

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(10) 국제공개번호  
WO 2015/133816 A1

(43) 국제공개일  
2015년 9월 11일 (11.09.2015)

- (51) 국제특허분류:  
H04W 48/16 (2009.01) H04W 8/00 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2015/002086
- (22) 국제출원일: 2015년 3월 4일 (04.03.2015)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
61/947,975 2014년 3월 4일 (04.03.2014) US  
62/056,622 2014년 9월 29일 (29.09.2014) US
- (71) 출원인: 엘지전자(주) (LG ELECTRONICS INC.)  
[KR/KR]; 150-721 서울시 영등포구 여의대로 128, Seoul (KR). 승실대학교산학협력단 (INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION OF SOONGSIL UNIVERSITY) [KR/KR]; 156-743 서울시 동작구 상도로 369, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김학성 (KIM, Hakseong); 137-893 서울시 서초구 양재대로 11길 19, 엘지전자 R&D 캠퍼스, Seoul (KR). 양모찬 (YANG, Mochan); 156-743 서울시 동작구 상도로 369, 형남공학관 1203호, Seoul (KR). 오선애 (WU, Shanai); 156-743 서울시 동작구 상도로 369, 형남공학관 1203호, Seoul (KR). 신요안 (SHIN, Yoan); 156-743 서울시 동작구 상도로 369, 형남공학관 1206호, Seoul (KR).

(74) 대리인: 특허법인 로얄 (ROYAL PATENT & LAW OFFICE); 151-800 서울시 관악구 남부순환로 2072, 도원회관 빌딩 1층, 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, KR, 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.

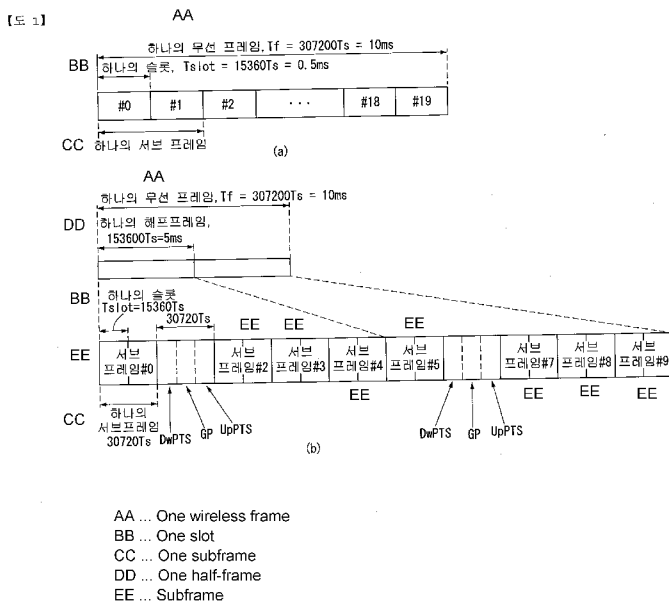
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, 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 제 21 조(3))

(54) Title: METHOD FOR DISCOVERING DEVICE IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM SUPPORTING DEVICE-TO-DEVICE COMMUNICATION AND APPARATUS FOR SAME

(54) 발명의 명칭 : 단말 간 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말 탐색 방법 및 이를 위한 장치



(57) Abstract: Disclosed are a method for discovering a device in a wireless communication system supporting device-to-device (D2D) communication and an apparatus for same, and specifically, a method for discovering a device in a wireless communication system supporting D2D communication, comprising the steps of: transmitting a discovery signal from a device; and the device, receiving, from a different device, a response signal as a response to the discovery signal, wherein the response signal may be transmitted when a response delay time, which has been determined by the different device based on a reception signal-to-interference noise ratio (SINR), expires.

(57) 요약서: 단말 간 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말 탐색 방법 및 이를 위한 장치가 개시된다. 구체적으로, D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말을 탐색(discovery)하는 방법이 있어서, 단말이 디스커버리 신호를 전송하는 단계, 상기 단말이 다른 단말로부터 상기 디스커버리 신호에 대한 응답으로 응답 신호를 수신하

는 단계를 포함하고, 상기 응답 신호는 상기 다른 단말에 의해 수신 SINR(Signal-to-Interference Noise Ratio)을 기반으로 결정된 응답 지연(response delay) 시간이 종료하면 전송될 수 있다.

WO 2015/133816 A1

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

단말 간 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말 탐색 방법 및 이를 위한 장치

## 5 【기술분야】

본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 단말 간 통신(D2D(Device-to-Device) communication)을 지원하는 무선 통신 시스템에서 응답 지연(response delay) 기반 단말 탐색 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

## 10 【배경기술】

이동 통신 시스템은 사용자의 활동성을 보장하면서 음성 서비스를 제공하기 위해 개발되었다. 그러나 이동통신 시스템은 음성뿐 아니라 데이터 서비스까지 영역을 확장하였으며, 현재에는 폭발적인 트래픽의 증가로 인하여 자원의 부족 현상이 야기되고 사용자들이 보다 고속의 서비스에 대한 요구하므로, 보다

15 발전된 이동 통신 시스템이 요구되고 있다.

차세대 이동 통신 시스템의 요구 조건은 크게 폭발적인 데이터 트래픽의 수용, 사용자 당 전송률의 획기적인 증가, 대폭 증가된 연결 디바이스 개수의 수용, 매우 낮은 단대단 지연(End-to-End Latency), 고에너지 효율을 지원할 수 있어야 한다. 이를 위하여 이중 연결성(Dual Connectivity), 대규모 다중

20 입출력(Massive MIMO: Massive Multiple Input Multiple Output), 전이중(In-band Full Duplex), 비직교 다중접속(NOMA: Non-Orthogonal Multiple Access), 초광대역(Super wideband) 지원, 단말

네트워킹 (Device Networking) 등 다양한 기술들이 연구되고 있다.

**【발명의 상세한 설명】**

**【기술적 과제】**

본 발명에서는 재난상황에서 통신 인프라 전체 또는 일부가 사용할 수 없는  
 5 상태에서 재난지역 단말들은 주변 기지국을 검색하여 접속을 시도하거나 주변  
 기지국 검색이 불가능한 단말은 주변 단말의 중계 기능을 사용하여 홉(hop)을  
 거쳐 인프라 네트워크에 연결될 수 있다. 이 경우, 무분별한 신호 전송이 발생수  
 있으며 이로 인해서 D2D 단말 간 혹은 셀룰러 자원 간 자원 충돌 및 자원의  
 비효율적인 사용 문제가 발생할 수 있다.

10 본 발명의 목적은 상술한 문제점을 해결하기 위하여, 응답 지연(response  
 delay) 기반으로 자원 충돌을 최소화하면서 주변 단말을 효율적으로 탐색하기  
 위한 방법을 제안한다.

본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적  
 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의  
 15 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게  
 이해될 수 있을 것이다.

**【기술적 해결방법】**

본 발명의 일 양상은, D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선  
 통신 시스템에서 단말을 탐색(discovery)하는 방법에 있어서, 단말이  
 20 디스커버리 신호를 전송하는 단계, 상기 단말이 다른 단말로부터 상기  
 디스커버리 신호에 대한 응답으로 응답 신호를 수신하는 단계를 포함하고, 상기  
 응답 신호는 상기 다른 단말에 의해 수신 SINR(Signal-to-Interference

Noise Ratio)을 기반으로 결정된 응답 지연(response delay) 시간이 종료하면 전송될 수 있다.

본 발명의 다른 일 양상은, D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말을 탐색(discovery)하는 단말에 있어서, 무선  
5 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 디스커버리 신호를 전송하고, 다른 단말로부터 상기 디스커버리 신호에 대한 응답으로 응답 신호를 수신하도록 구성되고, 상기 응답 신호는 상기 다른 단말에 의해 수신 SINR(Signal-to-Interference Noise Ratio)을  
10 기반으로 결정된 응답 지연(response delay) 시간이 종료하면 전송될 수 있다.

바람직하게, 상기 응답 지연 시간은 상기 수신 SINR과 반비례하게 결정될 수 있다.

바람직하게, 상기 단말이 상기 응답 신호를 전송한 단말 중에서 다음 디스커버리 주기에서 단말 디스커버리 과정을 수행할 단말을 선택하는 단계 및  
상기 단말이 상기 디스커버리 메시지 전송을 위한 자원 풀의 정보를 상기 선택한  
15 단말에게 전송하는 단계를 더 포함할 수 있다.

바람직하게, 상기 다음 디스커버리 주기에서 단말 디스커버리 과정을 수행할 단말은 상기 응답 신호를 가장 먼저 전송한 단말로 선택될 수 있다.

바람직하게, 상기 다음 디스커버리 주기에서 단말 디스커버리 과정을 수행할 단말은 상기 응답 신호를 가장 늦게 전송한 단말로 선택될 수 있다.

바람직하게, 상기 다음 디스커버리 주기에서 단말 디스커버리 과정을  
20 수행할 단말은 임의로 선택될 수 있다.

바람직하게, 상기 디스커버리 신호는 단말 식별자(Identifier) 및/또는

디스커버리 주기 정보를 포함할 수 있다.

바람직하게, 상기 단말은 상기 디스커버리 신호를 전송한 후, 수신 모드로 전환하는 단계를 더 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 일 양상은, D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말을 탐색(discovery)하는 방법에 있어서, 단말이 디스커버리 신호를 수신하는 단계, 상기 단말이 수신 SINR(Signal-to-Interference Noise Ratio)을 기반으로 응답 지연(response delay) 시간을 결정하는 단계 및 상기 단말이 상기 응답 지연 시간이 종료하면 상기 디스커버리 신호에 대한 응답으로 응답 신호를 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

본 발명의 다른 일 양상은, D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말을 탐색(discovery)하는 단말에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 프로세서를 포함하고, 상기 프로세서는 디스커버리 신호를 수신하고, 수신 SINR(Signal-to-Interference Noise Ratio)을 기반으로 응답 지연(response delay) 시간을 결정하고, 상기 응답 지연 시간이 종료하면 상기 디스커버리 신호에 대한 응답으로 응답 신호를 전송하도록 구성될 수 있다.

바람직하게, 상기 응답 지연 시간은 상기 수신 SINR과 반비례하게 결정될 수 있다.

바람직하게, 상기 수신 SINR은 상기 디스커버리 신호 또는 상기 디스커버리 신호를 전송한 단말로부터 전송된 참조 신호(reference signal)을 기반으로 도출될 수 있다.

**【유리한 효과】**

본 발명의 실시예에 따르면, 단말 간 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 응답 지연(response delay) 기반으로 D2D 신호를 전송함으로써, D2D 단말 간 혹은 셀룰러 자원 간 자원 충돌을 최소화하면서 주변 단말을 효율적으로 탐색할 수 있다.

- 5        본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

#### 【도면의 간단한 설명】

본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부  
10    도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 특징을 설명한다.

도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 하향링크  
15    슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

20    도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 PUCCH 포맷들이 상향링크 물리자원블록의 PUCCH 영역에 매핑되는 형태의 일례를 나타낸다.

도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반 CP의 경우의

CQI 채널의 구조를 나타낸다.

도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반 CP의 경우에 ACK/NACK 채널의 구조를 나타낸다.

도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 슬롯 동안 5 개의 SC-FDMA 심볼을 생성하여 전송하는 일례를 나타낸다.

도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 컴포넌트 캐리어 및 캐리어 병합의 일례를 나타낸다.

도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 서브 프레임 구조의 일례를 나타낸다.

도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 UL-SCH의 전송 채널 프로세싱의 일례를 나타낸다.

도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 전송 채널(transport channel)인 상향링크 공유채널의 신호 처리 과정의 일례를 나타낸다.

도 13은 일반적인 다중 입출력 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

도 14는 다수의 송신 안테나에서 하나의 수신 안테나로의 채널을 나타낸 도이다.

도 15는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 자원 블록 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴을 예시한다.

도 16은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 사운딩 참조 신호 심볼을 포함한 상향링크 서브 프레임을 예시한다.

도 17은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 릴레이 노드 자원

분할을 예시한다.

도 18은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 19는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 D2D 통신의 다양한 시나리오들의 일례를 나타낸다.

도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스커버리 자원이 할당된 일례를 나타낸다.

도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스커버리 과정을 간략히 예시한 도면이다.

도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 참조 신호를 수신하는 단말들을 예시하는 도면이다.

도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D discovery 메시지 전송 방법을 예시하는 도면이다.

도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 discovery 자원 영역이 구분되어 설정된 예를 나타낸다.

도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 discovery 자원 영역이 구분되어 설정된 예를 나타낸다.

도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 discovery 자원 영역이 구분되어 설정된 예를 나타낸다.

도 27은 본 발명의 일 실시예에 따른 UE로부터 전송되는 신호를 기반으로 discovery 자원 영역을 결정하는 방안을 설명하기 위한 도면이다.

도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 재난지역 UE 들이 인프라 네트워크에



접속하는 상황을 예시하는 도면이다.

도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

도 30은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D UE discovery 방법을  
5 예시하는 도면이다.

도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

도 32는 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

도 33은 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery와 동시에 자원을  
10 할당하는 방법을 예시한다.

도 34는 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

도 35는 기존의 UE discovery 방법과 본 발명에서 제안하는 UE  
15 discovery 방법의 차이를 예시하는 도면이다.

도 36은 본 발명의 일 실시예에 따른 응답지연 기반 UE discovery의 UE discovery 성능을 모의 실험한 결과를 예시한다.

도 37은 본 발명의 일 실시예에 따른 응답지연 기반 UE discovery 방법의 인프라 접속 성능을 모의 실험한 결과를 예시한다.

도 38은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를  
20 예시한다.

**【발명의 실시를 위한 형태】**

이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시형태를 나타내고자 하는 것이 아니다. 이하의 상세한 설명은 본 발명의 완전한 이해를 제공하기 위해서 구체적 세부사항을 포함한다. 그러나, 당업자는 본 발명이 이러한 구체적 세부사항 없이도 실시될 수 있음을 안다.

몇몇 경우, 본 발명의 개념이 모호해지는 것을 피하기 위하여 공지의 구조 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.

본 명세서에서 기지국은 단말과 직접적으로 통신을 수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본 문서에서 기지국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다. 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 단말과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있음은 자명하다. '기지국(BS: Base Station)'은 고정국(fixed station), Node B, eNB(evolved-NodeB), BTS(base transceiver system), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, UE(User Equipment), MS(Mobile Station), UT(user terminal), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station), AMS(Advanced Mobile Station), WT(Wireless terminal),

MTC (Machine-Type Communication) 장치, M2M (Machine-to-Machine) 장치, D2D (Device-to-Device) 장치 등의 용어로 대체될 수 있다.

이하에서, 하향링크(DL: downlink)는 기지국에서 단말로의 통신을 의미하며, 상향링크(UL: uplink)는 단말에서 기지국으로의 통신을 의미한다.

5 하향링크에서 송신기는 기지국의 일부이고, 수신기는 단말의 일부일 수 있다. 상향링크에서 송신기는 단말의 일부이고, 수신기는 기지국의 일부일 수 있다.

이하의 설명에서 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.

10 이하의 기술은 CDMA(code division multiple access), FDMA(frequency division multiple access), TDMA(time division multiple access), OFDMA(orthogonal frequency division multiple access), SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access), NOMA(non-orthogonal multiple access) 등과 같은 다양한  
 15 무선 접속 시스템에 이용될 수 있다. CDMA는 UTRA(universal terrestrial radio access)나 CDMA2000과 같은 무선 기술(radio technology)로 구현될 수 있다. TDMA는 GSM(global system for mobile communications)/GPRS(general packet radio service)/EDGE(enhanced data rates for GSM evolution)와 같은 무선  
 20 기술로 구현될 수 있다. OFDMA는 IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802-20, E-UTRA(evolved UTRA) 등과 같은 무선 기술로 구현될 수 있다. UTRA는 UMTS(universal mobile telecommunications

system)의 일부이다. 3GPP(3rd generation partnership project) LTE(long term evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(advanced)는 3GPP LTE의 진화이다.

5        본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802, 3GPP 및 3GPP2 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 본 발명의 기술적 사상을 명확히 드러내기 위해 설명하지 않은 단계들 또는 부분들은 상기 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

10        설명을 명확하게 하기 위해, 3GPP LTE/LTE-A를 위주로 기술하지만 본 발명의 기술적 특징이 이에 제한되는 것은 아니다.

### 시스템 일반

15        도 1은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

3GPP LTE/LTE-A에서는 FDD(Frequency Division Duplex)에 적용 가능한 타입 1 무선 프레임(radio frame) 구조와 TDD(Time Division Duplex)에 적용 가능한 타입 2의 무선 프레임 구조를 지원한다.

20        도 1의 (a)는 타입 1 무선 프레임의 구조를 예시한다. 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임을 전송하는데 걸리는 시간을 TTI(transmission time

interval)이라 한다. 예를 들어, 하나의 서브 프레임은 길이는 1ms이고, 하나의 슬롯의 길이는 0.5ms일 수 있다.

하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼을 포함하고, 주파수 영역에서 다수의 자원블록(RB: Resource Block)을 포함한다. 3GPP LTE는 하향링크에서 OFDMA를 사용하므로 OFDM 심볼은 하나의 심볼 구간(symbol period)을 표현하기 위한 것이다. OFDM 심볼은 하나의 SC-FDMA 심볼 또는 심볼 구간이라고 할 수 있다. 자원 블록(resource block)은 자원 할당 단위이고, 하나의 슬롯에서 복수의 연속적인 부 반송파(subcarrier)를 포함한다.

도 1의 (b)는 타입 2 프레임 구조(frame structure type 2)를 나타낸다. 타입 2 무선 프레임은 2개의 하프 프레임(half frame)으로 구성되며, 각 하프 프레임은 5개의 서브프레임과 DwPTS(Downlink Pilot Time Slot), 보호구간(GP: Guard Period), UpPTS(Uplink Pilot Time Slot)로 구성되며, 이 중 1개의 서브프레임은 2개의 슬롯으로 구성된다. DwPTS는 단말에서의 초기 셀 탐색, 동기화 또는 채널 추정에 사용된다. UpPTS는 기지국에서의 채널 추정과 단말의 상향링크 전송 동기를 맞추는 데 사용된다. 보호구간은 상향링크와 하향링크 사이에 하향링크 신호의 다중경로 지연으로 인해 상향링크에서 생기는 간섭을 제거하기 위한 구간이다.

TDD 시스템의 타입 2 프레임 구조에서 상향링크-하향링크 구성(uplink-downlink configuration)은 모든 서브프레임에 대하여 상향링크와 하향링크가 할당(또는 예약)되는지 나타내는 규칙이다. 표 1은 상향링크-하향링크 구성을 나타낸다.

【표 1】

Uplink-Downlink configuration	Downlink-to-Uplink Switch-point periodicity	Subframe number									
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	U
1	5ms	D	S	U	U	D	D	S	U	U	D
2	5ms	D	S	U	D	D	D	S	U	D	D
3	10ms	D	S	U	U	U	D	D	D	D	D
4	10ms	D	S	U	U	D	D	D	D	D	D
5	10ms	D	S	U	D	D	D	D	D	D	D
6	5ms	D	S	U	U	U	D	S	U	U	D

표 1을 참조하면, 무선 프레임의 각 서브프레임 별로, 'D'는 하향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내고, 'U'는 상향링크 전송을 위한 서브프레임을 나타내며, 'S'는 DwPTS, GP, UpPTS 3가지의 필드로 구성되는 스페셜 서브프레임(special subframe)을 나타낸다. 상향링크-하향링크 구성은 7가지로 구분될 수 있으며, 각 구성 별로 하향링크 서브프레임, 스페셜 서브프레임, 상향링크 서브프레임의 위치 및/또는 개수가 다르다.

하향링크에서 상향링크로 변경되는 시점 또는 상향링크에서 하향링크로 전환되는 시점을 전환 시점(switching point)이라 한다. 전환 시점의 주기성(Switch-point periodicity)은 상향링크 서브프레임과 하향링크 서브프레임이 전환되는 양상이 동일하게 반복되는 주기를 의미하며, 5ms 또는 10ms가 모두 지원된다. 5ms 하향링크-상향링크 전환 시점의 주기를 가지는 경우에는 스페셜 서브프레임(S)은 하프-프레임 마다 존재하고, 5ms 하향링크-상향링크 전환 시점의 주기를 가지는 경우에는 첫번째 하프-프레임에만 존재한다.

모든 구성에 있어서, 0번, 5번 서브프레임 및 DwPTS는 하향링크 전송만을 위한 구간이다. UpPTS 및 서브프레임 서브프레임에 바로 이어지는 서브프레임은

항상 상향링크 전송을 위한 구간이다.

이러한, 상향링크-하향링크 구성은 시스템 정보로써 기지국과 단말이 모두 알고 있을 수 있다. 기지국은 상향링크-하향링크 구성 정보가 바뀔 때마다 구성 정보의 인덱스만을 전송함으로써 무선 프레임의 상향링크-하향링크 할당상태의  
5 변경을 단말에 알려줄 수 있다. 또한, 구성 정보는 일종의 하향링크 제어정보로서 다른 스케줄링 정보와 마찬가지로 PDCCH(Physical Downlink Control Channel)를 통해 전송될 수 있으며, 방송 정보로서 브로드캐스트 채널(broadcast channel)을 통해 셀 내의 모든 단말에 공통으로 전송될 수도 있다.

10 무선 프레임의 구조는 하나의 예시에 불과하며, 무선 프레임에 포함되는 부반송파의 수 또는 서브 프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 OFDM 심볼의 수는 다양하게 변경될 수 있다.

도 2는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

15 도 2를 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고, 하나의 자원 블록은 주파수 영역에서 12개의 부 반송파를 포함하는 것을 예시적으로 기술하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

자원 그리드 상에서 각 요소(element)를 자원 요소(resource  
20 element)하고, 하나의 자원 블록(RB: resource block)은  $12 \times 7$  개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수  $N^{DL}$ 은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다.

상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

도 3은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 3을 참조하면, 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 앞의 최대 3개의 OFDM  
 5 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)이 할당되는 데이터 영역(data region)이다. 3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical  
 10 Hybrid-ARQ Indicator Channel) 등이 있다.

PCFICH는 서브 프레임의 첫번째 OFDM 심볼에서 전송되고, 서브 프레임 내에 제어 채널들의 전송을 위하여 사용되는 OFDM 심볼들의 수(즉, 제어 영역의 크기)에 관한 정보를 나른다. PHICH는 상향 링크에 대한 응답 채널이고, HARQ(Hybrid Automatic Repeat Request)에 대한  
 15 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(DCI: downlink control information)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

20 PDCCH는 DL-SCH(Downlink Shared Channel)의 자원 할당 및 전송 포맷(이를 하향링크 그랜트라고도 한다.), UL-SCH(Uplink Shared Channel)의 자원 할당 정보(이를 상향링크 그랜트라고도 한다.),



PCH(Paging Channel)에서의 페이징(paging) 정보, DL-SCH에서의 시스템 정보, PDSCH에서 전송되는 랜덤 액세스 응답(random access response)과 같은 상위 레이어(upper-layer) 제어 메시지에 대한 자원 할당, 임의의 단말 그룹 내 개별 단말들에 대한 전송 파워 제어 명령들의 집합, VoIP(Voice over IP)의 활성화 등을 나눌 수 있다. 복수의 PDCCH들은 제어 영역 내에서 전송될 수 있으며, 단말은 복수의 PDCCH들을 모니터링할 수 있다. PDCCH는 하나 또는 복수의 연속적인 CCE(control channel elements)의 집합으로 구성된다. CCE는 무선 채널의 상태에 따른 부호화율(coding rate)을 PDCCH에 제공하기 위하여 사용되는 논리적 할당 단위이다. CCE는 복수의 자원 요소 그룹(resource element group)들에 대응된다. PDCCH의 포맷 및 사용 가능한 PDCCH의 비트 수는 CCE들의 수와 CCE들에 의해 제공되는 부호화율 간의 연관 관계에 따라 결정된다.

기지국은 단말에게 전송하려는 DCI에 따라 PDCCH 포맷을 결정하고, 제어 정보에 CRC(Cyclic Redundancy Check)를 붙인다. CRC에는 PDCCH의 소유자(owner)나 용도에 따라 고유한 식별자(이를 RNTI(Radio Network Temporary Identifier)라고 한다.)가 마스킹된다. 특정의 단말을 위한 PDCCH라면 단말의 고유한 식별자, 예를 들어 C-RNTI(Cell-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 또는 페이징 메시지를 위한 PDCCH라면 페이징 지시 식별자, 예를 들어 P-RNTI(Paging-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 시스템 정보, 더욱 구체적으로 시스템 정보 블록(SIB: system information block)을 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자, SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤 액세스 프리앰블의 전송에 대한

응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여, RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

도 4는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

5       도 4를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는 PUCCH(Physical Uplink Control Channel)이 할당된다. 데이터 영역은 사용자 데이터를 나르는 PUSCH(Physical Uplink Shared Channel)이 할당된다. 단일 반송파 특성을 유지하기 위해 하나의 단말은 PUCCH와 PUSCH을  
10 동시에 전송하지 않는다.

하나의 단말에 대한 PUCCH에는 서브 프레임 내에 자원 블록(RB: Resource Block) 쌍이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의 각각에서 서로 다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

15

#### PUCCH(Physical Uplink Control Channel)

PUCCH를 통하여 전송되는 상향링크 제어 정보(UCI)는, 다음과 같은 스케줄링 요청(SR: Scheduling Request), HARQ ACK/NACK 정보 및 하향링크 채널 측정 정보를 포함할 수 있다.

20       - SR(Scheduling Request): 상향링크 UL-SCH 자원을 요청하는데 사용되는 정보이다. OOK(On-off Keying) 방식을 이용하여 전송된다.

- HARQ ACK/NACK: PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷에 대한 응답

신호이다. 하향링크 데이터 패킷이 성공적으로 수신되었는지 여부를 나타낸다. 단일 하향링크 코드워드(codeword)에 대한 응답으로 ACK/NACK 1비트가 전송되고, 2 개의 하향링크 코드워드에 대한 응답으로 ACK/NACK 2비트가 전송된다.

5           - CSI(Channel State Information): 하향링크 채널에 대한 피드백 정보이다. CSI는 CQI(Channel Quality Indicator), RI(rank indicator), PMI(Precoding Matrix Indicator) 및 PTI(Precoding Type Indicator) 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 서브프레임 당 20비트가 사용된다.

10           HARQ ACK/NACK 정보는 PDSCH 상의 하향링크 데이터 패킷의 디코딩 성공 여부에 따라 생성될 수 있다. 기존의 무선 통신 시스템에서, 하향링크 단일 코드워드(codeword) 전송에 대해서는 ACK/NACK 정보로서 1 비트가 전송되고, 하향링크 2 코드워드 전송에 대해서는 ACK/NACK 정보로서 2 비트가 전송된다.

          채널 측정 정보는 다중입출력(MIMO: Multiple Input Multiple  
15   Output) 기법과 관련된 피드백 정보를 지칭하며, 채널품질지시자(CQI: Channel Quality Indicator), 프리코딩매트릭스인덱스(PMI: Precoding Matrix Index) 및 랭크 지시자(RI: Rank Indicator)를 포함할 수 있다. 이들 채널 측정 정보를 통칭하여 CQI 라고 표현할 수도 있다.

          CQI 의 전송을 위하여 서브프레임 당 20 비트가 사용될 수 있다.

20           PUCCH는 BPSK(Binary Phase Shift Keying)과 QPSK(Quadrature Phase Shift Keying) 기법을 사용하여 변조될 수 있다. PUCCH를 통하여 복수개의 단말의 제어 정보가 전송될 수 있고, 각 단말들의 신호를 구별하기

위하여 코드분할다중화(CDM: Code Division Multiplexing)을 수행하는  
 경우에 길이 12의 CAZAC(Constant Amplitude Zero Autocorrelation)  
 시퀀스를 주로 사용한다. CAZAC 시퀀스는 시간 영역(time domain) 및 주파수  
 영역(frequency domain)에서 일정한 크기(amplitude)를 유지하는 특성을  
 5 가지므로 단말의 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 또는 CM(Cubic  
 Metric)을 낮추어 커버리지를 증가시키기에 적합한 성질을 가진다. 또한,  
 PUCCH를 통해 전송되는 하향링크 데이터 전송에 대한 ACK/NACK 정보는 직교  
 시퀀스(orthogonal sequence) 또는 직교 커버(OC: orthogonal cover)를  
 이용하여 커버링된다.

10 또한, PUCCH 상으로 전송되는 제어정보는 서로 다른 순환 시프트(CS:  
 cyclic shift) 값을 가지는 순환 시프트된 시퀀스(cyclically shifted  
 sequence)를 이용하여 구별될 수 있다. 순환 시프트된 시퀀스는 기본  
 시퀀스(base sequence)를 특정 CS 양(cyclic shift amount) 만큼 순환  
 시프트시켜 생성할 수 있다. 특정 CS 양은 순환 시프트 인덱스(CS index)에  
 15 의해 지시된다. 채널의 지연 확산(delay spread)에 따라 사용 가능한 순환  
 시프트의 수는 달라질 수 있다. 다양한 종류의 시퀀스가 기본 시퀀스로 사용될  
 수 있으며, 전송한 CAZAC 시퀀스는 그 일례이다.

또한, 단말이 하나의 서브프레임에서 전송할 수 있는 제어 정보의 양은  
 제어 정보의 전송에 이용가능한 SC-FDMA 심볼의 개수(즉, PUCCH의  
 20 코히어런트(coherent) 검출을 위한 참조신호(RS) 전송에 이용되는 SC-FDMA  
 심볼을 제외한 SC-FDMA 심볼들)에 따라 결정될 수 있다.

3GPP LTE 시스템에서 PUCCH는, 전송되는 제어 정보, 변조 기법, 제어

정보의 양 등에 따라 총 7 가지 상이한 포맷으로 정의되며, 각각의 PUCCH 포맷에 따라서 전송되는 상향링크 제어 정보(UCI: uplink control information)의 속성은 다음의 표 2와 같이 요약할 수 있다.

【표 2】

PUCCH Format	Uplink Control Information(UCI)
Format 1	Scheduling Request(SR) (unmodulated waveform)
Format 1a	1-bit HARQ ACK/NACK with/without SR
Format 1b	2-bit HARQ ACK/NACK with/without SR
Format 2	CQI (20 coded bits)
Format 2	CQI and 1- or 2-bit HARQ ACK/NACK (20 bits) for extended CP only
Format 2a	CQI and 1-bit HARQ ACK/NACK (20+1 coded bits)
Format 2b	CQI and 2-bit HARQ ACK/NACK (20+2 coded bits)
Format 3	HARQ ACK/NACK, SR, CSI (48 coded bits)

5 PUCCH 포맷 1은 SR의 단독 전송에 사용된다. SR 단독 전송의 경우에는 변조되지 않은 파형이 적용되며, 이에 대해서는 후술하여 자세하게 설명한다.

PUCCH 포맷 1a 또는 1b는 HARQ ACK/NACK의 전송에 사용된다. 임의의 서브프레임에서 HARQ ACK/NACK이 단독으로 전송되는 경우에는 PUCCH 포맷 1a 또는 1b를 사용할 수 있다. 또는, PUCCH 포맷 1a 또는 1b를 사용하여 HARQ

10 ACK/NACK 및 SR이 동일 서브프레임에서 전송될 수도 있다.

PUCCH 포맷 2는 CQI의 전송에 사용되고, PUCCH 포맷 2a 또는 2b는 CQI 및 HARQ ACK/NACK의 전송에 사용된다. 확장된 CP의 경우에는 PUCCH 포맷 2가 CQI 및 HARQ ACK/NACK의 전송에 사용될 수도 있다.

15 PUCCH 포맷 3은 48 비트의 인코딩된 UCI를 나르는데 사용된다. PUCCH 포맷 3은 복수의 서빙셀에 대한 HARQ ACK/NACK, SR (존재하는 경우) 및 하나의 서빙셀에 대한 CSI 보고를 나를 수 있다.

도 5는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 PUCCH 포맷들이

상향링크 물리자원블록의 PUCCH 영역에 매핑되는 형태의 일례를 나타낸다.

도 5에서  $N_{RB}^{UL}$ 는 상향링크에서의 자원블록의 개수를 나타내고,  $0, 1, \dots, N_{RB}^{UL} - 1$ 는 물리자원블록의 번호를 의미한다. 기본적으로, PUCCH는 상향링크 주파수 블록의 양쪽 끝단(edge)에 매핑된다. 도 5에서 도시하는 바와 같이,  $m=0, 1$ 로 표시되는 PUCCH 영역에 PUCCH 포맷 2/2a/2b가 매핑되며, 이는 PUCCH 포맷 2/2a/2b가 대역-끝단(bandedge)에 위치한 자원블록들에 매핑되는 것으로 표현할 수 있다. 또한,  $m=2$ 로 표시되는 PUCCH 영역에 PUCCH 포맷 2/2a/2b 및 PUCCH 포맷 1/1a/1b가 함께(mixed) 매핑될 수 있다. 다음으로,  $m=3, 4, 5$ 로 표시되는 PUCCH 영역에 PUCCH 포맷 1/1a/1b가 매핑될 수 있다. PUCCH 포맷 2/2a/2b에 의해 사용가능한 PUCCH RB들의 개수( $N_{RB}^{(2)}$ )는 브로드캐스팅 시그널링에 의해서 셀 내의 단말들에게 지시될 수 있다.

PUCCH 포맷 2/2a/2b에 대하여 설명한다. PUCCH 포맷 2/2a/2b는 채널 측정 피드백(CQI, PMI, RI)을 전송하기 위한 제어 채널이다.

채널측정피드백(이하에서는, 통칭하여 CQI 정보라고 표현함)의 보고 주기 및 측정 대상이 되는 주파수 단위(또는 주파수 해상도(resolution))는 기지국에 의하여 제어될 수 있다. 시간 영역에서 주기적 및 비주기적 CQI 보고가 지원될 수 있다. PUCCH 포맷 2는 주기적 보고에만 사용되고, 비주기적 보고를 위해서는 PUSCH가 사용될 수 있다. 비주기적 보고의 경우에 기지국은 단말에게 상향링크 데이터 전송을 위하여 스케줄링된 자원에 개별 CQI 보고를 실어서 전송할 것을 지시할 수 있다.

도 6은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반 CP의 경우의

CQI 채널의 구조를 나타낸다.

하나의 슬롯의 SC-FDMA 심볼 0 내지 6 중에서, SC-FDMA 심볼 1 및 5 (2 번째 및 6 번째 심볼)는 복조참조신호(DMRS: Demodulation Reference Signal) 전송에 사용되고, 나머지 SC-FDMA 심볼에서 CQI 정보가 전송될 수 있다. 한편, 확장된 CP의 경우에는 하나의 SC-FDMA 심볼 (SC-FDMA 심볼 3)이 DMRS 전송에 사용된다.

PUCCH 포맷 2/2a/2b에서는 CAZAC 시퀀스에 의한 변조를 지원하고, QPSK 변조된 심볼이 길이 12의 CAZAC 시퀀스로 승산된다. 시퀀스의 순환 시프트(CS)는 심볼 및 슬롯 간에 변경된다. DMRS에 대해서 직교 커버링이 사용된다.

하나의 슬롯에 포함되는 7개의 SC-FDMA 심볼 중 3개의 SC-FDMA 심볼 간격만큼 떨어진 2개의 SC-FDMA 심볼에는 참조신호(DMRS)가 실리고, 나머지 5개의 SC-FDMA 심볼에는 CQI 정보가 실린다. 한 슬롯 안에 두 개의 RS가 사용된 것은 고속 단말을 지원하기 위해서이다. 또한, 각 단말은 순환 시프트(CS) 시퀀스를 사용하여 구분된다. CQI 정보 심볼들은 SC-FDMA 심볼 전체에 변조되어 전달되고, SC-FDMA 심볼은 하나의 시퀀스로 구성되어 있다. 즉, 단말은 각 시퀀스로 CQI를 변조해서 전송한다.

하나의 TTI에 전송할 수 있는 심볼 수는 10개이고, CQI 정보의 변조는 QPSK까지 정해져 있다. SC-FDMA 심볼에 대해 QPSK 매핑을 사용하는 경우 2비트의 CQI 값이 실릴 수 있으므로, 한 슬롯에 10비트의 CQI 값을 실을 수 있다. 따라서, 한 서브프레임에 최대 20비트의 CQI 값을 실을 수 있다. CQI 정보를 주파수 영역에서 확산시키기 위해 주파수 영역 확산 부호를 사용한다.

주파수 영역 확산 부호로는 길이-12 의 CAZAC 시퀀스(예를 들어, ZC 시퀀스)를 사용할 수 있다. 각 제어채널은 서로 다른 순환 시프트(cyclic shift) 값을 갖는 CAZAC 시퀀스를 적용하여 구분될 수 있다. 주파수 영역 확산된 CQI 정보에 IFFT가 수행된다.

5 12 개의 동등한 간격을 가진 순환 시프트에 의해서 12 개의 상이한 단말들이 동일한 PUCCH RB 상에서 직교 다중화될 수 있다. 일반 CP 경우에 SC-FDMA 심볼 1 및 5 상의 (확장된 CP 경우에 SC-FDMA 심볼 3 상의) DMRS 시퀀스는 주파수 영역 상의 CQI 신호 시퀀스와 유사하지만 CQI 정보와 같은 변조가 적용되지는 않는다.

10 단말은 PUCCH 자원 인덱스( $n_{\text{PUCCH}}^{(1,\bar{p})}$ ,  $n_{\text{PUCCH}}^{(2,\bar{p})}$ ,  $n_{\text{PUCCH}}^{(3,\bar{p})}$ )로 지시되는 PUCCH 자원 상에서 주기적으로 상이한 CQI, PMI 및 RI 타입을 보고하도록 상위 계층 시그널링에 의하여 반-정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. 여기서, PUCCH 자원 인덱스( $n_{\text{PUCCH}}^{(2,\bar{p})}$ )는 PUCCH 포맷 2/2a/2b 전송에 사용되는 PUCCH 영역 및 사용될 순환 시프트(CS) 값을 지시하는 정보이다.

15 이하, PUCCH 포맷 1a 및 1b에 대하여 설명한다.

PUCCH 포맷 1a/1b에 있어서 BPSK 또는 QPSK 변조 방식을 이용하여 변조된 심볼은 길이 12 의 CAZAC 시퀀스로 승산(multiply)된다. 예를 들어, 변조 심볼  $d(0)$ 에 길이  $N$  의 CAZAC 시퀀스  $r(n)$  ( $n=0, 1, 2, \dots, N-1$ ) 가 승산된 결과는  $y(0), y(1), y(2), \dots, y(N-1)$  이 된다.  $y(0), \dots,$   
 20  $y(N-1)$  심볼들을 심볼 블록(block of symbol)이라고 칭할 수 있다. 변조 심볼에 CAZAC 시퀀스를 승산한 후에, 직교 시퀀스를 이용한 블록-단위(block-wise) 확산이 적용된다.



일반 ACK/NACK 정보에 대해서는 길이 4의 하다마드(Hadamard) 시퀀스가 사용되고, 짧은(shortened) ACK/NACK 정보 및 참조신호(Reference Signal)에 대해서는 길이 3의 DFT(Discrete Fourier Transform) 시퀀스가 사용된다.

5 확장된 CP의 경우의 참조신호에 대해서는 길이 2의 하다마드 시퀀스가 사용된다.

도 7은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 일반 CP의 경우에 ACK/NACK 채널의 구조를 나타낸다.

도 7에서는 CQI 없이 HARQ ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH 채널 구조를  
10 예시적으로 나타낸다.

하나의 슬롯에 포함되는 7 개의 SC-FDMA 심볼 중 중간 부분의 3개의 연속되는 SC-FDMA 심볼에는 참조신호(RS)가 실리고, 나머지 4 개의 SC-FDMA 심볼에는 ACK/NACK 신호가 실린다.

한편, 확장된 CP의 경우에는 중간 2 개의 연속되는 심볼에 RS가 실릴  
15 수 있다. RS에 사용되는 심볼의 개수 및 위치는 제어채널에 따라 달라질 수 있으며 이와 연관된 ACK/NACK 신호에 사용되는 심볼의 개수 및 위치도 그에 따라 변경될 수 있다.

1 비트 및 2 비트의 확인응답 정보(스크램블링되지 않은 상태)는 각각 BPSK 및 QPSK 변조 기법을 사용하여 하나의 HARQ ACK/NACK 변조 심볼로  
20 표현될 수 있다. 긍정확인응답(ACK)은 '1'로 인코딩될 수 있고, 부정확인응답(NACK)은 '0'으로 인코딩될 수 있다.

할당되는 대역 내에서 제어신호를 전송할 때, 다중화 용량을 높이기 위해 2

차원 확산이 적용된다. 즉, 다중화할 수 있는 단말 수 또는 제어 채널의 수를 높이기 위해 주파수 영역 확산과 시간 영역 확산을 동시에 적용한다.

ACK/NACK 신호를 주파수 영역에서 확산시키기 위해 주파수 영역 시퀀스를 기본 시퀀스로 사용한다. 주파수 영역 시퀀스로는 CAZAC 시퀀스 중 하나인 Zadoff-Chu (ZC) 시퀀스를 사용할 수 있다. 예를 들어, 기본 시퀀스인 ZC 시퀀스에 서로 다른 순환 시프트(CS: Cyclic Shift)가 적용됨으로써, 서로 다른 단말 또는 서로 다른 제어 채널의 다중화가 적용될 수 있다. HARQ ACK/NACK 전송을 위한 PUCCH RB 들을 위한 SC-FDMA 심볼에서 지원되는 CS 자원의 개수는 셀-특정 상위-계층 시그널링 파라미터 ( $\Delta_{\text{shift}}^{\text{PUCCH}}$ )에 의해 설정된다.

주파수 영역 확산된 ACK/NACK 신호는 직교 확산(spreading) 코드를 사용하여 시간 영역에서 확산된다. 직교 확산 코드로는 월시-하다마드(Walsh-Hadamard) 시퀀스 또는 DFT 시퀀스가 사용될 수 있다. 예를 들어, ACK/NACK 신호는 4 심볼에 대해 길이 4의 직교 시퀀스( $w_0, w_1, w_2, w_3$ )를 이용하여 확산될 수 있다. 또한, RS도 길이 3 또는 길이 2의 직교 시퀀스를 통해 확산시킨다. 이를 직교 커버링(OC: Orthogonal Covering)이라 한다.

전술한 바와 같은 주파수 영역에서의 CS 자원 및 시간 영역에서의 OC 자원을 이용해서 다수의 단말들이 코드분할다중화(CDM: Code Division Multiplexing) 방식으로 다중화될 수 있다. 즉, 동일한 PUCCH RB 상에서 많은 개수의 단말들의 ACK/NACK 정보 및 RS 가 다중화될 수 있다.

이와 같은 시간 영역 확산 CDM 에 대해서, ACK/NACK 정보에 대해서 지원되는 확산 코드들의 개수는 RS 심볼들의 개수에 의해서 제한된다. 즉, RS 전송 SC-FDMA 심볼들의 개수는 ACK/NACK 정보 전송 SC-FDMA 심볼들의

개수보다 적기 때문에, RS 의 다중화 용량(capacity)이 ACK/NACK 정보의 다중화 용량에 비하여 적게 된다.

예를 들어, 일반 CP 의 경우에 4 개의 심볼에서 ACK/NACK 정보가 전송될 수 있는데, ACK/NACK 정보를 위하여 4 개가 아닌 3개의 직교 확산 코드가 사용되며, 이는 RS 전송 심볼의 개수가 3 개로 제한되어 RS 를 위하여 3 개의 직교 확산 코드만이 사용될 수 있기 때문이다.

일반 CP 의 서브프레임에서 하나의 슬롯에서 3 개의 심볼이 RS 전송을 위해서 사용되고 4 개의 심볼이 ACK/NACK 정보 전송을 위해서 사용되는 경우에, 예를 들어, 주파수 영역에서 6 개의 순환시프트(CS) 및 시간 영역에서 3개의 직교커버(OC) 자원을 사용할 수 있다면, 총 18 개의 상이한 단말로부터의 HARQ 확인응답이 하나의 PUCCH RB 내에서 다중화될 수 있다. 만약, 확장된 CP 의 서브프레임에서 하나의 슬롯에서 2 개의 심볼이 RS 전송을 위해서 사용되고 4 개의 심볼이 ACK/NACK 정보 전송을 위해서 사용되는 경우에, 예를 들어, 주파수 영역에서 6 개의 순환시프트(CS) 및 시간 영역에서 2 개의 직교커버(OC) 자원을 사용할 수 있다면, 총 12 개의 상이한 단말로부터의 HARQ 확인응답이 하나의 PUCCH RB 내에서 다중화될 수 있다.

다음으로, PUCCH 포맷 1에 대하여 설명한다. 스케줄링 요청(SR)은 단말이 스케줄링되기를 요청하거나 또는 요청하지 않는 방식으로 전송된다. SR 채널은 PUCCH 포맷 1a/1b 에서의 ACK/NACK 채널 구조를 재사용하고, ACK/NACK 채널 설계에 기초하여 OOK(On-Off Keying) 방식으로 구성된다. SR 채널에서는 참조신호가 전송되지 않는다. 따라서, 일반 CP 의 경우에는 길이 7 의 시퀀스가 이용되고, 확장된 CP 의 경우에는 길이 6 의 시퀀스가 이용된다.

SR 및 ACK/NACK 에 대하여 상이한 순환 시프트 또는 직교 커버가 할당될 수 있다. 즉, 긍정(positive) SR 전송을 위해 단말은 SR용으로 할당된 자원을 통해 HARQ ACK/NACK을 전송한다. 부정(negative) SR 전송을 위해서는 단말은 ACK/NACK용으로 할당된 자원을 통해 HARQ ACK/NACK을 전송한다.

- 5 다음으로 개선된-PUCCH(e-PUCCH) 포맷에 대하여 설명한다. e-PUCCH는 LTE-A 시스템의 PUCCH 포맷 3에 대응할 수 있다. PUCCH 포맷 3을 이용한 ACK/NACK 전송에는 블록 확산(block spreading) 기법이 적용될 수 있다.

블록 확산 기법은, 기존의 PUCCH 포맷 1 계열 또는 2 계열과는 달리, 제어 신호 전송을 SC-FDMA 방식을 이용하여 변조하는 방식이다. 도 8에서  
10 나타내는 바와 같이, 심볼 시퀀스가 OCC(Orthogonal Cover Code)를 이용하여 시간 영역(domain) 상에서 확산되어 전송될 수 있다. OCC를 이용함으로써 동일한 RB 상에 복수개의 단말들의 제어 신호들이 다중화될 수 있다. 전술한 PUCCH 포맷 2의 경우에는 하나의 심볼 시퀀스가 시간 영역에 걸쳐서 전송되고 CAZAC 시퀀스의 CS(cyclic shift)를 이용하여 복수개의  
15 단말들의 제어 신호들이 다중화되는 반면, 블록 확산 기반 PUCCH 포맷(예를 들어, PUCCH 포맷 3)의 경우에는 하나의 심볼 시퀀스가 주파수 영역에 걸쳐서 전송되고, OCC를 이용한 시간 영역 확산을 이용하여 복수개의 단말들의 제어 신호들이 다중화된다.

도 8은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하나의 슬롯 동안  
20 5 개의 SC-FDMA 심볼을 생성하여 전송하는 일례를 나타낸다.

도 8에서는 1 슬롯 동안에 하나의 심볼 시퀀스에 길이=5 (또는 SF=5)의 OCC를 이용하여 5 개의 SC-FDMA 심볼(즉, 데이터 부분)을 생성하여 전송하는

예시를 나타낸다. 이 경우, 1 슬롯 동안 2 개의 RS 심볼이 사용될 수 있다.

도 8의 예시에서, RS 심볼은 특정 순환 시프트 값이 적용된 CAZAC 시퀀스로부터 생성될 수 있으며, 복수개의 RS 심볼에 걸쳐 소정의 OCC가 적용된 (또는 곱해진) 형태로 전송될 수 있다. 또한, 도 8의 예시에서 각각의 OFDM 심볼(또는 SC-FDMA 심볼) 별로 12 개의 변조 심볼이 사용되고, 각각의 변조 심볼은 QPSK에 의해 생성되는 것으로 가정하면, 하나의 슬롯에서 전송할 수 있는 최대 비트 수는  $12 \times 2 = 24$  비트가 된다. 따라서, 2개의 슬롯으로 전송할 수 있는 비트수는 총 48비트가 된다. 이와 같이 블록 확산 방식의 PUCCH 채널 구조를 사용하는 경우 기존의 PUCCH 포맷 1 계열 및 2 계열에 비하여 확장된 크기의 제어 정보의 전송이 가능해진다.

### 캐리어 병합 일반

본 발명의 실시예들에서 고려하는 통신 환경은 멀티 캐리어(Multi-carrier) 지원 환경을 모두 포함한다. 즉, 본 발명에서 사용되는 멀티 캐리어 시스템 또는 캐리어 병합(CA: Carrier Aggregation) 시스템이라 함은 광대역을 지원하기 위해서, 목표로 하는 광대역을 구성할 때 목표 대역보다 작은 대역폭(bandwidth)을 가지는 1개 이상의 컴포넌트 캐리어(CC: Component Carrier)를 병합(aggregation)하여 사용하는 시스템을 말한다.

본 발명에서 멀티 캐리어는 캐리어의 병합(또는, 반송파 집성)을 의미하며, 이때 캐리어의 병합은 인접한(contiguous) 캐리어 간의 병합뿐 아니라 비인접한(non-contiguous) 캐리어 간의 병합을 모두 의미한다. 또한, 하향링크와 상향링크 간에 집성되는 컴포넌트 캐리어들의 수는 다르게 설정될 수

있다. 하향링크 컴포넌트 캐리어(이하, 'DL CC'라 한다.) 수와 상향링크  
 컴포넌트 캐리어(이하, 'UL CC'라 한다.) 수가 동일한 경우를  
 대칭적(symmetric) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를  
 비대칭적(asymmetric) 집성이라고 한다. 이와 같은 캐리어 병합은 반송파  
 5 집성, 대역폭 집성(bandwidth aggregation), 스펙트럼 집성(spectrum  
 aggregation) 등과 같은 용어와 혼용되어 사용될 수 있다.

두 개 이상의 컴포넌트 캐리어가 결합되어 구성되는 캐리어 병합은 LTE-A  
 시스템에서는 100MHz 대역폭까지 지원하는 것을 목표로 한다. 목표 대역보다  
 작은 대역폭을 가지는 1개 이상의 캐리어를 결합할 때, 결합하는 캐리어의  
 10 대역폭은 기존 IMT 시스템과의 호환성(backward compatibility) 유지를  
 위해서 기존 시스템에서 사용하는 대역폭으로 제한할 수 있다. 예를 들어서  
 기존의 3GPP LTE 시스템에서는 {1.4, 3, 5, 10, 15, 20}MHz 대역폭을  
 지원하며, 3GPP LTE-advanced 시스템(즉, LTE-A)에서는 기존 시스템과의  
 호환을 위해 상기의 대역폭들만을 이용하여 20MHz보다 큰 대역폭을 지원하도록  
 15 할 수 있다. 또한, 본 발명에서 사용되는 캐리어 병합 시스템은 기존 시스템에서  
 사용하는 대역폭과 상관없이 새로운 대역폭을 정의하여 캐리어 병합을  
 지원하도록 할 수도 있다.

LTE-A 시스템은 무선 자원을 관리하기 위해 셀(cell)의 개념을 사용한다.

상술한 캐리어 병합 환경은 다중 셀(multiple cells) 환경으로 일컬을  
 20 수 있다. 셀은 하향링크 자원(DL CC)과 상향링크 자원(UL CC) 한 쌍의  
 조합으로 정의되나, 상향링크 자원은 필수 요소는 아니다. 따라서, 셀은  
 하향링크 자원 단독, 또는 하향링크 자원과 상향링크 자원으로 구성될 수 있다.

특정 단말이 단 하나의 설정된 서빙 셀(configured serving cell)을 가지는 경우 1개의 DL CC와 1개의 UL CC를 가질 수 있으나, 특정 단말이 2개 이상의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우에는 셀의 수만큼의 DL CC를 가지며 UL CC의 수는 그와 같거나 그보다 작을 수 있다.

- 5 또는, 그 반대로 DL CC와 UL CC가 구성될 수도 있다. 즉, 특정 단말이 다수의 설정된 서빙 셀을 가지는 경우 DL CC의 수보다 UL CC가 더 많은 캐리어 병합 환경도 지원될 수 있다. 즉, 캐리어 병합(carrier aggregation)은 각각 캐리어 주파수(셀의 중심 주파수)가 서로 다른 둘 이상의 셀들의 병합으로 이해될 수 있다. 여기서, 말하는 '셀(Cell)'은 일반적으로 사용되는 기지국이
- 10 커버하는 영역으로서의 '셀'과는 구분되어야 한다.

- LTE-A 시스템에서 사용되는 셀은 프라이머리 셀(PCell: Primary Cell) 및 세컨더리 셀(SCell: Secondary Cell)을 포함한다. P셀과 S셀은 서빙 셀(Serving Cell)로 사용될 수 있다. RRC\_CONNECTED 상태에 있지만 캐리어 병합이 설정되지 않았거나 캐리어 병합을 지원하지 않는 단말의 경우, P셀로만
- 15 구성된 서빙 셀이 단 하나 존재한다. 반면, RRC\_CONNECTED 상태에 있고 캐리어 병합이 설정된 단말의 경우 하나 이상의 서빙 셀이 존재할 수 있으며, 전체 서빙 셀에는 P셀과 하나 이상의 S셀이 포함된다.

- 서빙 셀(P셀과 S셀)은 RRC 파라미터를 통해 설정될 수 있다. PhysCellId는 셀의 물리 계층 식별자로 0부터 503까지의 정수값을 가진다.
- 20 SCellIndex는 S셀을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 1부터 7까지의 정수값을 가진다. ServCellIndex는 서빙 셀(P셀 또는 S셀)을 식별하기 위하여 사용되는 간략한(short) 식별자로 0부터 7까지의 정수값을

가진다. 0값은 P셀에 적용되며, SCellIndex는 S셀에 적용하기 위하여 미리 부여된다. 즉, ServCellIndex에서 가장 작은 셀 ID (또는 셀 인덱스)을 가지는 셀이 P셀이 된다.

P셀은 프라이머리 주파수(또는, primary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미한다. 단말이 초기 연결 설정(initial connection establishment) 과정을 수행하거나 연결 재-설정 과정을 수행하는데 사용될 수 있으며, 핸드오버 과정에서 지시된 셀을 지칭할 수도 있다. 또한, P셀은 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중 제어관련 통신의 중심이 되는 셀을 의미한다. 즉, 단말은 자신의 P셀에서만 PUCCH를 할당 받아 전송할 수 있으며, 시스템 정보를 획득하거나 모니터링 절차를 변경하는데 P셀만을 이용할 수 있다. E-UTRAN(Evolved Universal Terrestrial Radio Access)은 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 이동성 제어 정보(mobilityControlInfo)를 포함하는 상위 계층의 RRC 연결 재설정(RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용하여 핸드오버 절차를 위해 P셀만을 변경할 수도 있다.

S셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P셀은 하나만 할당되며, S셀은 하나 이상 할당될 수 있다. S셀은 RRC 연결이 설정이 이루어진 이후에 구성 가능하고 추가적인 무선 자원을 제공하는데 사용될 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 설정된 서빙 셀 중에서 P셀을 제외한 나머지 셀들, 즉 S셀에는 PUCCH가 존재하지 않는다. E-UTRAN은 S셀을 캐리어 병합 환경을 지원하는 단말에게 추가할 때, RRC\_CONNECTED 상태에 있는 관련된 셀의 동작과 관련된 모든 시스템 정보를 특정 시그널(dedicated signal)을 통해 제공할 수 있다. 시스템 정보의



변경은 관련된 s셀의 해제 및 추가에 의하여 제어될 수 있으며, 이 때 상위 계층의 RRC 연결 재설정 (RRCConnectionReconfigutaion) 메시지를 이용할 수 있다. E-UTRAN은 관련된 s셀 안에서 브로드캐스트하기 보다는 단말 별로 상이한 파라미터를 가지는 특정 시그널링(dedicated signaling) 할 수 있다.

5 초기 보안 활성화 과정이 시작된 이후에, E-UTRAN은 연결 설정 과정에서 초기에 구성되는 p셀에 부가하여 하나 이상의 s셀을 포함하는 네트워크를 구성할 수 있다. 캐리어 병합 환경에서 p셀 및 s셀은 각각의 컴포넌트 캐리어로서 동작할 수 있다. 이하의 실시 예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 p셀과 동일한 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는  
10 s셀과 동일한 의미로 사용될 수 있다.

도 9는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 컴포넌트 캐리어 및 캐리어 병합의 일례를 나타낸다.

도 9의 (a)는 LTE 시스템에서 사용되는 단일 캐리어 구조를 나타낸다. 컴포넌트 캐리어에는 DL CC와 UL CC가 있다. 하나의 컴포넌트 캐리어는  
15 20MHz의 주파수 범위를 가질 수 있다.

도 9의 (b)는 LTE\_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합 구조를 나타낸다. 도 9의 (b)의 경우에 20MHz의 주파수 크기를 갖는 3 개의 컴포넌트 캐리어가 결합된 경우를 나타낸다. DL CC와 UL CC가 각각 3 개씩 있으나, DL CC와 UL CC의 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 병합의 경우 단말은 3개의 CC를  
20 동시에 모니터링할 수 있고, 하향링크 신호/데이터를 수신할 수 있고 상향링크 신호/데이터를 송신할 수 있다.

만약, 특정 셀에서 N개의 DL CC가 관리되는 경우에는, 네트워크는 단말에

M ( $M \leq N$ ) 개의 DL CC를 할당할 수 있다. 이때, 단말은 M 개의 제한된 DL CC  
 5 만을 모니터링하고 DL 신호를 수신할 수 있다. 또한, 네트워크는 L  
 ( $L \leq M \leq N$ ) 개의 DL CC에 우선순위를 주어 주된 DL CC를 단말에 할당할 수  
 있으며, 이러한 경우 UE는 L 개의 DL CC는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한  
 5 방식은 상향링크 전송에도 똑같이 적용될 수 있다.

하향링크 자원의 반송파 주파수(또는 DL CC)와 상향링크 자원의 반송파  
 주파수(또는, UL CC) 사이의 링크지(linkage)는 RRC 메시지와 같은 상위계층  
 메시지나 시스템 정보에 의해 지시될 수 있다. 예를 들어, SIB2(System  
 Information Block Type2)에 의해서 정의되는 링크지에 의해서 DL 자원과  
 10 UL 자원의 조합이 구성될 수 있다. 구체적으로, 링크지는 UL 그랜트를 나르는  
 PDCCH가 전송되는 DL CC와 상기 UL 그랜트를 사용하는 UL CC간의 맵핑 관계를  
 의미할 수 있으며, HARQ를 위한 데이터가 전송되는 DL CC(또는 UL CC)와  
 HARQ ACK/NACK 신호가 전송되는 UL CC(또는 DL CC)간의 맵핑 관계를 의미할  
 수도 있다.

15

### 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling)

캐리어 병합 시스템에서는 캐리어(또는 반송파) 또는 서빙 셀(Serving  
 Cell)에 대한 스케줄링 관점에서 자가 스케줄링(Self-Scheduling) 방법 및  
 크로스 캐리어 스케줄링(Cross Carrier Scheduling) 방법의 두 가지가 있다.  
 20 크로스 캐리어 스케줄링은 크로스 컴포넌트 캐리어 스케줄링(Cross Component  
 Carrier Scheduling) 또는 크로스 셀 스케줄링(Cross Cell  
 Scheduling)으로 일컬을 수 있다.

크로스 캐리어 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 각각 다른 DL CC로 전송되거나, DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL 그랜트를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC가 아닌 다른 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

5        크로스 캐리어 스케줄링 여부는 단말 특정(UE-specific)하게 활성화 또는 비활성화될 수 있으며, 상위계층 시그널링(예를 들어, RRC signaling)을 통해서 반정적(semi-static)으로 각 단말 별로 알려질 수 있다.

10        크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우, PDCCH에 해당 PDCCH가 지시하는 PDSCH/PUSCH가 어느 DL/UL CC를 통해서 전송되는지를 알려주는 캐리어 지시자 필드(CIF: Carrier Indicator Field)가 필요하다. 예를 들어, PDCCH는 PDSCH 자원 또는 PUSCH 자원을 CIF를 이용하여 다수의 컴포넌트 캐리어들 중 하나에 할당할 수 있다. 즉, DL CC 상에서의 PDCCH가 다중 집성된 DL/UL CC 중 하나에 PDSCH 또는 PUSCH 자원을 할당하는 경우  
15        CIF가 설정된다. 이 경우, LTE-A Release-8의 DCI 포맷은 CIF에 따라 확장될 수 있다. 이때 설정된 CIF는 3bit 필드로 고정되거나, 설정된 CIF의 위치는 DCI 포맷 크기와 무관하게 고정될 수 있다. 또한, LTE-A Release-8의 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)를 재사용할 수도 있다.

20        반면, DL CC 상에서의 PDCCH가 동일한 DL CC 상에서의 PDSCH 자원을 할당하거나 단일 링크된 UL CC 상에서의 PUSCH 자원을 할당하는 경우에는 CIF가 설정되지 않는다. 이 경우, LTE-A Release-8과 동일한 PDCCH 구조(동일 코딩 및 동일한 CCE 기반의 자원 매핑)와 DCI 포맷이 사용될 수

있다.

크로스 캐리어 스케줄링이 가능할 때, 단말은 CC별 전송 모드 및/또는 대역폭에 따라 모니터링 CC의 제어영역에서 복수의 DCI에 대한 PDCCH를 모니터링하는 것이 필요하다. 따라서, 이를 지원할 수 있는 검색 공간의 구성과

5 PDCCH 모니터링이 필요하다.

캐리어 병합 시스템에서, 단말 DL CC 집합은 단말이 PDSCH를 수신하도록 스케줄링된 DL CC의 집합을 나타내고, 단말 UL CC 집합은 단말이 PUSCH를 전송하도록 스케줄링된 UL CC의 집합을 나타낸다. 또한, PDCCH 모니터링 집합(monitored set)은 PDCCH 모니터링을 수행하는 적어도 하나의 DL CC의

10 집합을 나타낸다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합과 같거나, 단말 DL CC 집합의 부분집합(subset)일 수 있다. PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합내의 DL CC들 중 적어도 어느 하나를 포함할 수 있다. 또는 PDCCH 모니터링 집합은 단말 DL CC 집합에 상관없이 별개로 정의될 수 있다. PDCCH 모니터링 집합에 포함되는 DL CC는 링크된 UL CC에 대한 자기-스케줄링(self-

15 scheduling)은 항상 가능하도록 설정될 수 있다. 이러한, 단말 DL CC 집합, 단말 UL CC 집합 및 PDCCH 모니터링 집합은 단말 특정(UE-specific), 단말 그룹 특정(UE group-specific) 또는 셀 특정(Cell-specific)하게 설정될 수 있다.

크로스 캐리어 스케줄링이 비활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이

20 항상 단말 DL CC 집합과 동일하다는 것을 의미하며, 이러한 경우에는 PDCCH 모니터링 집합에 대한 별도의 시그널링과 같은 지시가 필요하지 않다. 그러나, 크로스 캐리어 스케줄링이 활성화된 경우에는 PDCCH 모니터링 집합이 단말 DL

CC 집합 내에서 정의되는 것이 바람직하다. 즉, 단말에 대하여 PDSCH 또는 PUSCH를 스케줄링하기 위하여 기지국은 PDCCH 모니터링 집합만을 통해 PDCCH를 전송한다.

도 10은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 서브 프레임 구조의 일례를 나타낸다.

도 10을 참조하면, LTE-A 단말을 위한 DL 서브프레임은 3개의 DL CC가 결합되어 있으며, DL CC 'A'는 PDCCH 모니터링 DL CC로 설정된 경우를 나타낸다. CIF가 사용되지 않는 경우, 각 DL CC는 CIF 없이 자신의 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송할 수 있다. 반면, CIF가 상위 계층 시그널링을 통해 사용되는 경우, 단 하나의 DL CC 'A'만이 CIF를 이용하여 자신의 PDSCH 또는 다른 CC의 PDSCH를 스케줄링하는 PDCCH를 전송할 수 있다. 이때, PDCCH 모니터링 DL CC로 설정되지 않은 DL CC 'B' 와 'C'는 PDCCH를 전송하지 않는다.

#### 15 ACK/NACK 멀티플렉싱 방법

단말이 eNB로부터 수신되는 다수의 데이터 유닛들에 해당하는 다수의 ACK/NACK들을 동시에 전송해야 하는 상황에서, ACK/NACK 신호의 단일-주파수 특성을 유지하고, ACK/NACK 전송 전력을 줄이기 위해, PUCCH 자원 선택에 기초한 ACK/NACK 다중화 방법이 고려될 수 있다.

20 ACK/NACK 다중화와 함께, 다수의 데이터 유닛들에 대한 ACK/NACK 응답들의 콘텐츠들은 실제 ACK/NACK 전송에 사용되는 PUCCH 자원과 QPSK 변조 심볼들의 자원의 결합에 의해 식별된다.

예를 들어, 만일 하나의 PUCCH 자원이 4 비트를 전송하고 4개의 데이터 유닛들이 최대 전송될 수 있는 경우, ACK/NACK 결과는 아래 표 3과 같이 eNB에서 식별될 수 있다.

【표 3】

HARQ-ACK(0), HARQ-ACK(1), HARQ-ACK(2), HARQ-ACK(3)	$n_{\text{PUCCH}}^{(1)}$	b(0), b(1)
ACK, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK, DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 1
ACK, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
NACK, DTX, DTX, DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 0
ACK, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	1, 0
ACK, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 1
ACK, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	0, 1
ACK, NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$	1, 1
NACK/DTX, ACK, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK, DTX, DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, ACK, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	1, 0
NACK/DTX, ACK, NACK/DTX, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 1
NACK/DTX, NACK/DTX, ACK, NACK/DTX	$n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$	0, 0
NACK/DTX, NACK/DTX, NACK/DTX, ACK	$n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$	0, 0
DTX, DTX, DTX, DTX	N/A	N/A

5      상기 표 3에서 HARQ-ACK(i)는 i번째 데이터 유닛(data unit)에 대한 ACK/NACK 결과를 나타낸다. 상기 표 3에서 DTX(DTX(Discontinuous Transmission))는 해당되는 HARQ-ACK(i)을 위해 전송될 데이터 유닛이 없거나 단말이 HARQ-ACK(i)에 대응하는 데이터 유닛을 검출하지 못함을

의미한다.

상기 표 3에 의하면, 최대 4개의 PUCCH 자원 ( $n_{\text{PUCCH},0}^{(1)}$ ,  $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$ ,  $n_{\text{PUCCH},2}^{(1)}$ ,  $n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$ ) 이 있고,  $b(0)$ ,  $b(1)$ 은 선택된 PUCCH를 이용하여 전송되는 2개의 비트이다.

5 예를 들어, 단말이 4개의 데이터 유닛들을 모두 성공적으로 수신하면, 단말은  $n_{\text{PUCCH},1}^{(1)}$ 을 이용하여 2 비트 (1,1)을 전송한다.

단말이 첫번째 및 세번째 데이터 유닛에서 디코딩에 실패하고, 두번째 및 네번째 데이터 유닛에서 디코딩에 성공하면, 단말은  $n_{\text{PUCCH},3}^{(1)}$ 을 이용하여 비트 (1,0)을 전송한다.

10 ACK/NACK 채널 선택에서, 적어도 하나의 ACK이 있으면, NACK과 DTX는 짝지워진다(couple). 이는 예약된(reserved) PUCCH 자원과 QPSK 심벌의 조합으로는 모든 ACK/NACK 상태를 나타낼 수 없기 때문이다. 하지만, ACK이 없으면, DTX는 NACK과 분리된다(decouple).

이 경우, 한 개의 명확한 NACK에 해당하는 데이터 유닛에 링크된 PUCCH  
15 자원은 다수의 ACK/NACK들의 신호를 전송하기 위해 또한 예약될 수 있다.

**반지속적 스케줄링(Semi-Persistent Scheduling)**

반지속적 스케줄링(SPS: Semi-Persistent Scheduling)은 특정 단말에게 자원을 특정 시구간 동안 지속적으로 유지되도록 할당하는 스케줄링  
20 방식이다.

VoIP (Voice over Internet Protocol)와 같이 특정 시간 동안 일정량의 데이터가 전송되는 경우에는 자원할당을 위해 매 데이터 전송 구간

마다 제어정보를 전송할 필요가 없기 때문에 SPS 방식을 사용하여 제어정보의 낭비를 줄일 수 있다. 소위 반지속적 스케줄링 (SPS: Semi-Persistent Scheduling) 방법에서는 단말에게 자원이 할당될 수 있는 시간 자원 영역을 우선 할당한다.

5        이때, 반지속적 할당 방법에서는 특정 단말에게 할당되는 시간 자원 영역이 주기성을 갖도록 설정할 수 있다. 그 다음, 필요에 따라 주파수 자원 영역을 할당함으로써 시간-주파수 자원의 할당을 완성한다. 이렇게 주파수 자원 영역을 할당하는 것을 소위 활성화 (Activation)라고 지칭할 수 있다. 반지속적 할당 방법을 사용하면, 한 번의 시그널링에 의해 일정 기간 동안 자원 할당이  
10        유지되기 때문에 반복적으로 자원할당을 할 필요가 없어 시그널링 오버헤드를 줄일 수 있다.

      그 후, 상기 단말에 대한 자원할당이 필요 없어지게 되면 주파수 자원 할당을 해제하기 위한 시그널링을 기지국에서 단말로 전송할 수 있다. 이렇게 주파수 자원 영역의 할당을 해제 (release)하는 것을 비활성화  
15        (Deactivation)라고 지칭할 수 있다.

      현재 LTE에서는 상향링크 및/또는 하향링크에 대한 SPS를 위해 우선 RRC (Radio Resource Control) 시그널링을 통해 어느 서브프레임들에서 SPS 송신/수신을 해야 하는지를 단말에게 알려준다. 즉, RRC 시그널링을 통해 SPS를 위해 할당되는 시간-주파수 자원 중 시간 자원을 우선 지정해준다.  
20        사용될 수 있는 서브프레임을 알려주기 위해, 예컨대 서브프레임의 주기와 오프셋을 알려줄 수 있다. 그러나, 단말은 RRC 시그널링을 통해서만 시간 자원 영역만 할당 받기 때문에, RRC 시그널링을 받았다고 하더라도 바로 SPS에 의한



송수신을 수행하지는 않으며, 필요에 따라 주파수 자원 영역을 할당함으로써 시간-주파수 자원의 할당을 완성한다. 이렇게 주파수 자원 영역을 할당하는 것을 활성화(Activation)라고 지칭할 수 있으며, 주파수 자원 영역의 할당을 해제(release)하는 것을 비활성화(Deactivation)라고 지칭할 수 있다.

5 따라서, 단말은 활성화를 지시하는 PDCCH를 수신한 뒤에, 그 수신된 PDCCH에 포함된 RB 할당 정보에 따라 주파수 자원을 할당하고 MCS (Modulation and Coding Scheme) 정보에 따른 변조(Modulation) 및 부호율(Code Rate)을 적용하여, 상기 RRC 시그널링을 통해 할당 받은 서브프레임 주기와 오프셋에 따라 송수신을 수행하기 시작한다.

10 그 다음, 단말은 기지국으로부터 비활성화를 알리는 PDCCH를 수신하면 송수신을 중단한다. 만일 송수신을 중단한 이후에 활성화 또는 재활성화를 지시하는 PDCCH를 수신하면 그 PDCCH에서 지정한 RB 할당, MCS 등을 사용하여 RRC 시그널링으로 할당 받은 서브프레임 주기와 오프셋을 가지고 다시 송수신을 재개한다. 즉, 시간 자원의 할당은 RRC 시그널링을 통해 수행되지만, 실제  
15 신호의 송수신은 SPS의 활성화 및 재활성화를 지시하는 PDCCH를 수신한 후에 수행될 수 있으며, 신호 송수신의 중단은 SPS의 비활성화를 지시하는 PDCCH를 수신한 후에 이루어진다.

단말은 다음과 같은 조건이 모두 만족하는 경우에 SPS 지시를 포함하는 PDCCH를 확인할 수 있다. 첫째로 PDCCH 페이로드를 위해 추가된 CRC 패리티  
20 비트가 SPS C-RNTI로 스크램블되어야 하고, 둘째로 새로운 데이터 지시자 (NDI: New Data Indicator) 필드가 0으로 셋팅되어야 한다. 여기서, DCI 포맷 2, 2A, 2B 및 2C의 경우, 새로운 데이터 지시자 필드는 활성화된 전송

블록의 하나를 나타낸다.

그리고, DCI 포맷에 사용되는 각 필드가 아래 표 4 및 표 5에 따라 셋팅되면 확인이 완료된다. 이러한 확인이 완료되면, 단말은 수신한 DCI 정보를 유효한 SPS 활성화 또는 비활성화(또는 해제)임을 인식한다. 반면, 확인이 완료되지 않으면, 단말은 수신한 DCI 포맷에 비매칭(non-matching) CRC가 포함된 것으로 인식한다.

표 4는 SPS 활성화를 지시하는 PDCCH 확인을 위한 필드를 나타낸다.

【표 4】

	DCI format 0	DCI format 1/1A	DCI format 2/2A/2B
TPC command for scheduled PUSCH	set to '00'	N/A	N/A
Cyclic shift DM RS	set to '000'	N/A	N/A
Modulation and coding scheme and redundancy version	MSB is set to '0'	N/A	N/A
HARQ process number	N/A	FDD: set to '000' TDD: set to '0000'	FDD: set to '000' TDD: set to '0000'
Modulation and coding scheme	N/A	MSB is set to '0'	For the enabled transport block: MSB is set to '0'
Redundancy version	N/A	set to '00'	For the enabled transport block: set to '00'

표 5는 SPS 비활성화(또는 해제)를 지시하는 PDCCH 확인을 위한 필드를 나타낸다.

【표 5】

	DCI format 0	DCI format 1A
TPC command for scheduled PUSCH	set to '00'	N/A
Cyclic shift DM RS	set to '000'	N/A
Modulation and coding scheme and redundancy version	set to '11111'	N/A

Resource block assignment and hopping resource allocation	Set to all '1's	N/A
HARQ process number	N/A	FDD: set to '000' TDD: set to '0000'
Modulation and coding scheme	N/A	set to '11111'
Redundancy version	N/A	set to '00'
Resource block assignment	N/A	Set to all '1's

DCI 포맷이 SPS 하향링크 스케줄링 활성화를 지시하는 경우, PUCCH 필드를 위한 TPC 명령 값은 상위 계층에 의해 설정된 4개의 PUCCH 자원 값을 나타내는 인덱스로 사용될 수 있다.

5 **PUCCH piggybacking**

도 11은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 UL-SCH의 전송 채널 프로세싱의 일례를 나타낸다.

3GPP LTE 시스템 (=E-UTRA, Rel. 8)에서는 UL의 경우, 단말기의 파워앰프의 효율적인 활용을 위하여, 파워 앰프의 성능에 영향을 미치는 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio) 특성이나 CM(Cubic Metric) 특성이 좋은 single carrier 전송을 유지하도록 되어 있다. 즉, 기존 LTE 시스템의 PUSCH 전송의 경우, 전송하고자 하는 데이터를 DFT-precoding을 통해 single carrier 특성을 유지하고, PUCCH 전송의 경우는 single carrier 특성을 가지고 있는 sequence에 정보를 실어 전송함으로써 single carrier 특성을 유지할 수 있다. 그러나 DFT-precoding을 한 데이터를 주파수축으로 비연속적으로 할당하거나 PUSCH와 PUCCH가 동시에 전송하게 되는 경우에는 이러한 single carrier 특성이 깨지게 된다. 따라서, 도 11과 같이 PUCCH 전송과 동일한 subframe에 PUSCH 전송이 있을 경우, single

carrier 특성을 유지하기 위해 PUCCH로 전송할 UCI(uplink control information) 정보를 PUSCH를 통해 데이터와 함께 전송(Piggyback)하도록 되어 있다.

앞서 설명했듯이 기존의 LTE 단말은 PUCCH와 PUSCH가 동시에 전송될 수 없기 때문에 PUSCH가 전송되는 subframe에서는 Uplink Control Information (UCI) (CQI/PMI, HARQ-ACK, RI 등)를 PUSCH 영역에 multiplexing하는 방법을 사용한다.

일례로, PUSCH를 전송하도록 allocation 된 subframe에서 Channel Quality Indicator(CQI) and/or Precoding Matrix Indicator(PMI)를 전송해야 할 경우 UL-SCH data와 CQI/PMI를 DFT-spreading 이전에 multiplexing하여 control 정보와 data를 함께 전송할 수 있다. 이 경우 UL-SCH data는 CQI/PMI resource를 고려하여 rate-matching을 수행하게 된다. 또한 HARQ ACK, RI 등의 control 정보는 UL-SCH data를 puncturing 하여 PUSCH 영역에 multiplexing되는 방식이 사용되고 있다.

도 12는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 전송 채널(transport channel)인 상향링크 공유채널의 신호 처리 과정의 일례를 나타낸다.

이하, 상향링크 공유채널(이하, 'UL-SCH'라 한다.)의 신호 처리 과정은 하나 이상의 전송 채널 또는 제어정보 타입에 적용될 수 있다.

도 12를 참조하면, UL-SCH은 전송 시간 구간(TTI: transmission time interval)마다 한번씩 데이터를 전송 블록(TB: Transport Block)의 형태로 부호화 유닛(coding unit)에 전달된다.

상위 계층으로부터 전달 받은 전송 블록의 비트  $a_0, a_1, a_2, a_3, \dots, a_{A-1}$  에 CRC 패리티 비트 (parity bit)  $p_0, p_1, p_2, p_3, \dots, p_{L-1}$  를 부착한다 (S120). 이때, A는 전송 블록의 크기이며, L은 패리티 비트의 개수다. CRC가 부착된 입력 비트는  $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$  과 같다. 이때, B는 CRC를 포함한 전송 블록의 비트 수를 나타낸다.

$b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-1}$  는 TB 크기에 따라 여러 개의 코드 블록 (CB: Code block) 으로 분할 (segmentation) 되고, 분할된 여러 개의 CB들에 CRC가 부착된다 (S121). 코드 블록 분할 및 CRC 부착 후 비트는  $c_{r0}, c_{r1}, c_{r2}, c_{r3}, \dots, c_{r(K_r-1)}$  과 같다. 여기서 r은 코드 블록의 번호 ( $r=0, \dots, C-1$ ) 이고,  $K_r$ 은 코드 블록 r에 따른 비트 수이다. 또한, C는 코드 블록의 총 개수를 나타낸다.

이어, 채널 부호화 (channel coding)가 수행된다 (S122). 채널 부호화 후의 출력 비트는  $d_{r0}^{(i)}, d_{r1}^{(i)}, d_{r2}^{(i)}, d_{r3}^{(i)}, \dots, d_{r(D_r-1)}^{(i)}$  과 같다. 이때, i는 부호화된 스트림 인덱스이며, 0, 1 또는 2 값을 가질 수 있다.  $D_r$ 은 코드 블록 r을 위한 i번째 부호화된 스트림의 비트 수를 나타낸다. r은 코드 블록 번호 ( $r=0, \dots, C-1$ ) 이고, C는 코드 블록의 총 개수를 나타낸다. 각 코드 블록은 각각 터보 코딩에 의하여 부호화될 수 있다.

이어, 레이트 매칭 (Rate Matching)이 수행된다 (S123). 레이트 매칭을 거친 이후의 비트는  $e_{r0}, e_{r1}, e_{r2}, e_{r3}, \dots, e_{r(E_r-1)}$  과 같다. 이때, r은 코드 블록의 번호이고 ( $r=0, \dots, C-1$ ), C는 코드 블록의 총 개수를 나타낸다.  $E_r$ 은 r번째 코드 블록의 레이트 매칭된 비트의 개수를 나타낸다.

이어, 다시 코드 블록들 간의 결합 (concatenation)이 수행된다 (S124).

코드 블록의 결합이 수행된 후의 비트는  $f_0, f_1, f_2, f_3, \dots, f_{G-1}$  과 같다. 이때,  $G$ 는 전송을 위한 부호화된 비트의 총 개수를 나타내며, 제어정보가 UL-SCH 전송과 다중화될 때, 제어정보 전송을 위해 사용되는 비트 수는 포함되지 않는다.

한편, PUSCH에서 제어정보가 전송될 때, 제어정보인 CQI/PMI, RI, ACK/NACK은 각각 독립적으로 채널 부호화가 수행된다(S126, S127, S128). 각 제어정보의 전송을 위해 각각 서로 다른 부호화된 심볼들이 할당되기 때문에 각각의 제어정보는 서로 다른 코딩 레이트(coding rate)를 가진다.

TDD(Time Division Duplex)에서 ACK/NACK 피드백(feedback) 모드는 상위 계층 설정에 의해 ACK/NACK 번들링(bundling) 및 ACK/NACK 다중화(multiplexing) 두 가지 모드가 지원된다. ACK/NACK 번들링을 위해 ACK/NACK 정보 비트는 1비트 또는 2비트로 구성되고, ACK/NACK 다중화를 위해 ACK/NACK 정보 비트는 1비트에서 4비트 사이로 구성된다.

S134 단계에서 코드 블록 간 결합 단계 이후에, UL-SCH 데이터의 부호화된 비트  $f_0, f_1, f_2, f_3, \dots, f_{G-1}$  와 CQI/PMI의 부호화된 비트  $q_0, q_1, q_2, q_3, \dots, q_{N_L \cdot Q_{CQI} - 1}$  의 다중화가 수행된다(S125). 데이터와 CQI/PMI의 다중화된 결과는  $g_0, g_1, g_2, g_3, \dots, g_{H'-1}$  과 같다. 이때,  $g_i$  ( $i=0, \dots, H'-1$ )는  $(Q_m \cdot N_L)$  길이를 가지는 컬럼(column) 벡터를 나타낸다.  $H = (G + N_L \cdot Q_{CQI})$  이고,  $H' = H / (N_L \cdot Q_m)$  이다.  $N_L$  은 UL-SCH 전송 블록이 매핑된 레이어의 개수를 나타내고,  $H$ 는 전송 블록이 매핑된  $N_L$  개 전송 레이어에 UL-SCH 데이터와 CQI/PMI 정보를 위해 할당된 부호화된 총 비트의 개수를 나타낸다.

이어, 다중화된 데이터와 CQI/PMI, 별도로 채널 부호화된 RI, ACK/NACK은 채널 인터리빙되어 출력 신호가 생성된다(S129).

MIMO (Multi-Input Multi-Output)

MIMO 기술은 지금까지 일반적으로 한 개의 송신안테나와 한 개의 수신안테나를 사용했던 것에서 탈피하여, 다중 송신(Tx) 안테나와 다중 수신(Rx) 안테나를 사용한다. 다시 말해서, MIMO 기술은 무선 통신 시스템의 송신단 또는 수신단에서 다중 입출력 안테나를 사용하여 용량 증대 또는 성능 개성을 꾀하기 위한 기술이다. 이하에서는 'MIMO'를 '다중 입출력 안테나'라 칭하기로 한다.

더 구체적으로, 다중 입출력 안테나 기술은 하나의 완전한 메시지(total message)를 수신하기 위하여 한 개의 안테나 경로에 의존하지 않으며, 여러 개의 안테나를 통해 수신한 복수의 데이터 조각을 수집하여 완전한 데이터를 완성시킨다. 결과적으로, 다중 입출력 안테나 기술은 특정 시스템 범위 내에서 데이터 전송율을 증가시킬 수 있으며, 또한 특정 데이터 전송율을 통해 시스템 범위를 증가시킬 수 있다.

차세대 이동통신은 기존 이동통신에 비해 훨씬 높은 데이터 전송률을 요구하므로 효율적인 다중 입출력 안테나 기술이 반드시 필요할 것으로 예상된다. 이와 같은 상황에서 MIMO 통신 기술은 이동통신 단말과 중계기 등에 폭넓게 사용할 수 있는 차세대 이동통신 기술이며, 데이터 통신 확대 등으로 인해 한계 상황에 따라 다른 이동통신의 전송량 한계를 극복할 수 있는 기술로서 관심을 모으고 있다.

한편, 현재 연구되고 있는 다양한 전송효율 향상 기술 중 다중 입출력 안테나(MIMO) 기술은 추가적인 주파수 할당이나 전력증가 없이도 통신 용량 및

송수신 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있는 방법으로서 현재 가장 큰 주목을 받고 있다.

도 13은 일반적인 다중 입출력 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

도 13을 참조하면, 송신 안테나의 수를  $N_T$ 개로, 수신 안테나의 수를  $N_R$ 개로 동시에 늘리게 되면, 송신기나 수신기에서만 다수의 안테나를 사용하게 되는 경우와 달리 안테나 수에 비례하여 이론적인 채널 전송 용량이 증가하므로, 전송 레이트(transfer rate)를 향상시키고, 주파수 효율을 획기적으로 향상시킬 수 있다. 이 경우, 채널 전송 용량의 증가에 따른 전송 레이트는 하나의 안테나를 이용하는 경우의 최대 전송 레이트( $R_0$ )에 다음과 같은 레이트 증가율( $R_i$ )이 곱해진 만큼으로 이론적으로 증가할 수 있다.

【수학식 1】

$$R_i = \min(N_T, N_R)$$

즉, 예를 들어, 4개의 송신 안테나와 4개의 수신 안테나를 이용하는 MIMO 통신 시스템에서는 단일 안테나 시스템에 비해 이론상 4배의 전송 레이트를 획득할 수 있다.

이와 같은 다중 입출력 안테나의 기술은 다양한 채널 경로를 통과한 심볼들을 이용하여 전송 신뢰도를 높이는 공간 다이버시티(spatial diversity) 방식과, 다수의 송신 안테나를 이용하여 다수의 데이터 심볼을 동시에 송신하여 전송률을 향상시키는 공간 멀티플렉싱(spatial multiplexing) 방식으로 나눌 수 있다. 또한 이러한 두 가지 방식을 적절히 결합하여 각각의 장점을 적절히 얻고자 하는 방식에 대한 연구도 최근 많이 연구되고 있는 분야이다.



각각의 방식에 대해 좀더 구체적으로 살펴보면 다음과 같다.

첫째로, 공간 다이버시티 방식의 경우에는 시공간 블록 부호 계열과, 다이버시티 이득과 부호화 이득을 동시에 이용하는 시공간 트렐리스(Trellis) 부호 계열 방식이 있다. 일반적으로 비트 오류율 개선 성능과 부호 생성 자유도는 트렐리스 부호 방식이 우수하지만, 연산 복잡도는 시공간 블록 부호가  
5 간단하다. 이와 같은 공간 다이버시티 이득은 송신 안테나 수 ( $N_T$ )와 수신 안테나 수 ( $N_R$ )의 곱 ( $N_T \times N_R$ )에 해당되는 양을 얻을 수 있다.

둘째로, 공간 멀티플렉싱 기법은 각 송신 안테나에서 서로 다른 데이터 열을 송신하는 방법인데, 이때 수신기에서는 송신기로부터 동시에 전송된 데이터  
10 사이에 상호 간섭이 발생하게 된다. 수신기에서는 이 간섭을 적절한 신호처리 기법을 이용하여 제거한 후 수신한다. 여기에 사용되는 잡음 제거 방식은 MLD(maximum likelihood detection) 수신기, ZF(zero-forcing) 수신기, MMSE(minimum mean square error) 수신기, D-BLAST (Diagonal-Bell Laboratories Layered Space-Time), V-BLAST(Vertical-Bell Laboratories Layered Space-Time) 등이 있으며,  
15 특히 송신단에서 채널 정보를 알 수 있는 경우에는 SVD(singular value decomposition) 방식 등을 사용할 수 있다.

셋째로, 공간 다이버시티와 공간 멀티플렉싱의 결합된 기법을 들 수 있다. 공간 다이버시티 이득만을 얻을 경우 다이버시티 차수의 증가에 따른 성능개선  
20 이득이 점차 포화되며, 공간 멀티플렉싱 이득만을 취하면 무선 채널에서 전송 신뢰도가 떨어진다. 이를 해결하면서 두 가지 이득을 모두 얻는 방식들이 연구되어 왔으며, 이 중 시공간 블록 부호 (Double-STTD), 시공간

BICM(STBICM) 등의 방식이 있다.

상술한 바와 같은 다중 입출력 안테나 시스템에 있어서의 통신 방법을 보다 구체적인 방법으로 설명하기 위해 이를 수학적으로 모델링하는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.

5 먼저, 도 13에 도시된 바와 같이  $N_T$ 개의 송신 안테나와  $N_R$ 개의 수신 안테나가 존재하는 것을 가정한다.

먼저, 송신 신호에 대해 살펴보면, 이와 같이  $N_T$ 개의 송신 안테나가 있는 경우 최대 전송 가능한 정보는  $N_T$ 개 이므로, 이를 다음과 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

10 【수학식 2】

$$\mathbf{s} = [s_1, s_2, \dots, s_{N_T}]^T$$

한편, 각각의 전송 정보  $s_1, s_2, \dots, s_{N_T}$ 에 있어 전송 전력을 달리 할 수 있으며, 이때 각각의 전송 전력을  $P_1, P_2, \dots, P_{N_T}$ 라 하면, 전송 전력이 조정된 전송 정보는 다음과 같은 벡터로 나타낼 수 있다.

15 【수학식 3】

$$\hat{\mathbf{s}} = [\hat{s}_1, \hat{s}_2, \dots, \hat{s}_{N_T}]^T = [P_1 s_1, P_2 s_2, \dots, P_{N_T} s_{N_T}]^T$$

또한,  $\hat{\mathbf{s}}$ 를 전송 전력의 대각 행렬  $\mathbf{P}$ 로 다음과 같이 나타낼 수 있다.

【수학식 4】

$$\hat{\mathbf{s}} = \begin{bmatrix} P_1 & & & 0 \\ & P_2 & & \\ & & \ddots & \\ 0 & & & P_{N_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{P}\mathbf{s}$$

20 한편, 전송 전력이 조정된 정보 벡터  $\hat{\mathbf{s}}$ 는 그 후 가중치 행렬  $\mathbf{W}$ 가 곱해져

실제 전송되는  $N_T$ 개의 전송 신호  $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ 를 구성한다. 여기서, 가중치 행렬은 전송 채널 상황 등에 따라 전송 정보를 각 안테나에 적절히 분배해 주는 역할을 수행한다. 이와 같은 전송 신호  $x_1, x_2, \dots, x_{N_T}$ 를 벡터  $\mathbf{x}$ 를 이용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

5           **【수학식 5】**

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_i \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} w_{11} & w_{12} & \cdots & w_{1N_T} \\ w_{21} & w_{22} & \cdots & w_{2N_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{i1} & w_{i2} & \cdots & w_{iN_T} \\ \vdots & & \ddots & \\ w_{N_T1} & w_{N_T2} & \cdots & w_{N_TN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{s}_1 \\ \hat{s}_2 \\ \vdots \\ \hat{s}_j \\ \vdots \\ \hat{s}_{N_T} \end{bmatrix} = \mathbf{W}\hat{\mathbf{s}} = \mathbf{W}\mathbf{P}\mathbf{s}$$

여기서,  $w_{ij}$ 는  $i$ 번째 송신 안테나와  $j$ 번째 전송 정보간의 가중치를 나타내며,  $\mathbf{w}$ 는 이를 행렬로 나타낸 것이다. 이와 같은 행렬  $\mathbf{w}$ 를 가중치 행렬(Weight Matrix) 또는 프리코딩 행렬(Precoding Matrix)라 부른다.

10           한편, 상술한 바와 같은 전송 신호( $\mathbf{x}$ )는 공간 다이버시티를 사용하는 경우와 공간 멀티플렉싱을 사용하는 경우로 나누어 생각해 볼 수 있다.

공간 멀티플렉싱을 사용하는 경우는 서로 다른 신호를 다중화하여 보내게 되므로, 정보 벡터  $\mathbf{s}$ 의 원소들이 모두 다른 값을 가지게 되는 반면, 공간 다이버시티를 사용하게 되면 같은 신호를 여러 채널 경로를 통하여 보내게  
15           되므로 정보 벡터  $\mathbf{s}$ 의 원소들이 모두 같은 값을 갖게 된다.

물론, 공간 멀티플렉싱과 공간 다이버시티를 혼합하는 방법도 고려 가능하다. 즉, 예를 들어 3 개의 송신 안테나를 통하여 같은 신호를 공간 다이버시티를 이용하여 전송하고, 나머지는 각각 다른 신호를 공간 멀티플렉싱하여 보내는 경우도 고려할 수 있다.

다음으로, 수신신호는  $N_R$ 개의 수신 안테나가 있는 경우, 각 안테나의 수신신호  $y_1, y_2, \dots, y_{N_R}$ 를 벡터  $y$ 로 다음과 같이 나타내기로 한다.

**【수학식 6】**

$$y = [y_1, y_2, \dots, y_{N_R}]^T$$

5 한편, 다중 입출력 안테나 통신 시스템에 있어서의 채널을 모델링하는 경우, 각각의 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분할 수 있으며, 송신 안테나  $j$ 로부터 수신 안테나  $i$ 를 거치는 채널을  $h_{ij}$ 로 표시하기로 한다. 여기서,  $h_{ij}$ 의 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신안테나의 인덱스가 나중에 유의한다.

10 이러한 채널은 여러 개를 한데 묶어서 벡터 및 행렬 형태로도 표시 가능하다. 벡터 표시의 예를 들어 설명하면 다음과 같다.

도 14는 다수의 송신 안테나에서 하나의 수신 안테나로의 채널을 나타낸 도이다.

15 도 14에 도시된 바와 같이 총  $N_T$ 개의 송신 안테나로부터 수신안테나  $i$ 로 도착하는 채널은 다음과 같이 표현 가능하다.

**【수학식 7】**

$$h_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

20 또한, 상기 수학식 7과 같은 행렬 표현을 통해  $N_T$ 개의 송신 안테나로부터  $N_R$ 개의 수신 안테나를 거치는 채널을 모두 나타내는 경우 다음과 같이 나타낼 수 있다.

**【수학식 8】**

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} \mathbf{h}_1^T \\ \mathbf{h}_2^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_i^T \\ \vdots \\ \mathbf{h}_{N_R}^T \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix}$$

한편, 실제 채널은 위와 같은 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 를 거친 후에 백색 잡음 (AWGN: Additive White Gaussian Noise)가 더해지게 되므로,  $N_R$ 개의 수신 안테나 각각에 더해지는 백색 잡음  $n_1, n_2, \dots, n_{N_R}$ 을 벡터로 표현하면 다음과 같다.

5        **【수학식 9】**

$$\mathbf{n} = [n_1, n_2, \dots, n_{N_R}]^T$$

상술한 바와 같은 전송 신호, 수신 신호, 채널, 및 백색 잡음의 모델링을 통해 다중 입출력 안테나 통신 시스템에서의 각각은 다음과 같은 관계를 통해 나타낼 수 있다.

10       **【수학식 10】**

$$\mathbf{y} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_i \\ \vdots \\ y_{N_R} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} & \cdots & h_{1N_T} \\ h_{21} & h_{22} & \cdots & h_{2N_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{i1} & h_{i2} & \cdots & h_{iN_T} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{N_R1} & h_{N_R2} & \cdots & h_{N_RN_T} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_j \\ \vdots \\ x_{N_T} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_1 \\ n_2 \\ \vdots \\ n_i \\ \vdots \\ n_{N_R} \end{bmatrix} = \mathbf{H}\mathbf{x} + \mathbf{n}$$

한편, 채널의 상태를 나타내는 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 의 행과 열의 수는 송수신 안테나 수에 의해서 결정된다. 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 는 앞서 살펴본 바와 같이 행의 수는 수신 안테나의 수  $N_R$ 과 같아지고, 열의 수는 송신 안테나의 수  $N_T$ 와 같아 지게 된다. 즉, 채널 행렬  $\mathbf{H}$ 는  $N_R \times N_T$  행렬이 된다.

일반적으로, 행렬의 랭크(rank)는 서로 독립인(independent) 행 또는

열의 개수 중에서 최소 개수로 정의된다. 따라서, 행렬의 랭크는 행 또는 열의 개수보다 클 수 없게 된다. 수식적으로 예를 들면, 채널 행렬  $H$ 의 랭크( $\text{rank}(H)$ )는 다음과 같이 제한된다.

【수학식 11】

$$\text{rank}(\mathbf{H}) \leq \min(N_T, N_R)$$

또한, 행렬을 고유치 분해(Eigen value decomposition)를 하였을 때, 랭크는 고유치(eigen value)들 중에서 0이 아닌 고유치들의 개수로 정의할 수 있다. 비슷한 방법으로, 랭크를 SVD(singular value decomposition) 했을 때 0이 아닌 특이값(singular value)들의 개수로 정의할 수 있다. 따라서, 채널 행렬에서 랭크의 물리적인 의미는 주어진 채널에서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 최대 수라고 할 수 있다.

본 명세서에 있어, MIMO 전송에 대한 '랭크(Rank)'는 특정 시점 및 특정 주파수 자원에서 독립적으로 신호를 전송할 수 있는 경로의 수를 나타내며, '레이어(layer)의 개수'는 각 경로를 통해 전송되는 신호 스트림의 개수를 나타낸다. 일반적으로 송신단은 신호 전송에 이용되는 랭크 수에 대응하는 개수의 레이어를 전송하기 때문에 특별한 언급이 없는 한 랭크는 레이어 개수와 동일한 의미를 가진다.

#### 참조 신호(RS: Reference Signal)

무선 통신 시스템에서 데이터는 무선 채널을 통해 전송되기 때문에, 신호는 전송 중에 왜곡될 수 있다. 수신단에서 왜곡된 신호를 정확하게 수신하기 위하여, 수신된 신호의 왜곡은 채널 정보를 이용하여 보정되어야 한다. 채널 정보를

검출하기 위하여 송신측과 수신측 모두 알고 있는 신호 전송 방법과 신호가 채널을 통해 전송될 때 왜곡된 정도를 이용하여 채널 정보를 검출하는 방법을 주로 이용한다. 상술한 신호를 파일럿 신호 또는 참조 신호(RS)라고 한다.

다중 입출력 안테나를 이용하여 데이터를 송수신할 때, 신호를 정확하게 수신하기 위하여 송신 안테나와 수신 안테나 간의 채널 상태가 검출되어야 한다. 따라서 각 송신 안테나는 개별적인 참조 신호를 가져야 한다.

하향 참조 신호는 하나의 셀 내 모든 단말이 공유하는 공통 참조 신호(CRS: common RS)와 특정 단말만을 위한 전용 참조 신호(DRS: dedicated RS)가 있다. 이와 같은 참조 신호들을 이용하여 복조(demodulation)와 채널 측정(channel measurement)을 위한 정보를 제공할 수 있다.

수신 측(즉, 단말)은 CRS로부터 채널 상태를 측정하고, CQI(Channel Quality Indicator), PMI(Precoding Matrix Index) 및/또는 RI(Rank Indicator)와 같은 채널 품질과 관련된 지시자를 송신 측(즉, 기지국)으로 피드백한다. CRS는 셀 특정 기준신호(cell-specific RS)라고도 한다. 반면, 채널 상태 정보(CSI: Channel State Information)의 피드백과 관련된 참조 신호를 CSI-RS라고 정의할 수 있다.

DRS는 PDSCH 상의 데이터 복조가 필요한 경우 자원 요소들을 통해 전송될 수 있다. 단말은 상위 계층을 통하여 DRS의 존재 여부를 수신할 수 있으며, 상응하는 PDSCH가 매핑되었을 때만 유효하다. DRS를 단말 특정 참조 신호(UE-specific RS) 또는 복조 참조 신호(DMRS: Demodulation RS)라고 할 수 있다.

도 15는 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 하향링크 자원

블록 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴을 예시한다.

도 15를 참조하면, 참조 신호가 매핑되는 단위로 하향링크 자원 블록 쌍은 시간 영역에서 하나의 서브 프레임  $\times$  주파수 영역에서 12개의 부 반송파로 나타낼 수 있다. 즉, 시간 축(x축) 상에서 하나의 자원 블록 쌍은 일반 순환 전치(normal CP: normal Cyclic Prefix)인 경우 14개의 OFDM 심볼의 길이를 가지고(도 15의 (a)의 경우), 확장 순환 전치(extended CP: extended Cyclic Prefix)인 경우 12개의 OFDM 심볼의 길이를 가진다(도 15의 (b)의 경우). 자원 블록 격자에서 '0', '1', '2' 및 '3'으로 기재된 자원 요소들(RES)은 각각 안테나 포트 인덱스 '0', '1', '2' 및 '3'의 CRS의 위치를 의미하며, 'D'로 기재된 자원 요소들은 DRS의 위치를 의미한다.

이하 CRS에 대하여 좀 더 상세하게 기술하면, CRS는 물리적 안테나의 채널을 추정하기 위해 사용되고, 셀 내에 위치한 모든 단말에 공통적으로 수신될 수 있는 참조 신호로써 전체 주파수 대역에 분포된다. 또한, CRS는 채널 품질 정보(CSI) 및 데이터 복조를 위해 이용될 수 있다.

CRS는 전송 측(기지국)에서의 안테나 배열에 따라 다양한 포맷으로 정의된다. 3GPP LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에서는 다양한 안테나 배열을 지원하고, 하향링크 신호 송신 측은 3개의 단일의 송신 안테나, 2개의 송신 안테나 및 4개의 송신 안테나와 같이 3 종류의 안테나 배열을 가진다. 기지국이 단일의 송신 안테나를 사용하는 경우, 단일 안테나 포트를 위한 참조 신호가 배열된다. 기지국이 2개의 송신 안테나를 사용하는 경우, 2개의 송신 안테나 포트를 위한 참조 신호는 시분할 다중화(TDM: Time Division Multiplexing) 및/또는 주파수 분할 다중화(FDM Frequency Division



Multiplexing) 방식을 이용하여 배열된다. 즉, 2개의 안테나 포트를 위한 참조 신호는 각각이 구별되기 위해 서로 다른 시간 자원 및/또는 서로 다른 주파수 자원이 할당된다.

게다가, 기지국이 4개의 송신 안테나를 사용하는 경우, 4개의 송신 안테나 포트를 위한 참조 신호는 TDM 및/또는 FDM 방식을 이용하여 배열된다. 하향링크 신호의 수신 측(단말)에 의하여 측정된 채널 정보는 단일의 송신 안테나 전송, 송신 다이버시티, 폐쇄 루프 공간 다중화(closed-loop spatial multiplexing), 개방 루프 공간 다중화(open-loop spatial multiplexing) 또는 다중 사용자-다중 입출력 안테나(Multi-User MIMO)와 같은 전송 방식을 이용하여 전송된 데이터를 복조하기 위하여 사용될 수 있다.

다중 입출력 안테나가 지원되는 경우 참조 신호가 특정의 안테나 포트로부터 전송될 때, 상기 참조 신호는 참조 신호의 패턴에 따라 특정한 자원 요소들의 위치에 전송되며, 다른 안테나 포트를 위해 특정한 자원 요소들의 위치에 전송되지 않는다. 즉, 서로 다른 안테나 사이의 참조 신호는 서로 겹치지 않는다.

자원 블록에 CRS를 맵핑하는 규칙은 다음과 같이 정의된다.

【수학식 12】

$$k = 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6$$

$$l = \begin{cases} 0, N_{\text{symp}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0,1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2,3\} \end{cases}$$

$$m = 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1$$

$$m' = m + N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$$

$$v = \begin{cases} 0 & \text{if } p=0 \text{ and } l=0 \\ 3 & \text{if } p=0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p=1 \text{ and } l=0 \\ 0 & \text{if } p=1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p=2 \\ 3+3(n_s \bmod 2) & \text{if } p=3 \end{cases}$$

$$v_{\text{shift}} = N_{\text{ID}}^{\text{cell}} \bmod 6$$

수학식 12에서,  $k$  및  $l$  은 각각 부반송파 인덱스 및 심볼 인덱스를 나타내고,  $p$  는 안테나 포트를 나타낸다.  $N_{\text{syml}}^{\text{DL}}$  은 하나의 하향링크 슬롯에서의 OFDM 심볼의 수를 나타내고,  $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$  은 하향링크에 할당된 무선 자원의 수를 나타낸다.  $n_s$  는 슬롯 인덱스를 나타내고,  $N_{\text{ID}}^{\text{cell}}$  은 셀 ID를 나타낸다. mod 는 모듈로(modulo) 연산을 나타낸다. 참조 신호의 위치는 주파수 영역에서  $v_{\text{shift}}$  값에 따라 달라진다.  $v_{\text{shift}}$  는 셀 ID에 종속되므로, 참조 신호의 위치는 셀에 따라 다양한 주파수 편이(frequency shift) 값을 가진다.

보다 구체적으로, CRS를 통해 채널 추정 성능을 향상시키기 위해 CRS의 위치는 셀에 따라 주파수 영역에서 편이될 수 있다. 예를 들어, 참조 신호가 3개의 부 반송파의 간격으로 위치하는 경우, 하나의 셀에서의 참조 신호들은  $3k$  번째 부반송파에 할당되고, 다른 셀에서의 참조 신호는  $3k+1$  번째 부반송파에 할당된다. 하나의 안테나 포트의 관점에서 참조 신호들은 주파수 영역에서 6개의 자원 요소 간격으로 배열되고, 또 다른 안테나 포트에 할당된 참조 신호와는 3개의 자원 요소 간격으로 분리된다.

시간 영역에서 참조 신호는 각 슬롯의 심볼 인덱스 0 에서부터 시작하여 동일 간격(constant interval)으로 배열된다. 시간 간격은 순환 전치 길이에 따라 다르게 정의된다. 일반 순환 전치의 경우 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스

0 과 4에 위치하고, 확장 순환 전치의 경우 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스 0  
 과 3에 위치한다. 2개의 안테나 포트 중 최대값을 가지는 안테나 포트를 위한  
 참조 신호는 하나의 OFDM 심볼 내에 정의된다. 따라서, 4개의 송신 안테나  
 전송의 경우, 참조 신호 안테나 포트 0 과 1을 위한 참조 신호는 슬롯의 심볼  
 5 인덱스 0 과 4 (확장 순환 전치의 경우 심볼 인덱스 0 과 3)에 위치하고,  
 안테나 포트 2 와 3을 위한 참조 신호는 슬롯의 심볼 인덱스 1에 위치한다.  
 안테나 포트 2 와 3을 위한 참조 신호의 주파수 영역에서의 위치는 2번째  
 슬롯에서 서로 맞바뀐다.

이하 DRS에 대하여 좀 더 상세하게 기술하면, DRS는 데이터를 복조하기  
 10 위하여 사용된다. 다중 입출력 안테나 전송에서 특정의 단말을 위해 사용되는  
 선형 부호화(precoding) 가중치는 단말이 참조 신호를 수신하였을 때 각 송신  
 안테나에서 전송된 전송 채널과 결합되어 상응하는 채널을 추정하기 위하여 변경  
 없이 사용된다.

3GPP LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)은 최대 4개의 전송 안테나를  
 15 지원하고, 랭크 1 빔포밍(beamforming)을 위한 DRS가 정의된다. 랭크 1  
 빔포밍을 위한 DRS는 또한 안테나 포트 인덱스 5 를 위한 참조 신호를 나타낸다.

자원 블록에 DRS를 맵핑하는 규칙은 다음과 같이 정의된다. 수학식 13은  
 일반 순환 전치인 경우를 나타내고, 수학식 14는 확장 순환 전치인 경우를  
 나타낸다.

20 **【수학식 13】**

$$k = (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB}$$

$$k' = \begin{cases} 4m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l \in \{2,3\} \\ 4m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 4 & \text{if } l \in \{5,6\} \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0,1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2,3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0,1,\dots,3N_{RB}^{\text{PDSCH}} - 1$$

$$v_{\text{shift}} = N_{ID}^{\text{cell}} \bmod 3$$

**【수학식 14】**

$$k = (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB}$$

$$k' = \begin{cases} 3m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 3 & \text{if } l = 1 \end{cases}$$

$$l = \begin{cases} 4 & l' \in \{0,2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases}$$

$$l' = \begin{cases} 0 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1,2 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases}$$

$$m' = 0,1,\dots,4N_{RB}^{\text{PDSCH}} - 1$$

$$v_{\text{shift}} = N_{ID}^{\text{cell}} \bmod 3$$

5

상기 수학식 12 내지 수학식 14에서, k 및 p는 각각 부반송파 인덱스 및 안테나 포트를 나타낸다.  $N_{RB}^{DL}$ ,  $n_s$ ,  $N_{ID}^{\text{cell}}$ 는 각각 하향링크에 할당된 RB의 수, 슬롯 인덱스의 수, 셀 ID의 수를 나타낸다. RS의 위치는 주파수 도메인 관점에서  $v_{\text{shift}}$  값에 따라 달라진다.

10

수학식 13 및 14에서, k 및 l은 각각 부반송파 인덱스 및 심볼 인덱스를 나타내고, p는 안테나 포트를 나타낸다.  $N_{sc}^{RB}$ 은 주파수 영역에서 자원 블록 크기를 나타내고, 부반송파의 수로써 표현된다.  $n_{PRB}$ 은 물리 자원 블록의 수를 나타낸다.  $N_{RB}^{\text{PDSCH}}$ 은 PDSCH 전송을 위한 자원 블록의 주파수 대역을 나타낸다.

$n_s$  는 슬롯 인덱스를 나타내고,  $N_{ID}^{cell}$  는 셀 ID를 나타낸다. mod 는 모듈로(modulo) 연산을 나타낸다. 참조 신호의 위치는 주파수 영역에서  $v_{shift}$  값에 따라 달라진다.  $v_{shift}$  는 셀 ID에 종속되므로, 참조 신호의 위치는 셀에 따라 다양한 주파수 편이(frequency shift) 값을 가진다.

5

### 사운딩 참조 신호(SRS: Sounding Reference Signal)

SRS는 주로 상향링크의 주파수-선택적 스케줄링을 수행하기 위하여 채널 품질 측정에 사용되며, 상향링크 데이터 및/또는 제어 정보의 전송과 관련되지 않는다. 그러나, 이에 한정되지 않으며 SRS는 전력 제어의 향상 또는 최근에 스케줄되어 있지 않은 단말들의 다양한 스타트-업(start-up) 기능을 지원하기 위한 다양한 다른 목적들을 위해 사용될 수 있다. 스타트-업 기능의 일례로, 초기의 변조 및 부호화 방식(MCS: Modulation and Coding Scheme), 데이터 전송을 위한 초기의 전력 제어, 타이밍 전진(timing advance) 및 주파수 반-선택적(semi-selective) 스케줄링이 포함될 수 있다. 이때, 주파수 반-선택적 스케줄링은 서브 프레임의 처음의 슬롯에 선택적으로 주파수 자원을 할당하고, 두번째 슬롯에서는 다른 주파수로 의사 랜덤(pseudo-randomly)하게 도약하여 주파수 자원을 할당하는 스케줄링을 말한다.

10

15

20

또한, SRS는 상향링크와 하향링크 간에 무선 채널이 상호적(reciprocal)인 가정하에 하향링크 채널 품질을 측정하기 위하여 사용될 수 있다. 이러한 가정은 상향링크와 하향링크가 동일한 주파수 스펙트럼을 공유하고, 시간 영역에서는 분리된 시분할 듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 시스템에서 특히 유효하다

셀 내에서 어떠한 단말에 의하여 전송되는 SRS의 서브 프레임들은 셀-특정 방송 신호에 의하여 나타낼 수 있다. 4비트 셀-특정 'srsSubframeConfiguration' 파라미터는 SRS가 각 무선 프레임을 통해 전송될 수 있는 15가지의 가능한 서브 프레임의 배열을 나타낸다. 이러한 배열들에 의하여, 운용 시나리오(deployment scenario)에 따라 SRS 오버헤드(overhead)의 조정에 대한 유동성을 제공하게 된다.

이 중 16번째 배열은 셀 내에서 완전하게 SRS의 스위치를 오프하며, 이는 주로 고속 단말들을 서빙하는 서빙 셀에 적합하다.

도 16은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 사운딩 참조 신호 심볼을 포함한 상향링크 서브 프레임을 예시한다.

도 16을 참조하면, SRS는 배열된 서브 프레임 상에서 항상 마지막 SC-FDMA 심볼을 통해 전송된다. 따라서, SRS와 DMRS는 다른 SC-FDMA 심볼에 위치하게 된다.

PUSCH 데이터 전송은 SRS 전송을 위한 특정의 SC-FDMA 심볼에서는 허용되지 않으며, 결과적으로 사운딩(sounding) 오버헤드가 가장 높은 경우 즉, 모든 서브 프레임에 SRS 심볼이 포함되는 경우라도 사운딩 오버헤드는 약 7%를 초과하지 않는다.

각 SRS 심볼은 주어진 시간 단위와 주파수 대역에 관한 기본 시퀀스(랜덤 시퀀스 또는 Zadoff-Ch(ZC)에 기초한 시퀀스 세트)에 의하여 생성되고, 동일 셀 내의 모든 단말들은 동일한 기본 시퀀스를 사용한다. 이때, 동일한 주파수 대역과 동일한 시간에서 동일 셀 내의 복수의 단말로부터의 SRS 전송은 기본 시퀀스의 서로 다른 순환 이동(cyclic shift)에 의해 직교(orthogonal)되어

서로 구별된다.

각각의 셀마다 서로 다른 기본 시퀀스가 할당되는 것에 의하여 서로 다른 셀로부터의 SRS 시퀀스가 구별될 수 있으나, 서로 다른 기본 시퀀스 간에 직교성은 보장되지 않는다.

5

### COMP (Coordinated Multi-Point Transmission and Reception)

LTE-advanced의 요구에 맞춰, 시스템의 성능 향상을 위하여 COMP 전송이 제안되었다. COMP는 co-MIMO, collaborative MIMO, network MIMO 등으로도 불린다. COMP는 셀 경계에 위치한 단말의 성능을 향상시키고, 10 평균 셀(섹터)의 효율(throughput)을 향상시킬 것으로 예상된다.

일반적으로, 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)은 주파수 재사용 지수가 1인 다중-셀 환경에서 셀 경계에 위치한 단말의 성능 및 평균 셀(섹터) 효율을 떨어뜨린다. 셀 간 간섭을 완화시키기 위해, 간섭 제한적인(interference-limited) 환경에서 셀 경계에 위치한 단말이 적절한 15 성능 효율을 가지도록 LTE 시스템에서는 부분 주파수 재사용(FFR: Fractional Frequency Reuse)과 같은 단순한 수동적인 방법이 적용되었다. 그러나, 각 셀당 주파수 자원의 사용을 감소시키는 대신, 단말이 수신해야 하는 신호(desired signal)로써 셀 간 간섭을 재 사용하거나 셀 간 간섭을 20 완화시키는 방법이 보다 이익이 된다. 상술한 목적을 달성하기 위하여 COMP 전송 방식이 적용될 수 있다.

하향링크에 적용될 수 있는 COMP 방식은 JP(Joint Processing) 방식과 CS/CB(Coordinated Scheduling/Beamforming) 방식으로 분류할 수 있다.

JP 방식에서, 데이터는 CoMP 단위의 각 포인트(기지국)에서 사용될 수 있다. CoMP 단위는 CoMP 방식에서 이용되는 기지국들의 집합을 의미한다. JP 방식은 다시 연합 전송(joint transmission) 방식과 동적 셀 선택(dynamic cell selection) 방식으로 분류할 수 있다.

5        연합 전송 방식은 CoMP 단위에서 전체 또는 일부분인 복수의 포인트로부터 PDSCH를 통해 신호가 동시에 전송되는 방식을 의미한다. 즉, 단일의 단말에 전송되는 데이터는 복수의 전송 포인트로부터 동시에 전송될 수 있다. 이와 같은 연합 전송 방식을 통해 가간섭적(coherently) 내지 비간섭적(non-coherently)이든 무관하게 단말에 전송되는 신호의 품질을 높일 수 있으며, 또  
10        다른 단말과의 간섭을 적극적으로 제거할 수 있다.

      동적 셀 선택 방식은 CoMP 단위에서 단일의 포인트로부터 PDSCH를 통해 신호가 전송되는 방식을 의미한다. 즉, 특정 시간에 단일의 단말에 전송되는 데이터는 단일의 포인트로부터 전송되고, CoMP 단위 내 다른 포인트에서는 상기 단말로 데이터를 전송하지 않는다. 단말로 데이터를 전송하는 포인트는 동적으로  
15        선택될 수 있다.

      CS/CB 방식에 따르면, CoMP 단위는 단일의 단말로의 데이터 전송을 위하여 협력하여 빔포밍을 수행하게 된다. 즉, 서빙 셀에서만 단말로 데이터를 전송하지만, 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 단위 내의 복수의 셀 간의 협력을 통해 결정될 수 있다.

20        상향링크의 경우, CoMP 수신은 지리적으로 분리된 복수의 포인트 간의 협력에 의하여 전송된 신호를 수신하는 것을 의미한다. 상향링크에 적용될 수 있는 CoMP 방식은 JR(Joint Reception) 방식과 CS/CB(Coordinated



Scheduling/Beamforming) 방식으로 분류할 수 있다.

JR 방식은 CoMP 단위에서 전체 또는 일부분인 복수의 포인트가 PDSCH를 통해 전송된 신호를 수신하는 방식을 의미한다. CS/CB 방식은 단일의 포인트에서만 PDSCH를 통해 전송된 신호를 수신하게 되나, 사용자 스케줄링/빔포밍은 CoMP 단위 내의 복수의 셀 간의 협력을 통해 결정될 수 있다.

### 릴레이 노드 (RN: Relay Node)

릴레이 노드는 기지국과 단말 간의 송수신되는 데이터를 두 개의 다른 링크(백홀 링크 및 액세스 링크)를 통해 전달한다. 기지국은 도너(donor) 셀을 포함할 수 있다. 릴레이 노드는 도너 셀을 통해 무선으로 무선 액세스 네트워크에 연결된다.

한편, 릴레이 노드의 대역(또는 스펙트럼) 사용과 관련하여, 백홀 링크가 액세스 링크와 동일한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '인-밴드(in-band)'라고 하고, 백홀 링크와 액세스 링크가 상이한 주파수 대역에서 동작하는 경우를 '아웃-밴드(out-band)'라고 한다. 인-밴드 및 아웃-밴드 경우 모두 기존의 LTE 시스템(예를 들어, 릴리즈-8)에 따라 동작하는 단말(이하, 레거시(legacy) 단말이라 한다.)이 도너 셀에 접속할 수 있어야 한다.

단말에서 릴레이 노드를 인식하는지 여부에 따라 릴레이 노드는 트랜스패런트(transparent) 릴레이 노드 또는 논-트랜스패런트(non-transparent) 릴레이 노드로 분류될 수 있다. 트랜스패런트는 단말이 릴레이 노드를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하지 못하는 경우를 의미하고, 논-트랜스패런트는 단말이 릴레이 노드를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를

인지하는 경우를 의미한다.

릴레이 노드의 제어와 관련하여, 도너 셀의 일부로 구성되는 릴레이 노드 또는 스스로 셀을 제어하는 릴레이 노드로 구분될 수 있다.

도너 셀의 일부로 구성되는 릴레이 노드는 릴레이 노드 식별자(relay ID)를 가질 수는 있지만, 릴레이 노드 자신의 셀 식별자(cell identity)를 가지지 않는다.

도너 셀이 속하는 기지국에 의하여 RRM(Radio Resource Management)의 적어도 일부가 제어되면, RRM의 나머지 부분들이 릴레이 노드에 위치하더라도 도너 셀의 일부로서 구성되는 릴레이 노드라 한다. 바람직하게, 이러한 릴레이 노드는 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 스마트 리피터(Smart repeaters), 디코드-앤-포워드 릴레이 노드(decode-and-forward relays), L2(제2계층) 릴레이 노드들의 다양한 종류들 및 타입-2 릴레이 노드가 이러한 릴레이 노드에 해당한다.

스스로 셀을 제어하는 릴레이 노드의 경우에 릴레이 노드는 하나 또는 복수 개의 셀들을 제어하고, 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀들 각각에 고유의 물리계층 셀 식별자가 제공된다. 또한, 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀들 각각은 동일한 RRM 메커니즘을 이용할 수 있다. 단말 관점에서는 릴레이 노드에 의하여 제어되는 셀에 액세스하는 것과 일반 기지국에 의해 제어되는 셀에 액세스하는 것에 차이점이 없다. 이러한 릴레이 노드에 의해 제어되는 셀은 레거시 단말을 지원할 수 있다. 예를 들어, 셀프-백홀링(Self-backhauling) 릴레이 노드, L3(제3계층) 릴레이 노드, 타입-1 릴레이 노드 및 타입-1a 릴레이 노드가 이러한 릴레이 노드에 해당한다.

타입-1 릴레이 노드는 인-밴드 릴레이 노드로서 복수개의 셀들을 제어하고, 이들 복수개의 셀들의 각각은 단말 입장에서 도너 셀과 구별되는 별개의 셀로 보인다. 또한, 복수개의 셀들은 각자의 물리 셀 ID(이는 LTE 릴리즈-8에서 정의됨)를 가지고, 릴레이 노드는 자신의 동기화 채널, 참조신호 등을 전송할 수 있다. 단일-셀 동작의 경우에, 단말은 릴레이 노드로부터 직접 스케줄링 정보 및 HARQ 피드백을 수신하고 릴레이 노드로 자신의 제어 채널(스케줄링 요청(SR), CQI, ACK/NACK 등)을 전송할 수 있다. 또한, 레거시 단말(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 단말)들에게 타입-1 릴레이 노드는 레거시 기지국(LTE 릴리즈-8 시스템에 따라 동작하는 기지국)으로 보인다. 즉, 역방향 호환성(backward compatibility)을 가진다. 한편, LTE-A 시스템에 따라 동작하는 단말들에게는, 타입-1 릴레이 노드는 레거시 기지국과 다른 기지국으로 보여, 성능 향상을 제공할 수 있다.

타입-1a 릴레이 노드는 아웃-밴드로 동작하는 것 외에 전술한 타입-1 릴레이 노드와 동일한 특징들을 가진다. 타입-1a 릴레이 노드의 동작은 L1(제1계층) 동작에 대한 영향이 최소화 또는 없도록 구성될 수 있다.

타입-2 릴레이 노드는 인-밴드 릴레이 노드로서, 별도의 물리 셀 ID를 가지지 않으며, 이에 따라 새로운 셀을 형성하지 않는다. 타입-2 릴레이 노드는 레거시 단말에 대해 트랜스패런트하고, 레거시 단말은 타입-2 릴레이 노드의 존재를 인지하지 못한다. 타입-2 릴레이 노드는 PDSCH를 전송할 수 있지만, 적어도 CRS 및 PDCCH는 전송하지 않는다.

한편, 릴레이 노드가 인-밴드로 동작하도록 하기 위하여, 시간-주파수 공간에서의 일부 자원이 백홀 링크를 위해 예비되어야 하고 이 자원은 액세스

링크를 위해서 사용되지 않도록 설정할 수 있다. 이를 자원 분할(resource partitioning)이라 한다.

릴레이 노드에서의 자원 분할에 있어서의 일반적인 원리는 다음과 같이 설명할 수 있다. 백홀 하향링크 및 액세스 하향링크가 하나의 반송파 주파수 상에서 시간분할다중화(TDM) 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 하향링크 또는 액세스 하향링크 중 하나만이 활성화된다). 유사하게, 백홀 상향링크 및 액세스 상향링크는 하나의 반송파 주파수 상에서 TDM 방식으로 다중화될 수 있다 (즉, 특정 시간에서 백홀 상향링크 또는 액세스 상향링크 중 하나만이 활성화된다).

FDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 하향링크 주파수 대역에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 상향링크 주파수 대역에서 수행될 수 있다. TDD 에서의 백홀 링크 다중화는, 백홀 하향링크 전송은 기지국과 릴레이 노드의 하향링크 서브프레임에서 수행되고, 백홀 상향링크 전송은 기지국과 릴레이 노드의 상향링크 서브프레임에서 수행될 수 있다.

인-밴드 릴레이 노드의 경우에, 예를 들어, 동일한 주파수 대역에서 기지국으로부터의 백홀 하향링크 수신과 단말로의 액세스 하향링크 전송이 동시에 이루어지면, 릴레이 노드의 송신단으로부터 전송되는 신호에 의하여 릴레이 노드의 수신단에서 신호 간섭이 발생할 수 있다. 즉, 릴레이 노드의 RF 전단(front-end)에서 신호 간섭 또는 RF 재밍(jamming)이 발생할 수 있다.

유사하게, 동일한 주파수 대역에서 기지국으로의 백홀 상향링크 전송과 단말로부터의 액세스 상향링크 수신이 동시에 이루어지는 경우도 신호 간섭이 발생할 수 있다.

따라서, 릴레이 노드에서 동일한 주파수 대역에서의 동시에 신호를 송수신하기 위해서, 수신 신호와 송신 신호간에 충분한 분리(예를 들어, 송신 안테나와 수신 안테나를 지상/지하에 설치하는 것과 같이 지리적으로 충분히 이격시켜 설치함)가 제공되지 않으면 구현하기 어렵다.

- 5 이와 같은 신호 간섭의 문제를 해결하는 한 가지 방안은, 릴레이 노드가 도너 셀로부터 신호를 수신하는 동안에 단말로 신호를 전송하지 않도록 동작하게 하는 것이다. 즉, 릴레이 노드로부터 단말로의 전송에 갭(gap)을 생성하고, 이 갭 동안에는 단말(레거시 단말 포함)이 릴레이 노드로부터의 어떠한 전송도 기대하지 않도록 설정할 수 있다. 이러한 갭은 MBSFN (Multicast Broadcast  
10 Single Frequency Network) 서브프레임을 구성함으로써 설정할 수 있다.

도 17은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 릴레이 노드 자원 분할을 예시한다.

- 도 17에서, 첫번째 서브프레임은 일반 서브프레임으로서 릴레이 노드로부터 단말로 하향링크 (즉, 액세스 하향링크) 제어신호 및 데이터가  
15 전송되고, 두번째 서브프레임은 MBSFN 서브프레임으로서 하향링크 서브프레임의 제어 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 제어 신호가 전송되지만 하향링크 서브프레임의 나머지 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 아무런 전송이 수행되지 않는다. 여기서, 레거시 단말의 경우에는 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH의 전송을 기대하게 되므로 (다시 말하자면, 릴레이  
20 노드는 자신의 영역 내의 레거시 단말들이 매 서브프레임에서 PDCCH를 수신하여 측정 기능을 수행하도록 지원할 필요가 있으므로), 레거시 단말의 올바른 동작을 위해서는 모든 하향링크 서브프레임에서 PDCCH를 전송할 필요가 있다. 따라서,

기지국으로부터 릴레이 노드로의 하향링크 (즉, 백홀 하향링크) 전송을 위해  
 설정된 서브프레임 (두번째 서브프레임) 상에서도, 서브프레임의 처음  $N$  ( $N=1,$   
 $2$  또는  $3$ ) 개의 OFDM 심볼구간에서 릴레이 노드는 백홀 하향링크를 수신하는  
 것이 아니라 액세스 하향링크 전송을 해야 할 필요가 있다. 이에 대하여, 두번째  
 5 서브프레임의 제어 영역에서 PDCCH가 릴레이 노드로부터 단말로 전송되므로  
 릴레이 노드에서 서빙하는 레거시 단말에 대한 역방향 호환성이 제공될 수 있다.  
 제 2 서브프레임의 나머지 영역에서는 릴레이 노드로부터 단말로 아무런 전송이  
 수행되지 않는 동안에 릴레이 노드는 기지국으로부터의 전송을 수신할 수 있다.  
 따라서, 이러한 자원 분할 방식을 통해서, 인-밴드 릴레이 노드에서 액세스  
 10 하향링크 전송과 백홀 하향링크 수신이 동시에 수행되지 않도록 할 수 있다.

MBSFN 서브프레임을 이용하는 두번째 서브프레임에 대하여 구체적으로  
 설명한다. 두번째 서브프레임의 제어 영역은 릴레이 노드 비-청취 (non-  
 hearing) 구간이라고 할 수 있다. 릴레이 노드 비-청취 구간은 릴레이 노드가  
 백홀 하향링크 신호를 수신하지 않고 액세스 하향링크 신호를 전송하는 구간을  
 15 의미한다. 이 구간은 전술한 바와 같이 1, 2 또는 3 OFDM 길이로 설정될 수  
 있다. 릴레이 노드 비-청취 구간에서 릴레이 노드는 단말로의 액세스 하향링크  
 전송을 수행하고 나머지 영역에서는 기지국으로부터 백홀 하향링크를 수신할 수  
 있다. 이 때, 릴레이 노드는 동일한 주파수 대역에서 동시에 송수신을 수행할 수  
 없으므로, 릴레이 노드가 송신 모드에서 수신 모드로 전환하는 데에 시간이  
 20 소요된다. 따라서, 백홀 하향링크 수신 영역의 처음 일부 구간에서 릴레이  
 노드가 송신/수신 모드 스위칭을 하도록 가드 시간 (GT: guard time)이 설정될  
 필요가 있다. 유사하게 릴레이 노드가 기지국으로부터의 백홀 하향링크를

수신하고 단말로의 액세스 하향링크를 전송하도록 동작하는 경우에도, 릴레이 노드의 수신/송신 모드 스위칭을 위한 가드 시간이 설정될 수 있다. 이러한 가드 시간의 길이는 시간 영역의 값으로 주어질 수 있고, 예를 들어,  $k$  ( $k \geq 1$ ) 개의 시간 샘플( $T_s$ : time sample) 값으로 주어질 수 있고, 또는 하나 이상의 OFDM 심볼 길이로 설정될 수도 있다. 또는, 릴레이 노드 백홀 하향링크 서브프레임이 연속으로 설정되어 있는 경우에 또는 소정의 서브프레임 타이밍 정렬(timing alignment) 관계에 따라 서브프레임의 마지막 부분의 가드시간은 정의되거나 설정되지 않을 수 있다. 이러한 가드 시간은 역방향 호환성을 유지하기 위하여, 백홀 하향링크 서브프레임 전송을 위해 설정되어 있는 주파수 영역에서만 정의될 수 있다 (액세스 하향링크 구간에서 가드 시간이 설정되는 경우에는 레저시 단말을 지원할 수 없다). 가드 시간을 제외한 백홀 하향링크 수신 구간에서 릴레이 노드는 기지국으로부터 PDCCH 및 PDSCH를 수신할 수 있다. 이를 릴레이 노드 전용 물리 채널이라는 의미에서 R-PDCCH (Relay-PDCCH) 및 R-PDSCH (Relay-PDSCH)로 표현할 수도 있다.

15

### 채널상태정보(CSI: Channel State Information) 피드백

MIMO 방식은 개-루프(open-loop) 방식과 폐-루프(closed-loop) 방식으로 구분될 수 있다. 개-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 채널상태정보의 피드백이 없이 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식은 MIMO 수신단으로부터의 채널상태정보를 피드백 받아 송신단에서 MIMO 전송을 수행하는 것을 의미한다. 폐-루프 MIMO 방식에서는 MIMO 송신 안테나의 다중화 이득(multiplexing gain)을 얻기 위해서

송신단과 수신단의 각각이 채널 상태정보를 바탕으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 수신단(예를 들어, 단말)이 채널상태정보를 피드백할 수 있도록 송신단(예를 들어, 기지국)은 수신단(예를 들어, 단말)에게 상향링크 제어 채널 또는 상향링크 공유 채널을 할당할 수 있다.

5 피드백되는 채널상태정보(CSI)는 랭크 지시자(RI), 프리코딩 행렬 인덱스(PMI) 및 채널품질지시자(CQI)를 포함할 수 있다.

RI는 채널 랭크에 대한 정보이다. 채널의 랭크는 동일한 시간-주파수 자원을 통해서 서로 다른 정보를 보낼 수 있는 레이어(또는 스트림)의 최대 개수를 의미한다. 랭크 값은 채널의 장기간(long term) 페이딩에 의해서 주로 결정되므로, PMI 및 CQI 에 비하여 일반적으로 더 긴 주기에 따라(즉, 덜 빈번하게) 피드백될 수 있다.

PMI는 송신단으로부터의 전송에 이용되는 프리코딩 행렬에 대한 정보이며, 채널의 공간 특성을 반영하는 값이다. 프리코딩이란 전송 레이어를 송신 안테나에 매핑시키는 것을 의미하며, 프리코딩 행렬에 의해 레이어-안테나 매핑 관계가 결정될 수 있다. PMI 는 신호 대 잡음 및 간섭비(SINR: Signal-to-Interference plus Noise Ratio) 등의 측정값(metric)을 기준으로 단말이 선호하는(preferred) 기지국의 프리코딩 행렬 인덱스에 해당한다. 프리코딩 정보의 피드백 오버헤드를 줄이기 위해서, 송신단과 수신단이 여러 가지 프리코딩 행렬을 포함하는 코드북을 미리 공유하고 있고, 해당 코드북에서 특정 프리코딩 행렬을 지시하는 인덱스만을 피드백하는 방식이 사용될 수 있다.

CQI는 채널 품질 또는 채널 세기를 나타내는 정보이다. CQI는 미리 결정된 MCS 조합으로서 표현될 수 있다. 즉, 피드백되는 CQI 인덱스는



해당하는 변조기법(modulation scheme) 및 코드 레이트(code rate)를 나타낸다. 일반적으로, CQI 는 기지국이 PMI 를 이용하여 공간 채널을 구성하는 경우에 얻을 수 있는 수신 SINR 을 반영하는 값이 된다.

확장된 안테나 구성을 지원하는 시스템(예를 들어, LTE-A 시스템)에서는  
 5 다중사용자-MIMO (MU-MIMO) 방식을 이용하여 추가적인 다중사용자 다이버시티를 획득하는 것을 고려하고 있다. MU-MIMO 방식에서는 안테나 영역(domain)에서 다중화되는 단말들 간의 간섭 채널이 존재하므로, 다중사용자 중 하나의 단말이 피드백하는 채널 상태정보를 기지국에서 이용하여 하향링크 전송을 수행하는 경우에 다른 단말에 대해서 간섭이 발생하지 않도록  
 10 하는 것이 필요하다. 따라서, MU-MIMO 동작이 올바르게 수행되기 위해서는 단일사용자-MIMO (SU-MIMO) 방식에 비하여 보다 높은 정확도의 채널상태정보가 피드백되어야 한다.

이와 같이 보다 정확한 채널상태정보를 측정 및 보고할 수 있도록, 기존의 RI, PMI 및 CQI 로 구성되는 CSI 를 개선한 새로운 CSI 피드백 방안이 적용될  
 15 수 있다. 예를 들어, 수신단이 피드백하는 프리코딩 정보가 2 개의 PMI 의 조합에 의해서 지시될 수 있다. 2 개의 PMI 중 하나(제 1 PMI)는, 장기간 및/또는 광대역(long term and/or wideband)의 속성을 가지고, W1으로 지칭될 수 있다. 2 개의 PMI 중 다른 하나(제 2 PMI)는, 단기간 및/또는 서브대역(short term and/or subband)의 속성을 가지고, W2으로 지칭될 수  
 20 있다. W1 및 W2의 조합(또는 함수)에 의해서 최종적인 PMI가 결정될 수 있다. 예를 들어, 최종 PMI 를 W 라 하면,  $W=W1*W2$  또는  $W=W2*W1$  과 같이 정의될 수 있다.

여기서,  $w_1$  은 채널의 주파수 및/또는 시간상 평균적인 특성을 반영한다. 다시 말하자면,  $w_1$  은 시간 상에서 장기간(long term) 채널의 특성을 반영하거나, 주파수 상에서 광대역(wideband) 채널의 특성을 반영하거나, 또는 시간상에서 장기간인 동시에 주파수 상에서 광대역 채널의 특성을 반영하는 채널 상태 정보로서 정의될 수 있다.  $w_1$  의 이러한 특성을 간략하게 표현하기 위해서,  $w_1$  를 장기간-광대역 속성의 채널 상태 정보(또는, 장기간-광대역 PMI)라고 한다.

한편,  $w_2$  는  $w_1$  에 비하여 상대적으로 순간적인(instantaneous) 채널 특성을 반영한다. 다시 말하자면,  $w_2$  는 시간 상에서 단기간(short term) 채널의 특성을 반영하거나, 주파수 상에서 서브대역(subband) 채널의 특성을 반영하거나, 또는 시간상에서 단기간인 동시에 주파수 상에서 서브대역 채널의 특성을 반영하는 채널 상태 정보로서 정의될 수 있다.  $w_2$  의 이러한 특성을 간략하게 표현하기 위해서,  $w_2$  를 단기간-서브대역 속성의 채널 상태 정보(또는, 단기간-서브대역 PMI)라고 한다.

채널 상태를 나타내는 2 개의 서로 다른 속성의 정보(예를 들어,  $w_1$  및  $w_2$ )로부터 하나의 최종 프리코딩 행렬( $w$ )을 결정할 수 있도록 하기 위해서, 각각의 속성의 채널 정보를 나타내는 프리코딩 행렬들로 구성되는 별도의 코드북(즉,  $w_1$ 에 대한 제 1 코드북 및  $w_2$ 에 대한 제 2 코드북)을 구성할 필요가 있다. 이와 같이 구성되는 코드북의 형태를 계층적 코드북(hierarchical codebook)이라 할 수 있다. 또한, 계층적 코드북을 이용하여 최종 사용될 코드북을 결정하는 것을, 계층적 코드북 변환(hierarchical codebook transformation)이라 할 수 있다.

이러한 코드북을 이용하는 경우에 단일 코드북을 이용하는 경우에 비하여 높은 정확도의 채널 피드백이 가능해진다. 이와 같이 높은 정확도의 채널 피드백을 이용하여 단일-셀 MU-MIMO 및/또는 다중-셀 협력 통신 등을 지원할 수도 있다.

5

#### Enhanced PMI for MU-MIMO 또는 CoMP

LTE-A와 같은 차세대 통신표준에서 높은 전송률을 달성하기 위해 MU-MIMO 및 CoMP 등의 송신 기법이 제안되었다. 이러한 향상된 송신 기법을 구현하기 위해서 UE는 보다 복잡하고 다양한 CSI 를 기지국으로 피드백 해야 할 필요가 있다.

10

일 예로, MU-MIMO에서는 UE-A 가 PMI를 선택할 때, 자신의 최적 PMI (desired PMI)뿐만이 아니라 자신과 함께 스케줄링 받을 UE의 PMI(이하 BCPMI(best companion PMI)라 지칭한다.)도 함께 올리는 CSI 피드백 방식이 고려되고 있다.

15

즉, precoding matrix codebook내에서 co-scheduled UE가 precoder로 사용했을 때 UE-A에게 간섭을 덜 주는 BCPMI를 계산하여 추가적으로 기지국에게 피드백 한다.

20

기지국은 이 정보를 이용하여, UE-A와 BCPM (BCPM(best companion precoding matrix): BCPMI에 해당하는 precoding matrix) precoding을 선호하는 또 다른 UE를 MU-MIMO 스케줄 한다.

BCPMI 피드백 방식은 피드백 payload의 유무에 따라 크게 explicit 피드백과 implicit 피드백 두 가지로 분류된다.

첫 번째로 피드백 payload가 있는 explicit 피드백 방식이 있다.

Explicit 피드백 방식은 UE-A가 precoding matrix codebook내에서 BCPMI를 결정한 뒤, control channel을 통해 기지국으로 피드백 한다. 한가지 방식으로 UE-A는 추정 SINR이 최대가 되게 하는 간섭신호 precoding matrix를 codebook내에서 선택하고 이를 BCPMI 값으로 피드백 한다.

Explicit 피드백의 장점은 간섭 제거에 보다 효과적인 BCPMI를 선택하여 보낼 수 있다. UE는 codebook내의 모든 codeword에 대해 하나씩 간섭 beam으로 가정하고 SINR등의 metric을 비교하여 간섭 제거에 가장 효과적인 값을 BCPMI로 결정하기 때문이다. 하지만 codebook size가 커질수록 BCPMI의 candidate이 늘어나기 때문에 더 큰 피드백 payload size가 필요하다.

두 번째로 피드백 payload가 없는 implicit 피드백 방식이 있다.

Implicit 피드백 방식은 UE-A가 codebook 내에서 간섭을 적게 받는 codeword를 search하여 BCPMI로 선택하는 것이 아니라, desired PMI가 결정되면 그에 상응하는 BCPMI가 static하게 결정하는 방식이다. 이때 BCPM은 결정된 desired PMI에 orthogonal한 vector들로 구성되는 것이 바람직할 수 있다.

왜냐하면 desired PM은 수신 SINR을 최대화 하기 위해서 채널 H의 채널 gain을 최대화 할 수 있는 방향으로 설정되었기 때문에 간섭신호는 이 PM의 방향을 회피하여 선택하는 것이 간섭 완화에 효과적이기 때문이다. 채널 H를 singular value decomposition (SVD)을 통해 복수개의 independent channel로 분석해 보면 이러한 BCPMI 결정 방식은 더욱 정당화된다. 4x4 채널

H는 아래 수학적 식 15와 같이 SVD를 통해 분해할 수 있다.

【수학적 식 15】

$$H = ULV^H = \begin{bmatrix} \mathbf{u}_1 & \mathbf{u}_2 & \mathbf{u}_3 & \mathbf{u}_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \lambda_1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \lambda_2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & \lambda_3 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \lambda_4 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \mathbf{v}_1^H \\ \mathbf{v}_2^H \\ \mathbf{v}_3^H \\ \mathbf{v}_4^H \end{bmatrix}$$

수학적 식 15에서 U, V 는 unitary 행렬이며,  $u_i, v_i, \lambda_i$  는 각각 채널 H의  
 5 4x1 left singular vector, 4x1 right singular vector, singular  
 value를 나타내며,  $\lambda_i > \lambda_{i+1}$  로 내림차순으로 정렬되어 있다. 송신 단에서  
 beamforming matrix V와 수신 단에서 beamforming matrix  $U^H$  를 사용할  
 경우 이론적으로 얻을 수 있는 모든 채널 gain을 손실 없이 얻을 수 있다.

Rank 1인 경우는 송신 beamforming vector  $v_1$ 과 수신 beamforming  
 10 vector  $u_1$ 을 사용하는 것이 채널 gain  $|\lambda_1|^2$  을 얻어 SNR 관점에서 최적의  
 성능을 얻을 수 있다. 예를 들어 UE-A는 rank 1인 경우  $v_1$ 과 가장 유사한  
 PM를 선택하는 것이 유리하다. 이상적으로 desired PM가  $v_1$ 과 완전히  
 일치하는 경우 수신 beam을  $u_1$ 으로 설정하고 간섭 신호의 송신 beam은 PM에  
 orthohonal한 방향으로 설정하여 desired 신호에 손실 없이 간섭 신호를  
 15 완벽히 제거할 수 있다. 현실적으로 양자화 오류로 인해 desired PM가  $v_1$ 과  
 약간의 차이가 있는 경우, PM에 orthogonal한 방향으로 설정된 간섭 신호의  
 송신 beam은  $v_1$ 에 orthogonal한 beam과 더 이상 동일하지 않기 때문에  
 desired 신호에 손실 없이 간섭 신호를 완벽히 제거 할 수 없지만, 양자화  
 오차가 작은 경우 간섭 신호 제어에 도움을 줄 수 있다.

20 Implicit 피드백의 일 예로 LTE codebook을 사용하는 경우 BCPMI는

PMI에 대해 orthogonal한 vector index로 static하게 결정될 수 있다.

송신 안테나가 4개 이고 PMI를 피드백 한 UE의 수신 rank를 1로 가정하였고 desired PMI에 대해 orthogonal한 3개의 vector는 3개의 BCPMI로 표현된다.

5 예를 들어 PMI=3인 경우, BCPMI=0,1,2로 결정된다. PMI와 BCPMI는 codebook내에 있는 4x1 vector codeword의 인덱스를 나타낸다. 기지국은 상기 BCPMI set (BCPMI=0,1,2)을 간섭 제거에 유효한 precoding index로 간주하여 일부 또는 전부를 co-schedule UE의 precoder로 사용한다.

10 Implicit PMI의 장점은 desired PMI와 BCPMI set이 1:1로 mapping되어 있으므로 추가적인 피드백 overhead가 없다는 것이다. 하지만 desired PM (PM: PMI에 해당하는 precoding matrix) 양자화 오차로 인해 그에 종속된 BCPM 역시 최적의 간섭제거 beam 방향과 오차가 있을 수 있다. 양자화 오차가 없다면 3개의 BCPM는 모두 간섭을 완벽히 제거하는 간섭 beam(ideal 간섭 beam)을 나타내지만, 오차가 있을 경우 각 BCPM는 ideal  
15 간섭 beam과 차이가 발생한다.

또한, 각 BCPM 가 갖는 ideal 간섭 beam과의 차이는 평균적으로 같지만, 특정 순간에는 다를 수 있다. 예를 들어 desired PMI=3일 경우 BCPMI 0,1,2의 순서로 간섭 신호 제거에 효과적일 수 있으며, BCPMI 0,1,2의 상대적인 오차를 모르는 기지국은 ideal 간섭 beam과 오차가 가장 큰 BCPMI  
20 2를 간섭 신호의 beam으로 정하여 co-scheduled UE간 강한 간섭이 존재하는 상태로 통신 할 가능성이 있다.

D2D (Device-to-Device) 통신 일반

일반적으로 D2D 통신은 사물과 사물 간의 통신이나 사물 지능 통신을 지칭하는 용어로 제한적으로 사용되기도 하지만, 본 발명에서의 D2D 통신은 통신 기능이 장착된 단순한 장치는 물론, 스마트폰이나 개인용 컴퓨터와 같이  
5 통신 기능을 갖춘 다양한 형태의 장치 간의 통신을 모두 포함할 수 있다.

도 18은 본 발명이 적용될 수 있는 무선 통신 시스템에서 D2D 통신을 개념적으로 설명하기 위한 도면이다.

도 18의 (a)는 기존의 기지국 중심의 통신 방식을 나타내는 것으로, 단말 1(UE 1)은 상향링크 상에서 기지국으로 데이터를 전송할 수 있고, 기지국은  
10 하향링크 상에서 단말 2(UE 2)로 데이터를 전송할 수 있다. 이러한 통신 방식은 기지국을 통한 간접 통신 방식이라고 할 수 있다. 간접 통신 방식에서는 기존의 무선 통신 시스템에서 정의된 링크인 Un 링크(기지국들 간의 링크 또는 기지국과 중계기 간의 링크로서, 백홀 링크라고 칭할 수 있음) 및/또는 Uu  
링크(기지국과 단말 간의 링크 또는 중계기와 단말 간의 링크로서, 액세스  
15 링크라고 칭할 수 있음)가 관련될 수 있다.

도 18의 (b)는 D2D 통신의 일례로서 단말 대 단말(UE-to-UE) 통신 방식을 나타내는 것으로, 단말 간의 데이터 교환이 기지국을 거치지 않고 수행될 수 있다. 이러한 통신 방식은 장치 간의 직접 통신 방식이라고 할 수 있다. D2D  
직접 통신 방식은 기존의 기지국을 통한 간접 통신 방식에 비하여  
20 지연(latency)이 줄어들고, 보다 적은 무선 자원을 사용하는 등의 장점을 가진다.

도 19는 본 명세서에서 제안하는 방법이 적용될 수 있는 D2D 통신의

다양한 시나리오들의 일례를 나타낸다.

D2D 통신의 시나리오는 단말 1과 단말 2가 셀 커버리지 내(in-coverage)/셀 커버리지 밖(out-of-coverage)에 위치하는지에 따라 크게 (1) Out-of-Coverage Network, (2) Partial-Coverage Network 및 (3)  
 5 In-Coverage Network으로 나뉠 수 있다.

In-Coverage Network의 경우, 기지국의 커버리지에 해당하는 셀(Cell)의 개수에 따라 In-Coverage-Single-Cell 및 In-Coverage-Multi-Cell로 나뉠 수 있다.

도 19의 (a)는 D2D 통신의 Out-of-Coverage Network 시나리오의 일  
 10 예를 나타낸다.

Out-of-Coverage Network 시나리오는 기지국의 제어 없이 D2D 단말들 간 D2D 통신을 수행하는 것을 말한다.

도 19의 (a)에서, 단말 1과 단말 2만 존재하며, 단말 1과 단말 2는 직접 통신을 하는 것을 볼 수 있다.

도 19의 (b)는 D2D 통신의 Partial-Coverage Network 시나리오의 일  
 15 예를 나타낸다.

Partial-Coverage Network 시나리오는 네트워크 커버리지 내에 위치하는 D2D 단말과 네트워크 커버리지 밖에 위치하는 D2D 단말 간에 D2D 통신을 수행하는 것을 말한다.

도 19의 (b)에서, 네트워크 커버리지 내 위치하는 단말 1과 네트워크  
 20 커버리지 밖에 위치하는 단말 2가 통신하는 것을 볼 수 있다.

도 19의 (c)는 In-Coverage-Single-Cell 시나리오의 일 예를, 도



19의 (d)는 In-Coverage-Multi-Cell 시나리오의 일 예를 나타낸다.

In-Coverage Network 시나리오는 D2D 단말들이 네트워크 커버리지 내에서 기지국의 제어를 통해 D2D 통신을 수행하는 것을 말한다.

도 19의 (c)에서, 단말 1과 단말 2는 동일한 네트워크 커버리지(또는 셀) 내에 위치하며, 기지국의 제어 하에 D2D 통신을 수행한다.

도 19의 (d)에서, 단말 1과 단말 2는 네트워크 커버리지 내에 위치하기는 하나, 서로 다른 네트워크 커버리지 내에 위치한다. 그리고, 단말 1과 단말 2는 각 네트워크 커버리지를 관리하는 기지국의 제어 하에 D2D 통신을 수행한다.

이하, D2D 통신에 관하여 보다 상세히 살펴본다.

D2D 통신은 도 19에 도시된 시나리오에서 동작할 수 있으나, 일반적으로 네트워크 커버리지 내(in-coverage)와 네트워크 커버리지 밖(out-of-coverage)에서 동작할 수 있다. D2D 통신(단말들 간 직접 통신)을 위해 이용되는 링크를 D2D 링크(D2D link), 다이렉트 링크(directlink) 또는 사이드 링크(sidelink) 등으로 지칭할 수 있으나, 이하 설명의 편의를 위해 사이드 링크로 통칭하여 설명한다.

사이드 링크 전송은 FDD의 경우 상향링크 스펙트럼에서 동작하고, TDD의 경우 상향링크(혹은 하향링크) 서브프레임에서 동작할 수 있다. 사이드 링크 전송과 상향링크 전송의 다중화를 위하여 TDM(Time Division Multiplexing)이 이용될 수 있다.

사이드 링크 전송과 상향링크 전송은 동시에 일어나지 않는다. 상향링크 전송을 위해 사용되는 상향링크 서브프레임 또는 UpPTS와 부분적으로 혹은 전체적으로 겹쳐지는 사이드 링크 서브프레임에서는 사이드 링크 전송이

일어나지 않는다. 또한, 사이드 링크의 전송 및 수신 또한 동시에 일어나지 않는다.

사이드 링크 전송에 이용되는 물리 자원의 구조는 상향링크 물리 자원의 구조가 동일하게 이용될 수 있다. 다만, 사이드 링크 서브프레임의 마지막  
5 심볼은 보호 구간(guard period)으로 구성되어 사이드 링크 전송에 이용되지 않는다.

사이드 링크 서브프레임은 확장 순환 전치(extended CP) 또는 일반 순환 전치(normal CP)에 의해 구성될 수 있다.

D2D 통신은 크게 디스커버리(discovery), 직접 통신(direct  
10 communication), 동기화(Synchronization)로 구분될 수 있다.

#### 1) 디스커버리(discovery)

D2D 디스커버리는 네트워크 커버리지 내에서 적용될 수 있다. (Inter-cell, Intra-cell 포함). 인터 셀(inter-cell) 디스커버리에서 동기화된(synchronous) 또는 동기화되지 않은(asynchronous) 셀 배치 모두  
15 고려될 수 있다. D2D 디스커버리는 근접 영역 내의 단말에게 광고, 쿠폰 발행, 친구 찾기 등의 다양한 상용 목적으로 활용될 수 있다.

단말 1이 디스커버리 메시지 전송의 역할(role)을 가지는 경우, 단말 1은 디스커버리 메시지를 전송하고, 단말 2는 디스커버리 메시지를 수신한다. 단말 1과 단말 2의 전송 및 수신 역할은 바뀔 수 있다. 단말 1으로부터의 전송은  
20 단말 2와 같은 하나 이상의 단말(들)에 의해 수신될 수 있다.

디스커버리 메시지는 단일의 MAC PDU를 포함할 수 있으며, 여기서 단일의 MAC PDU는 단말 ID 및 application ID를 포함할 수 있다.

디스커버리 메시지를 전송하는 채널로 물리 사이드 링크 디스커버리 채널(PSDCH: Physical Sidelink discovery Channel)이 정의될 수 있다. PSDCH 채널의 구조는 PUSCH 구조를 재이용할 수 있다.

D2D 디스커버리를 위한 자원 할당 방법은 두 가지의 타입(Type 1, Type 5 2)이 이용될 수 있다.

타입 1의 경우, 기지국은 단말 특정하지 않은(non-UE specific) 방식으로 디스커버리 메시지 전송을 위한 자원을 할당할 수 있다.

구체적으로, 특정 주기(이하, '디스커버리 주기') 내에서 복수의 서브프레임 세트 및 복수의 자원 블록 세트로 구성된 디스커버리 전송 및 수신을 10 위한 무선 자원 풀(pool)이 할당되고, 디스커버리 전송 단말은 이 무선 자원 풀(pool) 내에서 특정 자원을 임의로 선택한 다음 디스커버리 메시지를 전송한다.

이러한 주기적인 디스커버리 자원 풀(pool)은 반정적(semi-static)인 방식으로 디스커버리 신호 전송을 위해 할당될 수 있다. 디스커버리 전송을 위한 15 디스커버리 자원 풀(pool)의 설정 정보는 디스커버리 주기, 디스커버리 주기 내 디스커버리 신호의 전송을 위해 사용할 수 있는 서브프레임 세트 및 자원 블록 세트 정보 등을 포함한다. 이러한, 디스커버리 자원 풀의 설정 정보는 상위 계층 시그널링에 의해 단말에 전송될 수 있다. In-coverage 단말의 경우, 디스커버리 전송을 위한 디스커버리 자원 풀(pool)은 기지국에 의해 설정되고, 20 RRC 시그널링(예를 들어, SIB(System Information Block))을 이용하여 단말에게 알려줄 수 있다.

하나의 디스커버리 주기 내에 디스커버리를 위해 할당된 디스커버리 자원

풀(pool)은 동일한 크기를 가지는 시간-주파수 자원 블록으로 TDM 및/또는 FDM으로 다중화될 수 있으며, 이러한 동일한 크기를 가지는 시간-주파수 자원 블록을 '디스커버리 자원(discovery resource)'으로 지칭할 수 있다. 디스커버리 자원은 하나의 서브프레임 단위로 구분될 수 있으며, 각 서브프레임에서 슬롯 당 두 개의 물리 자원 블록(PRB)을 포함할 수 있다. 하나의 디스커버리 자원은 하나의 단말에 의해 디스커버리 MAC PDU의 전송을 위해 사용될 수 있다.

또한, 단말은 하나의 전송 블록(transport block)의 전송을 위해 디스커버리 주기 내에서 디스커버리 신호를 반복적으로 전송할 수 있다. 하나의 단말에 의해 전송되는 MAC PDU의 전송은 디스커버리 주기 내(즉, 무선 자원 풀(pool))에서 연속적으로(contiguous) 혹은 비연속적(non-contiguous)으로 반복(예를 들어, 4회 반복)될 수 있다. 하나의 전송 블록을 위한 디스커버리 신호의 전송 횟수는 상위 계층 시그널링에 의해 단말에 전송될 수 있다.

단말은 MAC PDU의 반복되는 전송을 위해 사용될 수 있는 디스커버리 자원 세트(discovery resource set)에서 첫 번째 디스커버리 자원을 임의로 선택하고, 그 이외의 디스커버리 자원은 첫 번째 디스커버리 자원과 관련하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 일정 패턴이 미리 설정되고, 단말이 첫 번째로 선택한 디스커버리 자원의 위치에 따라 그 다음의 디스커버리 자원이 미리 설정된 패턴에 따라 결정될 수 있다. 또한, 단말이 MAC PDU의 반복되는 전송을 위해 사용될 수 있는 디스커버리 자원 세트 내에서 각각의 디스커버리 자원을 임의로 선택할 수도 있다.

타입2는 디스커버리 메시지 전송을 위한 자원이 단말 특정(UE specific)하게 할당된다. 타입 2는 다시 타입2A(Type-2A), 타입2B(Type-2B)로 세분화된다. 타입 2A는 기지국이 디스커버리 주기 내에서 단말이 디스커버리 메시지의 전송 시점(instance)마다 자원을 할당하는 방식이고,  
 5 타입 2B는 반정적인(semi-persistent) 방식으로 자원을 할당하는 방식이다.

타입 2B의 경우, RRC\_CONNECTED 단말은 RRC 시그널링을 통해 기지국에 D2D 디스커버리 메시지의 전송을 위한 자원의 할당을 요청한다. 그리고, 기지국은 RRC 시그널링을 통해 자원을 할당할 수 있다. 단말은 RRC\_IDLE 상태로 천이할 때 또는 기지국이 RRC 시그널링을 통해 자원 할당을  
 10 철회(withdraw)할 때, 단말은 가장 최근에 할당된 전송 자원을 해제한다. 이와 같이 타입 2B의 경우, RRC 시그널링에 의해 무선 자원이 할당되고, PDCCH에 의해 할당된 무선 자원의 활성화(activation)/비활성(deactivation)이 결정될 수 있다.

디스커버리 메시지 수신을 위한 무선 자원 풀(pool)은 기지국에 의해  
 15 설정되고, RRC 시그널링(예를 들어, SIB(System Information Block))을 이용하여 단말에게 알려줄 수 있다.

디스커버리 메시지 수신 단말은 디스커버리 메시지 수신을 위하여 상술한 타입 1 및 타입 2의 디스커버리 자원 풀(pool) 모두 모니터링한다.

## 2) 직접 통신(direct communication)

20 D2D 직접 통신의 적용 영역은 네트워크 커버리지 안팎(in-coverage, out-of-coverage)은 물론 네트워크 커버리지 경계 영역(edge-of-coverage)도 포함한다. D2D 직접 통신은 PS(Public Safety) 등의 목적으로

이용될 수 있다.

단말 1이 직접 통신 데이터 전송의 역할을 가지는 경우, 단말 1은 직접 통신 데이터를 전송하고, 단말 2는 직접 통신 데이터를 수신한다. 단말 1과 단말 2의 전송 및 수신 역할은 바뀔 수 있다. 단말 1으로부터의 직접 통신  
5 전송은 단말 2와 같은 하나 이상의 단말(들)에 의해 수신될 수 있다.

D2D 디스커버리와 D2D 통신은 서로 연계되지 않고 독립적으로 정의될 수 있다. 즉, 그룹캐스트(groupcast) 및 브로드캐스트(broadcast) 직접 통신에서는 D2D 디스커버리가 요구되지 않는다. 이와 같이, D2D 디스커버리와 D2D 직접 통신이 독립적으로 정의되는 경우, 단말들은 인접하는 단말을 인지할  
10 필요가 없다. 다시 말해, 그룹캐스트 및 브로드캐스트 직접 통신의 경우, 그룹 내 모든 수신 단말이 서로 근접할 것을 요구하지 않는다.

D2D 직접 통신 데이터를 전송하는 채널로 물리 사이드 링크 공유 채널(PSSCH: Physical Sidelink Shared Channel)이 정의될 수 있다. 또한, D2D 직접 통신을 위한 제어 정보(예를 들어, 직접 통신 데이터 전송을  
15 위한 스케줄링 승인(SA: scheduling assignment), 전송 형식 등)를 전송하는 채널로 물리 사이드 링크 제어 채널(PSCCH: Physical Sidelink Control Channel)이 정의될 수 있다. PSSCH 및 PSCCH는 PUSCH 구조를 재이용할 수 있다.

D2D 직접 통신을 위한 자원 할당 방법은 두 가지의 모드(mode 1, mode  
20 2)가 이용될 수 있다.

모드 1은 기지국이 단말에게 D2D 직접 통신을 위한 데이터 또는 제어 정보를 전송하기 위하여 사용하는 자원을 스케줄링 하는 방식을 말한다. in-

coverage에서는 모드 1이 적용된다.

기지국은 D2D 직접 통신에 필요한 자원 풀(pool)을 설정한다. 여기서, D2D 통신에 필요한 자원 풀(pool)은 제어 정보 풀과 D2D 데이터 풀로 구분될 수 있다. 기지국이 PDCCH 또는 ePDCCH를 이용하여 송신 D2D 단말에게 설정된  
5 풀 내에서 제어 정보 및 D2D 데이터 전송 자원을 스케줄링하면 송신 D2D 단말은 할당된 자원을 이용하여 제어 정보 및 D2D 데이터를 전송한다.

전송 단말은 기지국에 전송 자원을 요청하고, 기지국은 제어 정보와 D2D 직접 통신 데이터의 전송을 위한 자원을 스케줄링한다. 즉, 모드 1의 경우, 전송 단말은 D2D 직접 통신을 수행하기 위하여 RRC\_CONNECTED 상태에 있어야  
10 한다. 전송 단말은 스케줄링 요청을 기지국에 전송하고, 이어 기지국이 전송 단말에 의해 요청되는 자원의 양을 결정할 수 있도록 BSR(Buffer Status Report) 절차가 진행된다.

수신 단말들은 제어 정보 풀을 모니터링하고, 자신과 관련된 제어 정보를 디코딩하면 해당 제어 정보와 관련된 D2D 데이터 전송을 선택적으로 디코딩할  
15 수 있다. 수신 단말은 제어 정보 디코딩 결과에 따라 D2D 데이터 풀을 디코딩하지 않을 수도 있다.

모드 2는 단말이 D2D 직접 통신을 위한 데이터 또는 제어 정보를 전송하기 위하여 자원 풀(pool)에서 특정 자원을 임의로 선택하는 방식을 말한다. out-of-coverage 및/또는 edge-of-coverage에서 모드 2가 적용된다.

20 모드 2에서 제어 정보 전송을 위한 자원 풀(pool) 및/또는 D2D 직접 통신 데이터 전송을 자원 풀(pool)은 미리 설정(pre-configured)되거나 반정적으로(semi-statically) 설정될 수 있다. 단말은 설정된 자원 풀(시간

및 주파수)를 제공 받고, 자원 풀에서 D2D 통신 전송을 위한 자원을 선택한다. 즉, 단말은 제어 정보를 전송하기 위하여 제어 정보 자원 풀에서 제어 정보 전송을 위한 자원을 선택할 수 있다. 또한, 단말은 D2D 직접 통신 데이터 전송을 위해 데이터 자원 풀에서 자원을 선택할 수 있다.

5 D2D 브로드캐스트 통신에서, 제어 정보는 브로드캐스팅 단말에 의해 전송된다. 제어 정보는 D2D 직접 통신 데이터를 운반하는 물리 채널(즉, PSSCH)과 관련하여 데이터 수신을 위한 자원의 위치를 명시적으로(explicit) 및/또는 묵시적으로(implicit) 지시한다.

### 3) 동기화(synchronization)

10 D2D 동기 신호(D2DSS: D2D Synchronization Signal/sequence)는 단말이 시간-주파수 동기를 획득하기 위하여 이용될 수 있다. 특히, 네트워크 커버리지 밖의 경우 기지국의 제어가 불가능하므로 단말 간 동기 확립을 위한 새로운 신호 및 절차가 정의될 수 있다. D2D 동기 신호는 사이드 링크 동기 신호(Sidelink Synchronization signal)로 지칭할 수 있다.

15 D2D 동기 신호를 주기적으로 전송하는 단말을 D2D 동기 소스(D2D Synchronization Source) 또는 사이드 링크 동기 소스(Sidelink Synchronization Source) 등으로 지칭할 수 있다. D2D 동기 소스가 기지국인 경우, 전송되는 D2D 동기 신호의 구조는 PSS/SSS와 동일할 수 있다. D2D 동기 소스가 기지국이 아닌 경우(예를 들어, 단말 또는 GNSS(Global  
20 Navigation Satellite System) 등) 전송되는 D2D 동기 신호의 구조는 새롭게 정의될 수 있다.

D2D 동기 신호는 40ms 보다 작지 않은 주기를 가지고 주기적으로 전송된다.



단말 별로 다중의 물리 계층 D2D 동기 식별자(physical-layer D2D synchronization identity)를 가질 수 있다. 물리 계층 D2D 동기 식별자는 물리 계층 사이드 링크 동기 식별자(physical-layer sidelink synchronization identity) 또는 간단하게 D2D 동기 식별자로 지칭될 수도  
5 있다.

D2D 동기 신호는 D2D 프라이머리 동기 신호(primary synchronization signal/sequence)와 D2D 세컨더리 동기 신호(secondary synchronization signal/sequence)를 포함한다. 이를 각각 프라이머리 사이드 링크 동기 신호(primary sidelink synchronization signal) 및  
10 세컨더리 사이드 링크 동기 신호(secondary sidelink synchronization signal)로 지칭할 수 있다.

D2D 동기 신호를 전송하기 전에, 먼저 단말은 D2D 동기 소스를 탐색할 수 있다. 그리고, D2D 동기 소스가 탐색되면, 단말은 탐색된 D2D 동기 소스로부터 수신된 D2D 동기 신호를 통해 시간-주파수 동기를 획득할 수 있다. 그리고,  
15 해당 단말은 D2D 동기 신호를 전송할 수 있다.

또한, 동기화 함께 단말 간 통신에 사용되는 필수 정보를 전달하는 목적의 채널이 필요할 수 있으며, 이러한 목적의 채널이 정의될 수 있다. 이러한 채널을 물리 D2D 동기 채널(PD2DSCH: Physical D2D Synchronization Channel) 또는 물리 사이드 링크 방송 채널(PSBCH: Physical Sidelink Broadcast  
20 Channel)로 지칭할 수 있다.

이하에서는 명료성을 위해 D2D 통신에 있어서 2개의 장치들 간의 직접 통신을 예로 들어 설명하지만, 본 발명의 범위가 이에 제한되는 것은 아니고, 2

이상의 복수의 장치들 간의 D2D 통신에 대해서도 본 발명에서 설명하는 동일한 원리가 적용될 수 있다.

### 분산적 D2D 디스커버리(discovery) 방식

5 D2D discovery 방식 중에 하나로 모든 UE가 분산적인 방식에 의해서 discovery를 수행하도록 하는 방식(이하, '분산적 discovery'라고 지칭한다.)이 있다. 분산적으로 D2D discovery를 수행하는 방식은 centralized 방식처럼 한곳에서(예를 들어, eNB, UE 또는 D2D 스케줄링 장치 등) 자원 선택을 결정하는 것이 아니며, 모든 UE들이 분산적으로 스스로  
10 판단해서 discovery 자원을 선택하고 discovery 메시지를 송신 및 수신을 하는 방식을 의미한다.

이하, D2D discovery를 위해서 단말들이 주기적으로 보내는 신호(또는 메시지를)를 discovery 메시지, discovery 신호, 비콘 (beacon) 등으로 지칭할 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위해 discovery 메시지로 통칭한다.

15 분산적 discovery에서는 UE가 discovery 메시지를 송신 및 수신하기 위한 자원으로서 셀룰러 자원과는 별도로 전용 자원이 주기적으로 할당될 수 있다. 이에 대하여 아래 도 21을 참조하여 설명한다.

도 20은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스커버리 자원이 할당된 일례를 나타낸다.

20 도 20을 참조하면, 분산적 discovery 방식에서는 전체 셀룰러 상향링크 주파수-시간 자원 중에서 discovery를 위한 discovery subframe(즉, 'discovery 자원 풀')(2001)이 고정적으로(또는 전용적으로) 할당되고,

나머지 영역은 기존의 LTE 상향링크 WAN(wide area network) 서브프레임 영역(2003)으로 구성된다. discovery 자원 풀은 하나 이상의 서브프레임으로 구성될 수 있다.

discovery 자원 풀은 일정 시간 간격(즉, 'discovery 주기')으로 주기적으로 할당될 수 있다. 또한, discovery 자원 풀은 하나의 discovery 주기 내에서 반복하여 설정될 수 있다.

도 20의 경우, 10 sec 의 discovery 주기를 가지고 discovery 자원 풀이 할당되고, 각각의 discovery 자원 풀은 64 개의 연속적인 서브프레임이 할당되는 예를 나타낸다. 다만, discovery 주기 및 discovery 자원 풀의 시간/주파수 자원의 크기는 이에 한정되지 않는다.

UE는 전용적으로 할당된 discovery 풀 내에서 자신의 discovery 메시지를 전송하기 위한 자원(즉, 'discovery 자원')을 자체적으로 선택하고, 선택된 자원을 통해 discovery 메시지를 전송한다. 이에 대하여 아래 도 21을 참조하여 설명한다.

도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 디스커버리 과정을 간략히 예시한 도면이다.

도 20 및 도 21을 참조하면, discovery 방식은 크게 discovery 메시지 전송을 위한 자원 센싱(sensing) (S2101), discovery 메시지 전송을 위한 자원 선택(S2103), discovery 메시지 송신 및 수신(S2105), 이와 같은 3단계 절차로 구성된다.

먼저, discovery 메시지 전송을 위한 자원 센싱 단계(S2101)에서, D2D discovery를 수행하는 모든 UE들은 분산적인 방식으로(즉, 자체적으로) D2D

discovery 메시지를 전부 수신(즉, 센싱)한다. 예를 들어, 도 20에서  
 1 상향링크 대역폭이 10MHz라고 가정하면, 모든 UE는  $K=64$  msec (64개의  
 서브프레임) 동안  $N=44$  RB (전체 상향링크 대역폭은 10MHz 이므로 총 50개의  
 5 RB에서 PUCCH 전송을 위해 6개의 RB가 이용된다.)에서 전송되는 discovery  
 메시지를 전부 수신(즉, 센싱)한다.

그리고, discovery 메시지 전송을 위한 자원 선택 단계(S2103)에서,  
 UE는 센싱한 자원들 중에서 낮은 에너지 레벨의 자원들을 분류하고 그 중 일정  
 범위 내에서(예를 들어, 하위  $x\%$  ( $x$ =임의의 정수, 5, 7, 10, ...) 내에서)  
 10 discovery 자원을 랜덤하게 선택한다.

discovery 자원은 동일한 크기를 가지는 하나 이상의 자원 블록으로  
 구성될 수 있으며, discovery 자원 풀 내에서 TDM 및/또는 FDM으로 다중화될  
 수 있다.

UE가 discovery 자원으로 낮은 에너지 레벨의 자원을 선택하는 이유는  
 15 낮은 에너지 레벨의 자원일 경우 주위에서 UE들이 동일한 D2D discovery  
 자원을 많이 사용하지 않는다는 의미로 해석될 수 있기 때문이다. 즉, 이는  
 주위에서 간섭을 유발하는 D2D discovery 절차를 진행하는 단말들이 많지  
 않다는 것을 반증한다. 따라서, 이러한 에너지 레벨이 낮은 자원을 선택할  
 경우에 discovery 메시지를 송신 시에 간섭이 작을 확률이 높다.

20 또한, 에너지 레벨이 가장 낮은 자원을 선택하지 않고 미리 정해진 일정  
 범위(즉, 하위  $x\%$  내)에서 discovery 자원을 랜덤하게 선택하는 이유는 가장  
 낮은 에너지 레벨의 자원을 선택하면 여러 개의 단말들이 동시에 동일한 가장

낮은 에너지 레벨에 해당하는 자원을 선택할 가능성이 있기 때문이다. 즉, 동일한 가장 낮은 에너지 레벨에 해당하는 자원을 선택함으로써 간섭이 많이 유발될 수 있다. 따라서, 미리 정해진 범위 내에서(즉, 선택 가능한 자원의 후보 풀(pool)을 구성) 랜덤하게 선택하는 것이 바람직하다. 여기서, 예를 들어 에너지 레벨의 범위는 D2D 시스템의 디자인에 따라서 가변적으로 설정될 수 있다.

그리고, 마지막 절차인 discovery 메시지 전송 및 수신 단계(S2105)에서, UE는 discovery 한 주기 후에(도 20의 예시에서 P=10초 후) 선택된 discovery 자원을 기반으로 discovery 메시지를 송수신하며, 이후의 discovery 주기에서는 랜덤한 자원 호핑(hopping) 패턴에 따라서 주기적으로 discovery 메시지를 송수신한다.

이러한, D2D discovery 절차는 UE가 eNB와 연결이 있는 RRC\_CONNECTED 상태에서도 진행될 뿐만 아니라 eNB와 연결이 없는 RRC\_IDLE 상태에서도 계속 수행된다.

위와 같은 discovery 방식을 고려하면, 모든 UE들은 주위의 UE들이 전송하고 있는 모든 자원들(즉, discovery 자원 풀)을 sensing 하고 그 중에서 일정 범위(예를 들어, 하위 x%내)에서 랜덤하게 discovery 자원을 선택한다.

위와 같은 방식은 UE 간의 거리에 상관없이 자신 근처의 UE 뿐만 아니라 D2D discovery를 위해서 모든 UE들이 현재 사용하고 있는 모든 자원들을 수신해야 하는 단점이 있다. 즉, 모든 UE가 임의로 discovery 자원을 선택하므로, 각 UE들이 어느 위치에 discovery 메시지를 전송할 지를 알 수

없기 때문에 모든 UE는 전대역에 걸쳐서 그리고 전체 주어진 시간 동안 해당  
 자원에 신호의 유무를 모니터링해서 검출여부를 결정하거나 검출을 시도하여야  
 할 것이다. 실제로 D2D discovery를 위해서 센싱해야 하는 자원은 원거리에  
 위치하는 UE 보다는 주변에 있는 UE들이 어떠한 discovery 자원을 통해서  
 5 discovery 메시지를 전송하는지 확인하는 것이 중요하나, 실제로는 D2D  
 discovery 단계에서 서로 UE들의 위치를 알 수 없기 때문이다. 또한, 이러한  
 모든 UE들의 위치정보를 주기적으로 특정 자원을 활용해서 UE 간에 교환하는  
 방식 또한 비효율적이다.

요약하면 앞서 설명한 방식과 같이 모든 UE들이 일괄적으로 D2D  
 10 discovery 자원 풀 전체를 수신하며 이러한 discovery 자원 풀 전체를  
 sensing하는 것은 비효율적인 문제가 있다.

이에 따라, 이하 본 발명에서는 참조 신호(RS: reference signal)을  
 이용하여 디스커버리(discovery) 자원을 결정하는 방안을 제안한다.

3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 단말과 네트워크 간 시그널링  
 15 연결(signaling connection)을 관리하기 위하여 ECM(EPS connection  
 management) 연결 상태(ECM-CONNECTED) 및 ECM 아이들 상태(ECM-IDLE)가  
 정의된다. ECM-CONNECTED 상태 및 ECM-IDLE 상태는 단말과 MME에게 적용될  
 수 있다. ECM 연결은 단말과 기지국 간에 설정되는 RRC 연결과 기지국과 MME  
 간에 설정되는 S1 시그널링 연결로 구성된다. RRC 상태는 단말의 RRC 계층과  
 20 기지국의 RRC 계층이 논리적으로 연결(connection)되어 있는지 여부를  
 나타낸다. 즉, 단말의 RRC 계층과 기지국의 RRC 계층이 연결되어 있는 경우,  
 단말은 RRC 연결 상태(RRC\_CONNECTED)에 있게 된다. 단말의 RRC 계층과

기지국의 RRC 계층이 연결되어 있지 않은 경우, 단말은 RRC 아이들 상태(RRC\_IDLE)에 있게 된다.

네트워크는 ECM-CONNECTED 상태에 있는 단말의 존재를 셀 단위에서 파악할 수 있고, 단말을 효과적으로 제어할 수 있다. 즉, 단말이 ECM-  
 5 CONNECTED 상태에 있을 때에는 단말의 이동성은 네트워크의 명령에 의해서 관리된다. ECM 연결 상태에서 네트워크는 단말이 속한 셀을 안다. 따라서, 네트워크는 단말로 또는 단말로부터 데이터를 전송 및/또는 수신하고, 단말의 핸드오버와 같은 이동성을 제어하고, 주변 셀에 대한 셀 측정을 수행할 수 있다.

반면, 네트워크는 ECM-IDLE 상태에 있는 단말의 존재를 파악할 수 없으며,  
 10 코어 네트워크(CN: core network)가 셀보다 더 큰 지역 단위인 트래킹 영역(tracking area) 단위로 관리한다. 단말이 ECM-IDLE 상태에 있을 때에는 단말은 트래킹 영역에서 유일하게 할당된 ID를 이용하여 NAS에 의해 설정된 불연속 수신(DRX: Discontinuous Reception)을 수행한다. 즉, 단말은 단말-특정 페이징 DRX 사이클마다 특정 페이징 기회에 페이징 신호를  
 15 모니터링함으로써 시스템 정보 및 페이징 정보의 브로드캐스트를 수신할 수 있다. 또한, 단말이 ECM-IDLE 상태에 있을 때에는 네트워크는 단말의 컨텍스트(context) 정보를 가지고 있지 않다. 따라서 ECM 아이들 상태의 단말은 네트워크의 명령을 받을 필요 없이 셀 선택(cell selection) 또는 셀 재선택(cell reselection)과 같은 단말 기반의 이동성 관련 절차를 수행할  
 20 수 있다. ECM-IDLE 상태에서 단말의 위치가 네트워크가 알고 있는 위치와 달라지는 경우, 단말은 트래킹 영역 업데이트(TAU: tracking area update) 절차를 통해 네트워크에 해당 단말의 위치를 알릴 수 있다.

상술한 바와 같이, D2D discovery 절차는 UE가 eNB와 연결이 있는 RRC\_CONNECTED 상태에서도 진행될 뿐만 아니라 eNB와 연결이 없는 RRC\_IDLE 상태에서 계속 수행되어야 한다.

3GPP LTE/LTE-A 시스템에서 모든 UE들은 셀 내에서 eNB로부터 하향링크로 주기적으로 브로드캐스팅되는 RS(reference signal)를 계속하여 수신한다. UE는 power가 on이 된 이후에는 RRC\_CONNECTED 상태 또는 RRC\_IDLE 상태인지 무관하게 RS를 수신한다.

RRC\_IDLE 상태의 UE들은 RS를 기반으로 UE가 이동함에 따라서 계속해서 cell selection (또는 cell reselection)을 수행하고, 여러 개의 셀로 구성된 TA (Tracking Area)를 벗어났을 경우에는 네트워크를 통해서 TA update 절차를 수행하게 된다. RRC\_CONNECTED 상태의 UE들은 eNB와 connection이 있는 상태로 UE는 RS를 기반으로 eNB 간 이동 시에 handover 절차를 수행하게 된다. 이에 대하여 아래 도 22를 참조하여 보다 상세히 살펴본다.

도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 참조 신호를 수신하는 단말들을 예시하는 도면이다.

도 22를 참조하면, 모든 UE들은 eNB로부터 주기적으로 RS를 수신하고 수신된 RS를 기반으로 RSRP (Reference Signal Received Power)를 계산한다. UE들이 eNB 센터 중심에 위치하여 eNB와 가까운 상태로 강한 RS를 수신하는 경우에는 높은 수신 파워를 나타낸다. 즉, RSRP는 높은 값으로 측정된다.

그러나 UE가 eNB의 커버리지 경계 영역(edge)로 이동해서 eNB와 UE



사이에 거리가 멀어지는 경우에는 RS가 path loss를 통해 UE에게 수신되는 RS의 세기가 약해지게 된다. 즉, RSRP는 낮은 값으로 측정된다. 이러한 RS를 계속해서 수신하는 과정 중 만약 UE가 기지국 edge쪽으로 이동을 하여 측정된 RSRP가 정해진 수신 threshold 보다 낮아질 경우에는 UE들은 근처 eNB들의 RS를 수신하여 RRC 상태에 따라서 cell reselection을 수행하거나 handover 절차를 수행한다.

이러한 TA update 또는 handover 절차는 상향링크를 사용하는 D2D discovery 과정과는 별도로 진행되며, UE들은 하향링크를 통해서 UE의 이동에 따라서 계속해서 진행된다.

도 22의 예시에서는 eNB의 RS 수신 파워를 기지국과 가장 가까운 센터의 경우 60 dbm으로 가정하고 eNB와 가장 멀리 있는 셀 edge 부근에서는 -60 dbm으로 가정한다. UE 1의 경우 eNB와 가깝게 위치하고 있어 RS의 수신 파워가 30 dbm을 나타내고, UE 2와 UE 4는 eNB와 셀 edge의 중간에 위치하고 있어 RS의 수신 파워가 0 dbm을 나타내며, UE 3는 셀 edge에 가깝게 위치하고 있어 RS의 수신 파워가 -30 dbm을 나타낸다고 가정한다.

이와 같이, 비슷한 RSRP 값을 가지고 있다는 것은 RS의 Path Loss를 고려한다면, 위치상으로 UE가 위치한 근처에 존재 할 수 있다는 의미이다. 즉, eNB를 중심으로 혹은 RS를 전송하는 UE 중심으로 동심원상에 존재할 가능성이 크다. 다시 말해서 비슷한 RSRP를 가진 UE들은 위치상 서로 인접해 있을 확률이 매우 높다.

D2D discovery는 근처의 UE들을 위주로 진행하는 것이 바람직하므로, 이러한 RSRP 정보를 활용한다면 UE의 GPS (Global Positioning System)를

통한 위치 정보 또는 UE들 간에 discovery를 위해서 위치 정보 교환 없이도 서로 근처의 UE들 위주로 D2D discovery를 수행 할 수 있다.

이하 본 발명에서는 UE가 수신된 RS(예를 들어, CRS, CSI-RS 등)를 이용하여 측정된 셀 측정 결과를 기반으로 D2D discovery 자원 pool 내에서 sensing할 특정 자원 영역을 결정하고 그 특정 영역 내에서 discovery 자원을 선택하는 방법을 제안한다. 여기서, 셀 측정 결과는 RLM(Radio Link Monitoring), RRM (Radio Resource Management)(예를 들어, RSRP, RSRQ(Reference Signal Received Quality), RSSI(Received Signal Strength Indicator)), CSI(channel state information)(예를 들어, CQI, PMI, RI), 경로 손실(pathloss) 등과 같은 측정 결과를 포함한다.

이와 같이 본 발명에서 제안하는 방식을 통해서 네트워크에서 전송하는 신호 정보를 기반으로 D2D discovery 자원 영역을 할당한다면 sensing 구간을 줄이고 주위의 UE들을 보다 빠르게 효율적으로 찾을 수 있다.

도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D discovery 메시지 전송 방법을 예시하는 도면이다.

도 23을 참조하면, UE는 eNB로부터 discovery 자원 영역 설정 정보를 수신한다(S2301).

여기서, discovery 자원 영역은 단말이 측정된 셀 측정 정보를 기반으로 discovery 자원 풀 내에서 단말이 discovery 자원을 선택하기 위하여 센싱하며, UE가 discovery 자원을 선택하기 위한 후보 영역을 의미한다. 다시 말해, discovery 자원 풀은 셀 측정 정보를 기반으로 그룹핑한 UE들이 각 그룹 별로 discovery 절차를 위해 이용하는 자원 영역을 의미한다.

discovery 자원 영역은 주파수 영역, 시간 영역 또는 공간(partial) 영역 중 하나 이상의 영역의 조합으로 구분(혹은 분할)되어 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 20의 예시에서 상향링크 대역폭이 10MHz이고, discovery 자원 폴로 총 44개의 RB가 이용되고 주파수 영역에서 discovery 자원 영역이 5 분할된다고 가정하면, 주파수 영역에서 11개의 RB 별로 4개의 discovery 자원 영역이 설정될 수 있다. 또한, 도 20의 예시에서 64개의 서브프레임이 discovery 자원 폴로 이용되고 시간 영역에서 discovery 자원 영역이 분할된다고 가정하면, 시간 영역에서 16개의 서브프레임 별로 4개의 discovery 자원 영역이 설정될 수도 있다. discovery 자원 영역을 설정하는 10 방안은 아래에서 보다 상세히 설명한다.

이러한, discovery 자원 영역은 각 discovery 자원 폴 별로 동적으로(dynamic) 설정될 수 있으며, 또한, 하나 이상의 discovery 주기 별로 반정적으로(semi-static)으로 설정될 수 있다.

또한, discovery 자원 영역은 셀 특정(cell-specific)하게 설정되어 15 해당 셀에 속한 UE에게 공통적으로 적용될 수 있으며, 단말 별로 단말 특정(UE-specific)하게 설정될 수도 있다.

위와 같이 설정된 discovery 자원 영역에 대한 설정 정보는 SIB(system information block), MIB(master information block)와 같은 시스템 정보로서 주기적으로 UE에게 브로드캐스팅될 수 있다. 또한, RRC 시그널링 20 혹은 물리 계층 채널(예를 들어, PDCCH 또는 PDSCH 등)을 통해 UE에게 전송될 수도 있다.

discovery 자원 영역에 대한 설정 정보는 UE가 계산한 셀 측정 정보와

discovery 자원 영역과의 관계(즉, 매핑 정보)를 나타내는 정보를 의미한다. 또한, UE가 계산한 셀 측정 정보를 기반으로 discovery 자원 영역을 결정하기 위한 수식 혹은 규칙 등으로 표현될 수도 있다. 예를 들어, 특정 RSRP 값을 기반으로 자원의 영역을 할당한다면, RSRP 0 dbm의 경우는 RB 인덱스 22번을  
 5 기준으로 RSRP의 범위에 따라 discovery 자원 영역을 사용한다는 정보를 기지국에서 전송할 수 있다.

보다 구체적으로 discovery 자원 영역과 이에 대응되는 셀 측정 값(또는 셀 측정 값의 범위) 간의 매핑 관계(또는 수식, 규칙)를 살펴보면, 예를 들어, 상향링크 주파수 영역이 10MHz로 가정하고, discovery 자원 풀로 주파수  
 10 영역에서 총 50 RB (RB 인덱스 1번에서 RB 인덱스 50번) 중 44 RB(RB 인덱스 4번에서 RB 인덱스 47번)가 설정되며, 주파수 영역에서 RSRP를 기준으로 discovery 자원 영역이 분류된다고 가정한다. 이 경우, RSRP의 측정 값이 a 범위(-60 dbm 이상 -20 dbm 미만)에 해당하면 discovery 자원 영역은 A 그룹(RB 인덱스 4번부터 RB 인덱스 18번)으로 결정되고, RSRP의  
 15 측정 값이 b 범위(-20 dbm 이상 20 dbm 미만)에 해당하면 discovery 자원 영역은 B 그룹(RB 인덱스 19번부터 RB 인덱스 32번)으로 결정되고, RSRP의 측정 값이 c 범위(20 dbm 이상 60 dbm 이하)에 해당하면 discovery 자원 영역은 C 그룹(RB 인덱스 33번부터 RB 인덱스 47번)으로 결정된다는 매핑 정보(혹은 이러한 관계를 나타내기 위한 수식 또는 규칙)가 UE에게 전송될 수  
 20 있다.

여기서, 셀 측정 값(또는 셀 측정 값의 범위, 임계치)는 다음과 같이 표현될 수 있다.

앞서 도 22의 예시에서 RSRP 값이 최대 60 dbm에서 최소 -60 dbm의 범위를 가지고, RSRP의 범위가 -60 dbm 이상 -20 dbm 미만, -20 dbm 이상 20 dbm 미만, 20 dbm 이상 60 dbm 이하로 설정된다고 가정한다.

이때, 각각의 RSRP 범위의 기준점이 되는 값과, 각 기준점이 속한 RSRP의 범위를 특정하기 위한 값이 이용될 수 있다. 그 일례로, 각각의 RSRP 범위의 기준점이 되는 값으로써 -40 dbm, 0 dbm, 40 dbm이 UE에게 전송되고, 각 기준점이 속한 RSRP의 범위를 특정하기 위한 값으로 40 dbm(또는 20 dbm(상위, 하위 값이 동일한 경우))이 UE에게 전송될 수 있다.

또한, 전체 RSRP 범위의 시작 값과 각각의 RSRP 범위를 지시하기 위한 값이 이용될 수 있다. 그 일례로, 전체 RSRP 범위의 시작 값으로 -60 dbm이 UE에게 전송되고, 각각의 범위를 지시하기 위한 값으로 40 dbm 이 UE에게 전송될 수 있다. 이 경우, UE는 -60 dbm부터 시작하여, 40 dbm 씩 RSRP 범위가 설정된다고 인식할 수 있다.

또한, 각각의 RSRP 범위의 시작 값만이 이용될 수 있다. 그 일례로, 각각의 RSRP 범위의 시작 값으로 -60 dbm, -20 dbm, 20 dbm이 UE에게 전송될 수 있다. 이 경우, UE는 -60 dbm 이상 -20 dbm 미만, -20 dbm 이상 20 dbm 미만, 20 dbm 이상 60 dbm 이하로 각각의 RSRP 범위가 설정된다고 인식할 수 있다.

그리고, discovery 자원 영역을 특정하기 위한 정보는 다음과 같이 표현될 수 있다. 상향링크 주파수 영역이 10MHz로 가정하고, discovery 자원 풀로 주파수 영역에서 총 50 RB 중 44 RB가 설정된다고 가정하며, 주파수 영역 상에서 11개의 RB 별로 discovery 자원 영역이 설정된다고 가정한다.

이때, 각각의 discovery 자원 영역의 기준점이 되는 자원 인덱스와 각 기준점이 속한 discovery 자원 영역의 범위를 특정하기 위한 정보가 이용될 수 있다. 그 일례로, 각각의 discovery 자원 영역의 기준점이 되는 자원 인덱스로써 RB 인덱스 9번, RB 인덱스 20번, RB 인덱스 31번 및 RB 인덱스 42번이 UE에게 전송되고, 각 기준점이 속한 discovery 자원 영역의 범위로써 11 RB (또는 상위, 하위 값이 동일한 경우 5 RB)가 UE에게 전송될 수 있다.

또한, 전체 discovery 자원 영역이 시작되는 자원 인덱스와 각각의 discovery 자원 영역의 범위를 지시하기 위한 정보가 이용될 수 있다. 그 일례로, 전체 discovery 자원 영역이 시작되는 자원 인덱스로써 RB 인덱스 4번이 UE에게 전송되고, 각각의 discovery 자원 영역의 범위를 지시하기 위한 정보로써 11 RB가 UE에게 전송될 수 있다. 이 경우, UE는 RB 인덱스 4번부터 시작하여, 11 RB 씩 discovery 자원 영역이 설정된다고 인식할 수 있다.

또한, 각각의 discovery 자원 영역이 시작되는 자원 인덱스만이 이용될 수도 있다. 그 일례로, 각각의 discovery 자원 영역이 시작되는 자원 인덱스로써 RB 인덱스 4번, RB 인덱스 15번, RB 인덱스 26번, RB 인덱스 37번이 UE에게 전송될 수 있다. 이 경우, UE는 RB 인덱스 4번부터 RB 인덱스 14번, RB 인덱스 15번부터 RB 인덱스 25번, RB 인덱스 26번부터 RB 인덱스 36번, RB 인덱스 37번부터 RB 인덱스 47번으로 각각의 discovery 자원 영역이 설정된다고 인식할 수 있다.

UE는 eNB로부터 주기적으로 전송되는 RS를 수신하여 셀을 측정한다. 그리고, UE는 계산된 셀 측정 정보와 S2301 단계에서 수신한 discovery 자원 영역 설정 정보를 기반으로 자신이 속하는 discovery 자원 영역을

결정한다(S2303).

이때, UE는 기지국으로부터 전송되는 RS가 아닌 다른 UE로부터 전송되는 신호(예를 들어, discovery 메시지, 동기 신호 등)을 이용하여 측정된 값과 S2301 단계에서 수신한 discovery 자원 영역 설정 정보를 기반으로 자신이  
5 속하는 discovery 자원 영역을 결정할 수도 있다.

또한, UE는 기지국 또는 다른 UE로부터 전송되는 신호를 이용하여 측정된 값과 셀 인식자/식별자를 함께 고려하여 discovery 자원 영역을 결정할 수도 있다.

UE는 결정된 discovery 자원 영역 내에서 discovery 자원을  
10 센싱(sensing)한다(S2305). 즉, UE는 S2303 단계에서 결정된 discovery 자원 영역에서 전송되는 discovery 메시지를 전부 수신(즉, 센싱)한다.

UE는 S2303 단계에서 결정된 discovery 자원 영역 내에서 discovery 메시지 전송을 위한 자원 선택한다(S2307).

UE는 S2305 단계에서 센싱한 자원들 중에서 낮은 에너지 레벨의 자원들을  
15 분류하고 그 중 일정 범위 내에서(예를 들어, 하위  $x\%$  ( $x$ =임의의 정수, 5, 7, 10, ...) 내에서) discovery 자원을 랜덤하게 선택한다.

또한, UE는 기지국으로부터 디스커버리 메시지 전송을 위하여 서브프레임 구성 세트(subframe configuration set)를 할당 받고, 할당 받은 서브프레임 구성 세트 내에서 임의로 또는 특정 확률에 기반하여 discovery  
20 자원을 선택할 수도 있다.

UE는 선택된 discovery 자원에서 discovery 메시지를 송신한다(S2309). 그리고, 이후의 discovery 주기에서는 랜덤한 자원 호핑(hopping) 패턴에

따라서 주기적으로 discovery 메시지를 송수신한다.

이하, discovery 자원 영역을 설정하는 방안에 대하여 도면을 참조하여 보다 상세히 살펴본다.

5        이하 설명의 편의를 위해 eNB로부터 전송되는 CRS를 이용하여 UE가 측정된 RSRP를 기반으로 discovery 자원 영역을 설정하는 실시예를 중심으로 설명하나 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다.

도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 discovery 자원 영역이 구분되어 설정된 예를 나타낸다.

10        도 24에서 작은 사각형들은 현재 다른 UE에 의해 사용되고 있는 discovery 자원을 나타내며, 각각 서로 다른 사각형의 무늬는 각각 다른 UE에 의해 discovery 자원이 사용되고 있는 것을 나타낸다.

도 24는 discovery 자원 풀(2401)이 주파수 영역에서 44 RB 쌍(pair)으로 설정되고, 시간 영역에서 64 서브프레임으로 설정된다고 가정한다. 그리고, UE들의 수신한 RS의 RSRP 값을 기준으로 discovery 자원 풀(2401)이 주파수 영역에서 서브밴드(subband)를 기준으로 discovery 자원 영역으로 분할된다고 가정한다. 또한, 앞서 도 22와 같이 UE가 3개가 존재하며 discovery 자원 영역이 각 UE 별로 3개의 주파수 영역으로 분할된 경우를 가정한다. 또한, 앞서 도 22와 같이 해당 셀에서 RSRP의 전체 범위는 전체 -60 dbm부터 60 dbm인 경우에, 각 discovery 자원 영역과 매핑되는 RSRP 범위는 -60 dbm ~ -30 dbm, -30 dbm ~ 30 dbm, 30 dbm ~ 60 dbm라고 가정한다.

도 24를 참조하면, UE1은 기지국의 센터 부근에 위치하고 있으므로 수신한



RS에 대한 RSRP가 약 60 dbm 근처의 값을 가질 수 있다. 이 경우, UE1은 30dbm ~ 60dbm인 RSRP 범위에 매핑되는 자원 영역을 sensing 윈도우(sensing window)(즉, discovery 자원 영역 A)(2403)로 설정할 수 있다. 즉, RSRP 측정 값이 30dbm ~ 60dbm인 UE들은 이와 매핑되는 discovery 자원 영역 A(2403)로 결정된다.

그리고, UE2는 기지국의 센터에서 보다 떨어진 지점에 위치하고 있으므로 수신한 RS에 대한 RSRP가 약 0 dbm 근처의 값을 가질 수 있다. 이 경우, UE2는 -30 dbm ~ 30 dbm인 RSRP 범위에 매핑되는 자원 영역을 discovery 자원 영역 B(2405)로 설정할 수 있다. 즉, RSRP 측정 값이 -30 dbm ~ 30 dbm인 UE들은 이와 매핑되는 discovery 자원 영역 B(2405)로 결정된다.

그리고, UE3는 기지국의 커버리지 경계(edge)에 위치하고 있으므로, 수신한 RS에 대한 RSRP가 약 -60 dbm 근처의 값을 가질 수 있다. 이 경우, UE3는 -60 dbm ~ -30 dbm 인 RSRP 범위에 매핑되는 자원 영역을 discovery 자원 영역 C(2407)로 설정할 수 있다. 즉, RSRP 측정 값이 -60 dbm ~ -30 dbm 인 UE들은 이와 매핑되는 discovery 자원 영역 C(2407)로 결정된다.

그리고, 각 UE들은 이처럼 설정된 discovery 자원 영역(sensing window) 범위 내에서 discovery 메시지 자원을 sensing 한 후, discovery 자원 영역(sensing window) 범위 내에서 자신의 discovery 메시지를 전송하기 위한 discovery 자원을 선택한다.

한편, 도 24에서는 각각의 discovery 자원 영역이 주파수 영역에서 연속적으로 설정되는 경우를 예시하고 있으나, 각각의 discovery 자원 영역은

주파수 영역에서 불연속적(예를 들어, 불연속적인 RB 그룹)으로 설정될 수도 있다.

또한, 도 24에서는 각각의 discovery 자원 영역이 서로 중복(overlap)되지 않는 경우를 예시하고 있으나, 본 발명이 이에 한정되지 않으며 인접하는 discovery 자원 영역 간에 중복(overlap)이 발생할 수도 있다.

앞서 도 24를 참조하여 제안한 방식은 RSRP에 기반하여 UE를 그룹핑하였으나, UE가 다른 셀과의 discovery (또는 직접 통신)을 수행하는 동작을 고려하여 RSRP에 추가하여 셀 인식자/식별자(예를 들어, cell ID)를 함께 고려하여 UE를 그룹핑할 수도 있다. 즉, UE의 그룹 형성 시 UE에서 측정된 RSRP와 함께 해당 UE가 어느 셀에 포함되는지를 함께 고려하여 그룹핑을 할 수 있다. 따라서, 셀 중심에 위치한 UE의 경우 일반적으로 RSRP가 강한 해당 셀 ID를 고려해서 그룹핑을 수행하지만 셀 가장자리에 위치한 UE의 경우 RSRP와 함께 인접 셀 ID를 고려해서 그룹핑을 수행할 수 있다.

보다 구체적으로 살펴보면, 다중 셀간 동기가 서로 맞아 있다고 가정하는 경우에는 cell ID를 자원 선택을 위한 grouping 규칙 함수의 인자로 사용할 수도 있다. 예를 들어 (특히, 셀 가장자리에 있는 UE의 경우) cell 1의 RSRP가 최대이면 그룹 1, cell 2의 RSRP가 최대이면 그룹 2로 분류하는 방식으로 그룹을 형성하여 discovery 자원 영역이 설정될 수 있다.

앞서 도 24의 예시를 다시 참조하면, 현재 UE가 속한 cell의 RS에 대한 RSRP가 최대인 경우 discovery 자원 영역 A(2403)와 discovery 자원 영역 B(2405)가 할당되고, 인접 cell의 RS에 대한 RSRP가 최대인 경우 discovery

자원 영역 C(2407)가 할당될 수 있다. 그리고, discovery 자원 영역 A(2403)와 discovery 자원 영역 B(2405) 중 어떤 discovery 자원 영역으로 결정되는지는 현재 UE가 속한 cell의 RS에 대한 RSRP의 값에 따라 결정될 수 있다.

5 또는 cell ID 대신에 수신된 RSRP 임계치를 비교하여 UE 그룹핑 규칙을 정할 수도 있다. cell ID와 무관하게 (만약 UE 그룹(즉, discovery 자원 영역)이 다수 개인 상황에서) RSRP가 미리 설정된 임계치 이상인 경우는 그룹  $A_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )에 포함되고, RSRP가 미리 설정된 임계치 이하인 경우는 그룹  $B_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )에 포함되도록 정의할 수 있다. 예를 들어, UE  
10 그룹이 4개인 경우 RSRP 값에 따라 각 cell 중심에 위치하는 UE가 사용하는 그룹 3개, 셀 경계에 위치하는 UE들이 사용하는 그룹 1개로 정의하여 discovery 자원 영역을 선택하여 사용하도록 할 수 있다.

앞서 도 24의 예시에서 미리 설정된 임계치가 -30 dbm이라고 가정한다면, 각 cell 중심에 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 A(2403)와  
15 discovery 자원 영역 B(2405)가 할당될 수 있다. 그리고, cell 경계 영역에 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 C(2407)가 할당될 수 있다.

또한, 다중 셀간의 discovery를 고려하여, 만약 5개의 UE 그룹이 정의되고 이 그룹에 각 UE들을 포함시킨다면, 이 중 그룹 4개는 셀 중심에 조금 더 가까이 있는 UE들이 포함될 수 있으며, 나머지 그룹 하나는 셀 가장자리에  
20 존재하는 UE들과 인접 셀의 가장자리에 존재하는 UE들이 포함될 수 있다. 즉, 다중 셀간의 discovery를 고려하는 경우 셀 가장자리 UE가 속하는 그룹은 특정 동일한 셀에 속한 UE만으로 그룹이 형성되는 것뿐만 아니라 여기에 추가로 인접

셀(예를 들어, 동기 신호 세기, RSRP 세기 등에 따라 선택된 셀)에 가장자리(특히, 거리상으로 가까이 있는 UE)에 위치한 UE도 포함될 수 있다. 즉, 셀이 다르더라도 인접하는 셀의 경계 영역에 위치하는 UE들은 상호 간에 근접성(proximity)에 존재하기 때문에 셀 간(inter-cell) discovery가 가능하므로(셀간 동기화를 전제로) 서로 다른 셀에 속한 UE라도 하나의 그룹으로 정의될 수 있다. 따라서, 동일한 discovery 자원 영역에서 discovery 메시지를 전송할 수 있고, 수신하는 입장에서는 해당 그 discovery 자원 영역을 탐색함으로써 인접 UE를 찾아 낼 수 있다.

앞서 도 24의 예시에서 각 cell 중심에 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 A(2403)와 discovery 자원 영역 B(2405)가 할당될 수 있다. 그리고, cell 경계 영역에 위치하는 UE 및 인접 셀의 경계 영역에 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 C(2407)가 할당될 수 있다.

도 25는 본 발명의 일 실시예에 따른 discovery 자원 영역이 구분되어 설정된 예를 나타낸다.

도 25에서 작은 사각형들은 현재 다른 UE에 의해 사용되고 있는 discovery 자원을 나타내며, 각각 서로 다른 사각형의 무늬는 각각 다른 UE에 의해 discovery 자원이 사용되고 있는 것을 나타낸다.

도 25는 discovery 자원 풀(2501)이 주파수 영역에서 44 RB 쌍(pair)으로 설정되고, 시간 영역에서 64 서브프레임으로 설정된다고 가정한다. 그리고, UE들의 수신한 RS의 RSRP 값을 기준으로 discovery 자원 풀(2501)이 시간 영역에서 슬롯 단위로 discovery 자원 영역으로 분할된다고 가정한다. 또한, 앞서 도 22와 같이 UE가 3개가 존재하며 discovery 자원

영역이 각 UE 별로 3개의 시간 영역으로 분할된 경우를 가정한다. 또한, 앞서 도 22와 같이 해당 셀에서 RSRP의 전체 범위는 전체 -60 dbm부터 60 dbm인 경우에, 각 discovery 자원 영역과 매핑되는 RSRP 범위는 -60 dbm ~ -30 dbm, -30 dbm ~ 30 dbm, 30 dbm ~ 60 dbm라고 가정한다.

5       도 25를 참조하면, UE1은 기지국의 센터 부근에 위치하고 있으므로 수신한 RS에 대한 RSRP가 약 60 dbm 근처의 값을 가질 수 있다. 이 경우, UE1은 30dbm ~ 60dbm인 RSRP 범위에 매핑되는 자원 영역(즉, 첫 번째 슬롯 구간)을 센싱 윈도우(sensing window)(즉, discovery 자원 영역 A)(2503)로 설정할 수 있다. 즉, RSRP 측정 값이 30dbm ~ 60dbm인 UE들은 이와 매핑되는  
10 discovery 자원 영역 A(2503)로 결정된다.

그리고, UE2는 기지국의 센터에서 보다 떨어진 지점에 위치하고 있으므로 수신한 RS에 대한 RSRP가 약 0 dbm 근처의 값을 가질 수 있다. 이 경우, UE2는 -30 dbm ~ 30 dbm인 RSRP 범위에 매핑되는 자원 영역(즉, 두 번째 슬롯 구간)을 discovery 자원 영역 B(2505)로 설정할 수 있다. 즉, RSRP  
15 측정 값이 -30 dbm ~ 30 dbm인 UE들은 이와 매핑되는 discovery 자원 영역 B(2505)로 결정된다.

그리고, UE3는 기지국의 커버리지 경계(edge)에 위치하고 있으므로, 수신한 RS에 대한 RSRP가 약 -60 dbm 근처의 값을 가질 수 있다. 이 경우, UE3는 -60 dbm ~ -30 dbm 인 RSRP 범위에 매핑되는 자원 영역(즉, 세 번째  
20 슬롯 구간)을 discovery 자원 영역 C(2507)로 설정할 수 있다. 즉, RSRP 측정 값이 -60 dbm ~ -30 dbm 인 UE들은 이와 매핑되는 discovery 자원 영역 C(2507)로 결정된다.

그리고, 각 UE들은 이처럼 설정된 discovery 자원 영역(sensing window) 범위 내에서 discovery 메시지 자원을 sensing 한 후, discovery 자원 영역(sensing window) 범위 내에서 자신의 discovery 메시지를 전송하기 위한 discovery 자원을 선택한다.

5 한편, 도 25에서는 각각의 discovery 자원 영역이 시간 영역에서 연속적으로 설정되는 경우를 예시하고 있으나, 각각의 discovery 자원 영역은 시간 영역에서 불연속적(예를 들어, 불연속적인 서브프레임 그룹)으로 설정될 수도 있다.

또한, 도 25에서는 각각의 discovery 자원 영역이 서로  
10 중복(overlap)되지 않는 경우를 예시하고 있으나, 본 발명이 이에 한정되지 않으며 인접하는 discovery 자원 영역 간에 중복(overlap)이 발생할 수도 있다.

앞서 도 25를 참조하여 제안한 방식은 RSRP에 기반하여 UE를 그룹핑하였으나, UE가 다른 셀과의 discovery (또는 직접 통신)을 수행하는  
15 동작을 고려하여 RSRP에 추가하여 셀 인식자/식별자(예를 들어, cell ID)를 함께 고려하여 UE를 그룹핑할 수도 있다. 즉, UE의 그룹 형성 시 UE에서 측정된 RSRP와 함께 해당 UE가 어느 셀에 포함되는지를 함께 고려하여 그룹핑을 할 수 있다. 따라서, 셀 중심에 위치한 UE의 경우 대개는 RSRP가 강한 해당 셀 ID를 고려해서 그룹핑을 수행하지만 셀 가장자리에 위치한 UE의 경우 RSRP와  
20 함께 인접 셀 ID를 고려해서 그룹핑을 수행할 수 있다.

보다 구체적으로 살펴보면, 다중 셀간 동기가 서로 맞아 있다고 가정하는 경우에는 cell ID를 자원 선택을 위한 grouping 규칙 함수의 인자로 사용할

수도 있다. 예를 들어 (특히, 셀 가장자리에 있는 UE의 경우) cell 1의 RSRP가 최대이면 그룹 1, cell 2의 RSRP가 최대이면 그룹 2로 분류하는 방식으로 그룹을 형성하여 discovery 자원 영역이 설정될 수 있다.

앞서 도 25의 예시에서 현재 UE가 속한 cell의 RS에 대한 RSRP가 최대인 경우 discovery 자원 영역 A(2503)와 discovery 자원 영역 B(2505)가 할당되고, 인접 cell의 RS에 대한 RSRP가 최대인 경우 discovery 자원 영역 C(2507)가 할당될 수 있다. 그리고, discovery 자원 영역 A(2503)와 discovery 자원 영역 B(2505) 중 어떤 discovery 자원 영역으로 결정되는지는 현재 UE가 속한 cell의 RS에 대한 RSRP의 값에 따라 결정될 수 있다.

또는 cell ID 대신에 수신된 RSRP 임계치를 비교하여 UE 그룹핑 규칙을 정할 수도 있다. cell ID와 무관하게 (만약 UE 그룹(즉, discovery 자원 영역)이 다수 개인 상황에서) RSRP가 미리 설정된 임계치 이상인 경우는 그룹  $A_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )에 포함되고, RSRP가 미리 설정된 임계치 이하인 경우는 그룹  $B_i$  ( $i=1, 2, 3, \dots$ )에 포함되도록 정의할 수 있다.

앞서 도 25의 예시에서 미리 설정된 임계치가 -30 dbm이라고 가정한다면, 각 cell 중심에 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 A(2503)와 discovery 자원 영역 C(2505)가 할당될 수 있다. 그리고, cell 경계 영역에 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 C(2507)가 할당될 수 있다.

또한, 다중 셀간의 discovery를 고려하는 경우, 만약 5개의 UE 그룹이 정의되고 이 그룹에 각 UE들을 포함시킨다면, 이 중 그룹 4개는 셀 중심에 조금 더 가까이 있는 UE들이 포함될 수 있으며, 나머지 그룹 하나는 셀 가장자리에

존재하는 UE들과 인접 셀의 가장자리에 존재하는 UE들이 포함될 수 있다. 즉, 다중 셀간의 discovery를 고려하는 경우, 셀 가장자리 UE가 속하는 그룹은 특정 동일한 셀에 속한 UE만으로 그룹이 형성되는 것뿐만 아니라 여기에 추가로 인접 셀(예를 들어, 동기 신호 세기, RSRP 세기 등에 따라 선택된 셀)에 가장자리(특히, 거리상으로 가까이 있는 UE)에 위치한 UE도 포함될 수 있다. 즉, 셀이 다르더라도 인접하는 셀의 경계 영역에 위치하는 UE들은 상호 간에 근접성(proximity)에 존재하기 때문에 셀 간(inter-cell) discovery가 가능하므로(셀간 동기화를 전제로) 서로 다른 셀에 속한 UE라도 하나의 그룹으로 정의될 수 있다. 따라서, 동일한 discovery 자원 영역에서 discovery 메시지를 전송할 수 있고, 수신하는 입장에서는 해당 그 discovery 자원 영역을 탐색함으로써 인접 UE를 찾아 낼 수 있다.

앞서 도 25의 예시에서 각 cell 중심에 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 A(2503)와 discovery 자원 영역 B(2505)가 할당될 수 있다. 그리고, cell 경계 영역에 위치하는 UE 및 인접 셀의 경계 영역에 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 C(2507)가 할당될 수 있다.

앞서 도 24 및 도 25와 같은 방식으로 UE들이 discovery 메시지를 센싱하고, 자신의 discovery 메시지 송신 구간을 주파수/시간에 따라 서브밴드/슬롯 별로 다르게 설정한다면 discovery 메시지 센싱 시간이 감소하여 discovery 메시지를 수신할 수 있는 D2D 단말들의 수가 줄어드는 것처럼 보일 수 있다. 하지만 전체 discovery 메시지를 센싱해야 하는 UE들을 3 영역(즉, 3 서브밴드/구간)으로 분할하는 경우에는 단말들이 균일(uniform)하게 분포한다는 가정을 한다면 실제로 discovery 메시지를



5 센싱해야 하는 UE들의 개수는 1/3로 줄었다고 판단할 수 있다. 또한 실제로 기존의 호핑(hopping) 패턴과는 다르게 1/3로 주파수/시간은 줄어들었지만 1/3로 줄어든 적은 UE들이 기존보다 3배의 자원을 활용하여 시간/주파수 기반의 hopping 패턴으로 전송 한다면 줄어든 주파수/시간 내에서, 서브밴드/슬롯  
5 기반으로 정해진 주파수/시간에서 D2D discovery가 가능하다.

도 26은 본 발명의 일 실시예에 따른 discovery 자원 영역이 구분되어 설정된 예를 나타낸다.

도 26에서 작은 사각형들은 현재 다른 UE에 의해 사용되고 있는 discovery 자원을 나타내며, 각각 서로 다른 사각형의 무늬는 각각 다른 UE에  
10 의해 discovery 자원이 사용되고 있는 것을 나타낸다.

도 26은 discovery 자원 풀(2601)이 주파수 영역에서 44 RB 쌍(pair)로 설정되고, 시간 영역에서 64 서브프레임으로 설정된다고 가정한다. 그리고, UE들의 수신한 RS의 RSRP를 값의 기준으로 discovery 자원 풀(2601)이 discovery 자원 영역으로 분할된다고 가정한다. 또한, 해당  
15 셀에서 RSRP의 전체 범위는 전체 -60 dbm부터 60 dbm까지의 범위를 가진다고 가정한다.

도 26에서는 셀에 UE가 12개 존재하며 discovery 자원 영역이 각 UE 별로 12개의 주파수-시간 영역으로 분할된 경우를 예시한다.

도 26을 참조하면, 시간 및 주파수 영역 상에서 분할된 각 discovery  
20 자원 영역(2603 내지 2625)는 각각 특정 RSRP 값(또는 RSRP 범위)이 매핑될 수 있다. 다시 말해, 각각의 RSRP 값은 전체 -60 dbm ~ 60 dbm이 10 dbm 간격으로 구분되고, 10 dbm 간격으로 구분된 각각의 RSRP 범위는 각각

discovery 자원 영역(2603 내지 2625)과 매핑될 수 있다. 즉, 앞서 도 24에서 및 도 25에서 단말에서 측정된 RSRP 값에 따라 주파수 또는 시간 영역에서 discovery 자원 영역이 할당되었다면, 도 26의 예시는 RSRP 범위와 각 discovery 자원 영역을 주파수 및 시간 영역으로 보다 세분화하여 매핑시킨 예를 의미한다. 예를 들어, UE1의 RSRP 측정 값이 -60 dbm ~ -50 dbm에 속하는 경우, UE1은 discovery 자원 영역 A(2603) 범위 내에서 discovery 메시지 자원을 sensing 한 후, 자신의 discovery 메시지를 전송하기 위한 discovery 자원을 선택할 수 있다. 또한, UE2의 RSRP 측정 값이 -50 dbm ~ -40 dbm에 속하는 경우, UE2는 discovery 자원 영역 B(2605) 범위 내에서 discovery 메시지 자원을 sensing 한 후, 자신의 discovery 메시지를 전송하기 위한 discovery 자원을 선택할 수 있다.

한편, 도 26에서는 각각의 discovery 자원 영역이 시간 및 주파수 영역에서 연속적으로 설정되는 경우를 예시하고 있으나, 각각의 discovery 자원 영역은 시간 및/또는 주파수 영역에서 불연속적(예를 들어, 불연속적인 RB 그룹 및/또는 불연속적인 서브프레임 그룹)으로 설정될 수도 있다. 또한, 도 26에서는 각각의 discovery 자원 영역이 서로 중복(overlap)되지 않는 경우를 예시하고 있으나, 본 발명이 이에 한정되지 않으며 인접하는 discovery 자원 영역 간에 중복(overlap)이 발생할 수도 있다.

또한, UE에서 측정한 RSRP 값에 따라 전체 discovery 자원 풀을 시간 및 주파수 영역 상에서 discovery 자원 영역으로 분할하는 방식에서도 cell ID를 함께 고려하여 각각의 UE를 그룹핑할 수 있다.

예를 들어, cell 1의 RSRP가 최대이면 그룹 1(예를 들어, discovery

자원 영역 A(2603) 내지 discovery 자원 영역 H(2617)), cell 2의 RSRP가 최대이면 그룹 2(예를 들어, discovery 자원 영역 I(2619) 내지 discovery 자원 영역 L(2625))로 분류하는 방식으로 그룹을 형성하고, 각 그룹 내에서 단말에서 측정된 RSRP를 기반으로 discovery 자원 영역이 결정될 수 있다.

5 또한, RSRP가 미리 설정된 임계치 이상인 경우는 그룹 A(예를 들어, discovery 자원 영역 A(2603) 내지 discovery 자원 영역 H(2617))에 포함되고, RSRP가 미리 설정된 임계치 이하인 경우는 그룹 B(예를 들어, discovery 자원 영역 I(2619) 내지 discovery 자원 영역 L(2625))로 분류하는 방식으로 그룹을 형성하고, 각 그룹 내에서 단말에서 측정된 RSRP를  
10 기반으로 discovery 자원 영역이 결정될 수 있다.

또한, 다중 셀 간 discovery를 고려하여, 인접 셀의 가장자리에 위치한 UE도 포함될 수 있다. 예를 들어, 각 cell 중심에 위치하는 UE에게는 discovery 자원 영역 A(2603) 내지 discovery 자원 영역 H(2617)가 할당될 수 있다. 그리고, cell 경계 영역에 위치하는 UE 및 인접 셀의 경계 영역에  
15 위치하는 UE에게 discovery 자원 영역 I(2619) 내지 discovery 자원 영역 L(2625)이 할당될 수 있다.

한편, 상술한 방식과 상이하게 전체 discovery 자원 풀을 UE에서 측정한 RSRP 값에 따라 주파수 영역에서 분할하여 discovery 자원 영역을 설정하고, 시간 영역에서는 단말 그룹 별로 할당된 서브프레임 구성 세트(subframe  
20 configuration set)로 구분하여 discovery 자원이 선택될 수도 있다. 예를 들어, UE 그룹 1은 discovery 자원을 선택하기 위하여 제1 서브프레임 구성 세트를 이용하고, UE 그룹 2는 discovery 자원을 선택하기 위하여 제2

서브프레임 구성 세트를 이용할 수 있다. 즉, UE은 자신이 측정한 RSRP를 기반으로 결정된 discovery 자원 영역 내에서 discovery 자원을 선택하되, 기지국으로부터 할당 받은 서브프레임 구성 세트 내에서 임의로 또는 특정 확률에 기반하여 discovery 자원을 선택할 수 있다. 여기서, 서브프레임 구성 세트는 복수 개의 서브프레임(연속적 또는 불연속적)으로 구성될 수 있다.

보다 구체적으로, RSRP가 유사하거나 혹은 동일한 범위에 속하는 UE들에게는 가능하면 동일한 서브프레임에서 집중적으로 discovery 메시지를 송신하거나 혹은 수신하도록 하기 위하여 eNB 또는 UE가 서로 인접한 UE들을 그룹핑하고, 각 UE 그룹 별로 특정 서브프레임 구성 세트(subframe configuration set)을 사용하도록 지시할 수 있다. 예를 들어, eNB는 UE로부터 수신하는 RRM 측정 정보, CSI 등을 통해 서로 인접하고 있는 UE들(즉, UE 그룹)에게 특정 서브프레임 구성 세트 정보를 RRC 시그널링 또는 물리 계층 채널(예를 들어, PUCCH 또는 PUSCH) 등을 통해 UE에게 알려줄 수 있다. 또한, UE들은 D2D 동기 신호 혹은 discovery 메시지를 통해 자신이 이용하고 있는 서브프레임 구성 세트 정보를 주변 UE들에게 알려줄 수 있다. 또한, 단말 ID를 기반으로 그룹핑하여 각 그룹 별로 서로 다른 서브프레임 구성 세트를 할당할 수도 있다.

또한, UE 스스로가 RSRP를 기반으로 자신이 사용하는 서브프레임 구성 세트를 인지할 수 있도록 하게할 수 있다. 이는 RSRP와 같은 측정 값은 단말이 측정에 의해서 보유하고 있는 값이기 때문에 이 값과 셀 내에서 RSRP 분류 기준을 참고하여 어느 discovery 자원(e.g. 서브프레임, 서브프레임 그룹 등)에서 전송해야 하는지 혹은 수신해야 하는지를 결정할 수 있다.

실제로 discovery 절차를 통해 둘 이상의 UE가 서로 발견이 가능해야  
 하므로 자신이 속한 서브프레임 구성 세트/그룹에서 discovery 메시지를  
 전송하는 서브프레임을 각각의 UE가 임의로 선택할 수 있다. 즉, 주어진  
 서브프레임 구성 세트에서 어떤 서브프레임에서는 전송하고 어떤  
 5 서브프레임에서는 전송을 하지 않는 동작을 UE에서 임의로 선택하거나 혹은 특정  
 확률에 기반하여 결정할 수 있도록 할 수 있다. 반면, discovery 메시지를  
 검출하는 단말 입장에서는 이러한 서브프레임 구성 세트를 모두 모니터링하여  
 근접 단말을 효율적으로 검출할 수 있다.

10 한편, 앞서 도 24 내지 도 26에서 설명한 방안에 따라 설정되는  
 discovery 자원 영역은 상술한 바와 같이, discovery 자원 풀 별로 또는  
 discovery 주기 별로 변동될 수 있다.

또한, discovery 자원 영역은 사용자가 이용하는 서비스나 사용자의  
 설정(혹은 입력)에 따라 가변적으로 변동될 수 있다. 예를 들어, D2D  
 15 discovery 과정에서 자신이 찾길 원하는 UE를 찾는 범위는 UE 별로 다양하게  
 존재 할 수 있다. 만약, 넓은 범위에서 UE를 찾는 것이 적합한 서비스를  
 이용하거나 인접한 UE들을 넓은 범위에서 찾길 원하거나 보다 많은 수의 UE들을  
 찾길 원하는 경우, discovery 자원 영역의 범위를 보다 크게 설정하고, 크게  
 설정된 discovery 자원 영역 내에서 센싱을 수행하고, discovery 자원을  
 20 선택할 수 있다. 반면, 좁은 범위에서 UE를 찾아도 무관한 서비스를 이용하거나  
 인접한 단말들은 좁은 범위에서 찾길 원하는 경우이거나 적은 수의 UE들을 찾길  
 원하는 경우, discovery 자원 영역을 보다 작게 설정하고, 작게 설정된

discovery 자원 영역 내에서 센싱을 수행하고, discovery 자원을 선택할 수 있다.

다시 말해, 디스커버리 범위(discovery range) 및/또는 탐색 가능한 기기의 개수(number of discoverable device)가 이러한 파라미터에  
 5 영향을 미칠 수 있다. 공공 안전(public safety)나 상업(commercial)용 서비스 모두 이러한 요구가 발생할 수 있다. 즉, 어떠한 서비스(혹은 어플리케이션)을 이용하는지에 따라 디스커버리 범위 및/또는 탐색 가능한 기기의 개수가 달라질 수 있다.

또한, 사용자가 UE에 직접 입력하거나 스위치 조작 등을 통해 디스커버리  
 10 범위 및/또는 탐색 가능한 기기의 개수를 선택(혹은 조절)할 수도 있을 것이다. 다시 말해, 좁은 지역에서 (많은 사용자들) 찾고자 하거나, 넓은 지역에서 (적은 수의 사용자들) 찾고자 하거나 하는 등의 범위와 탐색 가능한 기기의 개수를 변경하기 위하여 사용자가 직접 파라미터를 설정할 수 있다. 간단하게 딥 스위치(dip switch)와 같은 외부 스위치를 이용해서 사용자가 직접 파라미터를  
 15 설정할 수도 있다.

한편, 앞서 도 24 내지 도 26에서는 UE가 eNB로부터 전송되는 RS를 이용하여 셀 측정(예를 들어, RLM, RRM, CSI) 결과를 기반으로 UE를 그룹핑하여 각 그룹 별로 discovery 자원 영역에 매핑하는 방안에 대하여  
 20 설명하였다. 다만, 본 발명에서는 eNB에서 전송되는 RS에 한정되지 않으며, 다른 UE로부터 전송되는 신호의 신호 품질, 세기 등에 따라서 사용할 discovery 자원 영역을 결정할 수도 있다. 이에 대하여 아래 도면 27을

참조하여 보다 상세히 설명한다.

도 27은 본 발명의 일 실시예에 따른 UE로부터 전송되는 신호를 기반으로 discovery 자원 영역을 결정하는 방안을 설명하기 위한 도면이다.

도 27의 (a)를 참조하면, 네트워크는 특정 UE들을 일종의 기준 UE로  
5 설정한다. 도 27에서 UE A, UE B 및 UE C가 기준 UE로 설정되었다고 가정한다.

이때, 지리적으로 떨어진 위치에 존재하는 UE들을 기준 UE로 설정하는 것이 바람직하다. 또한, 앞서 설명한 바와 같이 셀 간 discovery를 고려하는 경우, 인접 셀의 경계 영역에 위치하는 UE도 함께 동일한 discovery pool  
10 내에서 discovery 자원 영역이 설정될 수 있으므로, 여기서 기준 UE들은 특정 셀에 함께 속해 있는지 여부와는 무관하다. 즉, UE A, UE B 및 UE C는 모두 동일한 셀 커버리지 내 위치할 수도 있으며, 각각 서로 다른 셀 커버리지에 위치할 수도 있다.

그리고, 도 27의 (b)와 같이, 각각의 기준 UE들(즉, UE A, UE B, UE  
15 C)을 각 group에 연동시켜 각 그룹에 매핑되는 discovery 자원 영역을 설정할 수 있다. 즉, UE A는 discovery 자원 영역 A(2703)에 매핑되고, UE B는 discovery 자원 영역 B(2705)에 매핑되며, UE C는 discovery 자원 영역C(2707)에 매핑될 수 있다. 여기서, 기준 UE와 매핑되는 각각의 discovery 자원 영역은 앞서 설명한 바와 같이, 주파수 영역, 시간 영역, 공간  
20 영역 중 어느 하나 이상의 영역을 조합하여 분할될 수 있다. 또한, 단말 ID 또는 셀 ID도 함께 고려하여 분할될 수도 있다.

여기서, 기준 UE가 아닌 나머지 UE들은 기준 UE로부터 전송되는 신호를

수신하고 그 품질, 강도 등에 따라서 사용할 discovery 자원 영역을 선택할 수  
 있으며, 그 일례로, 가장 강한 신호를 수신하거나 가장 품질이 좋은 신호를  
 수신한 기준 UE와 연동된 discovery 자원 영역을 사용하도록 동작할 수 있다.  
 도 27의 예시에서, UE 1은 UE A, UE B, UE C으로부터 각각의 신호를  
 5 수신하고, 수신 신호의 강도가 가장 높거나 수신 신호 품질이 가장 양호한  
 신호를 판별하고, 해당 신호를 전송한 UE에 연동된 discovery 자원 영역을  
 선택한다.

그리고, 선택된 discovery 자원 영역에서 discovery 메시지를 센싱하고,  
 센싱한 자원들 중에서 낮은 에너지 레벨의 자원들을 분류하고 그 중 일정 범위  
 10 내에서(예를 들어, 하위  $x\%$  ( $x$ =임의의 정수, 5, 7, 10, ...) 내에서)  
 discovery 자원을 랜덤하게 선택한다.

사용할 discovery 자원 영역을 결정하기 위하여, 기준 UE가 전송하는  
 discovery 신호가 이용될 수 있으며, 기준 UE가 discovery를 위한 동기화  
 신호(synchronization signal)를 송신한다면 해당 동기화 신호가 이용될  
 15 수도 있다.

이와 같이, 본 발명에서 제안하는 RS를 이용하여 discovery 자원 영역을  
 결정하는 방안을 활용하여 인프라의 도움을 받는다면 기존의 분산적인 방식의  
 discovery 절차를 효율적으로 개선 할 수 있다. 또한 RS 정보를 이용하여  
 UE가 RSRP를 측정하는 것은 현재 LTE 단말들에 구현되어 있는 기술이며 이를  
 20 활용한다면, LTE 표준 변경이나 새로운 시그널이나 프로토콜을 제안 없이 D2D  
 discovery 단계에서 근처 단말들 위주로 효율적으로 단말 탐색이 가능하다.  
 또한, discovery를 위해 UE가 sensing하는 시간을 줄여서 소비되는 에너지를



줄일 수 있으며, 또한 sensing하는 주파수 구간을 줄여서 discovery 자원을  
 선택하므로 기존의 discovery 방식에 비해서 단말의 sensing 및 discovery  
 자원 선택을 위한 프로세싱 오버헤드를 줄일 수 있다. 또한 D2D discovery  
 단계에서도 고려 할 수 있는 다양한 요구사항에 맞게 원하는 서비스나 범위에  
 5 따라서 가변적인 sensing 설정 및 자원 선택이 가능하다.

앞서 본 발명의 설명에 있어서, 시간영역 및/또는 주파수 영역으로  
 discovery 자원 영역을 제한하여 sensing 혹은 전송 동작을 수행하는 방안을  
 중심으로 설명하였으나, 이는 설명의 편의를 위한 것이며 본 발명이 이에  
 제한되는 것은 아니다. 상술한 바와 같이 시간 영역 혹은 주파수 영역에서  
 10 discovery 자원 영역을 설정하는 방식을 동일하게 적용하여 공간  
 영역(spatial domain)에서도 동일하게 discovery 자원 영역을 분할할 수  
 있다. 또한, 앞서 시간, 주파수 영역을 결합하여 discovery 자원 영역을  
 분할하는 방식과 동일하게 시간, 주파수 영역에 공간 영역(spatial domain)을  
 결합하여 discovery 자원 영역을 분할할 수도 있다. 또한, 시간, 주파수,  
 15 공간 영역 외에 다른 영역(예를 들어, 단말 ID, 셀 ID 등)을 결합하여 본  
 발명에 따른 동작을 수행할 수도 있다.

또한, 앞서 본 발명의 설명에 있어서, RSRP를 기준으로 각각의 UE가  
 자신이 어떠한 discovery 자원 영역에서 discovery 메시지를 전송해야  
 하는지 결정하는 방안을 중심으로 설명하였으나, 이는 설명의 편의를 위한  
 20 것이며 본 발명이 이에 제한되는 것은 아니다. 상술한 바와 같이 RSRP 이외에  
 다양한 값이 UE의 discovery 자원 영역을 결정하기 위한 파라미터로써 이용될  
 수 있다. 예를 들어, RLM, RSRQ, RSSI, CSI, Pathloss 등도 이러한 UE의

discovery 자원 영역을 결정하기 위한 파라미터로써 이용될 수 있다. 즉, UE의 위치 또는 근접성(proximity)를 추정할 수 있는 UE-eNB 간에 사용되는 인자들은 본 발명에 따른 discovery 자원의 센싱 및 전송을 위한 discovery 자원 영역을 결정하기 위한 파라미터로서 이용될 수 있다. 또한, 하나 이상의 인자들을 결합하여 discovery 자원 영역을 결정하기 위한 파라미터로서 이용될 수 있다. 예를 들어 RSRP와 RSRQ를 결합하여 사용하거나, RSRP, RSRQ, pathloss 등을 함께 고려하여 discovery 자원 영역을 결정할 수도 있다.

#### 응답 지연(delayed response) 기반 D2D 탐색 방법

최근 들어 3GPP LTE/LTE-A 이동통신 네트워크를 이용한 재난통신 서비스 및 기술 표준화가 활발히 진행되고 있다. 3GPP에서는 근접 기반 통신기술을 활용한 그룹 통신 서비스(Group Communication)와 응급 구원 요청 신호를 전달하기 위해 D2D 디스커버리 신호(discovery signal)/메시지(message)을 활용한 탐색 서비스가 재난통신의 대표 활용 케이스(use case)로 언급되며 이에 관련된 서비스 및 기술 표준 논의가 진행 중이다.

재난통신은 재난인지를 통한 경고 메시지 방송(Public Warning System), 재난지역 내의 UE 간 정보 교환, 그리고 인프라 네트워크 접속 등 넓은 범위의 문제들을 모두 포함한다.

본 발명에서는 재난상황에서 통신 인프라 전체 또는 일부가 사용할 수 없는 상태에서 (예를 들어, 커버리지 밖(out-of-coverage) 또는 부분적 네트워크 커버리지(partial network coverage) 시나리오) UE 간 직접 통신 기술을 활용하여 인프라 네트워크에 효율적이고 신속하게 접속하는 기술을 제안한다. 즉,

본 발명에서는 재난지역의 UE들이 구체적인 재난상황과 신속한 구조에 필요한 정보를 제공할 수 있도록 재난지역내의 UE 간 정보교환과 인프라 네트워크 접속을 실현하고자 한다.

이하, 본 명세서에서는 UE 탐색(discovery)를 위하여 탐색  
5 신호(discovery signal)을 가정하여 설명하나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 동기 신호(synchronization signal), 비콘 신호(beacon signal), 참조 신호(reference signal), D2D 직접 통신 신호 등을 이용할 수도 있다.

도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 재난지역 UE 들이 인프라 네트워크에  
10 접속하는 상황을 예시하는 도면이다.

도 28을 참조하면, eNB-PS(enhanced-Node B of Public Safety Network)는 재난지역의 붕괴된 기지국을 나타내고, eNB-NPS(eNB of Non-Public Safety Network)는 eNB-PS가 정상적으로 동작하지 못하는 상황을 감지한 주변 기지국을 나타낸다.

15 재난상황이 발생하여 eNB가 붕괴된 경우, 인접 셀의 eNB(즉, eNB-NPS 1, eNB-NPS 2)들은 이와 같은 상황을 감지하여 자신의 셀에 소속된 UE 들 중에서 UE discovery에 적합한 UE들에게 D2D discovery 신호를 전송하기 위한 자원(예를 들어, 자원 풀)을 할당한 후 재난지역 UE들을 대상으로 UE discovery를 진행하도록 허가(또는 명령)한다. D2D discovery 신호를  
20 전송하기 위한 자원은 사전에 혹은 실시간(즉, discovery 진행을 허가할 때) 할당할 수 있다.

커버리지 밖의 UE들은 커버리지 내 UE가 전송하는 discovery 신호를

감지(즉, 수신)하고, 수신한 discovery 신호를 통해 주변의 D2D 통신이 가능한 UE의 정보(예를 들어, UE ID(Identifier)) 및 D2D 신호 전송 자원 등에 대한 정보를 수신할 수 있다.

이러한 일련의 과정에서 커버리지 밖, 커버리지 경계 및 커버리지 내에 존재하는 다수의 D2D UE 간의 자원 충돌 및 커버리지 내 WAN(Wide Area Network) UE을 보호하기 위한 제약 등으로 인해서 D2D 전송 환경이 열악해 질 수 있는 상황에서 UE 간 자원 충돌을 최소화하고 가능한 배터리 소모를 최소화 하기 위한 UE 인지 방법이 필요하다.

다수의 재난지역 UE들은 주변 기지국을 검색하여 접속을 시도하거나 주변 기지국 검색이 불가능한 UE는 주변 D2D UE의 신호를 검색하여 여러 D2D 중계기능을 사용하여 홉(hop)을 거쳐 커버리지 내 D2D 중계 UE에 연결될 수 있다. 이러한 과정에서 무분별한 신호 전송이 발생할 수도 있으며 이로 인해서 D2D UE 간 혹은 셀룰러 자원 간 자원 충돌 및 자원의 비효율적인 사용 문제가 발생할 수 있다. 따라서 전체 UE 관점에서 또는 개인 UE 관점에서 상호 주고 받는데 사용되는 불필요한 신호를 최소화하여 시스템 운영을 최적화하는 것이 바람직하다.

도 29는 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

본 발명에서는 재난지역의 붕괴된 기지국인 eNB-PS (enhanced-Node B of Public Safety Network)가 정상적으로 동작하지 못하는 상황을 감지한 주변 기지국인 eNB-NPS (eNB of Non-Public Safety Network)의 소속 UE로부터 discovery 신호 및 D2D 신호 전송에 필요한 자원 풀(Resource

Pool) 을 수신하는 모델을 고려한다.

재난지역의 UE들이 인접 셀의 UE가 전송하는 discovery 신호를 수신하고 응답하는 과정에 무분별한 신호 전송이 발생될 것으로 예상되며, 이로 인한 자원 충돌 및 자원의 비효율적인 사용문제가 불가피할 것으로 예상된다.

5 이에 따라, 본 발명에서는 응답지연 기반의 D2D UE의 D2D 신호 전송 및 discovery 방법을 활용하여 UE들의 불필요한 신호 전송을 최소화하여 자원 충돌을 감소하고자 한다.

본 발명에서 제안하는 방식에서 discovery 신호를 전송하는 UE은 discovery 주기(Period) 동안 한번만 신호를 전송하고 나머지 시간 동안은  
10 수신 모드를 유지한다.

그리고, discovery 신호를 수신한 UE들은 사전에 지정된 고정 시간에 응답을 하는 대신에 각 UE들의 수신 SINR(Signal-to-Interference plus Noise Ratio) (또는 SNR(Signal-to-Noise Ratio, RSRP(Reference  
15 Signal Receive Power), RSRQ(Reference Signal Received Quality), RSSI(Received Signal Strength Indicator) 등)의 크기에 기반하여 일정 시간 동안 대기하고 있다가 응답 신호를 전송한다.

즉, discovery 신호 수신 후 수신 SINR에 따라서 응답 지연 시간이 결정되고 이 응답 지연 시간이 종료되면 응답 신호를 전송하게 된다. 여기서, 응답 지연 시간은 수신 SINR에 반비례하게 결정될 수 있다.

20 예를 들어, SINR이 클수록 discovery 신호 전송 단말에 근접하여 위치할 확률이 높아 이러한 UE 일수록 적은 응답 지연 시간이 결정되고, SINR이 작을수록 discovery 신호 전송 단말에 멀리 위치할 확률이 높아 이러한 UE

일수록 큰 응답 지연 시간이 결정될 수 있다.

수학식 16은 응답 지연 시간을 결정하는 일례를 나타낸다.

【수학식 16】

$$\text{Response\_delay} = \frac{\beta_D}{\beta_D + \text{SNR}} \cdot \text{discovery\_period};$$

5 수학식 16에서  $\beta_D$  는 D2D 타겟(target) SINR/SNR을 나타낸다. 타겟(target) SINR/SNR 값은 미리 설정되어 있을 수 있다.

여기서, discovery 신호는 UE ID 및/또는 discovery 주기 등 discovery에 필요한 정보들을 포함하고, 응답 신호는 UE ID를 포함한다. 각 UE들은 자신과 D2D 통신이 가능한 주변 UE들을 수신한 discovery 신호 또는  
10 응답 신호에 포함되어 전송되는 UE ID를 통해 식별 가능하다.

도 30은 본 발명의 일 실시예에 따른 D2D UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

도 30은 지연 응답(delayed response)의 특징을 명확하게 설명하기 위해서 전송 신호(즉, discovery 신호 또는 응답 신호)가 전달되는 절대적인  
15 및 상대적인 전파 지연(propagation delay) 시간을 일부 확대하여 도시하였다. 즉, 같은 그림에 전파 지연(propagation delay)과 응답 지연(response delay)을 동시에 도시하였기에, 전파 지연 상대 시간 간격과 SINR에 따른 지연 응답 상대 시간은 서로 다른 스케일(scale)을 적용해서 이해하여야 한다.

20 본 발명에서는 동기적(synchronous) D2D 단말 탐색을 가정한다. 즉, 모든 UE는 discovery 신호를 전송하면서 또한 근접한 UE로부터 전송되는

discovery 신호를 수신한다. 또한, 재난지역에 인접하여 있는 셀의 eNB는 백홀을 통해 재난상황을 감지할 수 있다고 가정한다.

도 30의 예시를 기반으로 제안하는 응답지연 기반의 단말탐색 절차를 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

5        1) 재난지역에 인접하여 백홀을 통해 재난상황을 감지한 셀의 eNB는 해당 셀 내에 소속된 UE들 중에서 재난상황에 근접하고 중계를 하기에 적합한 UE인 UE1-NPS를 선택하여 D2D discovery 신호 전송을 위해 필요한 자원 풀(Resource Pool)을 할당한 후, UE discovery를 진행하도록 한다.

여기서, 기지국은 자원 풀을 할당함으로써 UE discovery 진행을  
10        암묵적으로 지시할 수 있으며, 자원 풀과 함께 UE discovery 진행을 위한 지시자를 통해 명시적으로 지시할 수 있다.

2) eNB로부터 자원 풀을 할당 받은 UE1-NPS는 재난지역의 UE들을 향해 discovery 신호(3001)를 전송한 후 discovery 주기(3006)가 종료되기까지 남은 시간 동안 수신 모드를 유지한다.

15        또한, 재난 지역에 위치하는 UE들(즉, UE2-PS, UE3-PS, UE4-PS)은 재난상황으로 인하여 자신이 속한 eNB-PS와의 연결이 끊어지게 되면, 인접한 셀에 위치하는 UE로부터 discovery 신호를 수신하기 위하여 수신 모드를 유지한다.

여기서, discovery 신호(3001)는 UE ID를 포함한다.

20        또한, discovery 신호(3001)는 discovery 주기(3006) 정보를 포함할 수 있다. 각 셀 별로 discovery 주기(3006)가 동기화되어 있지 않은 경우, 재난지역 셀에 속한 UE들과 재난지역에 인접한 셀에 속한 UE 간에 discovery

주기(3006)의 동기를 맞추기 위하여 discovery 신호(3001)는 discovery  
주기(3006) 정보를 포함할 수 있다.

또한, discovery 신호(3001)는 discovery 주기(3006) 정보를  
포함하지 않을 수도 있다. 각 셀 별로 discovery 주기(3006)가 동기화되어  
5 있는 경우에 각 UE들은 자신이 속한 셀의 기지국으로부터 discovery  
주기(3006) 정보를 수신할 수 있다. 이 경우, discovery 주기(3006)는  
시스템 정보(예를 들어, MIB(Master Information Block) 또는  
SIB(System Information Block))를 통해 전송될 수 있다.

3) discovery 신호를 재난지역의 UE2-PS, UE3-PS, UE4-PS는 바로  
10 응답을 전송하는 대신에, 수신 SINR의 크기에 따라 결정된 부동한(가변적인)  
응답 지연(3007) 값을 가지고, 해당 응답 지연(3007) 시간 동안 대기한다. 즉,  
수신 SINR이 높은 UE들은 낮은 SINR을 갖는 UE들보다 상대적으로 짧은  
응답지연(3007)을 갖게 된다.

여기서, 응답 지연(3007)을 결정하기 위하여 discovery 신호를 전송한  
15 UE(즉, UE1-NPS)로부터의 신호의 세기, 신호 품질, 경로 손실 등과 같은  
파라미터 등을 사용할 수 있다. 이때, 응답 지연(3007)을 결정하기 위하여  
UE1-NPS)가 참조 신호(reference signal)를 전송하는 경우는 참조 신호의  
세기 또는 품질이 그 기준이 될 수 있다.

4) 그리고, 재난지역의 각 UE들(즉, UE2-PS, UE3-PS, UE4-PS)는  
20 결정된 응답 지연(3007) 시간이 종료하면, UE1-NPS로부터 수신한 discovery  
신호에 대한 응답 신호(3002)를 전송한다.

도 30에서는 UE2-PS가 상대적으로 높은 수신 SINR을 가지기 때문에,



다른 UE들(즉, UE2-PS, UE3-PS)에 비해 짧은 응답 지연(3007)을 가지므로 UE1-NPS로부터 수신한 discovery 신호에 가장 먼저 응답하게 된다. 그리고, UE1-NPS는 해당 응답 신호(3002)을 감지하여 UE2-PS의 존재를 알게 된다.

5 UE3-PS와 UE4-PS도 각각의 응답 지연(3007)이 종료되면 순차적으로 UE1-NPS에 응답 신호(3002)를 전송하며 해당 응답 신호(3002)을 감지한 UE1-NPS는 UE3-PS와 UE4-PS의 존재를 성공적으로 확인하며, discovery 주기(3006)가 종료하게 된다.

이때, 결정된 응답 지연(3007)이 discovery 주기(3006)에 비하여 긴 경우, 응답 신호(3002)를 전송하지 못한 채 discovery 주기(3006)이 10 종료하게 되므로 UE1-NPS는 존재를 확인할 수 없다. 도 30에서 UE5-PS는 상대적으로 긴 응답 지연(3007)이 결정되어 UE1-NPS에 의해 탐색되지 못한다.

5) 성공적으로 단말 discovery를 마친 UE1-NPS는 다음 discovery 주기 동안에 discovery 신호를 전송할 UE를 선택하여, discovery 신호를 전송하기 위한 자원 풀을 전달(forwarding)한다.

15 다음과 같이 3가지 기법을 고려하여 discovery 신호를 전송할 UE를 선택할 수 있다.

기법 1) 가장 짧은 응답 지연(3007)을 가지며 discovery 신호(3001)에 대하여 제일 먼저 응답 신호(3002)를 전송한 UE를 선택할 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.

20 도 31은 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

도 30 및 도 31을 참조하면, UE2-PS가 상대적으로 높은 수신 SINR을

가지기 때문에 다른 UE들(즉, UE3-PS, UE4-PS)에 비해 짧은 응답 지연(3007)을 가지며, UE1-NPS의 discovery 신호에 가장 먼저 응답 신호(3002)를 전송한다. UE1-NPS는 가장 먼저 응답 신호(3002)를 전송한 UE2-PS를 선택하여 자원 풀을 전달한 후 다음 discovery 주기 동안에 UE  
5 discovery을 진행하도록 한다.

UE1-NPS는 UE2-PS에게 자원 풀 정보로써, 자원 풀에 속한 서브프레임 풀 및/또는 자원 블록 풀에 대한 정보를 전송할 수 있다. 서브프레임 풀 및/또는 자원 블록 풀은 비트맵으로 지시되거나 시작/종료 서브프레임/자원 블록 인덱스로 지시될 수도 있다.

10 기법 2) 가장 긴 응답지연(3007)을 가지며 discovery 신호(3001)에 제일 늦게 응답하는 UE를 선택할 수 있다. 이에 대하여 아래 도면을 참조하여 설명한다.

도 32는 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

15 도 30 및 도 32를 참조하면, UE4-PS가 상대적으로 응답 신호를 전송한 다른 UE들(즉, UE2-PS, UE3-PS)에 비하여 낮은 수신 SINR을 가지기 때문에 다른 UE들에 비해 짧은 응답 지연(3007)을 가지며, UE1-NPS의 discovery 신호에 제일 늦게 응답 신호(3002)를 전송한다. UE1-NPS는 가장 늦게 응답 신호(3002)를 UE4-PS를 선택하여 자원 풀을 전달한 후 다음 discovery 주기  
20 동안에 UE discovery을 진행하도록 한다.

기법 3) discovery 신호(3001)에 대하여 응답 신호(3002)를 전송한 UE들 중에서 임의로(Random) 선택할 수 있다.

UE1-NPS가 UE3-PS를 임의로 선택하고, 자원 풀 정보를 전송하였다고 가정한다.

UE1-NPS는 응답 신호(3002)를 전송한 UE2-PS, UE3-PS, UE4-PS 중에서 임의로 한 UE를 선택하여 자원 풀을 전달한 후 다음 discovery 주기 동안에 UE discovery를 진행하도록 한다.

6) 자원 풀을 수신한 재난지역의 UE는 자원 풀에서 사용 가능한 자원을 임의로 선택하여 UE discovery를 수행한다.

즉, 앞서 도 31의 예시에서, UE1-NPS로부터 자원 풀 정보를 수신한 UE2-PS는 자원 풀에서 임의로 선택한 자원에서 discovery 신호(3003)를 주변 UE들을 향해 전송한다. 또한, 앞서 도 32의 예시에서 UE1-NPS로부터 자원 풀 정보를 수신한 UE4-PS는 자원 풀에서 임의로 선택한 자원에서 discovery 신호(3004)를 주변 UE들을 향해 전송한다. 또한, 앞서 예시에서 임의로 선택된 UE3-PS는 UE1-NPS로 자원 풀 정보를 수신하고, 자원 풀에서 임의로 선택한 자원에서 discovery 신호(3005)를 주변 UE들을 향해 전송한다.

이미 주변 UE의 존재를 확인한 UE들은 더 이상 discovery 신호에 응답하지 않으며, discovery 신호를 처음 수신하게 되는 단말들만 응답하게 된다. 본 발명에서 제안하는 UE discovery는 재난지역의 UE들 중에서 더 이상 discovery 신호를 전송할 수 있는 UE이 없을 때까지 반복하여 수행한다.

UE1-NPS가 다음 discovery 주기에 UE discovery를 진행하는 UE를 선택하는 기법과, 선택된 UE가 다시 그 다음 discovery 주기에 UE discovery를 진행하는 UE를 선택하는 기법은 각 UE 별로 독립적으로 결정될 수 있다. 예를 들어, UE1-NPS는 다음 discovery 주기에 UE discovery를

진행하는 UE로서 가장 먼저 응답 신호를 전송한 UE를 선택하고, 선택된 UE는 그 다음 discovery 주기에 UE discovery를 진행하는 UE로서 임의의 UE를 선택할 수 있다.

한편, UE1-NPS가 다음 discovery 주기에 UE discovery를 진행하는 UE를 선택하지 않고, 암묵적으로 다음 discovery 주기에 UE discovery를 진행하는 UE가 선택될 수도 있다.

보다 구체적으로 살펴보면, 도 30의 예시에서 UE2-PS가 가장 높은 SINR을 갖고 있기 때문에 UE3-PS, UE4-PS에 비해 짧은 응답 지연을 갖게 됨에 따라 UE1-NPS의 discovery 신호에 먼저 응답한다. 이때, 수신 모드를 유지하고 있던 UE3-PS과 UE4-PS도 UE2-PS가 UE1-NPS에게 전송한 응답신호를 듣게 된다.

UE3-PS, UE4-PS는 UE1-NPS의 discovery 신호에 응답하려던 것을 포기하고 대신 UE2-PS에게 응답 신호를 보낸다. UE2-PS로부터 응답 신호를 수신한 후 계속 수신 모드를 유지하고 있던 UE1-NPS은 UE3-PS과 UE4-PS가 UE2-PS에게 전송한 응답 신호를 듣게 되고 이들의 존재여부도 확인하게 된다.

따라서 UE1-NPS은 UE2-PS, UE3-PS, UE4-PS를 성공적으로 탐색하고, UE2-PS는 UE1-NPS, UE3-PS, UE4-PS의 존재를 확인하며 성공적으로 discovery 주기의 UE discovery 과정을 마친다.

UE1-NPS은 성공적으로 UE discovery 을 종료하였으므로 UE1-NPS 이외의 주변 UE들을 성공적으로 탐색한 UE2-PS가 다음 discovery 주기에서 UE discovery을 진행한다. 즉, 가장 빨리 응답 신호를 전송한 UE가 다음 discovery 주기에서 UE discovery을 진행한다.

discovery 신호와 응답 신호는 UE ID를 포함하고 있기 때문에 UE2-PS의 discovery 신호를 수신한 UE 중에서 UE1-NPS, UE3-PS, UE4-PS는 이미 UE2-PS의 존재를 확인하였기 때문에 더 이상 응답 신호를 전송하지 않고 discovery 신호를 처음 수신하게 되는 UE5-PS 외 재난지역의 UE들은 주변의 D2D 통신이 가능한 UE들을 탐색한다. 이러한 과정을 반복하면서 재난지역의 셀 중심에 위치한 UE을 찾을 때까지 discovery를 계속 진행하여 외부 인프라 네트워크에 접속하기 위한 멀티 홉(multi-hop) 링크를 형성할 수 있다.

본 발명에서 제안하는 UE discovery 방법에서 UE discovery와 D2D 직접 통신이 동일한 자원을 사용한다고 가정한다. 따라서, 주변에 D2D 통신이 가능한 UE의 정보 및 해당 단말과 통신하려면 사용해야 되는 자원 정보도 함께 제공 가능하다.

따라서 재난지역 단말들의 D2D 신호 전송을 위해 필요한 자원을 별도로 할당하지 않아도 되는 장점을 갖고 있다.

도 33은 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery와 동시에 자원을 할당하는 방법을 예시한다.

도 33을 참조하면, 재난지역에 인접하여 재난상황을 감지한 셀의 eNB가 재난지역에 위치하는 UE들을 discovery하기 위하여 할당한 자원 풀을 UE1-NPS 내지 UEn-PS라고 가정한다.

또한, 재난지역에 인접하여 재난상황을 감지한 셀의 eNB의 셀 내에 속한 UE1-NPS은 discovery 신호를 전송하고, 그에 대한 응답 신호를 수신하여 discovery한 UE들을 UE2-PS, UE3-PS, UE4-PS라고 가정한다.

그리고, 재난지역에 인접하여 재난상황을 감지한 셀의 eNB의 셀 내에 속한

UE1-NPS은 다음 discovery 주기에서 주변 UE들을 discovery하는 UE로서 UE2-PS를 선택하였다고 가정하고, UE2-PS는 그 다음 discovery 주기에서 주변 UE들을 discovery 하는 UE로서 UE5-PS를 선택하였다고 가정한다.

재난지역에 인접하여 재난상황을 감지한 셀의 eNB의 셀 내에 속한 UE1-NPS은 자원 풀 내에서 임의로 선택한 UE1-NPS 자원(RB 1)(3301)를 선택하여 discovery 메시지를 전송한다. 그리고, UE1-NPS은 자신이 discovery한 UE2-PS, UE3-PS, UE4-PS와 D2D 직접 통신을 수행하기 위하여 discovery 메시지를 전송한 자원(3301)을 동일하게 사용할 수 있다. 즉, 동일한 discovery 주기 내에서는 해당 주파수 영역(예를 들어, RB)은 UE1-NPS가 D2D 직접 통신을 위해 사용할 수 있다.

그리고, UE1-NPS에 의해 주변의 UE를 discovery 하기 위하여 선택된 UE들인 UE2-PS와 UE5-PS는 각각 자신이 discovery 신호 전송을 위해 사용하였던 자원(즉, RB 1(3302), RB 2(3303))을 D2D 직접 통신을 위해 사용할 수 있다.

따라서, 예를 들어, UE2-PS는 각각 RB 1(3301), RB 3(3303)을 사용하여 UE1-NPS와 UE5-PS가 전송하는 신호를 수신한다. 또한, discovery 신호를 수신하기만 하는 UE인 UE4-PS는 D2D 직접 통신이 가능한 근접 UE인 UE1-NPS가 discovery 신호를 전송할 때 사용하였던 자원인 RB 1(3301)을 사용하여 UE1-NPS와 D2D 직접 통신을 통해 정보를 교환하게 된다.

도 34는 본 발명의 일 실시예에 따른 UE discovery 방법을 예시하는 도면이다.

도 34에서 재난지역에 인접하여 백홀을 통해 재난상황을 감지한 셀의

eNB가 해당 셀 내에 소속된 UE들 중에서 재난상황에 근접하고 중계를 하기에 적합하여 UE discovery를 수행하도록 UE 1을 선택하였다고 가정한다. 그리고, 재난지역의 UE들을 UE 2 내지 UE n으로 가정한다.

도 34를 참조하면, UE 1은 재난지역의 UE들(즉, UE 2 내지 UE n)을  
5 향해 discovery 신호를 전송한다(S3401).

UE 1은 기지국으로부터 D2D discovery 신호 전송을 위해 필요한 자원 풀(Resource Pool)을 할당 받고, 할당 받은 자원 풀 내에서 임의로 선택한 자원에서 D2D discovery 신호를 전송할 수 있다.

여기서, discovery 신호는 UE ID 및/또는 discovery 주기 정보를  
10 포함할 수 있다.

그리고, discovery 신호를 전송한 UE 1은 수신 모드로 전환하고, discovery 주기가 종료되기까지 남은 시간 동안 수신 모드를 유지한다.

한편, 재난 지역에 위치하는 UE들(즉, UE 2 내지 UE n)은 자신이 속한 eNB와의 연결이 끊어지게 되면, 인접한 셀에 위치하는 UE로부터 discovery  
15 신호를 수신하기 위하여 수신 모드를 유지한다.

UE 1로부터 discovery 신호를 수신한 UE 2 내지 UE n은 수신 SINR을 기반으로 응답 지연(response delay) 시간을 결정한다(S3402).

여기서, 수신 SINR은 수신된 discovery 신호를 이용하여 도출될 수도 있으나, UE 1이 참조 신호를 전송하는 경우, 참조 신호를 기반으로 도출될 수도  
20 있다.

또한, 수신 SINR이 높은 UE들은 낮은 SINR을 갖는 UE들보다 상대적으로 짧은 응답 지연을 갖게 된다. 즉, 응답 지연 시간은 수신 SINR과 반비례하게

결정된다.

그리고, UE 2 내지 UE n은 해당 응답 지연 시간 동안 대기한다.

UE 2 내지 UE n은 각각 계산한 응답 지연이 종료하면 응답 신호를 전송한다(S3403). 즉, 각각의 UE들은 독립적으로 자신이 계산한 응답 지연 시간을 가지게 되고, 자신이 가지는 응답 지연 시간이 종료하면 응답 신호를 전송한다.

그리고, 응답 신호를 전송한 UE 2 내지 UE n은 수신 모드로 전환하고, discovery 주기가 종료되기까지 남은 시간 동안 수신 모드를 유지한다.

UE 2 내지 UE n로부터 응답 신호를 수신한 UE 1은 응답 신호를 전송한 UE 중에서 다음 discovery 주기에서 UE discovery 과정을 수행할 UE를 선택한다(S3404). 즉, UE 1은 다음 discovery 주기에서 discovery 신호를 전송할 UE를 선택한다.

여기서, UE 1은 앞서 설명한 3가지의 기법 중 어느 하나의 기법을 이용하여 다음 discovery 주기에서 UE discovery 과정을 수행할 UE를 선택할 수 있다. 즉, UE 1은 제일 먼저 응답 신호를 전송한 UE를 선택하거나 제일 늦게 응답 신호를 전송한 UE를 선택하거나 임의의 UE를 선택할 수 있다.

도 34에서는 UE 1이 다음 discovery 주기에서 UE discovery 과정을 수행할 UE로서 UE 2를 선택하였다고 가정한다.

UE 1은 선택한 UE 2에게 자원 풀 정보를 전송한다(S3405).

이후, 자원 풀을 수신한 재난지역의 UE(즉, UE 2)는 자원 풀에서 사용할 가능한 자원을 임의로 선택하여 UE discovery를 수행한다. 이러한 UE discovery 과정은 재난 지역에 위치하는 모든 UE를 discovery할 때까지



반복적으로 수행된다.

도 35는 기존의 UE discovery 방법과 본 발명에서 제안하는 UE discovery 방법의 차이를 예시하는 도면이다.

도 35(a)는 기존의 UE discovery 방식을 예시하는 도면이고, 도 5 35(b)는 본 발명에서 제안하는 UE discovery 방식을 예시하는 도면이다.

도 35를 참조하면, 기존의 UE discovery는 discovery 신호에만 응답하는 방식이었지만, 본 발명에서 제안하고자 하는 UE discovery 방법은 discovery 신호를 수신한 UE들이 자신의 SNIR 등에 기반하여 일정 시간 동안 수신 모드로 대기하고 있다가 순차적으로 응답 신호를 전송함으로써 UE들 간의 10 자원 충돌을 감소하는 효과를 얻을 수 있다.

또한, 수신 모드 동안에 타 UE가 전송하는 응답신호를 듣고, 그에 대한 응답 신호를 전송함으로써, 기존의 UE discovery과 비교하였을 때, 도 35(b)와 같이 UE2-UE3, UE2-UE4 사이의 링크를 추가적으로 형성할 수 있다.

본 발명에서 제안하는 응답 지연(response delay) 기반의 D2D UE 15 discovery 기법의 UE discovery 성능과 인프라 접속 성능을 아래 표 6과 같은 환경에서 모의 실험을 통해 검증하였다.

【표 6】

파라미터 (parameter)	값 (value)
기지국/셀 간 거리 (ISD: Inter-Site Distance)	500 m
eNB 개수 (Number of eNBs)	1 for NPS (100% 이네이블 (enabled)) 1 for PS (0% 이네이블 (enabled))
UE 개수 (Number of UEs)	NPS의 경우 75 UE들, PS의 경우 25 UE들
UE 분포 (UE distribution)	NPS: 균등 (Uniform) (전체 셀) PS: 균등 (Uniform) (NPS에 근접한 셀의 1/6)

UE 간 최소 거리 (Minimum distance between UEs)	20 m
경로 손실 모델 (Path loss model (D2D))	$148.1 + 40\log_{10}(d \text{ [km]})$
음영 감쇄 (Shadow fading)	7 dB log-normal
열잡음 전력 스펙트럼 밀도 (Thermal noise PSD (power spectral density))	- 174 dBm/Hz
모든 UE에서 잡음 지수 (Noise figure at all UEs)	9 dB
채널 대역폭	180 kHz
자원 할당	임의로 UE 당 1 PRB
UE 전송 파워	23 dBm
목표 SINR (Target SINR)	10 dB
Discovery 주기	8 s
비콘 (discovery 신호) 전송/수신 시간 (Beacon transmission/reception time)	0.5 ms

표 6의 환경 하에서, 본 발명에서 제안하는 응답지연 기반 UE discovery 기법의 discovery 성능을 검증하기 위해, UE discovery이 종료될 때까지 전체 discovery 주기 동안에 discovery 신호를 전송한 횟수 (홉(Hop) 개수) 및 eNB가 붕괴된 재난지역의 가장 중심에 위치한 UE를 성공적으로 탐색한 횟수를 도출하였다.

도 36은 본 발명의 일 실시예 따른 응답지연 기반 UE discovery의 UE discovery 성능을 모의 실험한 결과를 예시한다.

도 36에서 가로축은 본 발명에서 제안하는 3가지 기법(기법 1, 기법 2, 기법 3)을 나타내며, 세로 축은 수(홉 수 또는 discovery한 UE 수)를 나타낸다.

앞서 설명한 기법 1(Scheme 1): 가장 짧은 응답지연을 갖는 UE를  
 선택하여 UE discovery 진행, (2) Scheme 2: 가장 긴 응답지연을 갖는  
 UE를 선택하여 UE discovery 진행, (3) Scheme 3: 응답을 전송한 UE들  
 중에서 임의로 선택하여 UE discovery 을 진행하는 3가지 부동한 경우에 대한  
 5 성능 비교를 진행하였다.

본 모의 실험에서 각 기법 별로 UE discovery가 종료될 때까지 전체  
 discovery 주기 동안에 discovery 신호를 전송한 횟수 (홉(Hop) 개수) (The  
 Average Hop Number, 3601))와 eNB가 붕괴된 재난지역의 가장 중심에  
 위치한 UE를 성공적으로 탐색한 횟수(Average Number of Inner-most UE  
 10 Discovered (x 100), 3602)를 도출하였다.

본 모의 실험에서 도출한 결과는 제안하는 discovery 기법을 서로 다른  
 UE 드롭(Drop) 환경에서 1000번 실행한 후 얻은 평균값이다.

도 36을 참조하면, UE discovery가 상대적으로 길게 지속되고 재난지역  
 셀의 가장 중심에 위치한 UE를 성공적으로 탐색한 횟수가 많은 기법 2가  
 15 네트워크 커버리지 측면에서 가장 좋은 성능을 나타내는 것을 알 수 있다.

또한, 제안 기법의 인프라 접속 성능을 검증하기 위해 전체 discovery  
 주기 동안에 discovery 된 재난지역의 UE들이 SINR 임계치(Threshold)를  
 만족하는 양방향 링크 형성 여부에 대한 실험을 진행하였다.

도 37은 본 발명의 일 실시예 따른 응답지연 기반 UE discovery 방법의  
 20 인프라 접속 성능을 모의 실험한 결과를 예시한다.

도 37에서 가로축은 본 발명에서 제안하는 3가지 기법(기법 1, 기법 2,  
 기법 3)을 나타내며, 세로 축은 UE들의 수를 나타낸다.

앞서 설명한 기법 1(Scheme 1), Scheme 2, Scheme 3 중에서 임의로 선택하여 UE discovery 을 진행하는 3가지 부동한 경우에 대한 성능 비교를 진행하였다.

재난지역의 단말들이 인접 인프라에 성공적으로 접속하려면, (1) 인프라  
5 접속을 위해 중추와도 같은 역할을 하는 discovery 신호를 전송한 UE들이 서로의 discovery 신호를 수신하였을 때의 SINR이 임계치를 만족하고, (2) discovery 신호를 수신하기만 한 UE가 응답 신호를 전송하였을 때 discovery 신호 전송 단말이 갖는 SINR이 임계치를 만족해야 한다.

본 모의 실험에서 각 기법 별로 discovery 된 UE들의 평균 개수(The  
10 Average Number of Discovered UEs) (3701)와 네트워크에 액세스한 UE들의 평균 개수(The Average Number of Network Access UEs) (3702)를 도출하였다.

본 모의 실험에서 도출한 결과는 제안하는 discovery 기법을 서로 다른 UE 드롭(Drop) 환경에서 1000번 실행한 후 얻은 평균 값이다.

15 도 37을 참조하면, 3가지 기법 경우 모두 거의 동일한 개수의 UE들이 인프라에 성공적으로 접속 가능하며, 이때, 앞서 도 35의 예시와 같이 다른 기법들에 비해 discovery한 UE의 개수가 많은 기법 2의 경우, discovery 된 UE의 개수가 다른 2가지 기법 경우보다 많은데 비해 인프라에 접속한 단말의 개수는 거의 동일하게 나타나므로 인프라 접속 확률은 조금 낮게 나타나게 된다.

20 요약하면, 본 발명에서는 discovery 신호를 수신한 재난지역의 UE들이 discovery 신호를 감지하고 응답 신호를 전송하는 과정에 발생하는 무분별한 신호 전송으로 인해 자원 충돌이 불가피하게 되고 자원이 비효율적으로 사용되는

문제점을 해결하는 방안으로 응답지연에 기반한 D2D 단말탐색 기법을 제안하였다.

재난지역의 UE들 중 discovery 신호를 전송할 UE를 선택하는 과정에서 3가지 단말 선택 방법을 고려하였으며 네트워크 커버리지 측면과 네트워크 접속  
 5 측면에서의 평균 성능을 비교하였다. 가장 늦게 응답 신호를 전송하는 UE를 선택하여 탐색을 진행하게 하면 탐색한 UE의 개수가 가장 많아 다른 2가지 기법의 경우보다 네트워크 커버리지 성능이 좋게 나타나며, 네트워크에 성공적으로 접속하는 평균 UE의 개수는 3가지 경우 모두 비슷한 성능을 나타냄을 확인하였다.

10

#### 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반

도 38은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

도 38을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(eNB) (3810)과  
 15 기지국(3810) 영역 내에 위치한 다수의 단말(UE) (3820)을 포함한다.

기지국(3810)은 프로세서(processor, 3811), 메모리(memory, 3812) 및 RF부(radio frequency unit, 3813)을 포함한다. 프로세서(3811)는 앞서 도 1 내지 도 37에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(3811)에 의해 구현될 수 있다.  
 20 메모리(3812)는 프로세서(3811)와 연결되어, 프로세서(3811)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(3813)는 프로세서(3811)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

단말(3820)은 프로세서(3821), 메모리(3822) 및 RF부(3823)을 포함한다. 프로세서(3821)는 앞서 도 1 내지 도 37에서 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(3821)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(3822)는 프로세서(3821)와  
 5 연결되어, 프로세서(3821)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(3823)는 프로세서(3821)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

메모리(3812, 3822)는 프로세서(3811, 3821) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(3811, 3821)와 연결될 수 있다.  
 10 또한, 기지국(3810) 및/또는 단말(3820)은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.

이상에서 설명된 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들이 소정 형태로 결합된 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려되어야 한다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나  
 15 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지  
 20 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어,

펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다.  
 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 하나 또는 그 이상의  
 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital  
 signal processors), DSPDs(digital signal processing devices),  
 5 PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable  
 gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서  
 등에 의해 구현될 수 있다.

펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예는 이상에서  
 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수  
 10 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다.  
 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한  
 수단으로 인해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

본 발명은 본 발명의 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한  
 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 따라서, 상술한 상세한 설명은  
 15 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니 되고 예시적인 것으로 고려되어야  
 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고,  
 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다.

#### 【산업상 이용가능성】

본 발명의 무선 통신 시스템에서 D2D 통신에서의 단말 탐색 방안은 3GPP  
 20 LTE/LTE-A 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 3GPP LTE/LTE-A  
 시스템 이외에도 다양한 무선 통신 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

## 【청구의 범위】

## 【청구항 1】

D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말을 탐색(discovery) 하는 방법에 있어서,

5 단말이 디스커버리 신호를 전송하는 단계;

상기 단말이 다른 단말로부터 상기 디스커버리 신호에 대한 응답으로 응답 신호를 수신하는 단계를 포함하고,

상기 응답 신호는 상기 다른 단말에 의해 수신 SINR(Signal-to-Interference Noise Ratio)을 기반으로 결정된 응답 지연(response delay) 시간이 종료하면 전송되는 단말 탐색 방법.

10

## 【청구항 2】

제1항에 있어서,

상기 응답 지연 시간은 상기 수신 SINR과 반비례하게 결정되는 단말 탐색 방법.

## 15 【청구항 3】

제1항에 있어서,

상기 단말이 상기 응답 신호를 전송한 단말 중에서 다음 디스커버리 주기에서 단말 디스커버리 과정을 수행할 단말을 선택하는 단계; 및

상기 단말이 상기 디스커버리 메시지 전송을 위한 자원 풀의 정보를 상기 선택한 단말에게 전송하는 단계를 더 포함하는 단말 탐색 방법.

20

## 【청구항 4】

제3항에 있어서,



상기 다음 디스커버리 주기에서 단말 디스커버리 과정을 수행할 단말은  
상기 응답 신호를 가장 먼저 전송한 단말로 선택되는 단말 탐색 방법.

**【청구항 5】**

제3항에 있어서,

- 5        상기 다음 디스커버리 주기에서 단말 디스커버리 과정을 수행할 단말은  
상기 응답 신호를 가장 늦게 전송한 단말로 선택되는 단말 탐색 방법.

**【청구항 6】**

제3항에 있어서,

- 10        상기 다음 디스커버리 주기에서 단말 디스커버리 과정을 수행할 단말은  
임의로 선택되는 단말 탐색 방법.

**【청구항 7】**

제1항에 있어서,

상기 디스커버리 신호는 단말 식별자(Identifier) 및/또는 디스커버리  
주기 정보를 포함하는 단말 탐색 방법.

15        **【청구항 8】**

제1항에 있어서,

상기 단말은 상기 디스커버리 신호를 전송한 후, 수신 모드로 전환하는  
단계를 더 포함하는 단말 탐색 방법.

**【청구항 9】**

- 20        D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말을  
탐색(discovery)하는 방법에 있어서,

단말이 디스커버리 신호를 수신하는 단계;

상기 단말이 수신 SINR(Signal-to-Interference Noise Ratio)을 기반으로 응답 지연(response delay) 시간을 결정하는 단계; 및

상기 단말이 상기 응답 지연 시간이 종료하면 상기 디스커버리 신호에 대한 응답으로 응답 신호를 전송하는 단계를 포함하는 단말 탐색 방법.

5    **【청구항 10】**

제9항에 있어서,

상기 응답 지연 시간은 상기 수신 SINR과 반비례하게 결정되는 단말 탐색 방법.

**【청구항 11】**

10    제9항에 있어서,

상기 수신 SINR은 상기 디스커버리 신호 또는 상기 디스커버리 신호를 전송한 단말로부터 전송된 참조 신호(reference signal)을 기반으로 도출되는 단말 탐색 방법.

**【청구항 12】**

15    D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말을 탐색(discovery)하는 단말에 있어서,

무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및

프로세서를 포함하고,

상기 프로세서는 디스커버리 신호를 전송하고,

20    다른 단말로부터 상기 디스커버리 신호에 대한 응답으로 응답 신호를 수신하도록 구성되고,

상기 응답 신호는 상기 다른 단말에 의해 수신 SINR(Signal-to-

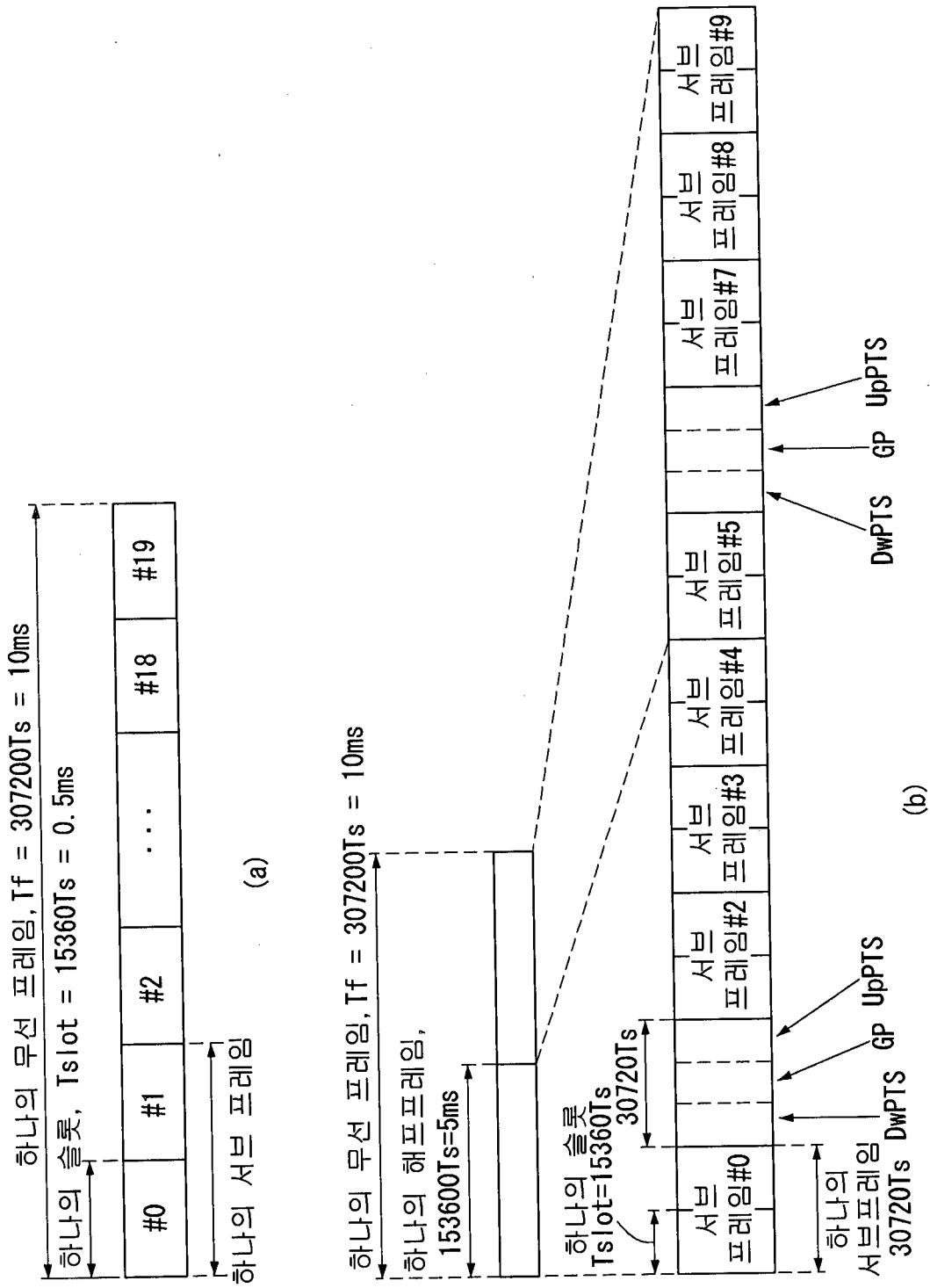
Interference Noise Ratio)을 기반으로 결정된 응답 지연(response delay) 시간이 종료하면 전송되는 단말.

【청구항 13】

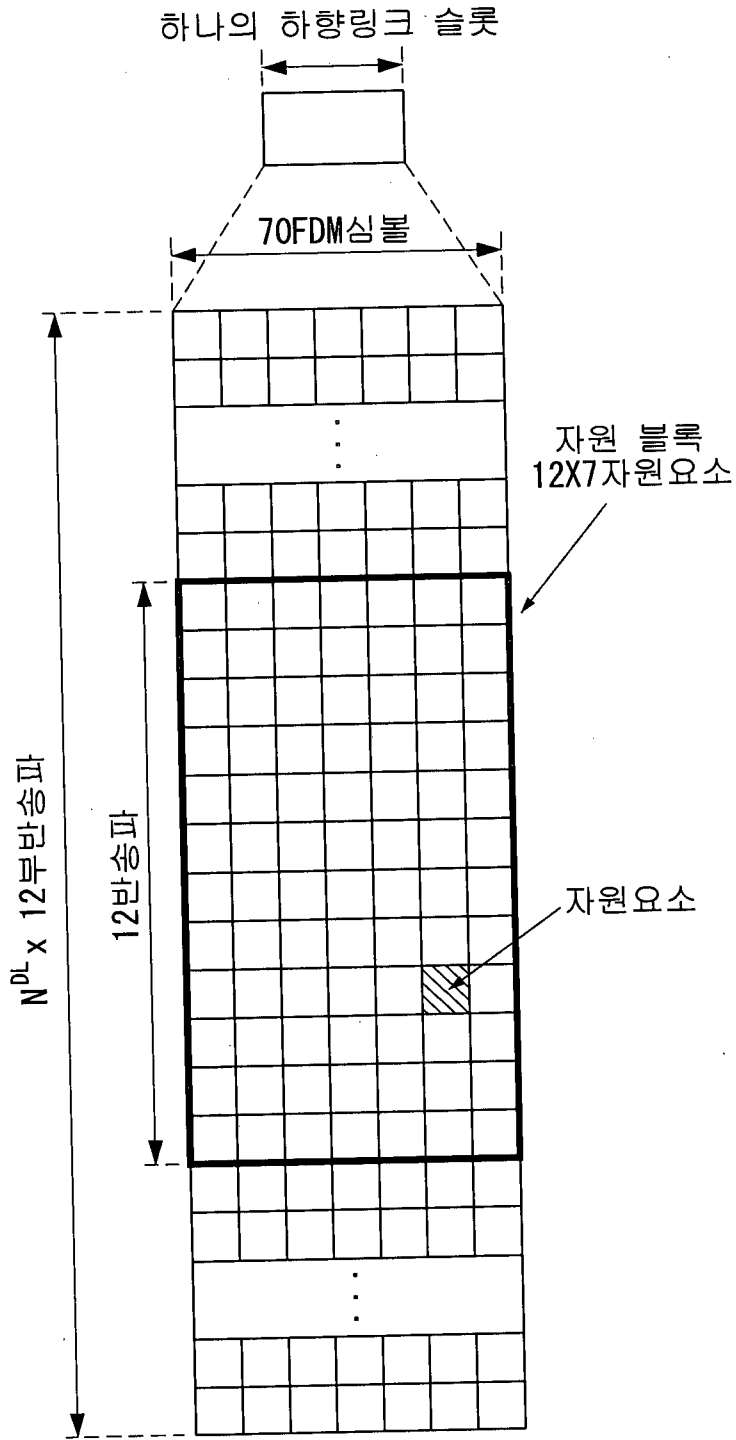
- D2D(Device-to-Device) 통신을 지원하는 무선 통신 시스템에서 단말을
- 5 탐색(discovery)하는 단말에 있어서,
- 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛; 및
- 프로세서를 포함하고,
- 상기 프로세서는 디스커버리 신호를 수신하고,
- 수신 SINR(Signal-to-Interference Noise Ratio)을 기반으로 응답
- 10 지연(response delay) 시간을 결정하고,
- 상기 응답 지연 시간이 종료하면 상기 디스커버리 신호에 대한 응답으로
- 응답 신호를 전송하도록 구성되는 단말.

【도면】

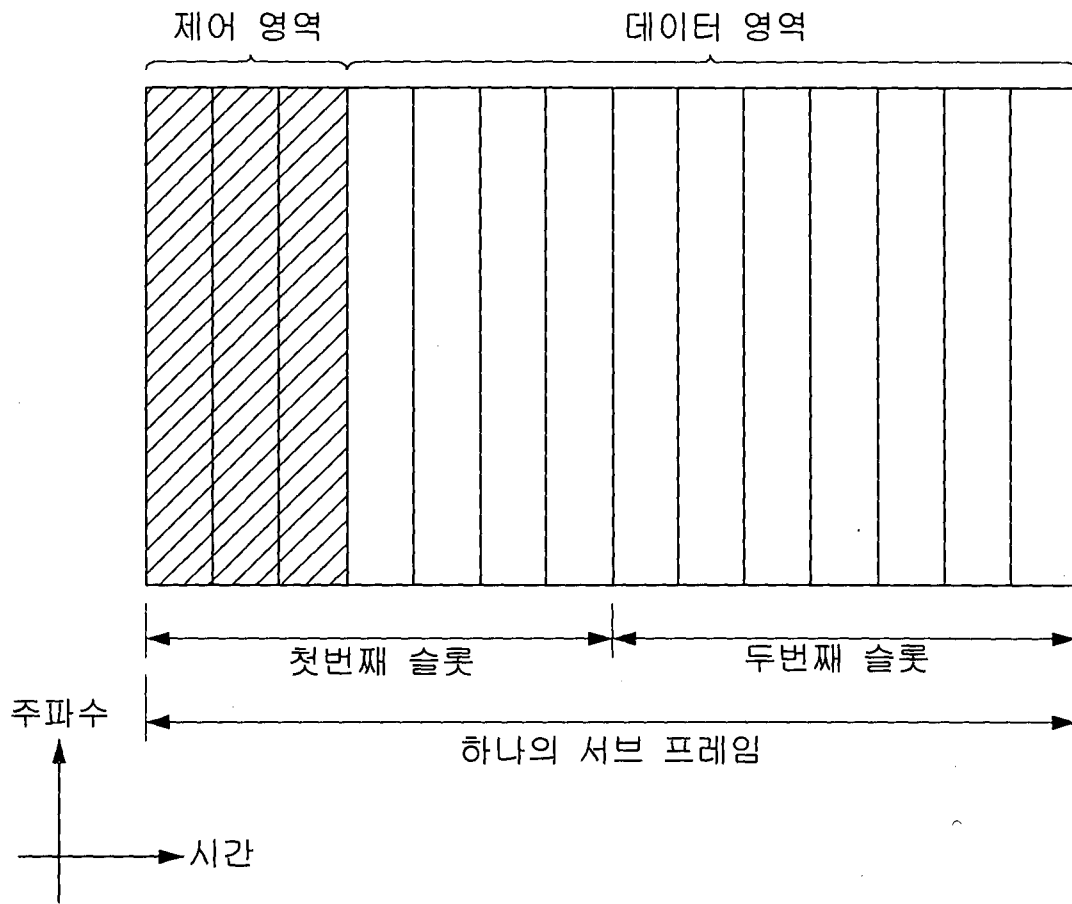
【도 1】



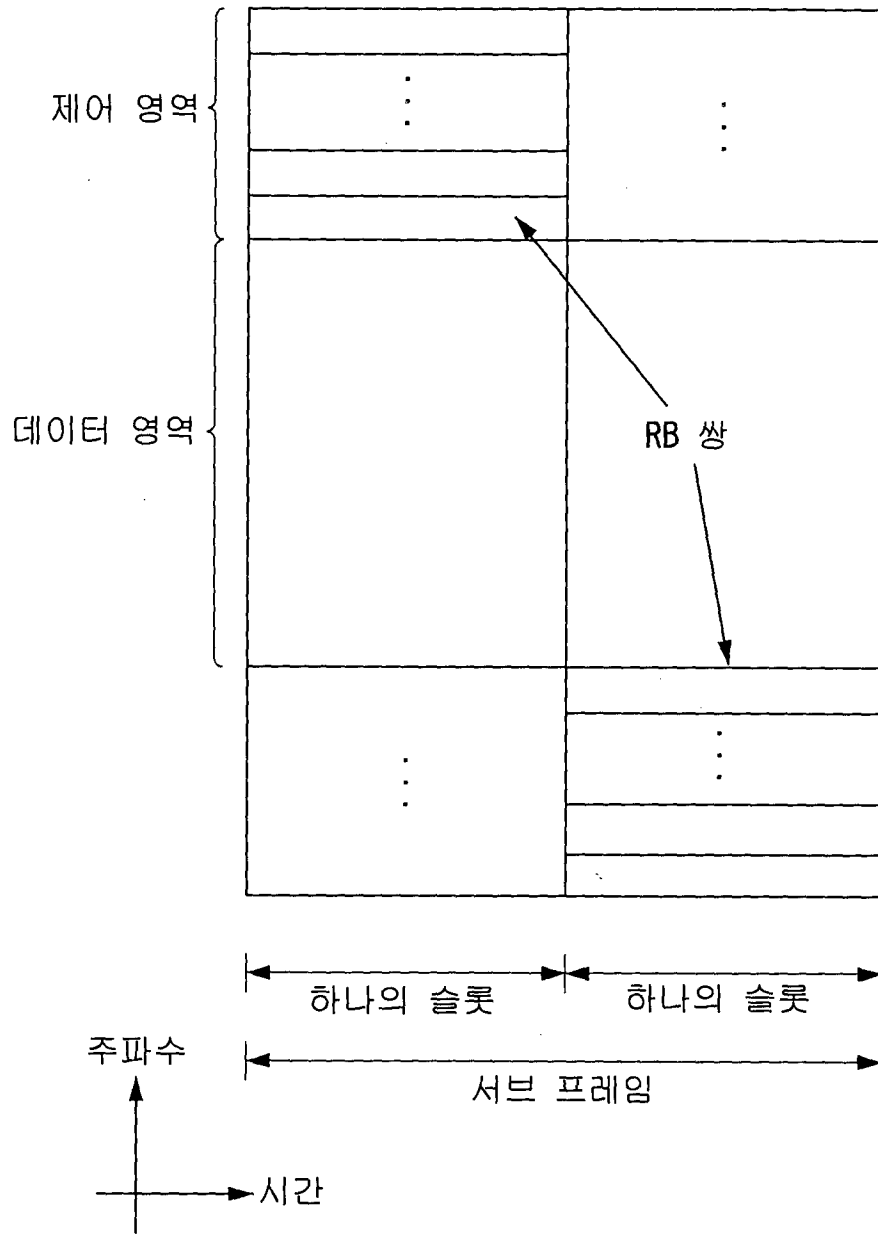
【도 2】



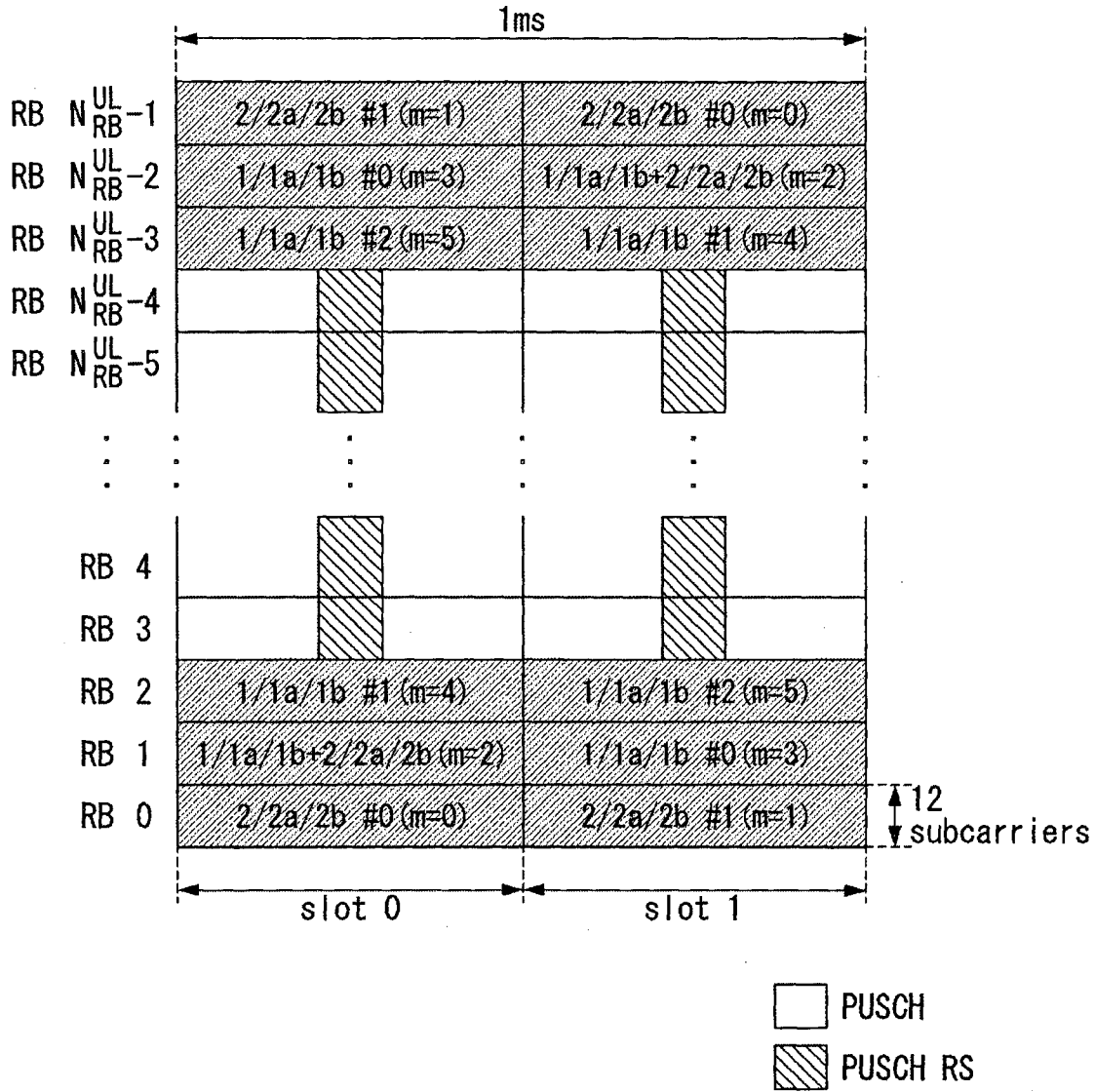
【도 3】



【도 4】

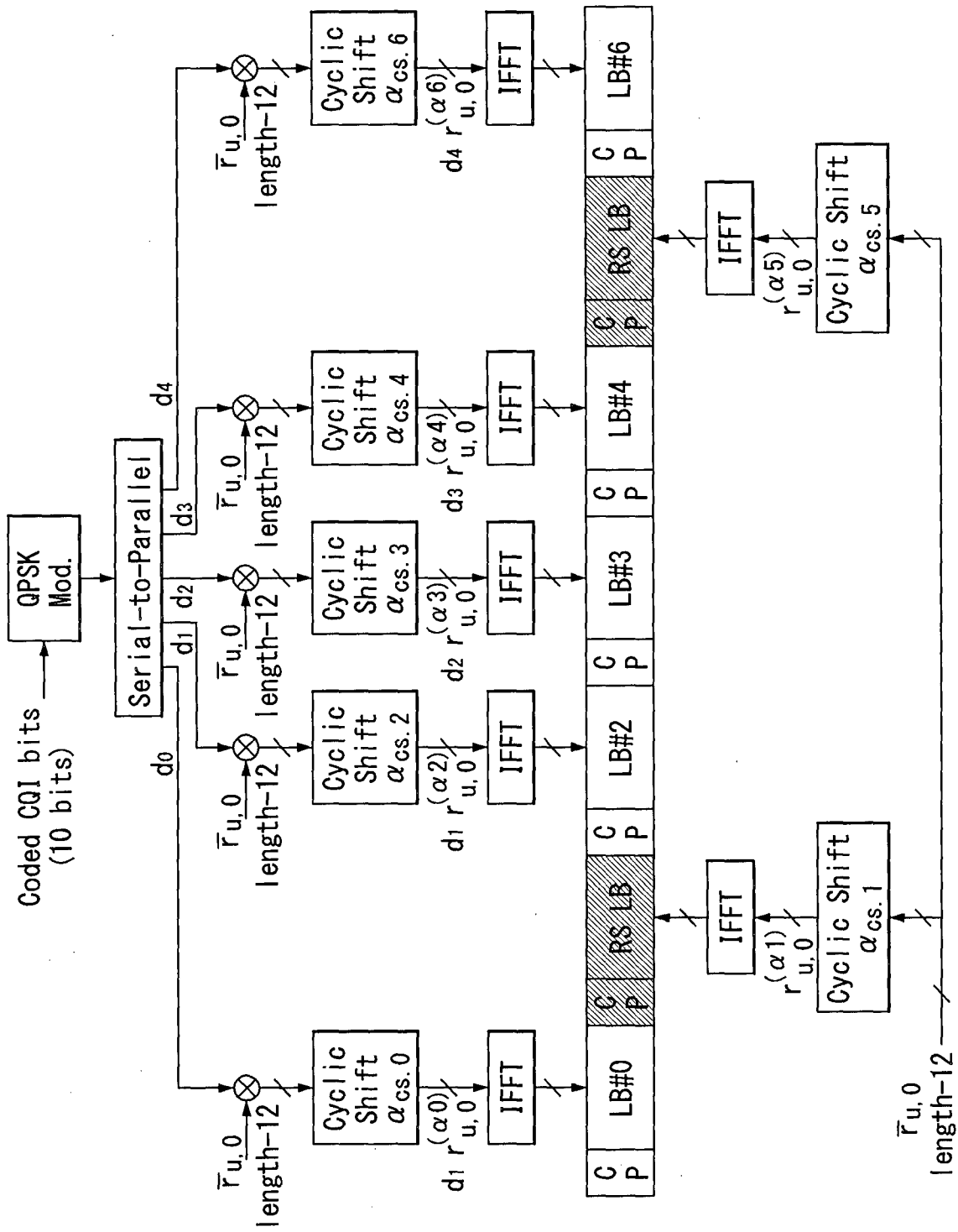


【도 5】

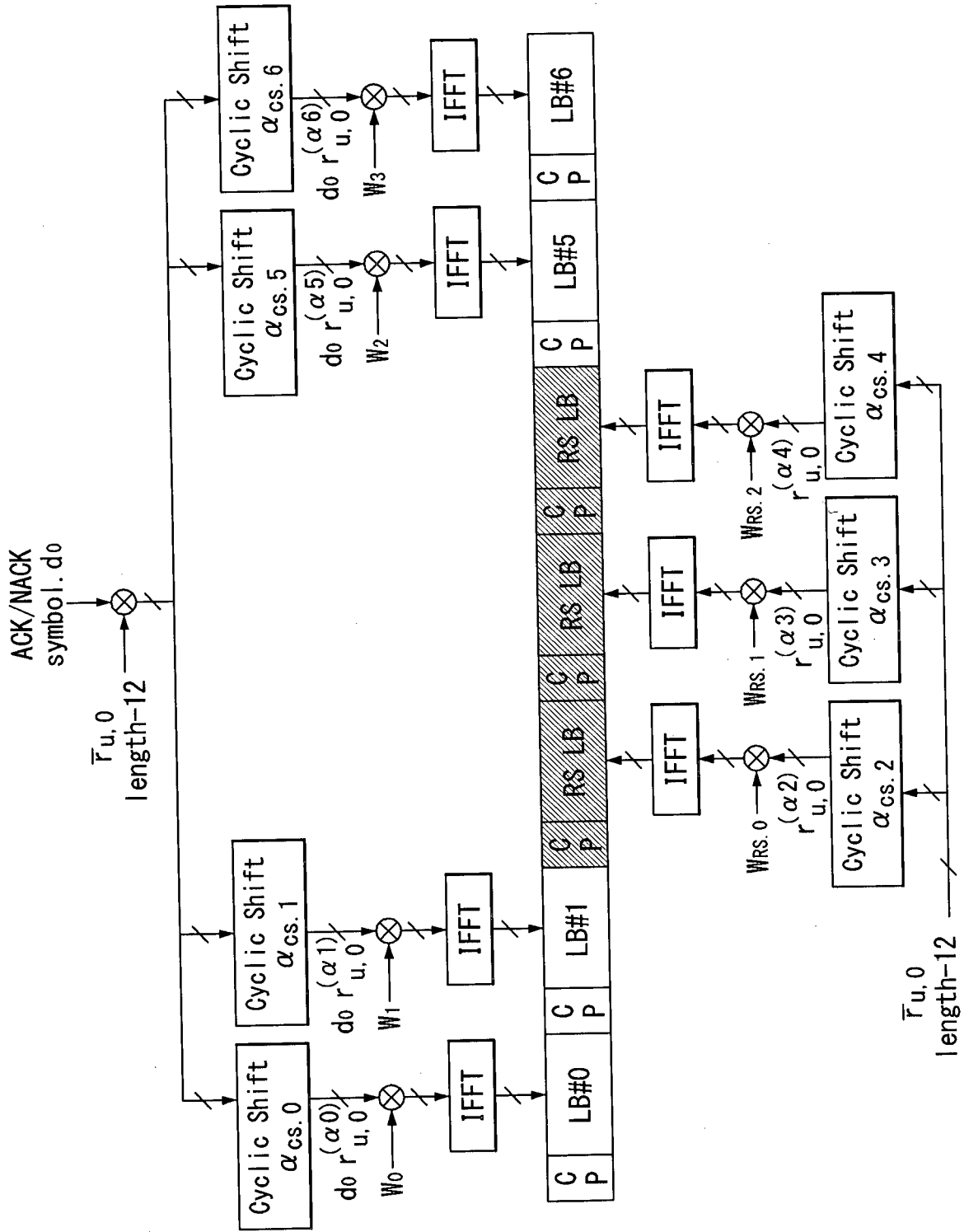




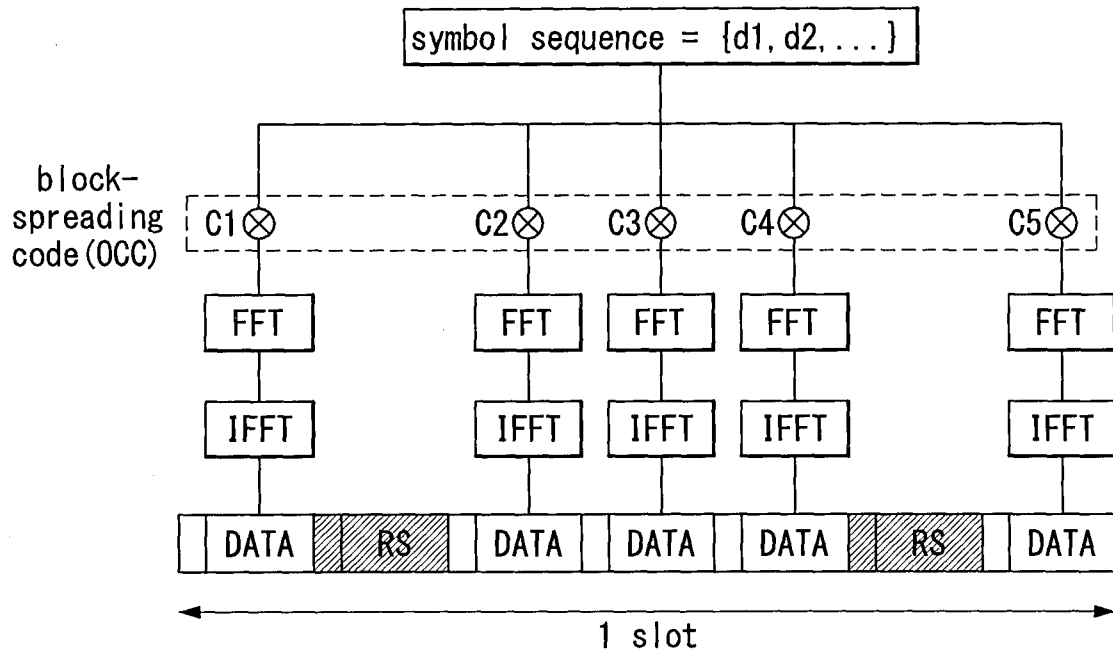
[FIG 6]



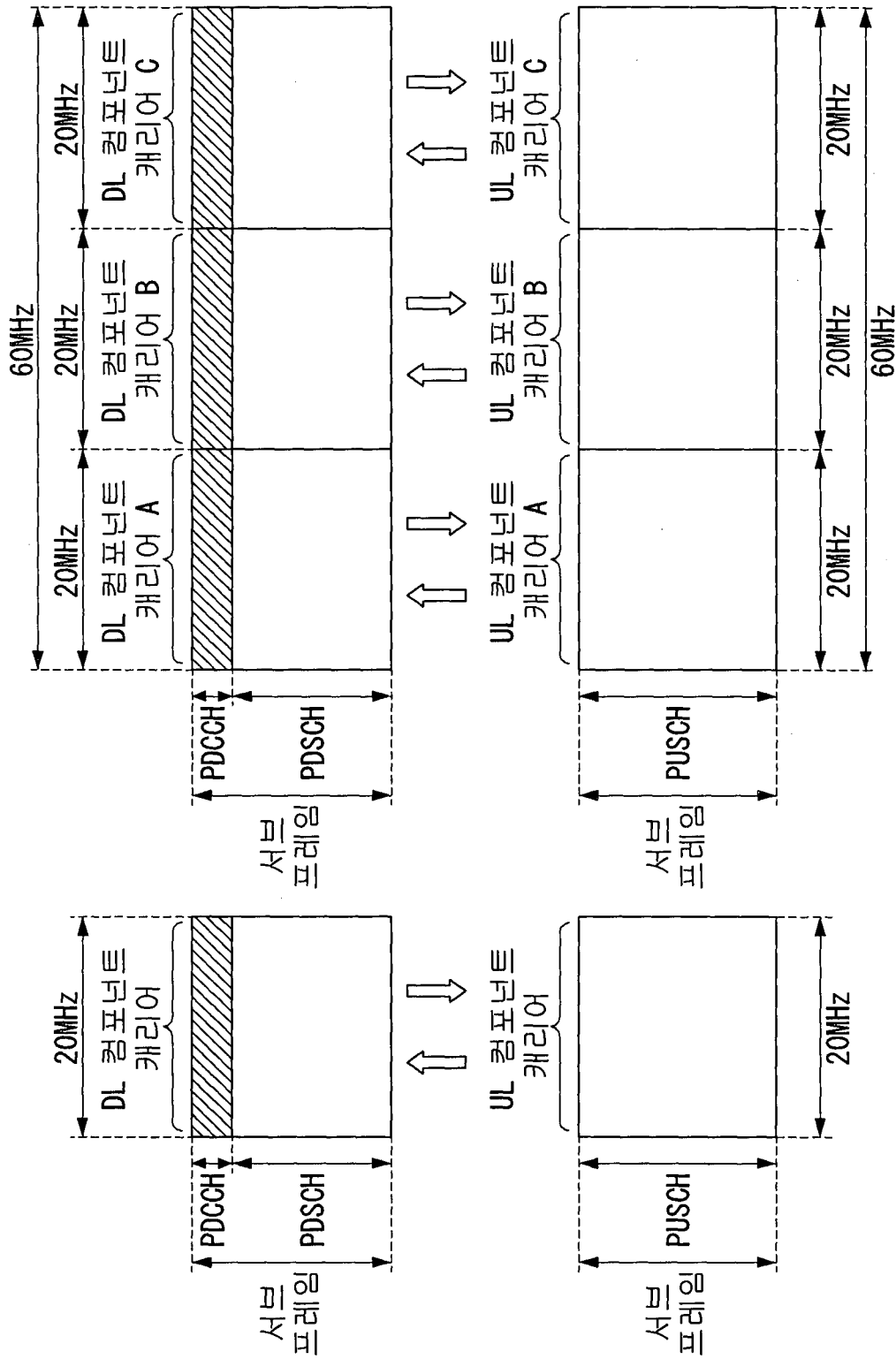
[E 7]



【도 8】



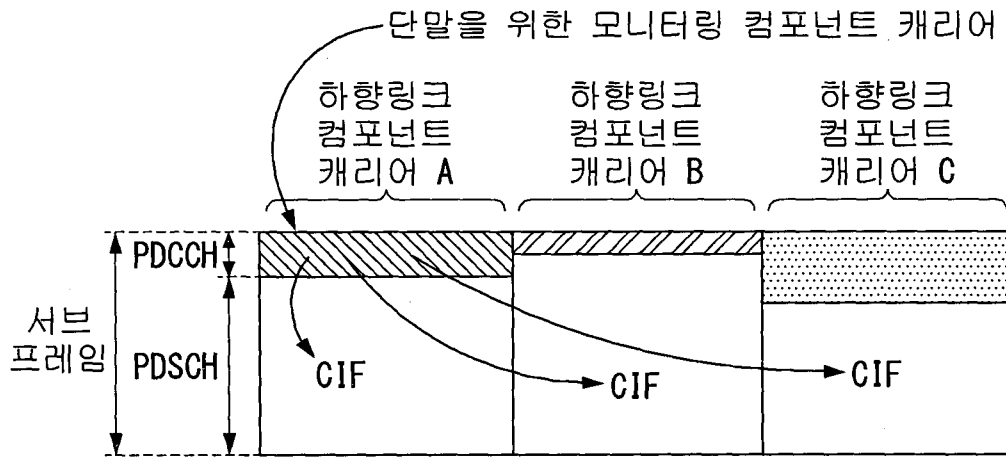
[도 9]



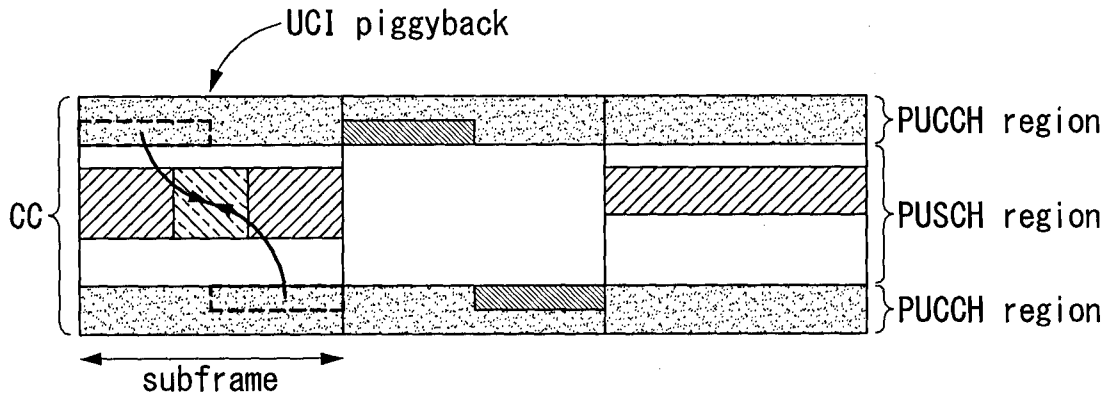
(b) 멀티플 CC

(a) 단일 CC

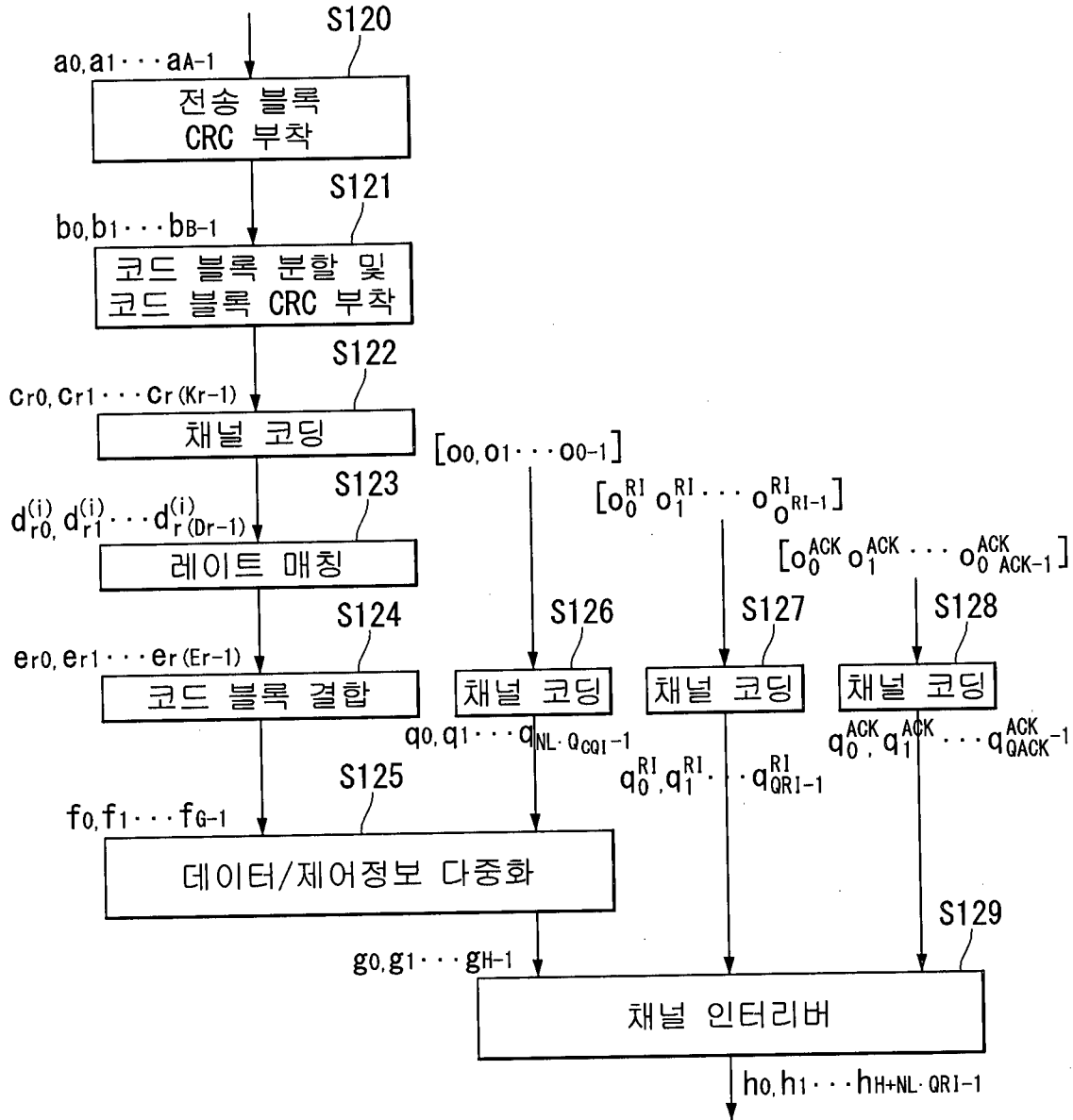
【도 10】



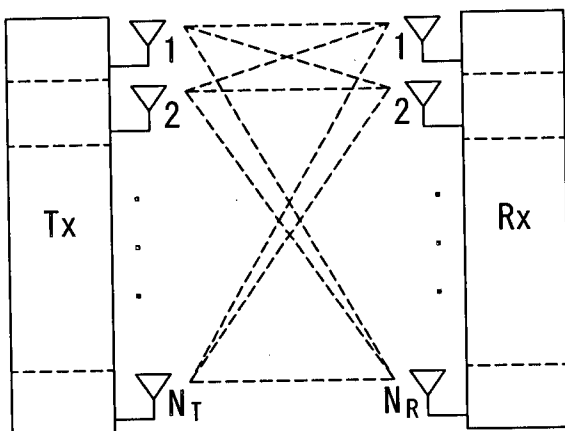
【도 11】



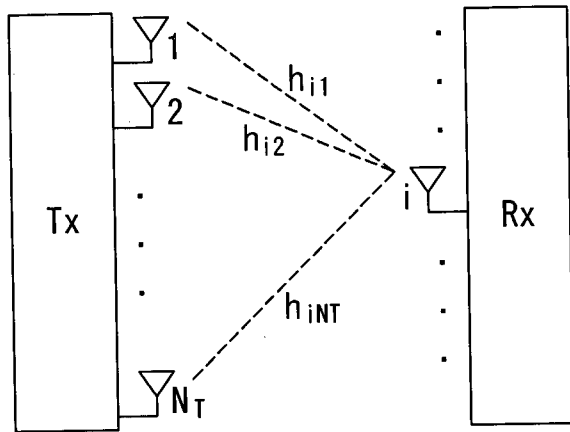
【도 12】



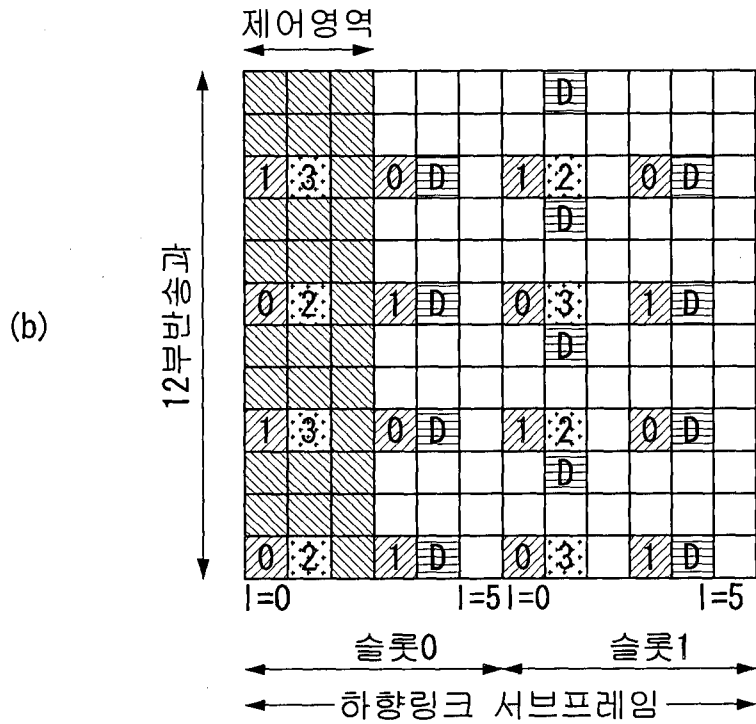
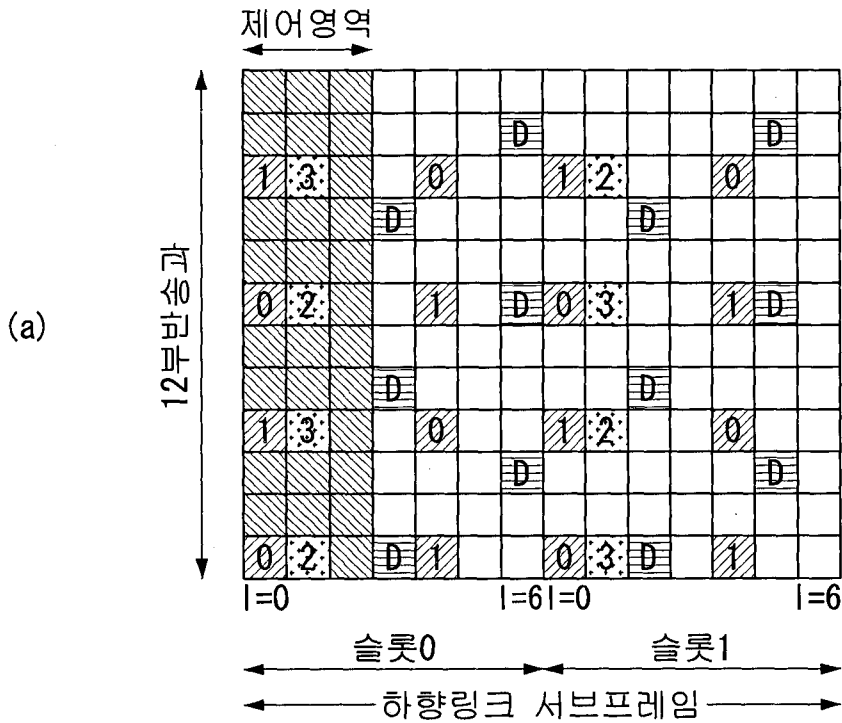
【도 13】



【도 14】

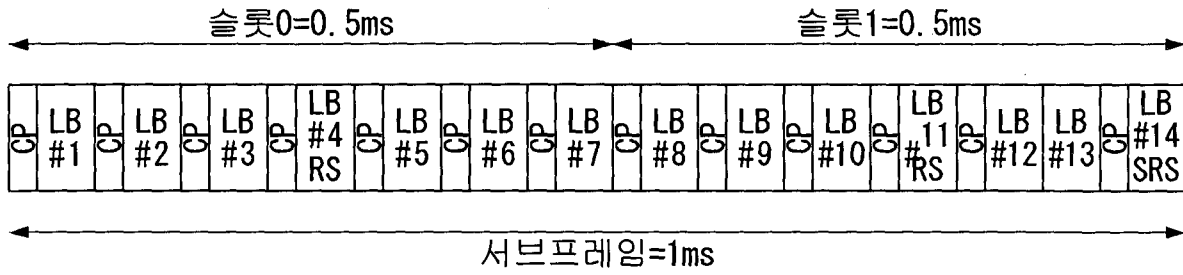


【도 15】

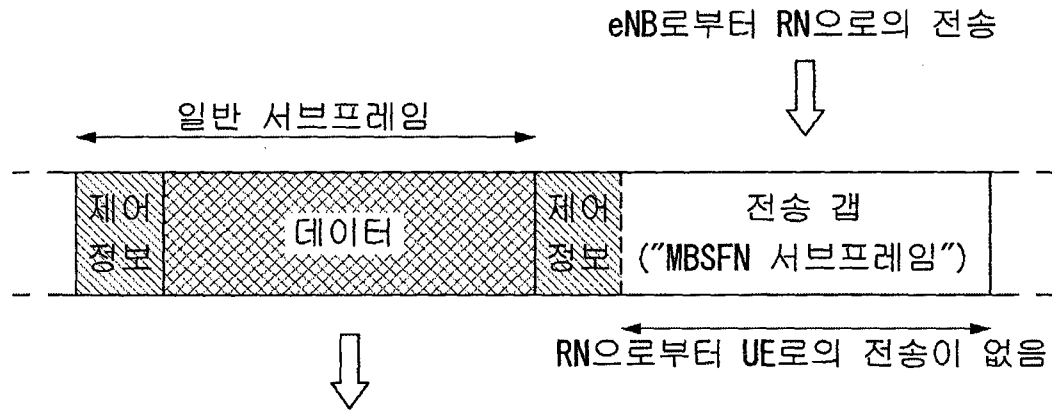




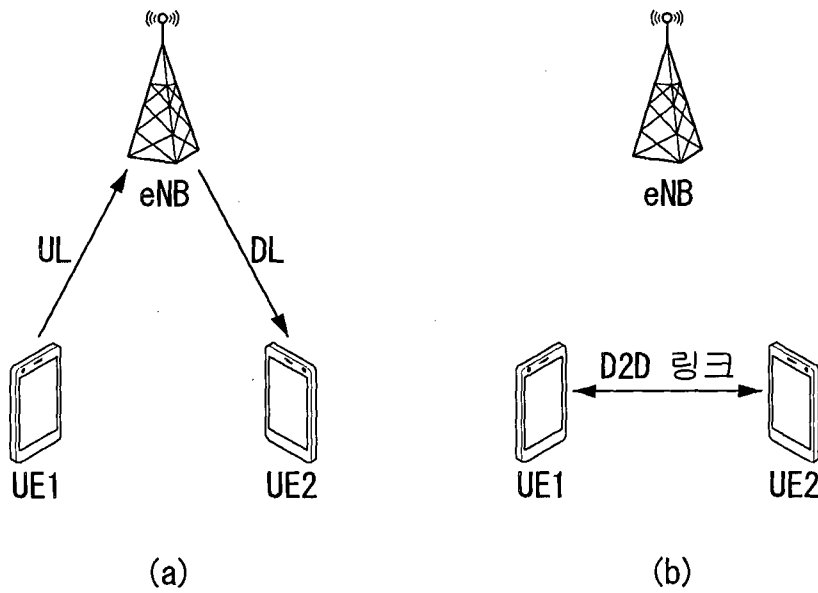
【도 16】



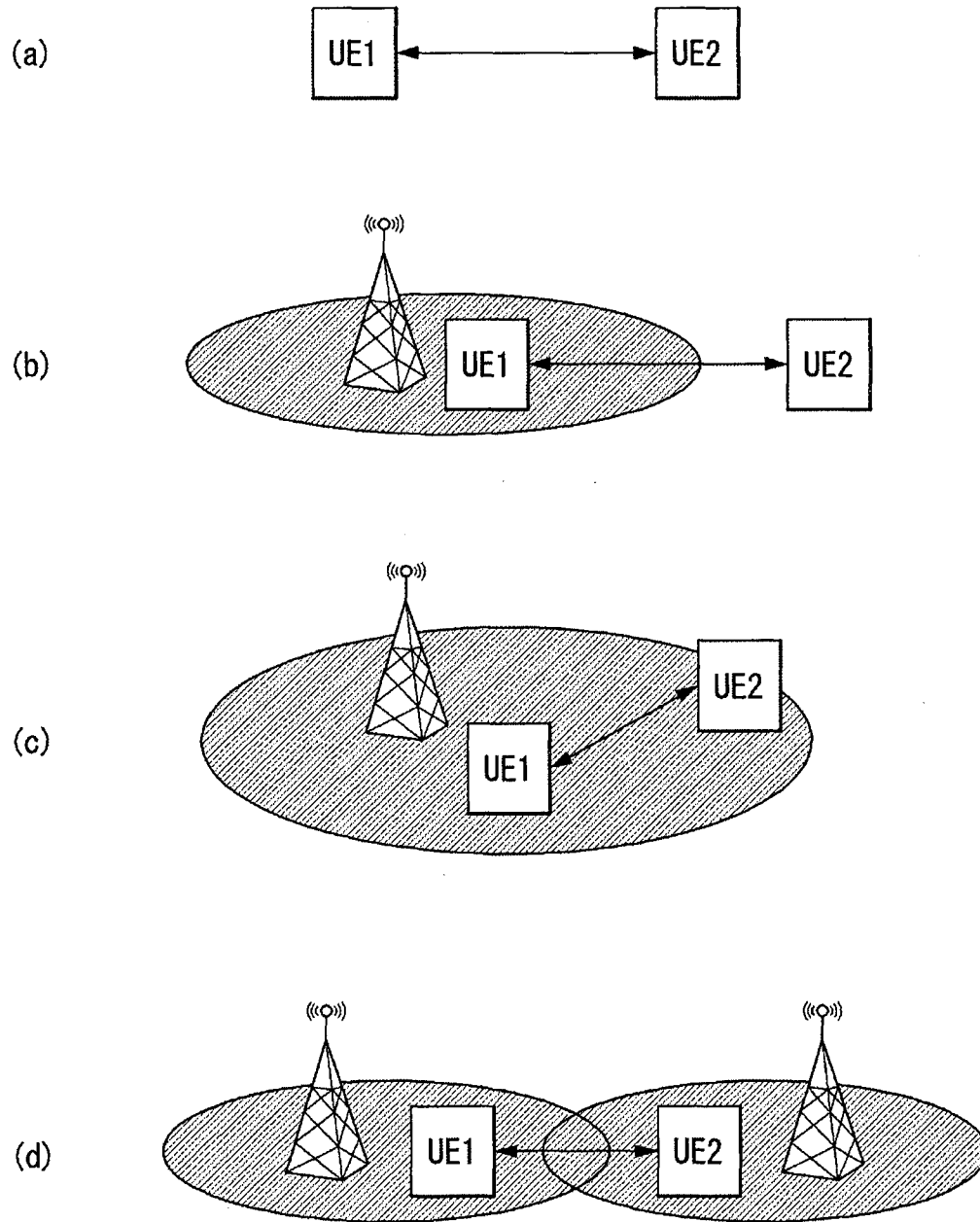
【도 17】



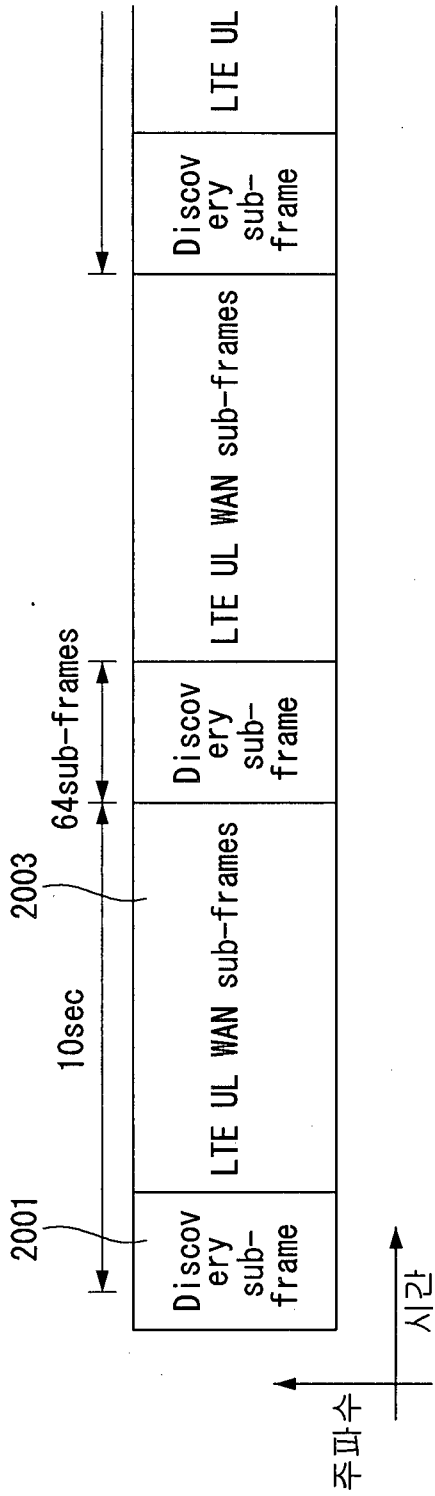
【도 18】



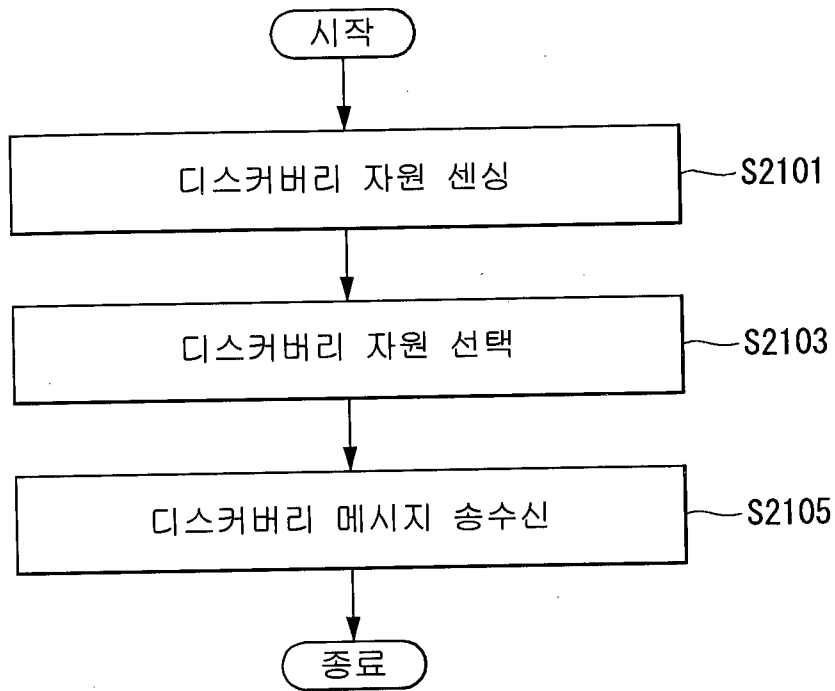
【도 19】



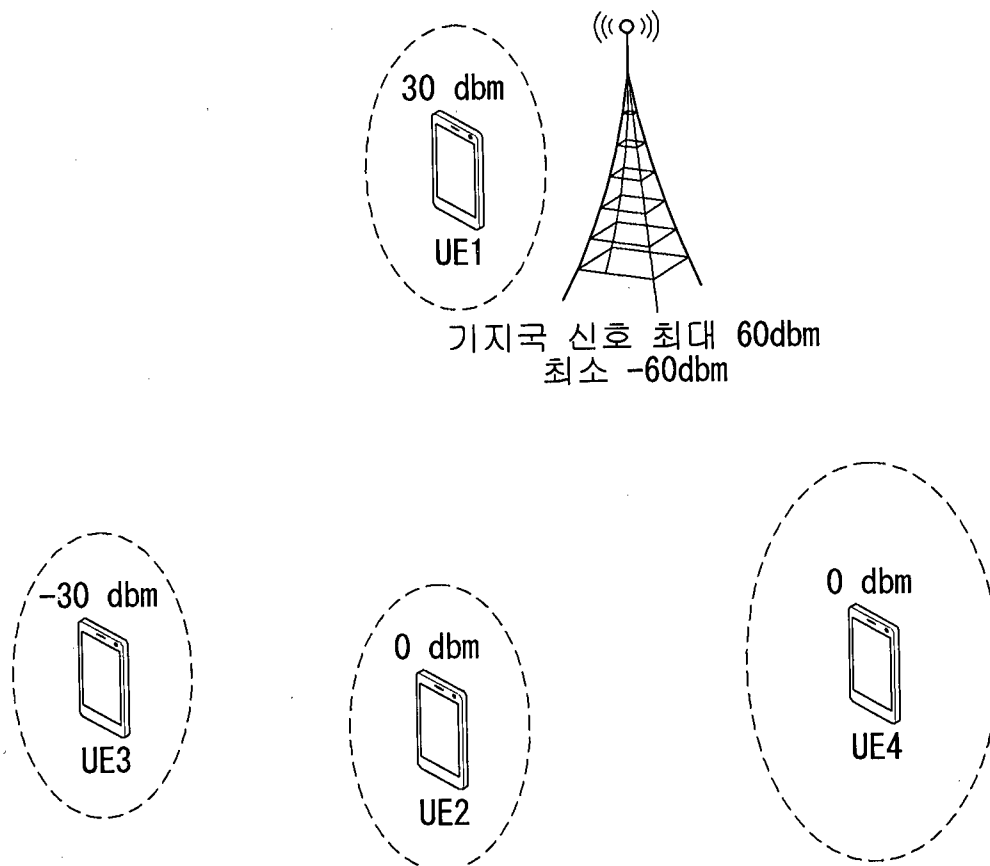
【圖 20】



【도 21】



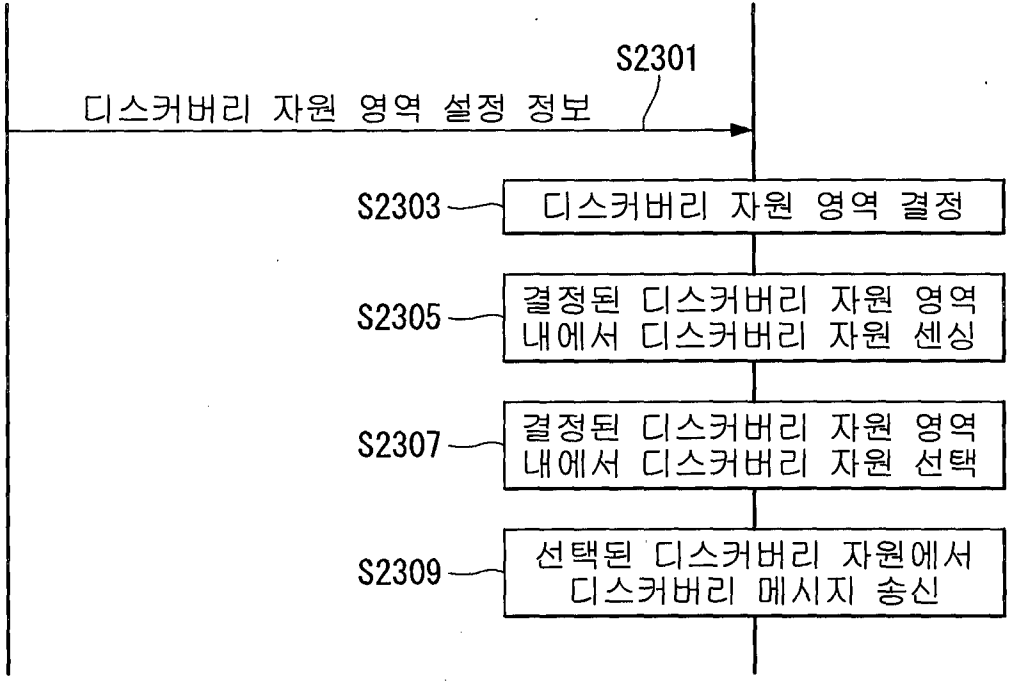
【도 22】



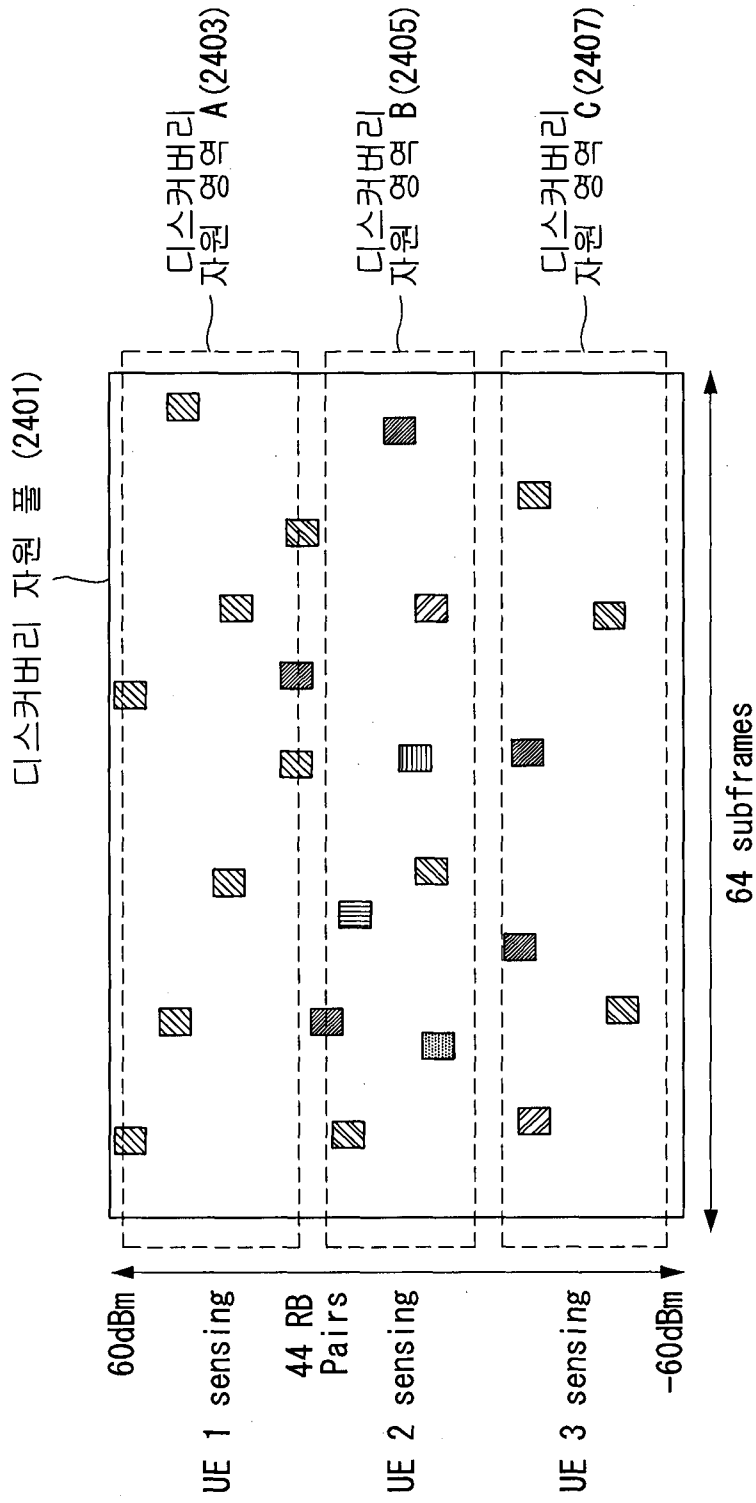
【도 23】

기지국 (eNB)

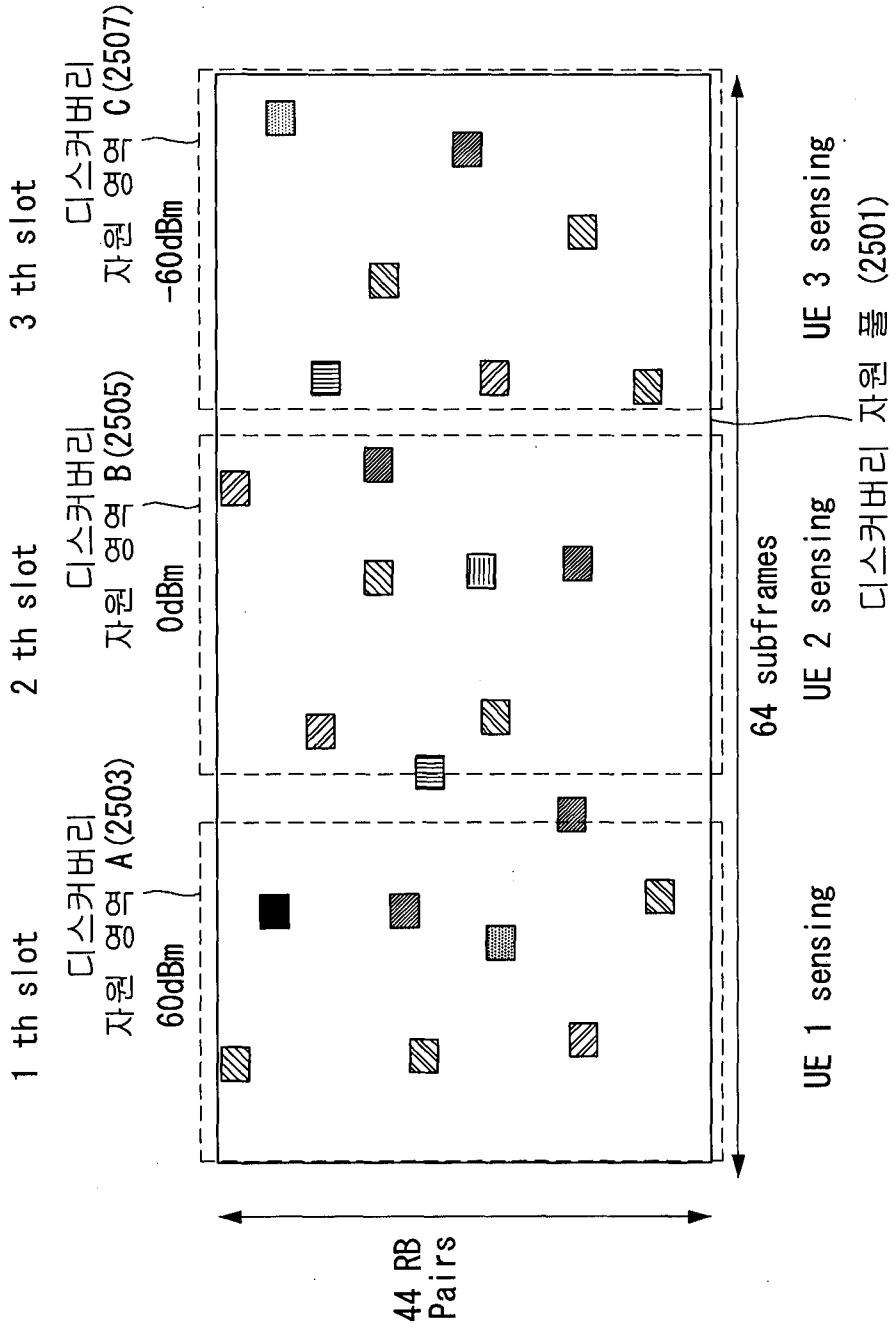
단말 (UE)



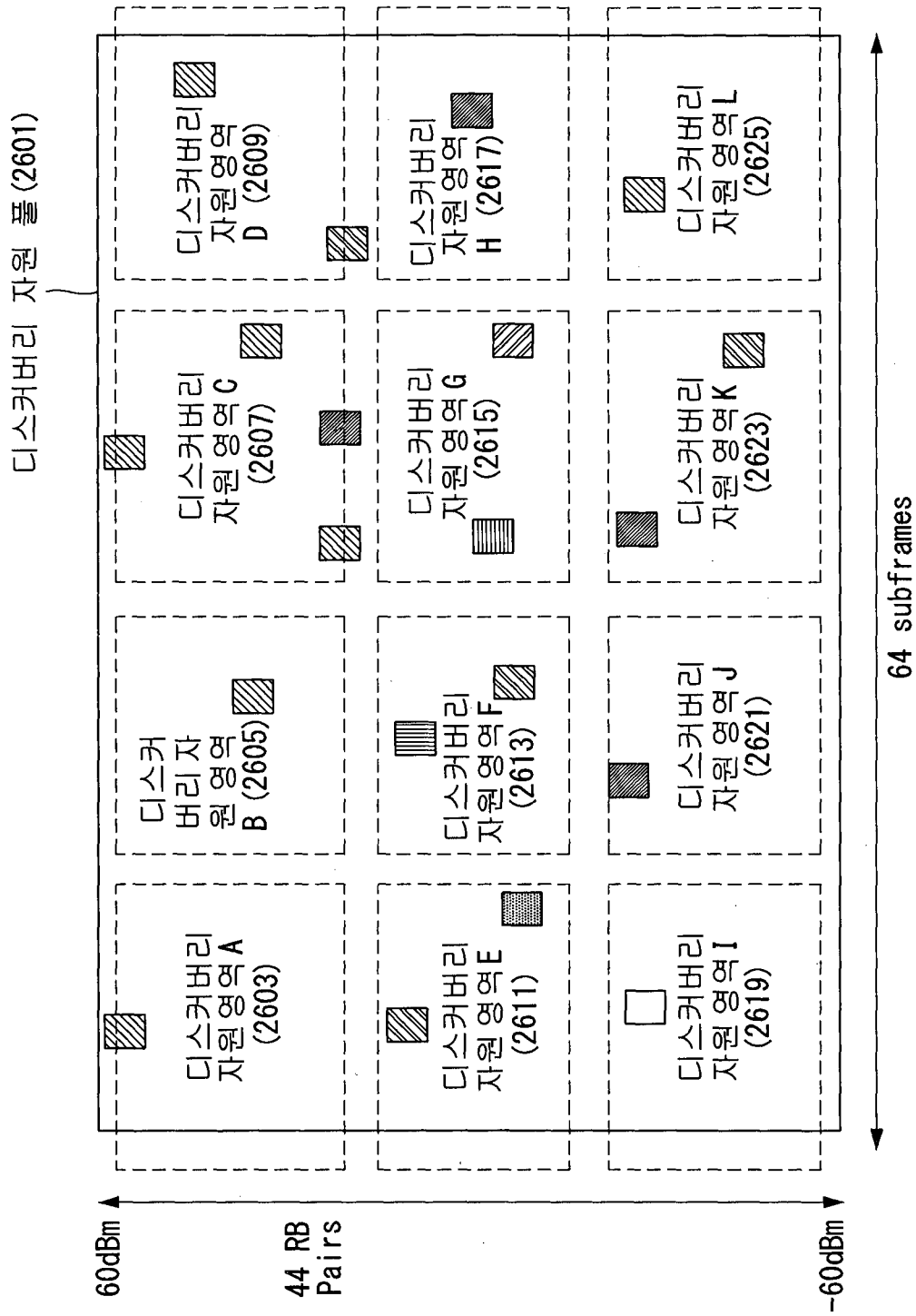
【도 24】



【图 25】

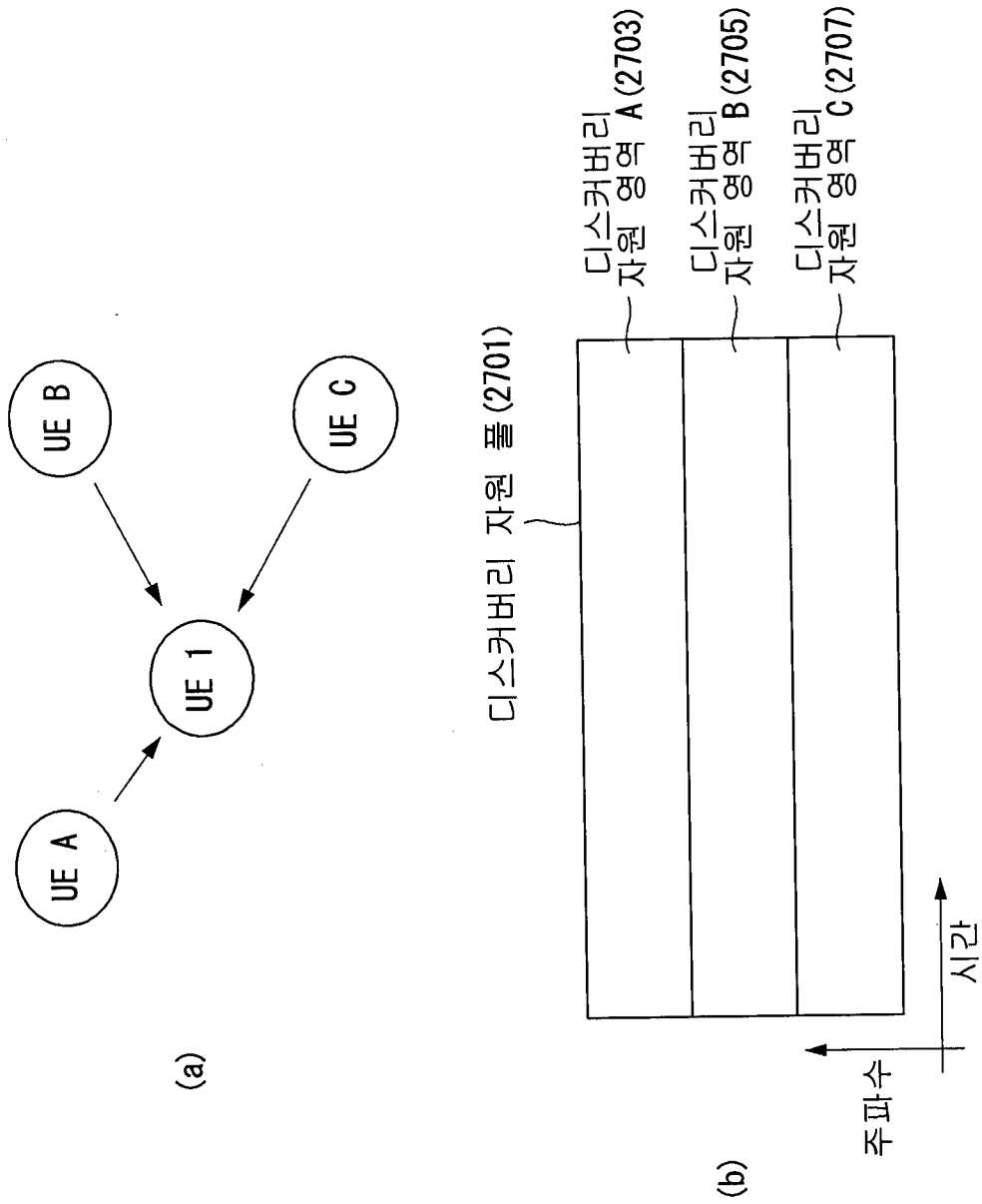


【도 26】

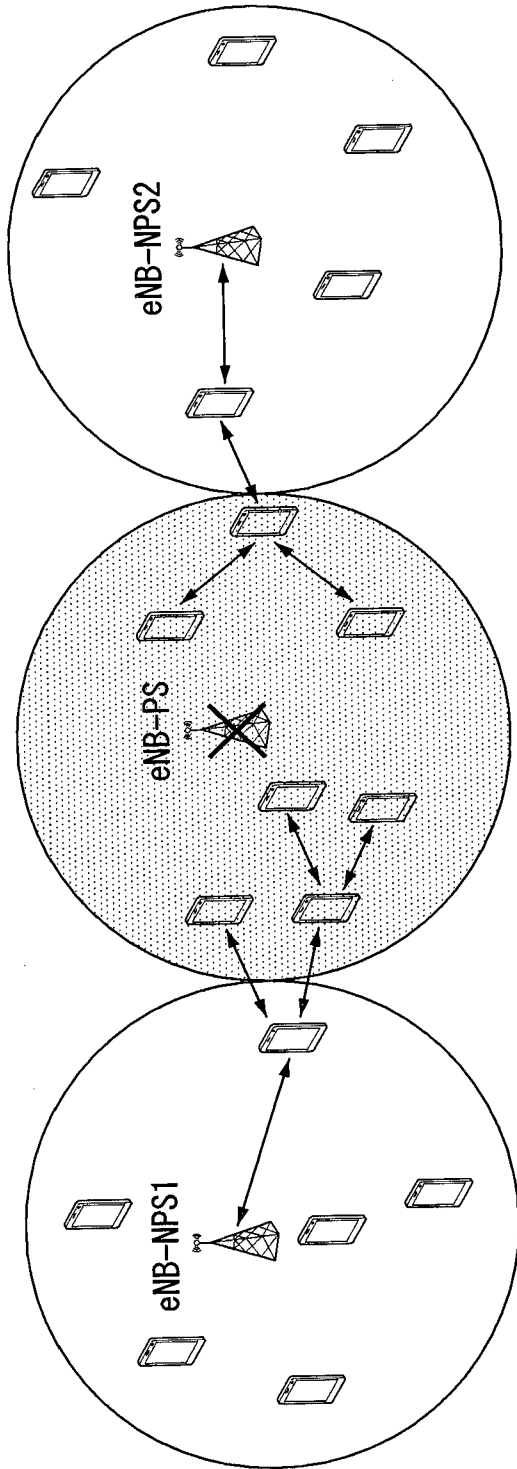




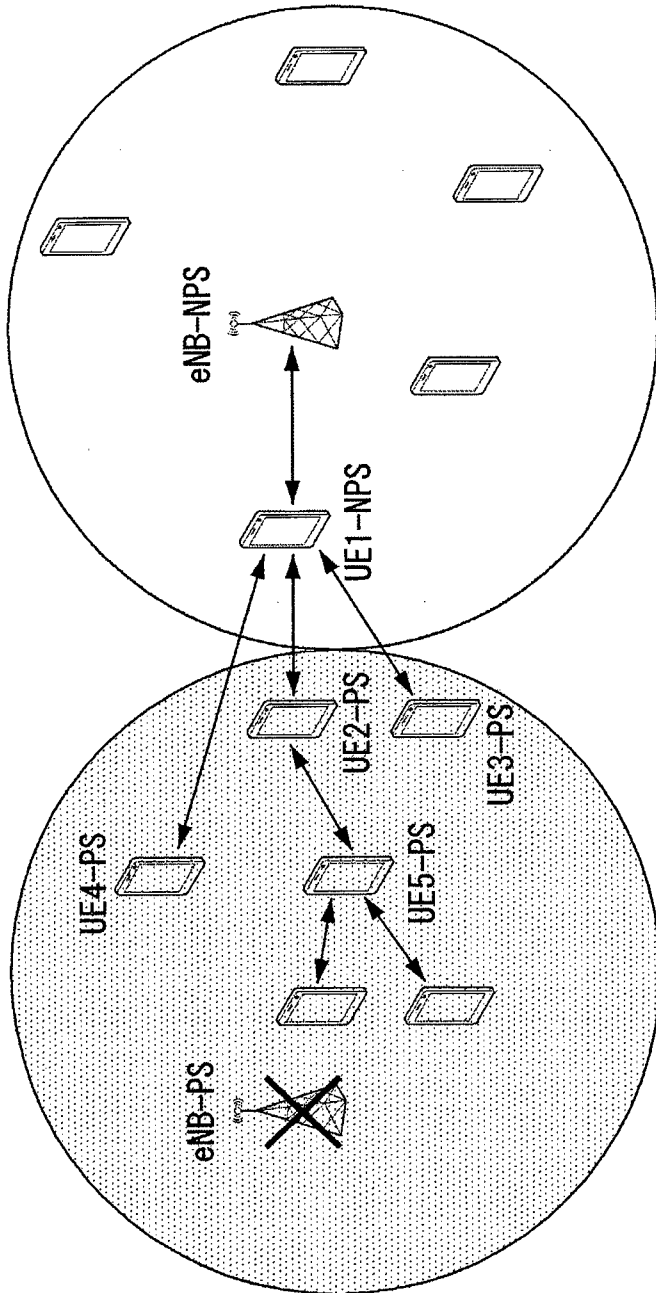
【도 27】



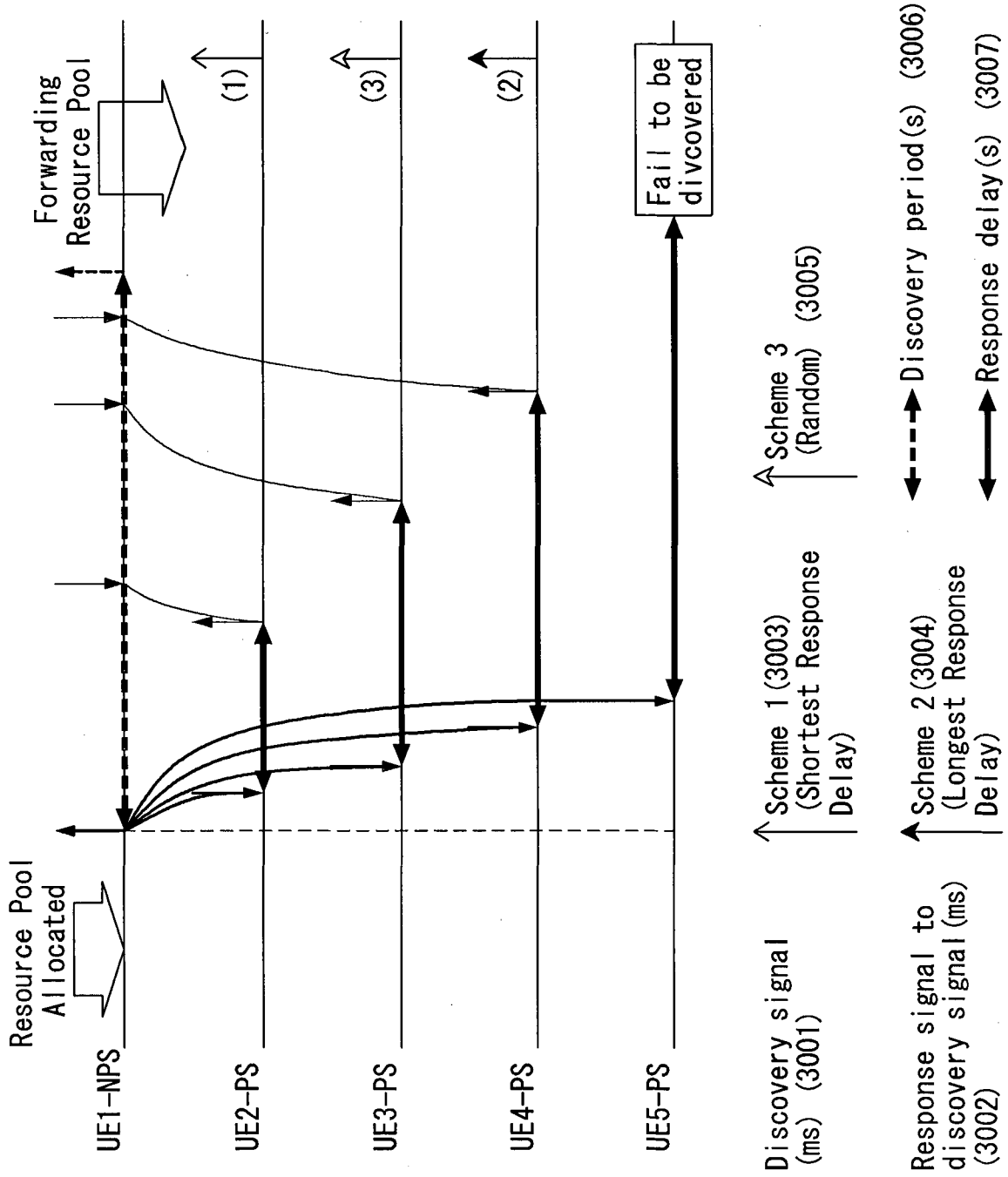
【도 28】



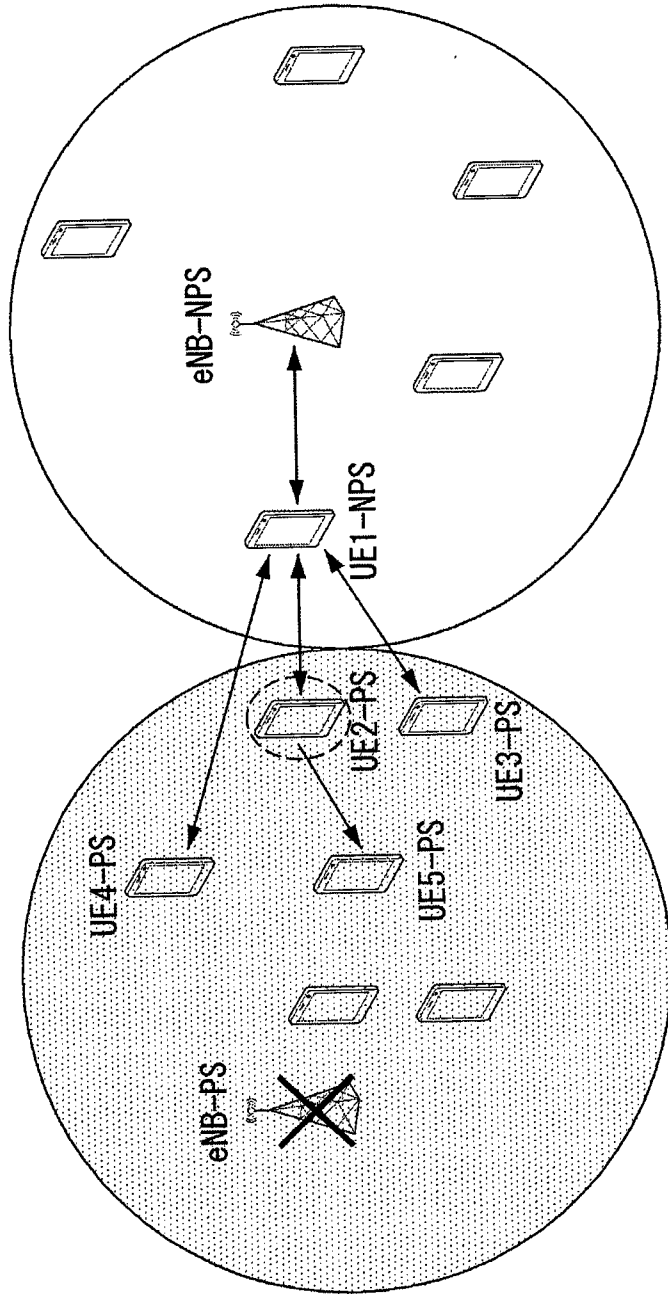
【도 29】



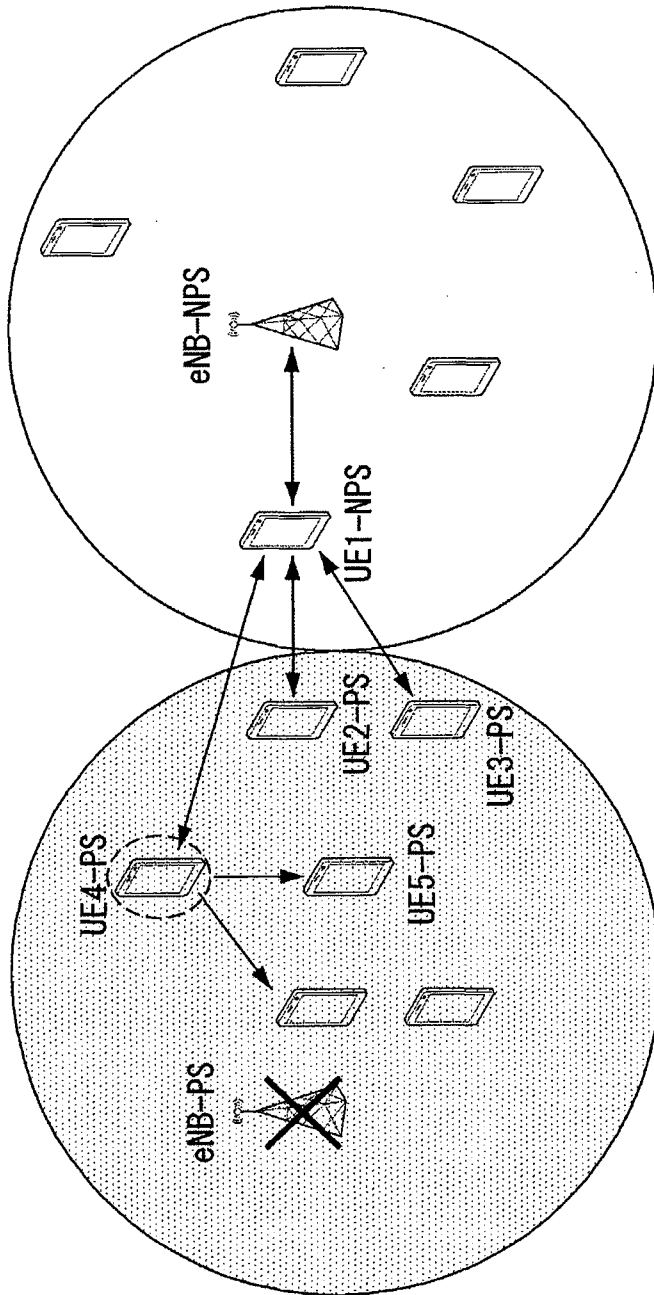
[E 30]



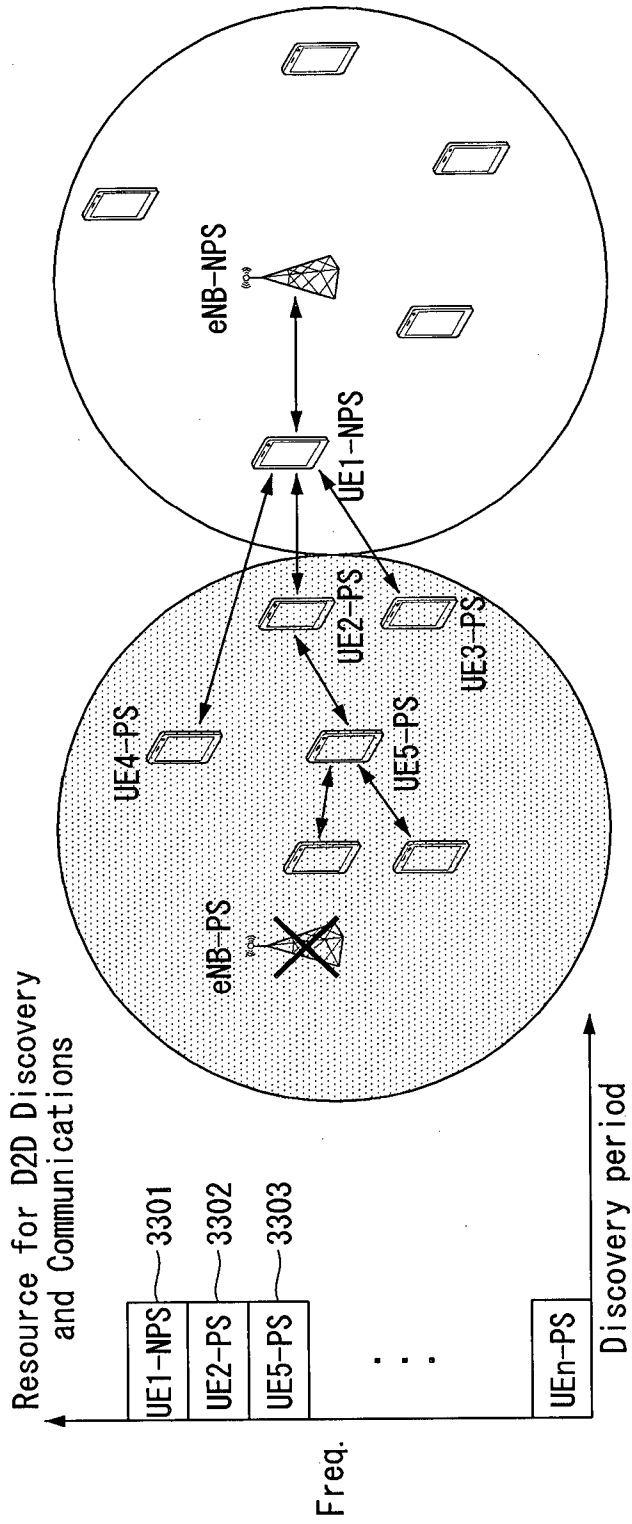
【도 31】



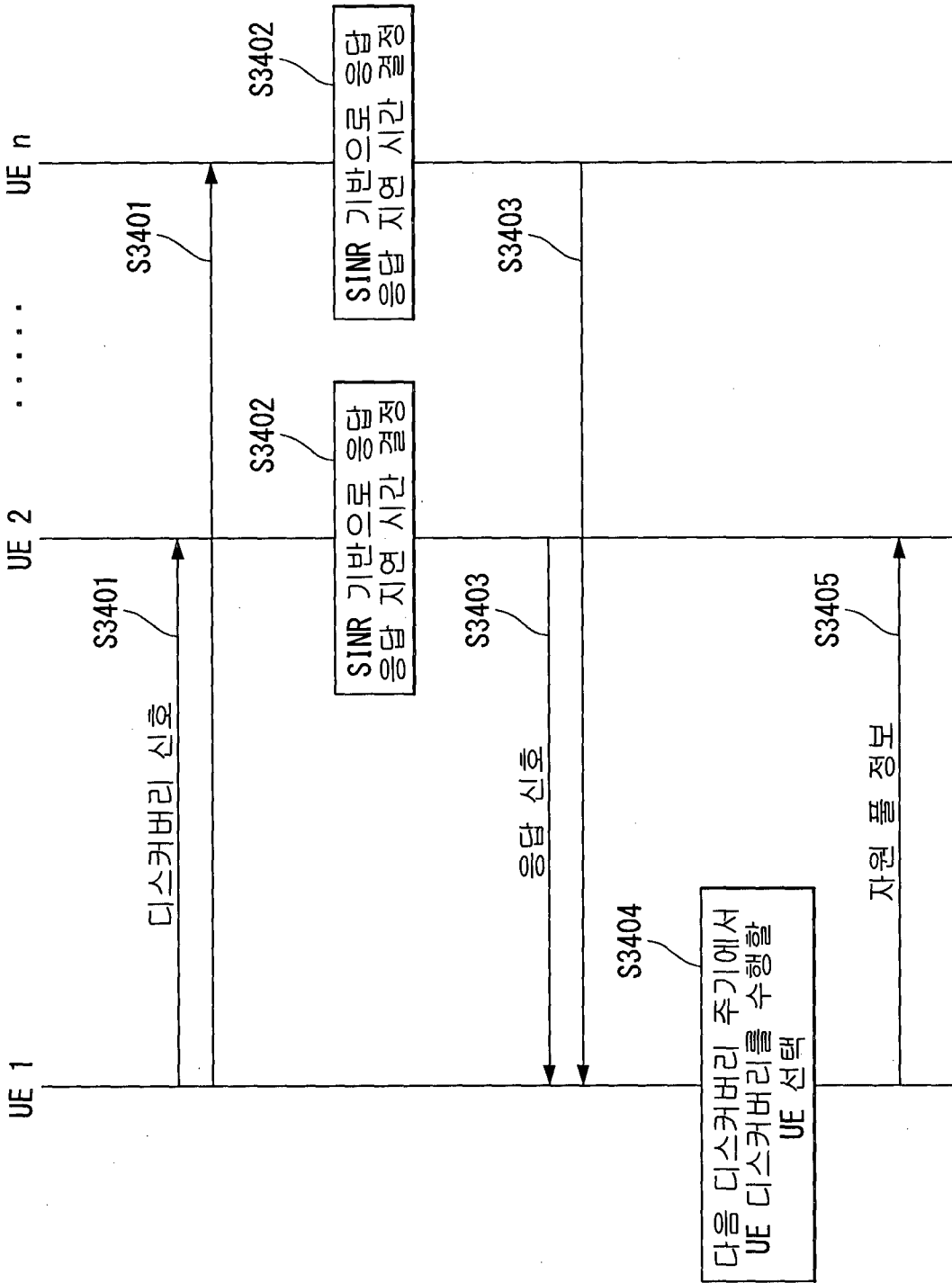
【도 32】



[도 33]

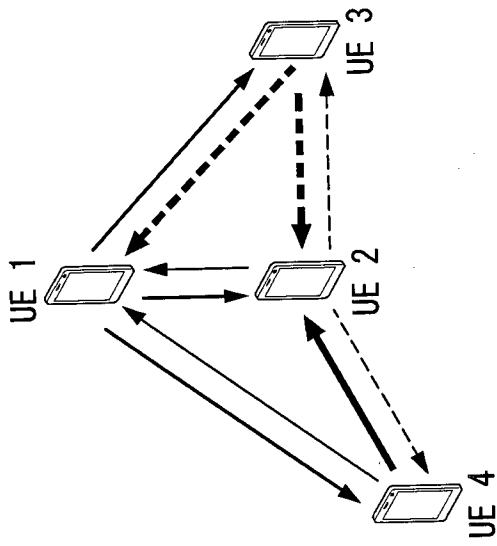


【도 34】

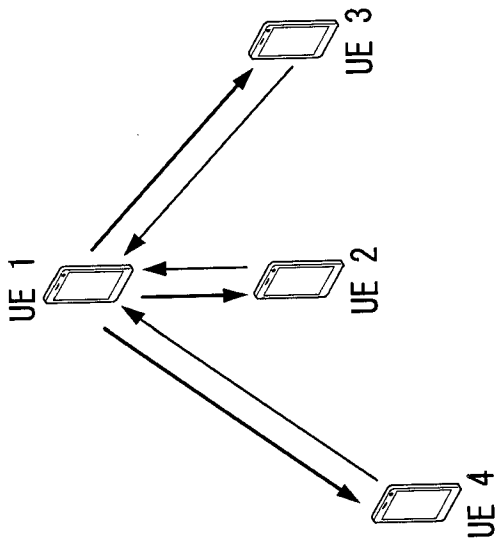




【도 35】

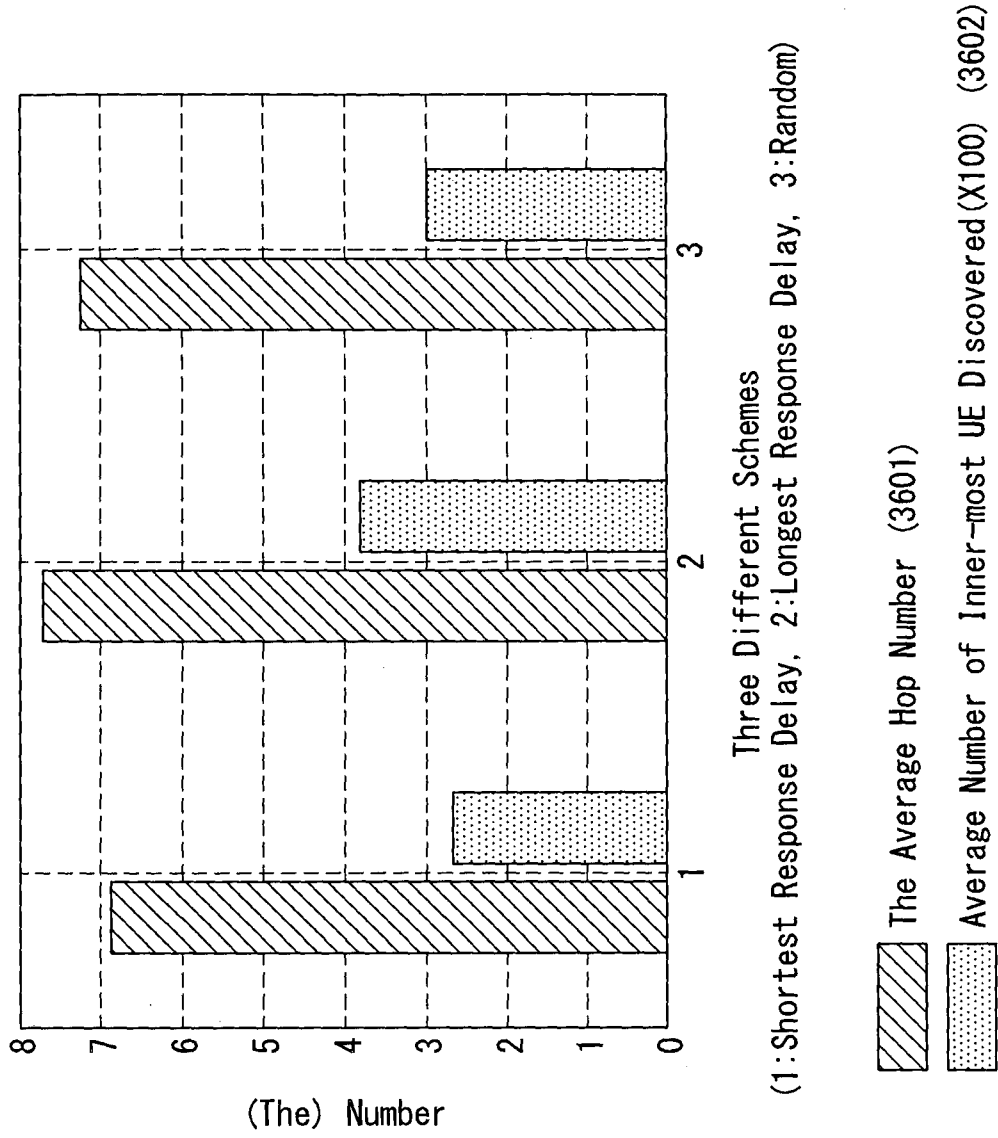


(b)

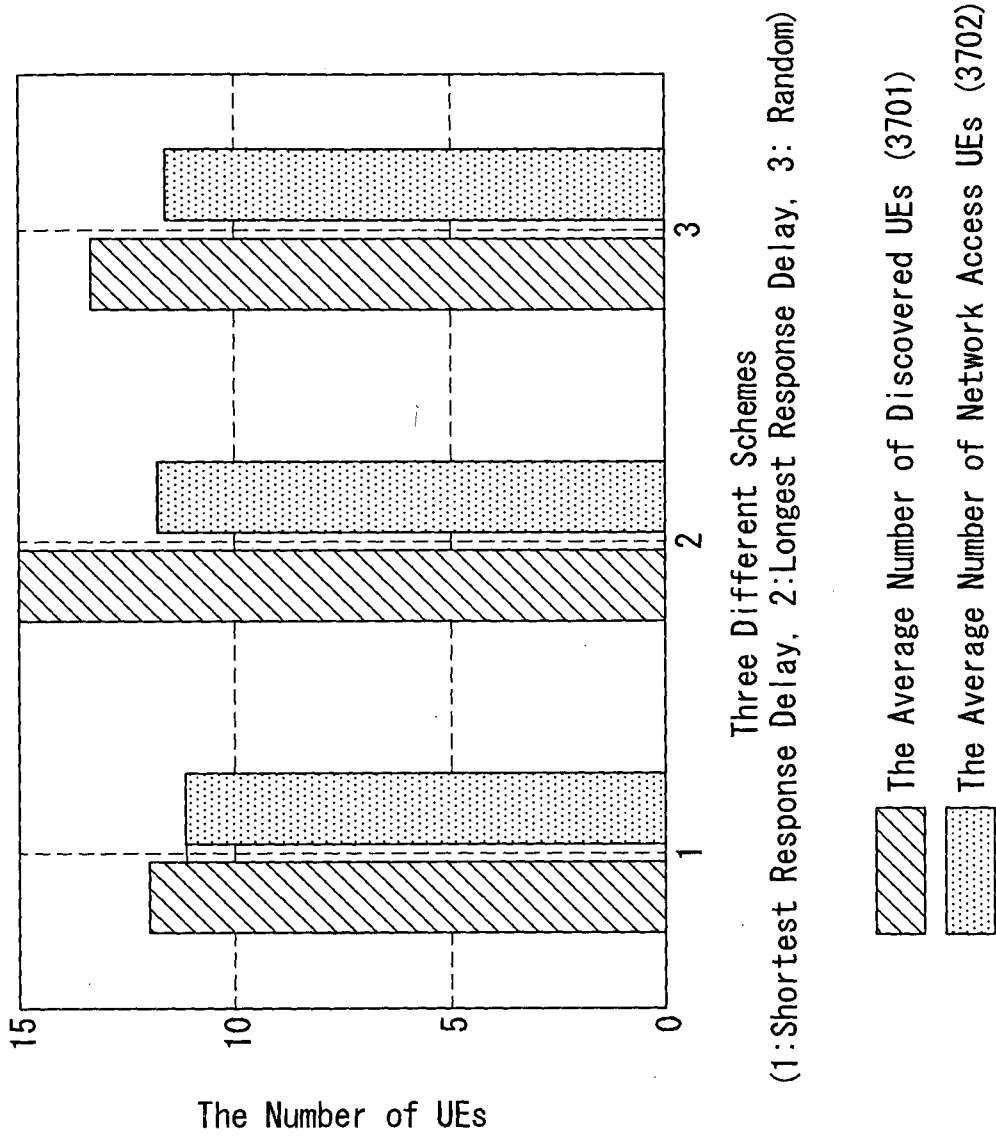


(a)

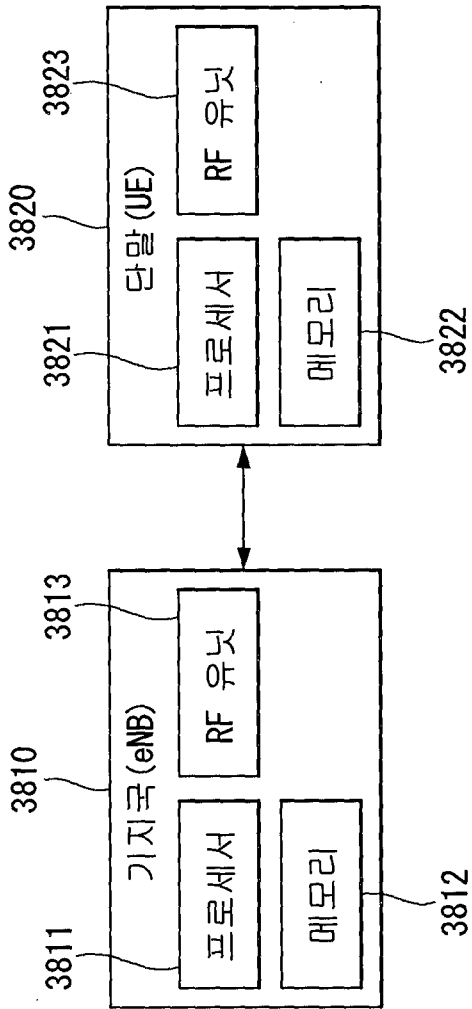
【図 36】



【도. 37】



【도 38】



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2015/002086**

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

**H04W 48/16(2009.01)i, H04W 8/00(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 48/16

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) &amp; Keywords: D2D, discovery, discovery, delay

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2014-031829 A2 (INTERDIGITAL PATENT HOLDINGS, INC.) 27 February 2014 See abstract, figures 9-10 and claims 1-20.	1-13
A	US 2013-0159522 A1 (HAKOLA, Sami-Jukka et al.) 20 June 2013 See abstract, figures 1-6 and claims 1-22.	1-13
A	US 2013-0322276 A1 (PELLETIER, Benoit et al.) 05 December 2013 See abstract, figure 5 and claims 1-26.	1-13
A	US 2013-0160101 A1 (HAKOLA, Sami-Jukka et al.) 20 June 2013 See abstract, figures 1-6 and claims 1-27.	1-13

 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

"I" 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

"&amp;" document member of the same patent family


Date of the actual completion of the international search

10 JUNE 2015 (10.06.2015)

Date of mailing of the international search report

**15 JUNE 2015 (15.06.2015)**

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/KR2015/002086**

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
WO 2014-031829 A2	27/02/2014	CA 2882856 A1	27/02/2014
		KR 10-2015-0048180 A	06/05/2015
		TW 201424441 A	16/06/2014
		US 2014-056220 A1	27/02/2014
		WO 2014-031829 A3	17/04/2014
US 2013-0159522 A1	20/06/2013	GB 2497741 A	26/06/2013
		WO 2013-093723 A2	27/06/2013
		WO 2013-093723 A3	13/02/2014
US 2013-0322276 A1	05/12/2013	CN 104350778 A	11/02/2015
		EP 2856797 A1	08/04/2015
		TW 201412165 A	16/03/2014
		WO 2013-181394 A1	05/12/2013
US 2013-0160101 A1	20/06/2013	CN 103959739 A	30/07/2014
		GB 2497745 A	26/06/2013
		GB 2497745 B	05/11/2014
		WO 2013-093724 A2	27/06/2013
		WO 2013-093724 A3	13/02/2014

<b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b> <b>H04W 48/16(2009.01)i, H04W 8/00(2009.01)i</b>		
<b>B. 조사된 분야</b> 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) H04W 48/16  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, 디스커버리, 탐색, 지연		
<b>C. 관련 문헌</b>		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	WO 2014-031829 A2 (인터디지탈 패튼 홀딩스, 인크) 2014.02.27 요약, 도면 9-10 및 청구항 1-20 참조.	1-13
A	US 2013-0159522 A1 (SAMI-JUKKA HAKOLA 외 2명) 2013.06.20 요약, 도면 1-6 및 청구항 1-22 참조.	1-13
A	US 2013-0322276 A1 (BENOIT PELLETIER 외 4명) 2013.12.05 요약, 도면 5 및 청구항 1-26 참조.	1-13
A	US 2013-0160101 A1 (SAMI-JUKKA HAKOLA 외 2명) 2013.06.20 요약, 도면 1-6 및 청구항 1-27 참조.	1-13
<input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 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 06월 10일 (10.06.2015)	국제조사보고서 발송일 2015년 06월 15일 (15.06.2015)	
ISA/KR의 명칭 및 우편주소  대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 유선중 전화번호 +82-42-481-5775	

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
WO 2014-031829 A2	2014/02/27	CA 2882856 A1 KR 10-2015-0048180 A TW 201424441 A US 2014-056220 A1 WO 2014-031829 A3	2014/02/27 2015/05/06 2014/06/16 2014/02/27 2014/04/17
US 2013-0159522 A1	2013/06/20	GB 2497741 A WO 2013-093723 A2 WO 2013-093723 A3	2013/06/26 2013/06/27 2014/02/13
US 2013-0322276 A1	2013/12/05	CN 104350778 A EP 2856797 A1 TW 201412165 A WO 2013-181394 A1	2015/02/11 2015/04/08 2014/03/16 2013/12/05
US 2013-0160101 A1	2013/06/20	CN 103959739 A GB 2497745 A GB 2497745 B WO 2013-093724 A2 WO 2013-093724 A3	2014/07/30 2013/06/26 2014/11/05 2013/06/27 2014/02/13