

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2012년 12월 27일 (27.12.2012)



(10) 국제공개번호
WO 2012/177045 A2

- (51) 국제특허분류:
H04W 52/24 (2009.01) H04W 52/34 (2009.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2012/004871
- (22) 국제출원일: 2012년 6월 20일 (20.06.2012)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/498,639 2011년 6월 20일 (20.06.2011) US
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 서울 영등포구 여의도동 20, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자; 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 이상욱 (LEE, Sang-wook) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 정만영 (JUNG, Manyoung) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080

Gyeonggi-do (KR). 이병열 (LEE, Byongyol) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 양윤오 (YANG, Yoonoh) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR). 임수환 (LIM, Suhwan) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, 431-080 Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 김용인 (KIM, Yong In) 등; 서울 송파구 잠실동 175-9 현대빌딩 7층 KBK 특허법률사무소, 138-861 Seoul (KR).

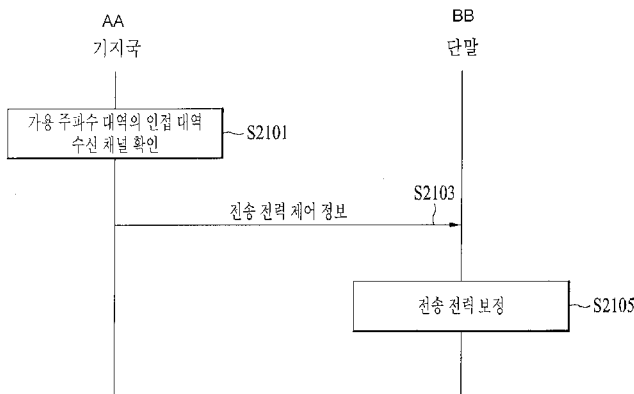
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR CONTROLLING TRANSMISSION POWER IN A WIRELESS ACCESS SYSTEM AND APPARATUS FOR SAME

(54) 발명의 명칭: 무선 접속 시스템에서 전송 전력 제어 방법 및 이를 위한 장치

[도 21]



AA ... Base station
BB ... Terminal
S2101 ... Check a receiving channel of a band adjacent to an available frequency band
S2103 ... Transmission power control information
S2105 ... Correct transmission power

(57) Abstract: The present invention relates to a method for controlling transmission power in a wireless access system that supports an operation in an unlicensed band, and to an apparatus for same. More particularly, the method for controlling the transmission power of a terminal in a wireless access system that supports a TV white space (TV WS) band comprises the steps of: allocating, to a terminal, an available frequency band which is not used by a licensed device from among the TV WS band; calculating, if a receiving band of another device exists in a band adjacent to the available frequency band, the maximum transmission power value of the terminal based on a level of interference which will not affect the reception of another device; and transmitting, to the terminal, transmission power control information for correcting the transmission power of the terminal on the basis of the maximum transmission power value.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2012/177045 A2



SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

- (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, 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,

공개:

- 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를 별도 공개함 (규칙 48.2(g))

본 발명에서는 비면허 대역에서의 동작을 지원하는 무선 접속 시스템에서 전송 전력 제어 방법 및 이를 위한 장치가 개시된다. 구체적으로, TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말의 전송 전력을 제어하는 방법에 있어서, TV WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역을 단말에 할당하는 단계, 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는 경우, 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨에 기초하여 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하는 단계 및 최대 전송 전력 값에 기초하여 단말의 전송 전력을 보정하기 위한 전송 전력 제어 정보를 단말에 전송하는 단계를 포함한다.

【명세서】**【발명의 명칭】**

무선 접속 시스템에서 전송 전력 제어 방법 및 이를 위한 장치

【기술분야】

5 본 발명은 무선 접속 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게 비면허 대역(unlicensed band)에서 동작을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말의 전송 전력을 제어하는 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

【배경기술】

무선랜(WLAN: wireless local area network) 기술에 대한 표준은
10 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.11 표준으로서 개발되고 있다. IEEE 802.11a 및 b는 2.4 GHz 또는 5 GHz에서 비면허 대역(unlicensed band)을 이용하고, IEEE 802.11b는 11 Mbps의 전송 속도를 제공하고, IEEE 802.11a는 54 Mbps의 전송 속도를 제공한다. IEEE 802.11g는 2.4 GHz에서 직교 주파수 분할 다중화(OFDM: Orthogonal frequency-division
15 multiplexing)를 적용하여, 54 Mbps의 전송 속도를 제공한다. IEEE 802.11n은 다중입출력 OFDM(MIMO-OFDM: multiple input multiple output-OFDM)을 적용하여, 4 개의 공간적인 스트림(spatial stream)에 대해서 300 Mbps의 전송 속도를 제공한다. IEEE 802.11n에서는 채널 대역폭(channel bandwidth)을 40 MHz까지 지원하며, 이 경우에는 600 Mbps의 전송 속도를 제공한다.

20 한편, TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space)는 브로드캐스트 TV에 할당된 주파수로서 UHF(Ultra High Frequency) 대역 및 VHF(very high frequency) 대역을 포함하고, 해당 주파수 대역에서 동작하는 면허

기기(licensed device)의 통신을 저해하지 않는다는 조건 하에서 비면허 기기의
 사용이 허가된 주파수 대역을 의미한다. 즉, 해당 주파수 대역에서 면허 기기가
 사용 중이지 않은 가용 채널(available channel) 또는 가용 주파수 대역을 비면허
 기기(unlicensed device)로서 동작하는 기기가 사용할 수 있다. 여기서, 면허
 5 기기에는 TV, 무선 마이크 등이 있을 수 있으며, 면허 기기는 허가된
 사용자(licensed user), 재임중인 사용자(incumbent user) 또는 주
 사용자(primary user) 등으로도 불릴 수도 있다

TV WS 대역을 사용하기 원하는 비면허 기기는 면허 기기에 대한 보호
 기능을 제공해야 한다. 따라서, 비면허 기기는 TV WS 대역에서 신호의 전송을
 10 시작하기 전에 가용 채널 정보를 획득하기 위해 반드시 면허 기기가 해당 대역을
 점유하고 있는지 여부를 확인해야 한다.

이를 위하여, 비면허 기기는 스펙트럼 센싱(spectrum sensing)을 수행하여
 해당 대역이 면허 기기에 의해 사용되고 있는지 여부를 확인할 수도 있다.
 스펙트럼 센싱 메커니즘(mechanism)에는 에너지 검출(Energy Detection) 방식,
 15 피쳐 검출(Feature Detection) 방식 등이 있다. 비면허 기기는 특정 채널에서
 수신된 신호의 강도가 일정 값 이상이거나, DTV(Digital TV)
 프리앰블(Preamble)이 검출되면 면허 기기가 특정 채널을 사용 중인 것으로
 판단할 수 있다. 그리고, 현재 사용 중인 채널과 바로 인접해 있는 채널에서
 면허 기기가 사용 중인 것으로 판단되면, 인접 대역으로 방사되는 간섭량의
 20 정도에 따라 때로는 비면허 기기의 전송 전력을 낮추어야 한다.

다만, TV WS 대역에서 비면허 기기가 가용 채널 정보를 획득하기 위해
 주파수 센싱에만 의존하는 경우, 비면허 기기는 TV WS 대역에서의 동작을 위한

센싱으로 인한 부담이 가중되고, 절차가 지연될 수 있다. 따라서, 비면허 기기는 인터넷 혹은 전용망을 통해 지리적 위치 데이터베이스(geo-location database)에 접속하여 해당 지역에서 사용 가능한 채널 리스트 정보를 얻어 올 수도 있다. 지리적 위치 데이터베이스는 등록된 면허 기기들의 정보와 면허 기기들의 지리적 위치 및 채널 사용 시간에 따라 동적으로 변화하는 채널 사용 정보를 저장하고 관리하는 데이터베이스이다.

【발명의 상세한 설명】

【기술적 과제】

본 발명의 목적은 무선 접속 시스템에 있어서, 바람직하게 비면허 대역에서의 동작을 지원하는 무선 접속 시스템에서 비면허 기기(unlicensed device)로서 동작하는 단말의 전송 전력을 제어하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

또한, 본 발명의 목적은 비면허 대역의 가용 주파수 대역에서 동작하는 단말에 의하여 가용 주파수 대역 외 방사되는 파워에 의한 인접 대역 누설 간섭을 최소화하기 위한 방법 및 이를 위한 장치를 제안한다.

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

【기술적 해결방법】

본 발명의 일 양상은, TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말의 전송 전력을 제어하는 방법에 있어서, TV

WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역을 단말에 할당하는 단계, 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는 경우, 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨에 기초하여 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하는 단계 및 최대 전송 전력 값에 기초하여 단말의 전송 전력을 보정하기 위한 전송 전력 제어 정보를 단말에 전송하는 단계를 포함한다.

본 발명의 다른 양상은, TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속 시스템의 기지국에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 TV WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역을 단말에 할당하고, 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는 경우, 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨에 기초하여 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하며, 최대 전송 전력 값에 기초하여 단말의 전송 전력을 보정하기 위한 전송 전력 제어 정보를 단말에 전송하는 프로세서를 포함한다.

바람직하게, 단말 또는 네트워크로부터 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역의 존재 여부에 대한 정보를 수신한다.

바람직하게, 타 기지국과 공유하는 TV WS 대역의 사용 정보를 통해 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역의 존재 여부를 판단한다.

바람직하게, 전송 전력 제어 정보는 A-MPR(Additional Maximum Power Reduction)이다.

본 발명의 다른 일 양상은, TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말의 전송 전력을 제어하는 방법에

있어서, 기지국으로부터 할당된 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는 경우, 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨에 기초하여 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하는 단계 및 산출한 최대 전송 전력 값을 지시하는 전송 전력 보정 정보를 기지국에 전송하는 단계를 포함하되, 할당된 주파수 대역은 TV WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역이다.

본 발명의 다른 양상은, TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속 시스템의 단말에 있어서, 무선 신호를 송수신하기 위한 RF(Radio Frequency) 유닛 및 기지국으로부터 할당된 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는 경우, 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨에 기초하여 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하고, 산출한 최대 전송 전력 값을 지시하는 전송 전력 보정 정보를 기지국에 전송하는 프로세서를 포함하되, 할당된 주파수 대역은 TV WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역이다.

바람직하게, 인접 대역을 주파수 스캔하여 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역의 존재 여부를 판단한다.

바람직하게, 기지국으로부터 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역의 존재 여부에 대한 정보를 수신한다.

바람직하게, 최대 전송 전력 값은 상기 단말의 RF(Radio Frequency) 유닛의 성능을 고려하여 산출된다.

【유리한 효과】

본 발명의 실시예에 따르면, 무선 접속 시스템, 바람직하게는 비면허

대역에서의 동작을 지원하는 무선 접속 시스템에서 비면허 기기로서 동작하는 단말의 전송 전력을 효율적으로 제어할 수 있다.

또한, 본 발명의 실시예에 따르면, 비면허 대역의 가용 주파수 대역에서 동작하는 단말의 전송 전력을 제어함으로써 가용 주파수 대역 외 방사되는
5 파워에 의한 인접 대역 누설 간섭을 최소화할 수 있다.

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】

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

도 1은 무선랜 시스템의 구성의 일례를 나타낸 도면이다.

도 2는 무선랜 시스템의 구성의 다른 예를 나타낸 도면이다.

15 도 3은 무선랜 시스템의 구성의 또 다른 예를 나타낸 도면이다.

도 4는 무선랜 시스템의 구성의 또 다른 예를 나타낸 도면이다.

도 5는 3GPP LTE 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

20 도 7은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

도 8은 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 9는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 10은 일반적인 다중 입출력 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

도 11은 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i 로의 채널을 도시한 도면이다.

5 도 12는 3GPP LTE 시스템에서 정의된 하향링크 자원 블록(RB) 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴을 나타낸 도면이다.

도 13은 SRS 심볼을 포함한 상향링크 서브 프레임을 나타낸다.

도 14는 릴레이 노드 자원 분할의 예시를 나타내는 도면이다.

10 도 15는 LTE 시스템의 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE-A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.

도 16은 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

도 17은 DTV 수신 대역에서 가용 채널(available channel)을 통해 DTV와 같은 다른 서비스와 공존하는 예를 나타내는 도면이다.

15 도 18은 무선랜 또는 LTE/LTE-A 서비스와 DTV 서비스가 공존할 때 무선랜 또는 LTE/LTE-A 송신에 의한 간섭의 영향을 예시하는 도면이다.

도 19는 TV WS 대역에서 동작하는 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 단말에 의하여 DTV 수신에 간섭이 발생하는 예를 나타낸 도면이다.

20 도 20은 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 단말 송신 ACLR 및 DTV 수신 ACS 등에 의한 DTV 수신의 영향을 예시한 도면이다.

도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 인접 대역으로 방사되는 간섭을 최소화하기 위하여 단말의 송신 전력을 제어하는 방법을 예시하는 도면이다.

도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 인접 대역으로 방사되는 간섭을 최소화하기 위하여 단말의 송신 전력을 제어하는 방법을 예시하는 도면이다.

도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를 예시한다.

5 도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 또는 단말의 프로세서 구조를 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
10 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
15 및 장치는 생략되거나, 각 구조 및 장치의 핵심기능을 중심으로 한 블록도 형식으로 도시될 수 있다.

본 명세서에서 본 발명의 실시예들을 기지국과 단말 간의 데이터 송신 및 수신
수신의 관계를 중심으로 설명한다. 여기서, 기지국은 단말과 직접적으로 통신을
수행하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미를 갖는다. 본
20 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, eNode B(eNB), 액세스 포인트(AP: Access Point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 중계기는 Relay Node(RN), Relay Station(RS) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다. 또한, '단말(Terminal)'은 UE(User Equipment), MS(Mobile Station), MSS(Mobile Subscriber Station), SS(Subscriber Station), STA(Station) 등의 용어로 대체될 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.

본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802 시스템, 3GPP 시스템, 3GPP LTE 및 LTE-A(LTE-Advanced)시스템 및 3GPP2 시스템 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.

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) 등과 같은 다양한 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 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
 5 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.

본 명세서에서, 송신 전력은 선형 스케일(linear scale) 또는 dB 스케일로
 10 표현될 수 있다. 또한, 본 발명의 실시예에 따른 동작은 전력 영역(power domain) 또는 세기 영역(amplitude domain)에서 수행될 수 있다.

1. 본 발명이 적용될 수 있는 무선랜(WLAN) 시스템 일반

도 1은 무선랜 시스템의 구성의 일례를 나타낸 도면이다.

도 1을 참조하면, 무선랜 시스템은 하나 이상의 기본 서비스 세트(BSS:
 15 Basic Service Set)를 포함한다. BSS는 성공적으로 동기화를 이루어서 서로 통신할 수 있는 스테이션(STA)의 집합이다. 도 1에서는 2개의 BSS와 각 BSS에 접속한 2개의 STA를 예시한다. 도 1에서 타원형의 표시는 BSS의 커버리지 영역을 나타내며, 이는 기본 서비스 영역(BSA: Basic Service Area)이라 불린다. STA가 BSA를 넘어서 이동하는 경우, STA는 BSA에 존재하는 다른 STA와 더 이상
 20 직접적인 통신을 할 수 없다.

BSS는 독립 BSS(IBBS: Independent BSS)와 인프라스트럭처 BSS(Infrastructure BSS)로 구분된다. IBBS는 무선랜 시스템의 가장 기본적인

타입으로, 도 1에서는 IBBS를 나타낸다. IBBS에서는 STA들 간 직접적인 통신이 가능하며, 이와 같은 STA 간 동작의 타입은 애드 혹 네트워크(ad hoc network)라고 불린다.

STA가 BSS에 접속하기 위해서는 기지국과 동기를 맞추는 절차를 수행해야 한다. 또한, 인프라스트럭처 BSS의 모든 서비스에 접근하기 위해, STA는 기지국과 연계(association)되어야 한다. 이러한 연계 절차는 동적으로 수행되며, 분배 시스템 서비스(DSS: Distribution System Service)의 사용을 포함한다.

도 2는 무선랜 시스템의 구성의 다른 예를 나타낸 도면이다.

STA와 STA 간 지원될 수 있는 직접적인 거리는 물리적으로 제한될 수 있다. 네트워크에 따라 이러한 거리는 충분할 수도 있으나, 충분하지 않아 커버리지의 확장이 요구될 수 있다. 이에, BSS는 복수의 BSS들로 구성되는 네트워크의 확장된 형태에서의 일 요소로 구성될 수 있다. 이와 같이, BSS들을 상호 연결시키기 위해 사용되는 아키텍처 요소를 분배 시스템(DS: Distribution System)이라 칭한다.

DS는 복수의 AP들을 연결하는 메커니즘(mechanism)으로서, 반드시 네트워크일 필요는 없으며, 소정의 분배 서비스를 제공할 수 있다면 그 형태에 대해서는 아무런 제한이 없다. 예컨대, DS는 메쉬(mesh) 네트워크와 같은 무선 네트워크일 수도 있고, AP들을 서로 연결시켜 주는 물리적인 구조물일 수도 있다.

무선랜 시스템에서는 분배 시스템 매체(DSM: Distribution System Medium)와 무선 매체(WM: Wireless Medium)가 논리적으로 구분될 수 있다. 각 논리적 매체는 아키텍처의 서로 다른 요소에 의하여 서로 다른 목적으로 사용된다. DS가 복수의 BSS들의 심리스(seamless)한 통합과 목적지에의 주소 매핑을 관리하기

위하여 필요한 논리적 서비스를 제공함으로써 장치의 이동성이 지원된다.

액세스 포인트(AP: Access Point)는 연계된 STA가 WM을 통해 분배 시스템에 접근할 수 있도록 지원하는 개체이다. 이러한 AP를 통하여 BSS와 DS 간에 데이터가 이동된다. 여기서, 모든 AP는 STA가 될 수 있으므로 AP 또한 주소로
5 가지는 개체이다. 다만, WM을 통한 통신과 DSM을 통해 통신을 위해 AP에 의해 사용되는 주소는 서로 동일할 필요는 없다.

도 3은 무선랜 시스템의 구성의 또 다른 예를 나타낸 도면이다.

DS와 BSS를 이용하여 임의의 크기와 복잡도를 가지는 무선 네트워크를 형성할 수 있으며, 이러한 네트워크 타입을 확장 서비스 세트(ESS: Extended
10 Service Set) 네트워크라고 칭한다. ESS는 DS를 통하여 연결된 복수의 BSS들을 의미하며, DS를 포함하지 않는다. ESS 네트워크는 IBSS 네트워크와 동일한 논리적 링크 제어(LLC: Logical Link Control) 계층을 가지므로, ESS에 속한 STA는 LLC에 트랜스페런트(transparent)하게 동일한 ESS 내에서 하나의 BSS에서 다른 BSS로 이동할 수 있다.

15 물리적으로 연속적인 커버리지를 형성하기 위해 BSS들은 부분적으로 오버랩(overlap)될 수 있다. 그리고, BSS들 간의 논리적인 거리는 제한이 없으므로 BSS들은 물리적으로 연결되어 있지 않을 수 있다. 또한, 불필요한 중복을 피하기 위해 BSS들은 물리적으로 결합되지 않을 수 있다. 또한, 애드 혹 네트워크가 ESS 네트워크를 가지는 위치에서 동작하는 경우 또는 물리적으로
20 오버랩되는 무선랜 시스템 네트워크가 서로 다른 구조로 설정된 경우 또는 동일한 위치에서 복수의 서로 다른 접속 또는 보안 정책이 필요한 경우를 위해 하나(또는 그 이상) IBBS 또는 ESS 네트워크는 하나(또는 그 이상)의 ESS

네트워크로서 물리적으로 동일한 공간에 존재할 수 있다.

도 4는 무선랜 시스템의 구성의 또 다른 예를 나타낸 도면이다.

도 4는 DS를 포함하는 인프라스트럭처 BSS를 예시한다. 도 4에서 ESS는 BSS 1과 BSS 2로 구성된다. STA는 매체 접속 제어(MAC: Medium Access Control)와
 5 무선 매체에 대한 물리층(Physical Layer) 인터페이스를 포함하는 논리 개체로서, AP STA(AP Station)과 비AP STA(Non-AP Station)을 포함한다. STA 중에서 사용자가 조작하는 휴대용 단말은 Non-AP STA로써, 단순히 STA이라고 할 때는 Non-AP STA을 가리키기도 한다. Non-AP STA은 단말(terminal), 무선 송수신 유닛(WTRU: Wireless Transmit/Receive Unit), 사용자 장비(UE: User Equipment),
 10 이동국(MS: Mobile Station), 휴대용 단말(Mobile Terminal), 또는 이동 가입자 유닛(Mobile Subscriber Unit) 등의 다른 명칭으로도 불릴 수 있다. 그리고, AP는 자신에게 결합된 STA(Associated Station)에게 무선 매체를 통해 분배 시스템(DS: Distribution System)으로의 접속을 제공하는 개체이다. AP는 집중 제어기, 기지국(BS: Base Station), Node-B, BTS(Base Transceiver System),
 15 펌토 BS(Femto BS) 또는 사이트 제어기 등으로 불릴 수도 있다.

2. 본 발명이 적용될 수 있는 3GPP LTE/LTE-A 시스템 일반

2. 1. 시스템 일반

도 5는 3GPP LTE 시스템에 이용되는 물리 채널들 및 이들을 이용한 일반적인 신호 전송 방법을 설명하기 위한 도면이다.

20 전원이 꺼진 상태에서 다시 전원이 켜지거나, 새로이 셀에 진입한 단말은 S51 단계에서 기지국과 동기를 맞추는 등의 초기 셀 탐색 (Initial cell search) 작업을 수행한다. 이를 위해 단말은 기지국으로부터 주동기 채널 (P-SCH:

Primary Synchronization Channel) 및 부동기 채널 (S-SCH: Secondary Synchronization Channel)을 수신하여 기지국과 동기를 맞추고, 셀 ID 등의 정보를 획득한다.

그 후, 단말은 기지국으로부터 물리방송채널 (PBCH: Physical Broadcast Channel) 신호를 수신하여 셀 내 방송 정보를 획득할 수 있다. 한편, 단말은 초기 셀 탐색 단계에서 하향링크 참조 신호 (DL RS: Downlink Reference Signal)를 수신하여 하향링크 채널 상태를 확인할 수 있다.

초기 셀 탐색을 마친 단말은 S52 단계에서 물리하향링크제어채널 (PDCCH: Physical Downlink Control Channel) 및 물리하향링크제어채널 정보에 따른 물리하향링크공유 채널 (PDSCH: Physical Downlink Control Channel)을 수신하여 조금 더 구체적인 시스템 정보를 획득할 수 있다.

이후, 단말은 기지국에 접속을 완료하기 위해 이후 단계 S53 내지 단계 S56과 같은 임의 접속 과정 (Random Access Procedure)을 수행할 수 있다. 이를 위해 단말은 물리임의접속채널 (PRACH: Physical Random Access Channel)을 통해 프리앰블 (preamble)을 전송하고(S53), 물리하향링크제어채널 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널을 통해 프리앰블에 대한 응답 메시지를 수신할 수 있다(S54). 경쟁 기반 임의 접속의 경우, 단말은 추가적인 물리임의접속채널 신호의 전송(S55) 및 물리하향링크제어채널 신호 및 이에 대응하는 물리하향링크공유 채널 신호의 수신(S56)과 같은 충돌해결절차 (Contention Resolution Procedure)를 수행할 수 있다.

상술한 바와 같은 절차를 수행한 단말은 이후 일반적인 상/하향링크 신호 전송 절차로서 물리하향링크제어채널 신호 및/또는 물리하향링크공유채널 신호의

수신(S57) 및 물리상향링크공유채널 (PUSCH: Physical Uplink Shared Channel) 신호 및/또는 물리상향링크제어채널 (PUCCH: Physical Uplink Control Channel) 신호의 전송(S58)을 수행할 수 있다.

단말이 기지국으로 전송하는 제어정보를 통칭하여 상향링크 제어정보(UCI: Uplink Control Information)라고 지칭한다. UCI는 HARQ-ACK/NACK (Hybrid Automatic Repeat and reQuest Acknowledgement/Negative-ACK), SR (Scheduling Request), CQI (Channel Quality Indication), PMI (Precoding Matrix Indication), RI (Rank Indication) 정보 등을 포함한다.

LTE 시스템에서 UCI는 일반적으로 PUCCH를 통해 주기적으로 전송되지만, 제어정보와 트래픽 데이터가 동시에 전송되어야 할 경우 PUSCH를 통해 전송될 수 있다. 또한, 네트워크의 요청/지시에 의해 PUSCH를 통해 UCI를 비주기적으로 전송할 수 있다.

도 6은 3GPP LTE에서 무선 프레임의 구조를 나타낸다.

도 6을 참조하면, 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성된다. 하나의 서브프레임은 시간 영역(time domain)에서 2개의 슬롯(slot)으로 구성된다. 하나의 서브프레임을 전송하는 데 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 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.

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

도 7은 하나의 하향링크 슬롯에 대한 자원 그리드(resource grid)를 예시한 도면이다.

도 7을 참조하면, 하나의 하향링크 슬롯은 시간 영역에서 복수의 OFDM 심볼을 포함한다. 여기서, 하나의 하향링크 슬롯은 7개의 OFDM 심볼을 포함하고,
10 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 element)라고 하고, 하나의 자원 블록은 12×7 개의 자원 요소를 포함한다. 하향링크 슬롯에 포함되는 자원 블록들의 수 N^{DL} 은 하향링크 전송 대역폭(bandwidth)에 종속한다.
15 상향링크 슬롯의 구조는 하향링크 슬롯의 구조와 동일할 수 있다.

도 8은 하향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 8을 참조하면, 서브 프레임내의 첫번째 슬롯에서 앞의 최대 3개의 OFDM 심볼들이 제어 채널들이 할당되는 제어 영역(control region)이고, 나머지 OFDM 심볼들은 PDSCH(Physical Downlink Shared Channel)이 할당되는 데이터
20 영역(data region)이다. 3GPP LTE에서 사용되는 하향링크 제어 채널의 일례로 PCFICH(Physical Control Format Indicator Channel), PDCCH(Physical Downlink Control Channel), PHICH(Physical 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 ACK(Acknowledgement)/NACK(Not-Acknowledgement) 신호를 나른다. PDCCH를 통해 전송되는 제어 정보를 하향링크 제어정보(downlink control information, DCI)라고 한다. 하향링크 제어정보는 상향링크 자원 할당 정보, 하향링크 자원 할당 정보 또는 임의의 단말 그룹에 대한 상향링크 전송(Tx) 파워 제어 명령을 포함한다.

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 나를 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
 5 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(system information block, SIB)를 위한 PDCCH라면 시스템 정보 식별자,
 SI-RNTI(system information RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다. 단말의 랜덤
 10 액세스 프리앰블의 전송에 대한 응답인 랜덤 액세스 응답을 지시하기 위하여,
 RA-RNTI(random access-RNTI)가 CRC에 마스킹될 수 있다.

도 9는 상향링크 서브 프레임의 구조를 나타낸다.

도 9를 참조하면, 상향링크 서브 프레임은 주파수 영역에서 제어 영역과
 데이터 영역으로 나눌 수 있다. 제어 영역에는 상향링크 제어 정보를 나르는
 15 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 동시에 전송하지
 않는다. 하나의 단말에 대한 PUCCH에는 서브 프레임 내에 자원 블록(RB:
 Resource Block) 쌍이 할당된다. RB 쌍에 속하는 RB들은 2개의 슬롯들의
 20 각각에서 서로 다른 부 반송파를 차지한다. 이를 PUCCH에 할당된 RB 쌍은 슬롯
 경계(slot boundary)에서 주파수 도약(frequency hopping)된다고 한다.

2. 2. 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 10은 일반적인 다중 입출력 안테나(MIMO) 통신 시스템의 구성도이다.

도 10을 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
 5 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】

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

10 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)
 15 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.

20 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 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
 5 열을 송신하는 방법인데, 이때 수신기에서는 송신기로부터 동시에 전송된 데이터
 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) 수신
 10 기, D-BLAST (Diagonal-Bell Laboratories Layered Space-Time), V-
 BLAST(Vertical-Bell Laboratories Layered Space-Time) 등이 있으며, 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.
 15 공간 다이버시티 이득만을 얻을 경우 다이버시티 차수의 증가에 따른 성능개선
 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.

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

먼저, 도 10에 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.

【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.

【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】

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

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.

【수학식 5】

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

여기서, w_{ij} 는 i 번째 송신 안테나와 j 번째 전송 정보간의 가중치를 나타내며,

5 \mathbf{W} 는 이를 행렬로 나타낸 것이다. 이와 같은 행렬 \mathbf{W} 를 가중치 행렬(Weight Matrix) 또는 프리코딩 행렬(Precoding Matrix)라 부른다.

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
10 되므로, 정보 벡터 \mathbf{s} 의 원소들이 모두 다른 값을 가지게 되는 반면, 공간 다이버시티를 사용하게 되면 같은 신호를 여러 채널 경로를 통하여 보내게 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
15 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 \mathbf{y} 로 다음과 같이 나타내기로 한다.

【수학식 6】

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

한편, 다중 입출력 안테나 통신 시스템에 있어서의 채널을 모델링하는 경우, 각각의 채널은 송수신 안테나 인덱스에 따라 구분할 수 있으며, 송신 안테나 j로부터 수신 안테나 i를 거치는 채널을 h_{ij} 로 표시하기로 한다. 여기서, h_{ij} 의 인덱스의 순서가 수신 안테나 인덱스가 먼저, 송신안테나의 인덱스가 나중임에 유의한다.

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

도 11은 N_T 개의 송신 안테나에서 수신 안테나 i로의 채널을 도시한 도면이다.

도 11에 도시된 바와 같이 총 N_T 개의 송신 안테나로부터 수신안테나 i로 도착하는 채널은 다음과 같이 표현 가능하다.

【수학식 7】

$$\mathbf{h}_i^T = [h_{i1}, h_{i2}, \dots, h_{iN_T}]$$

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.

15

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 \mathbf{H} 의 랭크(rank(\mathbf{H}))는 다음과 같이 제한된다.

5 【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
10 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,
15 '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.

2. 3. 참조 신호(RS: Reference Signal)

20 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 CQI/PMI/RI와 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(Demodulation RS, DMRS)라고 할 수 있다.

도 12는 3GPP LTE 시스템에서 정의된 하향링크 자원 블록(RB) 쌍에 매핑된 참조 신호 패턴을 나타낸 도면이다.

도 12를 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 12의 (a)), 확장 순환 전치(extended CP: extended Cyclic Prefix)인 경우 12개의 OFDM 심볼의 길이를 가진다(도 12의 (b)). 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】

$$\begin{aligned}
 k &= 6m + (v + v_{\text{shift}}) \bmod 6 \\
 l &= \begin{cases} 0, N_{\text{symp}}^{\text{DL}} - 3 & \text{if } p \in \{0, 1\} \\ 1 & \text{if } p \in \{2, 3\} \end{cases} \\
 m &= 0, 1, \dots, 2 \cdot N_{\text{RB}}^{\text{DL}} - 1 \\
 m' &= m + N_{\text{RB}}^{\text{max,DL}} - N_{\text{RB}}^{\text{DL}}
 \end{aligned}
 \quad
 v = \begin{cases} 0 & \text{if } p = 0 \text{ and } l = 0 \\ 3 & \text{if } p = 0 \text{ and } l \neq 0 \\ 3 & \text{if } p = 1 \text{ and } l = 0 \\ 0 & \text{if } p = 1 \text{ and } l \neq 0 \\ 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 2 \\ 3 + 3(n_s \bmod 2) & \text{if } p = 3 \end{cases}$$

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

수학식 12에서, k 및 l 은 각각 부반송파 인덱스 및 심볼 인덱스를

나타내고, p 는 안테나 포트를 나타낸다. N_{symb}^{DL} 은 하나의 하향링크 슬롯에서의 OFDM 심볼의 수를 나타내고, N_{RB}^{DL} 은 하향링크에 할당된 무선 자원의 수를 나타낸다. n_s 는 슬롯 인덱스를 나타내고, N_{ID}^{cell} 은 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.

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 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
위하여 사용된다. 다중 입출력 안테나 전송에서 특정의 단말을 위해 사용되는
5 선행 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
지원하고, 랭크 1 빔포밍(beamforming)을 위한 DRS가 정의된다. 랭크 1 빔포밍을
10 위한 DRS는 또한 안테나 포트 인덱스 5 를 위한 참조 신호를 나타낸다.

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

【수학적 식 13】

$$\begin{aligned}
 k &= (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB} \\
 k' &= \begin{cases} 4m' + v_{shift} & \text{if } l \in \{2, 3\} \\ 4m' + (2 + v_{shift}) \bmod 4 & \text{if } l \in \{5, 6\} \end{cases} \\
 l &= \begin{cases} 3 & l' = 0 \\ 6 & l' = 1 \\ 2 & l' = 2 \\ 5 & l' = 3 \end{cases} \\
 l' &= \begin{cases} 0, 1 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 2, 3 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases} \\
 m' &= 0, 1, \dots, 3N_{RB}^{PDSCH} - 1 \\
 v_{shift} &= N_{ID}^{cell} \bmod 3
 \end{aligned}$$

【수학식 14】

$$\begin{aligned}
k &= (k') \bmod N_{sc}^{RB} + N_{sc}^{RB} \cdot n_{PRB} \\
k' &= \begin{cases} 3m' + v_{\text{shift}} & \text{if } l = 4 \\ 3m' + (2 + v_{\text{shift}}) \bmod 3 & \text{if } l = 1 \end{cases} \\
l &= \begin{cases} 4 & l' \in \{0, 2\} \\ 1 & l' = 1 \end{cases} \\
l' &= \begin{cases} 0 & \text{if } n_s \bmod 2 = 0 \\ 1, 2 & \text{if } n_s \bmod 2 = 1 \end{cases} \\
m' &= 0, 1, \dots, 4N_{RB}^{PDSCH} - 1 \\
v_{\text{shift}} &= N_{ID}^{\text{cell}} \bmod 3
\end{aligned}$$

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

수학식 13 및 14에서, k 및 l 은 각각 부반송파 인덱스 및 심볼 인덱스를
 나타내고, p 는 안테나 포트를 나타낸다. N_{sc}^{RB} 은 주파수 영역에서 자원 블록
 크기를 나타내고, 부반송파의 수로써 표현된다. n_{PRB} 은 물리 자원 블록의 수를
 10 나타낸다. N_{RB}^{PDSCH} 은 PDSCH 전송을 위한 자원 블록의 주파수 대역을 나타낸다. n_s
 는 슬롯 인덱스를 나타내고, N_{ID}^{cell} 은 셀 ID를 나타낸다. mod는 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.

2. 4. COMP(Coordinated Multi-Point Transmission and Reception)

LTE-advanced의 요구에 발맞춰, 시스템의 성능 향상을 위하여 CoMP 전송이

제안되었다. CoMP는 co-MIMO, collaborative MIMO, network MIMO 등으로도 불린다. CoMP는 셀 경계에 위치한 단말의 성능을 향상시키고, 평균 셀(섹터)의 수신율(throughput)을 향상시킬 것으로 예상된다.

일반적으로, 셀 간 간섭(Inter-Cell Interference)은 주파수 재사용 지수가 1 인 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 성능 효율을 가지도록 LTE 시스템에서는 부분 주파수 재사용(FFR: Fractional Frequency Reuse)과 같은 단순한 수동적인 방법이 적용되었다. 그러나, 각 셀 당 주파수 자원의 사용을 감소시키는 대신, 단말이 수신해야 하는 신호(desired signal)로써 셀 간 간섭을 재 사용하거나 셀 간 간섭을 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.

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 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 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.

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.

2. 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.

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

도 13은 SRS 심볼을 포함한 상향링크 서브 프레임을 나타낸다.

도 13을 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
5 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
10 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.

2. 6. 릴레이 노드 (RN: Relay Node)

15 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
20 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 넌-트랜스패런트(non-transparent) 릴레이 노드로 분류될 수 있다. 트랜스패런트는 단말이 릴레이 노드를 통하여 네트워크와 통신하는지 여부를 인지하지 못하는 경우를 의미하고, 넌-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.

5 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
10 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
15 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
20 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
 5 단말로부터의 액세스 상향링크 수신에 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
 10 이격시켜 설치함)가 제공되지 않으면 구현하기 어렵다.

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
 15 기대하지 않도록 설정할 수 있다. 이러한 갭은 MBSFN (Multicast Broadcast
 Single Frequency Network) 서브프레임을 구성함으로써 설정할 수 있다

도 14는 릴레이 노드 자원 분할의 예시를 나타내는 도면이다.

도 14에서, 첫번째 서브프레임은 일반 서브프레임으로서 릴레이 노드로부터
 단말로 하향링크 (즉, 액세스 하향링크) 제어신호 및 데이터가 전송되고, 두번째
 20 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 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 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 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 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 소요된다. 따라서, 백홀 하향링크 수신 영역의 처음 일부 구간에서 릴레이 노드가 송신/수신 모드 스위칭을 하도록 가드 시간(GT: guard time)이 설정될

5 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

10 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

15 수 있다 (액세스 하향링크 구간에서 가드 시간이 설정되는 경우에는 레거시 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.

2. 7. 캐리어 병합(Carrier Aggregation) 환경

2. 7. 1. 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(symmetrical) 집성이라고 하고, 그 수가 다른 경우를 비대칭적(asymmetrical) 집성이라고 한다. 이와 같은 캐리어 병합은 반송파 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 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 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.

- 5 상술한 캐리어 병합 환경은 다중 셀(multiple cells) 환경으로 일컬을 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
- 10 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. 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
- 15 캐리어 주파수(셀의 중심 주파수)가 서로 다른 둘 이상의 셀들의 병합으로 이해될 수 있다. 여기서, 말하는 '셀(Cell)'은 일반적으로 사용되는 기지국이 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
- 20 Cell)로 사용될 수 있다. 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. S셀은 세컨더리 주파수(또는, Secondary CC) 상에서 동작하는 셀을 의미할 수 있다. 특정 단말에 P셀은 하나만 할당되며, S셀은 하나 이상 할당될 수 있다.

5 S셀은 RRC(Radio Resource Control) 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.

이하의 실시예에서는 프라이머리 컴포넌트 캐리어(PCC)는 P셀과 동일한
10 의미로 사용될 수 있으며, 세컨더리 컴포넌트 캐리어(SCC)는 S셀과 동일한 의미로 사용될 수 있다.

도 15는 LTE 시스템의 컴포넌트 캐리어(CC) 및 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합의 일례를 나타내는 도면이다.

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

도 15의 (b)는 LTE_A 시스템에서 사용되는 캐리어 병합 구조를 나타낸다.
도 15의 (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
20 개수에 제한이 있는 것은 아니다. 캐리어 병합의 경우 단말은 3개의 CC를 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 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

5 L 개의 DL CC는 반드시 모니터링해야 한다. 이러한 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

10 Information Block Type2)에 의해서 정의되는 링크지에 의해서 DL 자원과 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 2. 7. 2. 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. 크로스 캐리어 스케줄링은 크로스 컴포넌트 캐리어 스케줄링(Cross Component

20 Carrier Scheduling) 또는 크로스 셀 스케줄링(Cross Cell Scheduling)으로 일컬을 수 있다.

자가 스케줄링은 PDCCH(DL Grant)와 PDSCH가 동일한 DL CC로 전송되거나,

DL CC에서 전송된 PDCCH(UL Grant)에 따라 전송되는 PUSCH가 UL Grant를 수신한 DL CC와 링크되어 있는 UL CC를 통해 전송되는 것을 의미한다.

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

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
15 PDSCH 또는 PUSCH 자원을 할당하는 경우 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-scheduling)은 항상

15 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 항상 단말 DL CC 집합과 동일하다는 것을 의미하며, 이러한 경우에는 PDCCH

20 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 16은 크로스 캐리어 스케줄링에 따른 LTE-A 시스템의 서브 프레임 구조를 나타낸다.

도 16을 참조하면, LTE-A 단말을 위한 DL 서브프레임은 3개의 DL CC가
 5 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
 10 않은 DL CC 'B'와 'C'는 PDCCH를 전송하지 않는다.

3. 단말의 전송 전력 제어 방법

본 발명은 화이트 스페이스(WS) 대역과 같은 비면허 대역에서 무선랜(WLAN)
 혹은 LTE/LTE-A 단말이 송신 모드로 동작할 경우 인접에 있는 DTV 수신기,
 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 수신기가 받을 수 있는 간섭에 의한 성능 열화를 최소화
 15 하기 위하여 송신측의 대역 외 방사 파워에 의한 인접 채널 간섭을 제어하기
 위한 것이다. 즉, 주 사용자(또는 면허 기기)가 비면허 대역에서 수신하고 있는
 상황에서 부 사용자(또는 비면허 기기)가 상향링크로 송신 시 주변 채널의
 서비스 여부를 인지하여 이를 바탕으로 송신 대역 채널에서 송신 파워 최대 값에
 대한 제한을 가함으로써 대역 외 방사 파워에 의한 인접 대역 누설 간섭을 줄여
 20 비면허 대역에서 무선랜이나 LTE/LTE-A 등의 단말의 송신이 인접 수신 대역에
 미치는 영향을 최소화 하여 문제없이 공존하도록 하기 위한 것이다.

이하, 설명의 편의를 위해 TV 화이트 스페이스(TV WS)를 예시하여

설명하지만, 이에 한정되는 것은 아니며 특정 시스템 혹은 장치에게 독점적으로 사용할 수 있도록 허가되지 않은 비면허 주파수 대역(unlicensed band)에서도 본 발명이 적용될 수 있음은 물론이다.

현재, TV WS 대역에서 무선랜(WLAN) 서비스나 셀룰러(cellular) 서비스인
 5 LTE/LTE-A 서비스를 할 경우, 서비스 하는 단말에서 방사되는 대역 외 불요
 발사에 의해 인접한 무선랜, LTE/LTE-A 수신기 혹은 DTV 수신기의 수신 성능이
 영향을 받을 수 있다.

이는 특히 TV WS 상에서 데이터 베이스 방식 혹은 캐리어 센싱(carrier
 sensing) 방식으로 무선랜이나 LTE/LTE-A 단말이 송수신을 하는 경우, 송수신
 10 채널 대역은 DTV의 UHF 수신 대역(예를 들어, 470~698MHz) 중 일부 비어 있는
 단위 채널(예를 들어, 6MHz)상에서 이루어 지며, 이러한 대역에서 송수신하는
 단말은 듀플렉스 필터(duplex filter)와 같은 RF 프론트-엔드 필터(RF front-end
 filter)를 적용할 수 없을 가능성이 높다. 따라서 RF 필터에 의한 대역 외 방사
 특성과는 별개로 다루어 져야 한다. 즉, 듀플렉스 필터와 같이 송수신 대역
 15 전체를 관장하는 프론트-엔드 필터가 있으면 송신 안테나 포트에서 수신 안테나
 포트에 들어가는 대역 외 방사가 송신 대역에 비해 일반적으로 약 45~50dB 정도
 감쇠 되는데 이와 같은 전력 감쇠에 의한 수신 대역 보호의 이득을 TV WS 대역
 상에서 동작하는 단말들은 누릴 수 없을 가능성이 높다.

도 17은 DTV 수신 대역에서 가용 채널(available channel)을 통해 DTV와
 20 같은 다른 서비스와 공존하는 예를 나타내는 도면이다.

도 17을 참조하면, DTV의 수신 대역에서 DTV에 의해 사용되지 않는 복수
 개의 가용 채널(도 17에서 TV WS로 표시된 대역)이 존재할 수 있으며, 무선랜

또는 LTE/LTE-A 단말은 이러한 가용 채널 중 자신에게 할당된 대역을 사용할 수 있다. 이 경우, 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말은 TV WS 대역 전체를 관찰하는 프론트-엔트 필터링을 먼저 수행하고, 기지국으로부터 사용 가능한 가용 채널에 대한 데이터를 받아서 RF 필터링의 도움 없이 DTV나 다른 무선랜 장치와 공존할 수 있다.

도 18은 무선랜 또는 LTE/LTE-A 서비스와 DTV 서비스가 공존할 때 무선랜 또는 LTE/LTE-A 송신에 의한 간섭의 영향을 예시하는 도면이다.

도 18을 참조하면, DTV 수신 대역에서 644~650 MHz, 662~668 MHz 주파수 대역은 면허 기기인 DTV가 각각 채널 43, 46으로 사용하고 있다. IEEE 802.11a 표준에 의하면, 무선랜 단말은 5MHz, 10MHz, 20MHz 중 적어도 하나를 지원하며, LTE/LTE-A 단말은 캐리어 집합을 지원하지 않을 경우 1.4MHz, 3MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 20MHz 등 6개의 채널 대역폭 중 하나를 지원하며, 캐리어 집합을 지원할 경우, 이론상으로 100MHz 까지 지원할 수 있으나 실제 사업자가 확보하고 있는 대역을 감안할 경우 대체로 40MHz까지의 대역폭을 차지할 수 있으며, 연속적으로 몇 개의 TV WS 채널이 면허 기기에 의해 사용되지 않는지에 따라 5MHz를 기본 대역폭으로 하여 5MHz, 10MHz 또는 그 이상의 주파수 대역폭을 지원할 수 있다. 도 18에서는 채널 40에서는 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말이 5MHz의 주파수 대역을 이용하며 수신 모드로 동작하고 있고, 채널 41 및 42에서는 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말이 10MHz의 주파수 대역을 이용하며 전송 모드로 동작하고 있음을 예시하고 있다.

이때, 상술한 바와 같이, 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말이 프론트-엔드 필터의 도움 없이 DTV 수신 서비스와 공존하게 되면 무선랜 또는 LTE/LTE-A

단말의 송신에 의한 대역 외 방사(OOBE: Out Of Band Emission)으로 인하여 DTV 수신기의 수신이나 다른 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말의 수신에 간섭의 영향이 미칠 수 있다. 도 18에서는 채널 41 및 42에서 전송 모드로 동작하는 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말의 송신에 의한 대역 외 방사로 인하여 채널 40에서 수신

5 모드로 동작하는 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말 혹은 채널 43에서의 DTV 수신기의 수신에 간섭의 영향을 예시한다. 이러한 간섭의 영향은 크게 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말이 사용하는 대역의 인접 대역에 대한 대역 외 방사 특성인 ACLR(Adjacent Channel Leakage Ratio), 수신단에서 인접 대역에 간섭이 있을 때 자기 신호를 신뢰성 있게 수신할 수 있게 하는 ACS(Adjacent Channel

10 Selectivity), 그리고 두 개 이상의 간섭 신호가 수신 대역에 영향을 미치는 IM(Inter-modulation)에 의한 영향 등으로 생각할 수 있다.

도 19는 TV WS 대역에서 동작하는 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 단말에 의하여 DTV 수신에 간섭이 발생하는 예를 나타낸 도면이다.

도 19를 참조하면, DTV 수신기로부터 공간적으로 약 5m 가량 떨어져 있는

15 TV WS 대역에서 동작하는 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 단말이 DTV 수신기로 대역외 방사에 의해 간섭을 주는 상황을 도시한 것이다. 이러한 상황에서 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 단말과 DTV 수신기와의 링크 버짓(link budget)을 계산하면 아래 표 1과 같다.

표 1은 무선랜 단말과 DTV 수신기 간의 링크 버짓의 예시를 나타낸다.

20 **【표 1】**

Parameter	Values	Notes
Tx Power	16 dBm/5MHz	WLAN Tx max power
Distance to DTV receiver	5 m	Distance from TVWS WLAN UE to victim DTV receiver
Antenna isolation	57 dB	Free space loss is assumed
Received pwr at DTV receiver	-41 dBm/5MHz	Interference level in DTV receiver block

예를 들어 TV WS 대역 상에서 동작하는 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 단말이 16dBm으로 송신한다고 가정하면, 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 단말로부터 5m 떨어져 있는 DTV 수신기로 영향을 미치는 간섭 양(또는 레벨)은 안테나 격리도(isolation)를 고려하여 약 -41dBm/5MHz가 될 수 있다. 여기서, 송신단 안테나 포트에서 수신단 안테나 포트까지의 파워 감쇠인 안테나 격리도는 안테나 이득(Antenna gain), 케이블 손실(Cable loss), 경로 손실(Path loss) 모델(예를 들어, 자유 공간 모델(Free space model), 하타 모델(Hata model) 등), 인체에 의한 감소(Body loss) 등 여러 가지 인자에 의해 바뀔 수 있는 값이다. 따라서 사용하는 서비스가 무선랜인지 LTE/LTE-A 혹은 WCDMA와 같은 셀룰러 서비스인지에 따라 상응하는 주파수 및 관련 값들을 이용해서 계산할 수 있다. 표 1에서는 안테나 격리도로 자유 공간 모델(Free space model)을 가정한 예를 나타낸다.

도 20은 무선랜 혹은 LTE/LTE-A 단말 송신 ACLR 및 DTV 수신 ACS 등에 의한 DTV 수신에 영향을 예시한 도면이다.

도 20을 참조하면, 무선랜 이나 LTE/LTE-A 단말의 대역 외 방사(OOBE) (예를 들어, ACLR, SEM(Spectral Emissions Mask) 등) 등에 의해 주 사용자(primary user)인 DTV 수신기가 받는 영향의 한 예를 도시한 것이다. 도 20에서는 채널 44 및 45에서 10MHz 주파수 대역을 이용하여 전송 모드로

동작하는 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말의 송신에 의한 대역 외 방사로 인하여 인접 채널에서 수신 모드로 동작하는 DTV 수신기의 수신에 간섭의 영향을 예시한다.

그림에서 DTV 수신 신호는 대략 -74~-85dBm 정도이고 DTV의 ACRR(Adjacent Channel Rejection Ratio)를 DTV = -74dBm, 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말에 의한 간섭 = -41dBm 으로 약 33dB 로 가정하면 IF(Intermediate Frequency) 단 컷오프(cut-off) 특성이 실제 40dB 내외이므로 4dB 이상의 추가적인 전력 감쇠(attenuation)가 DTV 수신 대역 값에 적용되어야 한다. 이는 즉, 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말 등의 송신 전력이 4dB 이상 백오프(back-off) 되어야 함을 의미한다.

이처럼 TV WS 대역에서 무선랜 또는 LTE/LTE-A 단말 등의 송신에 의한 대역 외 방사로 인하여 여러 가지의 형태로 DTV 수신기의 성능에 영향을 미칠 가능성이 높다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 본 발명에서는 DTV 수신 대역과 같은 비면허 대역에서 프론트-엔트 필터의 도움 없이 무선랜 단말이나 LTE/LTE-A 단말이 동작할 경우, DTV 수신기와 같은 면허 기기의 수신 성능을 보호하기 위해 대역 외로 새어 나가는 간섭의 제어를 위한 단말의 전송 전력을 제어하는 방법을 제안한다.

3. 1. 제1 실시예

도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 인접 대역으로 방사되는 간섭을 최소화하기 위하여 단말의 송신 전력을 제어하는 방법을 예시하는 도면이다.

도 21을 참조하면, 기지국은 단말에게 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 수신 채널이 존재하는지 여부를 확인한다(S2101). 이때, 단말에게

할당된 가용 주파수 대역은 해당 비면허 대역(예를 들어, DTV 수신 대역)의 적어도 하나 이상의 단위 채널로 구성될 수 있다.

기지국은 단말에 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 수신 채널의 존재 여부를 네트워크가 데이터 베이스 기반으로 판단한 정보를 네트워크로부터 수신하여 확인하거나 인접 기지국과 공유하는 정보를 통해 확인할 수 있으며, 또한 도 21에서 도시하지 않았지만 단말로부터 해당 단말에게 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에 대한 정보를 수신하여 확인할 수도 있다. 또한, 상술한 방식 중 하나 이상의 방식을 조합하여 단말에게 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에 수신 채널의 존재 여부를 판단할 수도 있다.

먼저, 네트워크가 데이터 베이스를 기반으로 단말에게 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에 수신 채널의 존재 여부를 판단하는 방법을 살펴본다. 기지국은 해당 비면허 대역에서 면허 기기가 사용하는 주파수를 데이터 베이스를 이용하여 확인할 수 있다. 예를 들어, TV WS 대역의 경우, 네트워크는 자신이 서비스하는 지역에서의 DTV 수신기에 할당되는 주파수를 확인할 수 있다. 상술한 바와 같이, TV WS 대역은 각 국가마다 상이할 수 있으며, 네트워크는 해당 지역에 따른 DTV 수신기에 할당되는 주파수 대역에 대한 정보를 확인할 수 있다. 이처럼, 기지국은 네트워크로부터 데이터 베이스를 기반으로 판단한 정보를 수신하여 단말에게 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에 수신 채널의 존재 여부를 확인할 수 있다.

또한, 네트워크 상의 각 기지국은 자신이 서비스하는 커버리지(셀 또는 BSA)에서 단말에게 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 면허 기기 외의 비면허 기기의 사용 정보를 확인할 수 있으며, 기지국 간에 이와 같은 주파수

대역 별로 사용 정보를 서로 공유함으로써 인접 대역에 대한 사용 여부를 확인할 수 있다. 예를 들어, TV WS 대역의 경우, 기지국은 DTV 수신기 외의 무선랜 단말 혹은 LTE/LTE-A 단말 등과 같은 비면허 기기가 인접 대역을 사용하고 있는지 인접 기지국과 공유하는 정보를 통해 확인할 수 있다.

5 또한, 단말이 자신이 할당 받은 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 면허 기기 혹은 비면허 기기의 수신 채널의 존재 여부를 감지하고, 인접 대역에서 감지한 수신 채널에 대한 정보를 기지국에 전송할 수 있다. 예를 들어, 단말은 전체 DTV 수신 대역 중 자신이 할당 받은 가용 주파수 대역을 기준으로 인접 대역 x개를 주파수 스캔하여 파워를 측정하고 측정한 파워 값과 수신 영역에
10 대한 기준값을 비교하여 인접 대역에서 타 기기가 수신 서비스를 수행하고 있는지 여부를 확인할 수 있다. 여기서, 단말은 해당 비면허 대역에서 기본 주파수 단위 별로 주파수 스캔을 수행할 수 있으며, 스캔하는 인접 대역의 개수는 사전에 설정될 수 있다. 단말은 특정 임계값($Th-low[dBm]$) 보다 파워 측정 값이 큰 경우에 인접 대역에서 타 기기가 수신 서비스를 하고 있다고
15 판단할 수 있고, 또한 특정 임계값($Th-high[dBm]$) 보다 파워 측정 값이 작은 경우에 인접 대역에서 타 기기가 수신 서비스를 수행하고 있다고 판단할 수도 있다. 또한, 특정 범위 예를 들어 $Th-low[dBm]$ 과 $Th-high[dBm]$ 사이에 파워 측정 값이 존재하게 되면 인접 대역에서 타 기기가 수신 서비스를 수행하고 있다고 판단할 수도 있다. 여기서, 수신 영역에 대한 기준값은 해당 비면허 대역에서
20 제공하는 서비스마다 상이할 수 있다. 예를 들어, DTV 수신 대역, ISM(Industrial Scientific and Medical equipment) 대역 등 각 서비스 대역에 따라 수신 영역에 대한 기준값이 상이할 수 있다. 이처럼, 단말은 자신이 할당

받은 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 수신 채널의 존재 여부를 감지하고,
감지한 정보를 기지국으로 전송함으로써, 기지국은 단말에게 할당한 가용 주파수
대역의 인접 대역에서 수신 채널의 존재 여부를 판단할 수 있다. 즉, 단말이
기지국으로 전송하는 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는지 여부를
5 판단한 정보는 인접 대역에서의 파워를 측정한 값이 미리 설정된 기준값의 범위
내에 속하는지 여부를 지시하는 정보를 의미한다.

단말에게 할당한 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 수신 채널이 존재함을
판단한 기지국은 단말의 송신 전력을 제어하기 위하여 전송 전력 제어 정보를
단말에 전송한다(S2103). 여기서, 전송 전력 제어 정보는 기지국이 단말의 전송
10 전력으로 인하여 단말에 할당한 가용 주파수 대역의 인접 대역에서의 수신에
영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨을 기준으로 단말의 전송 전력을 보정(혹은
감쇠)하기 위한 정보를 의미한다.

이러한 전송 전력 제어 정보의 일례로, 인접 대역에서의 수신에 영향을
주지 않을 정도의 간섭의 레벨을 기준으로 기지국이 산출한 단말의 최대 전송
15 가능 전력 값이 될 수 있다. 이때, 산출된 최대 전송 가능 전력 값은 단말에
할당된 가용 주파수 대역(혹은 가용 채널) 별로 상이할 수 있다. 또한, 전송
전력 제어 정보는 최대 전송 가능 전력 값을 단말이 산출할 수 있도록 최대 전송
가능 전력 값을 산출하기 위해 이용되는 파라미터 값이 될 수도 있으며, 또한
현재 단말의 최대 전송 가능 전력 값과 산출된 최대 전송 가능 전력 값의 차이
20 값이 될 수도 있다.

한편, 기존의 LTE에서 단말의 최대 전송 파워는 단말이 속한 파워
클래스(power class)에 따라 정해지되, 단말의 파워 클래스에 해당하는 최대

송신 파워를 그대로 사용하지 않고, 전송 시 기저 대역 단의 변조 차수(Modulation Order), 자원 블록(RB) 사이즈 혹은 단말이 속한 동작 밴드(operating band)의 종류에 따라 추가적으로 파워 감소(Power Reduction)을 허용한다. 이러한 추가적인 파워 감소는 MPR(Maximum Power Reduction), A-MPR
5 (Additional MPR)을 이용하여 제어된다.

기지국은 전송 전력 제어 정보로써, 상술한 A-MPR(Additional MPR) 값(또는 테이블)을 단말에 전송할 수도 있다. 또한, 전송 전력 제어와 관련된 네트워크 시그널링(NS:Network Signaling)을 단말에 전송할 수도 있다. 여기서, 기지국 혹은 네트워크가 보내는 네트워크 시그널링은 단말이 특정 지역에서 등록했을
10 경우 그 지역의 규정(regulation)을 고려하여 미리 정해진 전송 전력 제어를 스스로 수행하도록 미리 약속 되어진 형태의 동작일 수 있다. 혹은 기지국 혹은 네트워크가 주위 채널 상황에 따라 다이내믹하게 여러 가지 경우를 고려하여 상황에 맞는 네트워크 시그널링을 단말에게 전송함으로써, 단말은 전송 받은 네트워크 시그널링에 따라 각기 다른 형태의 전송 전력 제어를 수행할 수 있다.
15 또한, 해당 서비스 대역(예를 들어, TV WS 대역) 전용의 네트워크 시그널링을 할당하여 할당된 네트워크 시그널링(NS_{xx})을 단말에 전송할 수도 있다. 단말은 수신한 NS_{xx}와 연관된 A-MPR_{xx} 테이블을 이용하여 단말의 송신 전력을 보정할 수 있다. 이때, A-MPR_{xx} 은 RF(Radio Frequency) 시뮬레이션(simulation) 등을 통하여 LTE/LTE-A, DTV, 무선랜 수신단(receiver)을 모두 보호할 수 있는 통합된
20 테이블로 구성될 수 있다.

기지국은 상술한 전송 전력 제어 정보를 SIB(System Information Block)으로 전송할 수 있으며, 상위 계층 시그널링(예를 들어, RRC 시그널링)을

이용하거나 제어 채널(예를 들어, PDCCH 등)을 이용할 수도 있다.

기지국으로부터 전송 전력 제어 정보를 수신한 단말은 전송 전력 제어 정보를 이용하여 단말의 전송 전력을 보정한다(S2105). 예를 들어, 단말이 기지국으로부터 최대 전송 가능 전력 값을 수신한 경우, 수신한 최대 전송 가능 전력 값을 단말에 허용된 최대 전송 가능 전력 값으로 대체할 수 있다. 또한, 기지국으로부터 최대 전송 가능 전력 값을 산출하기 위한 파라미터 정보를 수신한 경우, 수신한 파라미터를 이용하여 단말에 허용된 최대 전송 가능 전력 값을 산출할 수 있다. 또한, 단말 현재 단말의 최대 전송 가능 전력 값과 산출된 최대 전송 가능 전력 값의 차이 값을 수신하는 경우에는 해당 차이 값을 이용하여 단말에 허용된 최대 전송 가능 전력 값을 산출할 수 있다. 또한, A-MPR이나 NS를 수신하는 경우에는, 해당 A-MPR을 이용하여 최대 전송 전력을 보정할 수 있다.

3. 2. 제2 실시예

도 22는 본 발명의 일 실시예에 따른 인접 대역으로 방사되는 간섭을 최소화하기 위하여 단말의 송신 전력을 제어하는 방법을 예시하는 도면이다.

도 22를 참조하면, 단말은 자신에게 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 수신 채널이 존재하는지 여부를 확인한다(S2201). 이때, 단말에게 할당된 가용 주파수 대역은 해당 비면허 대역(예를 들어, DTV 수신 대역)의 적어도 하나 이상의 단위 채널로 구성될 수 있다.

단말은 자신이 할당 받은 가용 주파수 대역의 인접 대역을 주파수 스캔하여 인접 대역에서 면허 기기 혹은 비면허 기기의 수신 채널의 존재 여부를 감지할 수 있다. 또한, 네트워크가 단말에 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에서

수신 채널의 존재 여부를 데이터 베이스 기반으로 판단한 정보를 수신하여
 확인하거나 네트워크 상에 속한 기지국 간에 공유하는 정보를 수신하여 확인할
 수도 있다. 단말 혹은 네트워크에서 단말에 할당된 가용 주파수 대역의 인접
 대역에서 수신 채널의 존재 여부를 감지하는 상세한 설명은 앞서 도 21에 따른
 5 실시예와 동일하므로 이하 설명을 생략한다.

자신에게 할당된 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 수신 채널이 존재함을
 판단한 단말은 송신 전력을 보정한다(S2203). 단말은 인접 대역에서의 수신에
 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨을 기준으로 단말의 최대 전송 가능 전력
 값을 자체적으로 산출하여, 산출된 최대 전송 전력 값을 기초로 송신 전력을
 10 보정한다. 이처럼 단말이 산출하는 단말의 최대 전송 전력 값은 해당 단말의
 구현된 RF 송신 성능 등에 따라 상이할 수 있으며, 단말에 할당된 가용 주파수
 대역(혹은 가용 채널) 별로 상이할 수 있다.

송신 전력을 보정한 단말은 송신 전력을 보정한 정보를 기지국에
 전송한다(S2205). 여기서 단말이 전송하는 단말의 송신 전력 보정 정보는 단말이
 15 S2203 단계에서 산출한 최대 전송 전력 값이 될 수 있으며, 보정 전 단말의 최대
 전송 전력 값과 S2203 단계에서 산출된 최대 전송 전력 값의 차이 값이 될 수도
 있다. 이렇게 단말이 송신 전력 보정 정보를 기지국에 전송함으로써, 기지국은
 해당 단말의 자원 할당 시 해당 단말의 송신 전력 보정 정보를 이용할 수 있으며,
 결국 기지국의 자원 할당에 효율성을 높일 수 있다.

4. 본 발명이 적용될 수 있는 장치 일반

도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 무선 통신 장치의 블록 구성도를
 예시한다.

도 23을 참조하면, 무선 통신 시스템은 기지국(230)과 기지국(230) 영역 내에 위치한 다수의 단말(240)을 포함한다.

기지국(230)은 프로세서(processor, 231), 메모리(memory, 232) 및 RF부(radio frequency unit, 233)을 포함한다. 프로세서(231)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(231)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(232)는 프로세서(231)와 연결되어, 프로세서(231)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(233)는 프로세서(231)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

단말(240)은 프로세서(241), 메모리(242) 및 RF부(243)을 포함한다. 프로세서(241)는 제안된 기능, 과정 및/또는 방법을 구현한다. 무선 인터페이스 프로토콜의 계층들은 프로세서(241)에 의해 구현될 수 있다. 메모리(242)는 프로세서(241)와 연결되어, 프로세서(241)를 구동하기 위한 다양한 정보를 저장한다. RF부(243)는 프로세서(241)와 연결되어, 무선 신호를 송신 및/또는 수신한다.

메모리(232, 242)는 프로세서(231, 241) 내부 또는 외부에 있을 수 있고, 잘 알려진 다양한 수단으로 프로세서(231, 241)와 연결될 수 있다. 또한, 기지국(230) 및/또는 단말(240)은 한 개의 안테나(single antenna) 또는 다중 안테나(multiple antenna)를 가질 수 있다.

이하, 상술한 기지국 또는 단말의 각 구성 요소 중 프로세서(231, 241)에 관하여 보다 상세히 설명한다. 프로세서(231, 241)은 다중 계층(multi layer) 구조를 가질 수 있으나, 이들 계층 중에서 특히 데이터 링크 계층(DLL: Data Link Layer)에서 MAC 부계층과 물리 계층을 보다 상세히 도시한다.

도 24는 본 발명의 일 실시예에 따른 기지국 또는 단말의 프로세서 구조를 예시한다.

도 24를 참조하면, 물리 계층(2420)은 PLCP 개체(Physical Layer Convergence Procedure Entity, 2421)와 PMD 개체(Physical Medium Dependent Entity, 2422)를 포함할 수 있다. MAC 부계층(2410)과 물리 계층(2420) 모두 개념상의 관리 개체를 포함할 수 있으며, 각각 MLME(MAC Sublayer Management Entity, 2411)와 PLME (Physical Layer Management Entity, 2423)로 지칭할 수 있다. 이들 개체(2411, 2421)은 계층 관리 함수의 동작을 통해 계층 관리 서비스 인터페이스를 제공한다.

정확한 MAC 동작을 제공하기 위하여, SME(Station Management Entity, 2430)가 각 단말 내에 존재할 수 있다. SME(2430)는 각 계층과 독립적인 관리 개체로서 여러 계층 관리 개체들로부터 계층 기반 상태 정보를 수집하거나 각 계층의 특정 파라미터들의 값을 설정한다. SME(2430)는 일반 시스템 관리 개체들을 대신하여 이러한 기능을 수행할 수 있으며, 표준 관리 프로토콜을 구현할 수 있다.

위와 같은 다양한 개체들은 다양한 방법으로 상호 작용(interact)할 수 있으며, 도 24에서는 GET/SET 프리미티브(primitive)를 교환하는 예를 나타낸다. XX-GET.request 프리미티브는 MIB attribute(management information base attribute)의 값을 요청하기 위해 사용되고, XX-GET.confirm 프리미티브는 상태가 'SUCCESS'라면, 해당 MIB attribute의 값을 리턴(return)하고, 그 외의 경우에는 상태 필드에 오류 표시를 하여 리턴한다. XX-SET.request 프리미티브는 지정된 MIB attribute를 주어진 값으로 설정하도록 요청하기 위해 사용된다. MIB

attribute가 특정 동작으로 의미하고 있다면, 이 요청은 그 특정 동작의 실행을 요청한다. 그리고, XX-SET.confirm 프리미티브는 상태가 'SUCCESS'라면, 이는 지정된 MIB attribute가 요청된 값으로 설정되었음을 의미한다. 그 외의 경우에는, 상태 필드는 오류 상황을 나타낸다. 이 MIB attribute가 특정 동작을 의미한다면, 이 프리미티브는 해당 동작의 수행된 것을 확인해 줄 수 있다.

도 24에 도시된 바와 같이 MLME(2411)와 SME(2430), PLME(2423)와 SME(2430)는 상술한 다양한 프리미티브를 각각 MLME_SAP(MLME_Service Access Point, 2450), PLME_SAP(PLME_Service Access Point, 2460)를 통해 교환할 수 있다. 그리고, MLME(2411)와 PLME(2423) 간에는 MLME-PLME_SAP(MLME-PLME_Service Access Point, 2470)을 통해 프리미티브를 교환할 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 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성하는 것도 가능하다. 본 발명의 실시예들에서 설명되는 동작들의 순서는 변경될 수 있다. 어느 실시예의 일부 구성이나 특징은 다른 실시예에 포함될 수 있고, 또는 다른 실시예의 대응하는 구성 또는 특징과 교체될 수 있다. 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

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), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러,
5 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 있다. 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리는 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한
10 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

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

【산업상 이용가능성】

본 발명의 무선 접속 시스템에서 데이터 송수신 방안은 3GPP LTE 시스템 내지 IEEE 802 시스템에 적용되는 예를 중심으로 설명하였으나, 이외에도 다양한
20 무선 접속 시스템에 적용하는 것이 가능하다.

【청구의 범위】

【청구항 1】

TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속 시스템에서 단말의 전송 전력을 제어하는 방법에 있어서,

5 상기 TV WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역을 상기 단말에 할당하는 단계;

상기 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는 경우, 상기 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨에 기초하여 상기 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하는 단계; 및

10 상기 최대 전송 전력 값에 기초하여 상기 단말의 전송 전력을 보정하기 위한 전송 전력 제어 정보를 상기 단말에 전송하는 단계를 포함하는, 전송 전력 제어 방법.

【청구항 2】

제1항에 있어서,

15 상기 단말 또는 네트워크로부터 상기 인접 대역에서 상기 타 기기의 수신 대역의 존재 여부에 대한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는, 전송 전력 제어 방법.

【청구항 3】

제1항에 있어서,

20 타 기지국과 공유하는 상기 TV WS 대역의 사용 정보를 통해 상기 인접 대역에서 상기 타 기기의 수신 대역의 존재 여부를 판단하는 단계를 더 포함하는, 전송 전력 제어 방법.

【청구항 4】

제1항에 있어서,

상기 전송 전력 제어 정보는 A-MPR(Additional Maximum Power Reduction)인,
전송 전력 제어 방법.

5 【청구항 5】

TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속
시스템에서 단말의 전송 전력을 제어하는 방법에 있어서,

기지국으로부터 할당된 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신
대역이 존재하는 경우, 상기 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의
10 레벨에 기초하여 상기 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하는 단계; 및

상기 산출한 최대 전송 전력 값을 지시하는 전송 전력 보정 정보를 상기
기지국에 전송하는 단계를 포함하되,

상기 할당된 주파수 대역은 상기 TV WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed
device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역인, 전송 전력 제어 방법.

15 【청구항 6】

제5항에 있어서,

상기 인접 대역을 주파수 스캔하여 상기 인접 대역에서 상기 타 기기의
수신 대역의 존재 여부를 판단하는 단계를 더 포함하는, 전송 전력 제어 방법.

【청구항 7】

20 제5항에 있어서,

상기 기지국으로부터 상기 인접 대역에서 상기 타 기기의 수신 대역의 존재
여부에 대한 정보를 수신하는 단계를 더 포함하는, 전송 전력 제어 방법.

【청구항 8】

제5항에 있어서,

상기 최대 전송 전력 값은 상기 단말의 RF(Radio Frequency) 유닛의 성능을 고려하여 산출되는, 전송 전력 제어 방법.

5 【청구항 9】

TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속 시스템의 기지국에 있어서,

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

상기 TV WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역을 단말에 할당하고, 상기 가용 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는 경우, 상기 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨에 기초하여 상기 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하며, 상기 최대 전송 전력 값에 기초하여 상기 단말의 전송 전력을 보정하기 위한 전송 전력 제어 정보를 상기 단말에 전송하는 프로세서를 포함하는, 기지국.

【청구항 10】

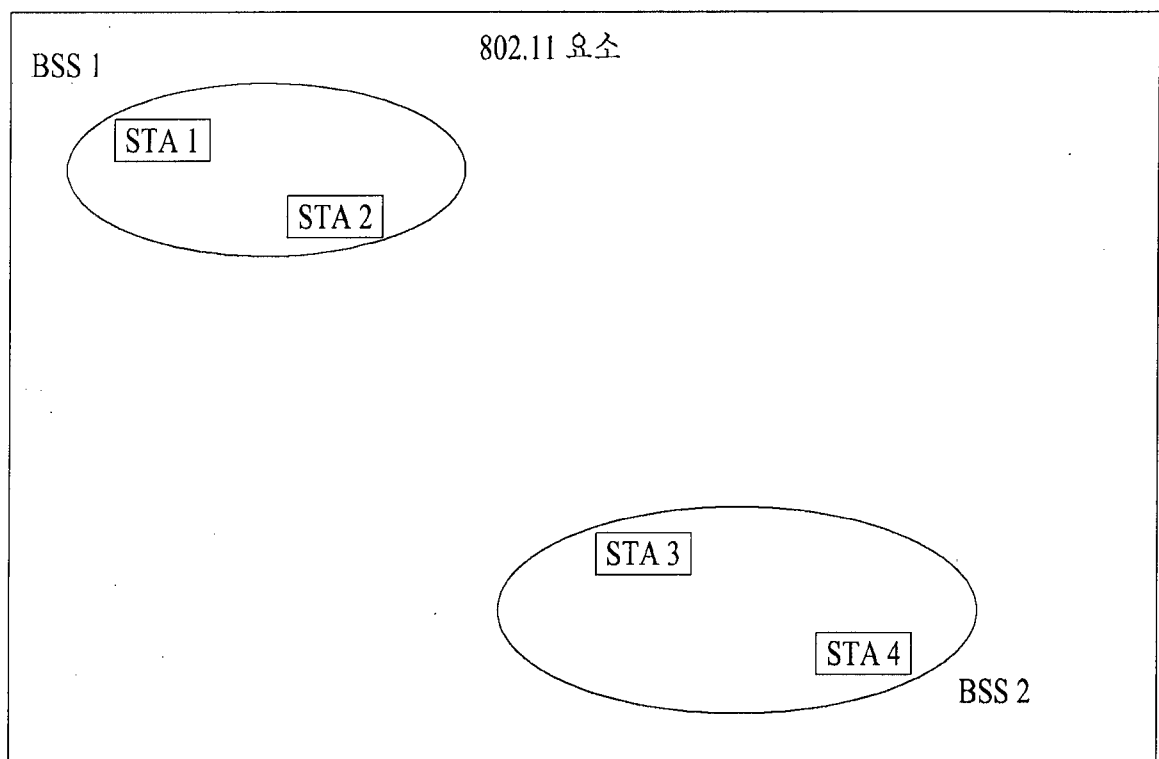
TV 화이트 스페이스(TV WS: TV White Space) 대역을 지원하는 무선 접속 시스템의 단말에 있어서,

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

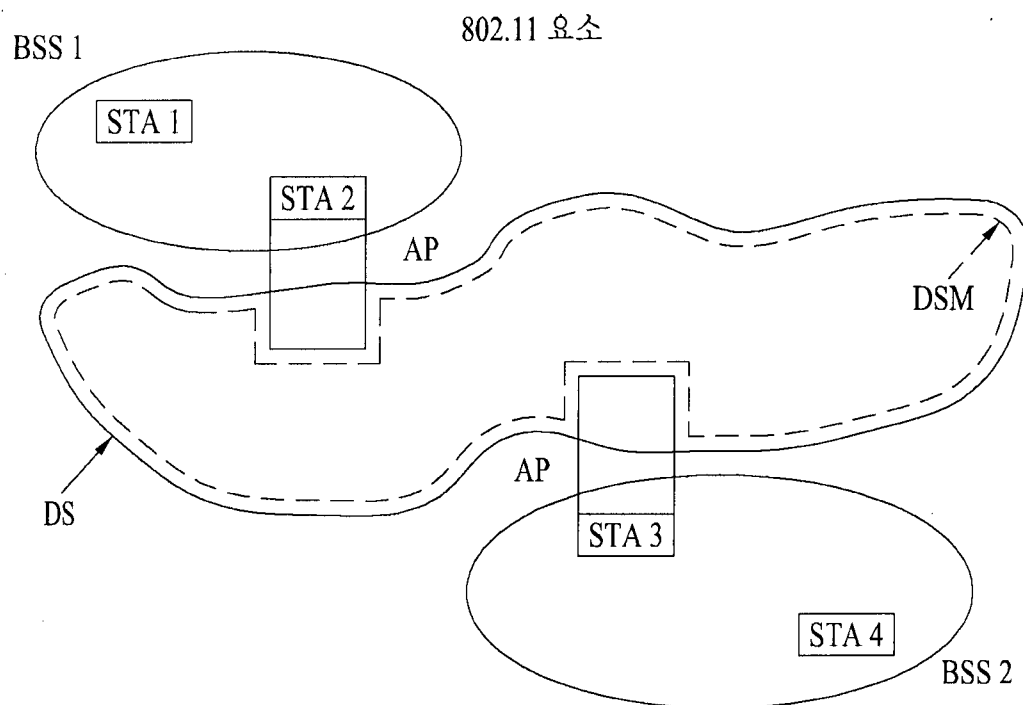
기지국으로부터 할당된 주파수 대역의 인접 대역에서 타 기기의 수신 대역이 존재하는 경우, 상기 타 기기의 수신에 영향을 주지 않을 정도의 간섭의 레벨에 기초하여 상기 단말의 최대 전송 전력 값을 산출하고, 상기 산출한 최대

전송 전력 값을 지시하는 전송 전력 보정 정보를 기지국에 전송하는 프로세서를 포함하되, 상기 할당된 주파수 대역은 상기 TV WS 대역 중 면허 받은 기기(licensed device)에 의해 이용되지 않는 가용 주파수 대역인, 단말.

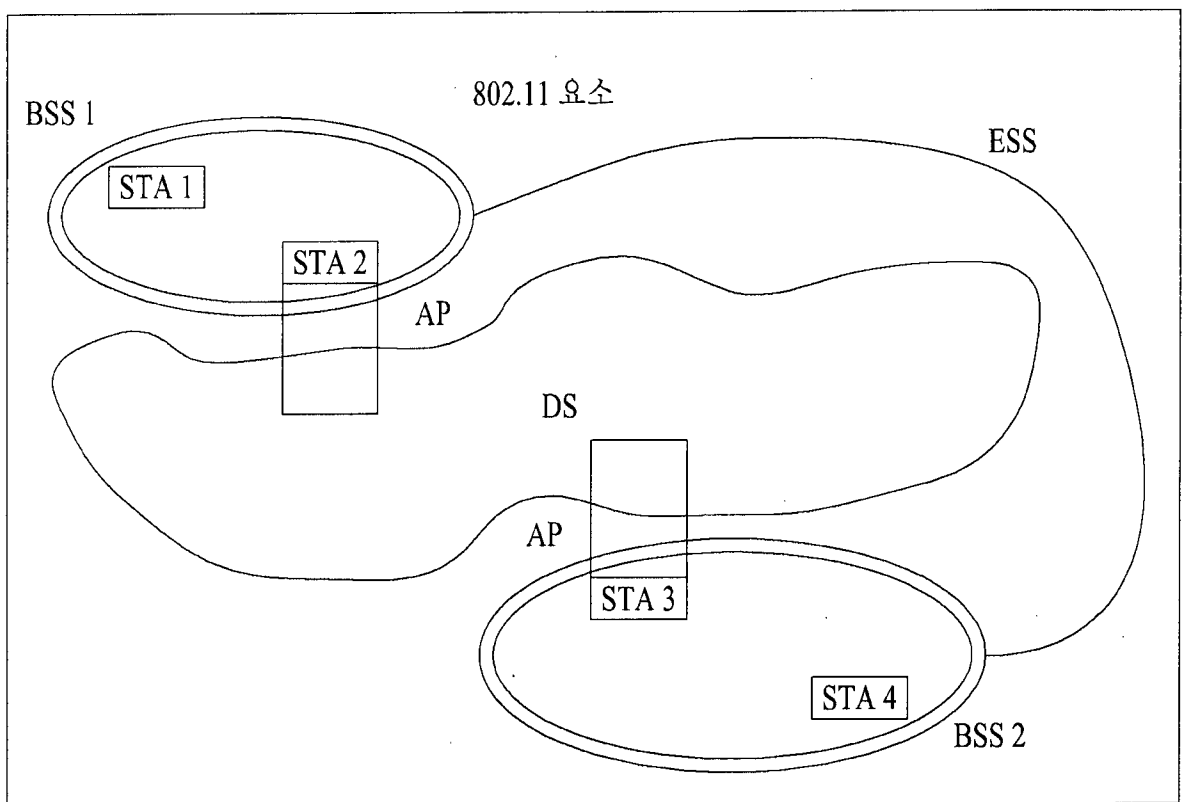
[도 1]



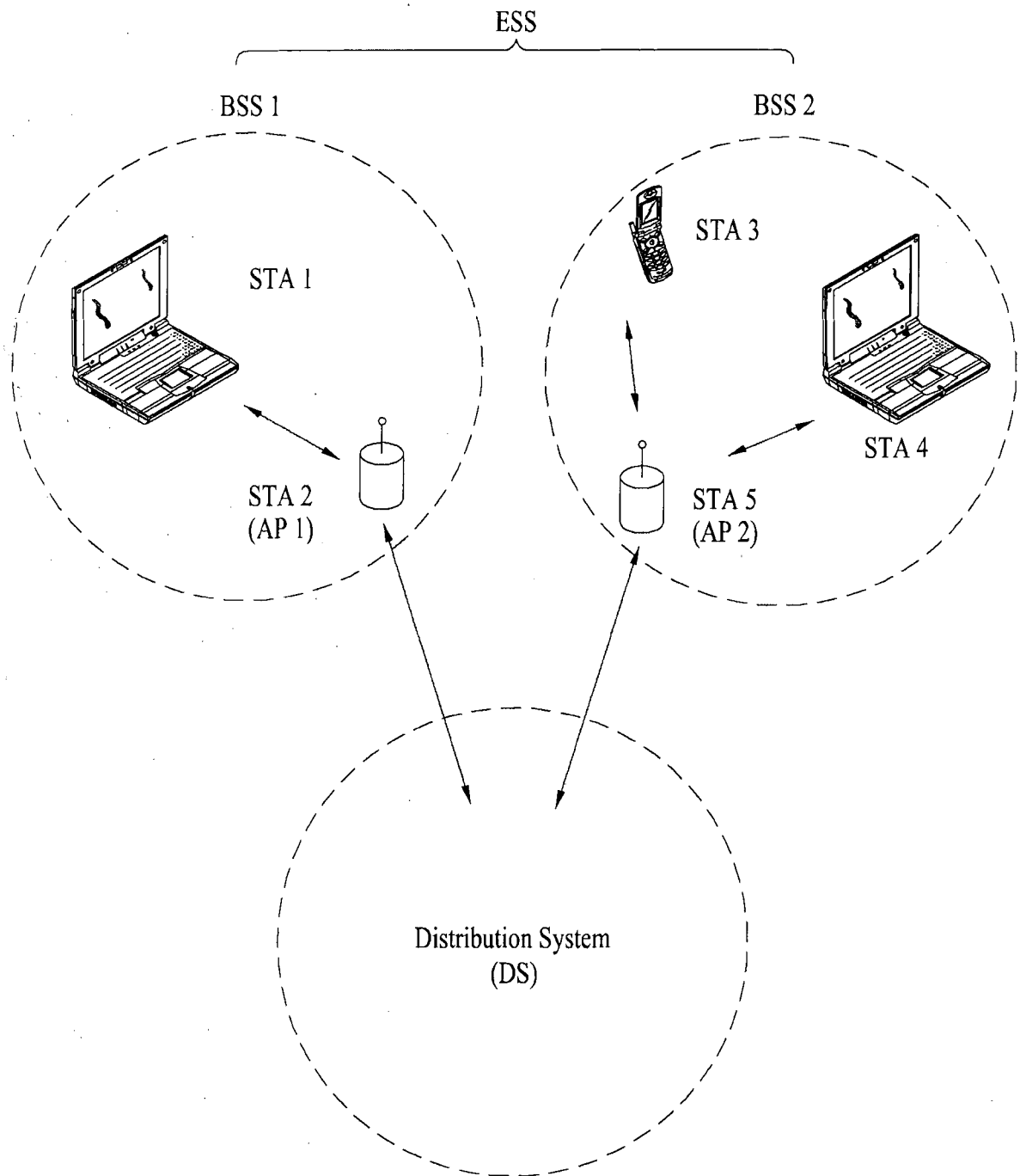
[도 2]



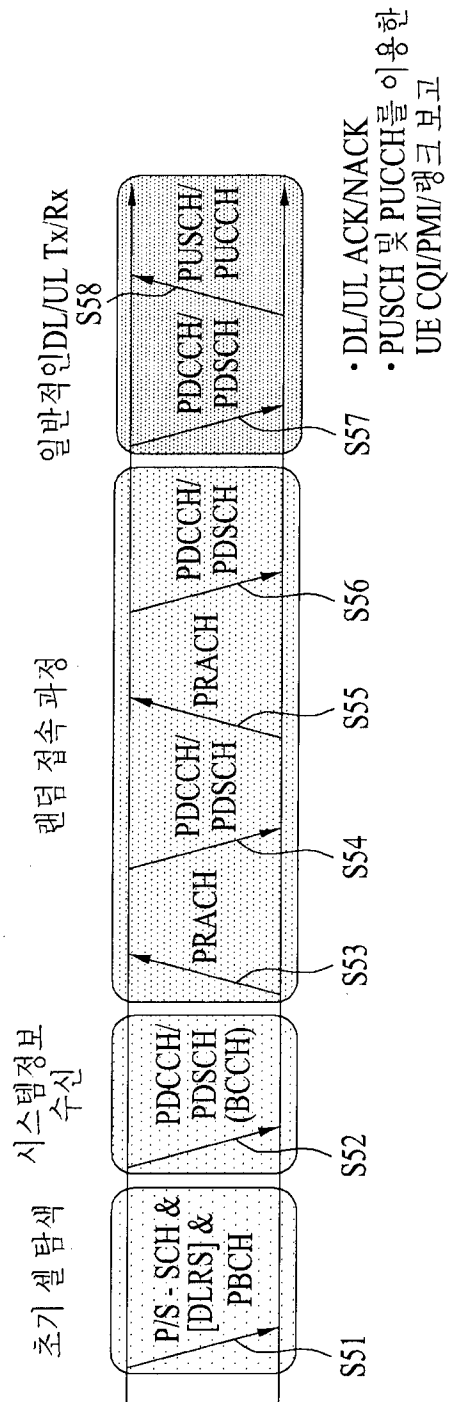
[도 3]



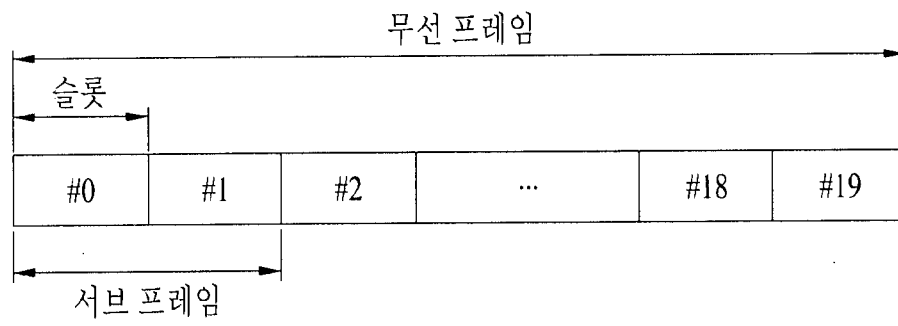
[도 4]



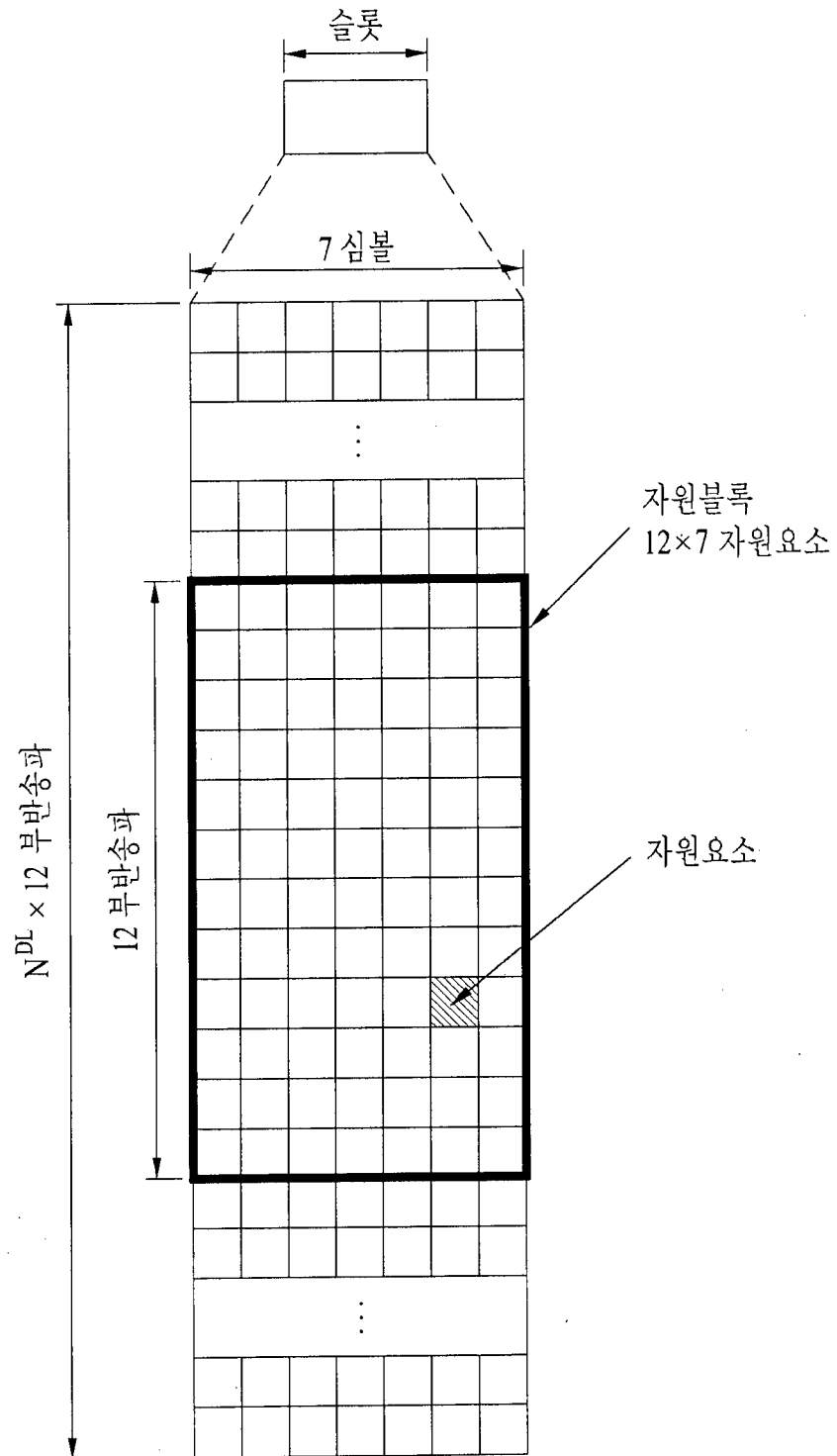
[도 5]



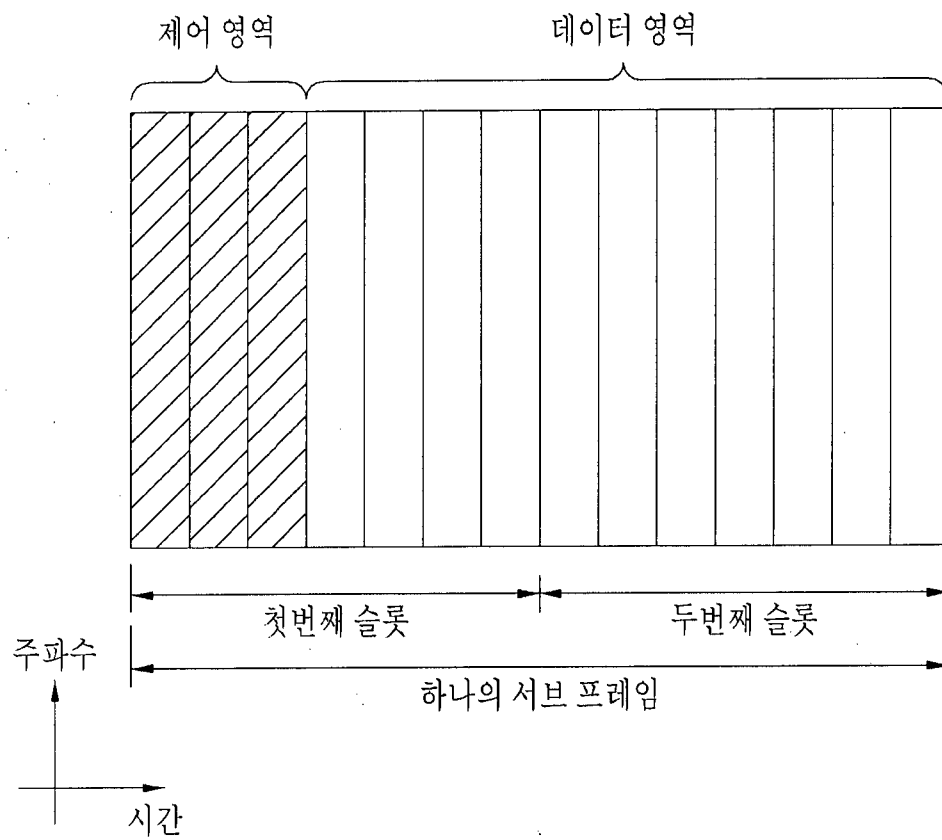
[도 6]



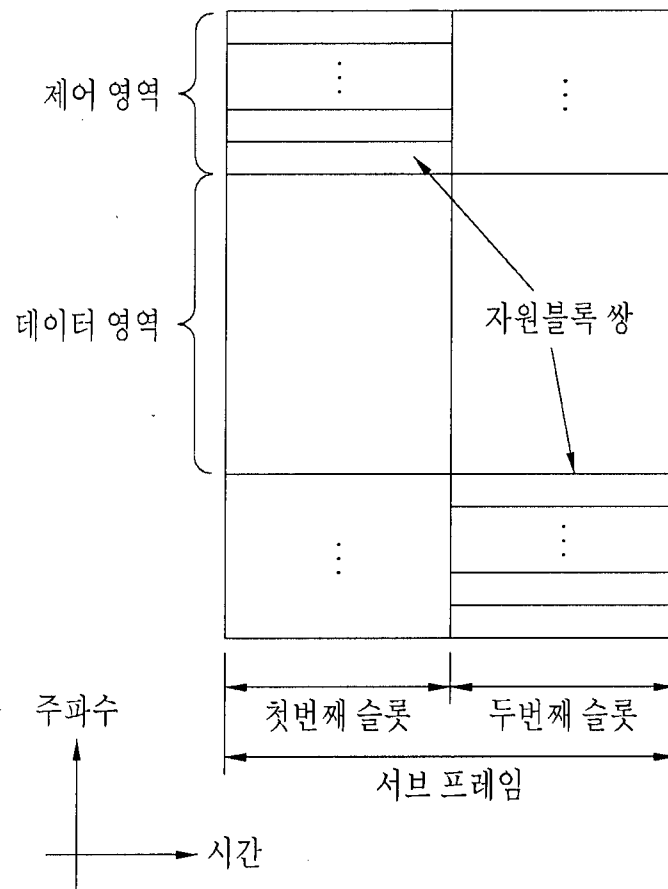
[도 7]



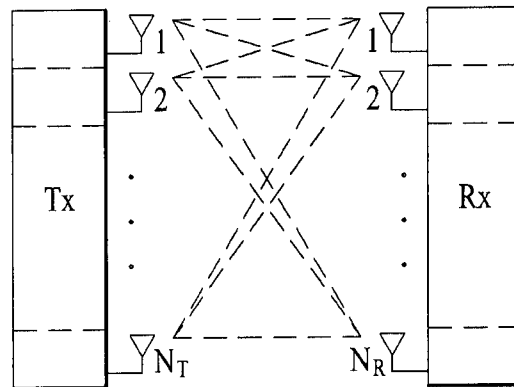
[도 8]



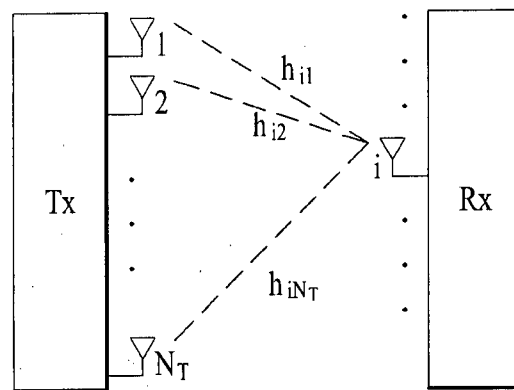
[도 9]



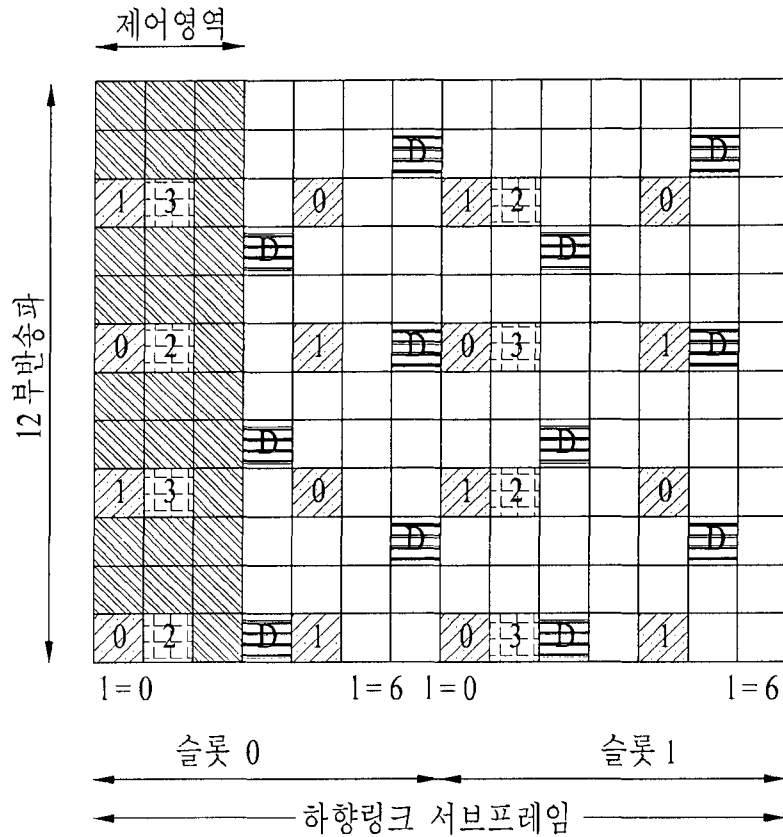
[도 10]



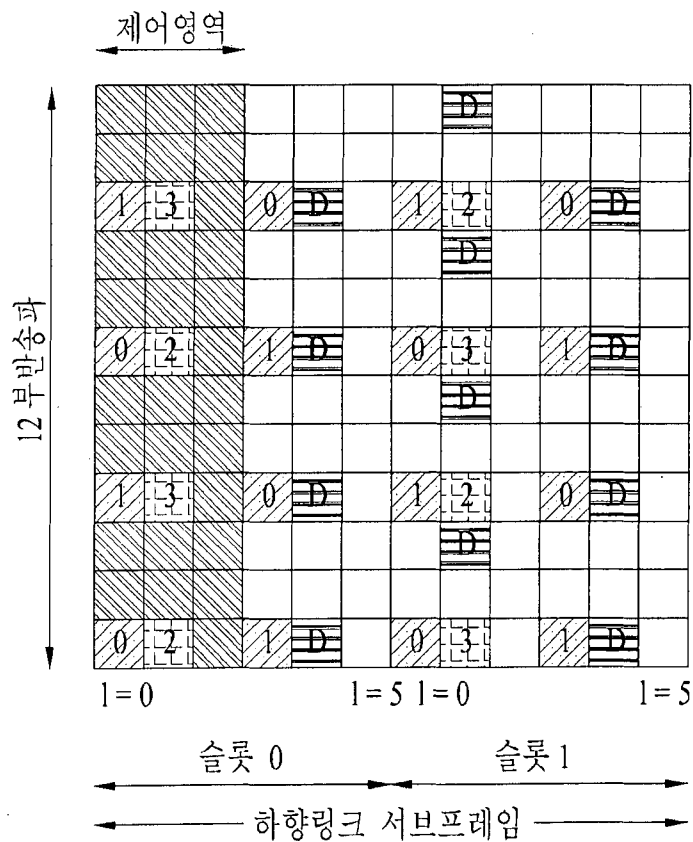
[도 11]



[도 12]

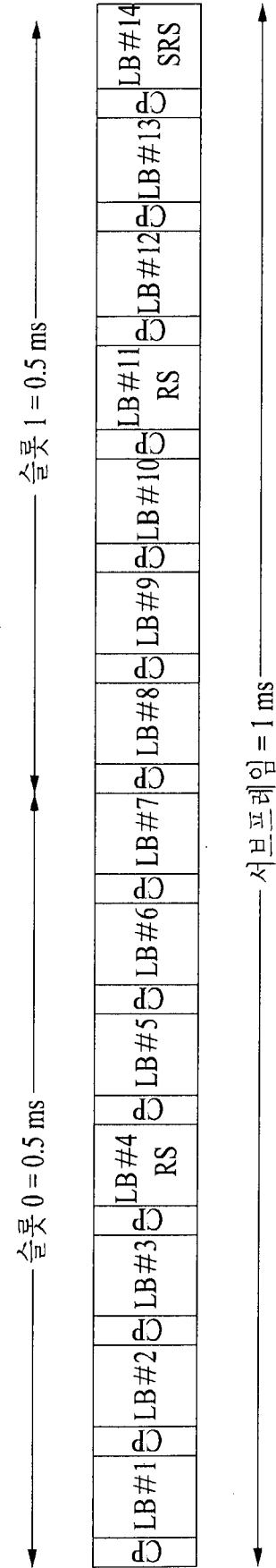


(a)

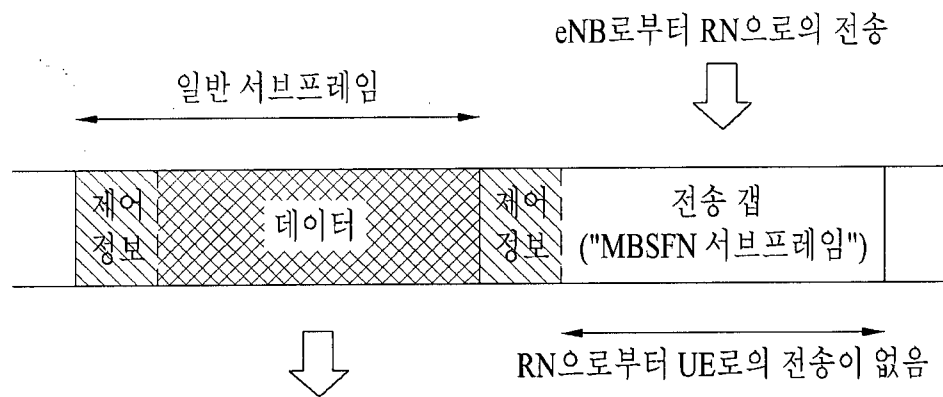


(b)

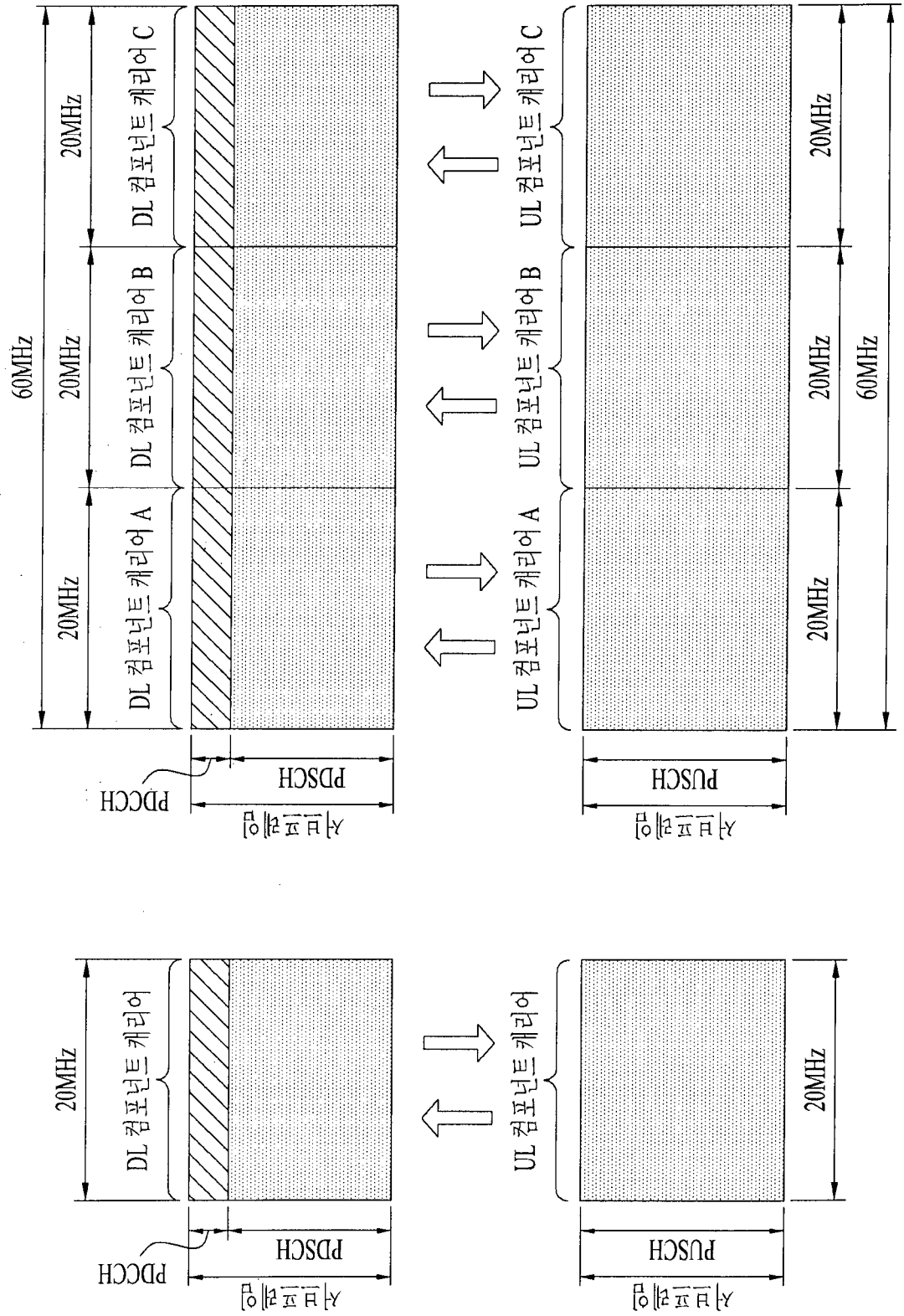
[도 13]



[도 14]



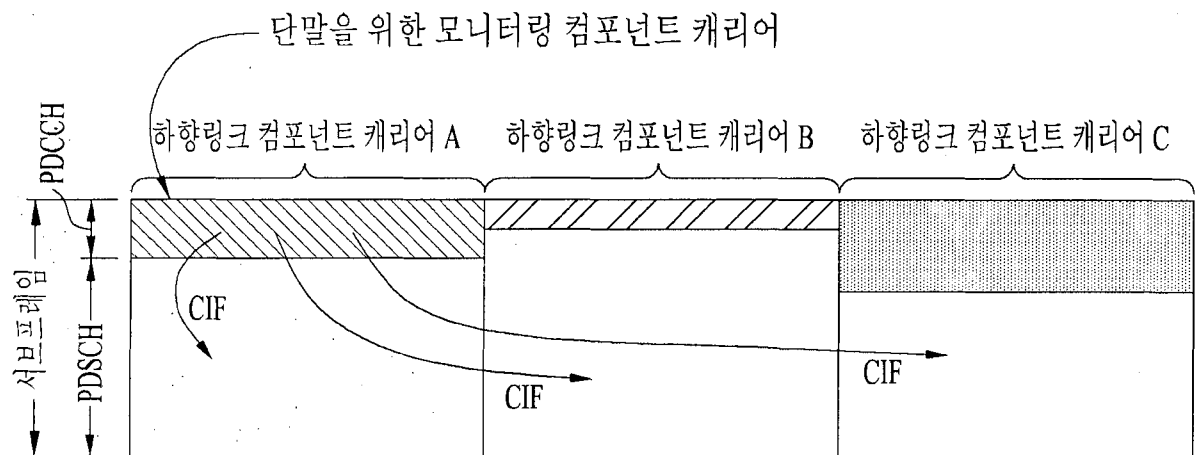
[도 15]



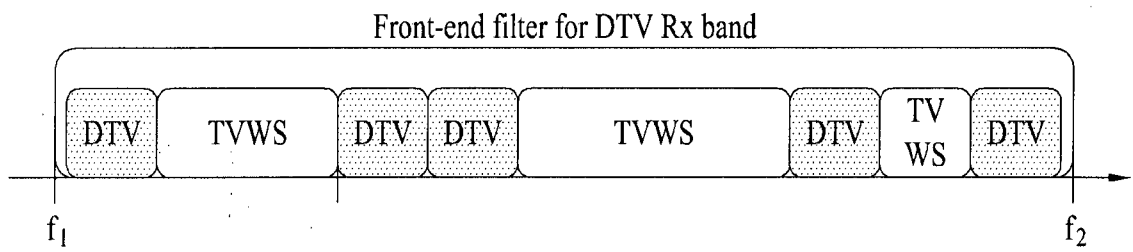
(a) 단일 CC

(b) 멀티플 CC

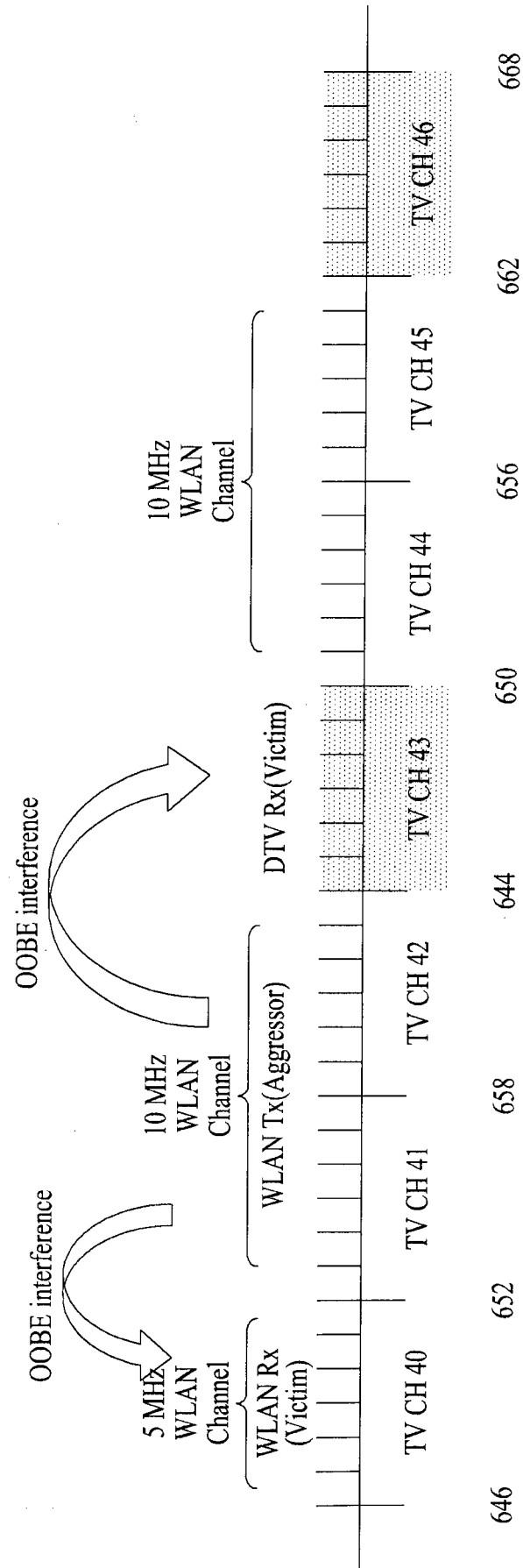
[도 16]



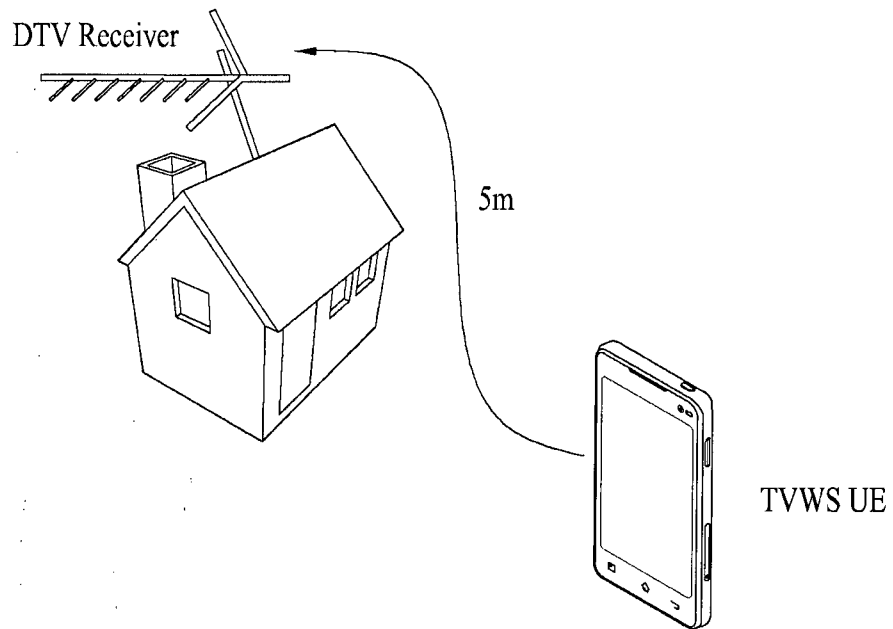
[도 17]



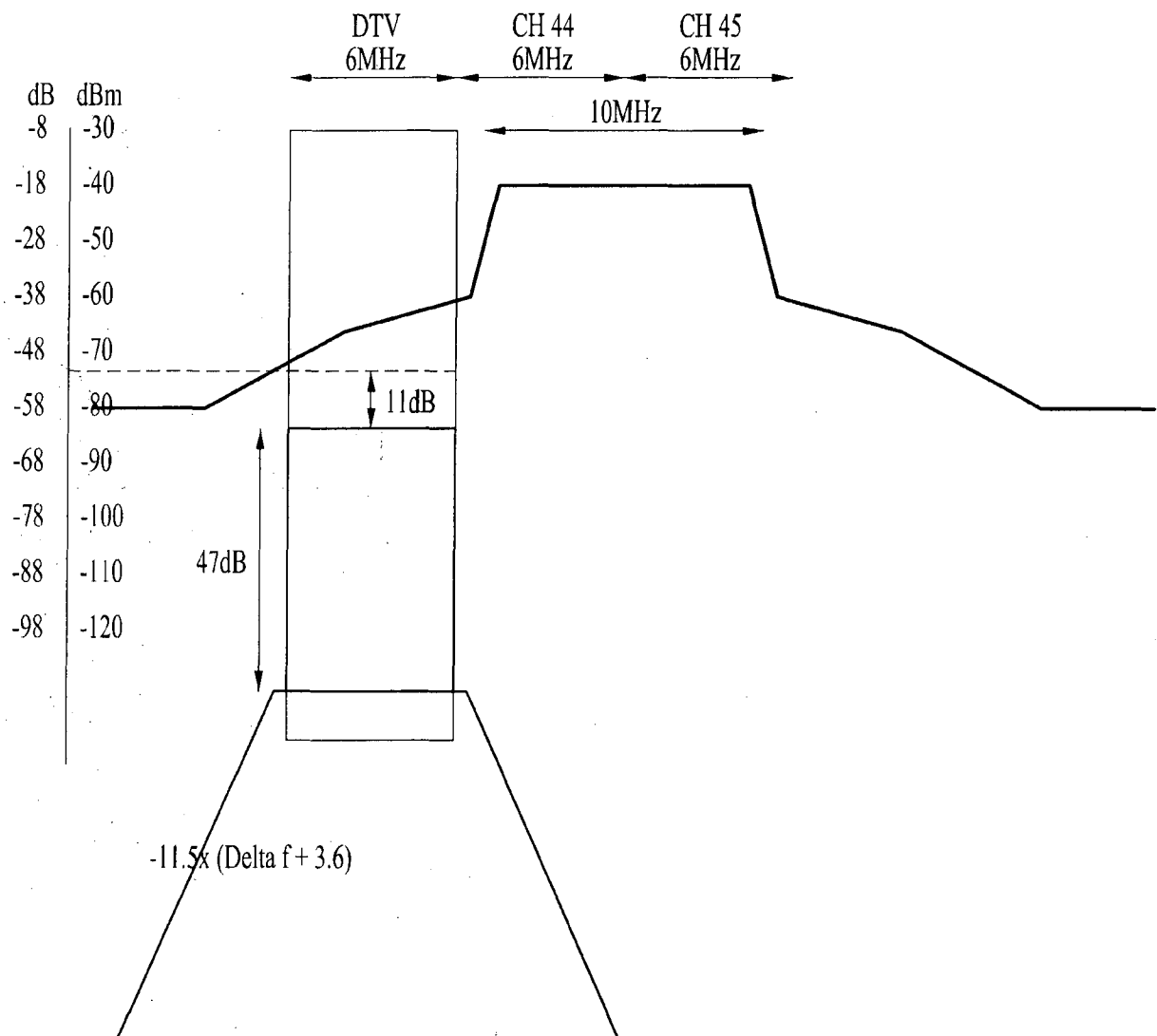
[도 18]



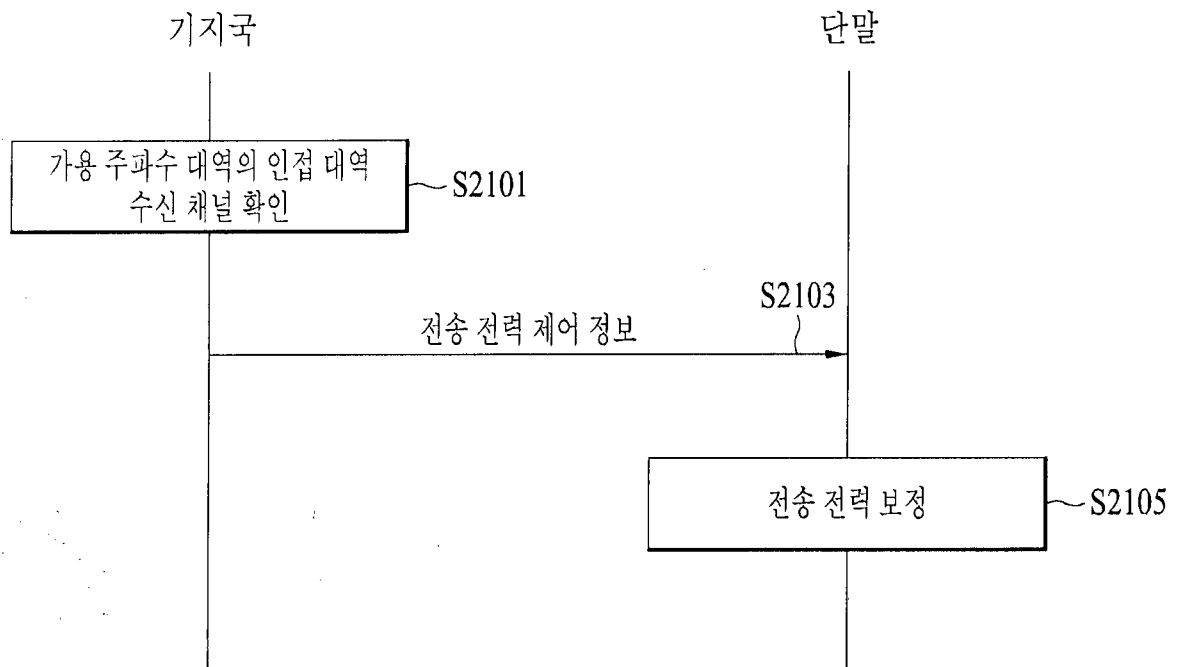
[도 19]



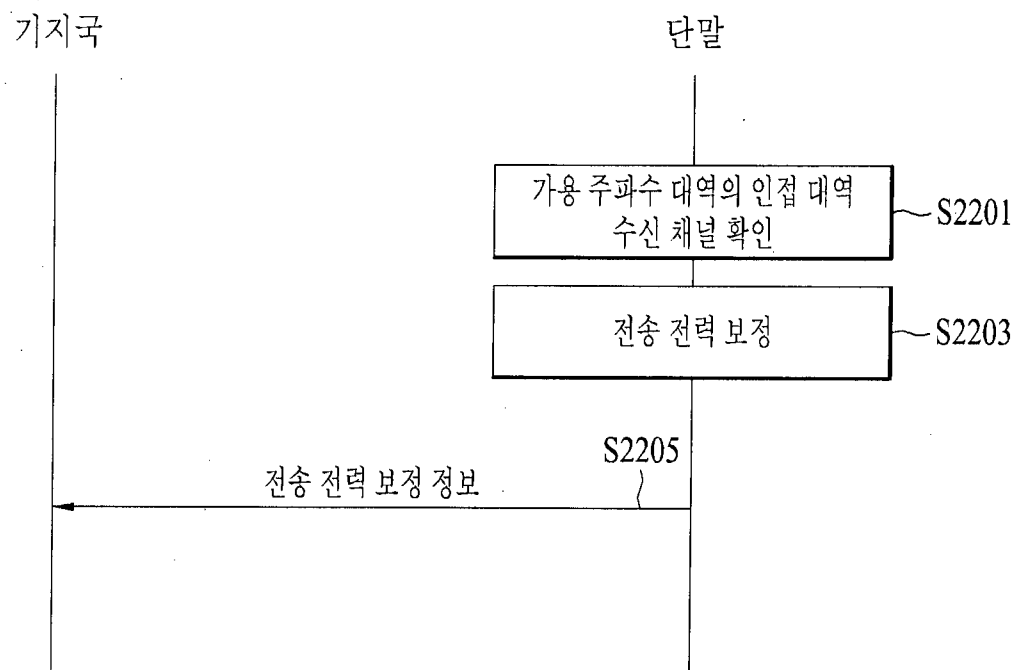
[도 20]



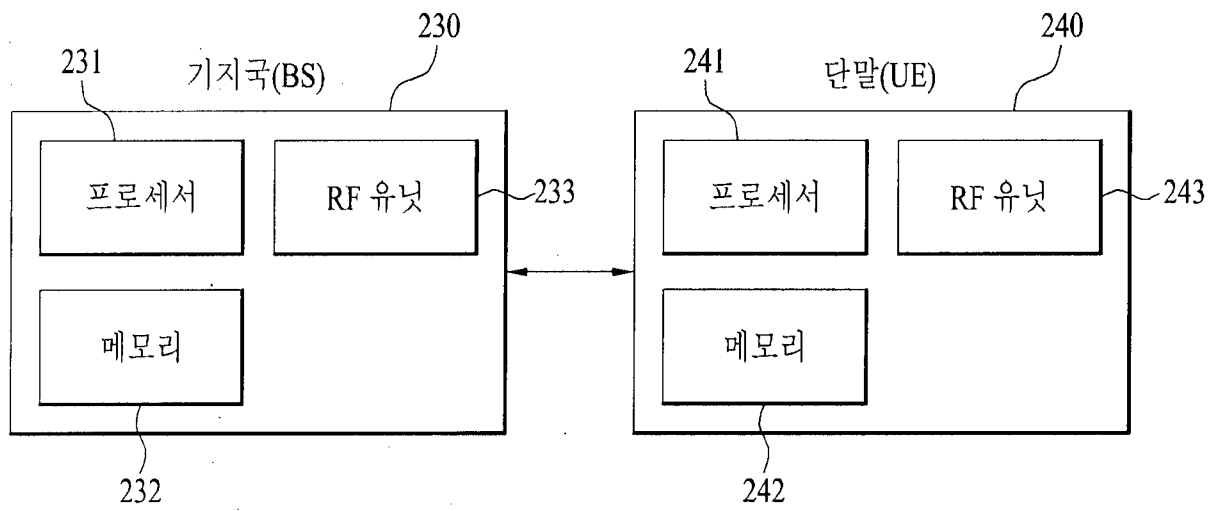
[도 21]



[도 22]



[도 23]



[도 24]

