

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 12월 7일 (07.12.2017) **WIPO | PCT**



(10) 국제공개번호
WO 2017/209417 A1

- (51) 국제특허분류: *H04W 72/04* (2009.01) *H04L 5/00* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2017/005161
- (22) 국제출원일: 2017년 5월 18일 (18.05.2017)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 62/345,012 2016년 6월 3일 (03.06.2016) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (**LG ELECTRONICS INC.**) [KR/KR]; 07336 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 이길봄 (**LEE, Kilbom**); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 정재훈 (**CHUNG, Jaehoon**); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 김규석 (**KIM, Kyuseok**); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, Seoul (KR). 안민기 (**AHN, Minki**); 06772 서울시 서초구 양재대로 11길 19 LG전자 특허센터, 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,

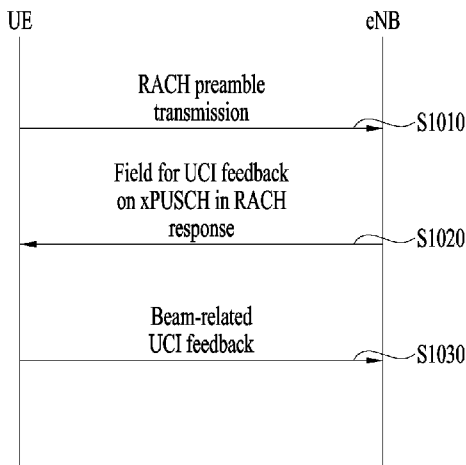
PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (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).

공개:
— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING UPLINK CONTROL INFORMATION IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM AND DEVICE THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보 전송 방법 및 이를 위한 장치



(57) Abstract: Disclosed are an information transmission method and terminal for: determining from a base station that a beam mismatch has occurred; transmitting a terminal-specifically allocated RACH preamble to the base station in order to transmit beam-related information indicating the beam mismatch to the base station; receiving, from the base station, a message (for example, RACH response) for requesting transmission of the beam-related information; and transmitting uplink control information including the beam-related information to the base station.

(57) 요약서: 기지국으로부터의 빔 불일치가 발생했음을 판단하고, 기지국으로 빔 불일치를 나타내는 빔 관련 정보를 전송하기 위하여 단말 특정적으로 할당된 RACH 프리엠블을 기지국으로 전송하고, 기지국으로부터 빔 관련 정보의 전송을 요청하는 메시지(예: RACH 응답)를 수신하며, 기지국으로 빔 관련 정보를 포함하는 상향링크 제어 정보를 전송하는 정보 전송 방법 및 단말이 개시된다.

WO 2017/209417 A1

명세서

발명의 명칭: 무선 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보 전송 방법 및 이를 위한 장치

기술분야

- [1] 이하의 설명은 무선 통신 시스템에 대한 것으로, 보다 구체적으로는 무선 통신 시스템에서 빔 불일치에 관련된 상향링크 제어 정보를 전송하는 방법 및 그 장치에 대한 것이다.

배경기술

- [2] 밀리미터 웨이브(mmWave)를 이용한 초고주파 무선 통신 시스템은 중심 주파수가 수 GHz 내지 수십 GHz에서 동작하도록 구성된다. 이러한 중심 주파수의 특성으로 인하여 mmWave 통신 시스템에서는 음영 지역에서 경로 감쇄(path loss)가 두드러지게 나타날 수 있다. 이러한 경로 감쇄를 고려할 때, mmWave 통신 시스템에서 단말로 전송되는 신호의 빔포밍(beamforming)은 정교하게 설계되어야 할 뿐 아니라, 빔 불일치의 발생이 제어되고 방지될 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [3] 본 발명은 상기한 바와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템에서 기지국으로부터 단말의 빔 불일치를 해결하기 위한 것이다.
- [4] 본 발명의 또 다른 목적은 단말이 빔 불일치를 해결하기 위한 정보를 기지국에 전송하는 과정의 통신 효율을 개선하는 것이다.
- [5] 본 발명의 또 다른 목적은 기지국이 단말에 빔 불일치를 해결하기 위한 정보를 요청하는 과정을 안정화하는 것이다.
- [6] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 목적들은 이상에서 언급한 사항들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하 설명할 본 발명의 실시 예들로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 고려될 수 있다.

과제 해결 수단

- [7] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 정보 전송 방법은, 기지국으로부터의 빔 불일치(beam mismatch)가 발생했음을 판단하는 단계; 상기 빔 불일치가 발생한 경우, 상기 기지국으로부터 RACH(Random Access Channel) 프리엠블 전송을 위해 단말 특정적으로 할당 받은 자원을 통해 빔 관련 제어 정보의 피드백을 위한 상향링크 자원을 요청하는 RACH 프리엠블을 상기 기지국으로 전송하는 단계; 상기 기지국으로부터 상기 빔 관련 제어 정보의 피드백을 위한 상향링크 할당 (UL Assignment) 정보를 포함하는 메시지를 수신하는 단계; 및 상기

기지국으로 할당된 상향링크 자원을 통해 상기 빔 관련 제어 정보를 포함하는 상향링크 제어 정보를 전송하는 단계를 포함한다.

- [8] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 기지국은, 송신부, 수신부, 및 송신부 및 수신부와 연결되어 동작하는 프로세서를 포함하되, 프로세서는, 기지국으로부터의 빔 불일치(**beam mismatch**)가 발생했음을 판단하고, 상기 빔 불일치가 발생한 경우, 상기 기지국으로부터 **RACH(Random Access Channel)** 프리엠블 전송을 위해 단말 특정적으로 할당 받은 자원을 통해 빔 관련 제어 정보의 피드백을 위한 상향링크 자원을 요청하는 **RACH** 프리엠블을 상기 기지국으로 전송하고, 상기 기지국으로부터 상기 빔 관련 제어 정보의 피드백을 위한 상향링크 할당 (**UL Assignment**) 정보를 포함하는 메시지를 수신하고, 상기 기지국으로 할당된 상향링크 자원을 통해 상기 빔 관련 제어 정보를 포함하는 상향링크 제어 정보를 전송하도록 구성된다.
- [9] 여기서, 상기 상향링크 할당 정보를 포함하는 메시지는, **RACH** 응답 또는 물리 하향링크 제어 채널 (**PDCCH**)를 통해 전송될 수 있다.
- [10] 또한, 상기 **RACH** 프리엠블은 시퀀스의 루트 값 및 순환 시프트 값에 더하여, 서브밴드, 전송 타이밍 및 시퀀스의 **OCC(Orthogonal Cover Code)** 중 적어도 하나에 의해 정의될 수 있다.
- [11] 이때, 상기 전송 타이밍은 복수의 **RACH** 시간 축 자원 중 하나 이상을 지정할 수 있다. 특히, 상기 복수의 **RACH** 시간 축 자원은, 복수의 **RACH OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing)** 심볼을 포함할 수 있다.
- [12] 여기서, 상기 상향링크 제어 정보의 전송은 상기 상향링크 제어 정보가 상향링크 데이터 채널의 전송 영역에 멀티플렉싱되어 전송되는 것을 포함할 수 있다.
- [13] 또한, 상기 상향링크 할당 정보를 포함하는 메시지는 상기 빔 관련 정보의 전송 허용 여부를 나타내는 1비트로 구성되는 필드를 포함할 수 있다.
- [14] 또한, 상기 빔 관련 제어 정보는 **BSI(Beam State Information)**을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [15] 본 발명의 실시 예들에 따르면 다음과 같은 효과를 기대할 수 있다.
- [16] 첫째로, 무선 통신 시스템에서 기지국으로부터 단말의 빔 불일치가 해결되어 **mmWave** 통신 시스템의 무선 연결 품질이 향상될 수 있다.
- [17] 둘째로, 빔 불일치를 해결하기 위한 정보를 송수신하는 시그널링 오버헤드가 줄어들 수 있다.
- [18] 셋째로, 통신 환경이 불안정한 경우에도 단말이 빔 불일치를 해결하기 위한 절차를 안정적으로 트리거링할 수 있다.
- [19] 본 발명의 실시 예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 이하의 본 발명의 실시 예들에 대한 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진

자에게 명확하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 발명을 실시함에 따른 의도하지 않은 효과들 역시 본 발명의 실시 예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [20] 이하에 첨부되는 도면들은 본 발명에 관한 이해를 돕기 위한 것으로, 상세한 설명과 함께 본 발명에 대한 실시 예들을 제공한다. 다만, 본 발명의 기술적 특징이 특정 도면에 한정되는 것은 아니며, 각 도면에서 개시하는 특징들은 서로 조합되어 새로운 실시 예로 구성될 수 있다. 각 도면에서의 참조 번호(reference numerals)들은 구조적 구성요소(structural elements)를 의미한다.
- [21] 도 1은 도플러 스펙트럼을 도시하는 도면이다.
- [22] 도 2는 발명과 관련된 좁은 빔포밍(narrow beamforming)을 도시하는 도면이다.
- [23] 도 3은 좁은 빔포밍이 수행될 경우의 도플러 스펙트럼을 도시하는 도면이다.
- [24] 도 4는 기지국의 동기 신호 서비스 구역의 예시를 도시하는 도면이다.
- [25] 도 5는 mmWave를 사용하는 통신 환경에서 제안하는 프레임 구조의 예이다.
- [26] 도 6은 OVSF(Orthogonal Variable Spreading Factor) 코드의 구조를 도시한다.
- [27] 도 7은 단말의 배치 상황을 예로 들어 설명하는 도면이다.
- [28] 도 8은 mmWave를 사용하는 통신 시스템에서 이용되는 자원 영역 구조를 도시하는 도면이다.
- [29] 도 9는 제안하는 실시 예와 관련된 RACH(Random Access Channel) 서브프레임의 구조를 도시하는 도면이다.
- [30] 도 10은 제안하는 실시 예에 따른 정보 전송 방법을 도시하는 흐름도이다.
- [31] 도 11은 제안하는 실시 예에 따른 필드 구성 방법을 도시하는 도면이다.
- [32] 도 12는 제안하는 실시 예에 따른 OCC(Orthogonal Cover Code) 적용 방법을 도시하는 도면이다.
- [33] 도 13은 제안하는 실시 예와 관련된 단말 및 기지국의 구성을 도시하는 도면이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [34] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 판례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [35] 이하의 실시 예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과

결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시 예를 구성할 수도 있다. 본 발명의 실시 예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시 예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시 예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시 예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다.

- [36] 도면에 대한 설명에서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 절차 또는 단계 등은 기술하지 않았으며, 당업자의 수준에서 이해할 수 있을 정도의 절차 또는 단계는 또한 기술하지 아니하였다.
- [37] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함(comprising 또는 including)"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다. 또한, "일(a 또는 an)", "하나(one)", "그(the)" 및 유사 관련어는 본 발명을 기술하는 문맥에 있어서(특히, 이하의 청구항의 문맥에서) 본 명세서에 달리 지시되거나 문맥에 의해 분명하게 반박되지 않는 한, 단수 및 복수 모두를 포함하는 의미로 사용될 수 있다.
- [38] 본 명세서에서 본 발명의 실시 예들은 기지국과 이동국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 여기서, 기지국은 이동국과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미가 있다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.
- [39] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 이동국과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있다. 이때, '기지국'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 발전된 기지국(Advanced Base Station, ABS) 또는 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.
- [40] 또한, '이동국(Mobile Station, MS)'은 UE(User Equipment), SS(Subscriber Station), MSS(Mobile Subscriber Station), 이동 단말(Mobile Terminal), 발전된 이동단말(Advanced Mobile Station, AMS), 단말(Terminal) 또는 스테이션(STATION, STA) 등의 용어로 대체될 수 있다.
- [41] 또한, 송신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 제공하는 고정 및/또는 이동 노드를 말하고, 수신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 수신하는 고정 및/또는 이동 노드를 의미한다. 따라서, 상향링크에서는 이동국이 송신단이 되고, 기지국이 수신단이 될 수 있다. 마찬가지로, 하향링크에서는 이동국이 수신단이 되고, 기지국이 송신단이 될 수 있다.
- [42] 또한, 디바이스가 '셀'과 통신을 수행한다는 기재는 디바이스가 해당 셀의 기지국과 신호를 송수신하는 것을 의미할 수 있다. 즉, 디바이스가 신호를

송신하고 수신하는 실질적인 대상은 특정 기지국이 될 수 있으나, 기제의 편의상 특정 기지국에 의해 형성되는 셀과 신호를 송수신하는 것으로 기재될 수 있다. 마찬가지로, '매크로 셀' 및/또는 '스몰 셀' 이라는 기제는 각각 특정한 커버리지(coverage)를 의미할 수 있을 뿐 아니라, '매크로 셀을 지원하는 매크로 기지국' 및/또는 '스몰 셀을 지원하는 스몰 셀 기지국'을 의미할 수도 있다.

- [43] 본 발명의 실시 예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802.xx 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시 예들 중 설명하지 않은 자명한 단계들 또는 부분들은 상기 문서들을 참조하여 설명될 수 있다.
- [44] 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다. 특히, 본 발명의 실시 예들은 IEEE 802.16 시스템의 표준 문서인 P802.16e-2004, P802.16e-2005, P802.16.1, P802.16p 및 P802.16.1b 표준 문서들 중 하나 이상에 의해 뒷받침될 수 있다.
- [45] 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.
- [46] 또한, 본 발명의 실시 예들에서 사용되는 특정 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.
- [47] **1. 초고주파 대역을 이용한 통신 시스템**
- [48] LTE(Long Term Evolution)/LTE-A(LTE Advanced) 시스템에서는 단말과 기지국의 오실레이터의 오차값을 요구사항(requirement)로 규정하며, 아래와 같이 기술한다.
- [49] - UE side frequency error (in TS 36.101)
- [50] The UE modulated carrier frequency shall be accurate to within ± 0.1 PPM observed over a period of one time slot (0.5 ms) compared to the carrier frequency received from the E-UTRA Node B
- [51] - eNB side frequency error (in TS 36.104)
- [52] Frequency error is the measure of the difference between the actual BS transmit frequency and the assigned frequency.
- [53] 한편, 기지국의 종류에 따른 오실레이터 정확도는 아래의 표 1과 같다.

[54] [표1]

BS class	Accuracy
Wide Area BS	± 0.05 ppm
Local Area BS	± 0.1 ppm
Home BS	± 0.05 ppm

[55] 따라서, 기지국과 단말 간의 오실레이터의 최대 차이는 $\pm 0.1\text{ppm}$ 으로, 한쪽 한쪽 방향으로 오차가 발생하였을 경우 최대 0.2ppm 의 오프셋 값이 발생할 수 있다. 이러한 오프셋 값은 중심 주파수와 곱해짐으로써 각 중심 주파수에 맞는 Hz 단위로 변환된다.

[56] 한편, OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 시스템에서는 CFO 값이 서브캐리어 간격(subcarrier spacing)에 의해 다르게 나타나며, 일반적으로 큰 CFO 값이라 하더라도 서브캐리어 간격이 충분히 큰 OFDM 시스템에서 미치는 영향은 상대적으로 작다. 따라서, 실제 CFO 값(절대값)은 OFDM 시스템에 영향을 주는 상대적인 값으로 표현될 필요가 있으며, 이를 정규화된 CFO(normalized CFO)라 한다. 정규화된 CFO는 CFO 값을 서브캐리어 간격으로 나눈 값으로 표현되며, 아래의 표 2는 각 중심 주파수와 오실레이터의 오차 값에 대한 CFO와 정규화된 CFO를 나타낸다.

[57] [표2]

Center frequency(subcarrier spacing)	Oscillator Offset			
	$\pm 0.05\text{ ppm}$	$\pm 0.1\text{ ppm}$	$\pm 10\text{ ppm}$	$\pm 20\text{ ppm}$
2GHz (15kHz)	$\pm 100\text{Hz}(\pm 0.0067)$	$\pm 200\text{Hz}(\pm 0.0133)$	$\pm 20\text{kHz}(\pm 1.3)$	$\pm 40\text{kHz}(\pm 2.7)$
30GHz (104.25kHz)	$\pm 1.5\text{kHz}(\pm 0.014)$	$\pm 3\text{kHz}(\pm 0.029)$	$\pm 300\text{kHz}(\pm 2.9)$	$\pm 600\text{kHz}(\pm 5.8)$
60GHz (104.25kHz)	$\pm 3\text{kHz}(\pm 0.029)$	$\pm 6\text{kHz}(\pm 0.058)$	$\pm 600\text{kHz}(\pm 5.8)$	$\pm 1.2\text{MHz}(\pm 11.5)$

[58] 표 2에서 중심 주파수가 2GHz인 경우(예를 들어, LTE Rel-8/9/10)에는 서브캐리어 간격(15kHz)를 가정하였으며, 중심 주파수가 30GHz, 60GHz인 경우에는 서브캐리어 간격을 104.25kHz를 사용함으로써 각 중심 주파수에 대해 도플러 영향을 고려한 성능 열화를 방지하였다. 위의 표 2는 단순한 예시이며, 중심 주파수에 대해 다른 서브캐리어 간격이 사용될 수 있음은 자명하다.

[59] 한편, 단말이 고속으로 이동하는 상황이나 고주파수 대역에서 이동하는 상황에서는 도플러 분산(Doppler spread) 현상이 크게 발생한다. 도플러 분산은 주파수 영역에서의 분산을 유발하며, 결과적으로 수신기 입장에서 수신 신호의 왜곡을 발생시킨다. 도플러 분산은

$$f_{doppler} = (v/\lambda) \cos\theta$$

표현될 수 있다. 이때, v 는 단말의 이동 속도이며, λ 는 전송되는 전파의 중심 주파수의 파장을 의미한다. θ 는 수신되는 전파와 단말의 이동 방향 사이의 각도를 의미한다. 이하에서는 θ 가 0인 경우를 전제로 설명한다.

[60] 이때, 코히어런스 타임(coherence time)은 도플러 분산과 반비례하는 관계에 있다. 만약, 코히어런스 타임을 시간 영역에서 채널 응답의 상관관계(correlation)

값이 50% 이상인 시간 간격으로 정의하는 경우, $T_c \approx \frac{9}{16\pi f_{doppler}}$ 로 표현된다.

무선 통신 시스템에서는 도플러 분산에 대한 수식과 코히어런스 타임에 대한 수식 간의 기하 평균(geometric mean)을 나타내는 아래의 수학적 식 1이 주로 이용된다.

[61] [수식1]

$$T_c = \sqrt{\frac{9}{16\pi f_{doppler}}} = \frac{0.423}{f_{doppler}}$$

[62] 도 1은 도플러 스펙트럼을 도시하는 도면이다.

[63] 주파수 변화에 따른 도플러 값의 변화를 나타내는 도플러 스펙트럼(Doppler spectrum, 또는 도플러 파워 스펙트럼 밀도(Doppler power spectrum density))는 통신 환경에 따라 다양한 모양을 가질 수 있다. 일반적으로, 도심지와 같이 산란(scattering)이 많이 발생하는 환경에서, 수신 신호가 모든 방향으로 동일한 파워로 수신된다면 도플러 스펙트럼은 도 1과 같은 U-형태로 나타난다. 도 1은 중심 주파수를

f_c

라 하고 최대 도플러 분산 값을

f_d

라 할 때의 U-형태 도플러 스펙트럼을 도시한다.

[64] 도 2는 발명과 관련된 좁은 빔포밍을 도시하는 도면이며, 도 3은 좁은 빔포밍이 수행될 경우의 도플러 스펙트럼을 도시하는 도면이다.

[65] 초고주파 무선 통신 시스템은 중심 주파수가 매우 높은 대역에 위치하기 때문에, 안테나의 크기가 작고 작은 공간 내에 복수의 안테나로 구성되는 안테나 어레이를 설치할 수 있는 특징이 있다. 이러한 특징으로 인해 수십 내지 수백 개의 안테나를 이용한 핀포인트 빔포밍(pin-point beamforming), 펜슬 빔포밍(pencil beamforming), 좁은 빔포밍(narrow beamforming), 또는 얇은 빔포밍(sharp beamforming)이 가능해진다. 이러한 좁은 빔포밍은 수신되는 신호가 등방향이 아닌 일정한 각도로만 수신된다는 것을 의미한다.

[66] 도 2(a)는 등방향으로 수신되는 신호에 따라 도플러 스펙트럼이 U-형태로 나타나는 경우를 도시하며, 도 2(b)는 복수의 안테나를 이용한 좁은 빔포밍이 수행되는 경우를 도시한다.

[67] 이와 같이, 좁은 빔포밍을 수행하면 줄어든 angular spread로 인하여 도플러 스펙트럼도 U-형태 보다 좁게 나타난다. 도 3에 도시된 바와 같이, 좁은 빔포밍이 수행되는 경우의 도플러 스펙트럼은 일정 대역에서만 도플러 분산이 나타남을

알 수 있다.

- [68] 앞서 설명한 초고주파 대역을 이용하는 무선 통신 시스템은 중심 주파수가 수 GHz 내지 수십 GHz 대역에서 동작한다. 이러한 중심주파수의 특성은 단말의 이동에 따라 발생하는 도플러 효과나 송신기/수신기 간의 오실레이터 차이로 인한 CFO의 영향을 더욱 심각하게 한다.
- [69] 도 4는 기지국의 동기 신호 서비스 구역의 예시를 도시하는 도면이다.
- [70] 단말은 기지국이 전송하는 하향링크(Downlink, DL) 동기 신호(synchronization signal)를 이용하여 기지국과 동기화를 수행한다. 이러한 동기화 과정에서는 기지국과 단말 간에 타이밍(timing) 과 주파수가 동기화된다. 동기화 과정에서 특정 셀 내의 단말들이 동기 신호를 수신하고 이용할 수 있도록, 기지국은 빔폭을 최대한 넓게 구성하여 동기 신호를 전송한다.
- [71] 한편, 고주파 대역을 이용하는 mmWave 통신 시스템의 경우, 동기 신호 전송에 있어서 저주파 대역을 이용하는 경우에 비해 경로 감쇄(path loss)가 더 크게 나타난다. 즉, 고주파 대역을 이용하는 시스템의 경우, 상대적으로 낮은 주파수 대역(예를 들어, 6GHz 이하)을 이용하는 종래의 셀룰러 시스템(예를 들어, LTE/LTE-A)에 비해 지원할 수 있는 셀 반경(radius)이 큰 폭으로 축소된다.
- [72] 이러한 셀 반경의 축소를 해결하기 위한 하나의 방법으로서, 빔포밍(beam forming)을 이용한 동기 신호 전송 방법이 이용될 수 있다. 빔포밍이 이용되는 경우 셀 반경은 증가하지만, 빔 폭이 줄어드는 단점이 있다. 아래의 수학적 식 2는 빔 폭에 따른 수신 신호 SINR의 변화를 나타낸다.
- [73] [수식2]

$$W \rightarrow M^{-2}W$$

$$SINR \rightarrow M^2 SINR$$

- [74] 수학적 식 2은 빔포밍에 따라 빔 폭이

$$M^{-2}$$

배 감소하는 경우, 수신 SINR이

$$M^2$$

배 향상됨을 나타낸다.

- [75] 이러한 빔포밍 방식 이외에, 셀 반경의 축소를 해결하기 위한 또다른 방법으로서 동일한 동기 신호를 반복하여 전송하는 방식 또한 고려해볼 수 있다. 이러한 방식의 경우, 시간축으로 추가적인 자원할당이 필요하지만, 빔 폭의 감소 없이도 셀 반경을 증가시킬 수 있다는 장점이 있다.
- [76] 한편, 기지국은 특정 구역 내에 위치하는 주파수 자원 및 시간 자원을 스케줄링함으로써 각 단말들에 자원을 할당한다. 이하에서는 이러한 특정

구역을 섹터(sector)라 정의한다. 도 4에 도시된 섹터에서 A1, A2, A3, A4는 반경 0~200m 이고 각각 폭이 0~15', 15~30', 30~45', 45~60'인 섹터들을 나타낸다. B1, B2, B3, B4는 반경 200~500m이고 각각 폭이 0~15', 15~30', 30~45', 45~60'인 섹터들을 나타낸다. 도 4에 도시된 내용들을 바탕으로, 섹터 1을 {A1, A2, A3, A4} 로 정의하고, 섹터 2를 {A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4}라 정의한다. 또한, 현재 기지국의 동기 신호 서비스 구역이 섹터 1인 경우, 기지국이 섹터 2에 동기 신호를 서비스하기 위해서는 동기 신호의 전송에 6dB 이상의 추가 파워가 요구된다고 가정한다.

- [77] 먼저, 기지국은 섹터 2를 서비스하기 위하여 빔포밍 기법을 이용하여 6dB의 추가 이득을 얻을 수 있다. 이러한 빔포밍 과정을 통해 서비스 반경을 A1에서 B1까지 늘릴 수 있다. 그러나, 빔포밍을 통해 빔 폭이 줄어들기 때문에, A2, A3, A4는 동시에 서비스할 수 없게 된다. 따라서, 빔포밍이 수행되는 경우 A2~B2, A3~B3, A4~B4 섹터에 동기 신호가 각각 별도로 전송되어야 한다. 다시 말해서, 기지국은 섹터 2를 서비스하기 위해 동기 신호를 4번에 걸쳐 빔포밍을 수행해가며 전송해야만 한다.
- [78] 반면, 앞서 설명한 동기 신호의 반복 전송을 생각해보면, 기지국이 동기 신호를 섹터 2 전부에 전송할 수 있지만, 시간축 상에서 동기 신호를 4번 반복하여 전송해야 한다. 결과적으로, 섹터 2를 서비스하기 위해 필요한 자원은 빔포밍 방식과 반복 전송 방식 모두에 있어서 동일하다.
- [79] 그러나, 빔포밍 방식의 경우 빔폭이 좁기 때문에 빠른 속도로 이동하는 단말이나 섹터의 경계에 있는 단말이 안정적으로 동기 신호를 수신하기 어렵다. 그 대신에, 단말이 위치하는 빔의 ID를 구분할 수 있다면, 동기 신호를 통해 단말이 자신의 위치를 파악할 수 있다는 장점이 있다. 반면, 반복 전송 방식의 경우 빔 폭이 넓어서 단말이 동기 신호를 놓칠 가능성은 매우 낮다. 그 대신, 단말이 자신의 위치를 파악할 수는 없게 된다.
- [80] 도 5는 mmWave를 사용하는 통신 환경에서 제안하는 프레임 구조의 예이다.
- [81] 먼저, 하나의 프레임은 Q 개의 서브프레임으로 구성되며, 하나의 서브프레임은 P 개의 슬롯으로 구성된다. 하나의 슬롯은 T 개의 OFDM 심볼들로 구성된다. 이때, 다른 서브프레임들과는 달리, 프레임 내에서 첫 번째 서브프레임은 0 번째 슬롯('S'로 표시된 슬롯)을 동기화 용도로 사용한다. 이러한 0번째 슬롯은 타이밍과 주파수 동기를 위한 A개의 OFDM 심볼들, 빔 스캐닝을 위한 B 개의 OFDM 심볼들, 시스템 정보를 단말에 알리기 위한 C 개의 OFDM 심볼들로 구성된다. 나머지 D 개의 OFDM 심볼들은 각 단말에 데이터 전송을 위해 사용된다.
- [82] 한편, 이러한 프레임 구조는 단순한 예시에 불과하며, Q, P, T, S, A, B, C, D는 각각 임의의 값으로서, 사용자에게 의해 설정되거나 시스템 상에서 자동적으로 설정되는 값일 수 있다.
- [83] 이하에서는 기지국과 단말 간의 타이밍 동기화 알고리즘에 대해 설명한다. 도

5에서 기지국이 동일한 동기 신호를 A 번 반복 전송하는 경우를 생각해본다. 단말은 기지국이 전송한 동기 신호를 바탕으로, 수학식 3의 알고리즘을 이용하여 타이밍 동기화를 수행한다.

[84] [수식3]

$$\hat{n} = \arg \max_{\tilde{n}} \frac{\left| \sum_{i=0}^{A-2} \mathbf{y}_{\tilde{n},i}^H \mathbf{y}_{\tilde{n},i+1} \right|}{\sum_{i=0}^{A-2} \left| \mathbf{y}_{\tilde{n},i}^H \mathbf{y}_{\tilde{n},i+1} \right|}$$

where $\mathbf{y}_{\tilde{n},i} \triangleq \mathbf{r} \left[\tilde{n} + i(N + N_g) : \tilde{n} + i(N + N_g) + N - 1 \right]$

[85] 수학식 3에서

$$N$$

,

$$N_g$$

는 각각 OFDM 심볼의 길이, CP(Cyclic Prefix)의 길이, OFDM 심볼의 인덱스를 나타낸다.

r

은 수신기에서 수신 신호의 벡터를 의미한다. 이때,

$$\mathbf{y}_{\tilde{n},i} \triangleq \mathbf{r} \left[\tilde{n} + i(N + N_g) : \tilde{n} + i(N + N_g) + N - 1 \right]$$

식은 수신 신호 벡터

r

의

$$\left(\tilde{n} + i(N + N_g) \right)$$

번째부터

$$\left(\tilde{n} + i(N + N_g) + N - 1 \right)$$

번째까지의 요소들로 정의되는 벡터이다.

[86] 수학식 3의 알고리즘은 시간적으로 인접한 2개의 OFDM 수신 신호가 동일하다는 조건에서 동작한다. 이러한 알고리즘은 슬라이딩 윈도우(sliding window) 방식을 이용할 수 있어 낮은 복잡도로 구현이 가능하며, 주파수 오프셋에 강한 특징을 갖는다.

[87] 한편, 아래의 수학식 4는 수신 신호와 기지국이 전송한 신호 간의 상관관계를

이용함으로써 타이밍 동기화를 수행하는 알고리즘을 나타낸다.

[88] [수식4]

$$\hat{n} = \arg \max_{\tilde{n}} \frac{\left| \sum_{i=0}^{A-1} \mathbf{y}_{\tilde{n},i}^H \mathbf{s} \right|^2}{\sum_{i=0}^{A-1} |\mathbf{y}_{\tilde{n},i}|^2 \sum_{i=0}^{A-1} |\mathbf{s}|^2}$$

[89] 수학식 4에서 \mathbf{s} 는 기지국이 전송한 신호를 의미하며, 단말과 기지국 사이에 미리 약속된 신호 벡터이다. 수학식 4의 방식은 수학식 3에 비해 더 좋은 성능을 낼 수 있으나, 슬라이딩 윈도우 방식으로 구현될 수 없어 복잡도가 높게 요구된다. 또한, 주파수 오프셋에 취약한 특징을 갖는다.

[90] 타이밍 동기화 방식의 설명에 이어서, 빔 스캐닝 과정을 설명한다. 빔 스캐닝(beam scanning)이란 수신기의 수신 SINR을 최대화하는 빔의 방향을 찾는 송신기 및/또는 수신기의 동작을 의미한다. 예를 들어, 기지국은 단말에 데이터를 전송하기 전에 빔 스캐닝을 통해 빔의 방향을 결정한다.

[91] 도 4를 예로 들어 더 설명하면, 도 4에서는 하나의 기지국이 서비스하는 섹터를 8개의 영역으로 나누어 도시한다. 이때, 기지국은 (A1+B1), (A2+B2), (A3+B3), (A4+B4) 영역에 각각 빔을 전송하며, 단말은 기지국이 전송하는 빔들을 구분이 가능하다. 이러한 조건에서, 빔 스캐닝 과정은 4가지 과정으로 구체화될 수 있다. 먼저, i) 기지국은 4개의 영역에 차례로 빔을 전송한다. ii) 단말은 수신 SINR 관점에서 빔들 중 가장 적합하다고 판단되는 빔을 결정한다. iii) 단말은 선택된 빔에 대한 정보를 기지국으로 피드백한다. iv) 기지국은 피드백된 방향을 갖는 빔을 이용하여 데이터를 전송한다. 위의 빔 스캐닝 과정을 통해 단말은 수신 SINR이 최적화된 빔을 통해 하향링크 데이터를 수신할 수 있게 된다.

[92] 이하에서는 Zadoff-Chu 시퀀스에 대해 설명한다. Zadoff-Chu 시퀀스는 추(chu) 시퀀스 또는 ZC 시퀀스라 불리며, 아래의 수학식 5로 정의된다.

[93] [수식5]

$$\mathbf{x}_r [n] = e^{\frac{j\pi r n(n+1)}{N}}$$

[94] 수학식 5에서 N 은 시퀀스의 길이, r 은 루트 값,

$$\mathbf{x}_r [n]$$

은 ZC 시퀀스의 n 번째 요소를 나타낸다. ZC 시퀀스가 갖는 특징으로는, 먼저

모든 요소의 크기가 동일하다는 점을 들 수 있다(constant amplitude). 또한, ZC 시퀀스의 DFT 결과 또한 모든 요소에 대해 동일하게 나타난다.

[95] 다음으로, ZC 시퀀스와 ZC 시퀀스의 순환 시프팅(cyclic shifting)된 버전은 수학식 6과 같은 상관관계를 갖는다.

[96] [수식6]

$$\left(\mathbf{x}_r^{(i)}\right)^H \mathbf{x}_r^{(j)} = \begin{cases} N & \text{for } i = j \\ 0 & \text{elsewhere} \end{cases}$$

[97] 수학식 6에서

$$\mathbf{x}_r^{(i)}$$

는

$$\mathbf{x}_r$$

를 i 만큼 순환 시프팅한 시퀀스이며, ZC 시퀀스의 자기 상관관계가 $i=j$ 인 경우를 제외하고는 0임을 나타낸다. 또한, ZC 시퀀스는 zero auto-correlation 특성 또한 가져, CAZAC (Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 특성을 갖는다고 표현하기도 한다.

[98] ZC 시퀀스의 마지막 특징으로, 시퀀스의 길이 N 과 서로소인 루트 값을 갖는 ZC 시퀀스들 간에는 아래의 수학식 7과 같은 상관관계를 갖는다.

[99] [수식7]

$$\mathbf{x}_{r_1}^H \mathbf{x}_{r_2} = \begin{cases} N & \text{for } r_1 = r_2 \\ \frac{1}{\sqrt{N}} & \text{elsewhere} \end{cases}$$

[100] 수학식 7에서

$$r_1, r_2$$

는 N 과 서로소이다. 예를 들어, $N=111$ 인 경우,

$$2 \leq r_1, r_2 \leq 110$$

은 수학식 7을 항상 만족한다. 수학식 6의 자기 상관관계와는 달리, ZC 시퀀스의 상호 상관관계는 완전히 0이 되지 않는다는 점이다.

[101] ZC 시퀀스에 이어 하다마드(Hadamard) 행렬을 설명한다. 하다마드 행렬은 아래의 수학적식 8과 같이 정의된다.

[102] [수식8]

$$H_{2^k} = \begin{bmatrix} H_{2^{k-1}} & H_{2^{k-1}} \\ H_{2^{k-1}} & -H_{2^{k-1}} \end{bmatrix} = H_2 \otimes H_{2^{k-1}}$$

where $H_1 = [1]$

$$H_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

[103] 수학적식 8에서

2^k

는 행렬의 크기를 나타낸다. 하다마드 행렬은 사이즈 n과 무관하게 항상

$$\mathbf{H}_n \mathbf{H}_n^T = n\mathbf{I}_n$$

을 만족하는 단위 행렬(unitary matrix)이다. 또한, 하다마드 행렬에서 모든 열(column)과 모든 행(row)끼리는 서로 직교한다. 일 예로, n=4인 경우 하다마드 행렬은 수학적식 9와 같이 정의된다.

[104] [수식9]

$$\mathbf{H}_4 = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

[105] 수학적식 9로부터 각 열들끼리, 각 행들끼리 서로 직교함을 알 수 있다.

[106] 도 6은 OVVSF(Orthogonal Variable Spreading Factor) 코드의 구조를 도시한다. OVVSF 코드는 하다마드 행렬을 기반으로 생성되는 코드이며, 특정한 규칙을 갖는다.

[107] 먼저, OVVSF 코드에서 오른쪽으로 분기할 때(lower branch), 첫 번째 코드는 좌측의 상위 코드(mother code)를 그대로 2번 반복하며, 두 번째 코드는 상위 코드를 1번 반복하고 반전하여 1번 반복함으로써 생성된다. 도 6은 OVVSF 코드의 트리 구조(tree structure)를 나타낸다.

[108] 이러한 OVVSF 코드는 코드 트리 상의 인접한 상위 코드와 하위 코드(child code) 간의 관계를 제외하고는 모두 직교성이 보장된다. 예를 들어, 도 6에서 [1 -1 1 -1] 코드는 [1 1], [1 1 1 1], [1 1 -1 -1]과 모두 직교한다. 또한, OVVSF 코드는 코드의 길이와 사용 가능한 코드의 개수가 동일하다. 즉, 도 6에서 특정 코드의 길이와

해당 코드가 속한 분기(branch)에서의 총 개수가 동일함을 확인할 수 있다.

- [109] 도 7은 단말의 배치 상황을 예로 들어 설명하는 도면이다. 도 7에서는 RACH(Random Access CHannel)에 대해 설명한다.
- [110] LTE 시스템의 경우, 단말들이 전송한 RACH 신호가 기지국으로 도착할 때, 기지국이 수신한 단말들의 RACH 신호 파워는 동일해야 한다. 이를 위해, 기지국은 'preambleInitialReceivedTargetPower'라는 파라미터를 정의함으로써, SIB(System Information Block)2를 통해 해당 셀 내의 모든 단말에 파라미터를 방송한다. 단말은 기준 신호(reference signal)을 이용하여 경로 손실을 계산하며, 계산된 경로 손실과 'preambleInitialReceivedTargetPower' 파라미터를 아래의 수학적 식 10과 같이 이용함으로써 RACH 신호의 송신 파워를 결정한다.
- [111] [수식10]
- $$P_PRACH_Initial = \min \{P_CMAX, preambleInitialReceivedTargetPower + PL\}$$
- [112] 수학적 식 10에서 P_PRACH_Initial, P_CMAX, PL은 각각 RACH 신호의 송신 파워, 단말의 최대 송신 파워, 경로 손실을 나타낸다.
- [113] 수학적 식 10을 예로 들어 설명하면, 단말의 최대 전송 가능한 파워는 23dBm 이고 기지국의 RACH 수신 파워는 -104dBm 이라고 가정한다. 또한, 도 7에 도시된 바와 같이 단말이 배치된 상황을 가정한다.
- [114] 먼저, 단말은 수신 동기 신호와 빔 스캐닝 신호를 이용하여 경로 손실을 계산하며, 이를 바탕으로 송신 파워를 결정한다. 아래의 표 3은 단말의 경로 손실과 그에 따른 송신 파워를 나타낸다.
- [115] [표3]

단말	preambleInitialReceived TargetPower	경로 손실	필요한 송신파워	송신 파워	추가 필요 파워
K1	-104dBm	60dB	-44dBm	-44dBm	0dBm
K2	-104dBm	110dB	6dBm	6dBm	0dBm
K3	-104dBm	130dB	26dBm	23dBm	3dBm

- [116] 표 3에서 K1 단말의 경우 경로 손실이 매우 작지만, RACH 수신 파워를 맞추기 위해 매우 작은 파워(-44dBm)로 RACH 신호를 전송해야 한다. 한편, K2 단말의 경우 경로 손실이 크지만, 필요 송신 파워는 6dBm이다. 그러나, K3 단말의 경우 경로 손실이 매우 커, 필요한 송신 파워가 단말의 P_CMAX=23dBm을 초과하게 된다. 이러한 경우, 단말은 최대 송신 파워인 23dBm으로 전송해야만 하며, 단말의 RACH 액세스 성공률은 3dB 열화된다.
- [117] 이어서, 본 발명과 관련된 위상 잡음(phase noise)에 대해 설명한다. 시간축 상에서 발생하는 지터(jitter)는 주파수축 상에서 위상 잡음으로 나타난다. 이러한 위상 잡음은 시간축 상의 수신 신호의 위상을 아래 수학적 식 11과 같이 무작위로

변경시킨다.

[118] [수식11]

$$r_n = s_n e^{j\phi_n}$$

$$\text{where } s_n = \sum_{k=0}^{N-1} d_k e^{j2\pi \frac{kn}{N}}$$

[119] 수학식 11에서

$$r_n, s_n, d_k, \phi_n$$

파라미터들은 각각 수신 신호, 시간축 신호, 주파수축 신호, 위상 잡음으로 인한 위상 회전(phase rotation) 값을 나타낸다. 수학식 11에서의 수신 신호가 DFT(Discrete Fourier Transform) 과정을 거치는 경우, 아래의 수학식 12가 도출된다.

[120] [수식12]

$$y_k = d_k \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} e^{j\phi_n} + \frac{1}{N} \sum_{\substack{t=0 \\ t \neq k}}^{N-1} d_t \sum_{n=0}^{N-1} e^{j\phi_n} e^{j2\pi(t-k)m/N}$$

[121] 수학식 12에서

$$\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} e^{j\phi_n}, \frac{1}{N} \sum_{\substack{t=0 \\ t \neq k}}^{N-1} d_t \sum_{n=0}^{N-1} e^{j\phi_n} e^{j2\pi(t-k)m/N}$$

파라미터들은 각각 CPE(Common Phase Error) 및 ICI(Inter Cell Interference)를 나타낸다. 이때, 위상 잡음 간의 상관관계가 클수록 수학식 12의 CPE 가 큰 값을 갖게 된다. 이러한 CPE는 무선랜 시스템에서의 CFO(Carrier Frequency Offset)의 일종이지만, 단말 입장에서는 위상 잡음이라는 관점에서 CPE와 CFO를 유사하게 해석할 수 있다.

[122] 단말은 CPE/CFO를 추정함으로써 주파수축 상의 위상 잡음인 CPE/CFO를 제거하게 되며, 단말이 수신 신호에 대해 CPE/CFO를 추정하는 과정은 수신 신호의 정확한 디코딩을 위해 선행되어야 하는 과정이다. 이에 따라, 단말이 CPE/CFO를 정확하게 추정할 수 있도록 기지국은 소정의 신호를 단말로 전송해줄 수 있으며, 이러한 신호는 위상 잡음을 제거하기 위한 신호로써 단말과 기지국 간에 미리 공유된 파일럿 신호가 될 수도 있고 데이터 신호가 변경되거나 복제된 신호일 수도 있다. 이하에서는 위상 잡음을 제거하기 위한 일련의 신호를 총칭하여 PCRS(Phase Compensation Reference Signal) 또는 PNRS(Phase Noise Reference Signal)라 부른다.

[123] 도 8은 mmWave 통신 시스템에서 이용되는 자원 영역 구조를 도시하는

도면이다. mmWave와 같은 초고주파 대역을 이용하는 통신 시스템은 종래의 LTE/LTE-A 통신 시스템과는 물리적 성질이 다른 주파수 대역을 사용한다. 이에 따라, 초고주파 대역을 이용하는 통신 시스템에서는 종래 통신 시스템에서 이용되는 자원 영역의 구조와 다른 형태의 자원 구조가 논의되고 있다. 도 8은 새로운 통신 시스템의 하향링크 자원 구조의 예를 도시한다.

- [124] 가로축으로 14개의 OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼과 세로축으로 12개의 서브캐리어(subcarrier)로 구성되는 RB(Resource block) 쌍(RB pair)을 고려할 때, 첫 2개(또는 3개)의 OFDM 심볼(810)은 종래와 유사하게 제어채널(예를 들어, PDCCH(Physical Downlink Control Channel))에 할당되고, 다음 1개의 OFDM 심볼(820)은 DMRS(DeModulation Reference Signal)이 할당되고, 나머지 OFDM 심볼(830)은 데이터채널(예를 들어, PDSCH(Physical Downlink Shared Channel))이 할당될 수 있다.
- [125] 한편, 도 8과 같은 자원 영역 구조에서 앞서 설명한 CPE(또는, CFO) 추정을 위한 PCRS 또는 PNRS는 데이터채널이 할당되는 영역 830의 일부 RE(Resource Element)에 실려 단말로 전송될 수 있다. 이러한 신호는 위상 잡음을 제거하기 위한 신호이며, 앞서 설명했듯이 파일럿 신호가 될 수도 있고 데이터 신호가 변경되거나 복제된 신호일 수도 있다.
- [126] **2. 제안하는 정보 전송 방법**
- [127] 상술한 바와 같이 mmWave 대역을 이용하는 통신 시스템에서는 기지국에 의한 단말로의 빔포밍이 중요하다. 이는, 고주파 대역을 이용할수록 경로 감쇄가 더 크게 나타나기 때문이다. 따라서, 만약 단말이 기지국으로부터 수신한 신호로부터 빔 불일치(beam mismatch)가 크다고 판단한 경우, 단말은 빔 불일치를 해결하기 위하여 기지국으로 빔포밍에 관련된 정보를 전송해야 한다.
- [128] 이하에서는, 단말이 기지국으로 빔포밍 관련된 정보를 전송하기 위한 실시 예를 제안한다. 설명의 편의상, 이하 설명에서는 단말이 기지국으로 전송하는 빔포밍 관련 정보 (또는 빔 관련 제어 정보)를 BSI(Beam State Information)라 통칭한다.
- [129] 이에, 단말은 빔 불일치의 정도가 크다고 판단한 경우 기지국으로 BSI를 전송할 수 있다. 이러한 BSI는 빔 인덱스에 대한 정보, 빔 수신 파워에 대한 정보 등 단말에 대해서 현재 빔포밍된 빔에 대한 정보를 모두 포함할 수 있으며, 일 예로 상기 BSI는 단말이 선호하는 빔에 대한 정보 (예: 빔 인덱스 등)를 포함할 수 있다. 따라서, BSI가 전송된다는 것은 단말이 기지국으로 빔 불일치가 큼을 알리는 과정으로 이해될 수 있다.
- [130] 한편, 단말이 BSI를 기지국으로 전송하기 위해서는 기지국으로부터 상향링크 그랜트를 수신하는 것이 선행되어야 한다. 따라서, 단말이 기지국으로 빔포밍 관련 정보(BSI)를 전송하기 위해서는, 단말이 BSI를 전송하기 위해 UL 그랜트가 필요함을 알리는 과정이 먼저 요구된다.
- [131] 단말은 기지국으로 BSI를 전송하기에 앞서서 UL 그랜트를 요청하는 신호를

전송할 수 있다. 이와 같이 UL 그랜트를 요청하는 신호는 SR(Scheduling Request)가 될 수 있으며, 기지국은 단말로부터 SR이 수신되면 xPDCCH(x-Physical Downlink Control Channel)를 통해서 xPUSCH(x-Physical Uplink Shared Channel) UL 그랜트를 단말에 응답하여 전송한다.

- [132] 이때, 기지국이 전송하는 UL 그랜트에는 제어 정보 멀티플렉싱을 허용하는 필드가 정의되며, 이하에서는 이 필드를 UL 피드백 요청 필드(UL feedback request field)라 한다. 기지국이 단말로 하여금 상향링크 제어 정보(예를 들어, BSI)를 멀티플렉싱하여 전송함(즉, 피기백(piggyback))을 허용하는 경우 UL 피드백 요청 필드의 값이 '1'로 활성화되며, 기지국이 단말로 하여금 상향링크 제어 정보(예를 들어, BSI)의 전송을 허용하지 않는 경우 UL 피드백 요청 필드의 값이 '0'으로 비활성화된다. UL 피드백 요청 필드의 값이 '1' 및 '0'로 설정되는 것은 단순한 예시에 불과하며, 해당 필드의 값은 상술한 예와 반대로 설정되거나 다른 값으로 설정되어, 단말로 하여금 제어 정보를 멀티플렉싱하여 전송하는 과정을 허용하거나 허용하지 않는 비트 값으로 설정될 수 있다.
- [133] 한편, 단말이 UL 피드백 요청 필드의 값을 확인하고 상향링크 제어 정보의 전송이 허용된 경우, 단말은 xPUSCH를 통해서 빔 관련 UCI(Uplink Control Information)를 데이터와 멀티플렉싱하여 기지국으로 전송한다. 이러한 빔 관련 UCI는 상술한 BSI가 될 수 있으며, 기지국으로 하여금 빔 불일치가 커서 빔포밍이 조절되거나 재수행되어야 할 필요가 있음을 알리는 정보가 될 수 있다.
- [134] 이상에서 설명한 과정에 있어서, 빔 불일치가 발생하는 경우 단말과 기지국 간의 타이밍 동기가 크게 어긋날 수 있으며 SNR(Signal to Noise Ratio) 레벨 또한 빔 불일치가 발생하지 않은 경우와 상대적으로 크게 다를 가능성이 높다. 따라서, 단말이 종래의 SR 자원(예: LTE 표준에서 정의된 SR 자원)을 이용하여 BSI 전송을 위한 UL 그랜트를 요청하는 신호를 기지국에 전송하더라도, 기지국은 단말이 전송한 UL 그랜트를 요청하는 신호(예: SR 프리엠블)를 정상적으로 수신하지 못할 수 있다.
- [135] 이하에서는 상술한 내용을 고려하여, 단말이 SR이 아닌 RACH(Random Access Channel) 자원을 이용하여 BSI 전송을 트리거링하는 실시 예를 제안한다. 여기서 RACH 자원이란, 랜덤 액세스(Random Access)를 수행하기 위한 목적으로 할당되는 자원을 의미한다. 즉, 본 발명에서는 단말이 랜덤 액세스 목적(예: 초기 접속으로서 무선링크를 형성하려는 목적(RRC IDLE -> RRC CONNECTED), 무선링크 실패 이후 무선링크를 재형성하려는 목적, 핸드오버에서 새로운 셀과의 상향링크 동기를 형성하려는 목적, 단말이 RRC_CONNECTED 상태에 있으나 상향링크가 동기화되지 않았을 때 상향링크 동기를 형성하려는 목적 등)으로 사용 가능한 RACH 자원을 이용하여 BSI 전송을 트리거링하는 방법에 대하여 설명한다.
- [136] 제안하는 실시 예에서, 기지국은 RACH 시퀀스의 루트 값, 순환 시프트(cyclic shift) 값, 서브밴드(subband) 및 전송 시점 중 적어도 하나를 다르게 하여 전송

RACH 자원을 정의할 수 있다. 이어, 기지국은 전용 RACH 자원을 DCI(Downlink Control Information) 또는 RRC(Radio Resource Control) 시그널링을 통해 단말 특정적으로(UE-specific) 할당할 수 있다.

[137] 여기서, 기지국은 특정 단말의 전송 시점으로써 RACH 시간 축 자원 중 하나 이상을 지정할 수 있다. 이때, 상기 복수의 RACH 시간 축 자원은 복수의 RACH OFDM 심볼로 구성될 수 있다.

[138] 이때, 단말은 빔 불일치가 발생한 경우 할당된 전용 RACH 자원을 기지국에 전송하며, 기지국은 단말로부터 수신된 전용 RACH 프리엠블에 따라 특정 UE가 xPUSCH(x-Physical Uplink Shared Channel)를 통해 UCI를 피드백하여 전송하고자 함을 인지할 수 있다.

[139] [수식13]

$$a_{k,l} = c \cdot x_u(n) e^{-j \frac{2\pi}{12} vk}, \quad v \in \{0, 1, 2, \dots, 11\}$$

$$k = n + 1 + 12 * (6 * N_{RACH} + 51), \quad N_{RACH} \in \{0, 1, \dots, 7\}$$

$$n = 0, 1, \dots, 70$$

$$c = \begin{cases} 1 & \text{if } b \text{ is even} \\ c' & \text{if } b \text{ is odd} \end{cases}$$

$$c' \in \{-1, 1\}, \quad b \in \{(0, 1), (2, 3), (4, 5), (6, 7), (8, 9)\}$$

[140] 수식 13은 RACH 프리엠블을 생성하는 과정을 나타낸다. 수식 13에서 $x_u(n)$

은 루트 값이 u인 ZC 시퀀스의 n 번째 요소(element)를 나타낸다. v는 순환 시프트 값,

N_{RACH}

는 RACH 시퀀스가 전송되는 서브밴드를 각각 나타낸다. b는 RACH가 전송되는 서브프레임 내의 OFDM 심볼 인덱스(또는, RACH 서브프레임 내의 시퀀스 인덱스)를 나타낸다.

[141] 기지국은 u, v,

N_{RACH}

를 조합하여 고유한 RACH 프리엠블을 생성할 수 있으며, 생성된 RACH 프리엠블을 단말 특정적으로 할당할 수 있다. 이때, 단말은 빔 불일치가 발생했다고 판단되면, 할당된 전용 RACH 프리엠블을 기지국에 전송할 수 있고, 기지국은 임의의 단말로부터 전용 RACH 프리엠블이 수신되면 해당 단말로부터 UCI를 피드백하기 위한 자원의 할당이 요청됨을 인지할 수 있다.

[142] 기지국이 RACH 프리엠블을 단말 특정적으로 할당하는 과정에서, 기지국은 RACH 프리엠블을 전송할 수 있는 시점을 단말에 지정할 수도 있다. 즉, 단말

특정적으로 할당되는 RACH 프리엠블은 시퀀스를 특정하는 값(루트 값, 순환 시프트 값) 및 서브밴드 외에도 RACH 프리엠블의 전송 시점을 단말에게 특정적으로 할당할 수 있다.

- [143] 여기서, 기지국은 특정 단말의 전송 시점으로써 RACH 시간 축 자원 중 하나 이상을 지정할 수 있다. 이때, 상기 복수의 RACH 시간 축 자원은 복수의 RACH OFDM 심볼로 구성될 수 있다.
- [144] 도 9는 제안하는 실시 예와 관련된 RACH 서브프레임의 구조를 도시한다. 도 9에서 하나의 RACH 서브프레임은 5개의 RACH 자원들로 구성되며, 각 RACH 자원들은 2개의 시퀀스로 구성된다. 즉, 하나의 RACH 서브프레임 내에는 10개의 RACH 시퀀스가 정의된다. 앞서 수학식 13에서 설명한 b 값이 도 9에서 각각의 RACH 시퀀스 인덱스를 나타내며, 수학식 13의 c 값은 각각의 시퀀스에 곱해지는 가중치(weight)를 의미한다. 짝수번째 시퀀스에 대해서는 항상 $c=1$ 이며, 홀수번째 시퀀스에 대해서 c 는 1 또는 -1로 정의된다. 이하에서 특별한 설명이 없는 한 $c=1$ 인 것으로 설명한다.
- [145] 도 10은 제안하는 실시 예에 따른 정보 전송 방법을 도시하는 흐름도이다. 도 10은 앞서 설명한 과정에 따라 단말 특정적인 RACH 프리엠블이 할당된 이후 단말 및 기지국의 동작을 도시한다.
- [146] 먼저, 단말은 빔 불일치가 발생하여 빔 관련 상향링크 제어 정보(예를 들어, BSI)를 기지국으로 전송할 필요가 있다고 판단하는 경우, 자신에게 미리 할당된 전용 RACH 자원을 이용하여 기지국으로 RACH 프리엠블을 전송한다(S1010). 이러한 RACH 프리엠블은 단말이 기지국으로 BSI를 포함하는 UCI의 피드백이 필요함을 알리는 신호로 해석될 수 있다.
- [147] 이어서, 기지국은 단말로부터의 요청이 수신됨에 따라 단말에 빔 불일치가 발생했음을 판단한다. 기지국은 상술한 UL 피드백 요청 필드(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청 필드)를 정의하여 해당 필드의 값을 0 또는 1로 설정하여 단말에게 전송한다(S1020). 이때, UL 피드백 요청 필드(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청 필드)는 단말의 RACH 프리엠블에 응답하여 기지국이 전송하는 RACH 응답(RACH response) 또는 PDCCH(이하, 설명의 편의상 상기 RACH 프리엠블에 대한 응답 신호는 RACH 응답이라고 표현한다)에 포함되어 단말로 전송될 수 있다. 여기서, 상기 UL 피드백 요청 필드는 단말로부터의 BSI 전송 허용 여부를 나타내는 용도로 활용될 수 있다.
- [148] 한편, UL 피드백 요청(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청)은 기지국이 단말에게 BSI를 포함하는 UCI를 멀티플렉싱하여 전송할 것을 요청하는 과정을 의미할 수 있다. UL 피드백 요청 필드(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청 필드)는 주기적 또는 비주기적으로 단말에게 전송될 수 있다. 또한, S1020에서 기지국이 RACH 응답을 전송하는 대신 단말로 DCI를 전송하여 UL 피드백 요청 필드(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청 필드)를 전달할 수도 있다.
- [149] 단말은 UL 피드백 요청 필드(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청 필드)의 값을

확인하여 BSI를 멀티플렉싱하여 전송하는 것이 허락된 경우, BSI를 포함하는 빔 관련 정보를 xPUSCH에 멀티플렉싱하여 기지국으로 전송한다(S1030). 물론, S1020에서 수신된 필드의 값이 BSI 전송을 요청하는 값이 아닌 경우, 단말은 BSI를 기지국으로 전송하지 않는다. 이러한 과정에서 주목해야 할 점은, 단말과 기지국 간에 RACH 프리엠블 및 RACH 응답이 송수신 되었음에도 불구하고, 이후의 RACH 과정이 수행되지 않는다는 점이다. 즉, RACH 프리엠블/응답의 송수신에 이어서 단말이 RRC 연결 요청 메시지를 전송하거나 기지국이 RRC 완료 메시지를 전송하는 대신, 단말이 기지국으로 BSI를 전송하는 과정이 수행된다.

- [150] 상술한 실시 예에 의하면, 유휴 RACH 자원에 여유가 있는 경우 유휴 RACH 자원을 활용할 수 있어서 시스템 오버헤드가 상대적으로 적다는 장점이 있다. 또한, 단말이 기지국과 RRC 연결된 상태에 있더라도 빔 불일치로 인해 타이밍이 맞지 않는 경우에 있어서도 RACH 과정은 안정적으로 수행된다는 점에서, SR을 이용하는 경우에 비해 기지국이 요청을 수신할 확률이 높다. 나아가, 기지국으로부터 RACH 응답이 수신되기 때문에 단말이 기지국과의 타이밍을 정렬(align)할 수도 있다는 장점이 있다. 또한, 단말이 dormant 상태(또는, DRX, Discontinuous Reception 모드)에서 활성 상태로 천이할 때 발생할 수 있는 빔 불일치에 대해 안정적인 빔 회복(recovery)이 수행될 수 있다는 장점도 있다.
- [151] 도 11은 제안하는 실시 예에 따른 필드 구성 방법을 도시하는 도면이다. 도 11은 앞서 설명한 기지국의 UL 피드백 요청 필드(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청 필드)의 구성 예를 도시한다.
- [152] 도 11에 도시된 바와 같이, 제안하는 실시 예에서는 UL 피드백 요청 필드(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청 필드)가 UL 그랜트가 아닌 RACH 응답에 정의된다. 단말이 전송하는 전용 RACH 프리엠블을 수신한 기지국은 단말로 전송할 RACH 응답 신호의 특정 필드 값을 1로 결정한다. 이러한 필드는 앞서 설명했듯이 1비트로 구성될 수 있으며, 도 11에는 RACH 응답의 맨 처음 비트로 구현되는 것으로 도시되나, 이에 한정되지 않고 RACH 응답의 중간이나 마지막 비트로 구현될 수도 있다. 또한, 비트의 값이 '1'인 것은 BSI의 멀티플렉싱 및 전송을 요청(즉, 허락)하는 것이고, '0'인 것은 요청하지 않음(즉, 허락하지 않음)을 의미할 수 있다. 물론, 비트 값과 의미하는 바는 반대로 대응될 수도 있다.
- [153] 도 12는 제안하는 실시 예에 따른 OCC(Orthogonal Cover Code) 적용 방법을 도시하는 도면이다. 앞서 제안한 실시 예에서, RACH 프리엠블 내에 정의되는 반복 구조에 OCC를 적용하여 또 다른 전용 RACH 자원을 정의할 수도 있다.
- [154] 만약 단말 A 및 단말 B에게 동일한 시퀀스(동일한 루트 값 및 순환 시프트 값), 동일한 서브밴드 및 동일한 전송 시점이 할당된 경우를 가정한다. 또한, 단말 A의 짝수/홀수번째 시퀀스의 c 값은 1, 1로 정의한다. 반면, 단말 B의 짝수/홀수번째 시퀀스의 c 값은 1, -1로 정의한다. 이러한 실시 예가 도 12에 도시된다.

- [155] 여기서, 기지국은 특정 단말의 전송 시점으로써 RACH 시간 축 자원 중 하나 이상을 지정할 수 있다. 이때, 상기 복수의 RACH 시간 축 자원은 복수의 RACH OFDM 심볼로 구성될 수 있다.
- [156] 도 12에 도시된 바와 같이 시퀀스에 적용되는 OCC 를 구분하는 경우, 단말 A에 할당되는 RACH 프리엠블과 단말 B에 할당되는 RACH 프리엠블은 서로 구별된다. 즉, 단말 A에는 OCC [1 1]를 할당하고 단말 B에는 OCC [1 -1]을 할당하는 경우, 두 OCC는 서로 직교하기 때문에 기지국이 두 단말의 RACH 프리엠블들을 서로 구별해낼 수 있다. 한편, 수학식 13에서 b 가 홀수인 경우 c 값은 1 또는 -1을 가질 수 있음을 설명한 바 있으며, 도 12의 실시 예가 해당 내용에 대응된다.
- [157] 추가적인 실시예에서, 단말이 기지국으로부터 전용 RACH 자원을 할당 받지 못한 경우, 본 발명에서는 상기 단말이 빔 관련 상향링크 제어 정보 (예: BSI)를 전송하는 방법을 제안한다.
- [158] 앞선 실시예와 달리, 단말은 RACH 프리엠블을 미리 설정된 (예: LTE 표준에 의해 설정된) RACH 자원을 통해 전송한다. 이때, 상기 RACH 프리엠블은 임의의 시퀀스로 결정될 수 있다. 이 경우, 앞선 실시예와 달리 RACH 자원이 별도로 단말 고유하게 정의될 필요가 없다는 장점이 있다. 다만, 미리 설정된 RACH 자원은 경쟁 기반 RACH 자원으로써 모든 단말이 이용 가능하다는 단점이 있다. 다시 말해, 모든 단말이 상기 (경쟁 기반) RACH 자원을 통해 신호를 송수신할 수 있으므로써, 신호 충돌(collision)이 발생할 수 있다.
- [159] 상기 RACH 자원을 통해 전송된 임의의 RACH 프리엠블 (또는 RACH 프리엠블)을 수신한 기지국은 단말에게 RAR (RACH Response)를 전송한다.
- [160] 이어, 단말은 상기 RAR이 지시하는 UL 자원을 이용하여 RRC 연결 요청 (RRC connection request) 메시지를 기지국으로 전송한다.
- [161] 여기서, 상기 신호 송수신 방법은 종래 LTE 표준에서 정의된 랜덤 액세스 절차에 따라 수행될 수 있다.
- [162] 다만, 상기 단말은 상기 RRC 연결 요청 메시지 내 C-RNTI (Common - Radio Network Temporary Identity) 또는 기지국으로부터 할당 받은 ID 정보를 기지국으로 전송함으로써 상기 RRC 연결 요청 메시지가 상향링크 초기 접근 (UL initial access) 목적이 아닌 빔 복구 목적임을 나타낼 수 있다.
- [163] 참고로, 종래 LTE 표준에서 정의된 랜덤 액세스 절차에 따라 RRC IDLE 상태의 단말은 상향링크 초기 접근을 요청하기 위해 RRC 연결 요청 메시지를 기지국으로 전송할 수 있는데, 이때 상기 RRC 연결 요청 메시지에는 임의의 ID (예: random ID)가 포함된다. 이때, 기지국은 수신된 RRC 연결 요청 메시지에 포함된 ID 정보를 확인하여 상기 RRC 연결 요청 메시지가 상향링크 초기 접근 목적 또는 빔 복구 목적인지 여부를 확인할 수 있다.
- [164] 이에, 기지국은 C-RNTI를 포함한 RRC 연결 요청 메시지를 수신함으로써 단말이 이미 RRC 연결 상태임을 알 수 있고, S1020 단계와 유사하게 기지국은

UL 피드백 요청 필드(또는, xPUSCH UCI 피드백 요청 필드)를 정의하여 해당 필드의 값을 1로 설정하여 단말에게 전송한다.

- [165] 이에 대응하여, S1030 단계와 유사하게 단말은 BSI를 포함하는 빔 관련 정보를 xPUSCH에 멀티플렉싱하여 기지국으로 전송한다.
- [166] 정리하면, 본 발명에 따른 단말은 BSI 전송을 위한 UL 그랜트를 트리거링하기 위하여 단말 특정 RACH 자원 또는 경쟁 기반 RACH 자원을 통해 신호를 전송할 수 있다.
- [167] 실시예에 따라, 단말은 BSI 피드백을 위한 UL 그랜트를 전송할 수 있는 전용 RACH 자원을 할당 받을 수 있고, 할당 받지 못할 수도 있다. 이때, 전용 RACH 자원을 할당 받은 경우, 상기 단말은 할당 받은 전용 RACH 자원을 통해 RACH 프리엠블을 전송함으로써 BSI 피드백을 위한 UL 그랜트를 기지국에 요청할 수 있다. 또는, 전용 RACH 자원을 할당 받지 못한 경우, 상기 단말은 경쟁 기반 RACH 자원을 통해 RACH 프리엠블을 기지국으로 전송하고, 기지국으로부터 수신된 RAR이 지시하는 UL 자원을 통해 C-RNTI를 포함한 RRC 연결 요청 메시지를 전송함으로써 BSI 피드백을 위한 UL 그랜트를 기지국에 요청할 수 있다.
- [168] 추가적으로, 본 발명에서는 PUCCH 포맷 1 자원을 활용하여, UCI 피드백 용 xPUSCH 자원 요청 시그널링을 정의하는 방안을 제안한다.
- [169] 종래 LTE 표준에 따르면, 하나의 RB에 (12X7=84REs) 총 36개의 PUCCH 포맷 1이 정의된다. 이러한 PUCCH 포맷 1은 단순히 SR만을 위한 PUCCH 포맷을 나타낸다.
- [170] 이를 16개로 구분하며, 각 PUCCH 포맷에 추가 1 비트를 추가함으로써, SR 뿐만 아니라 UCI 피드백 용 xPUSCH 자원 요청을 위한 시그널링할 수 있다.
- [171] 또한, PUCCH 포맷 2을 상기 방법에 적용할 수 있다. 즉, PUCCH 포맷 2 또한 UCI 피드백 용 xPUSCH 자원 요청을 위한 시그널링으로 정의될 수 있다.
- [172] 이상에서는 RACH 프리엠블에 대해 서브밴드와 전송 타이밍 등을 추가적으로 정의함으로써 단말 전용의 RACH 프리엠블을 할당하는 과정과, UCI(예를 들어, BSI)의 피드백을 위한 트리거링 과정에 대해 설명하였다. 이러한 과정에 따르면, 단말은 빔 불일치가 발생하더라도 기지국에 안정적으로 빔 관련 정보를 전달할 수 있게 되어, 빔 회복 절차가 효율적으로 수행될 수 있다.

[173] 3. 장치 구성

- [174] 도 13은 본 발명의 일 실시 예와 관련된 단말 및 기지국의 구성을 도시하는 도면이다. 도 13에서 단말(100) 및 기지국(200)은 각각 무선 주파수(RF) 유닛(110, 210), 프로세서(120, 220) 및 메모리(130, 230)를 포함할 수 있다. 도 13에서는 단말(100)와 기지국(200) 간의 1:1 통신 환경만을 도시하였으나, 다수의 단말과 다수의 기지국 간에도 통신 환경이 구축될 수 있다. 또한, 도 13에 도시된 기지국(200)은 매크로 셀 기지국과 스몰 셀 기지국에 모두 적용될 수 있다.
- [175] 각 RF 유닛(110, 210)은 각각 송신부(112, 212) 및 수신부(114, 214)를 포함할 수

있다. 단말(100)의 송신부(112) 및 수신부(114)는 기지국(200) 및 다른 단말들과 신호를 송신 및 수신하도록 구성되며, 프로세서(120)는 송신부(112) 및 수신부(114)와 기능적으로 연결되어 송신부(112) 및 수신부(114)가 다른 기기들과 신호를 송수신하는 과정을 제어하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 전송할 신호에 대한 각종 처리를 수행한 후 송신부(112)로 전송하며, 수신부(114)가 수신한 신호에 대한 처리를 수행한다.

[176] 필요한 경우 프로세서(120)는 교환된 메시지에 포함된 정보를 메모리(130)에 저장할 수 있다. 이와 같은 구조를 가지고 단말(100)은 이상에서 설명한 본 발명의 다양한 실시 형태의 방법을 수행할 수 있다.

[177] 기지국(200)의 송신부(212) 및 수신부(214)는 다른 기지국 및 단말들과 신호를 송신 및 수신하도록 구성되며, 프로세서(220)는 송신부(212) 및 수신부(214)와 기능적으로 연결되어 송신부(212) 및 수신부(214)가 다른 기기들과 신호를 송수신하는 과정을 제어하도록 구성될 수 있다. 또한, 프로세서(220)는 전송할 신호에 대한 각종 처리를 수행한 후 송신부(212)로 전송하며 수신부(214)가 수신한 신호에 대한 처리를 수행할 수 있다. 필요한 경우 프로세서(220)는 교환된 메시지에 포함된 정보를 메모리(230)에 저장할 수 있다. 이와 같은 구조를 가지고 기지국(200)은 앞서 설명한 다양한 실시 형태의 방법을 수행할 수 있다.

[178] 단말(100) 및 기지국(200) 각각의 프로세서(120, 220)는 각각 단말(100) 및 기지국(200)에서의 동작을 지시(예를 들어, 제어, 조정, 관리 등)한다. 각각의 프로세서들(120, 220)은 프로그램 코드들 및 데이터를 저장하는 메모리(130, 230)들과 연결될 수 있다. 메모리(130, 230)는 프로세서(120, 220)에 연결되어 오퍼레이팅 시스템, 어플리케이션, 및 일반 파일(general files)들을 저장한다.

[179] 본 발명의 프로세서(120, 220)는 컨트롤러(controller), 마이크로 컨트롤러(microcontroller), 마이크로 프로세서(microprocessor), 마이크로 컴퓨터(microcomputer) 등으로도 호칭될 수 있다. 한편, 프로세서(120, 220)는 하드웨어(hardware) 또는 펌웨어(firmware), 소프트웨어, 또는 이들의 결합에 의해 구현될 수 있다.

[180] 하드웨어를 이용하여 본 발명의 실시 예를 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(120, 220)에 구비될 수 있다.

[181] 한편, 상술한 방법은, 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터 판독 가능 매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 또한, 상술한 방법에서 사용된 데이터의 구조는 컴퓨터 판독 가능 매체에 여러 수단을 통하여 기록될 수 있다. 본 발명의 다양한 방법들을 수행하기 위한 실행 가능한 컴퓨터 코드를 포함하는 저장 디바이스를 설명하기 위해 사용될 수 있는 프로그램 저장 디바이스들은, 반송파(carrier

waves)나 신호들과 같이 일시적인 대상들은 포함하는 것으로 이해되지는 않아야 한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, DVD 등)와 같은 저장 매체를 포함한다.

- [182] 본원 발명의 실시 예 들과 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로, 개시된 방법들은 한정적인 관점이 아닌 설명적 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 발명의 상세한 설명이 아닌 특허청구 범위에 나타나며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

산업상 이용가능성

- [183] 상술한 내용은 3GPP LTE, LTE-A 시스템뿐 아니라, 그 외에도 IEEE 802.16x, 802.11x 시스템을 포함하는 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다. 나아가, 제안한 방법은 초고주파 대역을 이용하는 mmWave 통신 시스템에도 적용될 수 있다.

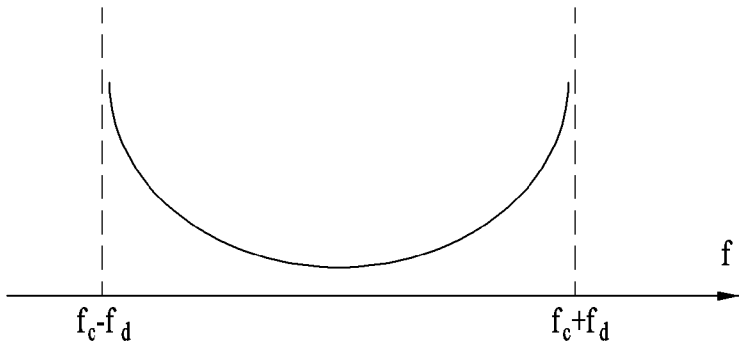
청구범위

- [청구항 1] mmWave 통신 시스템에서 단말이 빔 관련 상향링크 제어 정보를 전송하는 방법에 있어서,
 기지국으로부터의 빔 불일치(beam mismatch)가 발생했음을 판단하는 단계;
 상기 빔 불일치가 발생한 경우, 상기 기지국으로부터 RACH(Random Access Channel) 프리엠블 전송을 위해 단말 특정적으로 할당 받은 자원을 통해 빔 관련 제어 정보의 피드백을 위한 상향링크 자원을 요청하는 RACH 프리엠블을 상기 기지국으로 전송하는 단계;
 상기 기지국으로부터 상기 빔 관련 제어 정보의 피드백을 위한 상향링크 할당 (UL Assignment) 정보를 포함하는 메시지를 수신하는 단계; 및
 상기 기지국으로 할당된 상향링크 자원을 통해 상기 빔 관련 제어 정보를 포함하는 상향링크 제어 정보를 전송하는 단계;를 포함하는, 정보 전송 방법.
- [청구항 2] 제 1항에 있어서,
 상기 상향링크 할당 정보를 포함하는 메시지는,
 RACH 응답 또는 물리 하향링크 제어 채널 (PDCCH)를 통해 전송되는, 정보 전송 방법.
- [청구항 3] 제 1항에 있어서,
 상기 RACH 프리엠블은 시퀀스의 루트 값 및 순환 시프트 값에 더하여, 서브밴드, 전송 타이밍 및 시퀀스의 OCC(Orthogonal Cover Code) 중 적어도 하나에 의해 정의되는 것인, 정보 전송 방법.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,
 상기 전송 타이밍은 복수의 RACH 시간 축 자원 중 하나 이상을 지정하는 것인, 정보 전송 방법.
- [청구항 5] 제4항에 있어서,
 상기 복수의 RACH 시간 축 자원은, 복수의 RACH OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하는, 정보 전송 방법.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,
 상기 상향링크 제어 정보를 전송하는 단계는, 상기 상향링크 제어 정보를 상향링크 데이터 채널의 전송 영역에 멀티플렉싱하여 전송하는 것인, 정보 전송 방법.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,
 상기 상향링크 할당 정보를 포함하는 메시지는 상기 빔 관련 정보의 전송 허용 여부를 나타내는 1비트로 구성되는 필드를 포함하는 것인, 정보 전송 방법.
- [청구항 8] 제1항에 있어서,

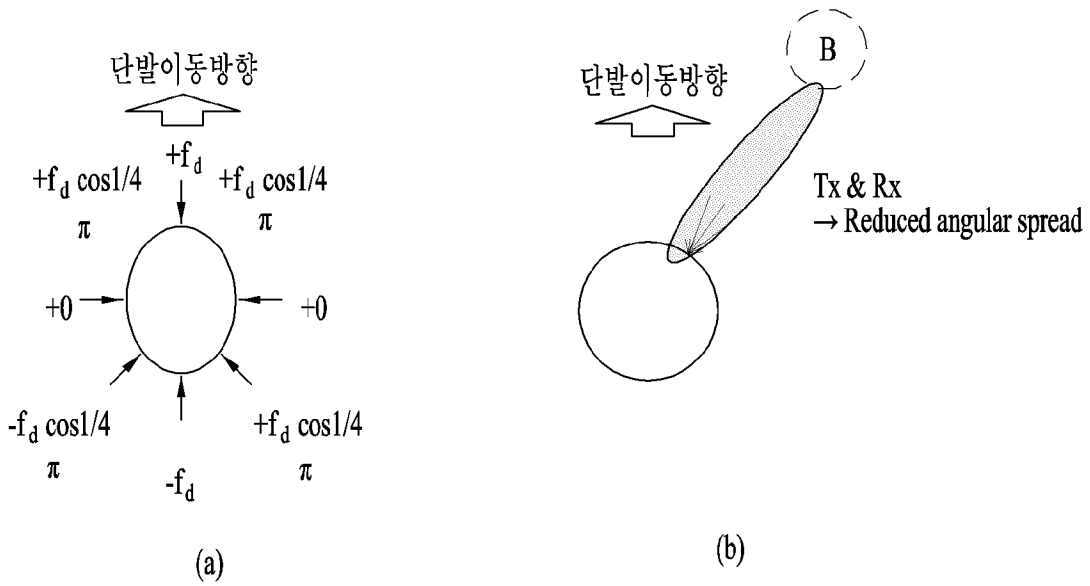
- 상기 빔 관련 제어 정보는 BSI (Beam State Information)을 포함하는, 정보 전송 방법.
- [청구항 9] mmWave 통신 시스템에서 상향링크 제어 정보를 전송하는 단말에 있어서,
송신부;
수신부; 및
상기 송신부 및 상기 수신부와 연결되어 동작하는 프로세서를 포함하되,
상기 프로세서는,
기지국으로부터의 빔 불일치(**beam mismatch**)가 발생했음을 판단하고,
상기 빔 불일치가 발생한 경우, 상기 기지국으로부터 RACH(Random Access Channel) 프리엠블 전송을 위해 단말 특정적으로 할당 받은 자원을 통해 빔 관련 제어 정보의 피드백을 위한 상향링크 자원을 요청하는 RACH 프리엠블을 상기 기지국으로 전송하고,
상기 기지국으로부터 상기 빔 관련 제어 정보의 피드백을 위한 상향링크 할당 (UL Assignment) 정보를 포함하는 메시지를 수신하고,
상기 기지국으로 할당된 상향링크 자원을 통해 상기 빔 관련 제어 정보를 포함하는 상향링크 제어 정보를 전송하도록 구성되는, 단말.
- [청구항 10] 제 9항에 있어서,
상기 상향링크 할당 정보를 포함하는 메시지는,
RACH 응답 또는 물리 하향링크 제어 채널 (PDCCH)를 통해 전송되는, 단말.
- [청구항 11] 제 9항에 있어서,
상기 RACH 프리엠블은 시퀀스의 루트 값 및 순환 시프트 값에 더하여, 서브밴드, 전송 타이밍 및 시퀀스의 OCC(Orthogonal Cover Code) 중 적어도 하나에 의해 정의되는 것인, 단말.
- [청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 전송 타이밍은 복수의 RACH 시간 축 자원 중 하나 이상을 지정하는 것인, 단말.
- [청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 복수의 RACH 시간 축 자원은, 복수의 RACH OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼을 포함하는, 단말.
- [청구항 14] 제9항에 있어서,
상기 프로세서는, 상기 상향링크 제어 정보를 상향링크 데이터 채널의 전송 영역에 멀티플렉싱하여 전송하는, 단말.
- [청구항 15] 제9항에 있어서,
상기 상향링크 할당 정보를 포함하는 메시지는 상기 빔 관련 정보의 전송 허용 여부를 나타내는 1비트로 구성되는 필드를 포함하는 것인, 단말.
- [청구항 16] 제9항에 있어서,

상기 빔 관련 제어 정보는 BSI (Beam State Information)을 포함하는, 단말.

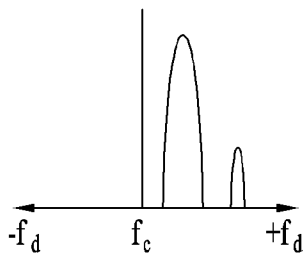
[도1]



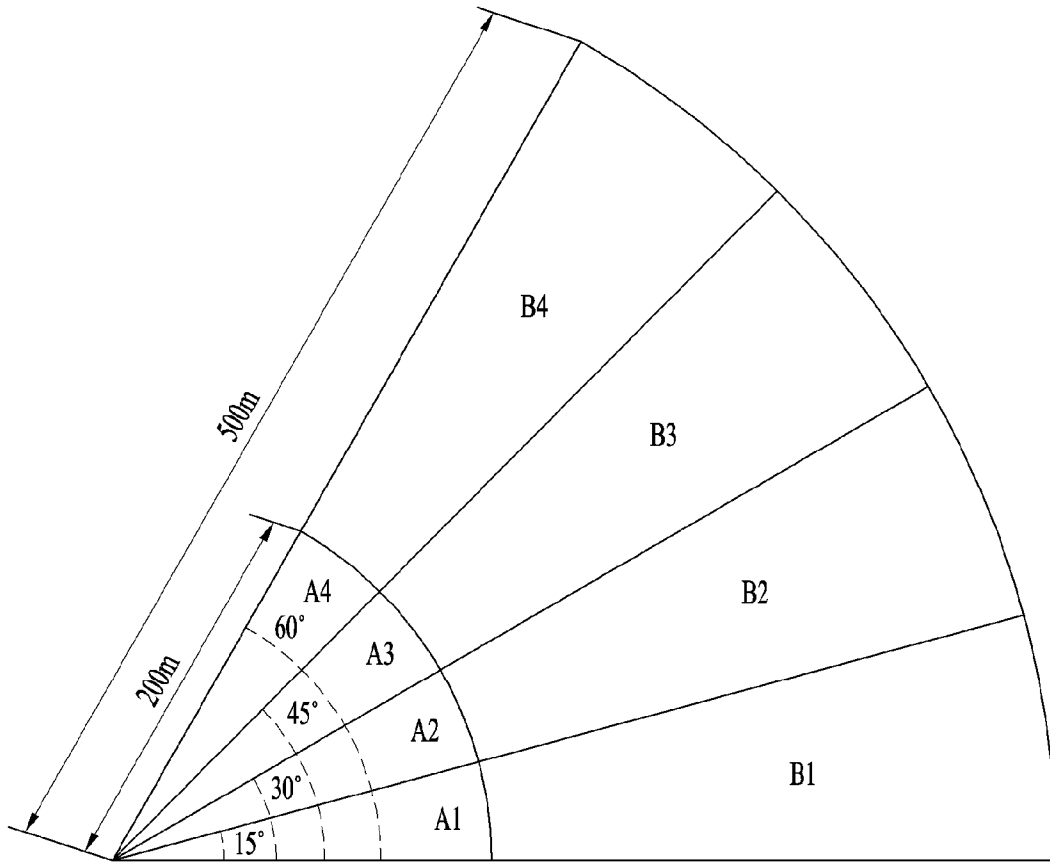
[도2]



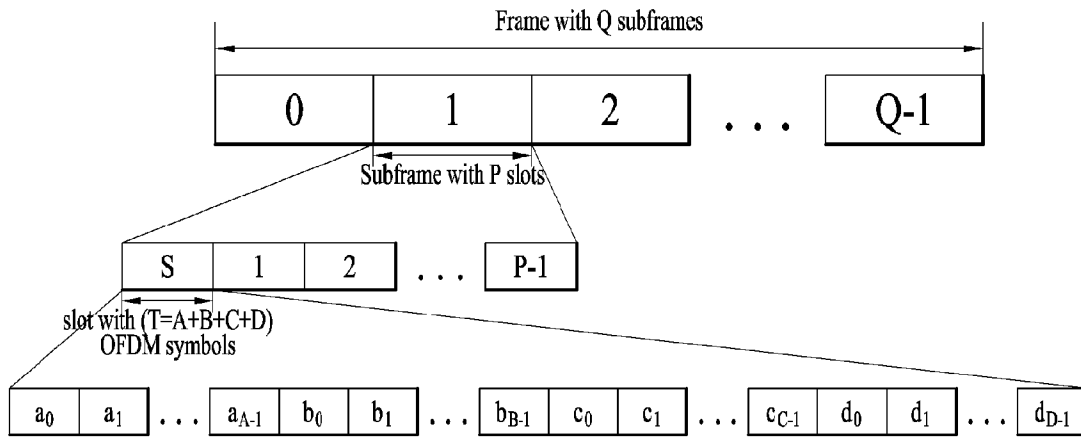
[도3]



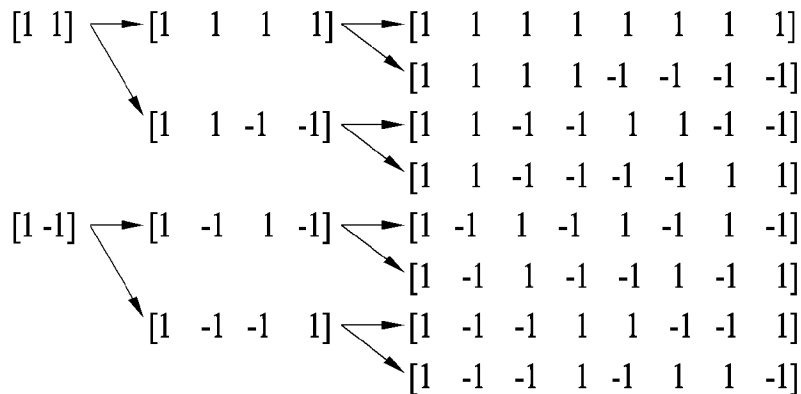
[도4]



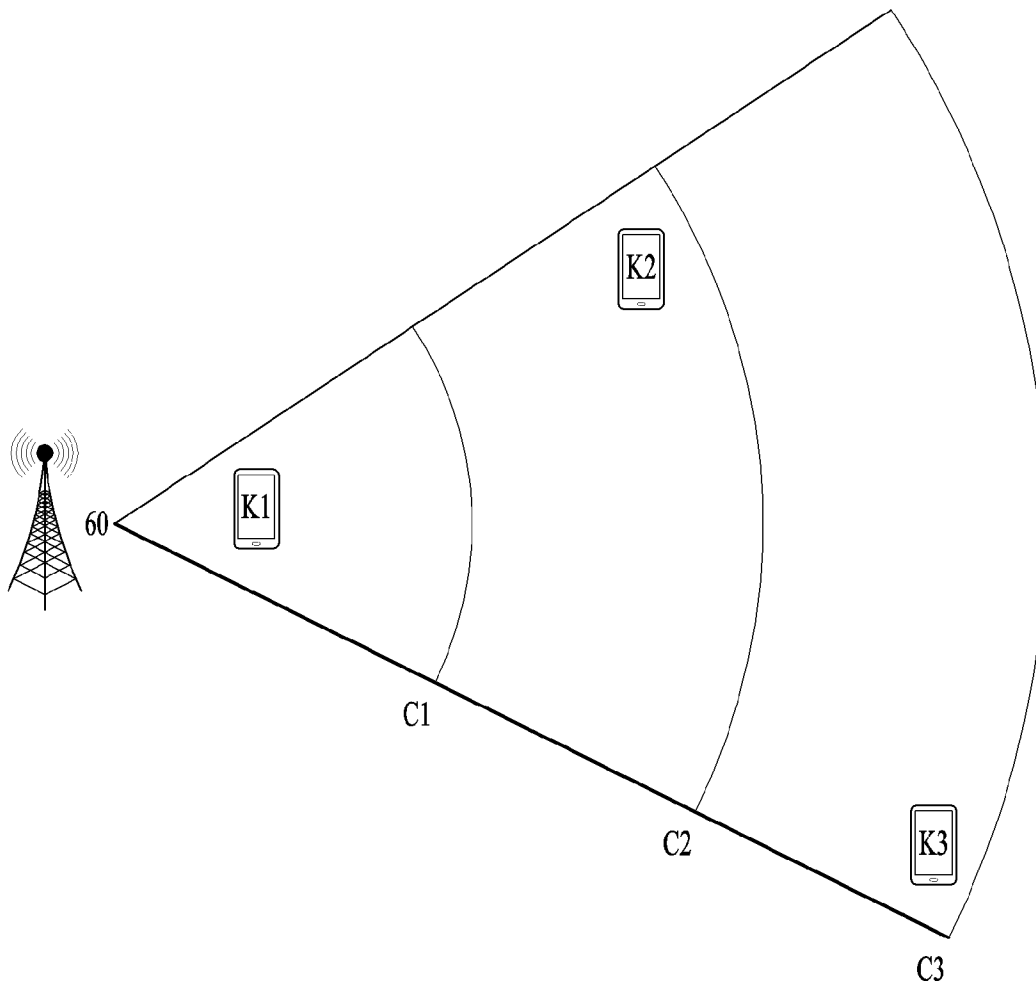
[도5]



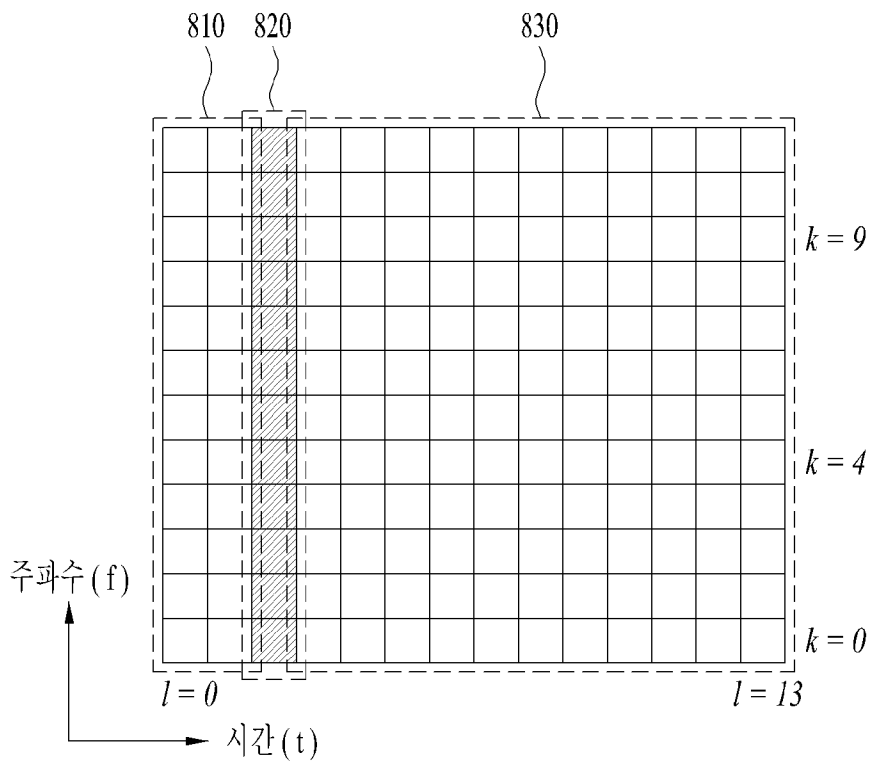
[도6]



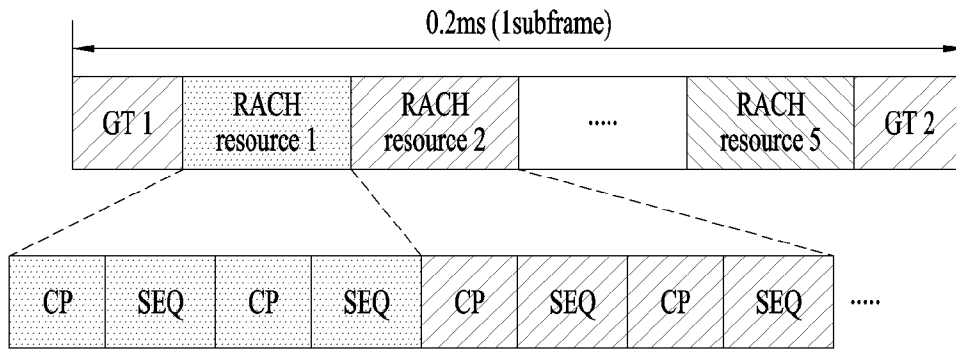
[도7]



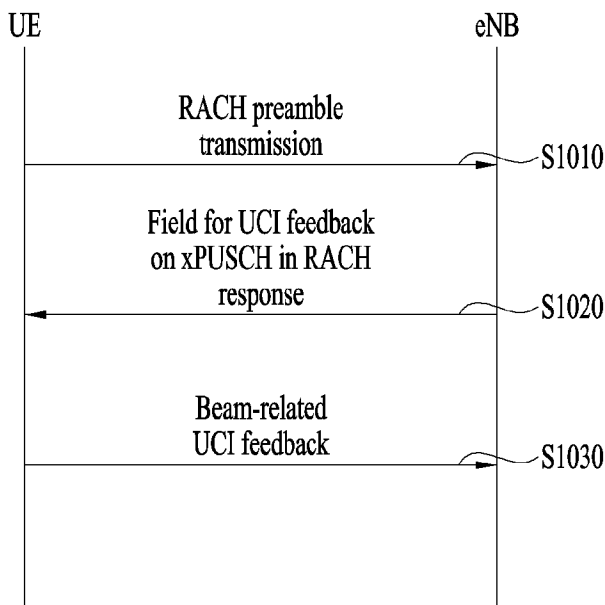
[도8]



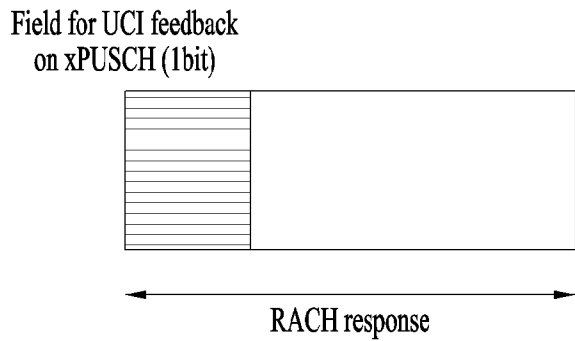
[도9]



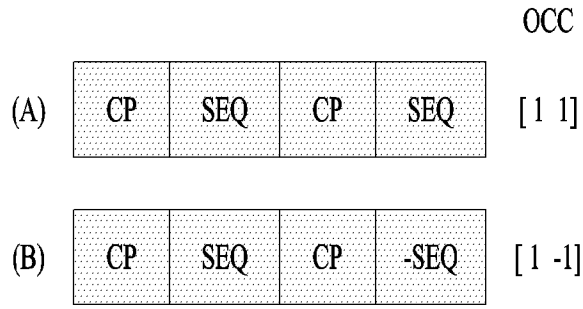
[도10]



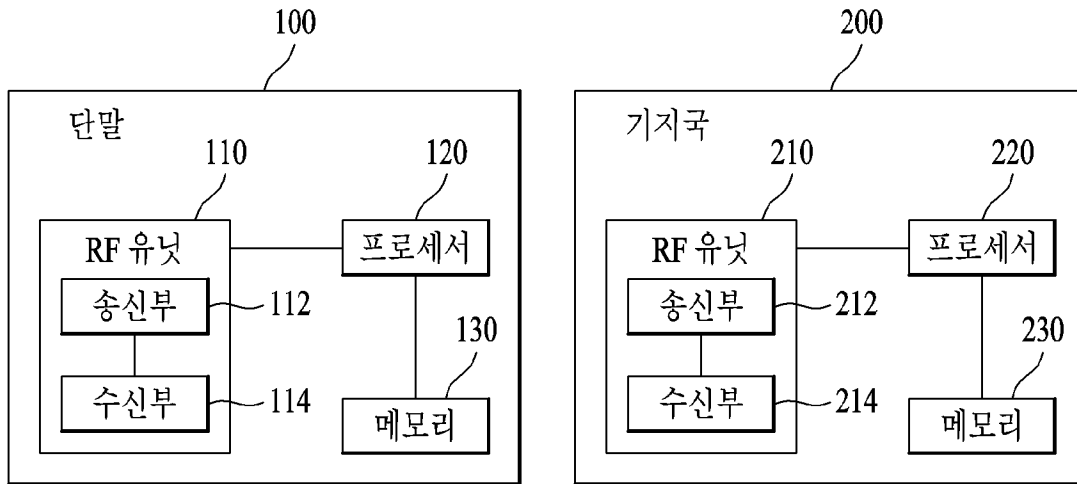
[도11]



[도12]



[도13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2017/005161

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H04W 72/04(2009.01)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)

H04W 72/04; H04B 7/26; H01Q 3/00; 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: mmWave, beam inconsistency, beam related control information, RACH(Random Access Channel) preamble, user equipment specific, resource allocation, feedback, uplink assignment(UL Assignment) information

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2014-0129625 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 07 November 2014 See paragraphs [0059]-[0109]; claims 1, 18, 35; and figures 7-14.	1-16
A	US 2014-0056256 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 27 February 2014 See paragraphs [0081]-[0096]; and figures 6, 7.	1-16
A	US 2014-0091968 A1 (GOOGLE INC.) 03 April 2014 See paragraphs [0040]-[0061]; and figures 5-7.	1-16
A	LG ELECTRONICS, "Random Access Preamble in LAA", R1-164500, 3GPP TSG RAN WG1 meeting #85, 14 May 2016 See sections 2-4.	1-16
A	INTERDIGITAL COMMUNICATIONS, "Beam-based Design Framework for New Radio", R1-164874, 3GPP TSG-RAN WG1 #85, 14 May 2016 See sections 2-4.	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

14 SEPTEMBER 2017 (14.09.2017)

Date of mailing of the international search report

14 SEPTEMBER 2017 (14.09.2017)

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/KR2017/005161

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-2014-0129625 A	07/11/2014	EP 2992617 A1	09/03/2016
		US 2014-0323143 A1	30/10/2014
		WO 2014-178656 A1	06/11/2014
US 2014-0056256 A1	27/02/2014	AU 2014-375057 A1	20/02/2014
		CA 2844372 A1	21/02/2013
		CN 103875191 A	18/06/2014
		JP 2014-526217 A	02/10/2014
		KR 10-2013-0017932 A	20/02/2013
		US 2013-0039345 A1	14/02/2013
		US 8594053 B2	26/11/2013
		US 9571171 B2	14/02/2017
		WO 2013-024942 A1	21/02/2013
US 2014-0091968 A1	03/04/2014	US 2011-0059706 A1	10/03/2011
		US 2013-0271322 A1	17/10/2013
		US 8442457 B2	14/05/2013
		US 8630596 B2	14/01/2014
		US 9246216 B2	26/01/2016

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
H04W 72/04(2009.01)i, H04L 5/00(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
H04W 72/04; H04B 7/26; H01Q 3/00; 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: mmWave, 빔 불일치, 빔 관련 제어 정보, RACH(Random Access Channel) 프리앰블, 단말 특정적, 자원 할당, 피드백, 상향링크 할당 (UL Assignment) 정보

C. 관련 문헌

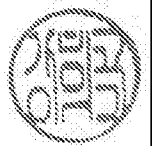
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2014-0129625 A (삼성전자주식회사) 2014.11.07 단락 [0059]-[0109]; 청구항 1, 18, 35; 및 도면 7-14 참조.	1-16
A	US 2014-0056256 A1 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 2014.02.27 단락 [0081]-[0096]; 및 도면 6, 7 참조.	1-16
A	US 2014-0091968 A1 (GOOGLE INC.) 2014.04.03 단락 [0040]-[0061]; 및 도면 5-7 참조.	1-16
A	LG ELECTRONICS, 'Random access preamble in LAA', R1-164500, 3GPP TSG RAN WG1 meeting #85, 2016.05.14 섹션 2-4 참조.	1-16
A	INTERDIGITAL COMMUNICATIONS, 'Beam-based design framework for New Radio', R1-164874, 3GPP TSG-RAN WG1 #85, 2016.05.14 섹션 2-4 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 09월 14일 (14.09.2017)	국제조사보고서 발송일 2017년 09월 14일 (14.09.2017)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578	심사관 강희국 전화번호 +82-42-481-8264
---	------------------------------------



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-2014-0129625 A	2014/11/07	EP 2992617 A1 US 2014-0323143 A1 WO 2014-178656 A1	2016/03/09 2014/10/30 2014/11/06
US 2014-0056256 A1	2014/02/27	AU 2014-375057 A1 CA 2844372 A1 CN 103875191 A JP 2014-526217 A KR 10-2013-0017932 A US 2013-0039345 A1 US 8594053 B2 US 9571171 B2 WO 2013-024942 A1	2014/02/20 2013/02/21 2014/06/18 2014/10/02 2013/02/20 2013/02/14 2013/11/26 2017/02/14 2013/02/21
US 2014-0091968 A1	2014/04/03	US 2011-0059706 A1 US 2013-0271322 A1 US 8442457 B2 US 8630596 B2 US 9246216 B2	2011/03/10 2013/10/17 2013/05/14 2014/01/14 2016/01/26