에서 단말로의 전송을 하향링크 전송, 단말로부터 기지국으로의 전송을 상향링크 전송으로 통칭하여 표현한다. 이러한 하향 링크 전송과 상향 링크 전송 간의 무선 자원을 구분하는 방식을 듀플렉스(duplex)라고 정의하며 주파수 밴드를 하향링크 전송 밴드와 상향링크 전송 밴드로 구분하여 양방향 송수신하는 경우 주파수 분할 듀플렉스(Frequency Division Duplex, FDD)라고 표현하고 동일 주파수 밴드에서 시간 영역(time domain) 무선 자원을 하향 링크 시구간(time duration) 자원과 상향링크 시구간(time duration) 자원으로 구분하여 송수신하는 경우 시간 분할 듀플렉스(Time Division Duplex, TDD)라고 표현한다.
- [3] 전이중 통신 기술 (Full-Duplex communication or Full-Duplex Radio, 이하 FDR로 약칭함)은 한 노드가 동일 시간 및 주파수 자원에서 송신과 수신을 동시에 수행하는 방식으로, 시간 자원 또는 주파수 자원을 직교하도록 분할하여 사용하는 기존의 반이중 통신 (Half-duplex communication)과 구분되며, 반이중 통신 방식에 비해서 시스템의 용량(capacity)를 이론적으로 2배 향상시킬 수 있는 기술이다.
- [4] 도 1은 FDR 을 지원하는 단말과 기지국의 개념도를 나타낸다.
- [5] 도 1과 같은 FDR 상황에서는 다음과 같은 총 3종류의 간섭이 존재하게 된다.
- [6] Intra-device self-interference: 동일한 시간 및 주파수 자원으로 송/수신을 수행하기 때문에, desired signal 뿐만 아니라 자신이 송신한 신호가 동시에 수신된다. 이때, 자신이 송신한 신호는 감쇄가 거의 없이 자신의 수신 안테나로 수신 되므로 desired signal 보다 매우 큰 파워로 수신되어 간섭으로 작용하는 것을 의미한다.
- [7] UE to UE inter-link interference: 단말이 송신한 상향링크 신호가 인접하게 위치한 단말에게 수신되어 간섭으로 작용하는 것을 의미한다.
- [8] BS to BS inter-link interference: 기지국간 혹은 HetNet 상황에서의 이중 기지국간(Picocell, femtocell, relay node) 송신하는 신호가 다른 기지국의 수신 안테나로 수신되어 간섭으로 작용하는 것을 의미한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [9] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제는 전이중(full duplex) 모드로 동작하는 통신 장치가 자기간섭 채널을 추정하는 방법을 제공하는 데 있다.
- [10] 본 발명에서 이루고자 하는 다른 기술적 과제는 자기간섭 채널을 추정하기 위한 전이중(full duplex) 모드의 통신 장치를 제공하는 데 있다.
- [11] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 상기 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

- [12] 상기의 기술적 과제를 달성하기 위한, 전이중(full duplex) 모드로 동작하는 통신 장치가 자기간섭 채널을 추정하는 방법은, 각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양을 결정하는 단계; 및 상기 각 안테나 별로 결정된 자원의 양에 따라 상기 각 안테나를 통해 구분되는 자원을 통해 참조신호를 전송하는 단계; 및 상기 참조신호에 기초하여 상기 자기간섭 채널을 추정하는 단계를 포함할 수 있다.
- [13] 상기 자원의 양을 결정하는 단계는, 상기 각 안테나 별로 하나의 추가 자원단위를 할당하는 경우에 상기 통신 장치의 수신단에서의 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합이 감소치가 최대가 되는 안테나를 결정하는 단계; 상기 결정된 안테나에서 전송할 참조신호를 위해 상기 추가 자원단위를 할당하는 단계; 및 상기 각 안테나에 할당된 총 자원의 양이 상기 통신 장치가 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수와 동일하게 될 때까지 상기 안테나를 결정하는 단계와 및 상기 추가 자원단위를 할당하는 단계를 반복 수행하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- [14] 상기 각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양은 상기 각 안테나에 할당된 총 자원의 양이 상기 통신 장치가 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수와 동일하게 될 때에 할당된 자원에 양에 해당할 수 있다. 상기 반복 수행은 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수만큼의 반복 수행에 해당할 수 있다. 상기 자원단위는 자원 요소(Resource Element, RE)에 해당할 수 있다.
- [15] 상기 방법은, 상기 자기간섭 채널의 추정 결과에 대한 정보를 저장하는 단계를 포함할 수 있다. 상기 자기간섭 채널은 상기 각 안테나 별로 수신되는 참조신호를 이용하여 추정할 수 있다. 상기 통신 장치는 단말 또는 기지국일 수 있다.
- [16] 상기의 다른 기술적 과제를 달성하기 위한, 자기간섭 채널을 추정하기 위한 전이중(full duplex) 모드의 통신 장치는, 각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양을 결정하도록 구성된(configured) 프로세서; 및 상기 각 안테나 별로 결정된 자원의 양에 따라 상기 각 안테나를 통해 구분되는

자원을 통해 참조신호를 전송하도록 구성된 송신기를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 참조신호에 기초하여 상기 자기간섭 채널을 추정하도록 구성될 수 있다.

- [17] 상기 결정된 자원의 양은, 상기 프로세서가 상기 각 안테나 별로 하나의 추가 자원단위를 할당하는 경우에 상기 통신 장치의 수신단에서의 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합이 감소치가 최대가 되는 안테나를 결정하고, 상기 결정된 안테나에서 전송할 참조신호를 위해 상기 추가 자원단위를 할당하며, 상기 각 안테나에 할당된 총 자원의 양이 상기 통신 장치가 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수와 동일하게 될 때까지 상기 안테나를 결정하고 상기 추가 자원단위를 할당을 반복 수행함으로써 결정할 수 있다.
- [18] 상기 각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양은 상기 각 안테나에 할당된 총 자원의 양이 상기 통신 장치가 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수와 동일하게 될 때에 할당된 자원에 양에 해당할 수 있다. 상기 반복 수행은 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수만큼의 반복 수행에 해당할 수 있다. 상기 자원단위는 자원 요소(Resource Element, RE)에 해당할 수 있다. 상기 자기간섭 채널은 상기 각 안테나 별로 수신되는 참조신호를 이용하여 추정할 수 있다. 상기 프로세서는 상기 자기간섭 채널을 상기 각 안테나 별로 수신되는 참조신호를 이용하여 추정할 수 있다. 상기 통신 장치는 단말 또는 기지국일 수 있다.

발명의 효과

- [19] 본 발명의 일 실시예에 따라 안테나 수 미만의 RE만을 참조신호 전송에 사용하여 자기간섭 채널 추정이 가능케 된다. 또한 통신 장치의 수신단 과정 이후 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합을 최소화시킴으로 참조신호 구간에 사용할 RE 수가 주어졌을 때 full duplex 시스템의 성능을 극대화할 수 있다.
- [20] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따라 참조신호 전송에 사용하는 RE 수를 감소시킬 경우 데이터 송수신 구간에 사용하는 RE 수를 증가시킬 수 있다. 특히 full duplex 시스템의 데이터 송수신 구간에서는 하향링크 및 상향링크 전송이 동시에 일어나므로 본 발명을 통해 기지국 또는 단말 일방에서 안테나 수 미만의 RE를 참조신호 전송에 사용할 경우에도 하향링크 및 상향링크의 데이터 전송률을 동시에 증가시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [21] 또한, 본 발명을 통하여 참조신호 전송에 사용하는 RE 수를 감소시킬 경우, 통신 장치의 수신단에서 LS 또는 MMSE 등의 방법을 통한 자기간섭 채널 추정 과정에서 사용되는 행렬의 크기가 감소되어 자기간섭 채널 추정의 복잡도를 감소시킬 수 있다.
- [22] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

- [23] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부 도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.
- [24] 도 1은 FDR 을 지원하는 단말과 기지국의 개념도를 나타낸다.
- [25] 도 2는 무선통신 시스템(100)에서의 기지국(105) 및 단말(110)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [26] 도 3은 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 하향링크 슬롯의 자원 그리드를 예시한 도면이다.
- [27] 도 4는 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 하향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- [28] 도 5는 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- [29] 도 6은 FDR 통신 상황에서 송신/수신 링크와 자기간섭 (SI)의 개념도를 예시하고 있다.
- [30] 도 7은 장치의 RF 송수신단(혹은 RF front end)에서의 세 가지 간섭 기법을 적용하는 위치를 도시한 도면이다.
- [31] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전송단위 구성도를 예시한 도면이다.
- [32] 도 9는 본 발명에 고려하는 안테나 별 직교 기반 참조신호 전송 방식을 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [33] 도 10은 full duplex 모드의 기지국 또는 단말의 송신단에서의 동작을 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [34] 도 11은 full duplex 모드의 기지국 또는 단말의 수신단에서의 동작을 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [35] 도 12는 통신 장치에서 초기 전송단위에서 참조신호 전송을 설명하기 위한 예시적 도면이다.
- [36] 도 13은 일반 전송단위에서의 참조신호 전송 구간에서의 동작 단계를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [37] 도 14는 통신 장치가 트레이닝 자원을 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.
- [38] 도 15는 통신 장치의 참조신호 전송 구간에서 안테나별 RE 할당 예제를 나타낸 도면이다.
- [39] 도 16은 본 발명에 따른 일반 전송단위에서 통신 장치(기지국 및 단말)에서의 동작 흐름을 예시한 도면이다.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [40] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인

실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다. 예를 들어, 이하의 상세한 설명은 이동통신 시스템이 3GPP LTE, LTE-A, 5G 시스템 등인 경우를 가정하여 구체적으로 설명하나, 3GPP LTE, LTE-A, 5G 통신 시스템의 특유한 사항을 제외하고는 다른 임의의 이동통신 시스템에도 적용 가능하다.

- [41] 몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다. 또한, 본 명세서 전체에서 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 도면 부호를 사용하여 설명한다.
- [42] 또한, 이하의 설명에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [43] 아울러, 이하의 설명에 있어서 단말은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), AMS(Advanced Mobile Station) 등 이동 또는 고정형의 사용자단 기기를 통칭하는 것을 가정한다. 또한, 기지국은 Node B, eNode B, Base Station, AP(Access Point) 등 단말과 통신하는 네트워크 단의 임의의 노드를 통칭하는 것을 가정한다.
- [44] 이동 통신 시스템에서 단말(User Equipment)은 기지국으로부터 하향링크(Downlink)를 통해 정보를 수신할 수 있으며, 단말은 또한 상향링크(Uplink)를 통해 정보를 전송할 수 있다. 단말이 전송 또는 수신하는 정보로는 데이터 및 다양한 제어 정보가 있으며, 단말이 전송 또는 수신하는 정보의 종류 용도에 따라 다양한 물리 채널이 존재한다.
- [45] 도 2는 무선통신 시스템(100)에서의 기지국(105) 및 단말(110)의 구성을 도시한 블록도이다.
- [46] 무선 통신 시스템(100)을 간략화하여 나타내기 위해 하나의 기지국(105)과 하나의 단말(110)을 도시하였지만, 무선 통신 시스템(100)은 하나 이상의 기지국 및/또는 하나 이상의 단말을 포함할 수 있다.
- [47] 도 2를 참조하면, 기지국(105)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(115), 심볼 변조기(120), 송신기(125), 송수신 안테나(130), 프로세서(180), 메모리(185), 수신기(190), 심볼 복조기(195), 수신 데이터 프로세서(197)를 포함할 수 있다. 그리고, 단말(110)은 송신(Tx) 데이터 프로세서(165), 심볼 변조기(170), 송신기(175), 송수신 안테나(135), 프로세서(155), 메모리(160), 수신기(140), 심볼 복조기(155), 수신 데이터 프로세서(150)를 포함할 수 있다. 송수신 안테나(130, 135)가 각각 기지국(105) 및 단말(110)에서 하나로 도시되어 있지만, 기지국(105) 및 단말(110)은 복수 개의 송수신 안테나를 구비하고 있다. 따라서, 본 발명에 따른 기지국(105) 및 단말(110)은 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템을 지원한다. 또한, 본 발명에 따른 기지국(105)은 SU-MIMO(Single User-MIMO)

MU-MIMO(Multi User-MIMO) 방식 모두를 지원할 수 있다.

- [48] 하향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(115)는 트래픽 데이터를 수신하고, 수신한 트래픽 데이터를 포맷하여, 코딩하고, 코딩된 트래픽 데이터를 인터리빙하고 변조하여(또는 심볼 매핑하여), 변조 심볼들("데이터 심볼들")을 제공한다. 심볼 변조기(120)는 이 데이터 심볼들과 파일럿 심볼들을 수신 및 처리하여, 심볼들의 스트림을 제공한다.
- [49] 심볼 변조기(120)는, 데이터 및 파일럿 심볼들을 다중화하여 이를 송신기(125)로 전송한다. 이때, 각각의 송신 심볼은 데이터 심볼, 파일럿 심볼, 또는 제로의 신호 값일 수도 있다. 각각의 심볼 주기에서, 파일럿 심볼들이 연속적으로 송신될 수도 있다. 파일럿 심볼들은 주파수 분할 다중화(FDM), 직교 주파수 분할 다중화(OFDM), 시분할 다중화(TDM), 또는 코드 분할 다중화(CDM) 심볼일 수 있다.
- [50] 송신기(125)는 심볼들의 스트림을 수신하여 이를 하나 이상의 아날로그 신호들로 변환하고, 또한, 이 아날로그 신호들을 추가적으로 조절하여(예를 들어, 증폭, 필터링, 및 주파수 업 컨버팅(upconverting) 하여, 무선 채널을 통한 송신에 적합한 하향링크 신호를 발생시킨다. 그러면, 송신 안테나(130)는 발생된 하향링크 신호를 단말로 전송한다.
- [51] 단말(110)의 구성에서, 수신 안테나(135)는 기지국으로부터의 하향링크 신호를 수신하여 수신된 신호를 수신기(140)로 제공한다. 수신기(140)는 수신된 신호를 조정하고(예를 들어, 필터링, 증폭, 및 주파수 다운컨버팅(downconverting)), 조정된 신호를 디지털화하여 샘플들을 획득한다. 심볼 복조기(145)는 수신된 파일럿 심볼들을 복조하여 채널 추정을 위해 이를 프로세서(155)로 제공한다.
- [52] 또한, 심볼 복조기(145)는 프로세서(155)로부터 하향링크에 대한 주파수 응답 추정치를 수신하고, 수신된 데이터 심볼들에 대해 데이터 복조를 수행하여, (송신된 데이터 심볼들의 추정치들인) 데이터 심볼 추정치를 획득하고, 데이터 심볼 추정치들을 수신(Rx) 데이터 프로세서(150)로 제공한다. 수신 데이터 프로세서(150)는 데이터 심볼 추정치들을 복조(즉, 심볼 다-매핑(demapping))하고, 디인터리빙(deinterleaving)하고, 디코딩하여, 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [53] 심볼 복조기(145) 및 수신 데이터 프로세서(150)에 의한 처리는 각각 기지국(105)에서의 심볼 변조기(120) 및 송신 데이터 프로세서(115)에 의한 처리에 대해 상보적이다.
- [54] 단말(110)은 상향링크 상에서, 송신 데이터 프로세서(165)는 트래픽 데이터를 처리하여, 데이터 심볼들을 제공한다. 심볼 변조기(170)는 데이터 심볼들을 수신하여 다중화하고, 변조를 수행하여, 심볼들의 스트림을 송신기(175)로 제공할 수 있다. 송신기(175)는 심볼들의 스트림을 수신 및 처리하여, 상향링크 신호를 발생시킨다. 그리고 송신 안테나(135)는 발생된 상향링크 신호를 기지국(105)으로 전송한다.

- [55] 기지국(105)에서, 단말(110)로부터 상향링크 신호가 수신 안테나(130)를 통해 수신되고, 수신기(190)는 수신한 상향링크 신호를 처리되어 샘플들을 획득한다. 이어서, 심볼 복조기(195)는 이 샘플들을 처리하여, 상향링크에 대해 수신된 파일럿 심볼들 및 데이터 심볼 추정치를 제공한다. 수신 데이터 프로세서(197)는 데이터 심볼 추정치를 처리하여, 단말(110)로부터 전송된 트래픽 데이터를 복구한다.
- [56] 단말(110) 및 기지국(105) 각각의 프로세서(155, 180)는 각각 단말(110) 및 기지국(105)에서의 동작을 지시(예를 들어, 제어, 조정, 관리 등)한다. 각각의 프로세서들(155, 180)은 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리 유닛(160, 185)들과 연결될 수 있다. 메모리(160, 185)는 프로세서(180)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 및 일반 파일(general files)들을 저장한다.
- [57] 프로세서(155, 180)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 프로세서(155, 180)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시예를 구현하는 경우에는, 본 발명을 수행하도록 구성된 ASICs(application specific integrated circuits) 또는 DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays) 등이 프로세서(155, 180)에 구비될 수 있다.
- [58] 한편, 펌웨어나 소프트웨어를 이용하여 본 발명의 실시예들을 구현하는 경우에는 본 발명의 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등을 포함하도록 펌웨어나 소프트웨어가 구성될 수 있으며, 본 발명을 수행할 수 있도록 구성된 펌웨어 또는 소프트웨어는 프로세서(155, 180) 내에 구비되거나 메모리(160, 185)에 저장되어 프로세서(155, 180)에 의해 구동될 수 있다.
- [59] 단말과 기지국이 무선 통신 시스템(네트워크) 사이의 무선 인터페이스 프로토콜의 레이어들은 통신 시스템에서 잘 알려진 OSI(open system interconnection) 모델의 하위 3개 레이어를 기초로 제 1 레이어(L1), 제 2 레이어(L2), 및 제 3 레이어(L3)로 분류될 수 있다. 물리 레이어는 상기 제 1 레이어에 속하며, 물리 채널을 통해 정보 전송 서비스를 제공한다. RRC(Radio Resource Control) 레이어는 상기 제 3 레이어에 속하며 UE와 네트워크 사이의 제어 무선 자원들을 제공한다. 단말, 기지국은 무선 통신 네트워크와 RRC 레이어를 통해 RRC 메시지들을 교환할 수 있다.
- [60] 본 명세서에서 단말의 프로세서(155)와 기지국의 프로세서(180)는 각각 단말(110) 및 기지국(105)이 신호를 수신하거나 송신하는 기능 및 저장 기능 등을 제외하고, 신호 및 데이터를 처리하는 동작을 수행하지만, 설명의 편의를 위하여 이하에서 특별히 프로세서(155, 180)를 언급하지 않는다. 특별히 프로세서(155,

180)의 언급이 없더라도 신호를 수신하거나 송신하는 기능 및 저장 기능이 아닌 데이터 처리 등의 일련의 동작들을 수행한다고 할 수 있다.

- [61] 도 3은 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 하향링크 슬롯의 자원 그리드를 예시한 도면이다.
- [62] 도 3을 참조하면, 하향링크 슬롯은 시간 도메인에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 하나의 하향링크 슬롯은 7(혹은 6)개의 OFDM 심볼을 포함하고 자원 블록은 주파수 도메인에서 12개의 부반송파를 포함할 수 있다. 자원 그리드 상의 각 요소(element)는 자원 요소(Resource Element, RE)로 지칭된다. 하나의 RB는 12×7(6)개의 RE를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 RB의 개수 NRB는 하향링크 전송 대역에 의존한다. 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일하되, OFDM 심볼이 SC-FDMA 심볼로 대체된다.
- [63] 도 4는 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템의 하향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- [64] 도 4를 참조하면, 서브프레임의 첫 번째 슬롯에서 앞부분에 위치한 최대 3개(혹은 4개)의 OFDM 심볼은 제어 채널이 할당되는 제어 영역에 대응한다. 남은 OFDM 심볼은 PDSCH(Physical Downlink Shared CHannel)가 할당되는 데이터 영역에 해당한다. LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 예는 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical hybrid ARQ indicator Channel) 등을 포함한다. PCFICH는 서브프레임의 첫 번째 OFDM 심볼에서 전송되고 서브프레임 내에서 제어 채널의 전송에 사용되는 OFDM 심볼의 개수에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향링크 전송에 대한 응답으로 HARQ ACK/NACK(Hybrid Automatic Repeat request acknowledgment/negative-acknowledgment) 신호를 나른다.
- [65] PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 DCI(Downlink Control Information)라고 한다. DCI 포맷은 상향링크용으로 포맷 0, 하향링크용으로 포맷 1, 1A, 1B, 1C, 1D, 2, 2A, 3, 3A 등의 포맷이 정의되어 있다. DCI 포맷은 용도에 따라 호핑 플래그(hopping flag), RB 할당, MCS(modulation coding scheme), RV(redundancy version), NDI(new data indicator), TPC(transmit power control), 사이클릭 쉬프트 DM RS(demodulation reference signal), CQI (channel quality information) 요청, HARQ 프로세스 번호, TPMI(transmitted precoding matrix indicator), PMI(precoding matrix indicator) 확인(confirmation) 등의 정보를 선택적으로 포함한다.
- [66] PDCCH는 하향링크 공유 채널(downlink shared channel, DL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 상향링크 공유 채널(uplink shared channel, UL-SCH)의 전송 포맷 및 자원 할당 정보, 페이징 채널(paging channel, PCH) 상의 페이징 정보, DL-SCH 상의 시스템 정보, PDSCH 상에서 전송되는 랜덤 접속 응답과 같은 상위-계층 제어 메시지의 자원 할당 정보, 단말 그룹 내의 개별 단말들에 대한 Tx 파워 제어 명령 세트, Tx 파워 제어 명령, VoIP(Voice over IP)의 활성화 지시 정보 등을 나른다. 복수의 PDCCH가 제어 영역 내에서 전송될 수 있다. 단말은 복수의

PDCCH를 모니터링 할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 복수의 연속된 제어 채널 요소(control channel element, CCE)들의 집합(aggregation) 상에서 전송된다. CCE는 PDCCH에 무선 채널 상태에 기초한 코딩 레이트를 제공하는데 사용되는 논리적 할당 유닛이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group, REG)에 대응한다. PDCCH의 포맷 및 PDCCH 비트의 개수는 CCE의 개수에 따라 결정된다. 기지국은 단말에게 전송될 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(cyclic redundancy check)를 부가한다. CRC는 PDCCH의 소유자 또는 사용 목적에 따라 식별자(예, RNTI(radio network temporary identifier))로 마스킹된다. 예를 들어, PDCCH가 특정 단말을 위한 것일 경우, 해당 단말의 식별자(예, cell-RNTI (C-RNTI))가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 페이징 메시지를 위한 것일 경우, 페이징 식별자(예, paging-RNTI (P-RNTI))가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 시스템 정보(보다 구체적으로, 시스템 정보 블록(system information block, SIC))를 위한 것일 경우, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹 될 수 있다. PDCCH가 랜덤 접속 응답을 위한 것일 경우, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹 될 수 있다.

- [67] 도 5는 무선통신 시스템의 일 예인 3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 사용되는 상향링크 서브프레임의 구조를 예시한다.
- [68] 도 5를 참조하면, 상향링크 서브프레임은 복수(예, 2개)의 슬롯을 포함한다. 슬롯은 CP 길이에 따라 서로 다른 수의 SC-FDMA 심볼을 포함할 수 있다. 상향링크 서브프레임은 주파수 영역에서 데이터 영역과 제어 영역으로 구분된다. 데이터 영역은 PUSCH(Physical Uplink Shared CHannel)를 포함하고 음성 등의 데이터 신호를 전송하는데 사용된다. 제어 영역은 PUCCH(Physical Uplink Control CHannel)를 포함하고 상향링크 제어 정보(Uplink Control Information, UCI)를 전송하는데 사용된다. PUCCH는 주파수 축에서 데이터 영역의 양끝 부분에 위치한 RB 쌍(RB pair)을 포함하며 슬롯을 경계로 호핑한다.
- [69] PUCCH는 다음의 제어 정보를 전송하는데 사용될 수 있다.
- [70] - SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-Off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.
- [71] - HARQ ACK/NACK: PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷에 대한 응답 신호이다. 하향링크 데이터 패킷이 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드(CodeWord, CW)에 대한 응답으로 ACK/NACK 1비트가 전송되고, 두 개의 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 ACK/NACK 2비트가 전송된다.
- [72] - CQI(Channel Quality Indicator): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보이다. MIMO(Multiple Input Multiple Output) 관련 피드백 정보는 RI(Rank Indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator), PTI(Precoding Type Indicator) 등을 포함한다. 서브프레임 당 20비트가 사용된다.
- [73] 단말이 서브프레임에서 전송할 수 있는 제어 정보(UCI)의 양은 제어 정보

전송에 가용한 SC-FDMA의 개수에 의존한다. 제어 정보 전송에 가용한 SC-FDMA는 서브프레임에서 참조 신호 전송을 위한 SC-FDMA 심볼을 제외하고 남은 SC-FDMA 심볼을 의미하고, SRS(Sounding reference signal)가 설정된 서브프레임의 경우 서브프레임의 마지막 SC-FDMA 심볼도 제외된다. 참조 신호는 PUCCH의 코히어런트 검출에 사용된다. PUCCH는 전송되는 정보에 따라 7개의 포맷을 지원한다.

- [74] 동일 주파수 밴드 상에서 상향링크와 하향링크 신호를 동시에 송수신이 가능한 FDR 송수신 시스템은 주파수 또는 시간을 나누어 상향링크와 하향링크 신호를 송수신하는 기존 시스템 대비 주파수 효율 (Spectral efficiency) 를 최대 2배 증가시킬 수 있기 때문에 차세대 5G 이동통신 시스템의 핵심 기술 중 하나로 각광 받고 있다.
- [75] 단일 주파수 전송 밴드를 사용한 FDR은 임의의 무선 디바이스 관점에서는 단일 주파수 전송 밴드를 통해 송수신을 동시에 수행하는 전송 자원 설정 방식으로 정의할 수 있다. 이의 특별한 일례로서 일반적인 기지국(또는 중계기, 릴레이 노드, remote radio head(RRH) 등)과 무선 단말 간의 무선 통신에 대해서 단일한 주파수 전송 밴드를 통해 기지국의 하향링크 전송과 상향링크 수신, 무선 단말의 하향링크 수신과 상향링크 전송을 동시적으로 수행하는 전송 자원 설정 방식으로 표현할 수 있다. 다른 일 예로서 무선 단말들 간의 디바이스 간 직접 통신 (device-to-device direct communication, D2D)의 상황에서 무선 단말들 간의 전송과 수신이 동일한 주파수 전송 밴드에서 동시에 수행되는 전송 자원 설정 방식으로 표현할 수 있다. 이하의 본 발명에서 일반적 기지국과 무선 단말 간 무선 송수신의 경우를 예시하며 FDR 관련 제안 기술들을 기술하고 있으나 일반적인 기지국 이외의 단말과 무선 송수신을 수행하는 네트워크 무선 디바이스의 경우도 포함하며 단말들 간의 직접 통신의 경우도 포함한다.
- [76] 도 6은 FDR 통신 상황에서 송신/수신 링크와 자기간섭 (SI)의 개념도를 예시하고 있다.
- [77] 도 6에서처럼 자기간섭(SI)는 송신 안테나로부터 송신된 신호가 경로 감쇄 없이 자신의 수신 안테나로 바로 들어오는 다이렉트 간섭(direct interference)과 주변의 지형에 의해 반사된 간섭(reflected interference)로 구분될 수 있으며, 그 크기는 물리적인 거리 차이에 의해 원하는 신호(desired signal) 보다 극단적으로 클 수밖에 없다. 이렇게 극단적으로 큰 간섭의 세기 때문에 FDR 시스템의 구동을 위해서는 자기간섭의 효과적인 제거가 필요하다.
- [78] 효과적으로 FDR 시스템이 구동되기 위해서는 장치의 최대 송신 파워에 따른 자기간섭 제거(Self-IC)의 요구 사항을 다음 표 1(이동통신 시스템에서의 FDR 적용 시 Self-IC 요구사항 (BW=20MHz))과 같이 결정할 수 있다.

[79] [표1]

Node Type	Max. Tx Power (P_A)	Thermal Noise. (BW=20MHz)	Receiver NF	Receiver Thermal Noise Level	Self-IC Target ($P_A - TN - NF$)
Macro eNB	46dBm	-101dBm	5dB (for eNB)	-96dBm	142 dB
Pico eNB	30dBm				126 dB
Femto eNB, WLAN AP	23dBm				119 dB
UE	23dBm		9dB (for UE)	-92dBm	115 dB

[80] 상기 표 1을 참조하면, 단말(UE)이 20MHz의 대역폭(BW)에서 효과적으로 FDR 시스템을 구동시키기 위해서는 119dBm의 Self-IC 성능이 필요함을 알 수 있다. 이동통신 시스템의 대역폭에 따라서 Thermal noise 값이

$$N_{0,BW} = -174 \text{ dBm} + 10 \times \log_{10}(BW)$$

식과 같이 바뀔 수 있으며, 표 1은 20MHz의 대역폭을 가정하고 구하였다. 표 4와 관련하여 Receiver Noise Figure (NF)는 3GPP 표준 요구사항(specification requirement)을 참조하여 worst case를 고려하였다. Receiver thermal noise level은 특정 BW에서의 thermal noise와 receiver NF의 합으로 결정된다.

[81] 자기간섭 제거(Self-IC) 기법의 종류 및 적용 방법

[82] 도 7은 장치의 RF 송수신단(혹은 RF front end)에서의 세 가지 간섭 기법을 적용하는 위치를 도시한 도면이다. 도 7에서는 3가지 Self-IC 기법의 적용 위치를 도시하고 있다. 이하 3가지 Self-IC 기법에 대해 간략히 설명한다.

[83] Antenna Self-IC: 모든 Self-IC 기법 중 가장 우선적으로 실행되어야 할 자기간섭 제거 기법이 안테나 자기간섭 제거 기법이다. 안테나 단에서 SI 제거가 수행된다. 가장 간단하게는 송신 안테나 및 수신 안테나 사이에 신호를 차단할 수 있는 물체를 설치하여 SI 신호의 전달을 물리적으로 차단하거나, 다중 안테나를 활용하여 안테나 간의 거리를 인위적으로 조절하거나, 특정 송신 신호에 위상 반전을 주어 SI 신호를 일부 제거할 수 있다. 또한, 다중 편파 안테나 또는 지향성 안테나를 활용하여 SI 신호의 일부를 제거할 수 있다.

[84] Analog Self-IC: 수신 신호가 ADC (Analog-to-Digital Converter)를 통과하기 이전에 Analog 단에서 간섭을 제거하는 기법으로 복제된 Analog 신호를 이용하여 SI 신호를 제거하는 기법이다. 이는 RF영역 혹은 IF 영역에서 수행될

수 있다. SI 신호를 제거하는 방법은 구체적으로 기술하면 다음과 같다. 우선 송신되는 Analog 신호를 시간지연 시킨 후 크기와 위상을 조절하여 실제로 수신되는 SI 신호의 복제 신호를 만들어 수신 안테나로 수신되는 신호에서 차감하는 방식으로 이루어진다. 그러나, Analog 신호를 이용하여 처리하기 때문에 구현 복잡도와 회로특성으로 인하여 추가적인 왜곡이 발생할 수도 있으며 이로 인하여 간섭제거 성능이 크게 달라질 수 있다는 단점이 있다.

- [85] **Digital Self-IC**: 수신 신호가 ADC를 통과한 이후에 간섭을 제거하는 기법으로 Baseband 영역에서 이루어지는 모든 간섭제거 기법들을 포함한다. 가장 간단하게는 송신되는 Digital 신호를 활용하여 SI의 복제 신호를 만들어 수신된 Digital 신호에서 차감하는 방법으로 구현 가능하다. 혹은 다중 안테나를 이용하여 Baseband에서의 Precoding/Postcoding을 수행함으로써 단말 혹은 기지국에의 송신 신호가 수신안테나로 수신되지 않게끔 하기 위한 기법들 또한 Digital Self-IC로 분류할 수 있다. 그러나 Digital Self-IC는 Digital로 변조된 신호가 원하는 신호에 대한 정보를 복원할 수 있을 정도로 양자화가 이루어져 가능하기 때문에 Digital Self-IC를 수행하기 위해서는 상기의 기법들 중 하나 이상의 기법을 활용하여 간섭을 제거하고 난 이후의 남아있는 간섭 신호와 원하는 신호간의 신호 파워의 크기 차가 ADC range안에 들어와야 하는 전제조건이 필요하다.
- [86] 본 발명은 full duplex 다중 입출력 시스템에서 자기간섭 채널을 추정하기 위한 참조신호 전송 방법을 제안한다. 특히, 자기간섭 채널 추정을 위한 참조신호 소모 자원량을 감소시켜 full duplex 시스템의 데이터 전송률(data rate) 성능을 향상시키고 동시에 자기간섭 채널 추정 복잡도를 감소시킬 수 있는 참조신호 전송 방법을 제안한다.
- [87] 이를 위해, 기지국 및 단말 등의 송신 및 수신 단이 full duplex 통신을 지원하는 다중 입출력 환경을 고려한다. 이때, 기본 전송단위는 기지국의 자기간섭 채널 추정을 위한 하향링크 참조신호 전송 구간, 단말의 자기간섭 추정을 위한 상향링크 참조신호 전송 구간, 그리고 기지국 및 단말이 하향링크 및 상향링크 데이터를 동시에 송수신하는 데이터 송수신 구간으로 분리되어 구성된다.
- [88] 각 하향링크 및 상향링크 참조신호 전송 구간에서 각 장치들은 사용 가능한 자원 중 일부를 참조신호 전송 구간에 할당하고 해당 구간에서 각각 참조신호를 전송한다. 각 장치는 현재 전송단위에서의 참조신호 전송 구간에서 자기간섭 채널을 통해 수신된 참조신호를 이용, LS(Least-Square) 또는 MMSE(Minimum Mean-Squared-Error) 등의 방법을 통해 현 전송단위의 자기간섭 채널을 추정한다. 이렇게 얻어진 각 장치의 자기간섭 채널에 대한 추정치는 데이터 송수신 구간에서의 자기간섭 제거 과정에 이용된다.
- [89] 각 장치들의 자기간섭 채널의 차원은 각각의 안테나 수에 비례하여 증가되므로 매 전송단위 마다 자기간섭 채널 추정 수행을 위해서는 최소 각 기지국 및 단말 안테나 수 이상의 자원을 매 전송단위 별 하향링크 및 상향링크 참조신호 전송

구간에 할당하여야 한다. 따라서 다중 입출력 시스템에서 안테나 수 증가에 따라 참조신호 전송 구간이 증대하고 이로 인해 데이터 송수신 구간이 감소하게 된다. 특히, full duplex 시스템의 데이터 송수신 구간에서는 하향링크 및 상향링크 전송이 동시에 일어나므로 기지국 또는 단말의 안테나 수 일방의 증대가 하향링크 및 상향링크의 데이터 전송률 동시 감소를 발생시킬 수 있다.

- [90] 이하, 참조신호는 채널 추정 등을 위해 송신되는 신호를 나타낸다. 자원 요소(Resource Element, RE)는 신호 전송을 위한 시간 또는 주파수 단위를 나타낸다. 이하에서 일반적인 신호 전송 모델에의 적용을 위해 별도의 설명이 없는 한 시간 및 주파수 자원을 구분하지 않고 두 자원을 모두 RE를 사용하는 동일한 자원으로 나타낸다. 전송단위는 기지국 및 단말 간 약속을 통해 정의되어 있는 여러 RE들로 구성된 신호 전송을 위한 개별 단위를 나타낸다. 하나의 전송단위는 슬롯(slot), 자원블록(resource block, RB), 서브프레임, 프레임 등에 해당할 수 있다. 전송단위 혹은 전송구간에는 하향링크 참조신호 전송구간, 상향링크 참조신호 전송구간, 데이터 전송구간이 존재한다.
- [91] 본 발명에서 자기간섭 채널은 full duplex 시스템에서 특정 통신 장치가 송신한 신호가 full duplex 시스템에서 송수신이 동시에 발생함에 의해 자신에게 반환되어 돌아올 때 겪는 채널을 나타낸다. 이러한 자기간섭 채널은 특정 통신 장치가 N개의 안테나를 가질 때 $N \times N$ 행렬로 구성되며, 특정 통신 장치의 특정 안테나에서 송신한 신호는 상기 특정 통신 장치의 모든 안테나를 통해 수신된다.
- [92] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 전송단위 구성도를 예시한 도면이다.
- [93] 전송단위는 초기 전송단위 (혹은 초기화 수행 전송단위) 및 일반 전송단위를 포함할 수 있고, 각 전송단위는 도 8에 도시한 바와 같이 하향링크 참조신호 전송구간(RS transmission from BS (DL), 상향링크 참조신호 전송 구간(RS transmission from UE (UL)), 그리고 데이터 송수신 구간(DL+UL data transmission)으로 분리되어 구성된다.
- [94] 본 발명에서 제안하는 초기 전송단위는 기지국 또는 단말에서 정의한 특정 전송단위에 해당한다. 하나의 초기 전송단위 이후 다음번 초기 전송단위는 기지국 및 단말의 판단 하에 재설정 가능하다. 기지국 및 단말은 개별적으로 서로 다른 전송단위를 초기 전송단위로 지정할 수도 있다. 본 발명에서 제안하는 일반 전송단위는 기지국 또는 단말에서 정의한 초기 전송단위 이외의 전송단위에 해당한다. 일반 전송단위의 참조신호 전송구간에서 각 장치는 트레이닝 자원(training resource) 결정, 직교 기반 참조신호 전송, 자기간섭 채널 추정 및 자기간섭 채널 추정 결과에 대한 정보를 저장하는 단계를 각각 수행할 수 있다.
- [95] 도 9는 본 발명에 고려하는 안테나 별 직교 기반 참조신호 전송 방식을 설명하기 위한 예시적인 도면이다.
- [96] 본 발명에서 제안하는 참조신호 전송 방식은 도 9와 같이 각 장치의 안테나 별로 별도의 자원을 할당하여 참조신호를 전송하는 직교 기반 참조신호 전송 방식을 포함한다. 기지국 및 단말은 자신의 특정 안테나로부터 전송되어 자신의

모든 안테나를 통해 수신된 참조신호들을 통해 자신의 특정 송신안테나-모든 수신안테나 간 사이에 해당하는 자기간섭 채널에 대한 추정을 수행할 수 있다.

[97] 도 10은 full duplex 모드의 기지국 또는 단말의 송신단에서의 동작을 설명하기 위한 예시적인 도면이다.

[98] 도 10은 본 발명에서 고려하는 full duplex 모드의 (혹은 모드로 동작하는) 기지국 또는 단말에서의 데이터 송수신 구간에서 사용되는 신호 송신단을 예시하고 있다. 통신 장치의 송신단은 MIMO 프리코딩(precoding) 부, 파워할당 부, 안테나 등을 포함할 수 있다. 심볼 시퀀스는 각 장치(예를 들어, 기지국 혹은 단말)에서 전송단위 별로 송신하고자 하는 심볼 블록(symbol block)이다. MIMO 프리코딩 부는 심볼 블록에 대해 수행되는 송신단의 MIMO 프리코딩 수행할 수 있다. 파워 할당(Power Allocation) 부는 수신 측과의 거리 및 전력 제어 과정, 상기 통신 장치의 송신 전력 한도 등을 고려한 전력할당 과정을 수행한다. 도 10에 도시된 전송된 신호(transmitted signal)은 송신단에서 MIMO 프리코딩, 파워 할당 등의 일련의 과정을 거친 이후 최종적으로 통신 장치에서 전송하는 신호이다. 이렇게 생성된 통신 장치에서의 t번째 전송단위에서의 j번째 RE에서의 전송된 신호(transmitted signal)는 다음 수학적 식 1과 같이 나타낼 수 있다.

[99] [수식 1]

$$\mathbf{x}_{t,j} = \mathbf{W}_t^s \sqrt{\mathbf{P}_t^s} \mathbf{s}_{t,j}$$

[100] 상기 수학적 식 1에서 $\mathbf{S}_{t,j}$ 는 t 번째 전송단위에서의 j번째 RE에서의 심볼 벡터를 나타내며,

$$\mathbf{W}_t^s$$

는 $\mathbf{S}_{t,j}$ 를 위한 프리코딩 행렬을 나타내고,

$$\mathbf{P}_t^s$$

는 $\mathbf{S}_{t,j}$ 를 위한 각 안테나 별 할당 전력을 나타내는 대각행렬이다.

[101] 도 11은 full duplex 모드의 기지국 또는 단말의 수신단에서의 동작을 설명하기 위한 예시적인 도면이다.

[102] 도 11은 본 발명에서 고려하는 full duplex 모드의 기지국 또는 단말에서의 데이터 송수신 구간에서 사용되는 신호 수신단에서의 동작을 설명하고 있다. 수신단은 수신 안테나, 아날로그 자기간섭 제거부, 양자화부, 디지털 자기간섭 제거부 및 MIMO 수신기를 포함할 수 있다

[103] 원하는 신호(desired signal)는 해당 통신 장치 입장에서 송신 측으로부터 전송되는 신호이다. 자기간섭은 통신 장치가 전송하여 자기 자신에게 반환되는 자기간섭 신호를 나타낸다. 수신단의 수신 안테나는 원하는 신호(desired signal)와 자기간섭 신호를 수신한다. 아날로그 자기간섭 제거부는 아날로그 회로상에서의 자기간섭 제거과정을 수행한다. 양자화부는 아날로그 신호로부터 디지털 신호로의 양자화 과정을 수행한다. 디지털 자기간섭 제거부는 양자화된 디지털 신호로부터의 자기간섭 제거을 수행한다. MIMO 수신기는 자기간섭

제거 과정을 거친 디지털 신호를 입력으로 하는 다중 입출력 시스템의 신호 검출 및 복조 과정을 수행한다. 이렇게 수신된 각 장치에서의 t번째 전송단위에서의 j번째 RE에서의 출력 신호 $y_{t,j}$ 는 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[104] [수식2]

$$\mathbf{y}_{t,j} = \mathbf{G}_{t,j} \mathbf{H}_t^d \mathbf{L}_t \mathbf{W}_t^d \sqrt{\mathbf{P}_t^d} \mathbf{d}_{t,j} + a \mathbf{G}_{t,j} (\mathbf{H}_t^s - \hat{\mathbf{H}}_t^s) \mathbf{x}_{t,j} + \mathbf{G}_{t,j} (\mathbf{q}_{t,j} + \mathbf{n}_{t,j})$$

[105] 상기 수학식 2에서 $\mathbf{d}_{t,j}$ 는 j번째 RE에서의 원하는 신호(desired signal) 벡터를 나타내며, $\mathbf{G}_{t,j}$ 는 MIMO Filter 행렬을 나타내고,

\mathbf{H}_t^d

및

\mathbf{H}_t^s

는 각각 $\mathbf{d}_{t,j}$ 및 $\mathbf{x}_{t,j}$ 가 겪는 데이터 채널 및 자기간섭 채널을 나타내며,

\mathbf{P}_t^d

는 $\mathbf{d}_{t,j}$ 를 위한 프리코딩 행렬을 나타내며,

\mathbf{P}_t^s

는 $\mathbf{d}_{t,j}$ 를 위한 통신 장치의 송신단에서의 각 안테나별 할당 전력을 나타내는 대각행렬이며, \mathbf{L}_t 는 $\mathbf{d}_{t,j}$ 가 겪는 경로손실(path-loss)를 나타내며, a 는 linear scale의 아날로그 자기간섭 제거 게인(gain)을 나타내며, $\mathbf{q}_{t,j}$ 는 양자화과정에서 발생한 노이즈(noise) 벡터를 나타내며, $\mathbf{n}_{t,j}$ 는 부가백색 가우시안 잡음(additive white Gaussian noise) 벡터를 나타내며, 마지막으로

$\hat{\mathbf{H}}_t^s$

는 현재 전송단위의 참조신호 전송 구간에서 얻어진 자기간섭 채널(\mathbf{H}_t^s)에 대한 추정 행렬을 나타낸다.

\mathbf{H}_t^s

에 대한 추정 행렬을 나타낸다.

[106] 상기 수학식 2에서

$$a \mathbf{G}_{t,j} (\mathbf{H}_t^s - \hat{\mathbf{H}}_t^s) \mathbf{x}_{t,j}$$

는 수신단 출력 신호에 남아있는 잔여 자기간섭(residual self-interference) 신호를 나타내며, 따라서

$$\| a \mathbf{G}_{t,j} (\mathbf{H}_t^s - \hat{\mathbf{H}}_t^s) \mathbf{x}_{t,j} \|^2$$

는 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합(sum)을 나타낸다. 이러한 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합의 최소화는 다음 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

[107] [수식3]

$$\min \| a \mathbf{G}_{t,j} (\mathbf{H}_t^s - \hat{\mathbf{H}}_t^s) \mathbf{x}_{t,j} \| = \min \sum_{n=1}^N \mathbf{V}_t(n, n) \left(\sum_{k=1}^n \sigma_{t,n,k}^2 \mathbf{Z}_{t,j}(k, k) \right)$$

[108] 상기 수학식 3에서 N 은 통신 장치의 안테나 수를 나타내며,

$$\mathbf{V}_i = \mathbf{W}_i^s \mathbf{P}_i^s (\mathbf{W}_i^s)^H$$

로

$$\mathbf{V}_i(n, n)$$

은 행렬 \mathbf{V}_i 의 n번째 대각 원소를 나타내며,

$$\mathbf{Z}_{i,j} = \mathbf{G}_{i,j} (\mathbf{G}_{i,j})^H$$

로

$$\mathbf{Z}_{i,j}(n, n)$$

은 행렬 $\mathbf{Z}_{i,j}$ 의 n번째 대각 원소를 나타내며,

$$\sigma_{i,n,k}^2 = E \left[(h_{i,n,k}^s - \hat{h}_{i,n,k}^s)(h_{i,n,k}^s - \hat{h}_{i,n,k}^s)^H \right]$$

로 자기간섭 채널 행렬의 n 번째 열 및 k 번째 행에 위치한 원소

$$h_{i,n,k}^s$$

의 추정치에 대한 오차 분산(error variance)을 나타낸다.

- [109] 본 발명에서 제안하는 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합 대응 cost는 채널 추정에 대한 오차 분산 및 프리코딩 행렬, 전송 파워(transmit power), MIMO filter로 구성된 상기 수학식 3의 우항의 cost를 나타내며, 상기 수학식 3은 해당 cost의 최소화가 잔여 자기간섭 신호들의 파워 합을 최소화하는 것과 동일한 의미를 가짐을 보이고 있다.

- [110] 상기 수학식 3의

$$\sigma_{i,n,k}^2$$

은 LS 추정을 가정할 경우 현재 전송단위에서 해당 n 번째 안테나에서 전송된 참조신호의 RE 수 $r_{i,n}$ 을 통해 다음 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

- [111] [수식4]

$$\sigma_{i,n,k}^2 = \begin{cases} \frac{2-2\sqrt{c^{t_n}}}{\kappa_{n,k}+1} + \frac{1}{r_{i-t_n,n} \cdot snr} & r_{i,n} = 0 \\ \frac{1}{r_{i,n} \cdot snr} & r_{i,n} \geq 1 \end{cases}$$

- [112] 상기 수학식 4에서 snr은 각 전송 참조신호의 신호대 잡음 비(SNR)을 나타내며,

$\kappa_{n,k}$ 는

$$h_{i,n,k}^s$$

의 LOS(line-of-sight) 성분을 나타내는 Rician factor를 나타내며, c는 두 연속된 전송단위간 자기간섭 채널 채널의 NLOS(non-line-of-sight) 성분의 상관 계수(correlation coefficient)를 나타내며, t_n 은 n 번째 안테나로부터 참조신호 전송을 위한 RE가 할당되었던 마지막 전송단위로부터 경과된 전송단위의 수를 나타내며,

$$r_{t-t_n, n}$$

은 t_n 번째 이전 전송단위에서 n 번째 안테나로부터 참조신호 전송을 위해 사용되었던 RE의 수를 나타낸다.

[113] 수학식 4에서

$$r_{t, n} = 0$$

인 경우는 현재 전송단위에서 해당 n 번째 안테나를 통해 전송된 참조신호가 존재하지 않는 경우를 나타내며, 이 경우 현재 전송단위에서 해당 n 번째 안테나에 대한 자기간섭 채널 추정치로 이전 전송단위 $t-t_n$ 번째 전송단위에서의 추정치를 그대로 사용하는 경우를 나타낸다.

[114] 도 12는 통신 장치에서 초기 전송단위에서 참조신호 전송을 설명하기 위한 예시적 도면이다.

[115] 통신 장치는 초기 전송단위에서의 동작 단계부터 본 발명에 따른 동작들을 시작할 수 있다. 통신 장치(기지국, 단말) 입장에서의 초기 전송단위에서는 해당 통신 장치의 안테나 수 이상의 자원을 참조신호 전송 구간에 할당한다. 해당 통신 장치의 안테나 수가 N 일 때, 해당 장치의 $N \times N$ 자기간섭 채널 행렬 전체를 추정할 수 있도록 도 12와 같이 N 개 이상의 RE를 사용하여 참조신호를 구성하고 전송한다. 이와 같이, 통신 장치의 초기 전송단위에서의 참조신호 전송 구간에서 자기간섭 채널을 통해 수신된 참조신호에 대해 LS 또는 MMSE 추정 등의 방법으로 현재 초기 전송단위의 자기간섭 채널 전체를 추정할 수 있다.

[116] 도 13은 일반 전송단위에서의 참조신호 전송 구간에서의 동작 단계를 설명하기 위한 예시적인 도면이다.

[117] 도 13을 참조하면, 통신 장치는 먼저 트레이닝 자원을 결정할 수 있다. 여기서, 트레이닝 자원은 각 안테나의 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 의미하고, 통신 장치는 각 안테나의 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원량을 결정한다. 다음으로, 통신 장치는 결정된 트레이닝 자원량을 각 안테나에 할당하여 안테나 별로 별도의 자원을 사용하여 직교 기반 참조신호를 전송할 수 있다. 다음으로, 통신 장치는 자기간섭 채널을 통해 수신된 참조신호들을 이용하여 LS 또는 MMSE 추정 등의 방법으로 현재 전송단위의 각 안테나로부터의 자기간섭 채널을 추정할 수 있다. 이때, 통신 장치는 현재 전송단위에서 자원을 할당받지 못한 안테나의 자기간섭 채널은 메모리(160 또는 185)에 저장되어 있는 이전 최근 전송단위에 대해 계산된 자기간섭 채널에 대한 추정치를 현재 전송단위에서의 추정치로 사용할 수 있다. 통신 장치는 현재 전송단위에서의 자기간섭 채널 추정 결과에 대한 정보를 메모리(160 또는 185)에 저장할 수 있다.

[118] 도 14는 통신 장치가 트레이닝 자원을 결정하는 과정을 설명하기 위한 흐름도이다.

[119] 도 14를 참조하면, 통신 장치는 자원 사용량에 따른 안테나 별 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합에 대응하는 cost를 계산한다(1410). 즉, 통신 장치는 각

안테나에서 참조신호 전송을 위한 RE 할당 시 해당 할당량에 따른 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합에 대응하는 cost를 계산한다. 여기서, 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합에 대응하는 cost는 상기 수학적 식 3의 우항에 상기 수학적 식 4를 대입하여 다음 수학적 식 5와 같이 계산된다.

[120] [수식5]

$$e_{i,n}(i) = \begin{cases} \mathbf{V}_i(n,n) \left(\sum_{k=1}^N \left(\frac{2-2\sqrt{c^{i_n}}}{\kappa_{n,k}+1} + \frac{1}{r_{i-n,n} \cdot snr} \right) \mathbf{Z}_{i,j}(k,k) \right) & i=0 \\ \mathbf{V}_i(n,n) \left(\sum_{k=1}^N \frac{\mathbf{Z}_{i,j}(k,k)}{i \cdot snr} \right) & 1 \leq i \leq \tau_{RS} \end{cases}$$

[121] 상기 수학적 식 5에서

$$e_{i,n}(i)$$

는

$$i$$

개의 RE가 할당되었을 경우, n번째 안테나에서의 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합에 대응하는 cost를 나타내며,

$$\tau_{RS}$$

는 해당 통신 장치에서 참조신호 전송에 사용 가능한 총 RE의 수를 나타낸다.

[122] $e_{i,n}(i)$

의 계산 이후, r_{alc} 및 $r_{i,n}$ 을 모두 0으로 초기화하며(1420), 이때, r_{alc} 는 현재까지 할당된 RE 수를 나타낸다. r_{alc} 및 $r_{i,n}$ 을 초기화 이후, 통신 장치는 r_{alc} 와

$$\tau_{RS}$$

의 크기를 비교하여 현재까지 할당된 RE 수 r_{alc} 가

$$\tau_{RS}$$

가 될 때까지 하기의 RE 할당 과정을 진행할 수 있다(1430). r_{alc} 가

$$\tau_{RS}$$

보다 작으면, 통신 장치는 RE 할당을 위해 각 안테나 별 사용 RE가 추가될 경우 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합에 대응하는 cost의 감소 정도를 다음 수학적 식 6에 기초하여 계산할 수 있다(1440).

[123] [수식6]

$$q_{i,n}(r_{i,n}) = e_{i,n}(r_{i,n}) - e_{i,n}(r_{i,n} + 1)$$

[124] 상기 수학적 식 6에서

$$q_{i,n}(r_{i,n})$$

은 n번째 안테나에 추가적인 RE가 할당될 경우 일어나는 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합에 대응하는 cost의 감소 정도를 나타낸다.

[125] $q_{i,n}(r_{i,n})$

의 계산 이후, 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합에 대응하는 cost의 감소치를

최대로 하는 안테나 선정 및 추가 RE 할당을 다음 수학적 식 7과 같이 할 수 있다.

[126] [수식 7]

$$r_{t,n^*} := r_{t,n^*} + 1, \text{ where } n^* = \arg \max_n q_{t,n}(r_{t,n})$$

[127] 상기 수학적 식 7의

n^*

는 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합에 대응하는 cost 감소치가 최대가 되는 선정 안테나를 나타낸다.

[128] 도 14의 과정을 요약하여 정리하면, 먼저, 통신 장치는 자원 사용량에 따른 안테나별 cost 계산단계에서는 각 안테나에서 0개에서부터

τ_{RS}

까지의 RE 할당량을 가질 때 예측되는 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합에 대응 cost 값을 상기 수학적 식 5를 통해 각 안테나 별로 계산한다. 다음 단계로는, 통신 장치는 현재 전송단위에서 각 안테나별 참조신호 전송을 위한 RE 할당량을 모두 0으로 초기화하고, 이후의 반복 과정을 시작한다. 반복 과정 첫 단계로서, 통신 장치는 각 안테나 별로 현재 설정량 (혹은 현재 할당된 RE 수) 대비 하나의 RE를 추가적으로 가질 때 잔여 자기간섭 성분들의 파워 합에 대응 cost의 감소량을 상기 수학적 식 6을 통해 계산한다. 다음으로, 통신 장치는 이전 단계에서 계산된 감소량을 비교하여 가장 큰 감소량을 가지는 안테나를 선택한다. 즉, 전체 안테나 중 잔여 자기간섭 신호 성분들의 파워 합에 대응 cost를 가장 크게 감소시키는 것으로 판단되는 안테나를 상기 수학적 식 7에 기초하여 선정한다.

[129] 상기 안테나 선정 이후, 통신 장치는 선정된 안테나에서의 참조신호 전송을 위한 RE 할당량을 하나 증가시키고 한 번의 반복 과정을 종료한다. 이와 같이 한 번의 반복 과정을 통해 하나의 RE를 할당하게 되고, 따라서 상기 반복 과정을

τ_{RS}

번 반복하여 현재 전송단위에서 참조신호를 전송하기 위해 각 안테나에 할당된 총 RE 수가

τ_{RS}

가 될 때까지 수행한다. 자기간섭 채널 추정을 위한 안테나 및 RE 선택 시 복수 개의 서브프레임 내에서

τ_{RS}

개의 채널 추정용 RE를 선택하는 경우 상기 수학적 식 6에서 사용되는 채널 추정 결과는 매 서브프레임마다 업데이트될 수 있다. 이와 반대로, 하나의 서브프레임 내에서

τ_{RS}

개의 채널 추정용 RE를 선택하는 경우 상기 수학적 식 6에서 사용되는 채널 추정 결과는 해당 서브프레임까지의 채널 추정 결과를 이용한다.

[130] 도 15는 통신 장치의 참조신호 전송 구간에서 안테나별 RE 할당 예제를 나타낸

도면이다.

- [131] 도 15는 일 예로서 안테나 수가 3개인 통신 장치에서 매 전송단위 별 참조신호에 사용할 수 있는 RE가 2인 경우를 가정하였으며, 초기화 수행 전송단위는 생략하고 일반 전송단위만을 나타내었다.
- [132] 먼저, 도 15에서 첫 번째 전송단위(혹은 첫 번째 전송 유닛)에 대해 설명한다. 첫 번째 전송단위에서는 첫 번째 안테나에 참조신호를 할당할 경우 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합을 최소화하는 것으로 판단, 첫 번째 RE를 첫 번째 안테나에 우선 할당하며, 첫 번째 안테나에 할당된 것을 가정한 이후에 두 번째 안테나에 참조신호를 할당할 경우 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합을 최소화하는 것으로 판단, 두 번째 RE를 두 번째 안테나에 할당하고, 이후 첫 번째 전송단위를 위한 참조신호를 할당 결과에 따라 전송한다.
- [133] 다음으로, 두 번째 전송단위(혹은 두 번째 전송 유닛)에 대해 설명한다. 두 번째 전송단위에서는 세 번째 안테나에 참조신호를 할당할 경우 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합을 최소화하는 것으로 판단, 첫 번째 RE를 세 번째 안테나에 우선 할당하며, 세 번째 안테나에 할당된 것을 가정한 이후에 두 번째 안테나에 참조신호를 할당할 경우 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합을 최소화하는 것으로 판단, 두 번째 RE를 두 번째 안테나에 할당하고, 이후 두 번째 전송단위를 위한 참조신호를 할당 결과에 따라 전송한다.
- [134] 다음으로, 세 번째 전송단위(혹은 세 번째 전송 유닛)에 대해 설명한다. 세 번째 전송단위에서는 첫 번째 안테나에 참조신호를 할당할 경우, 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합을 최소화하는 것으로 판단, 첫 번째 RE를 첫 번째 안테나에 우선 할당하며, 첫 번째 안테나에 할당된 것을 가정한 이후에 첫 번째 안테나에 참조신호를 추가 할당하는 경우가 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합을 최소화하는 것으로 판단, 두 번째 RE를 첫 번째 안테나에 추가 할당한 후, 세 번째 전송단위를 위한 참조신호를 할당 결과에 따라 전송한다.
- [135] 도 16은 본 발명에 따른 일반 전송단위에서 통신 장치(기지국 및 단말)에서의 동작 흐름을 예시한 도면이다.
- [136] 기지국은 매 전송단위에서의 하향링크 참조신호 전송 구간에서 전송을 시작하기 전에 하향링크 참조신호들의 각 안테나별 RE 수를 결정할 수 있다. 기지국은 결정된 RE 수의 결과에 따라 하향링크 참조신호 전송 구간에서 참조신호들을 전송하고, 자신의 자기간섭 채널을 추정한 이후 데이터 전송 구간에서 하향링크 데이터를 전송할 수 있다.
- [137] 이와 마찬가지로, 단말도 역시 매 전송단위에서의 상향링크 참조신호 전송 구간에서 전송을 시작하기 전에 상향링크 참조신호들의 각 안테나별 RE 수를 기저결정한다. 단말은 결정된 RE의 수의 결과에 따라 상향링크 참조신호 전송 구간에서 참조신호들을 전송하고, 상기 전송한 참조신호들이 레환되는 채널에서 자기간섭 채널을 추정하고, 이후 데이터 전송 구간에서 상향링크 데이터를 전송한다.

- [138] 기존에는 통신 장치가 자기간섭 채널 추정을 위해 매 전송단위 마다 안테나 수 이상의 RE를 참조신호 전송에 사용하여야 했다. 그러나, 본 발명을 통하여 안테나 수 미만의 RE만을 참조신호 전송에 사용하여 자기간섭 채널 추정이 가능케 된다. 특히 본 발명은, 통신 장치의 수신단 과정 이후 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합을 최소화시킴으로 참조신호 구간에 사용할 RE 수가 주어졌을 때 full duplex 시스템의 성능을 극대화할 수 있다.
- [139] 본 발명을 통하여 참조신호 전송에 사용하는 RE 수를 감소시킬 경우 데이터 송수신 구간에 사용하는 RE 수를 증가시킬 수 있다. 특히 full duplex 시스템의 데이터 송수신 구간에서는 하향링크 및 상향링크 전송이 동시에 일어나므로 본 발명을 통해 기지국 또는 단말 일방에서 안테나 수 미만의 RE를 참조신호 전송에 사용할 경우에도 하향링크 및 상향링크의 데이터 전송률을 동시에 증가시킬 수 있는 효과를 얻을 수 있다.
- [140] 또한, 본 발명을 통하여 참조신호 전송에 사용하는 RE 수를 감소시킬 경우, 통신 장치의 수신단에서 LS 또는 MMSE 등의 방법을 통한 자기간섭 채널 추정 과정에서 사용되는 행렬의 크기가 감소되어 자기간섭 채널 추정의 복잡도를 감소시킬 수 있다.
- [141] 본 발명에서 사용하는 수학식 4의 오류 분산 값 $\sigma_{r,n,k}^2$ 는 LS 추정 이외에도 MMSE 추정 시에도 적용할 수 있다. 이는 자기간섭 채널을 통해 수신된 참조신호의 SNR 영역이 high SNR 영역이기 때문에 LS 추정 및 MMSE 추정이 거의 유사한 성능을 달성하기 때문이다. 한편, 본 발명에서 제안한 트레이닝 자원을 결정하는 단계는 안테나 수 이상의 RE를 참조신호 전송에 사용하는 경우에도 적용할 수 있다.
- [142] 이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.
- [143] 본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

- [144] 자기간섭 채널을 추정하기 위한 방법 및 이를 위한 장치는 3GPP LTE/LTE-A, 5G 통신 시스템 등 다양한 통신 시스템에서 적용이 가능하다.

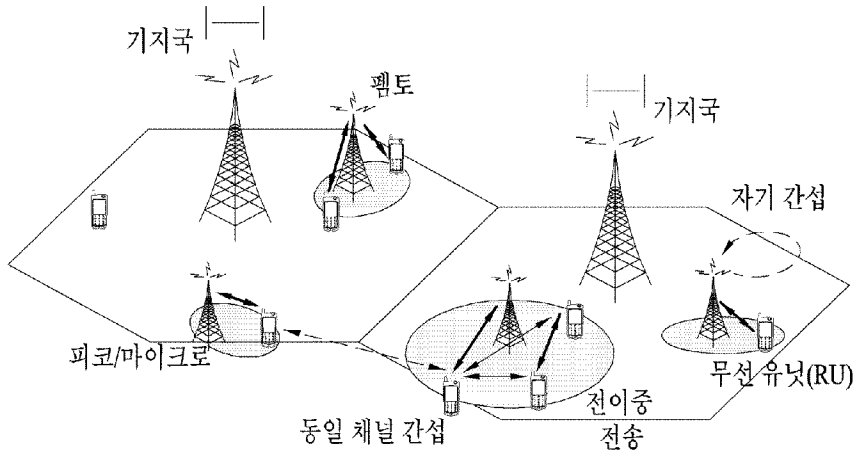
청구범위

- [청구항 1] 전이중(full duplex) 모드로 동작하는 통신 장치가 자기간섭 채널을 추정하는 방법에 있어서,
 각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양을 결정하는 단계; 및
 상기 각 안테나 별로 결정된 자원의 양에 따라 상기 각 안테나를 통해 구분되는 자원을 통해 참조신호를 전송하는 단계; 및
 상기 참조신호에 기초하여 상기 자기간섭 채널을 추정하는 단계를 포함하는, 자기간섭 채널 추정 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
 상기 자원의 양을 결정하는 단계는,
 상기 각 안테나 별로 하나의 추가 자원단위를 할당하는 경우에 상기 통신 장치의 수신단에서의 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합이 감소치가 최대가 되는 안테나를 결정하는 단계;
 상기 결정된 안테나에서 전송할 참조신호를 위해 상기 추가 자원단위를 할당하는 단계; 및
 상기 각 안테나에 할당된 총 자원의 양이 상기 통신 장치가 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수와 동일하게 될 때까지 상기 안테나를 결정하는 단계와 및 상기 추가 자원단위를 할당하는 단계를 반복 수행하는 단계를 더 포함하는, 자기간섭 채널 추정 방법.
- [청구항 3] 제 2항에 있어서,
 상기 각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양은 상기 각 안테나에 할당된 총 자원의 양이 상기 통신 장치가 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수와 동일하게 될 때에 할당된 자원에 양에 해당하는, 자기간섭 채널 추정 방법.
- [청구항 4] 제 2항에 있어서,
 상기 반복 수행은 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수만큼의 반복 수행에 해당하는, 자기간섭 채널 추정 방법.
- [청구항 5] 제 2항에 있어서,
 상기 자원단위는 자원 요소(Resource Element, RE)에 해당하는, 자기간섭 채널 추정 방법.
- [청구항 6] 제 1항에 있어서,
 상기 자기간섭 채널의 추정 결과에 대한 정보를 저장하는 단계를 포함하는, 자기간섭 채널 추정 방법.
- [청구항 7] 제 1항에 있어서,
 상기 자기간섭 채널은 상기 각 안테나 별로 수신되는 참조신호를 이용하여 추정하는, 자기간섭 채널 추정 방법.

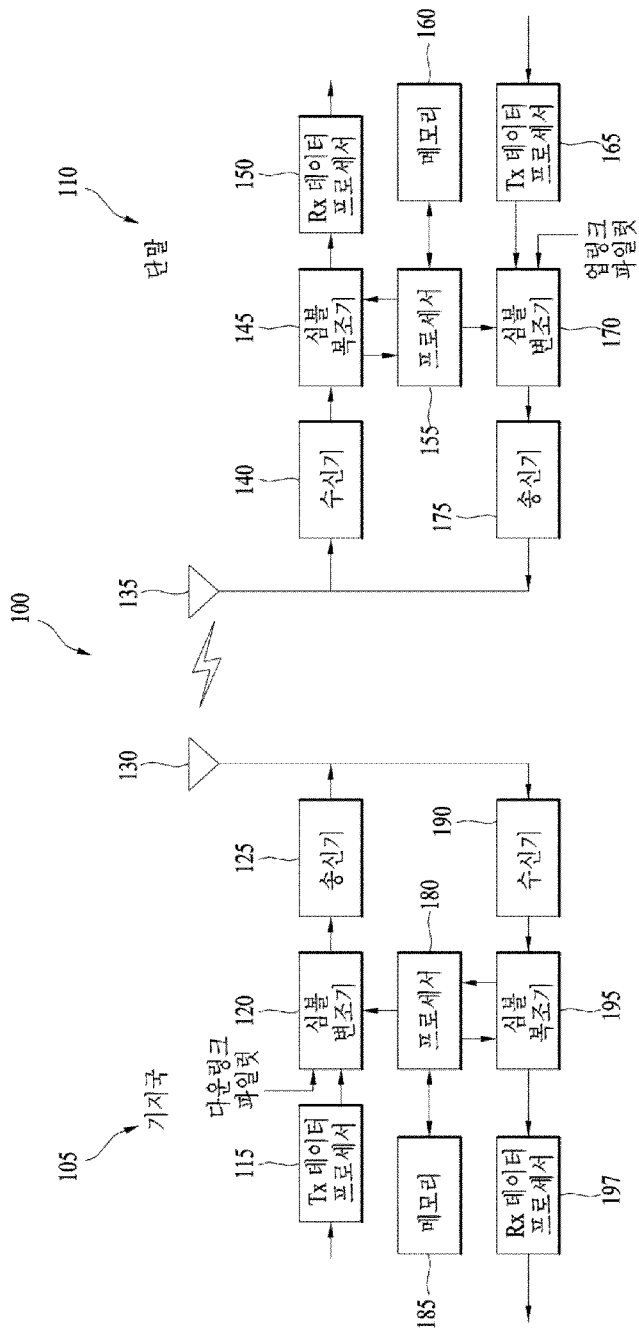
- [청구항 8] 제 1항에 있어서,
상기 통신 장치는 단말 또는 기지국인, 자기간섭 채널 추정 방법.
- [청구항 9] 자기간섭 채널을 추정하기 위한 전이중(full duplex) 모드의 통신 장치에 있어서,
각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양을 결정하도록 구성된(configured) 프로세서; 및
상기 각 안테나 별로 결정된 자원의 양에 따라 상기 각 안테나를 통해 구분되는 자원을 통해 참조신호를 전송하도록 구성된 송신기를 포함하고,
상기 프로세서는 상기 참조신호에 기초하여 상기 자기간섭 채널을 추정하도록 구성되는, 통신 장치.
- [청구항 10] 제 9항에 있어서,
상기 결정된 자원의 양은, 상기 프로세서가,
상기 각 안테나 별로 하나의 추가 자원단위를 할당하는 경우에 상기 통신 장치의 수신단에서의 잔여 자기간섭 신호 성분의 파워 합이 감소치가 최대가 되는 안테나를 결정하고,
상기 결정된 안테나에서 전송할 참조신호를 위해 상기 추가 자원단위를 할당하며,
상기 각 안테나에 할당된 총 자원의 양이 상기 통신 장치가 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수와 동일하게 될 때까지 상기 안테나를 결정하고 상기 추가 자원단위를 할당을 반복 수행함으로써 결정하는, 통신 장치.
- [청구항 11] 제 10항에 있어서,
상기 각 안테나 별로 상기 자기간섭 채널을 추정하는데 사용할 자원의 양은 상기 각 안테나에 할당된 총 자원의 양이 상기 통신 장치가 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수와 동일하게 될 때에 할당된 자원에 양에 해당하는, 통신 장치.
- [청구항 12] 제 10항에 있어서,
상기 반복 수행은 상기 참조신호 전송에 사용가능한 총 자원단위의 수만큼의 반복 수행에 해당하는, 통신 장치.
- [청구항 13] 제 10항에 있어서,
상기 자원단위는 자원 요소(Resource Element, RE)에 해당하는, 통신 장치.
- [청구항 14] 제 9항에 있어서,
상기 자기간섭 채널은 상기 각 안테나 별로 수신되는 참조신호를 이용하여 추정하는, 통신 장치.
- [청구항 15] 제 9항에 있어서,
상기 프로세서는 상기 자기간섭 채널을 상기 각 안테나 별로 수신되는 참조신호를 이용하여 추정하는, 통신 장치.

[청구항 16] 제 9항에 있어서,
상기 통신 장치는 단말 또는 기지국인, 통신 장치.

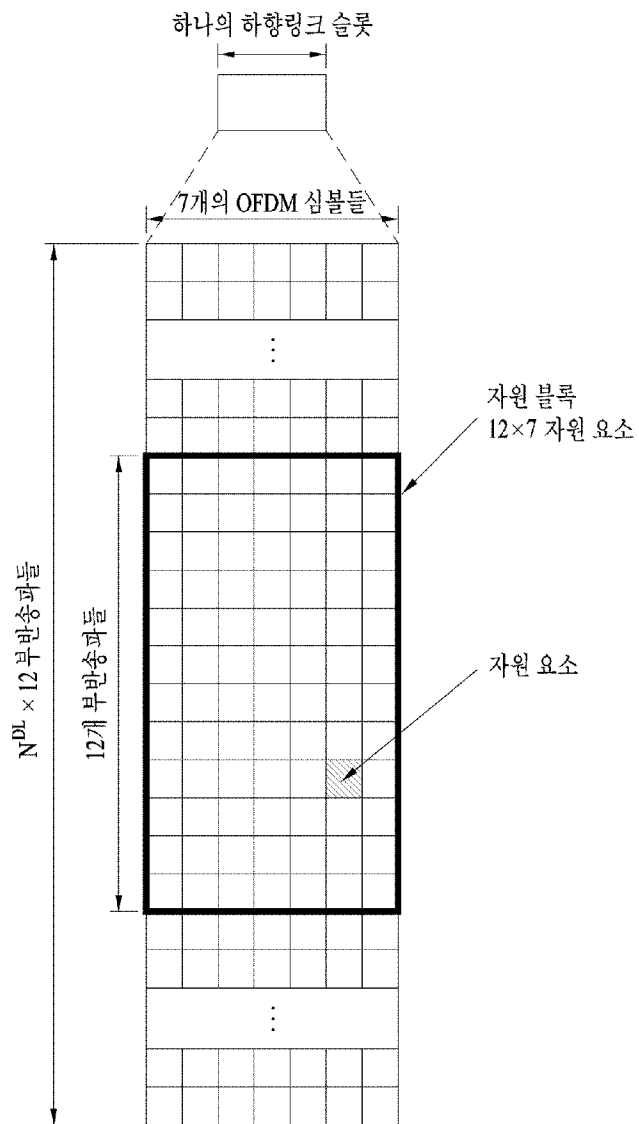
[도1]



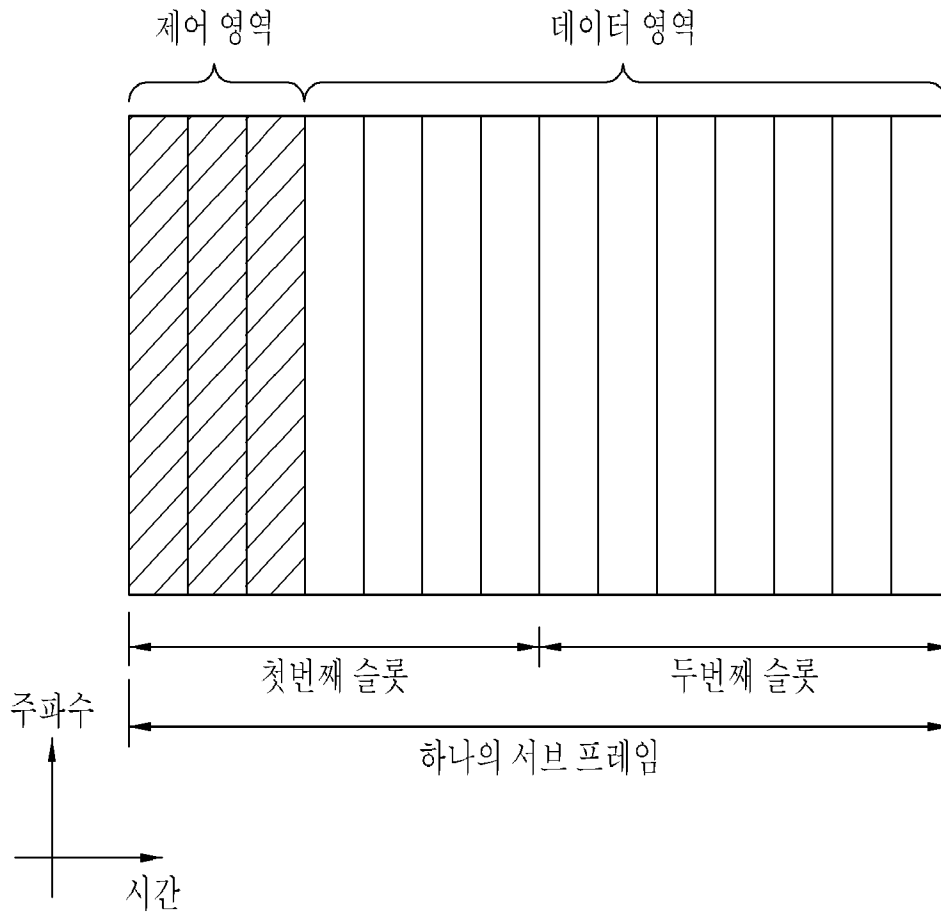
[도2]



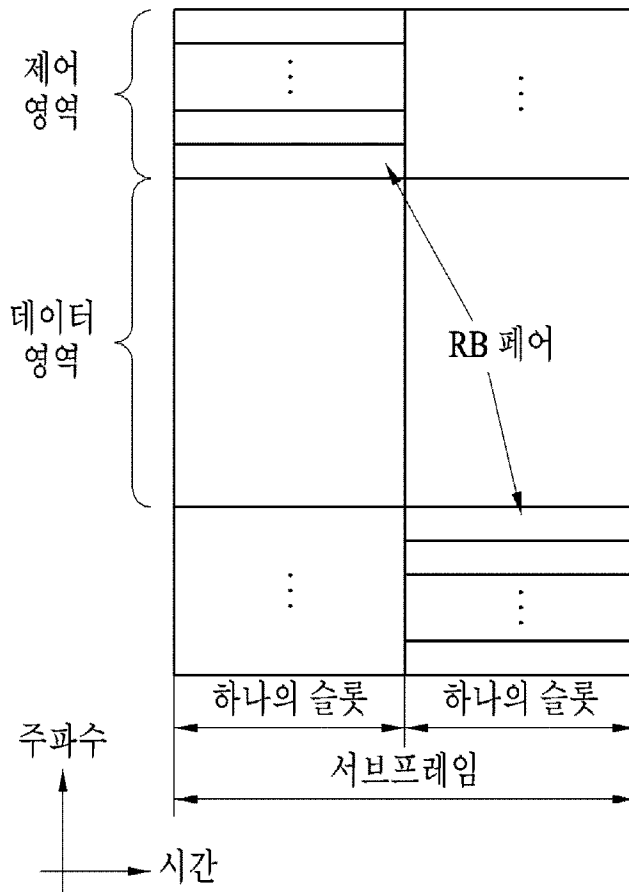
[도3]



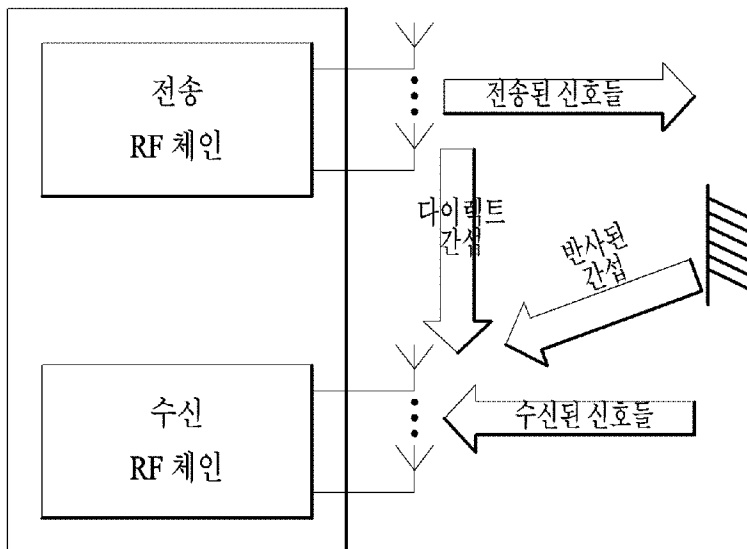
[도4]



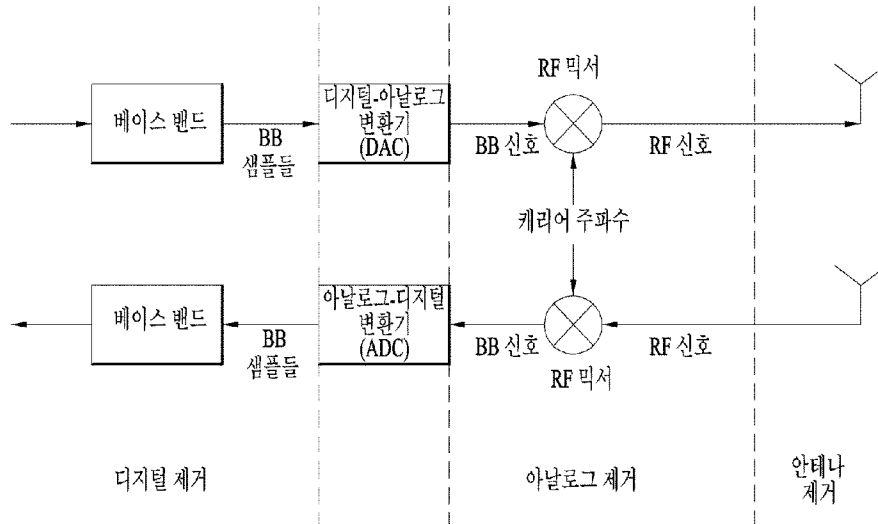
[도5]



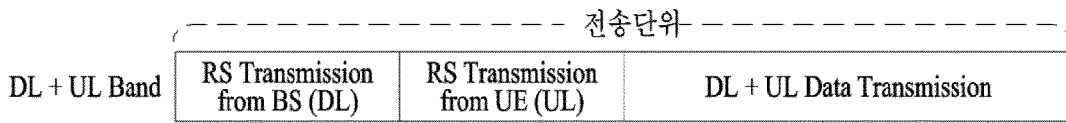
[도6]



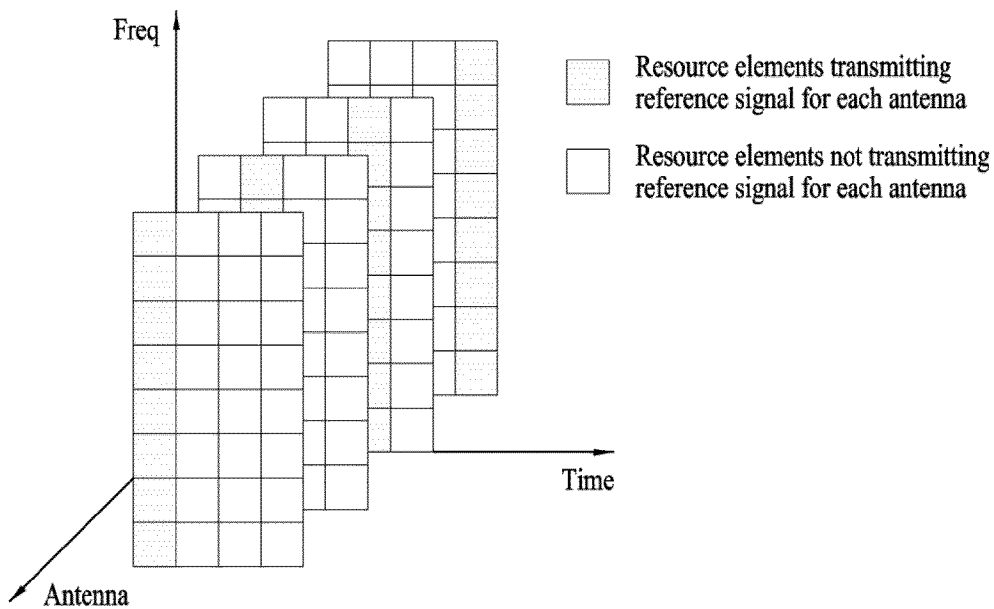
[도7]



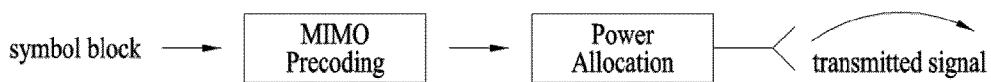
[도8]



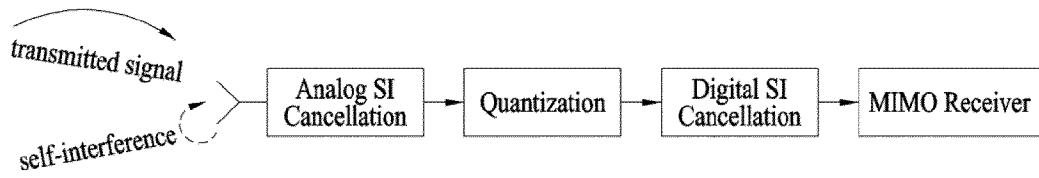
[도9]



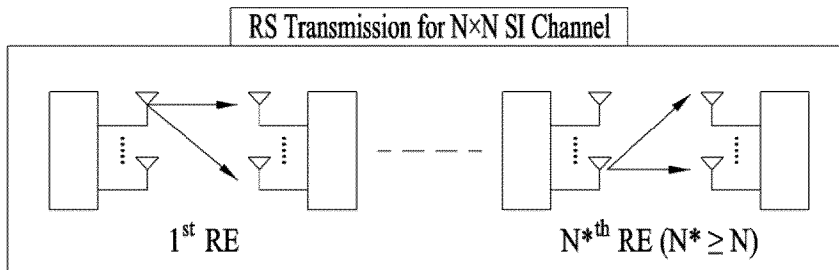
[도10]



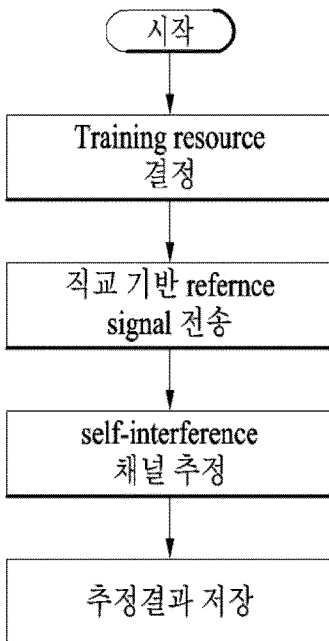
[도 11]



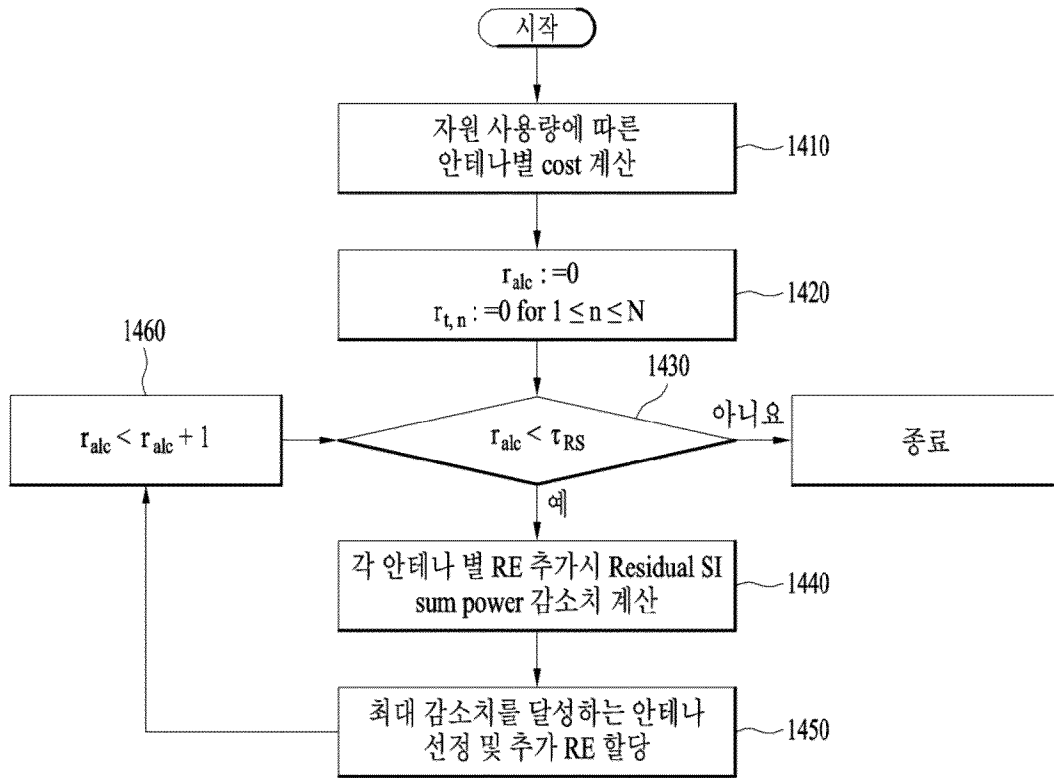
[도 12]



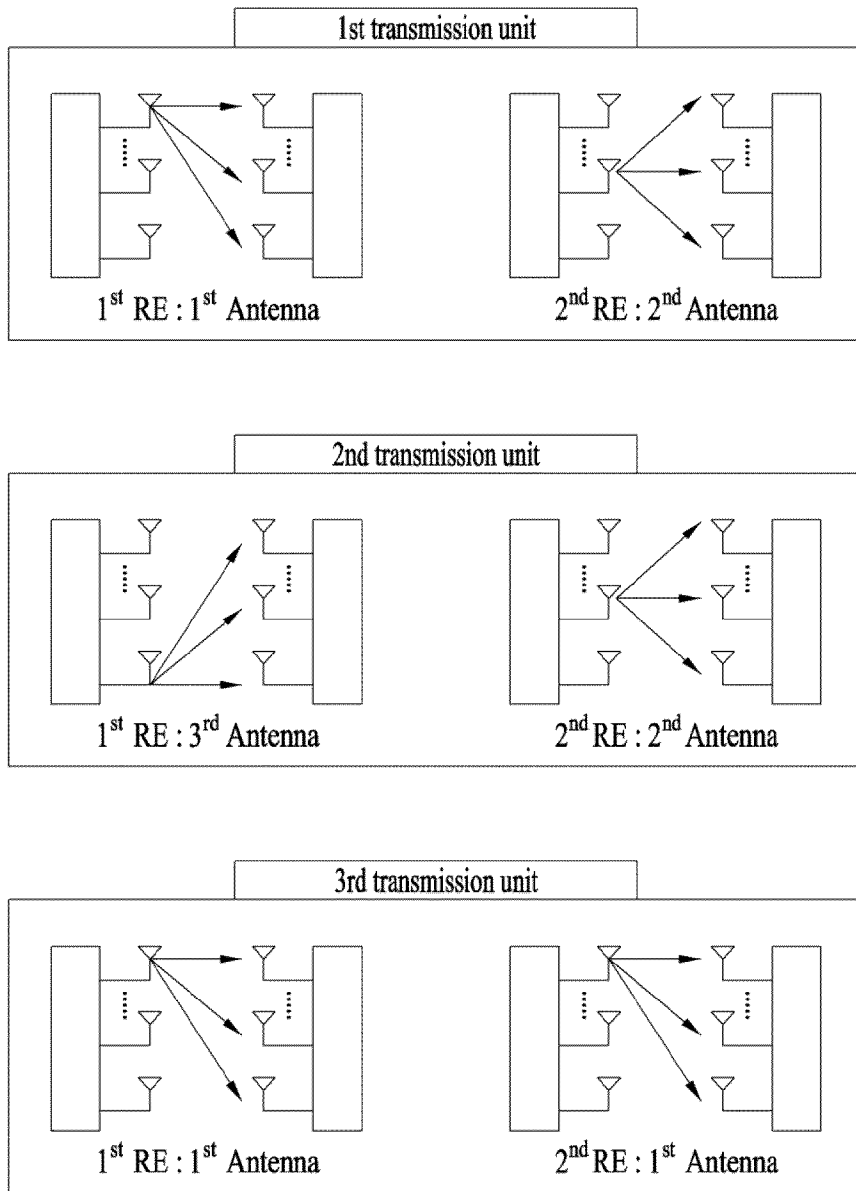
[도 13]



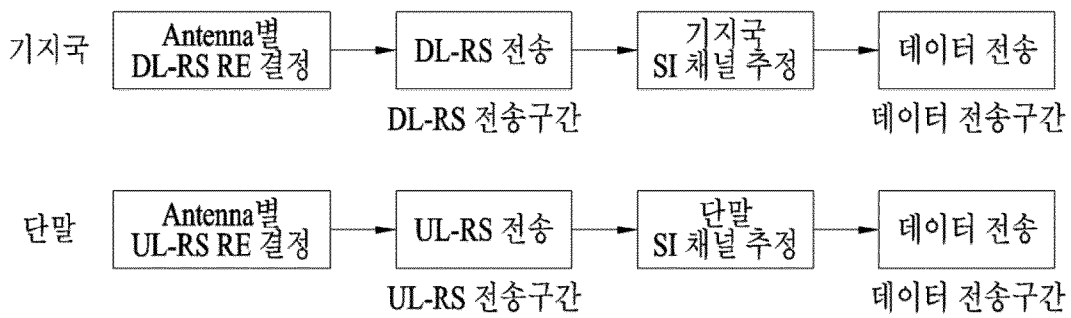
[도 14]



[도15]



[도16]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/004416

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04L 25/02(2006.01)i, H04L 5/00(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)

H04L 25/02; H04W 24/02; H04L 25/03; H04J 11/00; H04B 17/345; H04L 27/26; H04L 5/14; H04B 7/04; H04L 5/00

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: full duplex, self-interference channel estimation, resources per antenna, reference signal, residual self-interference signal component, additional resource unit allocation

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2016-064046 A1 (LG ELECTRONICS INC. et al.) 28 April 2016 See paragraphs [0003]-[0004], [0008], [0041], [0052], [0060], [0086]-[0091]; and figure 2.	1,6-9,14-16
A		2-5,10-13
Y	WO 2016-060466 A1 (LG ELECTRONICS INC. et al.) 21 April 2016 See paragraphs [0054], [0108], [0110], [0149], [0178]; figure 16.	1,6-9,14-16
A	KR 10-2016-0023666 A (LG ELECTRONICS INC.) 03 March 2016 See paragraphs [0014], [0130], [0159], [0234], [0237]; and figure 8.	1-16
A	US 2013-0301487 A1 (KHANDANI, Amir Keyvan) 14 November 2013 See paragraphs [0002], [0044]-[0045], [0056], [0073]; and claim 1.	1-16
A	US 2012-0201153 A1 (BHARADIA, Dinesh et al.) 09 August 2012 See paragraphs [0025], [0038], [0071], [0078]; and figure 8B.	1-16



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

"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

09 AUGUST 2017 (09.08.2017)

Date of mailing of the international search report

14 AUGUST 2017 (14.08.2017)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2017/004416

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2016-064046 A1	28/04/2016	NONE	
WO 2016-060466 A1	21/04/2016	NONE	
KR 10-2016-0023666 A	03/03/2016	CN 105340201 A	17/02/2016
		EP 3016305 A1	04/05/2016
		JP 2016-529763 A	23/09/2016
		US 2016-0143013 A1	19/05/2016
		WO 2014-208953 A1	31/12/2014
US 2013-0301487 A1	14/11/2013	CA 2873411 A1	21/11/2013
		CA 2873420 A1	21/11/2013
		CA 2873424 A1	21/11/2013
		CA 2873428 A1	21/11/2013
		EP 2850733 A1	25/03/2015
		EP 2850734 A1	25/03/2015
		EP 2850741 A1	25/03/2015
		EP 2856662 A2	08/04/2015
		US 2013-0301484 A1	14/11/2013
		US 2013-0301688 A1	14/11/2013
		US 2013-0301747 A1	14/11/2013
		US 9008208 B2	14/04/2015
		US 9572038 B2	14/02/2017
		WO 2013-173250 A1	21/11/2013
		WO 2013-173251 A2	21/11/2013
		WO 2013-173251 A3	17/04/2014
		WO 2013-173252 A1	21/11/2013
WO 2013-173253 A1	21/11/2013		
US 2012-0201153 A1	09/08/2012	CN 104521148 A	15/04/2015
		CN 104521148 B	24/08/2016
		EP 2859659 A1	15/04/2015
		JP 2015-524212 A	20/08/2015
		US 2012-0201173 A1	09/08/2012
		US 2013-0215805 A1	22/08/2013
		US 2013-0301488 A1	14/11/2013
		US 2014-0348018 A1	27/11/2014
		US 2016-0234005 A1	11/08/2016
		US 9325432 B2	26/04/2016
		US 9331737 B2	03/05/2016
		WO 2012-106262 A1	09/08/2012
		WO 2012-106263 A1	09/08/2012
		WO 2013-185106 A1	12/12/2013
WO 2015-021481 A2	12/02/2015		
WO 2015-021481 A3	26/03/2015		

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

H04L 25/02(2006.01)i, H04L 5/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04L 25/02; H04W 24/02; H04L 25/03; H04J 11/00; H04B 17/345; H04L 27/26; H04L 5/14; H04B 7/04; H04L 5/00

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: full duplex, 자기간섭 채널 추정, 안테나별 자원량, 참조신호, 잔여 자기간섭 신호 성분, 추가자원 단위 할당

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	WO 2016-064046 A1 (엘지전자 주식회사 등) 2016.04.28 단락 [0003]-[0004], [0008], [0041], [0052], [0060], [0086]-[0091]; 및 도면 2 참조.	1,6-9,14-16
A		2-5,10-13
Y	WO 2016-060466 A1 (엘지전자 주식회사 등) 2016.04.21 단락 [0054], [0108], [0110], [0149], [0178]; 도면 16 참조.	1,6-9,14-16
A	KR 10-2016-0023666 A (엘지전자 주식회사) 2016.03.03 단락 [0014], [0130], [0159], [0234], [0237]; 및 도면 8 참조.	1-16
A	US 2013-0301487 A1 (AMIR KEYVAN KHANDANI) 2013.11.14 단락 [0002], [0044]-[0045], [0056], [0073]; 및 청구항 1 참조.	1-16
A	US 2012-0201153 A1 (DINESH BHARADIA 등) 2012.08.09 단락 [0025], [0038], [0071], [0078]; 및 도면 8B 참조.	1-16

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

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2017년 08월 09일 (09.08.2017)

국제조사보고서 발송일

2017년 08월 14일 (14.08.2017)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



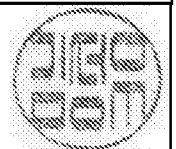
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

김성우

전화번호 +82-42-481-3348



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2016-064046 A1	2016/04/28	없음	
WO 2016-060466 A1	2016/04/21	없음	
KR 10-2016-0023666 A	2016/03/03	CN 105340201 A EP 3016305 A1 JP 2016-529763 A US 2016-0143013 A1 WO 2014-208953 A1	2016/02/17 2016/05/04 2016/09/23 2016/05/19 2014/12/31
US 2013-0301487 A1	2013/11/14	CA 2873411 A1 CA 2873420 A1 CA 2873424 A1 CA 2873428 A1 EP 2850733 A1 EP 2850734 A1 EP 2850741 A1 EP 2856662 A2 US 2013-0301484 A1 US 2013-0301688 A1 US 2013-0301747 A1 US 9008208 B2 US 9572038 B2 WO 2013-173250 A1 WO 2013-173251 A2 WO 2013-173251 A3 WO 2013-173252 A1 WO 2013-173253 A1	2013/11/21 2013/11/21 2013/11/21 2013/11/21 2015/03/25 2015/03/25 2015/03/25 2015/04/08 2013/11/14 2013/11/14 2013/11/14 2015/04/14 2017/02/14 2013/11/21 2013/11/21 2014/04/17 2013/11/21 2013/11/21
US 2012-0201153 A1	2012/08/09	CN 104521148 A CN 104521148 B EP 2859659 A1 JP 2015-524212 A US 2012-0201173 A1 US 2013-0215805 A1 US 2013-0301488 A1 US 2014-0348018 A1 US 2016-0234005 A1 US 9325432 B2 US 9331737 B2 WO 2012-106262 A1 WO 2012-106263 A1 WO 2013-185106 A1 WO 2015-021481 A2 WO 2015-021481 A3	2015/04/15 2016/08/24 2015/04/15 2015/08/20 2012/08/09 2013/08/22 2013/11/14 2014/11/27 2016/08/11 2016/04/26 2016/05/03 2012/08/09 2012/08/09 2013/12/12 2015/02/12 2015/03/26