



- (51) 국제특허분류:
H04W 56/00 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/009453
- (22) 국제출원일: 2014년 10월 7일 (07.10.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2013-0119179 2013년 10월 7일 (07.10.2013) KR
- (71) 출원인: 삼성전자주식회사 (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) [KR/KR]; 443-742 경기도 수원시 영통구 삼성로 129, Gyeonggi-do (KR). 성균관대학교산학협력단 (RESEARCH & BUSINESS FOUNDATION SUNGKYUNKWAN UNIVERSITY) [KR/KR]; 440-746 경기도 수원시 장안구 서부로 2066, 성균관대학교내, Gyeonggi-do (KR).
- (72) 발명자: 류현석 (RYU, Hyun-Seok); 446-875 경기도 용인시 기흥구 흥덕1로 79번길 37 흥덕마을 5단지호반베르디움아파트 502동 2003호, Gyeonggi-do (KR). 최형진 (CHOI, Hyung-Jin); 138-797 서울시 송파구 올림픽로 4길 15 아시안수촌아파트 10동 405호, Seoul

(KR). 김대균 (KIM, Dae-Gyun); 463-773 경기도 성남시 분당구 중앙공원로 54 시범단지우성아파트 228동 1703호, Gyeonggi-do (KR). 박승훈 (PARK, Seung-Hoon); 121-780 서울시 마포구 마포대로 11길 50 삼성래미안공덕 4차아파트 405동 304호, Seoul (KR). 이동준 (LEE, Dong-Joon); 440-825 경기도 수원시 장안구 화산로 233번길 10 한샘빌딩 503호, Gyeonggi-do (KR). 임치우 (LIM, Chi-Woo); 443-738 경기도 수원시 영통구 청명북로 33 청명마을 4단지아파트 426동 303호, Gyeonggi-do (KR). 황원준 (HWANG, Won-Joon); 440-827 경기도 수원시 장안구 율전로 64번길 41-21 101호, Gyeonggi-do (KR).

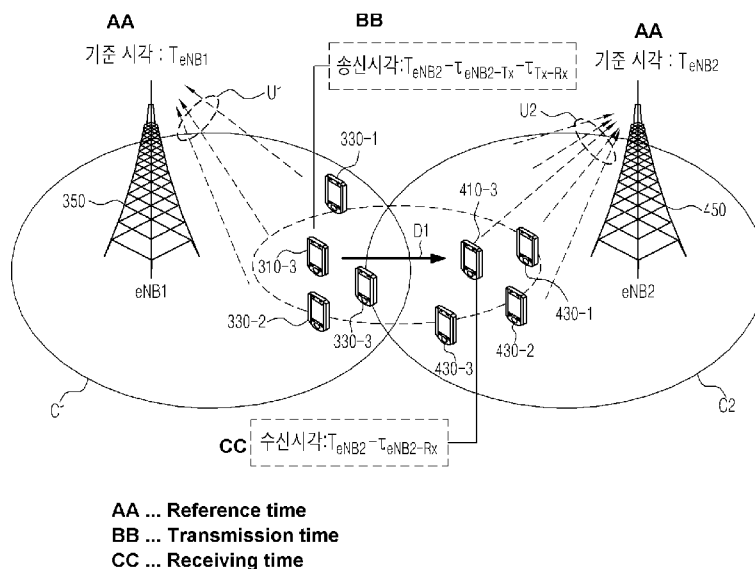
(74) 대리인: 이견주 (LEE, Keon-Joo) 등; 110-524 서울시 중로구 대학로 9길 16 미화빌딩, Seoul (KR).

(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, 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, KN, KP, 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,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: SYNCHRONIZATION METHOD AND APPARATUS FOR D2D COMMUNICATION IN ASYNCHRONOUS WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 비동기 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 위한 동기화 방법 및 장치



(57) Abstract: A synchronization method for a D2D communication in an asynchronous wireless communication system according to an embodiment of the present invention, the method comprising: a step for determining, by a first D2D terminal located in a first cell, a time synchronized with an uplink transmission time of a second D2D terminal located in a second cell adjacent to the first cell; and transmitting, by the first D2D terminal, a D2D signal to the second D2D terminal at the synchronized time.

(57) 요약서: 본 발명의 실시 예에 따라 비동기 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 위한 동기화 방법은, 제 1 셀에 위치한 제 1 D2D 단말이 상기 제 1 셀과 인접한 제 2 셀에 위치한 제 2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 동기화된 시각을 결정하는 과정과, 상기 동기화된 시각에 상기 제 1 D2D 단말이 상기 제 2 D2D 단말에게 D2D 신호를 전송하는 과정을 포함한다.



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 제 21 조(3))

명세서

발명의 명칭: 비동기 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 위한 동기화 방법 및 장치

기술분야

- [1] 본 발명은 무선 통신 시스템에서 디바이스 대 디바이스(Device to Device : D2D) 통신을 위한 단말들 간의 동기화 방법 및 장치에 대한 것이다.

배경기술

- [2] D2D 통신 네트워크는 기지국, AP(Access Point) 등과 같은 네트워크 엔터티를 이용하지 않고도, 지리적으로 인접한 무선 통신 단말들 간의 직접 통신을 수행할 수 있는 분산형 통신 네트워크이다. D2D 통신을 이용하는 단말은 독자적으로 또는 기지국의 지원 아래 인접한 다른 단말을 찾고, 통신 세션을 설정하여 트래픽을 전송한다. 이러한 D2D 통신은 인접 단말들 간의 빠른 데이터 전송을 보장하며, 기지국으로 집중되는 트래픽을 분산시켜 통신 시스템에서 과부하를 완화시킬 수 있으며, 단말들 간의 근접성에 기반한 통신 서비스(예컨대, 위치 기반 서비스)를 제공할 수 있기 때문에 효과적인 차세대 통신 기술들 중의 하나로 주목 받고 있다.
- [3] D2D 통신은 WINNER+, 3GPP, IEEE 등의 통신 관련 표준 단체에서 P2P(Peer to Peer), M2M(Machine to Machine), 그룹 통신 등 다양한 형태로 표준화 또는 연구가 진행중이다. D2D 통신을 위한 연구의 일 예로 3GPP에서는 LTE(Long-Term Evolution) 표준에서 work item으로 D2D 통신 기반의 근접 서비스(Proximity Service : ProSe)에 대한 표준화를 진행 중입니다. 상기 D2D 통신 기반의 근접 서비스는 단말들 간의 분산적 동작 또는 기지국 지원(semi-assisted)을 기반으로 인접하는 단말을 파악 하거나 또는 직접 통신을 제공하는 서비스이다.
- [4] 그러나 상기 D2D 통신 기반의 근접 서비스를 위해 상향 링크 또는 하향 링크 무선 자원 가운데 어떠한 자원을 사용할 것인지의 여부, SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 방식, OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식 중 어떤 전송 방식을 사용할 것인지 D2D 통신에서 Overlay 방식, Underlay 방식 중 어떤 무선 자원 활용 방식을 이용할 것인지 등 물리 계층에서 기본적인 인터페이스에 대한 표준화 조차 진행되지 않은 상황이다.
- [5] 하향 링크와 비교하였을 때 상대적으로 사용률이 낮은 상향 링크를 D2D 통신에 이용하는 경우 하향 링크 자원을 절약함으로써 무선 자원을 효과적으로 재사용할 수 있다. 또한 D2D 통신에서 상향 링크를 이용하는 경우, 하향 링크에서 단말들에게 발생하는 간섭을 최소화할 수 있어, 최근 진행 중인 D2D 통신 관련 연구는 대부분 상향 링크의 무선 자원을 사용하는 통신 환경을

가정하고 있다. 따라서 D2D 통신에서는 무선 자원 재사용의 효율성과 구현의 용이성을 고려할 때 상향 링크 무선 자원 및 SC-FDMA 방식의 이용이 고려된다.

- [6] D2D 통신에서 근접 서비스는 일정한 범위 이내로 근접한 D2D 단말들 간의 상호 식별이 수행된 후, 식별된 D2D 단말들 간의 채널 상태에 따라 기지국의 관리 아래 두 D2D 단말들이 직접 통신을 수행하도록 제공된다. 이때 두 D2D 단말들이 동일한 셀에 위치한 경우, 두 D2D 단말들이 지리적으로 근접해 있음을 감안하면 두 D2D 단말들이 각각 기지국과 떨어져 있는 거리는 거의 동일하다.
- [7] 도 1은 D2D 통신을 지원하는 일반적인 무선 통신 시스템에서 일 구성 예를 나타낸 것이다. 이하 본 명세서의 도면들에서 송신 D2D 단말은 Tx-DUE, 수신 D2D 단말은 Rx-DUE, 셀룰러 단말은 CUE, 셀룰러 통신을 위한 상향 링크는 U1, U2, 그리고 D2D 통신을 위한 통신 링크는 D1, D2로 각각 도시되어 있다.
- [8] 도 1의 시스템은 비동기 방식의 LTE(Long Term Evolution) 시스템을 가정한다. 도 1의 시스템은 제1 기지국(eNB1 : 150)의 서비스 영역인 제1 셀(C1) 내에 셀룰러 통신을 수행하는 셀룰러 단말(CUE : 130-1)과 D2D 통신을 수행하는 D2D 단말(DUE : 110-1 ~ 110-3)이 혼재하고, 또한 제2 기지국(eNB2 : 250)의 서비스 영역인 제2 셀(C2) 내에 셀룰러 단말(CUE : 230-1, 230-2)과 D2D 통신을 수행하는 D2D 단말(DUE : 210-1)이 혼재하는 통신 환경을 예시한 것이다. 도 1에서 참조 부호 T_{eNB1} 은 제1 기지국(eNB1)의 기준 시각이고, 참조 부호 T_{eNB2} 는 제2 기지국(eNB2)의 기준 시각이다. LTE 시스템은 비동기 방식 통신 시스템이므로 제1 및 제2 기지국들(eNB1, eNB2)의 기준 시각(T_{eNB1} , T_{eNB2})은 서로 다르다.
- [9] 또한 도 1을 참조하면, 동일한 제1 셀(C1)에 위치하는 D2D 단말들(110-1, 110-2)과 제1 기지국(150)간의 거리 차에 의한 전파 지연(propagation delay)에 따라 설정되는 상향 링크 송신 시각(T_{TX-DUE}) 또한 두 D2D 단말들(110-1, 110-2) 간에 거의 동일하다. 따라서 도 1과 같이 두 D2D 단말들(110-1, 110-2)이 동일한 셀에 위치하는 경우 두 D2D 단말들(110-1, 110-2)이 상향 링크를 이용하는 D2D 통신에서 동기화가 이루어져 있는 상태로 간주할 수 있다. 그러나 도 1과 같이 D2D 통신에서 송신 D2D 단말(110-3)과 수신 D2D 단말(210-1)이 서로 다른 셀(C1, C2)에 위치할 경우, 기지국들 간의 동기화가 보장되지 않는 LTE 시스템의 특성을 고려할 때 두 D2D 단말들(110-3, 210-1) 간의 동기화 역시 보장되지 않는다.
- [10] 따라서 비동기 방식의 무선 통신 시스템에서는 D2D 통신에 앞서 서로 다른 셀에 위치하는 두 D2D 단말들 간의 동기화를 위한 절차가 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [11] 본 발명은 비동기 무선 통신 시스템에서 서로 다른 셀에 위치한 단말들 간의 D2D 통신을 위한 동기화 방법 및 장치를 제공한다.
- [12] 또한 본 발명은 비동기 무선 통신 시스템에서 간섭 영향을 줄일 수 있는 D2D

통신을 위한 동기화 방법 및 장치를 제공한다.

- [13] 또한 본 발명은 비동기 무선 통신 시스템에서 오버헤드를 줄일 수 있는 D2D 통신을 위한 동기화 방법 및 장치를 제공한다.

과제 해결 수단

- [14] 본 발명의 실시 예에 따라 비동기 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 위한 동기화 방법은, 제1 셀에 위치한 제1 D2D 단말이 상기 제1 셀과 인접한 제2 셀에 위치한 제2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 동기화된 시각을 결정하는 과정과, 상기 동기화된 시각에 상기 제1 D2D 단말이 상기 제2 D2D 단말에게 D2D 신호를 전송하는 과정을 포함한다.
- [15] 또한 본 발명의 실시 예에 따라 비동기 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 위한 동기화를 수행하는 D2D 단말은, D2D 통신을 위한 송수신부를 포함하는 통신 인터페이스와, 제1 셀에 위치한 제1 D2D 단말이 상기 제1 셀과 인접한 제2 셀에 위치한 제2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 동기화된 시각을 결정하고, 상기 동기화된 시각에 상기 제1 D2D 단말이 상기 제2 D2D 단말에게 D2D 신호를 전송하는 동작을 제어하는 제어부를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [16] 도 1은 D2D 통신을 지원하는 일반적인 무선 통신 시스템에서 일 구성 예를 나타낸 도면,
- [17] 도 2a 및 도 2b는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 D2D 통신을 위한 동기화 방법을 설명하기 위한 도면,
- [18] 도 3a 및 도 3b는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 D2D 통신을 위한 동기화 방법을 설명하기 위한 도면,
- [19] 도 4는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 D2D 통신을 위한 동기화 방법에서 간섭 문제를 설명하기 위한 도면,
- [20] 도 5a는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 D2D 통신을 위한 동기화 방법을 설명하기 위한 도면,
- [21] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 참조 신호 교환 절차가 적용된 D2D 통신을 위한 동기화 방법을 설명하기 위한 도면,
- [22] 도 7는 제3 실시 예에 따른 D2D 통신을 위한 동기화 방법에서 신호 지연이 최대가 되는 단말 배치의 일 예를 설명하기 위한 도면,
- [23] 도 8은 본 발명의 제3 실시 예에서 제안하는 동기 신호 교환을 위한 채널 구조의 일 예를 나타낸 도면,
- [24] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따라 동기 신호 교환을 위한 새로운 채널을 이용하는 D2D 통신의 동기화 방법을 나타낸 흐름도,
- [25] 도 10은 본 발명의 다른 실시 예에 따라 동기 신호 교환을 위해 PRACH를 이용하는 D2D 통신의 동기화 방법을 나타낸 흐름도,
- [26] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 D2D 단말의 구성을 나타낸 블록도,

- [27] 도 12 내지 도 14는 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예들의 동기화 방법들의 성능 비교 실험 결과를 나타낸 도면.

발명의 실시를 위한 형태

- [28] 하기에서 본 발명의 실시 예들을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [29] 이하 본 발명의 실시 예는 설명의 편의상 비동기 무선 통신 시스템으로 LTE 시스템을 예로 들고, 인접한 서로 다른 셀에 위치한 D2D 단말들 간에 D2D 통신을 위한 동기화 절차를 제안한 것이다. 본 발명의 실시 예는 LTE 시스템은 물론 D2D 통신을 지원하는 비동기 방식의 각종 무선 통신 시스템에 적용될 수 있다.
- [30] 본 발명의 실시 예들의 설명에 앞서 본 명세서에서 기술하는 용어들과 각 용어에 대응되는 참조 부호들을 아래 <표 1>과 같이 정의한다.
- [31] 표 1

[Table 1]

참조 부호	용어 설명
T_{eNB1}	제1 기지국의 기준 시각
T_{eNB2}	제2 기지국의 기준 시각
$T_x\text{-DUE}$	제1 셀에 위치하는 제1 D2D 단말(송신 D2D 단말)
$R_x\text{-DUE}$	제2 셀에 위치하는 제2 D2D 단말(수신 D2D 단말)
$T_x\text{-CUE}$	제1 셀에 위치하는 제1 셀룰러 단말
$R_x\text{-CUE}$	제2 셀에 위치하는 제2 셀룰러 단말
$T_{T_x\text{-DUE}}$	제1 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각(D2D 신호의 송신 시각)
$R_{R_x\text{-DUE}}$	제2 D2D 단말에 도달하는 D2D 신호의 수신 시각
$T_{T_x\text{-CUE}}$	제1 셀룰러 단말의 상향 링크 송신 시각(간접 신호의 송신 시각)
$T_{R_x\text{-CUE}}$	제2 셀룰러 단말의 상향 링크 송신 시각(간접 신호의 송신 시각)
$R_{T_x\text{-CUE}}$	제1 셀룰러 단말의 간접 신호가 제2 D2D 단말에 도달하는 수신 시각
$R_{R_x\text{-CUE}}$	제2 셀룰러 단말의 간접 신호가 제2 D2D 단말에 도달하는 수신 시각
$\tau_{eNB1\text{-Tx}}$	제1 D2D 단말(또는 제1 셀룰러 단말)과 제1 기지국 간의 거리 차에 대한 전파 지연
$\tau_{eNB2\text{-Rx}}$	제2 D2D 단말(또는 제2 셀룰러 단말)과 제2 기지국 간의 거리 차에 대한 전파 지연
$\tau_{T_x\text{-Rx}}$	제1 D2D 단말과 제2 D2D 단말 간의 거리 차에 대한 전파 지연

[32] 도 2a는 본 발명의 제1 실시 예에 따른 D2D 통신을 위한 동기화 방법을 설명하기 위한 비동기 무선 통신 시스템의 구성 예를 나타낸 도면이다.

[33] 도 2a의 시스템은 제1 기지국($eNB1$: 350)의 서비스 영역인 제1 셀($C1$) 내에 D2D 통신을 수행하는 D2D 단말($T_x\text{-DUE}$: 310-1)과 셀룰러 통신을 수행하는 셀룰러 단말($T_x\text{-CUE}$: 330-1, 330-2, 330-3)이 혼재하고, 또한 제2 기지국($eNB2$: 450)의 서비스 영역인 제2 셀($C2$) 내에 D2D 통신을 수행하는 D2D 단말($R_x\text{-DUE}$: 410-1)과 셀룰러 단말($R_x\text{-CUE}$: 430-1, 430-2, 430-3)이 혼재하는 통신 환경을 예시한 것이다.

[34] 도 2a의 LTE 시스템은 비동기 방식 통신 시스템이므로 제1

기지국(eNB1)(350)의 기준 시각(T_{eNB1})과 제2 기지국(eNB2)(450)의 기준 시각(T_{eNB2})은 서로 다르다. 도 2a의 실시 예는 송신 D2D 단말(T_x -DUE)인 제1 D2D 단말(310-1)의 제1 기지국(350)의 기준 시각(T_{eNB1})을 기준으로 제1 D2D 단말(310-1)과 수신 D2D 단말(R_x -DUE)인 제2 D2D 단말(410-1) 간의 D2D 통신을 위한 동기화를 수행하는 방식(즉 송신 D2D 단말의 기지국의 기준 시각에 동기화하는 방식)을 제안한 것이다.

[35] 여기서 송신 D2D 단말과 수신 D2D 단말은 설명의 편의를 위해 명칭을 구분한 것이고, 송신 D2D 단말과 수신 D2D 단말은 각각 상대 D2D 단말과 D2D 신호를 송수신할 수 있다. 이하 본 명세서에서 송신 D2D 단말은 제1 D2D 단말을 의미하고, 수신 D2D 단말은 제2 D2D 단말을 의미하는 것으로 이해하기로 한다.

[36] 도 2a에서 제1 셀(C1)에 위치한 제1 D2D 단말(310-1)은 제1 기지국(350)의 기준 시각에 동기화되어 있는 상향 링크(U1) 송신 시각(즉 D2D 신호의 송신 시각)(T_{Tx-DUE})에 제2 D2D 단말(410-1)에게 D2D 신호를 전송한다. 여기서 제1 기지국(350)의 기준 시각을 T_{eNB1} 으로 정의할 때, 제1 D2D 단말(310-1)의 상향 링크 송신 시각(T_{Tx-DUE})는 제1 기지국(350)과의 사전 동기화 절차에 의해 아래 <수학식 1>과 같이 결정된다.

[37] 수학식 1

$$T_{Tx-DUE} = T_{eNB1} - \tau_{eNB1-Tx}$$

[38] 상기 <수학식 1>에서

$$\tau_{eNB1-Tx}$$

는 제1 D2D 단말(310-1)과 제1 기지국(350) 간의 거리 차에 대한 전파 지연(propagation delay)을 의미한다. 제1 셀(C1)에 위치한 제1 D2D 단말(310-1)로부터 상기 <수학식 1>의 상향 링크 송신 시각(T_{Tx-DUE})에 D2D 신호가 송신되는 경우, 제2 셀(C2)에 위치한 제2 D2D 단말(410-1)에 도달하는 D2D 신호의 수신 시각 R_{Rx-DUE} 은 아래 <수학식 2>와 같다.

[39] 수학식 2

$$R_{Rx-DUE} = T_{eNB1} - \tau_{eNB1-Tx} + \tau_{Tx-Rx}$$

[40] 상기 <수학식 2>에서

$$\tau_{Tx-Rx}$$

는 제1 D2D 단말(310-1)과 제2 D2D 단말(410-1) 간 거리 차에 대한 전파 지연이다. 제2 D2D 단말(410-1)은 일반적인 하향 링크 수신 시의 동기화 방법과 동일하게 수신 신호로부터 참조 신호(reference signal)의 상관 연산을 통한 피크 검출을 수행하여 상기 <수학식 2>의 수신 시각(R_{Rx-DUE})에 도달하는 D2D 신호를 포착할 수 있다.

[41] 따라서 도 2a의 실시 예에 의하면, 제1 D2D 단말(310-1)의 상향 링크 송신 시각(T_{Tx-DUE})이 제1 기지국(350)의 기준 시각(T_{eNB1})에 의해 정해지므로 제1 D2D 단말(310-1)과 제2 D2D 단말(410-1)의 D2D 통신을 위한 동기화는 간단하게 수행될 수 있다.

[42] 다만 상기한 도 2a의 실시 예의 경우, 제1 D2D 단말(310-1)과 제2 D2D 단말(410-1)의 주변에 상향 링크 신호를 송신하는 셀룰러 단말들(330-1 ~ 330-3, 430-1 ~ 430-3)이 존재할 수 있으며, 각 셀룰러 단말이 해당 기지국으로 전송하는 상향 링크 신호는 D2D 링크(D1)에게 간섭으로 작용할 수 있다. 셀룰러 단말들(330-1 ~ 330-3, 430-1 ~ 430-3)과 D2D 링크(D1)와의 거리가 가까울수록 셀룰러 단말들(330-1 ~ 330-3, 430-1 ~ 430-3)이 전송하는 상향 링크 신호가 D2D 링크(D1)에 미치는 간섭의 크기는 증가될 것이다.

[43] 예를 들어 도 2b를 참조하면, 참조 번호 201은 송신 D2D 단말(T_{x-DUE})인 제1 D2D 단말(310-1)의 상향 링크 송신 시각(T_{Tx-DUE})을 나타낸 것이고, 제1 D2D 단말(310-1)과 인접한 제1 셀룰러 단말(T_{x-CUE})과, 제2 D2D 단말(410-1)과 인접한 제2 셀룰러 단말(R_{x-CUE})을 가정하면, 참조 번호 203, 205는 각각 제1 셀룰러 단말(T_{x-CUE})의 상향 링크 송신 시각(T_{Tx-CUE})과 제2 셀룰러 단말(R_{x-CUE})의 상향 링크 송신 시각(T_{Rx-CUE})을 나타낸 것이며, 각각 아래 <수학식 3>, <수학식 4>와 같이 결정된다.

[44] 수학식 3

$$T_{Tx-CUE} = T_{eNB1} - \tau_{eNB1-Tx}$$

[45] 수학식 4

$$T_{Rx-CUE} = T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$$

[46] 상기 <수학식 4>에서 T_{eNB2} 는 제2 셀(C2)의 제2 기지국(450)의 기준 시각을 의미하며,

$$\tau_{eNB2-Rx}$$

는 제2 기지국(450)과 제2 셀룰러 단말(Rx-CUE)(또는 제2 D2D 단말(410-1)) 간의 거리 차에 따른 전파 지연을 의미한다. 상기 제2 셀룰러 단말(Rx-CUE)은 제2 D2D 단말(410-1)과 인접함을 가정한다.

- [47] 도 2b에서 참조 번호 207은 상기 <수학식 3>, <수학식 4>의 상향 링크 송신 시각에 각각 송신된 제1 및 제2 셀룰러 단말들(Tx-CUE, Rx-CUE)의 간섭 신호들이 제2 D2D 단말(Rx-DUE)(410-1)에 도달하는 수신 시각(R_{Tx-CUE} , R_{Rx-CUE})을 나타낸 것이며, 각각 아래 <수학식 5>, <수학식 6>과 같이 결정된다.

- [48] 수학식 5

$$R_{Tx-CUE} = T_{eNB1} - \tau_{eNB1-Tx} + \tau_{Tx-Rx}$$

- [49] 수학식 6

$$R_{Rx-CUE} = T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$$

- [50] 상기 <수학식 2>로 결정되는 D2D 신호의 수신 시각(R_{Rx-DUE})과, 상기 <수학식 5>, <수학식 6>으로 결정되는 간섭 신호들의 수신 시각(R_{Tx-CUE} , R_{Rx-CUE}) 간의 상대적인 시간 오차는 아래 <수학식 7>, <수학식 8>과 같다.

- [51] 수학식 7

$$\Delta R_{Tx-CUE} = R_{Rx-DUE} - R_{Tx-CUE}$$

- [52] 수학식 8

$$\Delta R_{Rx-CUE} = R_{Rx-DUE} - R_{Rx-CUE} = (T_{eNB1} - T_{eNB2}) - \tau_{eNB1-Tx} + \tau_{Tx-Rx} + \tau_{eNB2-Rx}$$

- [53] 도 2a에서 제1 셀룰러 단말들(Tx-CUE)(330-1 ~ 330-3)은 제1 D2D 단말(Tx-DUE)(310-1)와 거의 동일한 위치에 있으며, 상향 링크 송신 시각 또한 동일하므로 상기 <수학식 7>과 같이 제1 셀룰러 단말들(Tx-CUE)로부터의 간섭 신호는 제1 D2D 단말(Tx-DUE)로부터 전송되는 D2D 신호와 거의 동일한 시각에 제2 D2D 단말(Rx-DUE)(410-1)에 수신된다. 따라서 D2D 링크(D1)에 대하여 제1 셀룰러 단말들(Tx-CUE)의 간섭 신호는 도 2b의 참조 번호 209와 같이 동기 시각이 일치하는 동기 간섭(synchronous interference)으로 작용한다.

- [54] 그리고 도 2a에서 제2 셀룰러 단말들(Rx-CUE)(430-1 ~ 430-3)로부터의 간섭 신호는 제1 D2D 단말(Tx-DUE)로부터 전송되는 D2D 신호와 상기 <수학식 8>과 같은 시간 오차를 가지고 제2 D2D 단말(Rx-DUE)(410-1)에 수신된다.
- [55] 상기 <수학식 8>에서 D2D 신호와 간섭 신호 간의 시간 오차(ΔR_{Rx-CUE})는 제1 지국(350)과 제2 기지국(450)의 기준 시각들(T_{eNB1} , T_{eNB2}) 간의 차이에 따라 결정되므로 제1 지국(350)과 제2 기지국(450) 간의 동기 불일치 정도에 따라서 1개 OFDM(Orthogonal frequency-division multiplexing) 심벌 주기를 넘는 시간 오차가 발생할 수 있다. 상기 제1 실시 예와 같이, 제1 D2D 단말(Tx-DUE) 측 제1 기지국의 기준 시각에 D2D 통신을 동기화하는 방안의 경우 제2 셀룰러 단말(Rx-CUE)의 간섭 신호는 도 2b의 참조 번호 211과 같이 D2D 링크와 동기 시각이 불일치하는 비동기 간섭(asynchronous interference)으로 작용한다.
- [56] 따라서 상기한 제1 실시 예의 동기화 방안은, 송신 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각은 미리 결정되어 있으므로 D2D 신호의 전송을 위한 송신 시각을 결정하는 과정을 생략할 수 있으며, 이에 따라 수신 D2D 단말의 동작만으로도 D2D 통신을 위한 동기화를 간단히 수행할 수 있다. 다만 제1 실시 예의 경우, D2D 통신에서 송신 D2D 단말에 인접한 셀룰러 단말들(Tx-CUE)과의 동기 상태는 유지되지만 수신 D2D 단말에 인접한 셀룰러 단말들(Rx-CUE)과의 동기는 불일치될 수 있다.
- [57] 도 3a는 본 발명의 제2 실시 예에 따른 D2D 통신을 위한 동기화 방법을 설명하기 위한 비동기 무선 통신 시스템의 구성 예를 나타낸 도면이다. 도 3a에서 도 2a와 동일한 구성은 동일한 참조 번호(부호)를 가지며, 구체적인 설명은 생략하기로 한다. 도 3a의 실시 예는 제2 D2D 단말(410-2)의 제2 기지국(450)의 기준 시각(T_{eNB2})을 기준으로 제1 D2D 단말(310-2)과 제2 D2D 단말(410-1) 간의 D2D 통신을 위한 동기화를 수행하는 방식(즉 수신 D2D 단말의 기지국의 기준 시각에 동기화하는 방식)을 제안한 것이다.
- [58] 도 3a에서 제1 D2D 단말(310-2)은 제2 기지국(450)의 상향 링크(U2)에 동기화 되도록 제2 기지국(450)의 기준 시각(T_{eNB2})을 토대로 상향 링크 송신 시각(T_{Tx-DUE})를 결정한다. 이를 위해 제1 D2D 단말(310-2)은 제2 기지국(450)에 랜덤 액세스(random access) 절차를 수행하여 제2 기지국(450)의 상향 링크에 동기화될 수 있다.
- [59] 상기 랜덤 액세스 절차는 아래 1) 단계 내지 5) 단계의 동작을 통해 수행될 수 있다.
- [60] 1) 단계 : 제1 D2D 단말(310-2)은 제2 기지국(450)으로부터 하향 링크 전송되는 PSS(Primary Synchronization Signal) 및 SSS(Secondary Synchronization Signal)을 수신하여 셀 ID 탐색 및 하향 링크 동기를 수행한다. 이때 제1 D2D 단말(310-2)의 하향 링크 수신 시각은 제2 기지국(450)의 기준 시각(T_{eNB2})으로부터 제2 기지국(450)과 제1 D2D 단말(310-2) 간의 전파 지연(

$$\tau_{eNB2-Tx}$$

) 만큼 지연된 시각인

$$T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx}$$

와 같다.

- [61] 2) 단계 : 제1 D2D 단말(350)은 제2 기지국(450)이 전송하는 PBCH(Physical Broadcast CHannel)을 복조하여 제2 기지국(450)에 대한 기본적인 셀 정보 및 프레임 내 PRACH(Physical Random Access CHannel) 위치, 랜덤 액세스 시 사용 가능한 RAP(Random Access Preamble) 리스트, 상향 링크 전력 제어 파라미터 등을 획득한다. 여기서 상기 RAP 리스트에서 RAP 시퀀스는 ZC(Zadoff-Chu) 시퀀스로 구성되며, 루트 인덱스(root index) 및 순환 지연(cyclic delay)의 양에 따라 최대 64개의 RAP 시퀀스가 존재한다.
- [62] 3) 단계 : 제1 D2D 단말(310-2)은 상기 2) 단계에서 획득한 정보에 따라 PRACH에서 RAP 시퀀스들 중에서 하나의 RAP 시퀀스를 랜덤하게 선택하여 제2 기지국(450)으로 전송한다. RAP 시퀀스의 송신 시각은 상기 1) 단계에서 획득한 하향 링크 동기 시각과 같은

$$T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx}$$

이며, 송신된 RAP 시퀀스는

$$T_{eNB2} + 2\tau_{eNB2-Tx}$$

에 해당하는 시각에 제2 기지국(450)에서 수신된다. 여기서 상기

$$\tau_{eNB2-Tx}$$

는 제1 D2D 단말(310-2)과 제2 기지국(450) 간의 거리 차에 따른 전파 지연이다.

- [63] 4) 단계 : 제2 기지국(450)은 상기 3) 단계에서 수신한 RAP 시퀀스로부터 제1 D2D 단말(310-2)의 접속을 검출하고 제2 기지국(450)의 기준 시각(T_{eNB2}) 대비 시간 지연 양인

$$2 \tau_{eNB2-Tx}$$

를 추정한다. 추정된

$$2 \tau_{eNB2-Tx}$$

정보는 PDSCH (Physical Downlink Shared CHannel) 내의 RAR(Random Access Response) 영역에 할당되어 제1 D2D 단말(310-2)에게 전송된다.

- [64] 5) 단계 : 제1 D2D 단말(310-2)은 상기 4) 단계에서 획득한 시간 지연 양을 TA(Timing Advance)로 적용하여 D2D 링크(D1)의 송신 시각을 결정한다. 즉 상기 1) 단계에서 획득한 하향 링크 시각인

$$T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx}$$

로부터 TA 정보인

$$2 \tau_{eNB2-Tx}$$

만큼 보상하여

$$T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Tx}$$

에 해당하는 송신 시각(T_{Tx-DUE})에 제2 D2D 단말(410-2)로 D2D 신호의 송신을 수행한다.

- [65] 따라서 상기한 1) 단계 내지 5) 단계의 랜덤 액세스 절차를 수행하여, 제1 D2D 단말(310-2)이 D2D 신호의 송신 시각(T_{Tx-DUE})이 결정될 수 있다.

- [66] 한편 도 3b를 참조하면, 참조 번호 301은 송신 D2D 단말($Tx-DUE$)인 제1 D2D 단말(310-2)의 D2D 신호 송신 시각(T_{Tx-DUE})을 나타낸 것이고, 제1 D2D 단말(310-2)과 인접한 제1 셀룰러 단말($Tx-CUE$)과, 제2 D2D 단말(410-1)과 인접한 제2 셀룰러 단말($Rx-CUE$)을 가정하면, 참조 번호 303, 305는 각각 제1 D2D 단말(310-2)과 인접한 제1 셀룰러 단말($Tx-CUE$)의 간섭 신호 송신 시각(T_{Tx-CUE})과, 제2 D2D 단말(410-2)과 인접한 제2 셀룰러 단말($Rx-CUE$)의 간섭 신호 송신 시각(T_{Rx-CUE})을 나타낸 것이다. 그리고 참조 번호 307은 제1 D2D 단말(310-2)이 전송한 D2D 신호가 제2 D2D 단말(410-2)에서 수신되는 시각(R_{Rx-DUE})을 나타낸 것으로서, 아래 <수학식 9>와 같다.

[67] 수학식 9

$$R_{Rx-DUE} = T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{Tx-Rx}$$

[68] 그리고 상기 <수학식 5>와 <수학식 6>에서 설명한 간섭 신호들의 수신 시각, 즉 도 3a에서 제1 및 제2 셀들(C1, C2) 내 제1 및 제2 셀룰러 단말들(Tx-CUE, Rx-CUE)의 간섭 신호들이 제2 D2D 단말(Rx-DUE)(410-2)에 도달하는 수신 시각(R_{Tx-CUE} , R_{Rx-CUE})과, 상기 <수학식 9>에서 설명한 D2D 신호가 제2 D2D 단말(Rx-DUE)(410-2)에 도달하는 수신 시각(R_{Rx-DUE}) 간의 상대적인 시간 오차는 각각 아래 <수학식 10>, <수학식 11>과 같다.

[69] 수학식 10

$$\Delta R_{Tx-CUE} = R_{Rx-DUE} - R_{Tx-CUE} = (T_{eNB2} - T_{eNB1}) - \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{eNB1-Tx}$$

[70] 수학식 11

$$\Delta R_{Rx-CUE} = R_{Rx-DUE} - R_{Rx-CUE} = \tau_{eNB2-Rx} - \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{Tx-Rx}$$

[71] 제1 D2D 단말 측 제1 기지국에 D2D 통신을 위한 동기화를 수행하는 제1 실시 예와 달리, 제2 D2D 단말 측 제2 기지국에 D2D 통신을 위한 동기화를 수행하는 제2 실시 예의 경우, 제1 및 제2 기지국 간의 기준 시각 오차($T_{eNB2} - T_{eNB1}$)에 비례하여 제1 셀룰러 단말들과의 동기 시각 오차가 발생한다. 따라서 제2 실시 예의 경우, D2D 링크(D1)에 대해 제1 셀룰러 단말들(Tx-CUE)의 간섭 신호는 도 3b의 참조 번호 309과 같이 동기 시각이 불일치하는 비동기 간섭(asynchronous interference)으로 작용한다.

[72] 그리고 제2 셀룰러 단말들(Rx-CUE)의 간섭 신호는 상기 <수학식 11>에서와 같이 제1 D2D 단말(310-2) 및 제2 D2D 단말(410-2) 간의 전파 지연(τ_{Tx-Rx}) 및 두 D2D 단말들(310-2, 410-2)과 제2 기지국(450) 간의 거리 차에 의해 동기 불일치 여부가 결정되며, 제1 D2D 단말(310-2) 및 제2 D2D 단말(410-2) 간의 동기 시각 오차는 0에 수렴한다. 따라서 제2 D2D 단말(410-2) 측 기지국(450)의 기준 시각에 동기화하는 제2 실시 예의 경우, 제2 셀룰러 단말들(Rx-CUE)의 간섭 신호는 도 3b의 참조 번호 311과 같이 D2D 링크(D1)와 동기 시각이 거의 일치하는 동기 간섭(almost synchronous interference)으로 작용한다.

[73] 따라서 제2 실시 예의 경우 D2D 링크는 제1 D2D 단말에 인접한 제1 셀룰러 단말들과의 동기 상태는 불일치하는 반면, 제2 D2D 단말에 인접한 제2 셀룰러 단말들과의 동기는 일치하게 된다.

- [74] 상기한 제2 실시 예의 경우 제1 D2D 단말은 제2 D2D 단말의 기지국의 기준 시각에 거의 일치되도록 D2D 신호의 송신 시각을 결정하므로 제2 D2D 단말에서 동기화를 위한 동작이 상대적으로 간소화되며, 제2 D2D 단말에 인접한 제2 셀룰러 단말들과의 동기 상태가 거의 보장되므로 제1 실시 예에 비해 제2 셀룰러 단말들에 의한 간섭 영향이 적다는 장점이 있다.
- [75] 이하 상기 제1 실시 예와 제2 실시 예의 장점과 단점을 비교하여 설명하기로 한다.
- [76] 먼저 송신 D2D 단말(즉 제1 D2D 단말)의 기지국의 기준 시각에 동기화하는 방식인 제1 실시 예의 경우, 도 4를 참조하면, 제1 D2D 단말(310-1)에 인접한 제1 셀룰러 단말(330-1 ~ 330-3)로 인한 간섭 신호는 D2D 링크(D1)에 대해 동기 간섭으로 작용하며, 제2 D2D 단말(410-1)에 인접한 제2 셀룰러 단말(430-1 ~ 430-3)로 인한 간섭 신호는 D2D 링크(D1)에 대해 비동기 간섭으로 작용한다.
- [77] 따라서 제1 실시 예에서 제1 기지국(350)과 제2 기지국(450)은 D2D 통신을 위해 각각 무선 자원 스케줄링을 지원하여 제1 및 제2 셀룰러 단말들이 점유하는 자원 블록(Resource Block : RB)(R1~R6)와 제1 및 제2 D2D 단말들이 점유하는 자원 블록(R7) 간 중첩이 발생하지 않는 오버레이(overlay) 통신 환경을 구성한다.
- [78] 그러나 오버 레이(overlay) 통신 환경을 구성하는 경우에도 제2 셀룰러 단말들로부터의 간섭 신호가 OFDM 심벌 주기 이상의 큰 지연이 발생하여 제2 D2D 단말로 수신됨으로 인해 신호 지연 및 직교성 파괴로 인한 간섭이 발생할 수 있다. 예를 들어 D2D 링크가 점유하는 자원 블록을 기준으로 시간 영역 상에서 전/후 자원 블록을 점유하는 제2 셀룰러 단말들로부터의 간섭 신호의 경우, OFDM 심벌 주기 이상의 큰 시간 오차로 인해 D2D 링크가 점유하는 자원 블록에 중첩되어 수신됨으로써 ISI(Inter-Symbol Interference)를 발생시킬 수 있다.
- [79] 또한 D2D 링크가 점유하는 자원 블록을 기준으로 주파수 영역 상에서 인접한 자원 블록을 점유하는 제2 셀룰러 단말들로부터의 간섭 신호의 경우, 보호 구간(Cyclic Prefix : CP) 길이 이상의 시간 오차로 인해 직교성이 파괴되어 간섭이 주파수 영역 상에서 D2D 링크가 점유하는 자원 블록으로 확산됨으로써 ICI(Inter-Carrier Interference)를 발생시킬 수 있다.
- [80] 이와 같이 제1 실시 예의 경우 D2D 통신을 위한 동기화를 간단히 수행할 수 있는 장점은 있으나, 제2 셀내 단말들의 공간적 배치 상태에 따라 예를 들어 간섭 원인으로 작용하는 제2 셀룰러 단말이 제2 DED 단말에 인접할수록 간섭 영향이 커지며, 이는 D2D 링크에서 수신 SINR(Signal to Interference plus Noise Ratio)의 열화를 발생시킨다.
- [81] 한편 수신 D2D 단말(즉 제2 D2D 단말)의 기지국의 기준 시각에 동기화하는 방식인 제2 실시 예의 경우, 제2 D2D 단말에 인접한 제2 셀룰러 단말들로 인한 간섭과의 동기 상태가 유지된다. 그러나 제1 D2D 단말과 인접한 제1 셀룰러 단말들로 인한 동기 상태는 불일치 한다. 따라서 제2 실시 예의 경우, 제1 셀룰러

단말과의 동기 불일치로 인한 ISI 및 ICI는 발생될 수 있지만, 제2 셀룰러 단말로 인한 간섭 영향은 크게 줄어 들어 D2D 링크에서 수신 SINR의 열화를 줄일 수 있다.

- [82] 그러나 제2 실시 예의 경우 제1 D2D 단말이 제2 D2D 단말의 제2 기지국에 접속하여 TA 정보(즉

$$\tau_{eNB2-Tx}$$

)를 획득하기 위한 랜덤 액세스 절차가 요구되며, 이는 셀룰러 통신 시스템에 오버헤드를 발생시킨다. 예를 들어 제1 D2D 단말이 랜덤 액세스를 위해 예컨대, 64 개의 RAP 시퀀스들 가운데 하나를 랜덤하게 선택하여 제2 기지국으로 전송할 때, 동시에 랜덤 액세스를 수행하는 다른 셀룰러 단말과 RAP 시퀀스의 충돌(collision)이 발생할 수 있다. 이 경우 일정한 백-오프(back-off) 시간을 거친 후, 랜덤 액세스를 다시 수행하는 과정이 수행되며, 이로 인해 제1 D2D 단말의 TA 정보 획득 과정이 지연될 수 있으며, 다른 셀룰러 단말의 셀 접속 과정 또한 지연될 수 있다. 그리고 랜덤 액세스를 수행하는 단말에게 RAP 시퀀스를 할당해주고 다른 단말들은 해당 RAP 시퀀스를 사용하지 못하게 하는 경쟁 자유 랜덤 액세스(contention-free random access)를 적용하여 상기한 RAP 시퀀스의 충돌을 방지할 수 있으나, 이 경우 추가적인 오버헤드가 발생된다.

- [83] 또한 제2 실시 예의 경우, 제1 D2D 단말의 랜덤 액세스 수행 시 제2 기지국으로부터 수신된 RAP 시퀀스로부터 TA 정보를 추정하기 위한 오버헤드가 발생되고, 또한 추정된 TA 정보를 제2 기지국으로 전달하기 위해 RAR 정보를 구성하고 송신하는 과정에서 오버헤드가 발생될 수 있다. 또한 랜덤 액세스 절차에서 일반적으로 기지국은 해당 단말과의 통신을 위해 상향 링크 무선 자원 스케줄링을 수행함을 고려할 때, TA 정보만을 얻기 위해 랜덤 액세스 절차를 수행하는 것은 무선 자원 활용 측면에서도 비효율적이다.

- [84] 이하 상기한 제1 및 제2 실시 예들의 단점들(즉 인접 셀룰러 단말들에 의한 간섭 영향, 셀룰러 시스템에 발생하는 오버헤드)을 개선할 수 있는 제3 실시 예를 설명하기로 한다.

- [85] 이하 설명될 제3 실시 예는 송신 D2D 단말이 수신 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 직접 동기화된 송신을 수행하여 수신 D2D 단말에 인접한 셀룰러 단말들과의 동기 불일치로 인한 간섭을 최소화하는 방안을 제안한 것이다.

- [86] 또한 제3 실시 예는 셀룰러 통신 시스템에서 상기한 오버헤드가 발생되지 않도록 기지국과의 접속을 통한 TA 정보 획득 없이도 D2D 단말 간 독자적인 신호 교환을 통해 동기화를 수행하는 방안을 제안한 것이다.

- [87] 이를 위해 제3 실시 예는 비동기 무선 통신 시스템에서 D2D 단말의 독자적인 동기화를 위한 참조 신호 교환 규칙과 신호 구조 설계 방안을 제공한다.

- [88] 또한 제3 실시 예는 D2D 단말들 간의 신호 교환을 위한 전용 동기 신호 전송

채널을 정의한다. 또한 제3 실시 예는 기존의 PRACH를 이용하여 D2D 단말이 참조 신호를 교환하도록 하는 방안을 제공한다.

[89] 이하 도 5 내지 도 10을 참조하여, 제3 실시 예를 구체적으로 설명하기로 한다.

[90] 도 5a는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 D2D 통신을 위한 동기화 방법을 설명하기 위한 비동기 무선 통신 시스템의 구성 예를 나타낸 도면이다. 도 5a에서 도 2a와 동일한 구성은 동일한 참조 번호(부호)를 가지며, 구체적인 설명은 생략하기로 한다. 도 5a의 실시 예는 제1 D2D 단말(310-3)이 제2 D2D 단말(410-3)으로 직접 동기화된 D2D 신호를 전송하기 위해, 제2 D2D 단말(410-3)의 상향 링크 송신 시각($T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$)을 기준으로 제1 D2D 단말(310-3)과 제2 D2D 단말(410-1) 간의 D2D 통신을 위한 동기화를 수행하는 방식(즉 수신 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 동기화하는 방식)을 제안한 것이다. 상기

$$T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$$

)을 기준으로 제1 D2D 단말(310-3)과 제2 D2D 단말(410-1) 간의 D2D 통신을 위한 동기화를 수행하는 방식(즉 수신 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 동기화하는 방식)을 제안한 것이다. 상기

$$\tau_{eNB2-Rx}$$

는 제2 기지국(450)과 제2 D2D 단말(410-3) 간의 전파 지연을 의미한다.
[91] 구체적으로, 제1 D2D 단말(310-3)은 제2 D2D 단말(410-3)의 상향 링크 송신 시각($T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$)에 정확하게 동기화된 시각에 D2D 신호를 전송한다. 즉 제1 D2D 단말(310-3)은 제2 D2D 단말(410-3)의 상향 링크 송신 시각($T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$)을 기준으로 제2 기지국(450)과 제1 D2D 단말(310-3) 간의 전파 지연($\tau_{eNB2-Tx}$)과, 제1 D2D 단말(310-3)과 제2 D2D 단말(410-3) 간의 전파 지연(τ_{Tx-Rx})을 고려하여, 제1 D2D 단말(310-3)의 송신 시각을 결정한다.

$$T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$$

)에 정확하게 동기화된 시각에 D2D 신호를 전송한다. 즉 제1 D2D 단말(310-3)은 제2 D2D 단말(410-3)의 상향 링크 송신 시각($T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$)을 기준으로 제2 기지국(450)과 제1 D2D 단말(310-3) 간의 전파 지연($\tau_{eNB2-Tx}$)과, 제1 D2D 단말(310-3)과 제2 D2D 단말(410-3) 간의 전파 지연(τ_{Tx-Rx})을 고려하여, 제1 D2D 단말(310-3)의 송신 시각을 결정한다.

$$T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$$

)를 기준으로 제2 기지국(450)과 제1 D2D 단말(310-3) 간의 전파 지연($\tau_{eNB2-Tx}$)과, 제1 D2D 단말(310-3)과 제2 D2D 단말(410-3) 간의 전파 지연(τ_{Tx-Rx})을 고려하여, 제1 D2D 단말(310-3)의 송신 시각을 결정한다.

$$\tau_{eNB2-Tx}$$

)과, 제1 D2D 단말(310-3)과 제2 D2D 단말(410-3) 간의 전파 지연(τ_{Tx-Rx})을 고려하여, 제1 D2D 단말(310-3)의 송신 시각을 결정한다.

$$\tau_{Tx-Rx}$$

)이 보상된 <수학식 12>의 시각에 도 5b의 참조 번호 501과 같이 D2D 신호를 송신한다. 도 5b에서 참조 번호 353, 505는 각각 제1 D2D 단말(310-3)과 인접한 제1 셀룰러 단말(Tx-CUE)의 간섭 신호 송신 시각(T_{Tx-CUE})과, 제2 D2D 단말(410-3)과 인접한 제2 셀룰러 단말(Rx-CUE)의 간섭 신호 송신 시각(T_{Rx-CUE})을 나타낸 것이다.

[92] 수학식 12

$$T_{Tx-DUE} = T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Tx} - \tau_{Tx-Rx}$$

[93] 도 5b에서 참조 번호 507은 제1 D2D 단말(310-3)로부터 상기 <수학식 12>의 송신 시각에 D2D 신호가 송신되는 경우, 해당 D2D 신호가 제2 D2D 단말(410-3)에 도달하는 수신 시각 R_{Rx-DUE} 을 나타낸 것으로서, 아래 <수학식 13>과 같다.

[94] 수학식 13

$$R_{Rx-DUE} = T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Tx}$$

[95] 상기 <수학식 13>과 같이 제3 실시 예에서 제안하는 D2D 동기화 방안에 의하면, 제2 D2D 단말(410-3)은 자신의 상향 링크 송신 시각에 정확히 동기화된 시점에 D2D 신호를 수신하게 된다.

[96] 이때 상기 <수학식 5>와 <수학식 6>에 나타낸 간섭 신호의 수신 시각과 상기 <수학식 13>의 수신 시각에 수신되는 D2D 신호 간의 상대적인 시간 오차는 아래 <수학식 14>와 <수학식 15>와 같다.

[97] 수학식 14

$$\Delta R_{Tx-CUE} = R_{Rx-DUE} - R_{Tx-CUE} = (T_{eNB1} - T_{eNB2}) - \tau_{eNB1-Tx} + \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{Tx-Rx}$$

[98] 수학식 15

$$\Delta R_{Rx-CUE} = R_{Rx-DUE} - R_{Rx-CUE} = 0$$

[99] 그리고 제3 실시 예에서 D2D 링크(D1)에 대해 제1 셀룰러 단말들(Tx-CUE)의 간섭 신호는 도 5b의 참조 번호 309과 같이 동기 시각이 불일치하는 비동기 간섭(asynchronous interference)으로 작용하고, 제2 셀룰러 단말들(Rx-CUE)의 간섭 신호는 도 5b의 참조 번호 511과 같이 D2D 링크(D1)와 동기 시각이 일치하는 동기 간섭(synchronous interference)으로 작용한다.

[100] 제2 실시 예의 경우 상기 <수학식 11>에서와 같이 D2D 단말들 간의 거리 차에

비례하여 제2 D2D 단말과 상기 제2 D2D 단말에 인접한 제2 셀룰러 단말들 간의 동기 오차가 발생할 수 있다.

- [101] 그러나 상기한 제3 실시 예의 동기화 방식은 상기 <수학식 15>와 같이 D2D 단말들 간의 거리 차에 무관하게 제2 D2D 단말과 상기 제2 D2D 단말에 인접한 제2 셀룰러 단말들 간의 동기 상태를 일치시키게 되므로, 도 5b의 참조 번호 511과 같이 제2 D2D 단말과의 동기 오차로 인한 간섭을 더욱 감소시킬 수 있다.
- [102] 도 6a 내지 도 6d는 본 발명의 제3 실시 예에 따른 참조 신호 교환 절차가 적용된 D2D 통신을 위한 동기화 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [103] 제3 실시 예에서 제1 D2D 단말은 상기 <수학식 12>와 같은 D2D 신호의 송신 시각을 결정하기 위해 제1 D2D 단말과 제2 D2D 단말 간에 참조 신호를 교환하는 절차를 수행한다.
- [104] 도 6a 내지 도 6d에 도시된 D2D 통신을 위한 동기화 절차는 단계 0 내지 단계 3의 4 개의 단계를 통해 수행된다.
- [105] 도 6a는 단계 0(Phase 0)을 나타낸 것으로서, 도 6a의 제2 D2D 단말 측 제2 기지국은 하향 링크 신호를 전송하고(601), 제1 D2D 단말은 제2 D2D 단말 측 제2 기지국이 전송하는 하향 링크 신호 내 PSS를 검출(61)하여 하향 링크 수신 시각을 획득한다(603). 상기한 제2 실시 예의 1) 단계에서 설명한 바와 같이 단계 0(Phase 0)에서 제2 기지국의 기준 시각 T_{eNB2} 에 대한 제1 D2D 단말의 하향 링크 수신 시각은

$$T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Tx}$$

와 같다. 3GPP LTE 시스템에서 모든 단말은 셀 탐색 및 핸드 오버를 위해 인접한 3개 기지국의 PSS를 항상 검출하도록 설계되어 있으므로, 단계 0은 기존 단말에서도 원래 수행되는 절차이다. 따라서 단계 0에서는 기존 방식에 비해 별도의 추가 연산이 요구되지 않는다.

- [106] 도 6b는 단계 1(Phase 1)을 나타낸 것으로서, 제1 D2D 단말은 상기 단계 0에서 획득한 하향 링크 수신 시각(

$$T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Tx}$$

)에 제2 D2D 단말에게 참조 신호를 전송한다(605). 이때 상기 참조 신호의 시퀀스 종류는 특별히 제한되지 않으나 일반적인 LTE 시스템의 상향 링크 전송을 위한 참조 신호로 이용되는 ZC 시퀀스를 활용하는 것이 신호의 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 특성 및 상관 검출 시의 정확도 면에서 효율적이다. 제1 D2D 단말로부터 전송된 참조 신호는 제2 D2D 단말 측에

$$\tau_{Tx-Rx}$$

만큼 지연되어 수신되므로 제2 D2D 단말이 상기 참조 신호를 수신하는 수신 시각은 아래 <수학식 16>과 같다.

[107] 수학식 16

$$R_{Rx-DUE} = T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{Tx-Rx}$$

[108] 그리고 도 6b에서 제2 D2D 단말은 자신의 상향 링크 송신 시각을 기준으로 상기 송신 시각에 수신된 참조 신호에 대한 상관 연산을 수행하여 참조 신호를 검출하고, 검출된 참조 신호의 시간 지연을 계산한다(607). 구체적으로 제2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각은

$$T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$$

로 결정되며, 제2 D2D 단말이 상기 참조 신호를 수신하는 상기 <수학식 16>의 수신 시각과 제2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각 간의 시간 지연(

$$\tau_d$$

)은 아래 <수학식 17>과 같다.

[109] 수학식 17

$$\tau_d = (T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{Tx-Rx}) - (T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}) = \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{eNB2-Rx} + \tau_{Tx-Rx}$$

[110] 여기서 제2 D2D 단말은 T_s 의 샘플 주기를 가지는 디지털 연산을 기반으로 참조 신호의 상관 피크 검출을 수행하여, 제2 D2D 단말은 아래 <수학식 18>과 같이 상기 <수학식 17>의 시간 지연에 대한 샘플 시간 지연(

$$\hat{\tau}_d$$

)을 추정(63)한다.

[111] 수학식 18

$$\hat{\tau}_d = \left\lfloor \frac{\tau_d}{T_s} \right\rfloor, \quad T_s: \text{sample duration}$$

[112] 도 6c는 단계 2(Phase 2)를 나타낸 것으로서, 제2 D2D 단말은 상기 단계 1에서 획득한 샘플 시간 지연(

$$\hat{\tau}_d$$

)를 제1 D2D 단말에게 전달한다. 이를 위해, 제2 D2D 단말은 순환 지연이 적용되지 않은 ZC 시퀀스 기반의 참조 신호 $c[n]$ 및 샘플 시간 지연(

$$\hat{\tau}_d$$

)에 해당하는 순환 지연이 적용된 참조 신호(

$$c[n \oplus \hat{\tau}_d]$$

)를 중첩한 참조 신호 $r[n]$ 을 제1 D2D 단말에게 전송한다(609). 상기 제2 D2D 단말이 송신하는 참조 신호 $r[n]$ 은 아래 <수학식 19>와 표현된다.

[113] 수학식 19

$$r[n] = \frac{1}{\sqrt{2}} c[n] + \frac{1}{\sqrt{2}} c[n \oplus \hat{\tau}_d]$$

[114] 여기서

$$\oplus$$

는 순환 지연 연산을 나타내는 기호이다. 상기 <수학식 19>의 참조 신호 $r[n]$ 은 다음 프레임에서 제2 D2D 단말이 참조 신호를 수신하는 수신 시각인

$$T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{Tx-Rx}$$

에 제1 D2D 단말에게 전송된다.

[115] 상기 <수학식 19>의 참조 신호는

$$T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx} + 2\tau_{Tx-Rx}$$

시각에 제1 D2D 단말에게 수신되며, 제1 D2D 단말은 수신 신호(즉 참조 신호 $r[n]$)에 대해 참조 신호 $c[n]$ 과의 상호 상관 연산을 수행하여 상관 피크를 검출한다(611). 이때 상기 <수학식 19>와 같이 수신된 참조 신호 $r[n]$ 은 서로 다른 순환 지연이 발생한 두 참조 신호가 더해진 형태이므로, 제1 D2D 단말은 동일한

크기의 두 개의 상관 피크를 검출할 수 있다. 여기서 두 개의 상관 피크 간의 샘플 간격은 상기 <수학식 19>와 같이

$$\hat{\tau}_d$$

에 해당하므로, 제1 D2D 단말은 두 개의 상관 피크 간의 간격으로부터

$$\hat{\tau}_d$$

를 추정(65)한다.

- [116] 도 6d는 단계 3(Phase 3)을 나타낸 것으로서, 제1 D2D 단말은 상기 단계 0에서 검출한 제2 기지국의 하향 링크 수신 시각(

$$T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx}$$

)을 기준으로 상기 단계 2에서 추정된 <수학식 18>의 샘플 시간 지연(

$$\hat{\tau}_d$$

)만큼 보상된 시각으로 D2D 신호의 송신 시각을 결정한다. 결과적으로 제1 D2D 단말의 D2D 신호 송신 시각 T_{Tx-DUE} 는 아래 <수학식 20>과 같이 결정된다.

- [117] 수학식 20

$$\begin{aligned} T_{Tx-DUE} &= (T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx}) - (\tau_d) \\ &= (T_{eNB2} + \tau_{eNB2-Tx}) - (\tau_{eNB2-Tx} + \tau_{eNB2-Rx} + \tau_{Tx-Rx}) = T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx} - \tau_{Tx-Rx} \end{aligned}$$

- [118] 제1 D2D 단말은 상기 <수학식 20>과 같이 결정된 D2D 신호의 송신 시각에 D2D 신호를 전송한다(613). 제1 D2D 단말의 D2D 신호는 제2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각과 동기화된(67)

$$T_{eNB2} - \tau_{eNB2-Rx}$$

시각에 제2 D2D 단말에 수신된다(615).

- [119] 도 6a 내지 도 6d에서 설명한 동기화 절차를 이용하면, 기지국 지원(즉 랜덤 액세스 절차)을 이용한 TA 정보 획득 없이도 D2D 단말 간 독자적인 신호 교환을 통해 제1 D2D 단말은 제2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 정확히 동기화된 D2D 신호 송신을 수행할 수 있다. 그 결과 제1 D2D 단말의 D2D 신호와 제2 D2D 단말에 인접한 제2 셀룰러 단말들의 송신 신호가 거의 동일한 시각에 제2 D2D

단말에 수신되므로 동기 불일치 문제로 인한 간섭이 크게 개선된다.

- [120] 상기한 제3 실시 예에서 제안하는 D2D 통신의 동기화 방법을 LTE 시스템에 구현하기 위해, D2D 단말들 간의 동기 신호 교환을 위한 새로운 채널을 정의하거나 또는 기존의 물리 계층 상향 링크 채널 가운데 제3 실시 예에서 제안하는 동기 신호(즉 참조 신호) 교환에 적합한 구조의 채널을 선택하여 해당 채널 상에서 동기 신호 교환을 수행할 수 있다. 이하 제3 실시 예에서 상기 동기 신호 교환을 위한 새로운 채널을 정의하는 경우 채널 구조의 설계 요건을 설명하며, 기존의 물리 계층 상향 링크 채널 중에서 PRACH 상에서 동기 신호를 교환하는 형태로 동기화 방법을 구현하는 경우, 기존 셀룰러 시스템에 미치는 영향을 최소화할 수 있는 신호 처리 절차를 설명하기로 한다.
- [121] 제3 실시 예에서 상기 동기 신호 교환을 위한 새로운 동기 채널을 정의하는 경우 채널 구조의 설계 요건은 다음과 같다. 먼저 새로운 동기 채널은 다음과 같은 1), 2)의 조건을 만족해야 한다.
- [122] 1) 시퀀스의 길이: 도 6c에서 단계 2에서는

$$\tau_d = \tau_{eNB2-Tx} + \tau_{eNB2-Rx} + \tau_{Tx-Rx}$$

에 해당하는 순환 지연을 발생시켜 참조 신호를 전송한다. 이러한 순환 지연을 송신 신호에 적용하기 위해서는 해당 순환 지연에 해당하는 샘플 수 이상의 시퀀스 길이를 가지는 신호 구조를 적용할 필요가 있다. 또한 현실적인 통신 환경에서 다중 경로 채널의 영향으로 인한 수신 신호의 지연

$$\tau_{multi-path}$$

가 추가적으로 발생함을 고려할 때, 실제 시퀀스의 길이는

$$\tau_d + \tau_{multi-path}$$

의 최대값 이상이어야 한다.

- [123] 2) 보호 구간(CP) 및 보호 시간(Guard Time : GT): 도 6a 내지 도 6d에서 설명한 동기화 절차는 각 단계마다 이전 단계에서의 신호 수신 시각에 신호를 송신하도록 설계되어 있다. 따라서 도 6a 내지 도 6d에서 각 단계가 진행됨에 따라 전송되는 신호의 전파 지연이 누적되어 송수신 신호의 전체적인 지연이 발생한다. 도 6a 내지 도 6d의 예에서 확인할 수 있듯이, 제2 기지국의 기준 시각 T_{eNB2} 를 기준으로 할 때 제3 실시 예에서 제안하는 동기화 절차의 최대 시간 지연은 도 6c의 단계 2에서 제1 D2D 단말이 제2 D2D 단말의 송신 신호를 수신하는 시점에서 발생하는

$$\tau_{eNB2-Tx} + 2 \tau_{Tx-Rx}$$

이며, 여기서 다중 경로 채널의 영향으로 인한 수신 신호의 지연

$$\tau_{multi-path}$$

가 추가적으로 발생할 수 있다. 따라서 제3 실시 예에서 동기화 방법을 구현하기 위해서는 신호의 지연으로 인한 참조 신호의 직교성 파괴를 방지하고, 신호 지연이 다른 채널에 유발하는 간섭을 방지하기 위해 신호의 최대 지연인

$$\tau_{eNB2-Tx} + 2 \tau_{Tx-Rx} + \tau_{multi-path}$$

의 최대값 이상에 해당하는 보호 구간 및 보호 시간이 OFDM 심벌의 전반부 및 후반부에 각각 삽입되어야 한다.

[124] 상기한 조건에서 순환 지연(cyclic delay)의 적용 길이인

$$\tau_d$$

및 신호 지연 양

$$\tau_{eNB2-Tx} + 2 \tau_{Tx-Rx}$$

이 최대가 되는 경우(즉 신호 지연이 최대인 경우)는 도 7과 같이 제2 D2D 단말(730)이 제2 기지국(750)의 셀 최 외각에 위치하는 한편 제1 D2D 단말(710)은 제2 기지국(750) 및 제2 D2D 단말(730)과 일직선 상에 위치하는 경우이다. 이 경우

$$\tau_d$$

및 신호 지연 양

$$\tau_{eNB2-Tx} + 2 \tau_{Tx-Rx}$$

의 최대값은 셀 반경(703)인 R, D2D 링크(701)의 통신 거리인 L, 그리고 빛의 속도 c에 의해 아래 <수학식 21> 및 <수학식 22>와 같이 결정된다.

[125] 수학식 21

$$[\tau_d]_{\max} = [\tau_{\text{eNB2-Tx}}]_{\max} + [\tau_{\text{eNB2-Rx}}]_{\max} + [\tau_{\text{Tx-Rx}}]_{\max} = \frac{R}{c} + \frac{R+L}{c} + \frac{L}{c}$$

[126] 수학식 22

$$[\tau_{\text{eNB2-Tx}} + 2\tau_{\text{Tx-Rx}}]_{\max} = [\tau_{\text{eNB2-Tx}}]_{\max} + [2\tau_{\text{Tx-Rx}}]_{\max} = \frac{R+L}{c} + 2\frac{L}{c}$$

[127] 따라서 제3 실시 예에서 동기 신호의 전송을 위한 채널을 새롭게 정의하는 경우, 상기 <수학식 21>와 <수학식 22> 및 다중 경로 지연

$$\tau_{\text{multi-path}}$$

를 고려하여 참조 신호의 보호 구간 길이, 시퀀스 길이 및 신호 후반부의 보호 시간 길이를 설계해야 한다. 특히 LTE 시스템의 경우 최대 100 km 이하의 조건에서 다양한 셀 반경을 지원하므로, 환경에 따라 적합한 채널 구조 적용을 위해 셀 반경에 대한 다양한 구성을 제공할 필요가 있다.

[128] 이하에서는 셀 반경 $R = 5 \text{ km}$ 및 D2D 통신 거리 $L = 500 \text{ m}$, 다중 경로 채널 지연

$$\tau_{\text{multi-path}}$$

를 고려하여 동기 신호 전송 채널의 설계 예를 설명한다.

[129] 본 설계 예는 제안 구조의 적용을 위한 채널의 구조상 조건을 설명하기 위한 용도로 서술되는 것이며, 실제 채널 구조는 다양한 형태로 변형 및 응용이 가능함은 물론이다. 상기 조건에서 시퀀스의 최소 길이 T_{seq} 및 보호 구간, 보호 시간의 최소 길이 $T_{\text{CP}}, T_{\text{GP}}$ 는 상기 <수학식 21>와 <수학식 22>에 $R=5000$, $L=500$ 을 대입하여 아래 <수학식 23>과 <수학식 24>와 같이 결정된다.

[130] 수학식 23

$$T_{\text{seq}} > [\tau_d]_{\max} = \frac{5000m + 5500m + 500m}{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}} = 36.67 \mu\text{s}$$

[131] 수학식 24

$$T_{\text{CP}}, T_{\text{GP}} > \max[\tau_{\text{eNB2-Tx}} + 2\tau_{\text{Tx-Rx}}] = \frac{5500m + 2 \times 500m}{3.0 \times 10^8 \text{ m/s}} = 21.67 \mu\text{s}$$

[132] 일반(Normal) CP 기준 OFDM 심벌 길이는 서브 프레임(sub-frame)내 첫 번째 심벌을 제외하면 약 $71.35 \mu\text{s}$ 임을 감안할 때, 셀 반경 5 km인 경우 제안 구조 적용을 위한 최소 채널 길이 $T_{\text{CP}} + T_{\text{seq}} + T_{\text{GP}}$ 는 1개 OFDM 심벌 길이를 초과하므로, 서브 프레임 내 2개 OFDM 심벌 길이에 해당하는 영역을 채널로

할당함으로써 제안 구조의 구현이 가능하다.

- [133] 도 8은 본 발명의 제3 실시 예에서 제안하는 동기 신호 교환을 위한 채널 구조의 일 예를 나타낸 것이다.
- [134] 도 8을 참조하면, 프레임(801) 내 두 번째 서브 프레임의 마지막 2개 OFDM 심벌(803)을 이용하여 동기 신호를 교환하는 채널 구조를 나타낸 것이다. 도 8에서 참조 번호 805, 807는 유효 시퀀스 길이 $T_{seq} = 66.67\mu s$, 보호 구간 및 보호 시간 길이 $T_{CP} = T_{GP} = 38.01\mu s$ 로 설계한 예를 나타낸 것이며, 이 설계 예는 상기 <수학식 23>과 <수학식 24>의 요건을 만족한다.
- [135] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따라 동기 신호 교환을 위한 새로운 채널을 이용하는 D2D 통신의 동기화 방법을 나타낸 흐름도로서, 이는 제3 실시 예에서 제1 및 제2 D2D 단말(310-3, 410-3) 그리고 제1 및 제2 기지국(350, 450) 간에 수행되는 동기화 절차를 나타낸 것이다.
- [136] 도 9의 901, 903 단계에서 제1 D2D 단말 및 제2 D2D 단말은 각자 자신이 속한 기지국에게 D2D 통신 허가를 요청하며, 이때 단말 탐색 절차를 통해 인지한 상대 측 D2D 단말의 식별(Identity : ID) 정보를 함께 전송한다. 905, 907 단계에서 제1 및 제2 기지국은 각각 자신에게 접속해 있는 단말의 리스트와 비교하여 제1 및 제2 D2D 단말이 서로 다른 셀에 위치함을 인지한다. 909 단계에서 제1 및 제2 기지국은 D2D 동기화 신호 전송용 채널의 위치 정보를 교환하고, 911, 913 단계에서 각각 자신에게 속한 제1 및 제2 D2D 단말에게 두 단말 간 독자적 동기화를 지시하고, 제1 및 제2 셀의 상향 링크 내 D2D 동기 신호 전송용 채널의 위치 정보를 전달한다.
- [137] 이후 915, 917 단계에서 제1 D2D 단말 및 제2 D2D 단말은 제1 및 제2 셀의 D2D 동기 신호 전송용 채널을 통해 도 6a 내지 도 6d에서 설명한 D2D 단말 간 독자적 동기화 절차를 수행하고, 동기화 수행 결과에 의해 919 단계에서 제1 D2D 단말은 D2D 통신을 위한 D2D 신호 송신 시각을 결정(확보)한다. 동기화 절차 수행 이후 921, 923 단계에서 제1 및 제2 D2D 단말은 제1 및 제2 기지국에게 각각 D2D 통신을 위한 무선 자원 스케줄링을 요청한다. 이때 스케줄링 요청은 LTE 시스템에서 PUCCH를 통해 제1 및 제2 기지국으로 전달된다.
- [138] 이후 925 단계에서 제1 및 제2 기지국 간 공동 스케줄링을 통해 D2D 통신을 위한 무선 자원이 결정되며, 927, 929 단계에서 제1 및 제2 기지국은 자신에게 속한 단말에게 해당 무선 자원 할당 정보를 전달하고, 931 단계에서 상기 할당된 무선 자원을 이용하여 제1 및 제2 D2D 단말 간에 D2D 통신이 수행된다.
- [139] 상기한 도 9의 실시 예는 제3 실시 예에서 동기 신호의 전송을 위한 새로운 채널을 정의하는 경우의 동기화 방법을 설명한 것이다. 다른 실시 예로 제3 실시 예에서 상기 새로운 채널을 이용하지 않고, 기존의 PRACH 채널을 이용하여 D2D 단말 간의 동기 신호를 전송하는 경우의 동기화 방법을 설명하기로 한다.
- [140] 상기한 실시 예와 같이 동기 신호(즉 동기화를 위한 참조 신호) 전송을 위한 채널을 새로이 정의하는 경우 시스템의 프레임 구조 변경이 불가피함을

감안하여, 기존의 상향 링크 채널 가운데 제안하는 동기화 방안을 적용하기에 적합한 구조의 채널을 선택하여 해당 채널에서 D2D 단말들 간에 참조 신호를 교환하는 형태로 제3 실시 예의 다른 예를 구현할 수 있다. 이 경우 기존 상향 링크 채널 가운데 PRACH는 상기한 시퀀스 길이, 보호 구간 길이, 보호 시간 길이 등의 요건을 만족하는 구조로 설계되어 있으므로 본 실시 예의 적용에 적합하다.

- [141] 다만 PRACH를 이용하는 동기화 방법의 경우, 제2 실시 예와 유사하게 셀룰러 통신 시스템에 영향을 줄 수 있으며, 따라서 셀룰러 통신 시스템에 미치는 영향을 최소화하기 위해 다음과 같은 a), b)의 요건을 충족해야 한다.
- [142] a) 시퀀스 충돌로 인한 D2D 링크의 동기화 오류 및 셀룰러 단말의 초기 접속 지연을 방지하기 위해, D2D 단말들 간 동기화를 위해 사용하는 RAP 시퀀스와 셀룰러 단말이 초기 접속을 위해 사용하는 RAP 시퀀스는 중복되지 않아야 한다.
- [143] b) 제2 기지국에 발생하는 제어 오버헤드를 최소화하기 위해 일반적인 랜덤 액세스 절차 수행 시 제2 기지국이 초기 접속한 단말과의 통신을 위해 수행하는 상향 링크 자원 할당 및 TA 정보 전송 등의 불필요한 과정이 간소화 되어야 한다.
- [144] 상기한 조건과 함께 본 발명의 실시 예에 따른 PRACH를 이용하는 동기화 방법에서는 경쟁 자유 랜덤 액세스 (contention-free random access)에 기반한 신호 처리 절차를 제안한다.
- [145] 구체적으로 설명하면, LTE 시스템에서는 빠른 핸드오버 지원을 위해 기지국이 랜덤 액세스를 수행하는 단말에게 RAP 시퀀스를 할당해준 이후, 셀 내 다른 단말이 해당 RAP 시퀀스를 사용하지 못하도록 함으로써 시퀀스 간 충돌을 방지할 수 있도록 하고 있다. 이를 D2D 통신 환경에 응용하여, D2D 단말들의 동기화를 위해 사용할 RAP 시퀀스를 제1 및 제2 D2D 단말의 양 셀들에서 제1 및 제2 D2D 단말들에게 각각 하나씩 할당해준 이후, 각 셀 내의 셀룰러 단말은 해당 RAP 시퀀스를 사용하지 못하도록 함으로써 D2D 단말과 셀룰러 단말간의 시퀀스 충돌 문제를 방지할 수 있다. 또한 제1 및 제2 D2D 단말들 간의 독자적인 동기화 과정에서 전송되는 RAP 시퀀스가 예컨대, 제2 기지국에게 수신되어도 제2 기지국은 어떠한 초기 접속 지원 절차도 수행하지 않음으로써 제1 및 제2 D2D 단말들 간의 독자적 동기화 과정이 셀룰러 통신 시스템에 유발하는 제어 오버헤드 문제를 해결할 수 있다.
- [146] 도 10은 본 발명의 다른 실시 예에 따라 동기 신호 교환을 위해 PRACH를 이용하는 D2D 통신의 동기화 방법을 나타낸 흐름도로서, 이는 제3 실시 예에서 제1 및 제2 D2D 단말(310-3, 410-3) 그리고 제1 및 제2 기지국(350, 450) 간에 수행되는 동기화 절차를 나타낸 것이다.
- [147] 도 10의 1001, 1003 단계에서 제1 및 제2 D2D 단말은 각각 자신이 속한 제1 및 제2 기지국에게 D2D 통신 허가를 요청하며, 이때 단말 탐색 절차를 통해 인지한 상대 D2D 단말의 식별 정보를 함께 전송한다. 1005, 1007 단계에서 제1 및 제2 기지국은 각각 자신에게 접속해 있는 단말들의 리스트와 비교하여 제1 및 제2 D2D 단말이 서로 다른 셀에 위치함을 인지한다. 이후 1009 단계에서 제1 및 제2

기지국은 각각 D2D 링크에게 할당할 RAP 시퀀스의 인덱스인 예컨대, $RAP_{eNB1-D2D}$ 및 $RAP_{eNB2-D2D}$ 를 선택하고 이를 상호 교환한다.

- [148] 그리고 1011, 1013 단계에서 제1 및 제2 기지국은 각각 자신에게 속한 제1 및 제2 D2D 단말에게 할당된 RAP 정보를 전달한다. 그리고 1017, 1021 단계에서 제1 및 제2 기지국은 각각 자신의 PBCH 내에 할당되어 방송되는, 단말의 초기 접속을 위해 사용 가능한, RAP 리스트에서 제1 및 제2 D2D 단말의 D2D 링크에게 할당된 RAP 시퀀스를 제외함으로써 다른 셀룰러 단말이 해당 D2D 링크에게 할당된 RAP 시퀀스를 사용하지 못하도록 한다.
- [149] 또한 1015, 1019 단계에서 제1 및 제2 D2D 단말은 제1 및 제2 셀의 PRACH를 이용하여 도 6a 내지 도 6d에서 설명한 동기화 방법을 이용하여 D2D 단말 간 독자적 동기화를 수행한다. 이때 1015 단계에서 제1 D2D 단말이 제2 D2D 단말에게 동기 신호(즉 참조 신호)를 전송할 때에는 제2 기지국의 PRACH 영역인 $PRACH_{eNB2}$ 및 제2 기지국으로부터 할당 받은 RAP 시퀀스인 RAP_{eNB2} 를 사용하여 동기 신호(참조 신호)를 전송하며, 1019 단계에서 제2 D2D 단말이 제1 D2D 단말에게 동기 신호(참조 신호)를 전송할 때에는 제1 기지국의 PRACH 영역인 $PRACH_{eNB1}$ 및 제2 기지국으로부터 할당 받은 RAP 시퀀스인 RAP_{eNB1} 을 사용하여 동기 신호를 전송한다. 상기 1015, 1019 단계의 동기화 수행 결과에 의해 1023 단계에서 제1 D2D 단말은 D2D 통신을 위한 D2D 신호 송신 시각을 결정(확보)한다. 동기화 절차 수행 이후 1025, 1027 단계에서 제1 및 제2 D2D 단말은 제1 및 제2 기지국에게 각각 D2D 통신을 위한 무선 자원 스케줄링을 요청한다. 이때 상기 스케줄링 요청은 LTE 시스템에서 PUCCH를 통해 제1 및 제2 기지국으로 전달된다.
- [150] 이후 1029 단계에서 제1 및 제2 기지국 간 공동 스케줄링을 통해 D2D 통신을 위한 무선 자원이 결정되며, 1031, 1033 단계에서 제1 및 제2 기지국은 자신에게 속한 단말에게 해당 무선 자원 할당 정보를 전달하고, 1035 단계에서 상기 할당된 무선 자원을 이용하여 제1 및 제2 D2D 단말 간에 D2D 통신이 수행된다.
- [151] 도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 D2D 단말의 구성을 나타낸 블록도로서, 도 11의 단말은 D2D 통신을 위한 송수신부를 포함하는 제1 통신 인터페이스(1110), 셀룰러 통신을 위한 송수신부를 포함하는 제2 통신 인터페이스(1130), 그리고 도 2 내지 도 10에서 설명한 본 발명의 동기화 방법에 따라 D2D 통신을 위한 동기화 절차를 수행하는 제어부(1150)를 포함하여 구현될 수 있다.
- [152] 이하 도 12 내지 도 14를 참조하여, 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예들의 동기화 방법들의 성능을 비교하여 설명하기로 한다.
- [153] 그 비교에 있어서 제1 내지 제3 실시 예의 동기화 방법을 적용한 경우의 평균 SIR(Signal to Interference Ratio)에 대한 CCDF(Complementary Cumulative Distribution Function) 분포 및 특정 SIR을 링크의 통신 가능 임계치로 설정하였을 때의 링크 불능(link outage) 확률에 대한 성능 평가를 수행한다.
- [154] 도 12는 성능 평가를 위한 모의 실험 상에서 적용한 셀 환경, 단말의 배치 및

자원 할당 구조의 일 예를 나타낸 것이다.

- [155] 도 12의 (a)는 모의 실험을 위한 단말 배치를 나타낸 것이고, (b)는 자원 할당 구조를 나타낸 것이다. 모의 실험을 위해 반경 R 크기의 정육각형 형태로 서로 인접한 3개의 셀을 고려하며, 각 셀은 셀 중심에 위치한 기지국을 기준으로 3개의 섹터로 분할된다. 이때 각 기지국 간 동기 오차가 존재하는 상황을 가정하기 위해, 하나의 기지국을 기준으로 나머지 두 개의 기지국은 서브 프레임 주기 T_{sub} 에 대하여 $\pm 0.5T_{\text{sub}}$ 범위로 랜덤한 동기 시각 오차를 가지도록 하였다.

- [156] 아래 <표 2>는 모의 실험을 위한 파라미터를 나타낸 것이다.

- [157] 표 2

[Table 2]

파라미터	값
섹터에서 단말들의 개수	75
대역폭	5 MHz
캐리어 주파수	2GHz
FFT 사이즈	512
CP 사이즈	36/40(5MHz)
경로 손실 모델(UE-UE)	ITU-1411 LOS (lower bound)
경로 손실 모델(UE-eNB)	COST 231 Hata urban
채널 모델	AWGN, ITU Pedestrian-A
셀 반경	1.5km
단말들 간의 최대 거리	500m
전력 제어	open-loop 전력 제어(경로 손실의 부분 보상, $\alpha=0.8$)
잡음 값(noise figure)	9 dB
최대 송신 전력	23 dBm
음영 페이딩(Shadow fading)	표준 편차 : 6 dB

- [158] 도 12와 상기 <표 2>와 같은 셀 환경에서 제1 D2D 단말과 제2 D2D 단말을 각각 서로 다른 셀에 속하도록 배치하되 제1 및 제2 D2D 단말들 간의 거리는 500 m 이하의 균일한 분포가 되도록 배치하였으며, 셀룰러 단말은 각 섹터 당 75 개씩 배치하되 해당 섹터 내에서 균등하게 분포하도록 하였다. 그리고 상기 제1 및 제2 D2D 단말, 셀룰러 단말은 서브 프레임 내에서 각각 하나의 자원 블록(RB)를 랜덤하게 할당 받아 통신한다고 가정하였으며, 동기 오차가 없을 경우 셀룰러 단말과 제1 및 제2 D2D 단말이 점유하는 자원 블록은 서로 중첩되지 않는 오버레이(overlay) 통신 환경을 가정하였다. 그리고 상기 <표 2>는 모의 실험에

적용된 주요 파라미터를 나타낸 것으로서, 모의 실험 파라미터는 예컨대, 3GPP TSG RAN1 #72bis 표준화 회의에서의 결정 사항 및 LTE 시스템 표준에 근거하여 결정되었다.

[159] 도 13은 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 D2D 통신의 동기화 방법이 적용된 경우 SIR의 CCDF 분포 분석을 각각 나타낸 것이다. 도 13에서 Sync to Tx-eNB(1301)는 제1 실시 예, Sync to Rx-eNB(1303)는 제2 실시 예, 그리고 Sync to Rx-DUE(1305)는 제3 실시 예의 동기화 방법이 적용된 경우를 각각 나타낸 것이다.

[160] 도 13은, 1.5km의 셀 반경 하에서 제1 내지 제3 실시 예들의 동기화 방법을 적용한 경우 제2 D2D 단말의 D2D 링크 수신 SIR에 대한 CCDF 분포를 나타낸 것이다. 도 13을 참조하면, 제1 및 제2 실시 예들에 비해 제3 실시 예의 동기화 방법이 적용된 경우 제2 D2D 단말 측 상향 링크 시각에 정확히 동기화를 수행함으로써 수신 SIR이 보다 개선되는 효과가 있으며, 그로 인해 상대적으로 높은 SIR을 가지는 D2D 링크의 비율이 증가하는 경향을 보인다. 평균 SIR 관점에서의 이득은 제1 실시 예와 비교 시 약 4.73 dB 향상되며, 제2 실시 예와 비교 시 약 0.76 dB의 이득이 향상된다. 제2 실시 예와 비교 시의 상대적인 이득이 적은 이유는 제2 실시 예의 경우 D2D 단말들 간 거리 차가 가까운 경우 제3 실시 예가 거의 동일한 동기화 상태가 보장되기 때문이다. 다만 제3 실시 예의 경우 SIR 이득 외에도 제2 기지국에 접속하지 않고도 동기화가 수행된다는 장점이 있으므로 제2 실시 예 보다 효과적임을 알 수 있다.

[161] 도 14는 본 발명의 제1 내지 제3 실시 예에 따른 D2D 통신의 동기화 방법이 적용된 경우 링크 불능(link outage) 분포 분석을 각각 나타낸 것이다. 도 14에서 Sync to Tx-eNB(1401)는 제1 실시 예, Sync to Rx-eNB(1403)는 제2 실시 예, 그리고 Sync to Rx-DUE(1405)는 제3 실시 예의 동기화 방법이 적용된 경우를 나타낸 것이다.

[162] 도 14는, 1.5km의 셀 반경 하에서 제1 내지 제2 동기화 방법들을 적용한 경우 D2D 수신 단말의 링크 불능 확률을 각각 나타낸 것이다. 여기서 상기 링크 불능이란 임의의 SIR을 통신이 가능한 최소 SIR(임계 값)으로 가정할 때 특정 링크가 해당 임계값 이하의 SIR 상태에 놓여 통신이 불가능한 경우를 의미한다.

[163] 상기 해당 임계값 이하의 SIR 보다 낮은 수신 품질을 가지는 D2D 링크의 경우 통신이 불가능하다고 간주할 때, 특정 D2D 링크가 통신이 불가능한 상태는 도 14를 참조하면, 제3 실시 예의 동기화 방법이 적용된 경우, SIR 이득으로 인해 링크 불능 상태에 놓이는 링크의 수가 제1 및 제2 동기화 방법에 비해 줄어들게 되며, 이는 동일한 조건에서 제3 실시 예의 동기화 방법을 적용 시, 상대적으로 많은 수의 D2D 링크의 통신이 가능하게 됨을 의미한다. 제3 실시 예의 경우 제1 실시 예 대비 12.38 %, 제2 실시 예 대비 2.22 %의 비율로 D2D 링크가 통신 가능한 조건에 놓일 확률이 증가함을 알 수 있다.

[164] 이상의 결과로부터, 제3 실시 예의 동기화 방법을 적용하는 경우, 제2 D2D

단말이 인접한 셀룰러 단말들에게 받는 비동기 간섭(asynchronous interference) 문제가 개선되어 평균 수신 SIR이 증가하며, 이에 따라 D2D 통신의 품질이 향상됨을 알 수 있다.

[165] 따라서 상기한 제1 내지 제3 실시 예에 의하면, 무선 통신 시스템에서 송신측 D2D 단말과 수신측 D2D 단말이 서로 다른 셀에 존재하는 상황에서 D2D 통신을 위한 동기화 절차를 수행할 수 있다.

[166] 또한 상기한 제3 실시 예에 의하면, 인접 셀룰러 단말들로부터의 간섭 문제를 해결하면서 또한 시스템 오버헤드를 줄일 수 있다. 또한 D2D 단말들 간의 동기화 시 수신 D2D 단말과 인접한 셀룰러 단말들의 상향 링크 송신 시각과의 동기 상태가 보장되도록 D2D 통신을 수행하여 동기 불일치로 인한 간섭을 제거할 수 있으며, D2D 통신을 위한 동기화 절차에서 셀룰러 통신 시스템에 접속하여 TA 정보를 획득하는 등의 절차 수행으로 인해 셀룰러 통신 시스템에 발생하는 오버헤드를 줄일 수 있다.

청구범위

- [청구항 1] 비동기 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 위한 동기화 방법에 있어서,
제1 셀에 위치한 제1 D2D 단말이 상기 제1 셀과 인접한 제2 셀에 위치한 제2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 동기화된 시각을 결정하는 과정; 및
상기 동기화된 시각에 상기 제1 D2D 단말이 상기 제2 D2D 단말에게 D2D 신호를 전송하는 과정을 포함하는 동기화 방법.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 D2D 단말은 상기 제2 D2D 단말과 참조 신호의 교환을 통해 상기 동기화된 시각을 결정하는 동기화 방법.
- [청구항 3] 제 2 항에 있어서,
상기 참조 신호의 교환은 두 개의 상관 피크들을 갖는 참조 신호를 이용하며, 상기 두 개의 상관 피크들 간 간격은 상기 동기화된 시각에 대응되는 샘플 크기를 근거로 할당되는 동기화 방법.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
상기 두 개의 상관 피크들 간 간격의 최대치를 근거로 상기 참조 신호의 구조가 결정되는 동기화 방법.
- [청구항 5] 제 2 항에 있어서,
상기 참조 신호는 상향 링크 물리 채널을 이용하여 교환되는 동기화 방법.
- [청구항 6] 제 2 항에 있어서,
상기 D2D 통신을 위한 D2D 링크에게 할당된 RAP 시퀀스는, 상기 제1 기지국과 상기 제2 기지국에 의해 각각 해당 셀 내의 셀룰러 단말이 초기 접속 시도 시 사용되지 않도록 제어되는 동기화 방법.
- [청구항 7] 비동기 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 위한 동기화를 수행하는 D2D 단말에 있어서,
D2D 통신을 위한 송수신부를 포함하는 통신 인터페이스; 및
제1 셀에 위치한 제1 D2D 단말이 상기 제1 셀과 인접한 제2 셀에 위치한 제2 D2D 단말의 상향 링크 송신 시각에 동기화된 시각을 결정하고, 상기 동기화된 시각에 상기 제1 D2D 단말이 상기 제2 D2D 단말에게 D2D 신호를 전송하는 동작을 제어하는 제어부를 포함하는 D2D 단말.
- [청구항 8] 제 7 항에 있어서,
상기 제어부는 상기 제2 D2D 단말과 참조 신호의 교환을 통해 상기 동기화된 시각을 결정하는 D2D 단말.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,

상기 참조 신호의 교환은 두 개의 상관 피크들을 갖는 참조 신호를 이용하며, 상기 두 개의 상관 피크들 간 간격은 상기 동기화된 시각에 대응되는 샘플 크기를 근거로 할당되는 D2D 단말.

[청구항 10]

제 9 항에 있어서,

상기 두 개의 상관 피크들 간 간격의 최대치를 근거로 상기 참조 신호의 구조가 결정되는 D2D 단말.

[청구항 11]

제 8 항에 있어서,

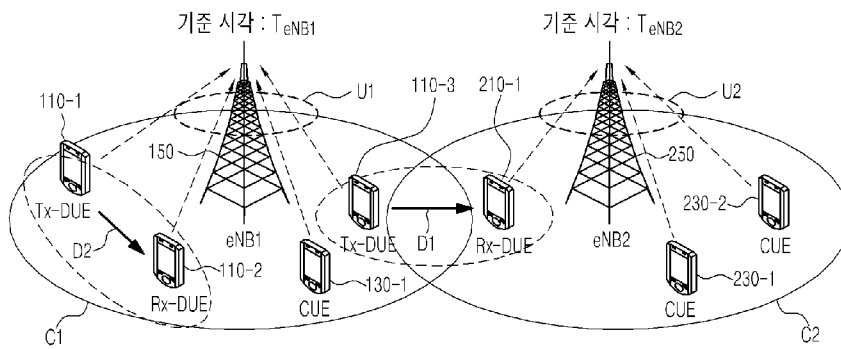
상기 참조 신호는 상향 링크 물리 채널을 이용하여 교환되는 D2D 단말.

[청구항 12]

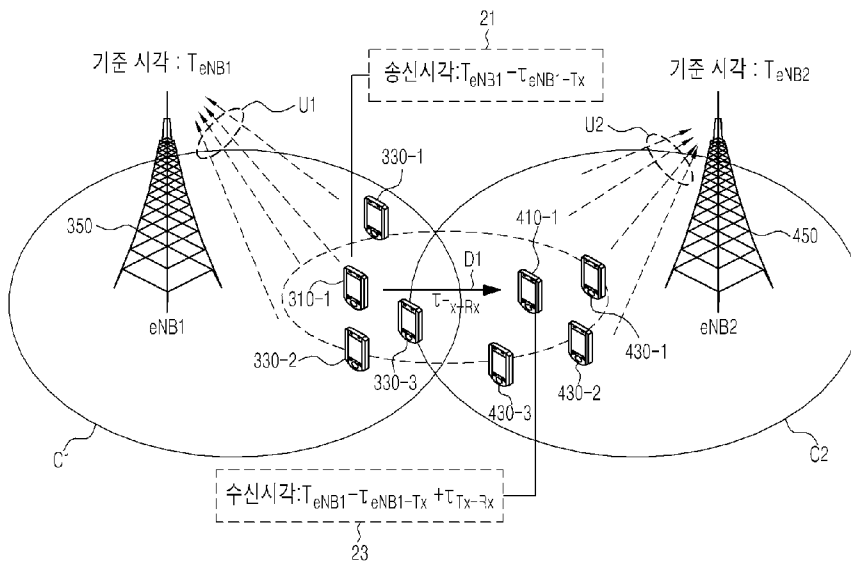
제 8 항에 있어서,

상기 D2D 통신을 위한 D2D 링크에게 할당된 RAP 시퀀스는, 상기 제1 기지국과 상기 제2 기지국에 의해 각각 해당 셀 내의 셀룰러 단말이 초기 접속 시도 시 사용되지 않도록 제어되는 D2D 단말.

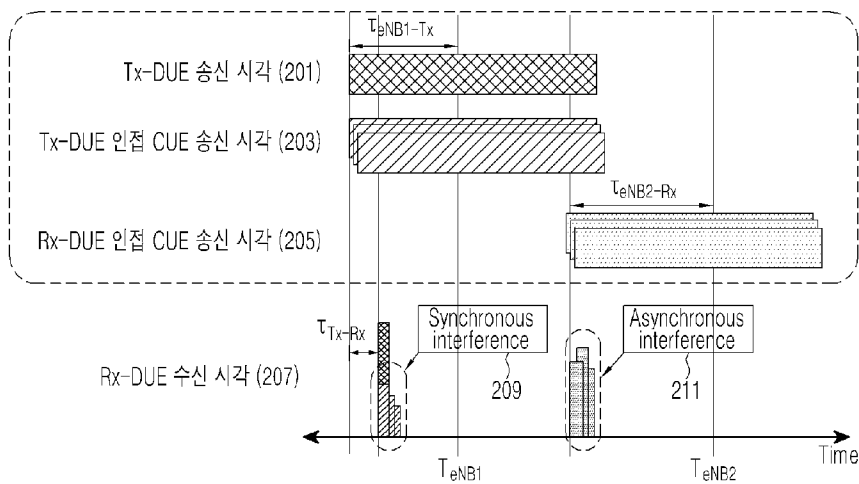
[Fig. 1]



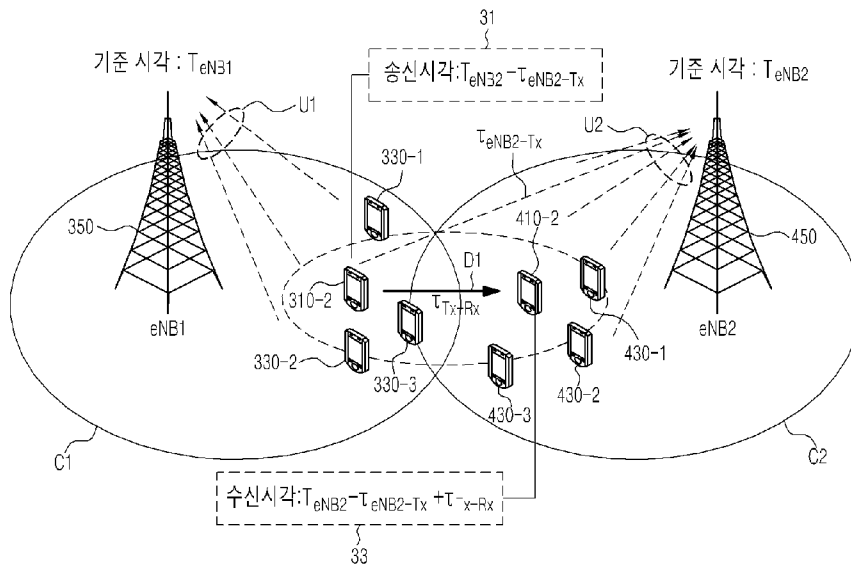
[Fig. 2a]



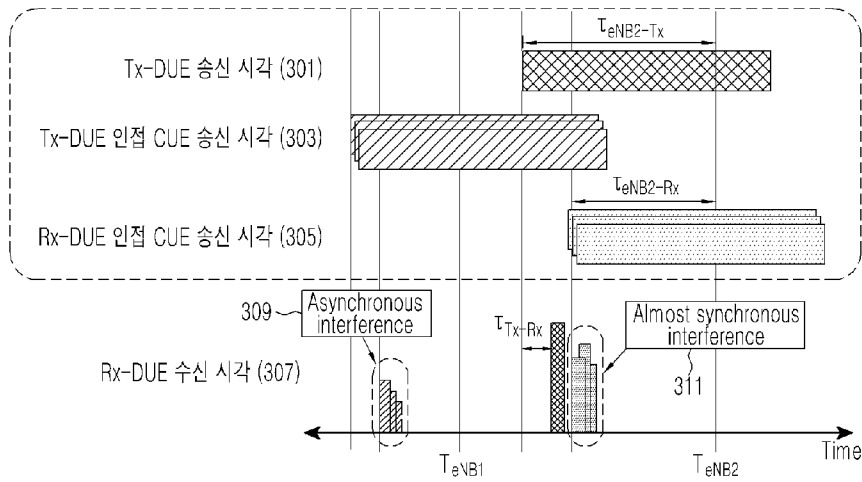
[Fig. 2b]



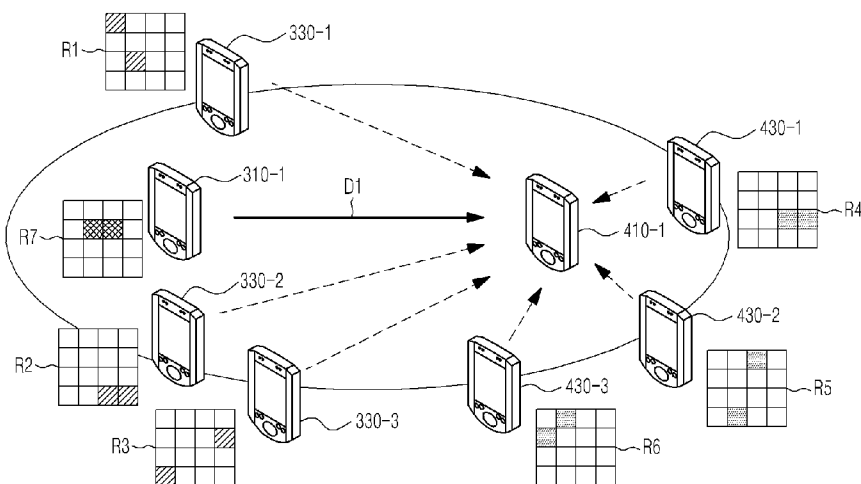
[Fig. 3a]



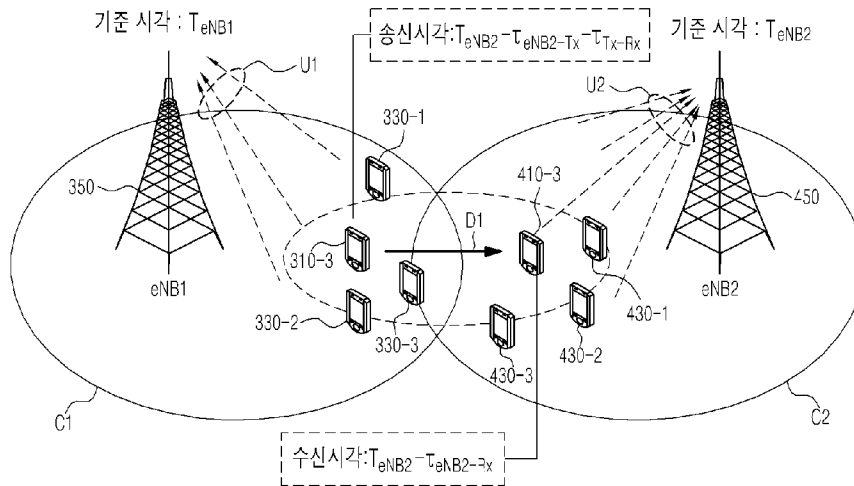
[Fig. 3b]



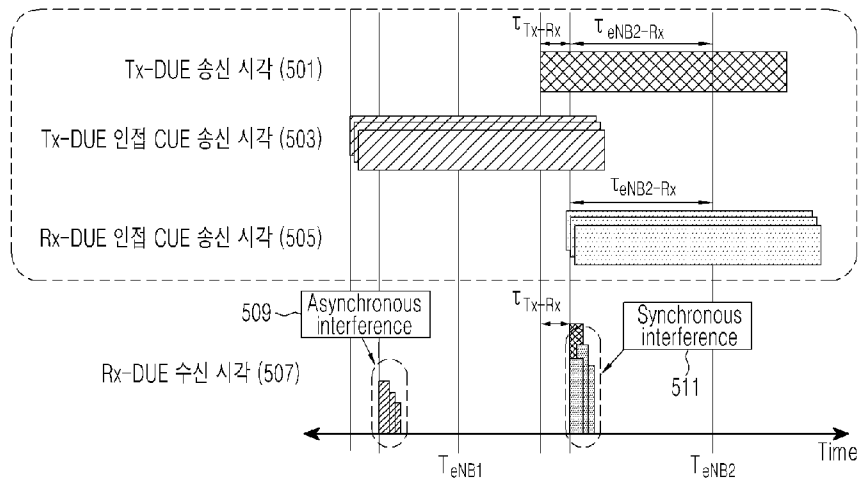
[Fig. 4]



[Fig. 5a]

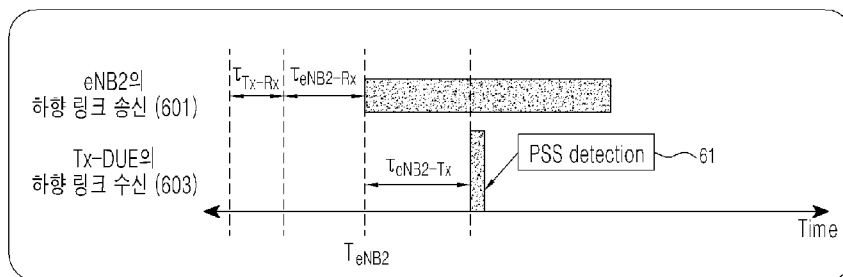


[Fig. 5b]



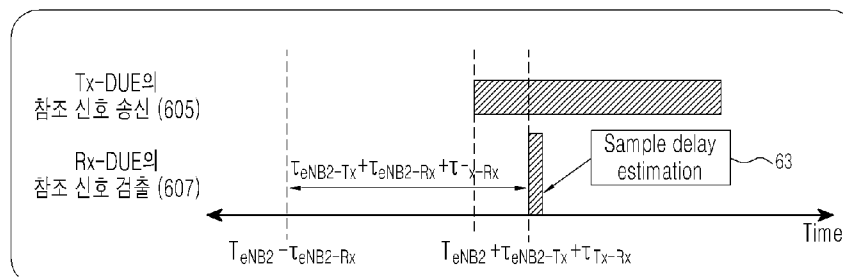
[Fig. 6a]

Phase 0 (eNB2 → Tx-DUE)



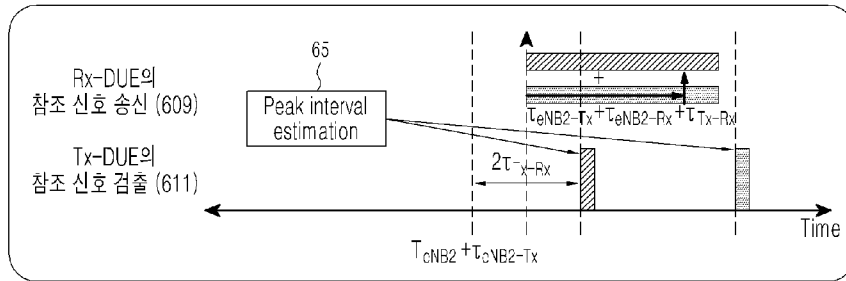
[Fig. 6b]

Phase 1 (Tx-DUE → Rx-DUE)



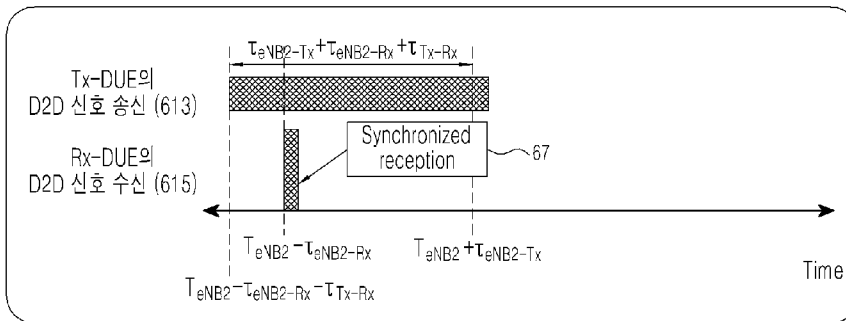
[Fig. 6c]

Phase 2 (Rx-DUE → Tx-DUE)

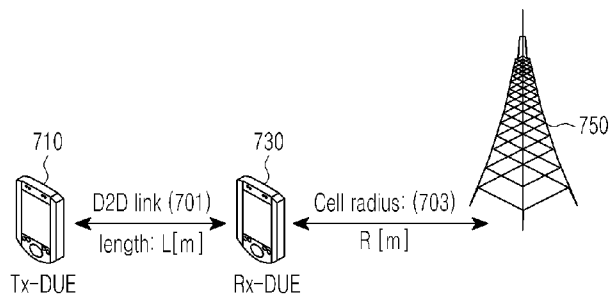


[Fig. 6d]

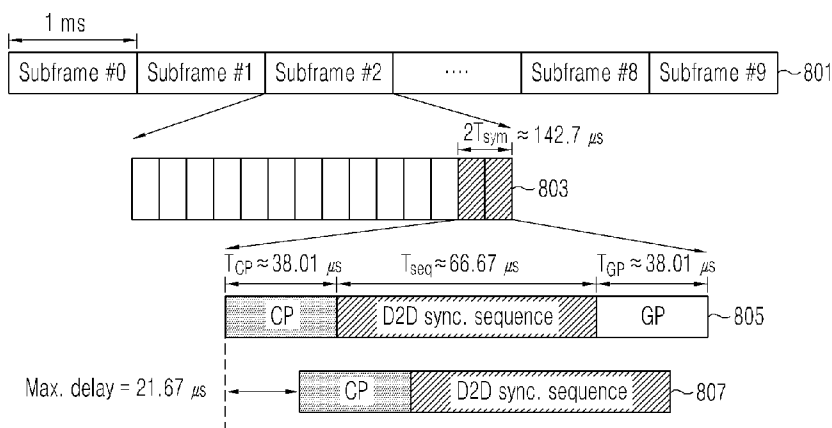
Phase 3 (D2D communication)



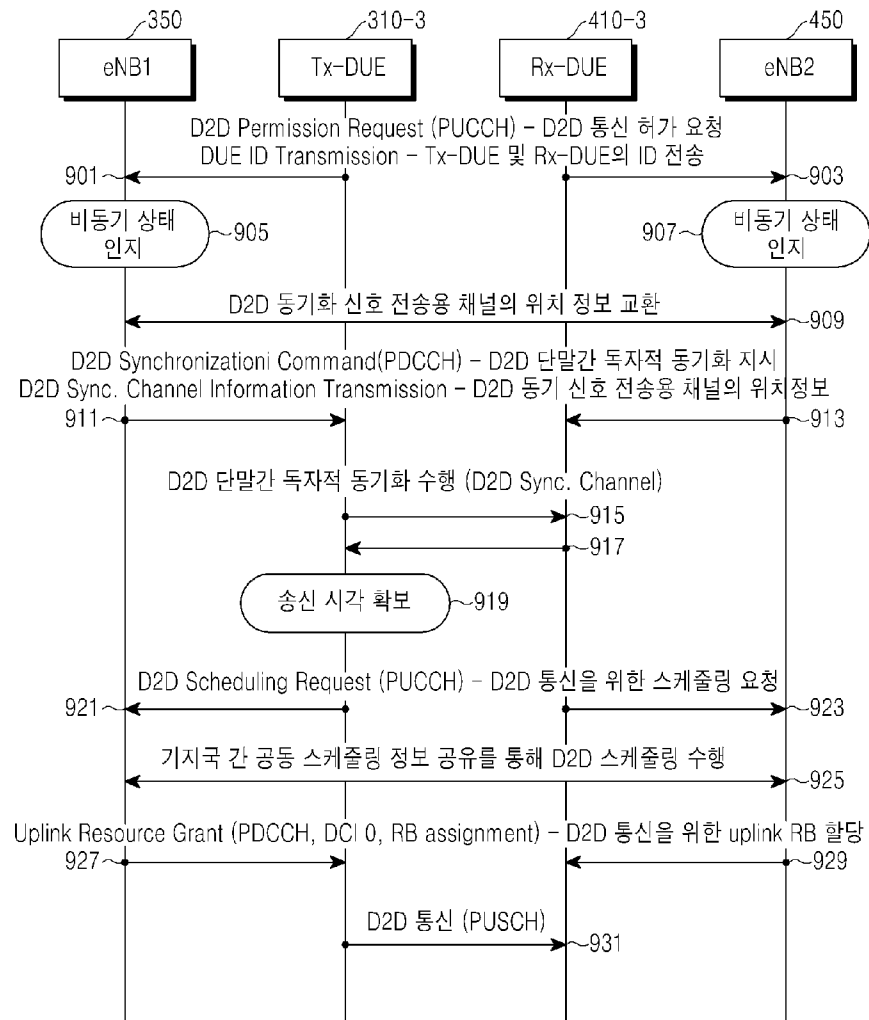
[Fig. 7]



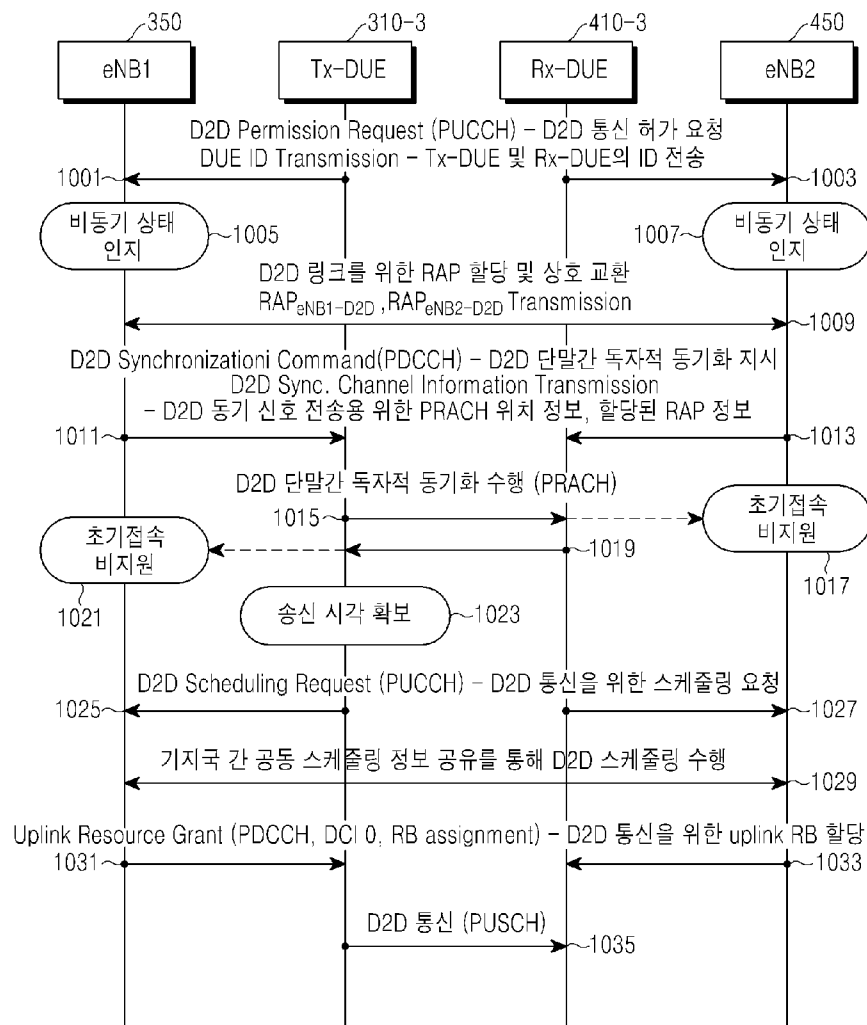
[Fig. 8]



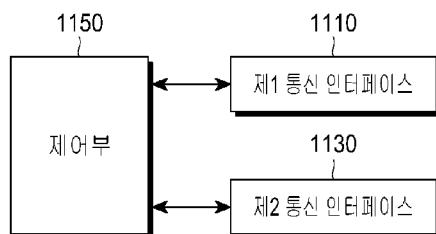
[Fig. 9]



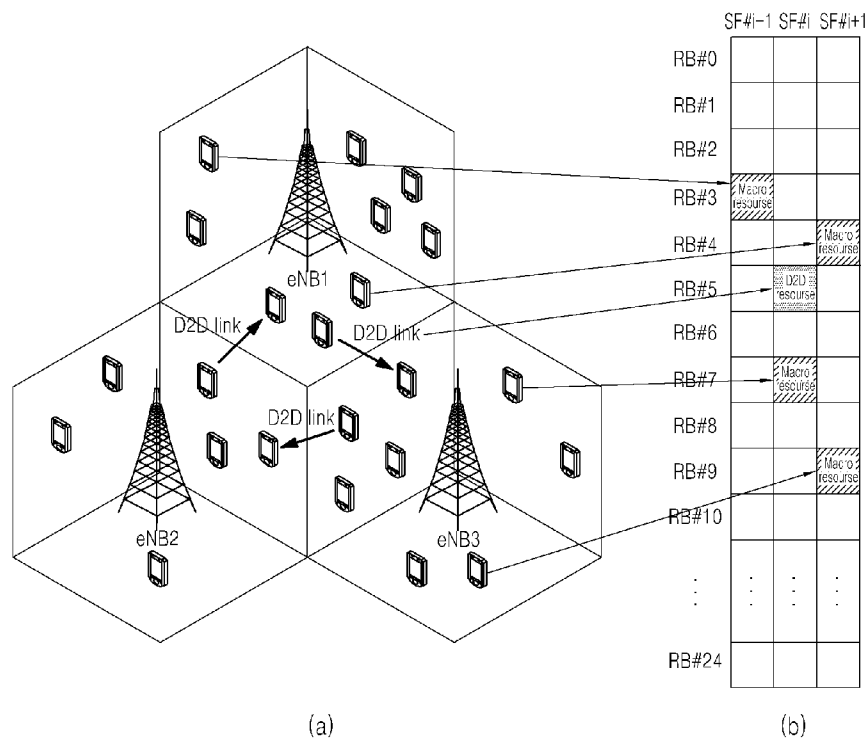
[Fig. 10]



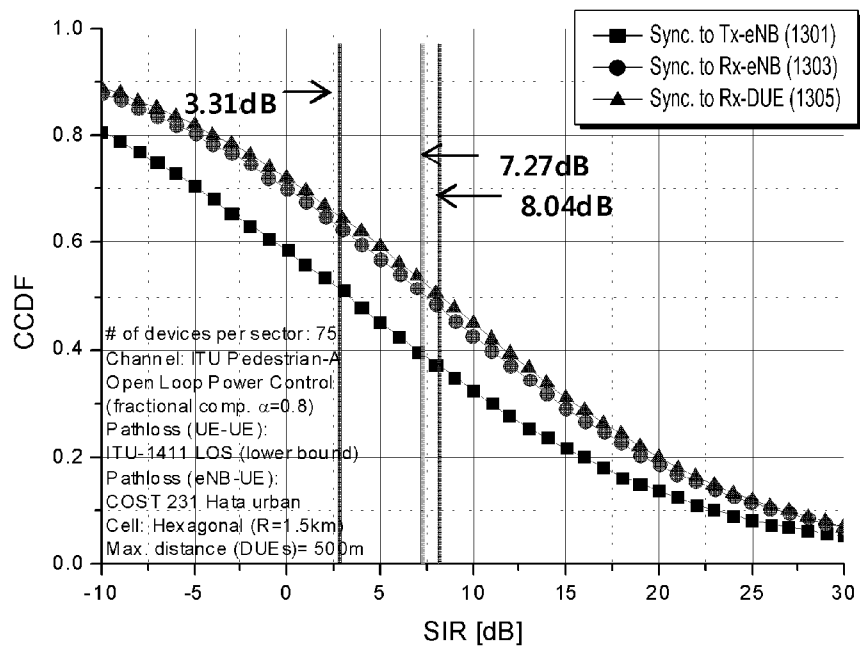
[Fig. 11]



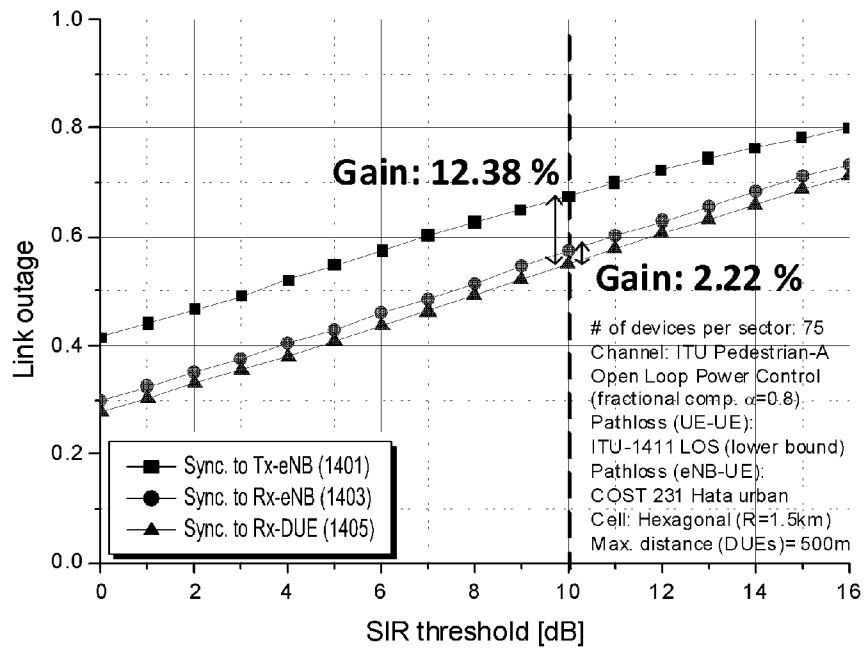
[Fig. 12]



[Fig. 13]



[Fig. 14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/009453**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****H04W 56/00(2009.01)i***

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04W 56/00; H04B 7/24; H04W 72/04; H04W 72/08; H04W 48/10; H04W 92/18; H04W 84/12

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: D2D, uplink synchronization, different cell, reference signal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013-077684 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 30 May 2013 See paragraphs [0081]-[0095], [0103]; claim 1; and figure 8.	1-2,5,7-8,11
A		3-4,6,9-10,12
Y	KR 10-2013-0035964 A (ELECTRONICS AND TELECOMMUNICATIONS RESEARCH INSTITUTE) 09 April 2013 See paragraphs [0045]-[0054]; claims 6-7; and figures 1-3.	1-2,5,7-8,11
A	KR 10-2010-0038222 A (QUALCOMM INCORPORATED) 13 April 2010 See paragraphs [0019]-[0021]; claim 1; and figures 3-4.	1-12
A	KR 10-2013-0048124 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD.) 09 May 2013 See paragraphs [0015]-[0040]; claim 1; and figures 3a-3b.	1-12
A	KR 10-2009-0062435 A (SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD. et al.) 17 June 2009 See paragraphs [0030]-[0046]; claim 1; and figures 4-5.	1-12



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

16 JANUARY 2015 (16.01.2015)

Date of mailing of the international search report

16 JANUARY 2015 (16.01.2015)

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. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/009453

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2013-077684 A1	30/05/2013	US 2014-0286293 A1	25/09/2014
KR 10-2013-0035964 A	09/04/2013	US 2013-0083779 A1 US 8848700 B2	04/04/2013 30/09/2014
KR 10-2010-0038222 A	13/04/2010	CN 101690036 A CN 101690036 B EP 2012479 A1 JP 05518703 B2 JP 2010-532969 A KR 10-1165141 B1 TW 200920034 A US 2009-0010232 A1 US 8385316 B2 WO 2009-009314 A1	31/03/2010 14/08/2013 07/01/2009 11/06/2014 14/10/2010 12/07/2012 01/05/2009 08/01/2009 26/02/2013 15/01/2009
KR 10-2013-0048124 A	09/05/2013	AU 2011-221736 A1 CA 2791698 A1 CN 102783078 A EP 2532114 A2 MX 2012010044 A RU 2012-137780 A US 2011-0216747 A1 WO 2011-108870 A2 WO 2011-108870 A3	20/09/2012 09/09/2011 14/11/2012 12/12/2012 01/10/2012 10/03/2014 08/09/2011 09/09/2011 29/12/2011
KR 10-2009-0062435 A	17/06/2009	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) H04W 56/00(2009.01)		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H04W 56/00; H04B 7/24; H04W 72/04; H04W 72/08; H04W 48/10; H04W 92/18; H04W 84/12 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: D2D, uplink synchronization, different cell, reference signal		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	WO 2013-077684 A1 (엘지전자 주식회사) 2013.05.30 단락 [0081]-[0095], [0103]; 청구항 1; 및 도면 8 참조.	1-2, 5, 7-8, 11
A		3-4, 6, 9-10, 12
Y	KR 10-2013-0035964 A (한국전자통신연구원) 2013.04.09 단락 [0045]-[0054]; 청구항 6-7; 및 도면 1-3 참조.	1-2, 5, 7-8, 11
A	KR 10-2010-0038222 A (퀄컴 인코포레이티드) 2010.04.13 단락 [0019]-[0021]; 청구항 1; 및 도면 3-4 참조.	1-12
A	KR 10-2013-0048124 A (삼성전자주식회사) 2013.05.09 단락 [0015]-[0040]; 청구항 1; 및 도면 3a-3b 참조.	1-12
A	KR 10-2009-0062435 A (삼성전자주식회사 외 1명) 2009.06.17 단락 [0030]-[0046]; 청구항 1; 및 도면 4-5 참조.	1-12
☐ 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 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다. “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다. “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌		
국제조사의 실제 완료일 2015년 01월 16일 (16.01.2015)		국제조사보고서 발송일 2015년 01월 16일 (16.01.2015)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 ++82 42 472 3473		심사관 양정복 전화번호 +82-42-481-5709 

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2013-077684 A1	2013/05/30	US 2014-0286293 A1	2014/09/25
KR 10-2013-0035964 A	2013/04/09	US 2013-0083779 A1 US 8848700 B2	2013/04/04 2014/09/30
KR 10-2010-0038222 A	2010/04/13	CN 101690036 A CN 101690036 B EP 2012479 A1 JP 05518703 B2 JP 2010-532969 A KR 10-1165141 B1 TW 200920034 A US 2009-0010232 A1 US 8385316 B2 WO 2009-009314 A1	2010/03/31 2013/08/14 2009/01/07 2014/06/11 2010/10/14 2012/07/12 2009/05/01 2009/01/08 2013/02/26 2009/01/15
KR 10-2013-0048124 A	2013/05/09	AU 2011-221736 A1 CA 2791698 A1 CN 102783078 A EP 2532114 A2 MX 2012010044 A RU 2012-137780 A US 2011-0216747 A1 WO 2011-108870 A2 WO 2011-108870 A3	2012/09/20 2011/09/09 2012/11/14 2012/12/12 2012/10/01 2014/03/10 2011/09/08 2011/09/09 2011/12/29
KR 10-2009-0062435 A	2009/06/17	없음	