

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국



(10) 국제공개번호

WO 2009/157660 A2

(43) 국제공개일
2009년 12월 30일 (30.12.2009)

PCT

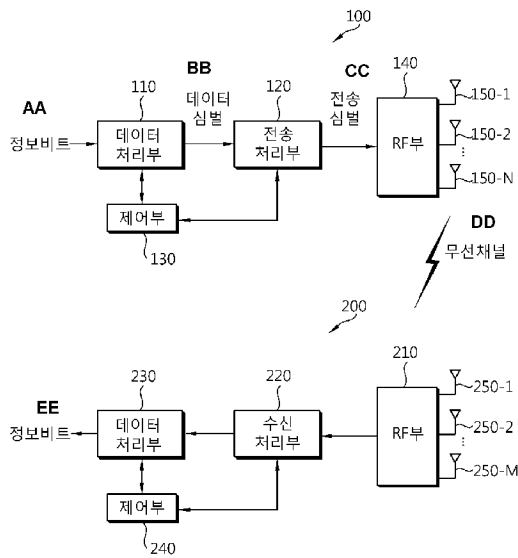
- (51) 국제특허분류:
H04B 7/04 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/003027
- (22) 국제출원일: 2009년 6월 5일 (05.06.2009)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
61/075,754 2008년 6월 26일 (26.06.2008) US
61/081,377 2008년 7월 16일 (16.07.2008) US
61/088,353 2008년 8월 13일 (13.08.2008) US
10-2009-0031930 2009년 4월 13일 (13.04.2009) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 엘지전자주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 영등포구 여의도동 20번지 서울특별시, 150-721 Seoul (KR).
- (72) 발명자: 겸
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 고헌수 (KO, Hyun Soo) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 한승희 (HAN, Seung Hee) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 정재훈 (CHUNG, Jae Hoon) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 임빈철 (IHM, Bin Chul) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR). 이문일 (LEE, Moon Il) [KR/KR]; 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지 연구개발연구소, 431-749 Gyeonggi-do (KR).
- (74) 대리인: 양문옥 (YANG, Moon Ock); 서울특별시 강남구 역삼동 642-10번지 송암빌딩 10층 에스앤아이피 국제특허법률사무소, 135-080 Seoul (KR).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: APPARATUS AND METHOD FOR TRANSMITTING DATA USING TRANSMISSION DIVERSITY IN WIRELESS COMMUNICATION SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 무선통신 시스템에서 전송 다이버시티를 이용한 데이터 전송장치 및 방법

[Fig. 5]



- AA, EE ... Information bit
- BB ... Data symbol
- CC ... Transmission symbol
- DD ... Wireless channel
- 110, 230 ... Data processing unit
- 120 ... Transmission processing unit
- 130, 240 ... Control unit
- 140, 210 ... RF unit
- 220 ... Reception processing unit

(57) Abstract: Provided is an apparatus for transmitting data in a wireless communication system. The apparatus includes: a data processing unit that generates a modulation symbol by coding and performing constellation mapping on an information bit, a transmission processing unit that generates a transmission symbol by applying a first or second transmit diversity scheme to the modulation symbol and outputs a subframe that comprises the transmission symbols, and plural antennas that transmit the subframe. The subframe includes plural slots, and for every slot a frequency band is changed through frequency hopping. PAPR can be reduced and a single-carrier property can be maintained. In addition, gains can be equally obtained depending on each transmit diversity scheme.

(57) 요약서: 무선통신 시스템에서 데이터 전송장치를 제공한다. 상기 장치는 정보비트를 부호화하고 성상맵핑하여 변조심벌(modulation symbol)을 생성하는 데이터 처리부, 상기 변조심벌에 제 1 및 제 2 전송 다이버시티(transmit diversity) 기법 중 어느 하나를 적용하여 전송심벌(transmission symbol)을 생성하고, 상기 전송심벌로 구성되는 서브프레임(subframe)을 출력하는 전송 처리부, 및 상기 서브프레임을 전송하는 복수의 안테나를 포함한다. 상기 서브프레임은 복수의 슬롯(slot)을 포함하고, 주파수 도약에 의해 매 슬롯마다 주파수 대역이 변한다. PAPR 이 줄어들고 단일-반송파 특성이 유지될 수 있으며, 각 전송 다이버시티 기법에 따른 이득을 골고루 얻을 수 있다.



(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, 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, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (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, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

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

명세서

무선통신 시스템에서 전송 다이버시티를 이용한 데이터 전송장치 및 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 무선통신에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 무선통신 시스템에서 전송 다이버시티를 이용한 데이터 전송장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 최근들어 무선 데이터 서비스에 대한 폭발적인 수요의 증가가 있어왔다. 그리고 무선 음성 서비스에서 무선 데이터 서비스로의 진화는 무선 용량(wireless capacity)의 점진적인 증가를 요구하고 있다. 이러한 요구는 무선 서비스 사업자들과 무선장비 제조업자들로 하여금 무선 시스템의 데이터 전송률의 향상을 모색하도록 하며, 막대한 연구에 대한 동기를 부여한다.
- [3] 무선채널(wireless channel)은 경로손실(path loss), 쉐도우잉(shadowing), 페이딩(fading), 잡음(noise), 한정된 대역폭(limited bandwidth), 단말의 전력한계, 다른 사용자간의 간섭과 같은 여러가지 문제를 겪는다. 이러한 한계는 무선 채널을 데이터의 빠른 흐름을 저해하는 좁은 파이프와 유사한 형태를 갖게 하며, 고속 데이터 전송을 제공하는 무선통신의 효율적인 대역폭의 설계를 어렵게 한다. 무선 시스템의 설계에 있어서 또 다른 난점들(challenges)은 자원할당, 급변하는 물리채널과 관련한 이동성 문제들(mobility issues), 휴대가능성(portability), 및 안전성(security)과 프라이버시(privacy) 제공의 설계를 포함한다.
- [4] 전송채널이 큰 페이딩(deep fading)을 겪을 때, 수신기는 전송되는 신호의 다른 버전(version)이나 복사본(replica)이 별도로 전송되지 않는 경우 상기 전송되는 신호를 결정하기 어렵다. 이러한 별도의 다른 버전이나 복사본에 해당하는 자원은 다이버시티(diversity)라 불리며, 무선채널에 걸쳐 신뢰성있는 전송에 기여하는 가장 중요한 요소 중 하나이다. 이러한 다이버시티를 이용하면 데이터 전송 용량 또는 데이터 전송 신뢰도를 극대화할 수 있는데, 다중 송신안테나 및 다중 수신 안테나로써 다이버시티를 구현하는 시스템을 다중입출력(Multiple Input Multiple Output; MIMO) 시스템이라 한다. MIMO 시스템을 다중안테나(Multiple antenna) 시스템이라고도 한다.
- [5] MIMO 시스템에서 다이버시티를 구현하기 위한 기법에는 SFBC(Space Frequency Block Code), STBC(Space Time Block Code), CDD(Cyclic Delay Diversity), FSTD(frequency switched transmit diversity), TSTD(time switched transmit diversity), PVS(Precoding Vector Switching), 공간 다중화(Spatial Multiplexing; SM), GCDD(Generalized Cyclic Delay Diversity), S-VAP(Selective Virtual Antenna Permutation) 등이 있다.

- [6] 한편, 3세대 이후의 시스템에서 고려되는 있는 시스템 중 하나가 낮은 복잡도로 심벌간 간섭(inter-symbol interference) 효과를 감쇄시킬 수 있는 직교 주파수 분할 다중(Orthogonal Frequency Division Multiplexing; OFDM) 시스템이다. OFDM은 직렬로 입력되는 데이터를 N개의 병렬 데이터로 변환하여, N개의 직교 부반송파(subcarrier)에 실어 전송한다. 부반송파는 주파수 차원에서 직교성을 유지한다. 직교 주파수 분할 다중 접속(Orthogonal Frequency Division Multiple Access; OFDMA)은 OFDM을 변조 방식으로 사용하는 시스템에 있어서 이용가능한 부반송파의 일부를 각 사용자에게 독립적으로 제공하여 다중 접속을 실현하는 다중 접속 방법을 말한다.
- [7] 그런데, OFDM/OFDMA 시스템의 주된 문제점 중 하나는 PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)이 매우 클 수 있다는 것이다. PAPR 문제는 전송 신호의 최대 진폭(peak amplitude)이 평균 진폭보다 매우 크게 나타나는 것으로, OFDM 심벌이 서로 다른 부반송파 상에서 N개의 정현파 신호(sinusoidal signal)의 중첩이라는 사실에 기인한다. PAPR은 특히 배터리의 용량과 관련되어 전력 소모에 민감한 단말에서 문제가 된다. 전력 소모를 줄이기 위해서는 PAPR을 낮추는 것이 필요하다.
- [8] PAPR을 낮추기 위해 제안되고 있는 시스템 중 하나가 단일 반송파 주파수 분할 다중 접속(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access; SC-FDMA)이다. SC-FDMA는 SC-FDE(Single Carrier-Frequency Division Equalization) 방식에 FDMA(Frequency Division Multiple Access)를 접목한 형태이다. SC-FDMA는 데이터를 시간 영역 및 주파수 영역에서 변조 및 복조한다는 점에서 OFDMA와 유사한 특성을 갖지만, 이산 푸리에 변환(Discrete Fourier Transform; DFT)을 이용함으로써 전송 신호의 PAPR이 낮아 전송 전력 절감에 유리하다. 특히 배터리 사용과 관련하여 전송 전력에 민감한 단말에서 기지국으로 통신하는 상향링크에 유리하다고 할 수 있다. 단말이 기지국으로 데이터를 전송할 때, 중요한 점은 전송하는 데이터의 대역폭은 크지 않은 대신 파워를 집중할 수 있는 넓은 커버리지(coverage)이다. SC-FDMA 시스템은 신호의 변화량이 작도록 만들어 주어, 동일한 전력 증폭기(power amplifier)를 사용했을 때 다른 시스템보다 더 넓은 커버리지를 가진다. 한편, SC-FDMA 기법과 달리, clustered DFT-S-OFDM은 DFT 확산된 N 심볼열 중 $M(<N)$ 심볼열은 연속된 부반송파에 할당(또는 맵핑)하고, 나머지 $N-M$ 심볼열은 M 심볼열이 할당(또는 맵핑)된 부반송파에서 일정 간격 떨어진 연속된 부반송파에 할당(또는 맵핑)한다. clustered DFT-S-OFDM을 사용할 경우, 주파수 선택적 스케줄링(frequency selective scheduling)을 할 수 있는 장점이 있다.
- [9] 그런데, 이러한 SC-FDMA 방식을 적용함에 있어서 주의해야 할 것은 단일-반송파 특성(single-carrier property)를 만족시켜야 한다는 점이다. 무선통신 시스템은 SC-FDMA 방식 또는 clustered DFT-S-OFDM 방식을 이용함으로써 PAPR을 낮추는 전송 다이버시티(transmit diversity)를 제공할 수 있어야 한다.

앞서 언급된 전송 다이버시티 기법 중 하나인 STBC는 공간 영역과 시간 영역에서 선택성을 적용함으로써 다이버시티 이득을 얻는 기법이다. STBC를 이용하되, PAPR을 낮추는 전송다이버시티를 제공할 수 있는 데이터 전송장치 및 방법이 요구된다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [10] 본 발명의 기술적 과제는 주파수 도약(frequency hopping)이 발생하는 무선통신 시스템에서, STBC방식을 이용하여 전송 다이버시티를 제공하면서, PAPR을 낮출 수 있는 데이터 전송장치 및 방법을 제공함에 있다.

기술적 해결방법

- [11] 본 발명의 일 양태에 따르면, 무선통신 시스템에서 데이터 전송장치를 제공한다. 상기 장치는 정보비트를 부호화하고 성상맵핑하여 변조심벌(modulation symbol)을 생성하는 데이터 처리부, 상기 변조심벌에 제1 및 제2 전송 다이버시티(transmit diversity) 기법 중 어느 하나를 적용하여 전송심벌(transmission symbol)을 생성하고, 상기 전송심벌로 구성되는 서브프레임(subframe)을 출력하는 전송 처리부, 및 상기 서브프레임을 전송하는 복수의 안테나를 포함한다. 상기 서브프레임은 복수의 슬롯(slot)을 포함하고, 주파수 도약에 의해 매 슬롯마다 주파수 대역이 변한다.
- [12] 본 발명의 다른 양태에 따르면, 무선통신 시스템에서 데이터 전송방법을 제공한다. 상기 방법은 일반 CP(normal Cyclic Prefix) 및 확장된 CP(extended CP) 중 어느 하나에 기초하여 생성되는 복수의 전송심벌을 포함하는 서브프레임을 구성하는 단계, 및 상기 서브프레임을 전송하는 단계를 포함한다. 상기 복수의 전송심벌 중 시간적으로 인접하고(adjacent), 동일한 주파수 대역에 속하는 전송심벌들로서, 서로 짝을 이루는 전송심벌들은 제1 전송 다이버시티 기법에 의해 생성된다. 서로 짝을 이루지 못하는 전송심벌들은 제2 전송 다이버시티 기법에 의해 생성된다.

유리한 효과

- [13] PAPR이 줄어들고 단일-반송파 특성이 유지될 수 있으며, 각 전송 다이버시티 기법에 따른 이득을 골고루 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다.
 [15] 도 2는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸다.
 [16] 도 3은 서브프레임의 일 예를 나타낸다.
 [17] 도 4는 서브프레임의 다른 예를 나타낸다.
 [18] 도 5는 STBC 기법이 적용되는 무선통신 시스템을 설명하는 설명도이다.
 [19] 도 6은 전송 처리부의 일 예를 도시한 블록도이다.
 [20] 도 7은 본 발명의 일 예에 따른 전송 다이버시티 기법을 적용하는 방법을

설명하는 설명도이다.

- [21] 도 8은 본 발명의 다른 예에 따른 전송 다이버시티 기법을 적용하는 방법을 설명하는 설명도이다.
- [22] 도 9는 본 발명에 따른 전송 다이버시티 기법을 이용한 데이터 전송방법을 나타내는 순서도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [23] 도 1은 무선통신 시스템을 나타낸 블록도이다. 무선통신 시스템은 음성, 패킷 데이터 등과 같은 다양한 통신 서비스를 제공하기 위해 널리 배치된다.
- [24] 도 1을 참조하면, 무선통신 시스템은 단말(10; User Equipment, UE) 및 기지국(20; Base Station, BS)을 포함한다. 단말(10)은 고정되거나 이동성을 가질 수 있으며, MS(Mobile Station), UT(User Terminal), SS(Subscriber Station), 무선기기(wireless device) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 기지국(20)은 일반적으로 단말(10)과 통신하는 고정된 지점(fixed station)을 말하며, 노드-B(Node-B), BTS(Base Transceiver System), 액세스 포인트(Access Point) 등 다른 용어로 불릴 수 있다. 하나의 기지국(20)에는 하나 이상의 셀이 존재할 수 있다.
- [25] 무선통신 시스템에 적용되는 다중 접속 기법에는 제한이 없다. CDMA(Code Division Multiple Access), TDMA(Time Division Multiple Access), FDMA(Frequency Division Multiple Access), SC-FDMA(Single-Carrier FDMA), OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 또는 공지된 다른 변조 기술들과 같은 다중 접속 기법들에 기초할 수 있다. 이들 변조 기법들은 통신 시스템의 다중 사용자들로부터 수신된 신호들을 복조하여 통신 시스템의 용량을 증가시킨다.
- [26] 무선통신 시스템은 다중안테나(multiple antenna) 시스템일 수 있다. 다중안테나 시스템은 다중입출력(multiple-input multiple-output; MIMO) 시스템일 수 있다. 또는 다중안테나 시스템은 다중 입력 싱글 출력(multiple-input single-output; MISO) 시스템 또는 싱글 입력 싱글 출력(single-input single-output; SISO) 시스템 또는 싱글 입력 다중 출력(single-input multiple-output; SIMO) 시스템일 수도 있다. MIMO 시스템은 다수의 송신안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다. MISO 시스템은 다수의 송신안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SISO 시스템은 하나의 송신안테나와 하나의 수신 안테나를 사용한다. SIMO 시스템은 하나의 송신안테나와 다수의 수신 안테나를 사용한다.
- [27] 다중 안테나 시스템의 운영(operation)을 위한 다중 안테나 송수신 기법(scheme)으로서, STBC(Space Time Block Code), SFBC(Space Frequency Block Code), FSTD(frequency switched transmit diversity), CDD(Cyclic Delay Diversity), TSTD(time switched transmit diversity), 공간 다중화, PVS(Precoding Vector Switching) 등이 사용될 수 있다.
- [28] STBC에서 신호는 시간과 공간 영역에서 분리되어 전송되며, 각 안테나별로

수신된 신호들은 최대 우도 결합(Maximum Likelihood Combining) 기법에 의해 결정된다. SFBC는 공간 영역과 주파수 영역에서의 선택성을 효율적으로 적용하여 해당 차원에서 다이버시티 이득과 다중 사용자 스케줄링 이득까지 모두 확보할 수 있는 기법이다. FSTD는 다중 안테나로 전송되는 신호를 주파수로 구분하는 기법이고, TSTD는 다중 안테나로 전송되는 신호를 시간으로 구분하는 기법이다. 공간 다중화는 안테나별로 서로 다른 데이터를 전송하여 전송률을 높이는 기법이다. CDD는 각 송신안테나간의 경로 지연을 이용하여 다이버시티 이득을 얻는 기법이다. PVS는 전송 다이버시티 기법의 일종으로서, 일정 시간, 슬롯 또는 심벌단위로 프리코딩 벡터(weight)를 스위칭하여, 랜덤한 빔포밍 이득을 얻는 방법이다.

- [29] 이하에서 하향링크(downlink; DL)는 기지국(20)에서 단말(10)로의 통신을 의미하며, 상향링크(uplink; UL)는 단말(10)에서 기지국(20)으로의 통신을 의미한다. 하향링크에서, 송신기는 기지국(20)의 일부일 수 있고 수신기는 단말(10)의 일부일 수 있다. 상향링크에서, 송신기는 단말(10)의 일부일 수 있고 수신기는 기지국(20)의 일부일 수 있다.
- [30] 하향링크와 상향링크 전송을 위한 다중 접속 방식은 서로 다를 수 있다. 예를 들어, 하향링크는 OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiple Access)를 사용하고, 상향링크는 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 또는 clustered DFT S-OFDM을 사용할 수 있다. 일반적인 SC-FDMA 기법은 DFT 확산된 심볼열을 연속된 부반송파 또는 등간격을 갖는 부반송파에 할당(또는 맵핑)하는 것을 의미하는데, clustered DFT-S-OFDM은 DFT 확산된 N 심볼열 중 $M(<N)$ 심볼열은 연속된 부반송파에 할당(또는 맵핑)하고, 나머지 $N-M$ 심볼열은 M 심볼열이 할당(또는 맵핑)된 부반송파에서 일정 간격 떨어진 연속된 부반송파에 할당(또는 맵핑)한다. clustered DFT-S-OFDM을 사용할 경우, 주파수 선택적 스케줄링(frequency selective scheduling)을 할 수 있는 장점이 있다.
- [31] 이하에서, 다중접속 방식에 의해 처리되어 전송되는 심벌을 전송심벌(transmission symbol)이라 한다. 전송심벌은 OFDM 심벌, SC-FDMA 심벌, DFT-S-OFDM 심벌을 포함한다. 즉, OFDM 방식에 의해 처리된 전송심벌은 OFDM 심벌이라 하고, SC-FDMA 방식에 의해 처리된 전송심벌은 SC-FDMA 심벌이라 하며, clustered DFT-S-OFDM 방식에 의해 처리된 전송심벌은 DFT-S-OFDM 심벌이라 한다.
- [32] 도 2는 무선 프레임 구조의 일 예를 나타낸다.
- [33] 도 2를 참조하면, 무선 프레임(radio frame)은 10개의 서브프레임(subframe)으로 구성되고, 하나의 서브프레임은 2개의 슬롯(slot)을 포함할 수 있다. 하나의 서브프레임이 1 TTI(Transmission Time Interval)이고, 1 TTI는 1ms이다. 각 슬롯은 0.5ms 길이이다. 하나의 슬롯은 시간 영역에서 복수의 전송심벌과 주파수 영역에서 적어도 하나의 부반송파를 포함할 수 있다. 슬롯은 시간 영역과 주파수 영역에서 무선 자원을 할당하기 위한 단위라 할 수 있다. 서브프레임내에서 매

- 슬롯마다 주파수 도약이 발생할 수 있다. 주파수 도약(frequency hopping)이란, 연속된 2개의 슬롯이 서로 다른 주파수 대역에 속하는 경우를 의미한다.
- [34] 하나의 슬롯에 포함되는 전송심벌의 수는 CP(Cyclic Prefix)의 구성(configuration)에 따라 달라질 수 있다. CP에는 확장된 CP(extended CP)와 일반 CP(normal CP)가 있다. 예를 들어, 전송심벌이 일반 CP에 의해 구성된 경우, 하나의 슬롯에 포함되는 전송심벌의 수는 7개일 수 있다. 전송심벌이 확장된 CP에 의해 구성된 경우, 한 전송심벌의 길이가 늘어나므로, 한 슬롯에 포함되는 전송심벌의 수는 일반 CP인 경우보다 적다. 예를 들어, 하나의 슬롯에 포함되는 전송심벌의 수는 6개일 수 있다. 확장된 CP는 단말이 빠른 속도로 이동하는 등의 경우와 같이 채널상태가 불안정한 경우, 심벌간 간섭을 더욱 줄이기 위해 사용될 수도 있고, 멀티미디어 브로드캐스트 멀티캐스트 서비스(Multimedia Broadcast Multicast Service; MBMS)를 제공하기 위해 사용될 수도 있다.
- [35] 무선 프레임의 구조는 예시에 불과하고, 무선 프레임에 포함되는 서브프레임의 수, 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수 및 슬롯에 포함되는 전송심벌의 수는 다양하게 변경될 수 있다.
- [36] 도 3은 서브프레임의 일 예를 나타낸다. 이는 전송심벌이 일반 CP로 구성된 경우이다.
- [37] 도 3을 참조하면, 서브프레임은 2개의 슬롯을 포함한다. 전송심벌이 일반 CP로 구성되므로, 하나의 슬롯은 시간 영역에서 7개의 전송심벌을 포함한다. 한편, 주파수 영역에서 복수의 자원블록(resource block; RB)을 포함한다. 1개의 전송심벌과 1개의 부반송파로 이루어진 단위를 자원 요소라 한다. 하나의 자원블록이 12 부반송파를 포함한다고 할 때, 하나의 자원블록은 12×7 자원요소를 포함한다.
- [38] 각 전송심벌에는 데이터 또는 상향링크 기준신호(uplink reference signal)가 실릴 수 있다. 상향링크 기준신호에는 두가지가 있다. 하나는 상향링크의 데이터를 복조하기 위해 채널을 추정하기 위한 기준신호이고, 다른 하나는 상향링크의 채널 상황을 파악하여 상향링크의 주파수 영역을 스케줄링하기 위한 기준신호다. 전자는 데이터 복조용 기준신호(data demodulation reference signal; 이하 DMRS)라 불리고, 후자는 스케줄링용 기준신호 또는 사운딩 기준신호(sounding reference signal; 이하 SRS)라 불린다. DMRS가 상향링크로 전송되는 데이터가 있을 경우에만 한정된 주파수영역에서 전송되는데 반해, SRS는 데이터의 유무에 관계없이 주기적으로 상향링크 전체 주파수 대역을 통해 전송된다.
- [39] 매 슬롯에서, DMRS의 전송을 위해 하나의 전송심벌이 할당된다. SRS는 매 서브프레임의 2번째 슬롯의 마지막 전송심벌에 실릴 수 있다. 나머지 전송심벌은 데이터의 전송을 위해 할당된다고 할 때, 제1 슬롯내에는 6개의 전송심벌이 데이터 전송을 위해 할당되고, 제2 슬롯내에는 5개의 전송심벌이 데이터 전송을 위해 할당된다. STBC가 적용되려면 전송심벌이 짝수로

짝(pair)을 이루어야 한다. 제1 슬롯의 경우, 데이터가 실리는 전송심벌이 6개가 있으므로, 전송심벌들이 서로 짝을 이룰 수 있다. 반면, 제2 슬롯의 경우, 데이터가 실리는 전송심벌이 5개가 있으므로, 4개 전송심벌은 2개씩 짝을 이룰 수 있으나, 남은 1개 전송심벌은 짝을 이룰 수 없다. 이와 같이 짝을 이루지 못하는 하나의 전송심벌에 데이터를 전송하기 위해서, 전송심벌의 짝을 요하지 않는 다른 전송 다이버시티 기법이 사용될 수 있다. 예컨대, CDD/ PVS/ FSTD와 같은 기법이 사용될 수 있다.

- [40] 서브프레임의 구조는 예시에 불과하고, 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 전송심벌의 수 및 복조 기준신호가 전송되는 전송심벌의 위치는 다양하게 변경될 수 있다.
- [41] 도 4는 서브프레임의 다른 예를 나타낸다. 이는 전송심벌이 확장된 CP로 구성된 경우이다.
- [42] 도 4를 참조하면, 도 3에서의 서브프레임 구조와 달리, 전송심벌이 확장된 CP로 구성되므로, 하나의 슬롯은 시간 영역에서 6개의 전송심벌을 포함한다. 따라서, 하나의 서브프레임은 총 12개의 전송심벌을 포함한다. 각 슬롯에서 하나의 전송심벌은 DMRS의 전송을 위해 할당된다. 제2 슬롯의 마지막 전송심벌에는 SRS가 실릴 수 있다. 나머지 전송심벌에는 데이터가 할당된다고 할 때, 제1 슬롯내에는 5개의 전송심벌이 데이터 전송을 위해 할당되고, 제2 슬롯내에는 4개의 전송심벌이 데이터 전송을 위해 할당된다. 제1 슬롯의 경우, 데이터가 실리는 전송심벌이 5개가 있으므로, 4개의 전송심벌들은 2개씩 짝을 이루나, 마지막 1개 전송심벌은 짝을 이룰 수 없다. 반면, 제2 슬롯의 경우, 데이터가 실리는 전송심벌이 4개가 있으므로, 4개 전송심벌이 2개씩 짝을 이룰 수 있다.
- [43] 만약, 슬롯간에 주파수 도약이 없다면, 제1 슬롯의 마지막 전송심벌과 제2 슬롯의 첫번째 전송심벌은 동일한 주파수 대역에 속하고, 시간적으로도 서로 연속하므로, 이들간이 STBC가 적용될 수도 있다. 그러나, 슬롯간에 주파수 도약이 일어난다면, 제1 슬롯의 마지막 전송심벌과 제2 슬롯의 첫번째 전송심벌은 시간적으로는 연속하나, 서로 다른 주파수 대역에 속하므로, STBC가 적용될 수 없다. 주파수 도약이 일어나는 경우, 제1 슬롯의 마지막 전송심벌에 데이터를 전송하기 위해서, 전송심벌의 짝을 요하지 않는 다른 전송 다이버시티 기법이 사용될 수 있다. 예컨대, CDD/ PVS/ FSTD와 같은 기법이 사용될 수 있다.
- [44] 서브프레임의 구조는 예시에 불과하고, 서브프레임에 포함되는 슬롯의 수, 슬롯에 포함되는 전송심벌의 수 및 복조 기준신호가 전송되는 전송심벌의 위치는 다양하게 변경될 수 있다.
- [45] 도 5는 STBC 기법이 적용되는 무선통신 시스템을 설명하는 설명도이다.
- [46] 도 5를 참조하면, STBC가 적용되는 무선통신 시스템은 송신기(100)와 수신기(200)를 포함한다. 송신기(100)는 데이터 처리부(data processor, 110), 전송 처리부(TX processor, 120), 제어부(130), RF부(Radio Frequency Unit; 140) 및

- 송신안테나(150-1, 150-2, ..., 150-N)를 포함한다.
- [47] 데이터 처리부(110)는 입력되는 정보비트(information bit)를 채널부호화(channel coding)하여 부호어(codeword)를 생성하고, 상기 부호어를 성상매핑(constellation mapping)하여 변조심벌(modulation symbol)을 생성한다. 정보비트는 수신기(200)로 보낼 사용자 평면의 정보를 포함한다. 또한, 정보비트는 사용자 평면의 정보의 전송 또는 무선자원 할당과 관련된 제어평면의 정보를 포함할 수 있다.
- [48] 전송 처리부(120)는 서브프레임을 구성하고, 상기 구성된 서브프레임에 따라, 상기 변조심벌에 전송 다이버시티 기법을 적용하여 전송심벌을 생성한다. 전송 처리부(120)는 전송심벌마다 서로 다른 전송 다이버시티 기법을 적용할 수 있다. 예를 들어, 전송 처리부(120)는 제1 변조심벌에 제1 전송 다이버시티 기법을 적용하여 제1 전송심벌을 생성하고, 제2 변조심벌에 제2 전송 다이버시티 기법을 적용하여 제2 전송심벌을 생성한다. 제1 전송 다이버시티 기법은 STBC가 될 수 있다. 제2 전송 다이버시티 기법은 STBC를 제외한 다른 전송 다이버시티 기법, 예를 들어 CDD, FSRD, PVS와 같은 기법들이 될 수 있다. 전송심벌은 다중접속방식에 따라 다르다. 예를 들어 OFDM 방식인 경우 전송심벌은 OFDM 심벌이라 하고, SC-FDMA 방식인 경우, 전송심벌은 SC-FDMA 심벌이라 한다.
- [49] 제어부(130)는 데이터 처리부(110)와 전송 처리부(120)의 동작을 제어한다. RF부(140)는 입력되는 전송심벌을 아날로그 신호로 변환한다. 변환된 아날로그 신호는 송신안테나(150-1, 150-2, ..., 150-N)를 통하여 무선 채널로 전파된다.
- [50] 수신기(200)는 RF부(210), 수신 처리부(RX processor, 220), 데이터 처리부(230), 제어부(240) 및 수신안테나(250-1, 250-2, ..., 250-M)를 포함한다.
- [51] RF부(210)는 수신안테나(250-1, 250-2, ..., 250-M)에서 수신한 신호를 디지털화된 신호로 변환한다. 수신 처리부(220)는 디지털화된 신호에서 전송 처리부(120)에 대응하는 동작을 수행하여 데이터 심벌을 출력한다. 데이터 처리부(230)는 데이터 심벌로부터 정보비트를 복원한다. 제어부(240)는 수신 처리부(220) 및 데이터 처리부(230)의 처리과정을 제어한다.
- [52] 도 6은 전송 처리부의 일 예를 도시한 블록도이다. 여기서, 송신안테나는 2개라고 가정한다. 여기서, 전송 처리부는 DFT부와 IFFT를 포함하는 SC-FDMA 시스템에서의 유닛(unit)으로 가정하였으나, 이는 예시일 뿐, 전송 처리부는 다른 다중 접속방식에 의한 유닛, 예컨대 OFDM 시스템 또는 DFT-S-OFDM 시스템에 따른 유닛일 수 있다.
- [53] 도 6을 참조하면, 전송 처리부(120)는 DFT(Discrete Fourier Transform)를 수행하는 DFT부(121), MIMO 처리부(MIMO processor; 122), 부반송파 매퍼(subcarrier mapper, 123) 및 IFFT(Inverse Fast Fourier Transform)를 수행하는 IFFT부(124)를 포함한다.
- [54] DFT부(121)는 입력되는 2N개의 데이터 심벌열 $S_1, S_2, \dots, S_N, S_{N+1}, \dots, S_{2N}$ 에 DFT를

수행하여 주파수 영역 심벌열 $X_1, X_2, \dots, X_N, X_{N+1}, \dots, X_{2N}$ 을 출력한다. DFT의 크기가 N 이면, 한번에 N 개씩 DFT 확산된다. DFT부(121)에 입력되는 데이터 심벌열은 제어평면의 정보 및/또는 사용자 평면의 정보일 수 있다. DFT 크기는 할당된 자원블록의 크기만큼 고정된 것일 수도 있고, 시스템에 따라 가변적일 수도 있다.

- [55] MIMO 처리부(122)는 제1 또는 제2 전송 다이버시티 기법을 이용하여 상기 주파수 영역 심벌열에 전처리를 수행한다. 제1 전송 다이버시티 기법은 심벌 페어(symbol pair)를 이루는 짝수개, 예컨대 2개,의 전송심벌들에 적용된다. 심벌 페어는 주파수 대역이 동일하고, 시간적으로 서로 인접한(adjacent) 전송심벌의 짝을 의미한다. 심벌 페어에는 데이터가 실리고, 기준신호는 실리지 않는다. 제2 전송 다이버시티 기법은 심벌 페어를 이루지 않는 비심벌 페어(non-symbol pair)를 이루는 전송심벌, 예컨대 1개의 전송심벌,에 적용된다. 제1 전송 다이버시티 기법은 STBC이고, 제2 전송 다이버시티 기법은 CDD, FSTD, PVS등과 같은 전송 다이버시티 기법일 수 있다.
- [56] SC-FDMA 시스템에서, STBC 기법을 적용하기 위해서는 단일 반송파 특성을 만족시켜야 한다. 단일 반송파 특성이 만족되려면 동일한 주파수 대역의 전송심벌들이 짝(pair)을 이룰 것이 요구된다. 그런데, 한 슬롯내에서의 전송심벌이 짝을 이루지 못하는 경우 SC-FDMA 시스템에서 단일 반송파 특성이 만족되지 못하므로 STBC 기법이 SC-FDMA 시스템에 적용될 수 없다. 이를 해결하기 위해 주파수 대역이 동일하고 시간적으로 인접한 심벌 페어에 대하여는 STBC를 적용하고, 주파수 대역이 다른 비심벌 페어에 대하여는 다른 전송 다이버시티 기법, 예컨대 CDD, FSTD, PVS등과 같은 기법들을 적용할 수 있다. STBC 기법에 의한 공간 다이버시티 이득을 얻을 수 있을 뿐만 아니라, 주파수 호핑이 지원되어 서로 다른 주파수 대역의 자원블록이 할당되는 경우, 주파수 다이버시티 이득의 효과도 얻을 수 있다.
- [57] 부반송파 맵퍼(123)는 스케줄링 정보에 따라 할당되는 부반송파에 시공간 블록 부호어 (X_1, X_2, \dots, X_N), ($-X_{N+1}^*, -X_{N+2}^*, \dots, -X_{2N}^*$), ($X_{N+1}, X_{N+2}, \dots, X_{2N}$), ($X_1^*, X_2^*, \dots, X_N^*$)를 각각 맵핑한다. 여기서, 할당되는 부반송파는 매 슬롯마다 주파수 호핑(hopping)됨이 없이 모두 동일한 주파수 대역에 위치한다. 예를 들어, 송신기에 복수의 자원블록이 할당되는 경우, 각 자원블록은 연속된 슬롯상에서 모두 동일한 주파수 대역을 점유한다. 여기서, 자원블록은 복수의 부반송파를 포함하는 물리자원을 의미한다.
- [58] IFFT부(124)는 시공간 블록 부호어가 맵핑된 부반송파에 대해 IFFT를 수행하여 시간 영역 심벌인 SC-FDMA 심벌을 출력한다. 시간순서에 따라 제 i SC-FDMA 심벌과 제 j SC-FDMA 심벌이 생성된다. 하나의 IFFT부(124)만이 도시되었으나, 이는 예시일 뿐, 송신안테나의 개수에 따라 IFFT부(124)의 개수가 달라질 수 있음은 물론이다. DFT와 IFFT를 결합하여 변조하는 방식을 SC-FDMA라 하고, 이는 IFFT만을 사용하는 OFDM에 비해

PAPR(Peak-to-Average Power Ratio)을 낮추는 데 유리하다. 단일 반송파의 특성(Single Carrier Property)을 갖기 때문이다.

[59] 이하에서, MIMO 처리부(122)에서 사용되는 전송 다이버시티 기법에 관하여 자세히 설명된다.

[60] 일 예로서, 제1 전송 다이버시티 기법인 STBC에 의한 전처리 수행방법은 다음과 같다.

[61] 주파수 영역 심벌열 $X_1, X_2, \dots, X_N, X_{N+1}, \dots, X_{2N}$ 을 STBC 기법에 의해 안테나 및 시간별로 블록화하여 시공간 블록 부호 $[(X_1, X_2, \dots, X_N), (-X_{N+1}^*, -X_{N+2}^*, \dots, -X_{2N}^*), (X_{N+1}, X_{N+2}, \dots, X_{2N}), (X_1^*, X_2^*, \dots, X_N^*)]$ 를 생성한다. 제1 시공간 블록 부호열 $(X_1, X_2, \dots, X_N), (-X_{N+1}^*, -X_{N+2}^*, \dots, -X_{2N}^*)$ 는 제i SC-FDMA 심벌의 부반송파에 대응되고, 제2 시공간 블록 부호열 $(X_{N+1}, X_{N+2}, \dots, X_{2N}), (X_1^*, X_2^*, \dots, X_N^*)$ 는 제j SC-FDMA 심벌의 부반송파에 대응된다($i < j$). MIMO 처리부(123)에 의한 시공간 블록 부호는 크기 $p \times n_T$ 인 전송행렬 G 에 의해 정의된다. 여기서, p 는 시공간 블록 부호의 길이이며, n_T 는 송신안테나의 개수이다. G 는 심벌(symbol) x_1, x_2, \dots, x_p 와 이들의 공액 복소수의 선형 조합으로 구성된다. 각각의 송신안테나로 다른 부호어들이 동시에 전송된다. 시공간 블록 부호의 길이가 2이고, 2개의 송신안테나를 갖는 STBC 시스템에서의 전송행렬 G 는 수학식 1과 같다.

[62] 수학식 1

$$G = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ * & * \\ -x_2 & x_1 \end{bmatrix} \quad \text{or} \quad G = \begin{bmatrix} x_1 & -x_2^* \\ * & * \\ x_2 & x_1 \end{bmatrix}$$

[63] 여기서,

$$G = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 \\ * & * \\ -x_2 & x_1 \end{bmatrix}$$

인 경우, 생성되는 시공간 블록 부호열과 송신안테나, SC-FDMA 심벌간의 맵핑관계를 보면, 표 1과 같다.

[64] 표 1

	제i SC-FDMA 심벌	제j SC-FDMA 심벌
제1 송신안테나	X_1, X_2, \dots, X_N	$X_{N+1}, X_{N+2}, \dots, X_{2N}$
제2 송신안테나	$-X_{N+1}^*, -X_{N+2}^*, \dots, -X_{2N}^*$	$X_1^*, X_2^*, \dots, X_N^*$

[65] 표 1을 참조하면, 제i SC-FDMA 심벌에 제1 시공간 블록 부호열 $(X_1, X_2, \dots, X_N), (-X_{N+1}^*, -X_{N+2}^*, \dots, -X_{2N}^*)$ 이 맵핑되는데, 이 중 (X_1, X_2, \dots, X_N) 는 제1 송신안테나를 통해 전송되고, $(-X_{N+1}^*, -X_{N+2}^*, \dots, -X_{2N}^*)$ 는 제2 송신안테나를 통해 전송된다. 또한,

제j SC-FDMA 심벌에 제2 시공간 블록 부호열 ($X_{N+1}, X_{N+2}, \dots, X_{2N}$), ($X^*_1, X^*_2, \dots, X^*_N$)이 맵핑되는데, 이 중 ($X_{N+1}, X_{N+2}, \dots, X_{2N}$)는 제1 송신안테나를 통해 전송되고, ($X^*_1, X^*_2, \dots, X^*_N$)은 제2 송신안테나를 통해 전송된다.

[66] 다른 예로서, 제2 전송 다이버시티 기법 중 하나인 CDD에 의한 전처리 수행방법은 다음과 같다.

[67] CDD는 각 송신안테나간의 경로 지연을 이용하여 다이버시티 이득을 얻는 기법이다. CDD와 관련하여, 공간 다중화를 위한 프리코딩(precoding)에는 CDD를 지원하는 프리코딩과 CDD를 지원하지 않는 프리코딩이 있다. CDD를 지원하지 않는 프리코딩은 CDD를 제외한 프리코딩(precoding without CDD)라 불릴 수도 있고, CDD를 지원하는 프리코딩은 CDD를 위한 프리코딩(precoding for CDD)라 불릴 수도 있다.

[68] CDD를 지원하지 않는 프리코딩은 다음의 수학적 식 2에 의해 정의된다.

[69] 수학적 식 2

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y}^{(0)}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{(P-1)}(i) \end{bmatrix} = \mathbf{W}(i) \begin{bmatrix} \mathbf{x}^{(0)}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{x}^{(v-1)}(i) \end{bmatrix}$$

[70] 수학적 식 2를 참조하면, $\mathbf{x}(i)=[\mathbf{x}^{(0)}(i), \dots, \mathbf{x}^{(v-1)}(i)]^T$ 는 프리코더에 입력되는 벡터(vector)이고, $\mathbf{y}(i)=[\mathbf{y}^{(0)}(i), \dots, \mathbf{y}^{(P-1)}(i)]^T$ 는 각 송신 안테나에 대한 자원에 맵핑되는 벡터이며, $\mathbf{W}(i)$ 는 크기 $P \times v$ 의 프리코딩 행렬(precoding matrix)이다. 여기서 v 는 계층(layer)의 개수이고, $i=0, 1, \dots, M^{\text{layer}}_{\text{symp}}-1$ 은 각 계층(layer)당 변조심벌(modulation symbol)의 개수이며($M^{\text{layer}}_{\text{symp}}$ 는 각 안테나별 변조심벌의 개수인 $M^{\text{antenna}}_{\text{symp}}$ 과 동일하다), $\mathbf{y}^{(p)}(i)$ 는 P번째 송신 안테나에 대한 신호이다. 따라서 만약 송신안테나가 1개이면, $\mathbf{y}^{(p)}(i)=\mathbf{x}^{(0)}(i)$ 이다. 공간 다중화를 위해, $\mathbf{W}(i)$ 의 값은 코드북(codebook)에 있는 프리코더 요소(precoder element)가운데서 선택될 수 있다.

[71] 한편, CDD를 지원하는 프리코딩은 다음의 수학적 식 3에 의해 정의된다.

[72] 수학적 식 3

$$\begin{bmatrix} \mathbf{y}^{(0)}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{y}^{(P-1)}(i) \end{bmatrix} = \mathbf{W}(i)\mathbf{D}(i)\mathbf{U} \begin{bmatrix} \mathbf{x}^{(0)}(i) \\ \vdots \\ \mathbf{x}^{(v-1)}(i) \end{bmatrix}$$

[73] 수학적 식 3을 참조하면, $\mathbf{x}(i)$, $\mathbf{y}(i)$ 및 $\mathbf{W}(i)$ 는 수학적 식 1과 동일하다. $i=0, 1, \dots, M^{\text{antenna}}_{\text{symp}}-1$ 은 각 안테나당 변조심벌(modulation symbol)의 개수이며, 행렬 $\mathbf{D}(i)$ 와 행렬

U는 CDD를 지원하는 크기 $u \times v$ 의 정사각 행렬로서, 계층의 수 v 에 따라 표 2와 같이 정해질 수 있다.

[74] 표 2

Number of layers v	U	D(i)
1	[1]	[1]
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & e^{-j2\pi/2} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ 0 & e^{-j2\pi/2} \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{-j2\pi/3} & e^{-j4\pi/3} \\ 1 & e^{-j4\pi/3} & e^{-j8\pi/3} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & e^{-j2\pi/3} & 0 \\ 0 & 0 & e^{-j4\pi/3} \end{bmatrix}$
4	$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & e^{-j2\pi/4} & e^{-j4\pi/4} & e^{-j6\pi/4} \\ 1 & e^{-j4\pi/4} & e^{-j8\pi/4} & e^{-j12\pi/4} \\ 1 & e^{-j6\pi/4} & e^{-j12\pi/4} & e^{-j18\pi/4} \end{bmatrix}$	$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & e^{-j2\pi/4} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & e^{-j4\pi/4} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{-j6\pi/4} \end{bmatrix}$

[75] 또는, 행렬 D(i)는 다음의 수학적 식 4와 같은 지연값에 의해 결정될 수 있다.

[76] 수학적 식 4

$$[1 \ e^{-j\theta_2 k} \ \dots \ e^{-j\theta_M k}]^T$$

[77] 여기서, 위상성분 θ 는 수학적 식 5와 같다.

[78] 수학적 식 5

$$\theta = \frac{2\pi \times a}{N}$$

[79] a 는 지연성분이며, N 은 임의의 정수이다. a 가 정수인 경우, $a=N/M$ 이고, M 은 송신안테나의 개수일 수 있다. a 가 소수인 경우, $a < 1$ 인 작은 지연값을 사용함으로써, 빔포밍 이득을 얻는 장점이 있다. 만약, 주파수 도약이 슬롯 단위로 발생하지 않는 경우, a 는 슬롯 단위로 다른 값이 사용될 수 있다. 이와 같이 슬롯 단위로 서로 다른 a 값이 사용될 때, 고른 빔포밍 이득을 얻을 수 있다.

[80] 또 다른 예로서, 제2 전송 다이버시티 기법의 다른 하나인 FSTD에 의한 전처리 수행방법은 다음과 같다.

[81] SC-FDMA 시스템에서 전송 다이버시티를 FSTD로 구현할 때, 단일-반송파 특성을 만족시키기 위해서는 주파수 자원이 다음과 같이 할당되어야 한다. 즉, 국부 연속적(localized)으로 할당된 주파수 대역내에서, 각 송신안테나에 주파수

자원(또는 부반송파)이 인터리브된(interleaved) 방식으로 할당되거나, 또는 국부 연속적(localized) 방식으로 할당될 필요가 있다.

- [82] SC-FDMA시스템에 FSTD가 적용될 때, DFT 확산(spreading)과 물리자원 맵핑방법은 다음과 같다. 첫째로, 다중 DFT 블록(Multiple DFT Block)이 사용되는 경우이다. 이 경우, 각 송신안테나를 통해 전송되는 데이터들은 송신안테나에 맵핑되는 가상 안테나(Virtual Antenna)단위 또는 물리적 안테나(physical antenna)단위로 DFT 확산될 수 있다. 각 가상 안테나(또는 물리적 안테나)에서 DFT 확산된 심볼열은 각 물리적 안테나의 자원에 맵핑된다. 데이터들이 가상 안테나에 맵핑되는 경우에 있어서, 만약 프리코딩 행렬이 자기행렬(identity matrix)이면, 물리적 안테나에 맵핑되는 것과 등가이다.
- [83] 둘째로, 단일 DFT 블록(Single DFT Block)이 사용되는 경우이다. 이 경우, 변조심벌이 DFT 크기의 $1/N$ 단위로 N 번 반복되어 심벌열이 생성되고, 이렇게 생성된 심벌열이 DFT 확산된다. 확산된 신호는 N 간격을 갖는 인터리브된 형태의 신호가 된다. 확산된 심볼열은 물리자원에 맵핑된다.
- [84] 또 다른 예로서, 제2 전송 다이버시티 기법의 또 다른 하나인 PVS에 의한 전처리 수행방법은 다음과 같다.
- [85] PVS(Precoding Vector Switching)는 프리코딩 벡터를 스위칭함으로써 무작위적 빔포밍 이득을 얻는다. 슬롯(또는 SC-FDMA 심볼 묶음)마다 다른 프리코딩 벡터가 사용될 수 있다. 슬롯단위로 다른 벡터를 사용함으로써 무작위적 빔포밍 이득을 기대할 수 있다. 특히, 비심벌 페어(non-symbol pair)에 대해 특별히 정해놓은 프리코딩 벡터가 적용될 수 있다. 이는 각 슬롯의 비심벌 페어에 서로 다른 프리코딩 벡터가 적용될 수 있음을 의미하기도 한다. PVS에 사용되는 프리코딩 벡터로는 표 3과 같이 코드북(codebook)으로 정의된 랭크 1 프리코딩 가중치 중의 부분집합(subset)을 사용할 수 있다.
- [86] 표 3

codebook index	weight vector
0	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}$
1	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -1 \end{bmatrix}$
2	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ j \end{bmatrix}$
3	$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 \\ -j \end{bmatrix}$

- [87] 도 7은 본 발명의 일 예에 따른 전송 다이버시티 기법을 적용하는 방법을 설명하는 설명도이다. 이는 전송심벌이 일반 CP로 구성되는 경우이다.
- [88] 도 7을 참조하면, 서브프레임은 총 14개의 전송심벌을 포함한다. 제4 및 제11 전송심벌에는 DMRS가 실리고, 제14 전송심벌에는 SRS가 실린다. 제1 슬롯은 주파수 대역 f_1 에 위치하고, 제2 슬롯은 주파수 대역 f_2 에 위치한다. 이와 같이 제1 슬롯과 제2 슬롯간에 주파수 대역이 다른 주파수 도약이 일어남을 나타낸다.
- [89] 제4, 제11 및 제14 전송심벌을 제외한 나머지 전송심벌들에는 데이터가 실린다. 여기서 데이터는 사용자 평면(user plane)의 정보일 수도 있고, 제어평면(control plane)의 정보일 수도 있다. 이하에서 제i 전송심벌과 제j 전송심벌의 심벌 페어를 (#i, #j)라 표기하도록 한다.
- [90] 제1 슬롯에서, 데이터용 전송심벌의 개수가 6개, 즉 짝수이므로, 모든 전송심벌들이 심벌 페어를 이룰 수 있다. 심벌 페어는 (#1, #2), (#3, #5), (#6, #7)이다. 제i 전송심벌과 제j 전송심벌 사이에 DMRS 또는 SRS와 같이 기준신호가 존재하는 경우, 심벌 페어는 시간적으로 불연속적이다. 이 경우 $j=i+2$ 이다. 한편, 제i 전송심벌과 제j 전송심벌이 인접한(contiguous)한 경우 심벌 페어는 시간적으로 연속적이다. 이 경우 $j=i+1$ 이다. 이렇게 심벌 페어를 이루는 전송심벌들에 대하여 제1 전송 다이버시티 기법인 STBC가 적용될 수 있다. 이는 각 전송심벌들이 동일한 주파수 대역에 속하고, 시간적으로 인접하기 때문이다.
- [91] 반면, 제2 슬롯에서, 데이터용 전송심벌의 개수가 5개, 즉 홀수이므로, 하나의

전송심벌들은 심벌 페어를 이룰 수 없다. 가능한 심벌 페어는 (#8, #9), (#10, #12)이므로, 제13 전송심벌은 심벌 페어가 될 수 없다. 심벌 페어에는 제1 전송 다이버시티 기법인 STBC가 적용될 수 있다. 그러나, 이러한 비심벌 페어에는 STBC가 적용될 수 없다. 이는 단일 부반송파 특성이 깨지기 때문이다. 따라서, 제13 전송심벌에는 제2 전송 다이버시티 기법인 FSTD, PVS 및 CDD 중 적어도 하나가 적용될 수 있다.

- [92] 도 8은 본 발명의 다른 예에 따른 전송 다이버시티 기법을 적용하는 방법을 설명하는 설명도이다. 이는 전송심벌이 확장된 CP(extended CP)로 구성된 경우이다.
- [93] 도 8을 참조하면, 서브프레임은 총 12개의 전송심벌을 포함한다. 제3 및 제9 전송심벌에는 DMRS가 실리고, 제12 전송심벌에는 SRS가 실리며, 나머지 전송심벌들에는 데이터가 실린다.
- [94] 제1 슬롯에서, 데이터용 전송심벌의 개수가 5개, 즉 홀수이므로, 하나의 전송심벌들은 심벌 페어를 이룰 수 없다. 가능한 심벌 페어는 (#1, #2), (#4, #5)이므로, 제6 전송심벌은 심벌 페어가 될 수 없다. 심벌 페어에 대하여 제1 전송 다이버시티 기법인 STBC가 적용될 수 있다. 그러나, 비심벌 페어에는 제2 전송 다이버시티 기법인 FSTD, PVS 및 CDD 중 적어도 하나가 적용된다.
- [95] 한편, 제2 슬롯에서, 데이터용 전송심벌의 개수가 4개, 즉 짝수이므로, 모든 전송심벌들이 심벌 페어를 이룰 수 있다. 심벌 페어는 (#7, #8), (#10, #11)이다. 따라서, 제2 슬롯에 속한 모든 전송심벌에는 제1 전송 다이버시티 기법인 STBC가 적용될 수 있다.
- [96] 도 9는 본 발명에 따른 전송 다이버시티 기법을 이용한 데이터 전송방법을 나타내는 순서도이다.
- [97] 도 9를 참조하면, 서브프레임을 구성한다(S100). 서브프레임은 복수의 슬롯을 포함하고, 각 슬롯은 주파수 도약에 의해 서로 다른 주파수 대역에 속한다. 각 슬롯에 포함되는 전송심벌의 수는 전송심벌의 구성, 즉 Cyclic Prefix의 길이에 가변적이다. 예를 들어, 전송심벌이 일반 CP로 구성되는 경우, 한 슬롯은 7개의 전송심벌을 포함한다. 만약, 전송심벌이 확장된 CP로 구성되는 경우, 한 슬롯은 6개의 전송심벌을 포함한다. 이렇게 서브프레임이 어떠한 CP로 구성되는냐는 채널의 상태나 무선통신 서비스의 종류에 따라 다르다. 예를 들어, MBMS 서비스가 제공되는 경우나 채널상태가 매우 악화된 경우, 서브프레임은 확장된 CP로 구성될 수 있다. 반면, 채널상태가 양호한 경우, 서브프레임은 일반 CP로 구성될 수 있다. 이러한 서브프레임의 구성은 기지국의 스케줄링에 의해 행하여지거나, 미리 기지국이 미리 서브프레임의 구성정보를 단말로 전송함으로써 결정될 수 있다.
- [98] 서브프레임의 구성에 있어서, 상향링크 기준신호인 DMRS와 SRS가 고려될 수 있다. 이는 DMRS와 SRS가 실리는 전송심벌의 수에 따라 데이터가 실릴 수 있는 전송심벌의 수가 달라지기 때문이다. DMRS와 SRS가 실리는 전송심벌을 제외한

나머지 전송심벌들으로써 심벌 페어링(symbol pairing)을 하면, 서브프레임내에서는 심벌 페어와 비심벌 페어가 존재한다.

- [99] 상기와 같이 구성된 서브프레임의 전송심벌 중 심벌 페어를 이루는 전송심벌들에 대해 제1 전송 다이버시티 기법을 적용한다(110). 제1 전송 다이버시티 기법은 단일 반송파 특성을 만족시키기 위해 전송심벌들이 짝을 이루어야 할 필요가 있는 기법이다. 제1 전송 다이버시티 기법에는 STBC가 포함된다.
- [100] 상기와 같이 구성된 서브프레임의 전송심벌 중 심벌 페어를 이루지 못한 전송심벌에 대해 제2 전송 다이버시티 기법을 적용한다(120). 제2 전송 다이버시티 기법은 전송심벌들이 짝을 이루지 않아도 단일 반송파 특성이 만족될 수 있는 기법이다. 제1 전송 다이버시티 기법은 FSTD, PVS 및 CDD 중 적어도 하나일 수 있다.
- [101] 상기 제1 및 제2 전송 다이버시티 기법에 의해 처리된 전송심벌들로 구성되는 서브프레임을 전송한다(S130).
- [102] 상술한 모든 기능은 상기 기능을 수행하도록 코딩된 소프트웨어나 프로그램 코드 등에 따른 마이크로프로세서, 제어기, 마이크로제어기, ASIC(Application Specific Integrated Circuit) 등과 같은 프로세서에 의해 수행될 수 있다. 상기 코드의 설계, 개발 및 구현은 본 발명의 설명에 기초하여 당업자에게 자명하다고 할 것이다.
- [103] 이상 본 발명에 대하여 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시켜 실시할 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 상술한 실시예에 한정되지 않고, 본 발명은 이하의 특허청구범위의 범위 내의 모든 실시예들을 포함한다고 할 것이다.
- [104]
- [105]

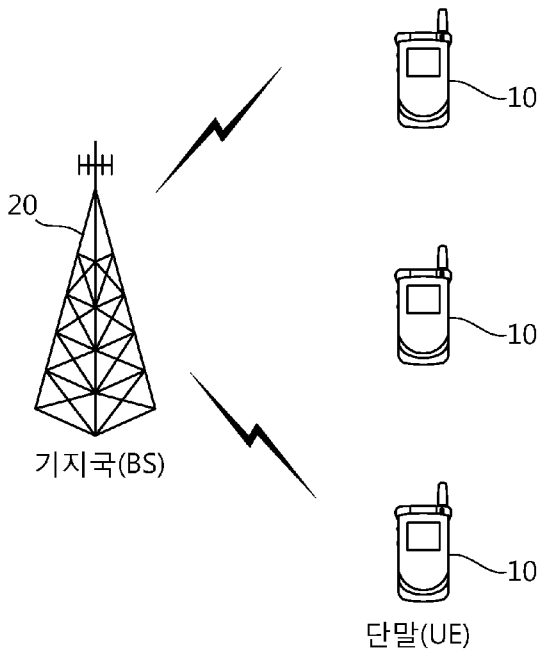
청구범위

- [1] 무선통신 시스템에서 데이터 전송장치에 있어서,
정보비트를 부호화하고 정상맵핑하여 변조심벌(modulation symbol)을 생성하는 데이터 처리부;
상기 변조심벌에 제1 및 제2 전송 다이버시티(transmit diversity) 기법 중 어느 하나를 적용하여 전송심벌(transmission symbol)을 생성하고, 상기 전송심벌을 포함하는 서브프레임(subframe)을 구성하는 전송 처리부; 및
상기 서브프레임을 전송하는 복수의 안테나를 포함하되,
상기 서브프레임은 복수의 슬롯(slot)을 포함하고, 주파수 도약에 의해 매 슬롯마다 주파수 대역이 변하는, 데이터 전송장치.
- [2] 제 1 항에 있어서,
상기 제1 전송 다이버시티 기법은 상기 변조심벌을 시간과 공간 영역에서 분리하여 코딩하는 STBC(Space Time Block Code) 기법인, 데이터 전송장치.
- [3] 제 1 항에 있어서,
상기 제2 전송 다이버시티 기법은 상기 변조심벌을 상기 복수의 안테나에 주파수로 구분하여 할당하는 FSTD(Frequency Switched Transmit Diversity) 기법인, 데이터 전송장치.
- [4] 제 1 항에 있어서,
상기 제2 전송 다이버시티 기법은 상기 복수의 안테나간의 경로 지연을 이용하여 다이버시티를 얻는 CDD(Cyclic Delay Diversity) 기법인, 데이터 전송장치.
- [5] 제 1 항에 있어서,
상기 제2 전송 다이버시티 기법은 일정 시간단위로 프리코딩 행렬(Precoding Matrix)를 변경하여 전처리(precoding)를 수행하는 PVS(Precoding Vector Switching) 기법인, 데이터 전송장치.
- [6] 제 1 항에 있어서,
상기 서브프레임은 적어도 하나의 DMRS(Data deModulation Reference Signal) 및 적어도 하나의 SRS(Sounding Reference Signal)을 포함하는, 데이터 전송장치.
- [7] 제 1 항에 있어서,
상기 전송처리부가 상기 변조심벌에 상기 제1 전송 다이버시티 기법을 적용하는 경우, 상기 전송심벌의 개수는 짝수개인, 데이터 전송장치.
- [8] 제 1 항에 있어서,
상기 전송처리부가 상기 변조심벌에 상기 제2 전송 다이버시티 기법을 적용하는 경우, 상기 전송심벌의 개수는 홀수개인, 데이터 전송장치.
- [9] 제 1 항에 있어서,

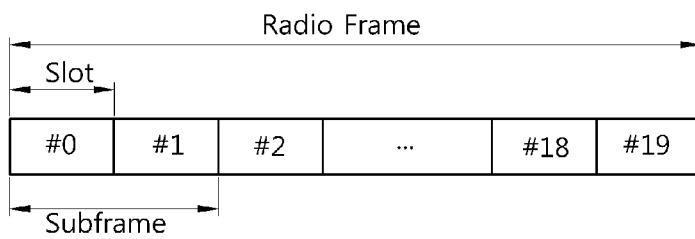
상기 무선통신 시스템은 SC-FDMA(Single Carrier-Frequency Division Multiple Access) 시스템인, 데이터 전송장치.

- [10] 제 1 항에 있어서,
상기 무선통신 시스템은 주파수 선택적 스케줄링을 위한 Clusered-DFT-s-OFDM 시스템인, 데이터 전송장치.
- [11] 무선통신 시스템에서 데이터 전송방법에 있어서,
일반 CP(normal Cyclic Prefix) 및 확장된 CP(extended CP) 중 어느 하나에 기초하여 생성되는 복수의 전송심벌을 포함하는 서브프레임을 구성하는 단계; 및
상기 서브프레임을 전송하는 단계를 포함하되,
상기 복수의 전송심벌 중 시간적으로 인접하고(adjacent), 동일한 주파수 대역에 속하는 전송심벌들로서, 서로 짝을 이루는 전송심벌들은 제1 전송 다이버시티 기법에 의해 생성되고, 서로 짝을 이루지 못하는 전송심벌들은 제2 전송 다이버시티 기법에 의해 생성되는, 데이터 전송방법.
- [12] 제 11 항에 있어서,
상기 제1 전송 다이버시티 기법은 STBC 기법인, 데이터 전송방법.
- [13] 제 11 항에 있어서,
상기 제2 전송 다이버시티 기법은 FSTD, CDD 및 PVS 중 어느 하나인, 데이터 전송방법,
- [14] 제 11 항에 있어서,
상기 서브프레임내에 속하는 상기 복수의 전송심벌의 개수는 상기 복수의 전송심벌이 상기 일반 CP에 기초하여 생성되는 경우와 상기 확장된 CP에 기초하여 생성되는 경우에 따라 다른, 데이터 전송방법.

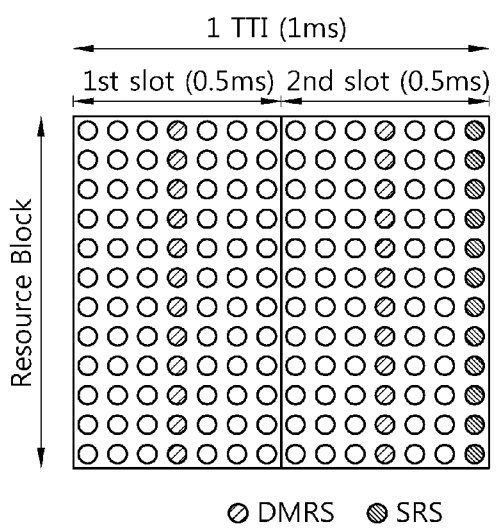
[Fig. 1]



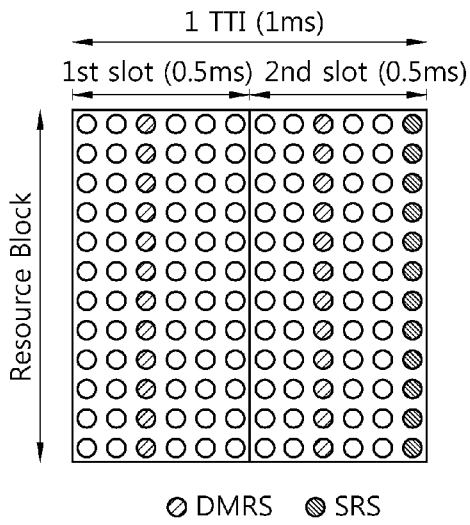
[Fig. 2]



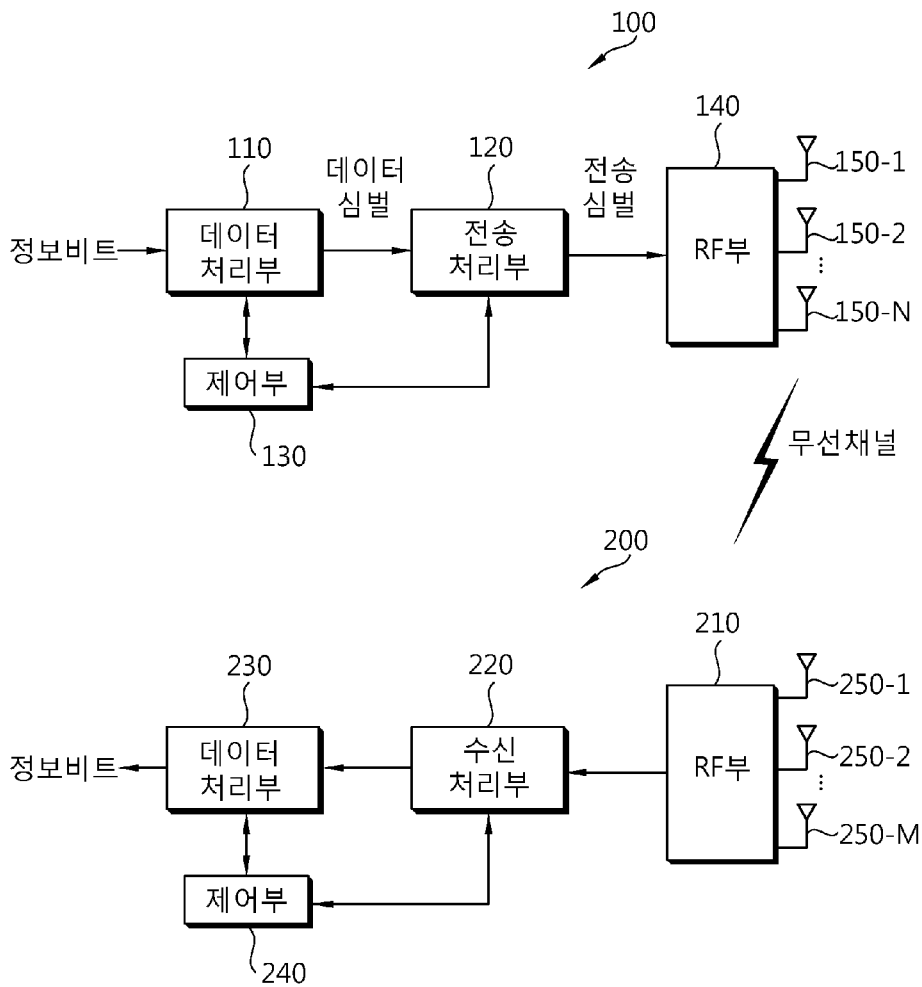
[Fig. 3]



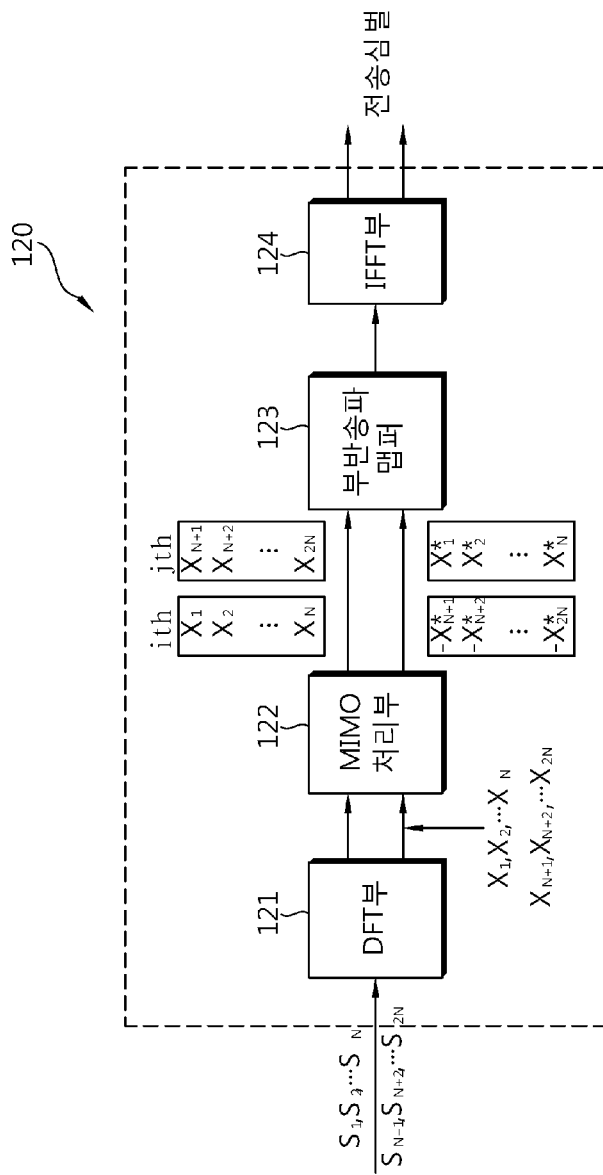
[Fig. 4]



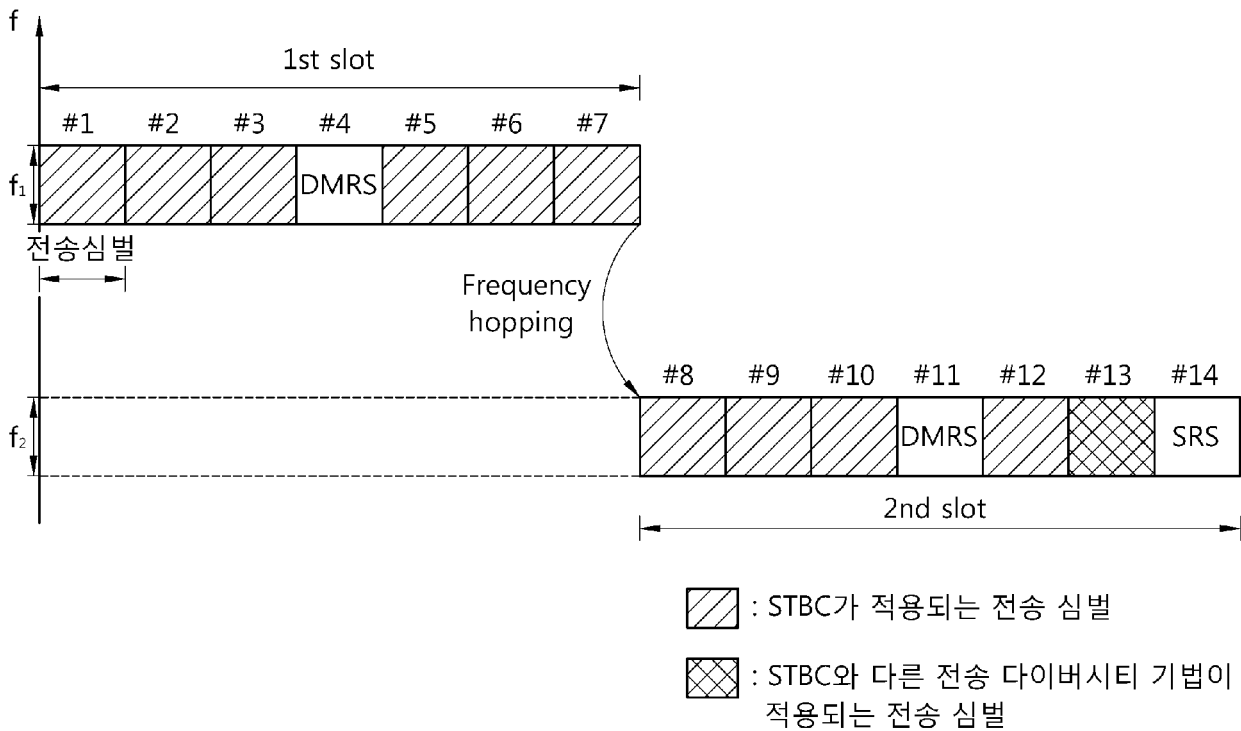
[Fig. 5]



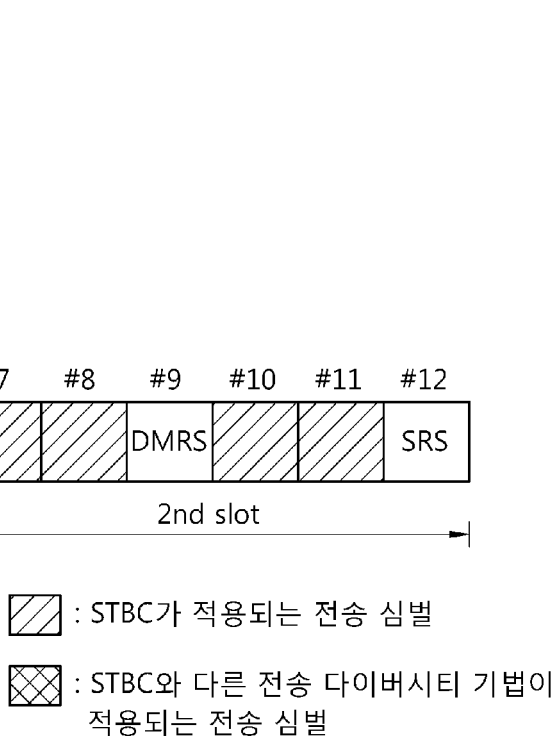
[Fig. 6]



[Fig. 7]



[Fig. 8]



[Fig. 9]

