



- (51) 국제특허분류:  
H04B 7/04 (2006.01) H04B 7/26 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2013/011526
- (22) 국제출원일: 2013년 12월 12일 (12.12.2013)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
61/736,493 2012년 12월 12일 (12.12.2012) US
- (71) 출원인: 엘지전자 주식회사 (LG ELECTRONICS INC.) [KR/KR]; 150-721 서울시 영등포구 여의도동 20, Seoul (KR). 연세대학교 산학협력단 (INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION, YONSEI UNIVERSITY) [KR/KR]; 120-749 서울시 서대문구 연세로 50, 연세대학교, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 김진민 (KIM, Jinmin); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 정재훈 (CHUNG, Jaehoon); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 김동구 (KIM, Dongku); 135-990 서울시 강남구 일원동 718 샘터마을 아파트 103동 1104, Seoul (KR). 장진영 (JANG, Jinyoung);

120-749 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제3공학관 C234호, Seoul (KR). 채혁진 (CHAE, Hyukjin); 120-749 서울시 서대문구 연세로 50 연세대학교 제3공학관 C234호, Seoul (KR). 조성윤 (CHO, Sungyoon); 121-781 서울시 마포구 성산 2동 시영아파트 16동 902호, Seoul (KR). 고현수 (KO, Hyunsoo); 431-080 경기도 안양시 동안구 호계 1동 533번지 엘지전자 특허센터, Gyeonggi-do (KR). 차현수 (CHA, Hyunsoo); 152-767 서울시 구로구 구로 3동 삼성 래미안 115동 2102호, Seoul (KR).

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

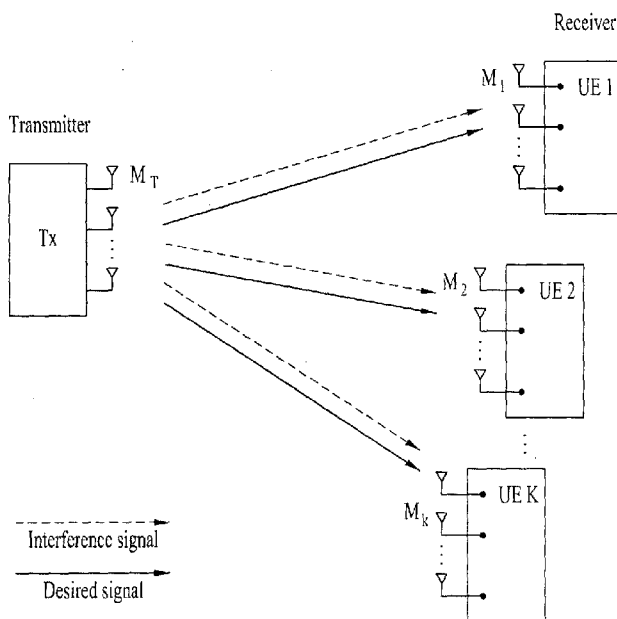
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR TRANSMITTING AND RECEIVING DATA ON THE BASIS OF ADAPTIVE BLIND INTERFERENCE ALIGNMENT

(54) 발명의 명칭: 적응적인 블라인드 간섭 정렬 기반의 데이터 송수신 방법

FIG. 1



(57) Abstract: The present invention provides adaptive blind interference alignment (BIA) methods capable of controlling interference between users without channel information, and devices for supporting the same. A method for transmitting a signal according to the adaptive BIA method in a wireless access system, as one embodiment of the present invention comprises the steps of: enabling a transmitter to constitute a first block including preferred signals and interference signals on the basis of the number of receivers within a cell and the number of reception modes of the receivers; enabling the transmitter to constitute a second block including one kind of signal from the preferred signals or the interference signals; enabling the transmitter to constitute alignment blocks for each receiver by combining the first block with the second block; and enabling the transmitter to transmit the alignment blocks to the receivers according to transmission symbol patterns corresponding to the alignment blocks.

(57) 요약서: 본 발명은 채널정보 없이도 사용자 간의 간섭을 제어할 수 있는 적응적

[다음 쪽 계속]



(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, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

**공개:**

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

블라인드 간섭 정렬(BIA: Blind Interference Alignment) 방법들 및 이를 지원하는 장치들을 제공한다. 본 발명의 일 실시예로서 무선 접속 시스템에서 적응적 블라인드 간섭 정렬(BIA) 방식에 따른 신호 송신 방법은, 송신기에서 셀 내 수신기들의 개수 및 수신기들의 수신 모드 수를 기반으로 선호 신호들과 간섭 신호들을 포함하는 제 1 블록을 구성하는 단계와 송신기가 선호 신호들 또는 간섭 신호들 중 한 종류만 포함하는 제 2 블록을 구성하는 단계와 송신기가 제 1 블록 및 제 2 블록을 조합하여 수신기들 각각에 대한 정렬 블록들을 구성하는 단계와 송신기가 정렬 블록들에 상응하는 송신 심볼 패턴에 따라 정렬 블록들을 수신기들에 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

**【명세서】****【발명의 명칭】**

적응적인 블라인드 간섭 정렬 기반의 데이터 송수신 방법

**【기술분야】**

- 5   **【1】**   본 발명은 무선접속시스템에서 사용되는 방법으로 채널정보 없이도 사용자 간의 간섭을 제어할 수 있는 적응적 블라인드 간섭 정렬(BIA: Blind Interference Alignment) 방법 및 이를 지원하는 장치에 관한 것이다.

**【배경기술】**

- 10   **【2】**   무선 접속 시스템이 음성이나 데이터 등과 같은 다양한 종류의 통신 서비스를 제공하기 위해 광범위하게 전개되고 있다. 일반적으로 무선 접속 시스템은 가용한 시스템 자원(대역폭, 전송 파워 등)을 공유하여 다중 사용자와의 통신을 지원할 수 있는 다중 접속(multiple access) 시스템이다. 다중 접속 시스템의 예 들로는 CDMA(code division multiple access) 시스템, FDMA(frequency division multiple access) 시스템, TDMA(time division multiple access) 시스템,  
15   OFDMA(orthogonal frequency division multiple access) 시스템, SC-FDMA(single carrier frequency division multiple access) 시스템 등이 있다.

**【발명의 상세한 설명】****【기술적 과제】**

- 20   **【3】**   본 발명의 목적은 각 단말들의 스위칭 가능한 모드의 수가 다른 경우에도 스위칭 가능한 모드 수를 일반화하기 위한 블라인드 간섭 정렬(BIA) 기반의 송수신 알고리즘을 제공하는 것이다.

- 25   **【4】**   본 발명의 다른 목적은 각 단말에게 전송하는 심볼 벡터의 수가 다른 경우에 대해서 최소한의 심볼 확장만이 필요한 BIA 기반의 송수신 방법을 제공하는 것이다.

- 30   **【5】**   본 발명의 또 다른 목적은 각 단말들의 스위칭 가능한 모드 개수 및 각 단말들에게 전송하는 심볼 벡터의 개수가 서로 다른 경우에도, BIA 기반의 송수신 방법을 제공하는 것이다.

- 30   **【6】**   본 발명의 또 다른 목적은 본 발명에서 제안하는 방법들을 다중 셀 간섭 제어 기법으로 적용 및 확장하는 방법을 제공하는 것이다.

[7] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 목적들은 이상에서 언급한 사항들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 이하 설명할 본 발명의 실시예들로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 고려될 수 있다.

5

#### 【기술적 해결방법】

[8] 본 발명은 채널정보 없이도 사용자 간의 간섭을 제어할 수 있는 적응적 블라인드 간섭 정렬(BIA: Blind Interference Alignment) 방법들 및 이를 지원하는 장치들을 제공한다.

10 [9] 본 발명의 일 양태로서 무선 접속 시스템에서 적응적 블라인드 간섭 정렬(BIA) 방식에 따른 신호 송신 방법은, 송신기에서 셀 내 수신기들의 개수 및 수신기들의 수신 모드 수를 기반으로 선호 신호들과 간섭 신호들을 포함하는 제 1 블록을 구성하는 단계와 송신기가 선호 신호들 또는 간섭 신호들 중 한 종류만 포함하는 제 2 블록을 구성하는 단계와 송신기가 제 1 블록 및 제 2 블록을 조합하여  
15 수신기들 각각에 대한 정렬 블록들을 구성하는 단계와 송신기가 정렬 블록들에 상응하는 송신 심볼 패턴에 따라 정렬 블록들을 수신기들에 전송하는 단계를 포함할 수 있다.

[10] 본 발명의 다른 양태로서 무선 접속 시스템에서 적응적 블라인드 간섭 정렬(BIA) 방식에 따른 신호를 송신하기 위한 송신기는 송신모듈 및 적응적 BIA  
20 방식을 지원하는 프로세서를 포함할 수 있다.

[11] 이때, 프로세서는 셀 내 수신기들의 개수 및 수신기들의 수신 모드 수를 기반으로 선호 신호들과 간섭 신호들을 포함하는 제 1 블록을 구성하고, 선호 신호들 또는 간섭 신호들 중 한 종류만 포함하는 제 2 블록을 구성하고, 제 1 블록 및 제 2 블록을 조합하여 수신기들 각각에 대한 정렬 블록들을 구성하도록 구성되  
25 며, 상기 프로세서는 정렬 블록들에 상응하는 송신 심볼 패턴에 따라 정렬 블록들을 송신모듈을 이용하여 수신기들에 전송하도록 구성된다.

[12] 수신기들 각각에 대한 정렬 블록들에 포함되는 심볼 벡터들은 수신기들 간에 최대한 겹치도록 구성되는 것이 바람직하다.

[13] 이때, 수신기들 중 특정 수신기에 여러 개의 정렬 블록들이 구성되는 경우,  
30 여러 개의 정렬 블록들에 대한 송신 심볼 패턴들은 서로 겹치지 않도록 구성되는 것이 바람직하다.

[14] 또한, 제 1 블록의 길이  $l_{block1}$  는 다음 수학적식과 같이 계산될 수 있다.

[15] [수학적식]

$$l_{block1} = \prod_{k=1}^K (m_k - 1)$$

[16] 이때,  $K$  는 상기 수신기들의 개수를 나타내고,  $m_k$  는  $k$  번째 수신기의 수신 모드 개수를 나타낸다.

[17] 또한, 제 1 블록에 포함되는 심볼 벡터의 개수는 다음 수학적식과 같이 계산된다.

[18] [수학적식]

$$\# \text{ of symbols} = \frac{N_{block1}}{m_k - 1}$$

[19] 이때,  $N_{block1}$  은 상기 제 1 블록의 개수를 나타낸다.

[20] 또한, 제 2 블록의 길이  $l_{block2}$  는 다음 수학적식과 같이 계산된다.

[21] [수학적식]

$$l_{block2} = \sum_{i=1}^K \frac{N_{block1}}{m_i - 1} = \sum_{i=1}^K \frac{\prod_{k=1}^K (m_k - 1)}{m_i - 1} = \left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \sum_{i=1}^K \frac{1}{m_i - 1}$$

[22] 이때,  $m_i$  는  $i$  번째 단말의 모드 개수를 나타낸다.

[23] 상술한 본 발명의 양태들은 본 발명의 바람직한 실시예들 중 일부에 불과하며, 본원 발명의 기술적 특징들이 반영된 다양한 실시예들이 당해 기술분야의 통상적인 지식을 가진 자에 의해 이하 상술할 본 발명의 상세한 설명을 기반으로 도출되고 이해될 수 있다.

## 20 【유리한 효과】

[24] 본 발명의 실시예들에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.

[25] 첫째, 각 단말들의 스위칭 가능한 총 모드 수에 관계없이 최대 자유도를 얻을 수 있는 적응적 BIA 기반의 송수신 알고리즘을 제공한다.

[26] 둘째, 각 단말들이 선택 가능한 모드수가 동일한 경우에, 각 단말에게 전송하는 심볼 벡터의 수에 관계 없이 최소한의 심볼확장만을 요구하는 적응적 BIA 기반의 송수신 방법을 제공한다.

[27] 셋째, 각 단말들의 스위칭 가능한 모드 개수 및 각 단말들에게 전송하는 심볼 벡터의 개수에 관계 없이 적응적 BIA 기반의 송수신 방법을 제공한다.

[28] 넷째, 본 발명에서 제안하는 방법들은 다중 셀 간섭제어 기법으로 적용 및 확장시킬 수 있다.

[29] 본 발명의 실시예들에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 이하의 본 발명의 실시예들에 대한 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 도출되고 이해될 수 있다. 즉, 본 발명을 실시함에 따른 의도하지 않은 효과들 역시 본 발명의 실시예들로부터 당해 기술분야의 통상의 지식을 가진 자에 의해 도출될 수 있다.

#### 10 【도면의 간단한 설명】

[30] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되고, 첨부된 도면들은 본 발명에 대한 다양한 실시예들을 제공한다. 또한, 첨부된 도면들은 상세한 설명과 함께 본 발명의 실시 형태들을 설명하기 위해 사용된다.

[31] 도 1 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 시스템 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

[32] 도 2 는 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 재구성 가능한 안테나의 개념을 나타내는 도면이다.

[33] 도 3 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 BIA 기법이 적용되는 시스템에서 신호를 송수신하는 방법의 일례를 나타내는 도면이다.

20 [34] 도 4 및 도 5 는 도 3 에서 도시한 송신 심볼들을 각 수신기의 관점에서 재구성한 도면이다.

[35] 도 6 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 프리코딩 행렬의 일례를 나타내는 도면이다.

[36] 도 7 은 도 4 및 도 5 에서 설명한 방법들을 심볼 단위로 표현한 도면이다.

25 [37] 도 8 은 본 발명의 실시예로서 변경 가능한 모드가 4 인 경우의 BIA 방식을 나타내는 도면이다.

[38] 도 9 는 본 발명의 실시예로서 제 1 블록을 구성하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

30 [39] 도 10 은 본 발명의 실시예로서 정렬 블록의 일례이고, 도 11 은 그에 따른 제 1 블록의 구조를 나타내는 도면이다.

[40] 도 12 는 본 발명의 실시예로서 결합 AB 를 구성하는 방법을 나타내는 도면이다.

[41] 도 13 은 본 발명의 실시예로서 수신기에 대한 모드 스위칭 패턴의 일례를 나타내는 도면이고, 도 14 는 모드 스위칭 패턴을 제 1 블록과 제 2 블록으로 구분한 모습을 나타내는 도면이다.

[42] 도 15 는 본 발명의 실시예로서 도 13 및 도 14 에서 설명한 스위칭 패턴에 따른 송신 프리코딩 행렬의 일례를 나타내는 도면이다.

[43] 도 16 은 적응적 BIA 방식을 이용하여 간섭 신호를 조정하는 방법을 나타내는 도면이다.

10 [44] 도 17 은 본 발명의 실시예로서 모드 스위칭 패턴의 제 1 블록과 제 2 블록에 해당하는 구간과 최소 심볼확장길이를 나타내는 도면이다.

[45] 도 18 은 송신 심볼 패턴의 제 1 블록과 제 2 블록에 해당하는 구간과 필요한 심볼확장 길이를 나타내는 도면이다.

15 [46] 도 19 는 본 발명의 실시예로서 두 단말에 전송하는 심볼 벡터의 개수에 따라서 설정된 제 1 블록의 구조를 나타내는 도면이다.

[47] 도 20 은 본 발명의 실시예로서 두 단말에 대해 구성된 제 1 블록의 일례를 나타내는 도면이다.

[48] 도 21 은 본 발명의 실시예로서 전송 심볼 벡터를 일반화하기 위해 생성한 확장 심볼 길이를 나타내는 도면이다.

20 [49] 도 22 는 본 발명의 실시예로서 3 단말 BC 시스템에서 사용되는 확장 심볼 길이를 나타내는 도면이다.

[50] 도 23 은 본 발명의 실시예로서 3 단말에 적용되는 적응적 BIA 방식을 위해 구성된 제 1 블록의 일례를 나타내는 도면이다.

25 [51] 도 24 는 본 발명의 실시예로서 적응적 BIA 방식을 적용한 모드 스위칭 패턴의 일례를 나타내는 도면이다.

[52] 도 25 에 본 발명의 실시예로서 2 단말 BC 케이스의 확장 심볼 길이를 나타내는 도면이다.

[53] 도 26 은 본 발명의 실시예로서 도 25 의 확장 심볼 길이에 전송 벡터를 표시한 도면이다.

30 [54] 도 27 은 본 발명의 실시예로서 도 26 의 실시예를 일반화한 도면이다.

[55] 도 28 은 본 발명의 실시예로서 3 단말 BC 케이스에서 제 1 블록의 길이를 구하기 위한 방법을 나타내는 도면 중 하나이다.

[56] 도 29 는 본 발명의 실시예로서 K 단말 IFC 시스템 모델의 일례를 나타내는 도면이다.

5 [57] 도 30 은 본 발명의 실시예로서 2 단말 IFC 와 2 단말 BC 케이스에서 송신 신호가 송수신되는 모습을 나타낸다.

[58] 도 31 은 본 발명의 실시예로서 수신 신호를 UE1 및 UE2 에 대한 선호 신호의 조합으로 나타낸 도면이다.

10 [59] 도 32 는 본 발명의 실시예로서 2 단말 BC, 2 단말 IFC 두 경우에 Rx1 의 수신신호를 나타내는 도면이다.

[60] 도 33 은 도 1 내지 도 32 에서 설명한 방법들이 구현되는 장치 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

#### 【발명의 실시를 위한 형태】

15 [61] 이하에서 상세히 설명하는 본 발명의 실시예들은 무선접속시스템에서 사용되는 방법에 관한 것으로 채널정보 없이도 사용자 간의 간섭을 제어할 수 있는 적응적 블라인드 간섭 정렬(BIA) 방법 및 이를 지원하는 장치들을 개시한다.

[62] 이하의 실시예들은 본 발명의 구성요소들과 특징들을 소정 형태로 결합한 것들이다. 각 구성요소 또는 특징은 별도의 명시적 언급이 없는 한 선택적인 것으로 고려될 수 있다. 각 구성요소 또는 특징은 다른 구성요소나 특징과 결합되지 않은 형태로 실시될 수 있다. 또한, 일부 구성요소들 및/또는 특징들을 결합하여 본 발명의 실시예를 구성할 수도 있다. 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.

25 [63] 도면에 대한 설명에서, 본 발명의 요지를 흐릴 수 있는 절차 또는 단계 등은 기술하지 않았으며, 당업자의 수준에서 이해할 수 있을 정도의 절차 또는 단계는 또한 기술하지 아니하였다.

[64] 본 명세서에서 본 발명의 실시예들은 기지국과 이동국 간의 데이터 송수신 관계를 중심으로 설명되었다. 여기서, 기지국은 이동국과 직접적으로 통신을 수행  
30 하는 네트워크의 종단 노드(terminal node)로서의 의미가 있다. 본 문서에서 기지

국에 의해 수행되는 것으로 설명된 특정 동작은 경우에 따라서는 기지국의 상위 노드(upper node)에 의해 수행될 수도 있다.

[65] 즉, 기지국을 포함하는 다수의 네트워크 노드들(network nodes)로 이루어지는 네트워크에서 이동국과의 통신을 위해 수행되는 다양한 동작들은 기지국 또는 기지국 이외의 다른 네트워크 노드들에 의해 수행될 수 있다. 이때, '기지국'은 고정국(fixed station), Node B, eNode B(eNB), 발전된 기지국(ABS: Advanced Base Station) 또는 액세스 포인트(access point) 등의 용어에 의해 대체될 수 있다.

[66] 또한, 본 발명의 실시예들에서 단말(Terminal)은 사용자 기기(UE: User Equipment), 이동국(MS: Mobile Station), 가입자 단말(SS: Subscriber Station), 이동 가입자 단말(MSS: Mobile Subscriber Station), 이동 단말(Mobile Terminal) 또는 발전된 이동단말(AMS: Advanced Mobile Station) 등의 용어로 대체될 수 있다.

[67] 또한, 송신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 제공하는 고정 및/또는 이동 노드를 말하고, 수신단은 데이터 서비스 또는 음성 서비스를 수신하는 고정 및/또는 이동 노드를 의미한다. 따라서, 상향링크에서는 이동국이 송신단이 되고, 기지국이 수신단이 될 수 있다. 마찬가지로, 하향링크에서는 이동국이 수신단이 되고, 기지국이 송신단이 될 수 있다.

[68] 본 발명의 실시예들은 무선 접속 시스템들인 IEEE 802.xx 시스템, 3GPP(3rd Generation Partnership Project) 시스템, 3GPP LTE 시스템 및 3GPP2 시스템 중 적어도 하나에 개시된 표준 문서들에 의해 뒷받침될 수 있으며, 특히, 본 발명의 실시예들은 3GPP TS 36.211, 3GPP TS 36.212, 3GPP TS 36.213, 3GPP TS 36.321 및 3GPP 36.331 문서들에 의해 뒷받침될 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예들 중 설명하지 않은 자명한 단계들 또는 부분들은 상기 문서들을 참조하여 설명될 수 있다. 또한, 본 문서에서 개시하고 있는 모든 용어들은 상기 표준 문서에 의해 설명될 수 있다.

[69] 이하, 본 발명에 따른 바람직한 실시 형태를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 첨부된 도면과 함께 이하에 개시될 상세한 설명은 본 발명의 예시적인 실시형태를 설명하고자 하는 것이며, 본 발명이 실시될 수 있는 유일한 실시 형태를 나타내고자 하는 것이 아니다.

[70] 또한, 본 발명의 실시예들에서 사용되는 특정(特定) 용어들은 본 발명의 이해를 돕기 위해서 제공된 것이며, 이러한 특정 용어의 사용은 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위에서 다른 형태로 변경될 수 있다.

[71] 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 적용될 수 있다.

[72] 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.

[73] UTRA는 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 일부이다. 3GPP LTE(Long Term Evolution)은 E-UTRA를 사용하는 E-UMTS(Evolved UMTS)의 일부로써, 하향링크에서 OFDMA를 채용하고 상향링크에서 SC-FDMA를 채용한다. LTE-A(Advanced) 시스템은 3GPP LTE 시스템이 개량된 시스템이다. 본 발명의 기술적 특징에 대한 설명을 명확하게 하기 위해, 본 발명의 실시예들을 3GPP LTE/LTE-A 시스템을 위주로 기술하지만 IEEE 802.16e/m 시스템 등에도 적용될 수 있다.

#### [74] 1. 블라인드 간섭정렬(BIA) 방식

[75] BIA 방식은 송신기(예를 들어, 기지국) 및/또는 수신기(예를 들어, 단말)에서 채널 정보를 피드백 받지 않고 사용자 간의 간섭을 제거하는 방식을 말한다.

[76] BIA 방식이 적용되는 단말은 하나의 안테나로 여러 개의 전자기적 패턴을 만들 수 있는 재구성 가능한 안테나(reconfigurable antenna)를 구비하는 단말을 가정한다. 또한, 재구성 가능한 안테나로 만들 수 있는 서로 다른 빔 패턴을 '모드'라고 정의한다. 예를 들어, 하나의 재구성 가능한 안테나는 2개 이상의 서로 다른 빔 패턴을 만들 수 있고, 이 패턴을 스위칭을 통해서 적응적으로 사용할 수 있다. 이하에서는 BIA 방식에 대해서 설명한다.

[77] BIA 방식에서, 송신기와 데이터를 전송 받는 모든 수신기들은 데이터를 송수신하기 위해서 오프라인(off-line) 상에서 송신단의 송신심볼 패턴과 수신단의 수신 모드 스위칭 패턴을 결합하여 설계한다. 이때, 송신기 및/또는 수신기는 수신 모드 스위칭 패턴을 설계하고, 이에 상응하는 송신 심볼 패턴을 결정한다.

## [78] 1.1 송수신기 동작의 기본 원리

[79] (1) 수신기(예를 들어, 단말)는 자신이 원하는  $M \times 1$  데이터를 수신하기 위해서  $M$  번의 모드 스위칭을 수행한다. 즉, 수신기는  $M$  번의 서로 다른 채널로 심볼 벡터(즉, 선택 신호)를 수신함으로써 디코딩 할 수 있는 공간자원(rank)을 확보한다.

[80] (2) 수신기는 간섭 신호를 처리하는 공간자원을 최소화하기 위해서 간섭 신호를 수신할 때에는 일정한 모드를 동일하게 유지함으로써 동일한 채널로 간섭 심볼벡터들을 수신한다.

[81] (3) 즉, 특정 수신기가 원하는 심볼벡터를 수신할 때, 다른 수신기들은 동일한 모드로 데이터를 받도록 데이터를 받도록 스위칭 동작을 수행한다.

## [82] 1.2 시스템 모델

[83] 도 1 은 본 발명의 실시예들에서 사용될 수 있는 시스템 구성의 일례를 나타내는 도면이다.

[84] 본 발명의 실시예들에서는, 도 1 과 같이  $M_T$  개의 송신 안테나를 갖고 있는 단일 송신기(transmitter)와  $M_R(k \in \{1, 2, \dots, K\})$  개의 수신 안테나를 갖고 있는  $K$  개의 수신기들(receivers)로 구성된 단일 셀 다중 사용자 방송채널을 고려한다. 도 1 에서 점선은 간섭 신호(Interference signal)를 의미하고, 실선은 수신기가 수신하고자 하는 선택 신호(Desired signal)를 의미한다.

[85] 도 1 을 참조하면, 모든 수신기들은 같은 주파수 대역을 사용하기 때문에 간섭 신호와 원하는 선택 신호를 모두 수신한다. 각 수신기는 적응적으로 채널 특성이 다른 모드를 선택 할 수 있는 재구성 가능한 안테나(reconfigurable antenna)를 갖고 있음을 가정한다.

[86] 도 2 는 본 발명의 실시예들에서 사용되는 재구성 가능한 안테나의 개념을 나타내는 도면이다.

[87] 도 2 를 참조하면, 총  $L_k$  개의 무선 주파수(RF: Radio Frequency) 체인(chain)과  $M_k$  개의 안테나로 구성된 단말의 안테나 스위칭 기법을 고려한다. 단, 기지국은 재구성 가능한 안테나를 갖고 있지 않아도 상관없다. 임의의  $t$  시점에서  $k$  번째 단말이 수신하는 수신 신호는 다음 수학적 식 1 과 같이 표현될 수 있다.

[88] 【수학적 식 1】

$$\mathbf{y}^{[k]}(t) = \mathbf{H}^{[k]}(m(t))\mathbf{x}(t) + \mathbf{z}^{[k]}(t)$$

[89] 이때,  $\mathbf{z}^{[k]}(t) \in \mathbb{C}^{M_k \times 1}$ 는 복소 가우시안 잡음이고, 행렬  $\mathbf{H}^{[k]}(m(t)) \in \mathbb{C}^{L_k \times M_T}$ 는  $k$  번째 단말의 재구성 가능 모드에 대한 채널이다.  $\mathbf{H}^{[k]}(m(t))$ 는 각각의  $m(t)$ 에 대해서 일정한 값을 갖는 블록 페이딩 채널을 가정한다. BIA 기법을 설명하기 위해서 모든 송수신기의 안테나 개수가  $M$ , 각 단말의 RF 체인의 개수  $L=1$ 을 고려한다. 이 경우 단말은 단일 RF 체인만 사용하기 때문에 기지국과  $k$  번째 단말간의 방송채널은  $1 \times M$  벡터 채널  $\mathbf{h}_k$ 이다(K-user BC). 이때, 방송채널(BC: Broadcast Channel)에는 방송 메시지, 멀티캐스트 메시지 및/또는 유니캐스트 메시지가 전송될 수 있다.

[90] 송신기에서 채널정보 없이 간섭을 정렬하기 위한 가장 기본적인 원리는 다음과 같다. 수신기가 선호 신호를 수신할 때는 모드 스위칭을 통해 각 데이터 스트림이 서로 다른 채널을 겪도록 하고, 간섭 신호들은 동일한 채널을 겪도록 하는 것이다. 결과적으로, 특정 수신기가 모드를 변경 할 때, 다른 수신기들의 모드는 일정한 것이 바람직하다. 이하 도 3 내지 도 7 을 이용하여 이를 상세히 설명한다.

[91] 도 3 은 BIA 기법이 적용되는 시스템에서 신호를 송수신하는 방법의 일례를 나타내는 도면이다.

[92] 도 3 에서 개시하는 시스템은 단일 RF 체인과 2 개의 모드 선택이 가능한 (즉,  $M=2$ ,  $L=1$ ) 수신기와 안테나 2 개를 갖고 있는 송신기가 구비되는 시스템에 관한 것이다. 다만, 송신기는 RF 체인의 수와 안테나 수가 동일한 것을 가정한다. 또한, 송신기는 기지국이고, 수신기는 단말인 것을 가정한다.

[93] 도 3 을 참조하면, 세 번의 심볼전송 구간( $T=1, 2, 3$ ) 동안 기지국은 총 네 개의 독립적인 심볼을 전송한다. 예를 들어, 기지국은 첫 번째 심볼전송 구간에는 두 단말을 위한 신호(즉, 두 개의 독립 심볼들)를 모두 송신하고, 이후 두

번째 및 세 번째 심볼 구간에는 각 수신기별로 선호 신호를 각각 한 번씩 송신한다. 도 3 에서 실선은 제 1 단말 (UE1) 에 대한 선호 신호이고, 점선은 제 2 단말 (UE2) 에 대한 선호 신호이다. 각 단말에 대한 선호 신호는 다른 단말에는 간섭 신호로 작용한다.

5   **[94]** 도 4 및 도 5 는 도 3 에서 도시한 송신 심볼들을 각 수신기의 관점에서 재구성한 도면이다.

10   **[95]** BIA 방식에서 송신 방식은 수신단의 모드 스위칭 패턴에 따라서 결정된다. 수신단인 각 단말들(UE1, UE2)은 세 번의 심볼전송 구간 동안 도 4 와 같은 스위칭 패턴을 갖는다. 첫 번째 단말(UE1)의 수신 안테나(Rx1)는 계속해서 모드 스위칭을 하고, 두 번째 단말(UE2)의 수신 안테나(Rx2)는 세 번째 심볼전송 구간에서만 수신 모드를 변경한다. 결과적으로 도 5 와 같이 한 단말의 채널이 변할 때, 다른 단말의 채널은 변하지 않는 스위칭 패턴을 갖는다.

15   **[96]** 도 6 은 송신기(즉, 기지국)의 프리코더에서 적용하는 프리코딩 행렬의 일례를 나타내는 도면이다.

20   **[97]** 도 6 을 참조하면, 각 단말이 도 4 의 패턴으로 모드를 변경할 때, 기지국에서 각 단말에 전송하는 선호 신호에 적용하는 프리코딩 행렬을 확인할 수 있다. 처음 두 심볼 구간 동안 제 1 단말(UE1)에 대한 채널은 변하였고, 제 2 단말에 대한 채널은 모드 스위칭이 없으므로 동일한 채널을 유지한다.

25   **[98]** 세 번의 심볼 전송 구간 동안 UE1 은 원하는 신호를 서로 다른 모드로 수신함으로써 선호 신호를 디코딩 하기 위한 공간자원을 확보하고, UE2 는 간섭신호를 처리하기 위해서 동일한 모드로 간섭 신호를 수신한다. 즉, UE2 는 첫 번째 심볼전송 구간에서 원하는 신호와 간섭신호를 함께 수신하지만, 두 번째 심볼전송 구간에 동일한 채널로 간섭 신호만 받았으므로 첫 번째 받은 신호에서 해당 간섭 신호를 빼주면 선호 신호를 검출할 수 있다.

30   **[99]** 본 발명의 실시예들에서, 심볼 전송 구간 동안 UE1 과 UE2 의 모드 스위칭 패턴을 UE1 을 위한 정렬 블록(AB: Alignment Block) 이라고 한다. 또한, 동일한 원리로 도 5 의 두 번째 및 세 번째 심볼 구간 동안의 두 단말의 모드 스위칭 패턴을 UE2 를 위한 정렬 블록(AB) 이라고 부른다.

35   **[100]** 세 번의 심볼 전송 구간 동안 송신 메시지 패턴은 다음 수학식 2 와 같이 나타낼 수 있다.

**[101] 【수학식 2】**

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} \mathbf{I} \\ \mathbf{I} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1^{[1]} \\ u_2^{[1]} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{I} \\ \mathbf{0} \\ \mathbf{I} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1^{[2]} \\ u_2^{[2]} \end{bmatrix}$$

[102] 이때, UE1에 대한 수신 신호는 다음 수학적 식 3과 같이 나타낼 수 있다.

[103] 【수학적 식 3】

$$\begin{bmatrix} y^{[1]}(1) \\ y^{[1]}(2) \\ y^{[1]}(3) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} h^{[1]}(1) \\ h^{[1]}(2) \\ 0_{1 \times 2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1^{[1]} \\ u_2^{[1]} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} h^{[1]}(1) \\ 0_{1 \times 2} \\ h^{[1]}(1) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1^{[2]} \\ u_2^{[2]} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} z^{[1]}(1) \\ z^{[1]}(2) \\ z^{[1]}(3) \end{bmatrix}$$

5 [104] 수학적 식 3으로부터 두 개의 간섭 신호  $u_1^{[1]}, u_2^{[1]}$ 는 랭크(rank) 1인 벡터 방향으로 정렬되어 있고, 선호 신호는 랭크 2인 행렬을 이용해서 선형 독립성이 보장된다. 따라서, 각 단말에 대한 2개의 수신 신호 모두 검파할 수 있음을 알 수 있다. 만약, 잡음이 없다고 가정하면, UE1이 세 번째 심볼전송 구간에서 수신한 신호는 간섭 신호들만이므로, UE1은 첫 번째 수신 신호들에서 세 번째 수  
10 신 신호를 빼면 원하는 신호를 모두 디코딩할 수 있다.

[105] 도 7은 도 4 및 도 5에서 설명한 방법들을 심볼 단위로 표현한 도면이다.

[106] 도 7을 참조하면, UE1은 첫 번째 전송 구간(T=1)에서 수신한 전송 심볼 및 두 번째 전송 구간(T=2)에서 수신한 전송 심볼을 이용하여 AB를 구성할 수 있다. 또한, UE2는 첫 번째 전송 구간 및 세 번째 전송구간(T=3)에서 수신한  
15 전송 심볼들을 이용하여 AB를 구성할 수 있다.

[107] 이상에서는 2개의 모드를 스위칭하는 경우에 2단말들의 BC 경우를 설명하였다. 2개의 모드 스위칭의 경우 세 번의 심볼 확장만이 필요하지만, 2단말 BC 상황에서 모드 수가 조금만 늘어나면 BIA를 위해 필요한 심볼 확장 길이가 매우 크게 증가한다. 예를 들어, 모드가 4개인 경우에 대해서 설명한다.

20 [108] 도 8은 본 발명의 실시예로서 변경 가능한 모드가 4인 경우의 BIA 방식을 나타내는 도면이다.

[109] 이하에서는 단일 RF 체인과 4개의 모드 선택이 가능한(M=4, L=1)인 수신기와 안테나 네 개를 갖는 송신기로 구성된 2단말 BC를 가정한다. 이때, 도 8은 모드 스위칭 패턴을 기반으로 15번의 심볼 확장을 통해 12개의 데이터 스트림을 각 단말에게 전송하는 방법에 관한 것이다. 15번의 심볼 확장을 통하여,  
25 기지국은 각 단말에 12개의 데이터 스트림을 전송함으로써 자유도(DoF: Degree of Freedom) 1.6을 얻을 수 있다. 이는 기존 시간/주파수 자원을 직

교 방식으로 나누어 사용하는 경우에 얻을 수 있는 자유도 1 보다 1.6 배 높은 것이다.

[110] UE1 의 입장에서 보면, 처음 네 번의 심볼 전송구간 동안 UE1 은 계속해서 모드를 변경하지만, UE2 는 모드를 변경하지 않고 동일한 채널을 유지한다.

5 따라서, 이 구간 동안의 모드 스위칭 패턴이 UE1 의 첫 번째 정렬 블록(AB)을 결정한다. 이와 같은 원리로 다음 네 개의 심볼구간이 UE1 의 두 번째 AB 가 되며, 총 세 개의 AB 가 구성된다.

[111] 반면 UE2 의 입장에서는 첫 번째, 다섯 번째, 아홉 번째, 열세 번째 심볼 전송 구간이 첫 번째 AB 가 된다. 동일한 원리로 총 세 개의 AB 가 UE2 의 AB 로  
10 구성된다. 송신기 및/또는 수신기는 이를 바탕으로 도 8 과 같은 형태로 단위 행렬을 프리코딩 행렬에 위치시킴으로써 송신 프리코딩 행렬을 설계할 수 있다.

[112] 단위행렬과 영행렬을 하나의 블록 열(block row)로 가정할 때, 전체 프리코딩 행렬에서 단위행렬이 위치하고 있는 블록 열은 전체 심볼확장 길이 가운데 각 단말의 AB 를 구성하는 심볼전송 구간에 해당된다. 또한 블록 행(block  
15 column)의 개수는 총 AB 의 개수를 의미한다. 본 발명의 실시예들에서는 각 단말마다 세 개의 AB 를 구성하는 것을 가정하므로, 프리코딩 행렬은 세 개의 블록 열로 구성됨을 알 수 있다.

[113] 송신기가 도 8 에 도시된 프리코더를 사용할 때, UE1 은 도 8 의 단위행렬에 표시된 모드로 데이터를 수신한다. 즉, UE1 은 수신하기를 원하는 네 개의 데이터 스트림을 포함하고 있는 4x1 심볼 벡터를 네 번의 서로 다른 모드로 수신하는 동안, UE2 는 동일한 모드로 수신함으로써 네 개의 데이터 스트림을 1 차원으로 정렬할 수 있다. 각 단말은 정렬된 간섭을 Zero-Forcing 기법으로 제거하거나, 간섭신호만 수신한 신호를 간섭신호와 선호 신호를 함께 수신한 신호로부터 제거함으로써 선호 신호를 검파할 수 있다.

25

[114] 1.3 BIA 이론 정리

[115] 상술한 바와 같이 BIA 기반의 송수신 방법은 수신기(예를 들어, 단말) 개수 K 및 모드 수 M 에 따라서, 요구되는 심볼 확장 길이와 각 사용자에게 전송되는 데이터 스트림의 개수가 결정된다.

30 [116] 단일 셀 내에 K 개 수신기의 MISO-BC 에서 각 단말이 단일 RF 체인(L=1)으로 M 개의 선택 가능한 모드 스위칭을 수행한다고 가정할 때, 필요한 심볼 확장

길이(1)와 전송하는 데이터 스트림 개수 및 자유도(DoF)는 다음 수학적식 4 및 5 와 같이 나타난다.

[117] 【수학적식 4】

$$I = (M-1)^K + K(M-1)^{K-1}$$

5 [118] 【수학적식 5】

$$DoF = \frac{KM(M-1)^{K-1}}{(M-1)^K + K(M-1)^{K-1}} = \frac{MK}{M+K-1}$$

[119] 기지국에서 K 명의 단말들에게 데이터를 전송할 때, 각 단말은 총 M 개의 선호 데이터 스트림을 수신하고, M(K-1) 개의 간섭 신호를 수신한다고 가정한다. 이 경우, 각 단말은 M 개의 선호 신호를 디코딩 하기 위해서 M 차원을 사용하고, 10 M(K-1) 개의 간섭 신호들을 K-1 차원으로 정렬함으로써 제거할 수 있다.

[120] 결과적으로 각 단말은 다른 단말로 전송되는 하나의  $M \times 1$  간섭 심볼벡터를 하나의 차원으로 정렬한다. 이를 위해서, 각 단말은 선호 신호를 수신할 때는 모드 스위칭을 통해 각 데이터 스트림이 서로 다른 채널을 겪도록 하고, 간섭 신호들은 동일한 채널을 겪도록 하는 것이다. 상술한 바와 같이 특정 단말이 모드를 15 변경 할 때, 다른 모든 단말의 모드는 일정하게 유지되는 것이 바람직하다.

[121] 예를 들어, 수학적식 4 및 5 를 이용하여 심볼확장 길이를 계산하면 다음과 같다. 모드 4 인 네 개의 단말(K=4, M=4)에 데이터를 전송하려면, 심볼 확장 길이(1)은 189 가 보장되어야 한다.

[122] 그러나, 네 개의 단말이 모두 심볼 확장 길이 시간 동안 채널이 일정하기 20 는 현실적으로 어렵다. 실제 무선통신시스템에서 BIA 방식을 사용하기 위해서는 각 수신기마다 일정한 채널 환경이 보장되는 상관 시간(coherence time)이 다르기 때문에, 각 수신기의 채널 환경을 고려하여 적응적으로 BIA 기법을 구현할 수 있어야 한다. 또한, 기존에 정의되는 BIA 방식은 수신기가 단일 RF-체인만을 가지고 있고, 기지국과 모든 단말들의 안테나 수가 동일해야만 적용할 수 있기 25 때문에 제한적인 환경에서만 적용할 수 있다.

## [123] 2. 적응적 BIA

[124] 현재 LTE/LTE-A 시스템에서 사용하고 있는 다중 사용자 MIMO (Multi-User Multiple Input Multiple Output) 기법은 초고속 통신을 위한 최신

MIMO 기술 가운데 하나이다. MU-MIMO 기술은 단말과 기지국간의 채널 정보를 효과적으로 이용함으로써 전송률을 획기적으로 증대시킬 수 있는 방법이다.

**[125]** 그러나 디지털 피드백을 사용하는 현재의 셀룰러 시스템에서 근사적으로라도 이상적인 전송률 성능을 얻기 위해서는 단말 당  $\alpha \log_2(SNR)$  만큼의 피드백 비트 수가 필요하다. 또한, 현재와 같이 사용 가능한 피드백 자원이 제한되어 있는 시스템에서는 일정 수준의 SNR 이상에서는 전송률이 거의 증가하지 않는다.

**[126]** 송신기가 수신기들로부터 채널 정보를 제공받지 않음에도 불구하고, 단일 셀 내부의 사용자 간의 간섭을 효율적으로 제어하는 기법인 BIA 방식은 기존의 시간 또는 주파수 자원을 직교하게 나누어 쓰는 방식보다 높은 자유도(DoF)를 얻을 수 있다. 또한, BIA 방식은 특정 셀 내에서 사용자가 무한하게 증가하는 경우에도 채널 정보를 완벽하게 알고 있는 경우와 유사한 자유도를 얻을 수 있는 방식이다.

**[127]** 그러나, 상술한 BIA 방식은 사용자(예를 들어, 단말)의 개수, 각 사용자의 안테나 개수가 증가함에 따라서 필요한 심볼 확장 길이(Symbol Extension Length)가 지나치게 길어지기 때문에 실제 무선 시스템에 적용하기 힘들다. 또한, 상술한 BIA 방식을 사용하려면, 기지국과 모든 단말의 안테나 수가 동일해야 하고, 항상 DoF 를 최대화 하는 방향으로 데이터를 전송하기 때문에 각 단말의 채널 환경과 각 단말이 요구하는 QoS(Quality of Service)에 따른 적응적 데이터 전송이 어렵다.

**[128]** 따라서, 이하에서 설명하는 본 발명의 실시예들은 다음 세 가지 적응적 BIA 방식에 관한 것이다.

**[129]** (1) 단말의 스위칭 가능한 모드 수가 같거나 서로 다른 경우에, 스위칭 가능한 모드 수를 일반화 함으로써 적응적 BIA 방식으로 최대 DoF 를 획득할 수 있는 송수신 방식에 관한 것이다. 이를 통해서 수신기들의 안테나 개수가 다른 경우에도 적응적 BIA 기반의 송수신 방법을 제공할 수 있다. 따라서, 이동통신 단말간의 통신뿐만 아니라, 기기간 통신 등 다양한 무선통신의 송수신 기법에도 적용될 수 있다.

**[130]** (2) 셀 내 단말의 개수와 각 단말의 안테나 개수에 따라서 각 단말들이 수신하는 심볼의 수가 다를 수 있다. 단말들에게 전송되는 심볼 벡터의 수를 일반화 함으로써 최소한의 심볼확장만 필요로 하는 적응적 BIA 기반의 송수신 방식

을 제공한다. 즉, 단말들의 채널 환경과 요구하는 데이터 양을 고려함으로써, 단말 및/또는 기지국은 적응적으로 무선 신호를 송수신할 수 있다.

- [131] (3) 단말의 스위칭 가능한 모드 수가 일반화되고 각 사용자들에게 전송하는 심볼 벡터 수도 일반화되는 경우에, 최소한의 심볼확장만 필요로 하는 적응적 BIA 기반의 송수신 기법을 제공한다. 이를 통해서 단말들이 갖고 있는 안테나 구성이 다르고, 각 단말들이 보장하는 채널 상판 시간이 서로 다르더라도 최소한의 심볼확장만을 통해서 적응적 BIA 기법을 활용할 수 있다.

### [132] 3. 일반화된 수신 안테나 구성에 대한 적응적 BIA 방식

- [133] 이하에서 설명하는 본 발명의 실시예는 각 수신기마다 사용 가능한 모드 수가 서로 다른 경우에 적응적 BIA 방식을 구현하기 위한 방법에 관한 것이다.
- [134] 적응적 BIA 방식에서도 도 1 및 도 2 에 도시된 시스템 모델과 같이  $k$  번째 단말은  $L_k$  개의 RF 체인,  $M_k$  개의 수신 안테나를 가지고 있음을 가정한다. 이 경우, 각 단말이 스위칭 하는 모드 수는  $m_k = \left\lceil \frac{M_k}{L_k} \right\rceil$  이고, 실질적으로 송수신기 간에 구성되는 채널은  $L_k \times M_k$  이다. 단, 송신기의 안테나 수  $M_T$  는  $M_T \geq \max_k \{M_k\}$  를 만족하는 것을 가정한다.

### [135] 3.1 수신 모드 스위칭 패턴 설계

- [136] 먼저, 도 7 에 도시된 수신 모드 스위칭 패턴 및 송신 심볼 패턴을 참조한다. 도 7 을 참조하면, UE1 을 위한 AB 에는 UE1 을 위한 심볼 벡터 ( $\mathbf{u}^{[1]}$ )가 반복적으로 전송 되지만 UE2 를 위한 심볼 벡터는 전송되지 않는 구간이 있는데, 모든 AB 들은 이와 같은 구조를 갖는다. 즉, 각 AB 에서 송신되는 심볼벡터가 다른 심볼과 중첩되지 않고 전송되는 구간이 있다. 이렇게 홀로 전송되는 신호는 타겟 단말이 아닌 다른 단말들에 대한 간섭 신호로써, 선호 신호와 간섭 신호를 구분하는데 사용된다.

[137] 예를 들어,  $k$  번째 수신기는  $M_k \times 1$  심볼 벡터를  $M_k$  번 반복하여 수신해야 한다. 그런데,  $k$  번째 수신기가 이미  $M_k - 1$  개의 모드로 반복적으로 데이터를 수신하였다면, 수신기는 추가적으로 사용하지 않은 나머지 한 개의 모드로만 심볼 벡터를 수신하면 된다. 다만, 앞서 설명하였듯이 모든 AB 내에서 적어도 한 번은

간섭 신호(또는, 간섭 심볼)와 선호 신호(또는, 선호 심볼)가 서로 중첩되지 않고 수신되어야 한다.

[138] 이러한 원리를 바탕으로 모든 단말들에 대한 모드 스위칭 패턴을 고려했을 때, 전체 심볼전송 구간 동안 다른 심볼과 중첩되지 않고 하나의 심볼만 전송되어야만 하는 심볼 전송구간을 제 2 블록(Block 2)이라고 정의하고, AB 들을 최대한 겹치도록 설계하는 나머지 부분을 제 1 블록(Block 1)이라고 정의한다.

[139] 만약, 특정 단말이 마지막 모드를 사용해서 심볼을 수신하는 구간을 제 2 블록이라 하면, 제 2 블록은 제 1 블록을 결정함으로써 자동적으로 결정된다. 따라서 모드 스위칭 패턴과 송신 심볼 패턴을 설계할 때, 제 1 블록을 적합하게 설계하는 것이 매우 중요한 문제이다

### [140] 3.2 제 1 블록 설계 방법

[141] 제 1 블록을 설계하는 방법은 다음 규칙을 따른다.

[142] (1) 타겟 단말이 원하는 신호를 받기 위해서 매 심볼 전송 구간마다 모드 스위칭을 통하여 데이터를 수신할 때, 다른 수신기들은 일정하게 모드를 유지한다.

[143] (2) 심볼 확장 길이를 최대한 줄이기 위해서 각 수신기들을 위한 AB 는 최대한 겹치도록 설계한다. 예를 들어, 도 7 에서 첫 번째 심볼전송 구간은 UE1 을 위한 AB 에도 포함되지만, UE2 를 위한 AB 에도 포함되는 것을 알 수 있다.

[144] (3) 특정 단말에게 다수의 심볼 벡터를 전송하기 위해서 여러 개의 AB 를 생성할 때, 동일한 단말을 위한 AB 는 서로 겹치지 않도록 설계한다. 이는 한 단말을 위한 N 개의 AB 는 N 개의 서로 다른  $M_k \times 1$  심볼 벡터를 전송하기 위한 것이기 때문이다. 하나의 AB 으로  $M_k \times 1$  심볼 벡터 한 개만 송수신이 가능하다.

[145] 이러한 규칙을 바탕으로 모드가  $m_1, m_2$  인 두 단말의 제 1 블록(Block 1)에 해당되는 모드 스위칭 패턴을 설계하면 도 9 와 같다.

[146] 도 9 는 본 발명의 실시예로서 제 1 블록을 구성하는 방법 중 하나를 나타내는 도면이다.

[147] 도 9 를 참조하면, 첫 번째 단말(UE1)은 모든 심볼 전송 구간마다 모드 스위칭을 하기 때문에 스위칭 패턴은  $m_1-1$ 을 주기로 반복된다. 이때, 두 번째 단말(UE2)은 UE1 의 모드 스위칭 패턴의 한 주기마다 모드를 변경한다. 제 1 블록

에서 UE2 가 사용하는 모드 수는  $m_2-1$ 이므로, 도 9 에 도시된 바와 같이 제 1 블록의 길이는  $(m_1-1)(m_2-1)$ 이 된다.

[148] 따라서 총 K 개의 단말들 가운데 k 번째 단말의 모드 스위칭 패턴(즉, 정렬 블록)을 도 10 과 같이 구성할 수 있다.

5 [149] 도 10 은 본 발명의 실시예로서 정렬 블록의 일례이고, 도 11 은 그에 따른 제 1 블록의 구조를 나타내는 도면이다.

[150] 도 10 을 참조하면, k 번째 단말은 정렬 블록 구간  $(m_1-1)(m_2-1)\dots(m_{k-1}-1)$  동안 일정한 모드를 유지해야 한다. 결과적으로 각 단말이  $m_1$  모드를 가질 때, k 개의 단말에 대한 제 1 블록의 구조는 도 11 과 같다. 이때, 제 1 블록의 길이는  
10 다음 수학적식 6 과 같이 나타낼 수 있다.

[151] 【수학적식 6】

$$l_{block1} = \prod_{k=1}^K (m_k - 1)$$

[152] 수학적식 6 에서  $l_{block1}$  은 제 1 블록의 길이를 나타내고, K 는 셀 내 단말의 총 개수이며,  $m_k$  는 k 번째 단말의 모드 개수이다.

15

[153] 3.3 제 2 블록 설계 방법

[154] AB 에 대한 제 1 블록이 결정되면 제 2 블록은 쉽게 결정될 수 있다. 제 1 블록에서  $m_k-1$  모드를 사용하여 AB 의 일부를 설계 하였으므로, 제 2 블록은 각 AB 의 마지막 모드(마지막 심볼) 역할을 한다. 따라서 결정한 제 1 블록 뒤에 각  
20 단말마다 마지막 모드를 AB 의 개수(심볼벡터의 개수)만큼 추가하면 된다.

[155] 이때, 제 2 블록에서 전송되는 심볼 벡터들은 타겟 단말이 신호를 검파 할 때에도 필요하지만, 다른 단말이 간섭 신호들을 제거하기 위해서도 사용된다. 따라서, 제 2 블록에서 송신되는 심볼 벡터는 다른 데이터 심볼들과 섞이지 않고 전송되는 것이 바람직하다.

25 [156] 제 1 블록과 제 2 블록을 이용하여 최종적으로 필요한 심볼 확장 길이와 전송할 데이터 스트림의 개수 및 달성하고자 하는 DoF 는 다음과 같이 정해질 수 있다.

[157] 제 1 블록에서 수신기 k 는 요구되는 심볼 벡터를  $m_k-1$  번 수신한다. 따라서 수신기 k 는 제 1 블록에서 수신한 심볼 벡터들을 제 2 블록에서 한번씩 더 수

신한다. 제 1 블록에서 수신한 수신기  $k$  가 간섭제거를 위해 필요한 심볼 벡터의 개수는 다음 수학적 식 7 과 같이 나타낼 수 있다.

**[158] 【수학적 식 7】**

$$\# \text{ of symbols} = \frac{N_{\text{block1}}}{m_k - 1}$$

5 **[159]** 수학적 식 7 에서  $N_{\text{block1}}$  는 제 1 블록의 개수를 나타낸다.

**[160]** 따라서 모든 수신기가 한 번씩 더 수신해야 할 심볼 벡터의 수 (즉, 제 2 블록의 길이 ( $l_{\text{block2}}$ )) 는 다음 수학적 식 8 과 같이 표현할 수 있고, 제 1 블록과 제 2 블록의 길이를 고려해서 요구되는 전체 심볼 확장 길이 ( $l_{\text{symext}}$ ) 를 다음 수학적 식 9 와 같이 나타낼 수 있다.

10 **[161] 【수학적 식 8】**

$$l_{\text{block2}} = \sum_{i=1}^K \frac{N_{\text{block1}}}{m_i - 1} = \sum_{i=1}^K \frac{\prod_{k=1}^K (m_k - 1)}{m_i - 1} = \left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \sum_{i=1}^K \frac{1}{m_i - 1}$$

**[162] 【수학적 식 9】**

$$l_{\text{symext}} = l_{\text{block1}} + l_{\text{block2}} = \prod_{k=1}^K (m_k - 1) + \left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \sum_{i=1}^K \frac{1}{m_i - 1} = \left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \left\{ 1 + \sum_{i=1}^K \frac{1}{m_i - 1} \right\}$$

15 **[163]** 수학적 식 8 및 9 에서  $m_k$  는  $k$  번째 단말의 모드 수를 나타내고,  $m_i$  는  $i$  번째 단말의 모드 수를 나타낸다.

**[164]** 이때, 전체 송신되는 총 데이터 스트림의 개수는 각 수신기가 수신하는 심볼 벡터의 개수인 수학적 식 7 과 각 심볼 벡터의 크기  $M_k \times 1$  를 곱함으로써 다음 수학적 식 10 과 같이 구할 수 있다.

**[165] 【수학적 식 10】**

20 
$$l_{\text{sym}} = \sum_{i=1}^K \left\{ \left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \frac{M_i}{m_i - 1} \right\} = \left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \sum_{i=1}^K \frac{M_i}{m_i - 1}$$

**[166]** 또한, 최종적으로 달성하고자 하는 자유도는 수학적 식 9 및 10 을 이용하여 계산되며, 다음 수학적 식 11 과 같이 산출된다.

**[167] 【수학적 식 11】**

$$DoF = \frac{N_{\text{sym}}}{N_{\text{symext}}} = \frac{\left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \sum_{i=1}^K \frac{M_i}{m_i - 1}}{\left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \left\{ 1 + \sum_{i=1}^K \frac{1}{m_i - 1} \right\}} = \frac{\sum_{i=1}^K \frac{M_i}{m_i - 1}}{1 + \sum_{i=1}^K \frac{1}{m_i - 1}}$$

25

**[168] 3.4 송신 심볼 패턴 설계**

[169] 이하에서는 심볼에 대한 송신 패턴을 설계하는 방법 즉, 송신 프리코딩 행렬을 설계하는 방법에 대해서 설명한다.

[170] 송신 심볼 패턴은 2.1 절에서 설명한 수신 모드 스위칭 패턴 설계에 따라서 결정된다. 즉, 2.1 절에서 설명한 모드 스위칭 패턴을 기반으로 AB 를 설계하

5 고 송신 프리코더를 결정한다.

[171] 도 12 는 본 발명의 실시예로서 결합 AB 를 구성하는 방법을 나타내는 도면이다.

[172] 도 12 를 참조하면,  $k+1$  번째 단말의 모드 스위칭 패턴과 세 개의 화살표로 묶여있는 결합 AB(DAB: Deficient Alignment Block)를 확인할 수 있다.

10 DAB 는 도 11 에서 설명한 제 1 블록으로부터 구성된다. 이때, DAB 는 도 11 에서 설명한 AB 에서 마지막 모드를 사용한 심볼 전송 부분만 제외된 것이다.  $k+1$  번째 단말의 DAB 의 개수는  $(m_1-1)(m_2-1)\dots(m_k-1)$ 이고, 각 DAB 를 구성하고 있는 심볼들의 위치는 다음 수학적 식 12 와 같이 산출될 수 있다.

[173] 【수학적 식 12】

$$15 \quad j, j + \prod_{i=1}^k (m_i - 1), j + 2 \times \prod_{i=1}^k (m_i - 1), \dots, j + (m_{k+1} - 2) \times \prod_{i=1}^k (m_i - 1)$$

[174] DAB 는 제 2 블록의 마지막 모드를 이용한 단일 심볼 전송 구간과 결합되어 AB 로 구성된다. 송신 프리코딩 행렬을 구성할 때, 각 AB 는 프리코딩 행렬에서 하나의 블록 열(block column)에 해당된다. AB 의 심볼 전송 구간에 해당되는 블록 행(block row)의 위치에 I 행렬을 사용한다.

20 [175] 예를 들어, 제 1 블록을 설계한 이후 제 2 블록을 제 1 블록의 뒤쪽에 추가하는 것을 가정하면, 전체 심볼 확장 길이를 나타내는 수학적 식 10 에 따라서 송신 프리코딩 행렬의 블록 행의 개수가 정해진다. 이때, 전체 심볼 확장 길이 가운데 제 2 블록에 해당하는 위치 및 수학적 식 12 의 값에 따라서 해당되는 블록 행의 위치에 I 행렬을 할당한다. AB 를 구성하는 각 단위블록의 위치는 시간에 따라 다르게 배치될 수 있다. 단, 수신 모드 스위칭 패턴이 다르게 설계되면, 송신 심볼

25 패턴도 그에 상응하도록 설계하는 것이 바람직하다.

[176] 3.5 2 단말 BC 케이스

[177] 도 13 은 본 발명의 실시예로서 수신기에 대한 모드 스위칭 패턴의 일례를 나타내는 도면이고, 도 14 는 모드 스위칭 패턴을 제 1 블록과 제 2 블록으로 구분한 모습을 나타내는 도면이다.

[178] 도 13 에서는 첫 번째 수신기(UE1)의 안테나 개수가 3 개이고, 두 번째 수신기(UE2)의 안테나 개수가 2 개이며, 두 수신기 모두 단일 RF 체인을 갖는 2 사용자 MISO-BC 환경을 가정한다. 도 13 은 모드 스위칭 패턴에 따른 각 단말별 AB 구성을 나타낸다.

[179] 도 13 을 참조하면, 세 개의 모드를 이용해서 데이터를 수신하는 UE1 에게 3×1 심볼벡터 한 개를 전송하기 때문에 총 5 번의 심볼확장 구간 동안, 송신기는 AB 하나를 생성한다. UE2 에게 두 개의 2×1 심볼벡터를 전송하기 위해서, 송신기는 두 개의 AB 를 생성한다. 각 AB 를 통하여 하나의 2×1 심볼 벡터를 전송한다. 결과적으로 UE1 은 데이터 스트림 3 개, UE2 는 4 개의 데이터 스트림을 수신한다.

[180] 이때, UE1 에 데이터(즉, 심볼벡터)를 더 많이 송신하기 위해서는 심볼벡터의 개수에 따라 전체 심볼 확장 길이를 늘려서, 심볼벡터의 개수에 해당하는 AB 를 생성해야 한다.

[181] 송신 심볼 패턴은 수신 모드 스위칭 패턴과 AB 에 의해서 결정된다. 송신기는 각각의 AB 내에서 각각의 수신기를 위한 3×1 또는 2×1 심볼벡터를 반복적으로 전송한다. 또한, 송신기(또는, 기지국)는 두 개의 AB 에서 모두 UE2 를 위한 데이터를 전송하지만, 각각의 AB 는 심볼 전송구간에서 겹치지 않게 설계되고, 서로 다른 AB 에서 다른 심볼벡터를 전송한다.

[182] 도 14 를 참조하면, 제 1 단말(UE1)은 3 개의 안테나를 가지고 있으므로 UE1 에 대한 AB 는 세 개의 심볼을 포함하고, 제 2 단말(UE2)은 2 개의 안테나를 가지고 있으므로 UE2 에 대한 AB 는 두 개의 심볼을 포함한다. 이때, UE1 및 UE2 에 대한 AB 각각은 간섭 신호가 포함되지 않은 심볼 패턴을 하나씩 포함하고 있는 것을 확인할 수 있다. 도 15 는 본 발명의 실시예로서 도 13 및 도 14 에서 설명한 스위칭 패턴에 따른 송신 프리코딩 행렬의 일례를 나타내는 도면이다.

[183] 다음 수학적 식 13 은 송신 메시지 심볼을 나타낸다.

[184] 【수학적 식 13】

$$X = \begin{bmatrix} I_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ I_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ I_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11}^{[1]} \\ u_{12}^{[1]} \\ u_{13}^{[1]} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} I_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & I_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ I_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & I_{3 \times 3} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{11}^{[2]} \\ u_{12}^{[2]} \\ 0 \\ u_{21}^{[2]} \\ u_{22}^{[2]} \\ 0 \end{bmatrix}$$

**[185]** 수학식 13 에서  $u_{ij}^{[k]}$ 은 수신기 k를 위한 i 번째 심볼 벡터의 j 번째 데이터 스트림을 의미한다. 이때, i 번째 심볼 벡터는 i 번째 AB 을 통해서 송신되는 심볼 벡터다.

- 5 **[186]** 도 13 내지 도 15 를 참조하면, 송신기 및/또는 수신기는 총 5 번의 심볼 확장을 통해서 5 개의 공간자원을 이용한다. 이때, UE1 은 2 차원 신호 공간(rank 2)으로 4 개의 간섭 데이터 스트림을 정렬했고 나머지 3 차원 신호 공간(rank 3)으로 원하는 데이터 스트림 3 개를 수신한다. 이때, UE1 이 적응적 BIA 방식을 이용하여 간섭 신호를 조정할 수 있다.
- 10 **[187]** 도 16 은 적응적 BIA 방식을 이용하여 간섭 신호를 조정하는 방법을 나타내는 도면이다.

**[188]** UE2 는 1 차원 신호 공간(rank 1)으로 간섭 데이터 스트림 3 개를 정렬하였고, 나머지 4 차원 신호 공간(rank 4)을 이용해서 자신이 원하는 데이터들을 검파한다. 이때, 도 13 내지 도 16 에서, 송신기는 UE1 을 위한 AB 를 하나만 생성하였기 때문에  $3 \times 1$  크기의 심볼 벡터를 하나만 전송하였다. 또한, UE2 는 하나의 간섭 심볼 벡터만 수신하였기 때문에 1 차원 신호 공간으로 간섭 신호를 정렬할 수 있다.

15

**[189]** 이와 같이, 송신기는 k 번째 단말을 위해서 정렬 블록 하나 당  $M_k \times 1$  심볼 벡터 하나를 반복적으로 전송하고, k 번째 단말은 반복적으로 전송되는 데이터를 모드 스위칭 동작을 통해서 선호 신호를  $M_k$  차원의 신호 공간으로 수신한다.

20

**[190]** 반면에, k 번째 단말은 벡터의 크기와 관계없이 하나의 간섭심볼 벡터를 1 차원 신호 공간으로 정렬한다. 따라서 다른 단말들을 위해 설계된 AB 개수(다른 단말에 전송하는 심볼벡터 개수)만큼 간섭 신호를 정렬하기 위한 신호공간(Rank)이 필요하다.

## [191] 3.6 2 단말 케이스의 일반화

[192] 이하에서는, 두 단말의 RF 체인의 개수 및 수신 안테나의 개수  $M_1, M_2$  를 일반화하는 경우에 대해서 설명한다. 즉, UE1, UE2 의 스위칭 가능한 모드의 개수가  $m_1 = \left\lceil \frac{M_1}{L_1} \right\rceil, m_2 = \left\lceil \frac{M_2}{L_2} \right\rceil, m_1 < m_2$  인 2 단말 BC 케이스를 고려한다.

- 5 [193] 스위칭 가능한 모드 개수가 큰 UE2 가 계속적으로 모드 스위칭 동작을 한다고 가정한다. 송신기는 UE2 에게 동일한 벡터 심볼을  $m_2$  번 반복해서 송신하는 동안, UE1 을 위한 심볼 벡터  $m_2 - 1$  개를 함께 전송할 수 있다(즉, 제 1 블록). 또한, 송신기는 UE1 에게 심볼 벡터를 총  $m_1$  번 반복하여 전송한다. 이때, 각각의 심볼 벡터는 적어도 한 번씩은 다른 데이터와 섞이지 않고 전송되어야 한다
- 10 (즉, 제 2 블록).

[194] 도 17 은 본 발명의 실시예로서 모드 스위칭 패턴의 제 1 블록과 제 2 블록에 해당하는 구간과 최소 심볼확장길이를 나타내는 도면이고, 도 18 은 송신 심볼 패턴의 제 1 블록과 제 2 블록에 해당하는 구간과 필요한 심볼확장 길이를 나타내는 도면이다. 이때, 도 17 및 도 18 에서 요구되는 심볼 전송 길이는 다음 수

15 학식 14 와 같다.

## [195] 【수학식 14】

$$(m_1 - 1)(m_2 - 1) + (m_1 - 1) + (m_2 - 1) = m_1 m_2 - 1$$

[196] 또한, 전송되는 데이터 스트림의 총 개수와 본 발명에서 제안하는 적응적 BIA 방식을 통하여 획득할 수 있는 자유도는 도 15 와 같이 계산될 수 있다.

## 20 [197] 【수학식 15】

$$DoF = \frac{m_1(m_2 - 1) + m_2(m_1 - 1)}{m_1 m_2 - 1}$$

## [198] 4. 전송 심볼 벡터의 일반화된 개수에 대한 적응적 BIA 방식

- [199] 이하에서 설명하는 본 발명의 실시예들은 모든 수신기(또는, 단말)의 선택 가능한 모드의 개수가 동일함을 가정하고( $M_1 = M_2 = \dots = M_K = M$ ,  $L_1 = L_2 = \dots = L_K = L$ ), 각 수신기에 전송되는 심볼 벡터의  $d_1, d_2, \dots, d_K$  개수에 따라서 최소한의 심볼 확장만을 수행하기 위한 적응적 BIA 방식에 관한 것이다.
- 25

## [200] 4.1 수신 모드 스위칭 패턴 및 송신 심볼 패턴 설계

[201] 전송 심볼 벡터를 일반화하기 위해, 다음과 같은 방식에 따라 수신모드 스위칭 패턴 및 송신 심볼 패턴을 설계한다.

[202] (1) 하나의 수신기가 모드 스위칭을 통하여 선호 심볼 벡터를 수신할 때, 다른 수신기들은 일정한 모드를 유지한다.

5 [203] (2)  $M$  개의 모드, 선호 심볼 벡터가  $d_k$  개인 수신기는 각 심볼 벡터를  $M$  번 반복해서 수신해야 한다. 이때, 수신기는 같은 심볼 벡터는 동일한 모드로 수신하지 않는다.

[204] (3) 송신기는 심볼 벡터를 전송할 때, 모든 심볼 벡터가 적어도 한번 이상은 다른 심볼과 같이 전송되지 않도록  $AB$  를 설정한다. 이는 간섭 신호의 제거 및 선호 신호를 디코딩하기 위함이다(즉, 제 2 블록).

[205] (4) 송신기는 최대한 송신 심볼들을 중첩해서 전송함으로써 필요로 하는 심볼 확장 길이는 최소화 하고 전송하는 심볼의 개수는 최대화한다 (즉, 제 1 블록).

[206] 전송 심볼 벡터를 일반화 하기 위해, 총  $K$  개의 수신기에 전송되는 데이터를 15 를 심볼 벡터의 크기에 따라서 정렬하여,  $d_1 \geq d_2 \geq K \geq d_K$  인  $UE_1, UE_2, \dots, UE_K$  를 가정한다. 먼저,  $d_1 \geq d_2$  인 두 개의 수신기가 있는 단순한 경우에 대해서 심볼 벡터의 개수에 따라 필요한 최소 심볼 확장 길이를 구하고, 세 개 이상의 단말이 있는 경우에 대해서 확장 및 일반화 한다.

[207] 도 19 는 본 발명의 실시예로서 두 단말에 전송하는 심볼 벡터의 개수에 20 따라서 설정된 제 1 블록의 구조를 나타내는 도면이다.

[208]  $UE_1$  은 모든 심볼 전송 구간 동안 모드 스위칭 동작을 한다고 가정한다. 이때,  $UE_1$  은 전송 구간  $T=1$  에서  $T=M-1$  까지 첫 번째 심볼 벡터  $u_1^M$  을 수신하고,  $T=M$  부터  $T=2M-2$  까지 두 번째 심볼 벡터  $u_2^M$  을 수신한다. 또한,  $UE_1$  에게 전송되는  $d_1$  개의 심볼 벡터를 동일한 방식으로 수신한다.

25 [209] 즉,  $UE_1$  의 모드 스위칭은 주기  $M-1$  로 같은 패턴이 반복된다.  $AB$  를 설계하기 위해서는  $UE_1$  의 모드가 변할 때  $UE_2$  는 모드를 유지해야 한다. 따라서,  $UE_2$  의 모드 스위칭은  $(M-1)^2$  을 주기로 같은 패턴이 반복된다. 이러한 사실을 바탕으로  $d_1$  값에 따라서 제 1 블록은 도 20 과 같은 규칙성을 갖는다.

[210] 도 20 은 본 발명의 실시예로서 두 단말에 대해 구성된 제 1 블록의 일례를 30 나타내는 도면이다.

[211] 도 20 을 참조하면, 송신될 심볼 벡터  $d_1=1$  인 경우에 UE1 은 제 1 블록에서  $u_1^{[1]}$  벡터만  $M-1$  회 서로 다른 모드로 수신한다. UE1 이 모든 심볼 구간마다 모드를 변경하기 때문에 UE2 는 동일한 모드를  $1 \leq T \leq M-1$  심볼 전송구간 동안 유지해야 한다. 따라서 이 구간에서 송신기는 UE2 를 위한 심볼 벡터  $u_1^{[2]}$  를 한번만  
5 중첩해서 송신할 수 있으며, 심볼 벡터  $u_1^{[1]}$  의 전송이 끝나는 시점부터 나머지  $M-2$  번을 전송한다.

[212] 송신될 심볼 벡터  $d_1=2$  인 경우,  $u_1^{[1]}$  과  $u_2^{[1]}$  는 UE1 에게 송신하는 서로 다른 심볼 벡터이다. 따라서, 두 심볼은 겹치지 않게 설계된 서로 다른 AB 를 통해서 송신되어야 한다. 즉, UE1 이 심볼벡터  $u_1^{[1]}$  과  $u_2^{[1]}$  를 수신하기 위하여 서로 다른  
10 AB 를 생성하기 위해서는 각각의 심볼에 대해서 UE2 가 사용하는 모드가 달라야 한다 (도 21 참고). 이하 설명할 도 21 을 참조하면, 송신기가  $u_1^{[1]}$  과  $u_2^{[1]}$  를 전송하는 동안, UE2 를 위한 심볼 벡터  $u_1^{[2]}$  가 두 번 중첩하여 전송됨을 확인할 수 있다.

[213] 이러한 규칙성을 통해서  $d_1=M-1, d_1 \geq d_2$  일 때, 송신기가 UE1 을 위한 심볼  
15 벡터를 전송하는 동안, UE2 를 위해 전송하는 심볼벡터를  $M-1$  번 중첩해서 전송할 수 있음을 알 수 있다. 즉,  $d_1=M-1, d_1 \geq d_2$  경우, UE2 를 위해 전송하는 신호를 모두 겹쳐서 전송할 수 있다. 만약,  $d_1=M$  이면, 도 19 에서 볼 수 있듯이 UE2 의 모드 스위칭 주기  $(M-1)^2$  가 끝나고 다시 같은 패턴으로 시작됨을 확인할 수 있다. 또한,  $d_1=M-1$  까지 전송하는 전송 구간에서, 송신기는 UE2 의 심볼벡  
20 터  $u_1^{[2]}, \dots, u_{M-1}^{[2]}$  을 중첩해서 전송 할 수 있다. 따라서 앞서 설명한  $d_1 \geq d_2$  일 때, 송신기는  $1 \leq T \leq (M-1)^2$  구간에서  $d_1$  의 값에 따라서 UE2 에게 송신할 심볼 벡터들을 최대한 겹쳐서 보낼 수 횟수가  $(M-1)^2+1 \leq T \leq 2(M-1)^2$  구간에서도 동일하게 적용된다.

[214] 도 21 은 본 발명의 실시예로서 전송 심볼 벡터를 일반화하기 위해 생성한 확장 심볼 길이를 나타내는 도면이다.

[215] 도 21 은  $M-1=3$  이고  $d_1=5, d_2=4, (d_1 \geq d_2)$  인 경우에 생성되는 확장 심볼 길이를 가정한다. 심볼전송 구간  $10 \leq T \leq 15$  은 UE1 에게 전송하는 심볼벡터 가운데, 네 번째와 다섯 번째 심볼벡터를 전송하는 구간이다. 도 21 에서  $d_1=M-1, d_2 \leq 3$  인 경우에 UE2 에게 전송하는 심볼은 모두 겹쳐서 전송할 수 있음을 확인할 수  
25 있다.

[216] 만약,  $d_1 = 4$  이면, UE2 에게 전송하고자 하는 심볼벡터  $u_4^{[2]}$ 를 한 번 중첩해서 전송할 수 있다. 도 21 에서는  $d_1 = 5, (d_1 > M-1)$ 인 경우에, 기지국이 UE1 을 위한 심볼벡터를 전송할 때,  $u_4^{[2]}$ 를 두 번 반복하여 전송할 수 있다.

[217]  $(M-1)^2$  주기마다 UE2 는 동일한 모드 스위칭 패턴을 보인다. 동일한 패턴으로 반복되는 구간에서, 송신기는 UE1 에게 심볼벡터를 전송 하면서 이전 심볼 전송 구간에서 겹쳐서 전송하지 못한 UE2 에게 전송해야 되는 심볼벡터들을  $(d_1, \text{mod}(M-1))$  번 중첩시켜 전송 할 수 있다. 송신기 및/또는 단말은  $(M-1)^2$  길이의 심볼전송 구간만 고려하면 되기 때문에, UE2 의 선호 심볼 벡터들 가운데 해당 전송 구간에 포함되는  $(d_2, \text{mod}(M-1))$ 개만 UE1 을 전송하는 시간에 중첩되지 못한다. 각 심볼 벡터는 제 1 블록에서  $M-1$ 번 반복해서 전송되어야 한다. 따라서, 이미 포함된 심볼 벡터의 개수를 제외하면, 각 심볼 벡터들이 추가적으로 전송되어야 할 횟수는 다음 수학식 16 과 같이 나타낼 수 있다.

[218] 【수학식 16】

$$d_1 \neq n(M-1), \begin{cases} \text{if } n(M-1)+1 \leq d_1, d_2 \leq (n+1)(M-1) \rightarrow M-1-(d_1, \text{mod}(M-1)) \\ \text{otherwise} \rightarrow 0 \end{cases}$$

$$d_1 = n(M-1) \rightarrow 0$$

, where  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$

[219] 수학식 16 을 기반으로, 2 단말 BC 시스템의 경우에 UE2 에 대한 제 1 블록 길이에 대해서 다음 수학식 17 및 18 과 같이 정리할 수 있다.

[220] 【수학식 17】

$$l_{Block1}^{[2]} = (M-1)d_1, \text{ if } d_1 = n(M-1), n = 0, 1, 2, 3, \dots$$

[221] 【수학식 18】

$$l_{Block1}^{[2]} = (M-1)d_1 + [M-1-(d_1, \text{mod}(M-1))](d_2, \text{mod}(M-1))$$

, if  $d_1 \neq n(M-1), n(M-1)+1 \leq d_1, d_2 \leq (n+1)(M-1), n = 0, 1, 2, 3, \dots$

[222] 수학식 17 및 18 에서  $l_{Block1}^{[2]}$  는 제 1 블록의 길이를 의미한다.

[223] 이하에서는 3 단말 BC 시스템에 대해서 설명한다.

[224] 심볼벡터의 개수에 따라서 요구되는 심볼확장 길이에 대한 규칙성을 찾기 위해서  $M-1=3$ 인 경우를 고려한다. 제 1 블록은 도 22 와 같은 구조를 갖는다.

도 22 는 본 발명의 실시예로서 3 단말 BC 시스템에서 사용되는 확장 심볼 길이를 나타내는 도면이다.

[225] 이때, UE1 에게  $u_1^{[1]}, \dots, u_{M-1}^{[1]}$  을 전송하는 구간  $1 \leq T \leq (M-1)^2$  에, UE3 의 모드는 일정하게 유지되어야 한다. 따라서, 송신기는 UE3 의 심볼 벡터를 다른 단말에 대한 심볼 벡터와 한 번 겹쳐서 송신할 수 있다. 그러나 UE1 에게  $u_1^{[1]}, \dots, u_{2M-1}^{[1]}$  를 전송하는 구간  $1 \leq T \leq 2(M-1)^2$  을 고려하면, 송신기는 UE3 의 심볼 벡터를 두 번 중첩하여 송신할 수 있다. 따라서  $d_1$  의 값에 따라서 다음 수학적 식 19 와 같은 규칙성을 찾을 수 있다.

[226] 【수학적 식 19】

$$r = (M-1)d_1 \setminus (M-1)^2, \\ \text{if } x \setminus y: \text{quotient of } x \div y$$

[227] 수학적 식 19 는 송신기가 UE1 을 위한 심볼벡터  $d_1$  개를 전송하는 동안에, UE3 를 위한 심볼벡터들을  $r+1$  번 겹쳐서 전송할 수 있음을 의미한다. 다만, UE2 에게 전송하는 심볼벡터를 UE1 에게 데이터를 전송하는 구간에 모두 겹쳐서 보낼 수 없기 때문에 도 20 과 같은 경우가 발생한다.

[228] 이와 같이, 추가적으로 UE2 의 심볼을 전송하는 구간에도 UE3 는 동일한 모드를 유지해야 되기 때문에, 송신기는 UE3 에게 전송하는 심볼 벡터를 중첩하여 전송할 수 없다. 따라서 3 단말 케이스도 UE1 을 기준으로 제 1 블록에서 최소 심볼확장 길이를 결정하는 것이 바람직하다. 이때, 요구되는 제 1 블록의 길이는 다음 수학적 식 20 과 같이 도출할 수 있다.

[229] 【수학적 식 20】

$$l_{Block1}^{[3]} = l_{Block1}^{[2]} + \left[ (M-2) - \left[ (M-1)d_1 \setminus (M-1)^2 \right] \right]^+ \times (d_3, \text{mod}(M-1)^2)$$

[230] 수학적 식 20 에서,  $[\alpha]^+$  은  $\alpha \geq 0 \rightarrow [\alpha]^+ = \alpha, \alpha < 0 \rightarrow [\alpha]^+ = 0$  을 의미한다.

[231] 4 단말 이상의 경우는 단말의 모드 스위칭 패턴의 주기에 따라서 3 단말 BC 케이스와 동일한 원리가 적용될 수 있다. 따라서, 다음 수학적 식 21 및 22 와 같이 정리될 수 있다.

[232] 【수학적 식 21】

$$l_{Block1}^{[4]} = l_{Block1}^{[3]} + \left[ (M-2) - \left[ (M-1)d_1 \setminus (M-1)^3 \right] \right]^+ \times (d_4, \text{mod}(M-1)^3) \\ l_{Block1}^{[5]} = l_{Block1}^{[4]} + \left[ (M-2) - \left[ (M-1)d_1 \setminus (M-1)^4 \right] \right]^+ \times (d_5, \text{mod}(M-1)^4)$$

[233] 【수학적 식 22】

$$I_{Block1}^{[K]} = I_{Block1}^{[K-1]} + \left[ (M-2) - \left[ (M-1)d_1 \setminus (M-1)^{K-1} \right] \right]^+ \times (d_K, \text{mod}((M-1)^{K-1}))$$

$$I_{Sybex1}^{[K]} = I_{Block1}^{[K]} + I_{Block2}^{[K]} = I_{Block1}^{[K]} + \sum_{k=1}^K d_k$$

[234] 수학식 21 은 4 단말 및 5 단말 BC 케이스인 경우에 제 1 블록의 길이를 구하는 수학식이며, 수학식 22 는 수학식 21 을 K 단말 BC 케이스로 확장한 경우에 제 1 블록의 길이를 구하는 수학식이다.

- 5 [235] 상술한 수학식 16 내지 22 를 이용하여 달성 가능한 자유도(DoF)는 다음 수학식 23 과 같다.

[236] 【수학식 23】

$$DoF^{[K]} = \frac{\sum_{k=1}^K d_k M}{I_{sybex1}^{[K]}} = \frac{\sum_{k=1}^K d_k M}{I_{Block1}^{[K]} + I_{Block2}^{[K]}} = \frac{\sum_{k=1}^K d_k M}{I_{Block1}^{[K-1]} + \left[ (M-2) - \left[ (M-1)d_1 \setminus (M-1)^{K-1} \right] \right]^+ \cdot (d_K, \text{mod}((M-1)^{K-1})) + \sum_{k=1}^K d_k}$$

- 10 [237] 정리하자면, (1) 기지국은 K 개의 단말에 전송할 심볼벡터들을 크기에 따라 정렬하고, 심볼벡터 개수가 가장 큰 것부터 내림차순으로 UE1, UE2, ..., UEK 라고 가정한다. 또한, UE1 은 모든 심볼전송 시점마다 모드를 변경함을 가정한다.

[238] (2) 기지국은 상술한 수학식 16 내지 18 로부터 UE2 에게 전송되는 심볼 벡터 가운데 UE1 의 심볼들을 전송하는 구간에 겹치지 못하는 것이 몇 개가 있는

- 15 지 확인하고, 제 1 블록으로부터 UE2 의 모드 스위칭 패턴을 결정한다.

[239] (3) 기지국은 세 번째 내지 K 번째 단말이, 수학식 20 내지 22 을 기반으로, UE1 을 위한 심볼전송 구간에 겹쳐서 전송하지 못한 심볼들을 확인하고, UE1 에 대한 모드 스위칭 패턴을 결정한다.

- 20 [240] (4) 모드 스위칭 패턴이 결정되면, 기지국은 3 절에서 설명한 방법으로 적응적 BIA 와 송신 프리코딩 행렬을 결정한다.

[241] 이하에서는 상술한 내용에 대해서 보다 구체적으로 설명한다.

#### [242] 4.2 3 단말 BC 케이스 적용례

- 25 [243] 이하에서는 세 개의 단말이 세 개의 서로 다른 모드를 토양서 심볼 벡터를 수신하는 상황에 대해서 설명한다 ( $M_1 = M_2 = M = 3, L_1 = L_2 = L = 1, d_1 = 3, d_2 = 2, d_3 = 1$ ).

[244] 송신기가 UE1 에게 전송하는 선호 심볼 벡터는 3 개이고, UE2 와 UE3 에 게 송신하는 선호 심볼 벡터는 각각 두 개, 한 개씩임을 가정한다. 먼저, 수신 심볼벡터 개수가 가장 많은 UE1 은 모든 심볼 수신 시점마다 모드 스위칭 동작을

수행하는 것을 가정하고, 기지국은 세 개의 심볼을 송신하기 위해 제 1 블록에서 필요한  $(M_1-1)d_1=6$  번의 모드 스위칭 패턴을 도 23 과 같이 결정한다. 도 23 은 본 발명의 실시예로서 3 단말에 적용되는 적응적 BIA 방식을 위해 구성된 제 1 블록의 일례를 나타내는 도면이다.

- 5 [245] 도 23 을 참조하면,  $d_1=M_1-1$ 이므로 기지국은 수학적 식 16 에 따라서 UE2 를 위한 심볼전송은 제 1 블록 내에서는 모두 UE1 의 신호와 중첩시킬 수 있다. 또한, 기지국은 UE2 에 대한 모드 스위칭 패턴을  $(M-1)^2$  를 주기로 반복 되도록 설정한다. 기지국은 수학적 식 19 를 이용하여, UE1, UE2 를 위한 심볼 전송 구간에서 UE3
- 10 의 모드 스위칭 패턴은  $(M-1)^3$  주기로 설정된다.

[246] 그러나 수학적 식 20 을 참조하면, 제 1 블록의 길이는 6 이므로  $(M-1)^3=8$  에서 UE3 는 한번의 주기만큼 모드 스위칭이 필요 없다. 따라서, UE3 은 T=5 에서 모드를 변경하고, UE3 은 UE1 에 대한 세 번째 결핍 정렬 블록(DAB)의 조건을 충족시키기 위해서 T=6 까지 동일한 수신 모드를 유지한다.

- 15 [247] 결과적으로, UE1 을 위한 DAB 는 총 세 개이며, 이를 심볼전송 시점  $(T_1, T_2)$ 로 나타내면 DAB 는 (1,2), (3,4) 및 (5,6)의 모드 스위칭 패턴들로 구성된다. UE2 의 DAB 는 총 두 개로 (1,3), (2,4) 시점의 패턴들로 구성되고, UE3 의 DAB 는 하나이고 (1,5)로 구성된다.

- 20 [248] 기지국은 도 23 에 도시된 제 1 블록으로부터 구성된 DAB 에 제 2 블록으로부터 나머지 하나의 전송 심볼 벡터를 추가함으로써 도 24 와 같이 모드 스위칭 패턴을 완성할 수 있다.

[249] 도 24 는 본 발명의 실시예로서 적응적 BIA 방식을 적용한 모드 스위칭 패턴의 일례를 나타내는 도면이다.

- 25 [250] 각 단말은 사용하지 않았던 마지막 모드를 사용해서 제 1 블록으로부터 수신한 심볼벡터를 한번씩 더 수신해야 한다. 그런데 앞서 설명한 것처럼 제 2 블록의 심볼들이 각 AB 의 마지막 심볼이 되기 때문에  $u^m$ 을 전송하는 시점 T=1,2 에서의 UE2 와 UE3 의 모드와 제 2 블록에 해당되는 T=8 에서의 UE2 와 UE3 의 모드는 반드시 동일하여야 한다. 다른 심볼벡터들의 패턴도 동일한 규칙이 적용된다. 이러한 모드 스위칭 패턴에 상응하는 전송 심볼 패턴도 도 24 에 도시되어 있다.

[251] 도 24 에서 UE3 를 위한 정렬 블록(AB)을 참조하면, UE1 을 위한 심볼은 한 번 전송되지 않고, UE2 에 대한 심볼은 두 번 전송이 되지 않는다. 즉, UE2 는 추가적으로 심볼벡터를 한 번 더 전송할 수 있는 자원이 남아 있다. 그러나, 이 구간에서는 겹쳐 보낼 수 있지만, 결과적으로는  $M_2-1$  번의 추가적인 전송이

필요하기 때문에 심볼 확장 길이가 더 길어진다.

[252] 이와 같이, 본 발명은 각 사용자에게 전송하는 심볼벡터에 대해서 최소한의 심볼확장으로 전송할 수 있는 방식이기 때문에 단말의 채널이 일정한 값으로 보장되는 길이에 따라서 심볼확장 길이 및 DoF 를 가변적으로 결정해서 전송할 수 있다.

[253] 5. 전송 심볼 벡터의 일반화된 개수 및 수신 모드의 일반화된 개수에 대한 적응적 BIA 방식

[254] 4 절에서는 전송 심볼 벡터의 개수가 일반화된 경우에 대해서 설명하였다. 이하에서는, 전송 심볼 벡터의 개수 및 수신 모드의 개수 또한 일반화 된 경우의 적응적 BIA 방식에 대해서 설명한다.

[255] 5.1 수신 모드 스위칭 패턴 및 송신 심볼 패턴 설계

[256] 수신 모드 스위칭 패턴 및 송신 심볼 패턴은 다음과 같은 설계 규칙 및 원리를 통해 설정된다.

[257] (1) 타겟 수신기가 모드 스위칭을 통하여 데이터를 수신할 때, 다른 수신기들은 일정한 모드를 유지한다.

[258] (2)  $m_k$  개의 모드, 선호 심볼 벡터가  $d_k$  개인 수신기는 각 심볼 벡터를  $m_k$  번 반복해서 수신해야 한다. 이때, 수신기는 같은 심볼 벡터는 동일한 모드로 수신하지 않는다.

[259] (3) 송신기는 심볼 벡터를 송신할 때, 모든 심볼 벡터가 적어도 한번 이상은 다른 심볼과 같이 전송되지 않도록 구성한다. 이는 제 2 블록 설계로부터 자동적으로 보장된다.

[260] (4) 송신기는 최대한 송신 심볼들을 중첩해서 전송함으로써 필요로 하는 심볼 확장 길이를 최소화한다.

[261] 5.2 일반화된 전송 심볼 벡터의 개수와 수신 모드 개수에 따른 적응적 BIA

**[262]** K 개의 단말이  $L_k$  개의 RF 체인,  $M_k$  개의 수신 안테나,  $m_k = \left\lceil \frac{M_k}{L_k} \right\rceil$  개의 수신

모드를 이용해서 데이터를 수신한다고 가정하자. 단, 송신기의 안테나 수  $M_T$  는  $M_T \geq \max_k \{M_k\}$  를 만족해야 한다. 먼저, 도 25 에 도시된 2 단말 BC 케이스의 확장 심볼 길이를 참조하면, 제 1 블록의 길이는  $(m_1-1)(m_2-1)$  이다. K 단말 BC 케이스  
5 로 확장해서 제 1 블록을 설계할 때, UE1 과 UE2 의 이러한 모드 스위칭 패턴은  $(m_1-1)(m_2-1)$  을 주기로 반복적으로 나타난다.

**[263]** 따라서 UE1 과 UE2 의 모드 스위칭 패턴은 심볼전송 구간  $n(m_1-1)(m_2-1)+1 \leq T \leq (n+1)(m_1-1)(m_2-1)$  에서 동일한 수신 모드 패턴을 갖는다. 먼저, 심볼 전송 구간  $1 \leq T \leq (m_1-1)(m_2-1)$  을 고려한다. 2 단말 BC 케이스에서  
10  $(m_1-1)(m_2-1)$  길이의 제 1 블록에서 UE1 과 UE2 에게 전송할 수 있는 심볼 벡터의 총 개수는  $d_1 = m_2 - 1$ ,  $d_2 = m_1 - 1$  이다. 이를 설명하기 위해서 심볼전송 구간  $1 \leq T \leq (m_1-1)(m_2-1)$  에서 단말의 수신모드 스위칭 패턴과 송신기의 시간에 따른 송신심볼 패턴을 도 26 을 참조한다.

**[264]** 도 26 은 본 발명의 실시예로서 도 25 의 확장 심볼 길이에 전송 벡터를  
15 표시한 도면이고, 도 27 은 도 26 의 실시예를 일반화한 도면이다.

**[265]** 도 26 을 참조하면, 사용자 수가 늘어나거나 전송하는 심볼벡터의 개수가 증가 하더라도 동일한 패턴이  $(m_1-1)(m_2-1)$  을 주기로 반복된다. 따라서, 기지국은  $1 \leq T \leq (m_1-1)(m_2-1)$  구간에서  $d_1, d_2, m_1, m_2$  값에 따라 나타나는 모드 스위칭 패턴 및 제 1 블록에서 필요한 심볼 확장 길이에 대한 규칙성을 찾고, 이를 바탕으로 2 단  
20 말 BC 에서 필요한 제 1 블록의 길이를 일반화할 수 있다. 이때,  $d_1 \geq d_2$  임을 가정하면,  $1 \leq T \leq (m_1-1)(m_2-1)$  구간 에서 2 단말 BC 케이스는 다음과 같은 규칙성을 찾을 수 있다.

**[266]**  $d_1 = 1, 2, \dots, m_2 - 1$  이면, 기지국은 UE2 에게 전송하는 심볼 벡터를 1, 2, ...,  $m_2 - 1$  번 중첩해서 전송 할 수 있다. 예를 들어, UE1 에게 전송하는 심볼 벡터가  
25 2 개라고 가정하면, 도 27 에서  $1 \leq T \leq 2(m_1-1)$  구간에 해당되고, 기지국은 이 구간 동안 UE2 에게 전송하는 심볼벡터들을 두 번 겹쳐서 전송 할 수 있다. UE2 에게 전송하는 심볼벡터의 개수가  $m_1 - 1$  보다 큰 경우에,  $1 \leq T \leq 2(m_1-1)$  구간에서 전송하지 못하는 심볼벡터가 발생할 수 있다. 그러나, 같은 패턴이 반복되기 때문에 UE2 에게 전송하는 심볼 벡터는 다음 주기에서 고려하면 된다. 결과적으로, 심볼

전송 구간  $1 \leq T \leq (m_1 - 1)(m_2 - 1)$  에서, 기지국은 UE1 에게 데이터를 전송 하면서 UE2  
 5 에게 전송할 심볼들을  $(d_1, \text{mod}(m_2 - 1))$  번 중첩하여 전송 할 수 있다.

**[267]** 이때, 동일한 모드 스위칭 패턴이 반복되는 심볼전송 구간은  
 $n(m_1 - 1)(m_2 - 1) + 1 \leq T \leq (n + 1)(m_1 - 1)(m_2 - 1)$ ,  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  이다. UE1 에게 데이터를 송신하  
 5 기 위해서 필요한 제 1 블록의 길이는  $(m_1 - 1)d_1$  이다. 기지국은  $(m_1 - 1)d_1$  구간 동  
 안 UE 2 에게 송신할 데이터를 겹쳐서 보내지 못한 부분을 계산 할 수 있다. 이  
 때, UE2 에게 추가적으로 전송해야 하는 횟수는 다음 수학적식 24 와 같이 계산할  
 수 있다.

**[268] 【수학적식 24】**

$$10 \quad m_2 - 1 - (d_1, \text{mod}(m_2 - 1))$$

**[269]** 심볼전송 구간은  $n(m_1 - 1)(m_2 - 1) + 1 \leq T \leq (n + 1)(m_1 - 1)(m_2 - 1)$ ,  $n = 0, 1, 2, 3, \dots$  에서  
 UE2 에 전송되지 못하여, 추가적으로 전송되어야 하는 심볼 벡터의 개수는 다음  
 수학적식 25 와 같이 계산될 수 있다.

**[270] 【수학적식 25】**

$$15 \quad (d_2, \text{mod}(m_2 - 1))$$

**[271]** 상술한 2 단말 BC 케이스에서 제 1 블록의 길이는 다음 수학적식 26 과 같이  
 계산될 수 있다.

**[272] 【수학적식 26】**

$$l_{Block1}^{[2]} = (m_1 - 1)d_1 + [m_2 - 1 - (d_1, \text{mod}(m_2 - 1))]^+ \cdot (d_2, \text{mod}(m_2 - 1))$$

20 **[273]** 다음으로 3 단말 BC 케이스에 대해서 설명한다.

**[274]** 도 28 은 본 발명의 실시예로서 3 단말 BC 케이스에서 제 1 블록의 길이를  
 구하기 위한 방법을 나타내는 도면 중 하나이다.

**[275]** 도 25 내지 도 27 에서 설명한 바와 같이, 심볼벡터의 개수에 따라서 요  
 구되는 심볼확장 길이에 대한 규칙성을 찾는 것이 중요하다. 이 때,  $\mathbf{u}_1^{[1]}, \dots, \mathbf{u}_{m_2-1}^{[1]}$  을

25 전송하는 구간  $1 \leq T \leq (m_1 - 1)(m_2 - 1)$  에서 UE3 의 모드는 일정한 것이 바람직하므로,  
 송신기는 UE3 의 심볼 벡터를 UE1 에 대한 심볼 벡터와 한 번 중첩하여 송신할  
 수 있다. 그러나 UE1 에게  $\mathbf{u}_1^{[1]}, \dots, \mathbf{u}_{(m_2-1)(m_3-1)}^{[1]}$  를 전송하는 구간  $1 \leq T \leq (m_1 - 1)(m_2 - 1)(m_3 - 1)$   
 을 고려하면 UE3 의 심볼 벡터를 두 번 중첩해서 보낼 수 있다. 이를 바탕으로  $d_1$   
 의 값에 따라서 다음과 수학적식 27 과 같은 규칙성을 찾을 수 있다.

[276] 【수학식 27】

$$r = (m_1 - 1)d_1 \setminus (m_1 - 1)(m_2 - 1)$$

, where  $x \setminus y$ : quotient of  $x \div y$

[277] 이때, 송신기는 UE1 을 위한 심볼벡터  $d_1$  개를 전송하는 동안에 UE3 를 위한 심볼 벡터들을  $r+1$  번 반복하여 전송할 수 있고, 추가적으로 전송해야 되는

5 UE3 의 심볼벡터의 개수는  $(d_3, \text{mod}((m_1 - 1)(m_2 - 1)))$ 로 계산된다. 송신기는 이를 고려하여 3 단말 BC 케이스의 경우, 제 1 블록의 길이를 다음 수학식 28 과 같이 계산할 수 있다.

[278] 【수학식 28】

$$l_{Block1}^{[3]} = l_{Block1}^{[2]} + \left[ (m_3 - 2) - ((m_1 - 1)d_1 \setminus (m_1 - 1)(m_2 - 1)) \right]^+ \cdot (d_3, \text{mod}((m_1 - 1)(m_2 - 1)))$$

10 [279] 이러한 규칙성을 고려하여 K 단말 BC 케이스로 확장하면, 수학식 26 및 28 은 다음 수학식 29 와 같이 일반화 될 수 있다.

[280] 【수학식 29】

$$l_{Block1}^{[K]} = l_{Block1}^{[K-1]} + \left[ (m_K - 2) - \left( (m_1 - 1)d_1 \setminus \prod_{j=1}^{K-1} (m_j - 1) \right) \right]^+ \cdot \left( d_K, \text{mod} \left( \prod_{j=1}^{K-1} (m_j - 1) \right) \right)$$

[281] 따라서, 제 2 블록의 길이를 고려한 K 단말 BC 케이스에서 요구하는 심볼

15 확장 길이 및 달성하고자 하는 DoF 는 다음 수학식 30 및 31 과 같다.

[282] 【수학식 30】

$$l_{symext}^{[K]} = l_{Block1}^{[K]} + l_{Block2}^{[K]} = l_{Block1}^{[K]} + \sum_{k=1}^K d_k$$

[283] 【수학식 31】

$$DoF^{[K]} = \frac{\sum_{k=1}^K d_k M_k}{L_{symext}^{[K]}} = \frac{\sum_{k=1}^K d_k M_k}{l_{Block1}^{[K]} + l_{Block2}^{[K]}} = \frac{\sum_{k=1}^K d_k M_k}{l_{Block1}^{[K-1]} + \left[ (m_K - 2) - \left( (m_1 - 1)d_1 \setminus \prod_{j=1}^{K-1} (m_j - 1) \right) \right]^+ \cdot \left( d_K, \text{mod} \left( \prod_{j=1}^{K-1} (m_j - 1) \right) \right) + \sum_{k=1}^K d_k}$$

20

[284] 6. K 단말 간섭 채널을 위한 적응적 BIA 방식

[285] 이하에서는, 제 1 절 내지 제 5 절에서 제안한 BIA 방식을 다수의 송신기와 다수의 수신기 쌍이 존재하는 K 단말 간섭 채널(K-user IFC: K-user InterFERENCE Channel)에서 간섭을 제어하기 위한 방식으로 확장 및 응용하

25 는 방법을 설명한다.

[286] 도 29 는 K 단말 IFC 시스템 모델의 일례를 나타내는 도면이다.

[287] 도 29를 설명하기 이전에 먼저 가장 단순한 IFC 모델인 2 사용자 IFC 시스템 모델에 대해 설명한다. 도 30은 2 단말 IFC와 2 단말 BC 케이스에서 송신 신호가 송수신되는 모습을 나타낸다. 이때, 점선은 간섭 신호이고, 실선은 선호 신호를 나타낸다. 또한, 도 31은 수신 신호를 UE1 및 UE2에 대한 선호 신호의 조합으로 나타낸 도면이다.

[288] 단일 기지국과 두 개의 수신기가  $M_1=3, L_1=1, M_2=2, L_2=1$ 인 2 사용자 BC 케이스와 두 개의 송신기와 두 개의 수신기가 쌍으로 존재하는 2 단말 IFC를 고려한다. 이에 대해서는 앞서 설명한 도 22에서 설명한 시스템 모델을 참조할 수 있다. 또한, 제 3 절에서는 2 단말 BC 케이스에서 송신기의 송신심볼을 나타낸 수

[289] 수학식 12에서 알 수 있듯이 하나의 송신기에서 수신안테나 1(Rx1: Reception antenna 1)과 수신안테나 2(Rx2)에게 데이터를 전송하기 위해서 심볼 패턴은 두 부분으로 나누어져 있다. 2 단말 IFC에서, UE1을 위한 신호는 송신기 1의 송신 방식이고, UE2를 위한 신호는 송신기 2가 전송한다. 이때, 2 단말 BC, 2 단말 IFC 두 경우에 Rx1의 수신신호를 도 32와 같이 나타낼 수 있다.

[290] 도 32는 본 발명의 실시예로서 2 단말 BC, 2 단말 IFC 두 경우에 Rx1의 수신신호를 나타내는 도면이다.

[291] 도 32를 참조하면, 2 단말 IFC의 경우, 간섭채널  $h_{12}^{(1)}(1), h_{12}^{(1)}(2)$ 을 나타낼 수 있으므로 2 단말 BC 케이스의 경우와 같이 하나의 채널 벡터로 수신 심볼 벡터를 표현할 수 없다. 그러나, 두 경우 모두 원하는 신호는 3 차원 신호공간으로 수신하고 4 개의 간섭 데이터 스트림은 2 차원으로 정렬된 것을 볼 수 있다.

[292] 다시 도 29를 참조하면, K 단말 IFC의 경우도 도 30 내지 도 31에서 설명한 원리가 적용된다. K 단말 BC 케이스에서는 하나의 송신기가 K 개의 단말에게 신호를 중첩해서 보내지만, K 단말 IFC는 K 개의 단말에게 보내는 신호를 K 개의 서로 다른 송신기들이 전송한다. 또한, AB의 구조가 유지된다면, 수신 모드 스위칭 패턴 및 송신심볼 패턴은 시간에 따라 순서가 변경될 수 있다.

[293] 7. 구현 장치

[294] 도 33 에서 설명한 장치는 도 1 내지 도 32 에서 설명한 방법들이 구현될 수 있는 수단이다.

[295] 단말(UE: User Equipment)은 상향링크에서는 송신기로 동작하고, 하향링크에서는 수신기로 동작할 수 있다. 또한, 기지국(eNB: e-Node B)은 상향링크에서는 수신기로 동작하고, 하향링크에서는 송신기로 동작할 수 있다.

[296] 즉, 단말 및 기지국은 정보, 데이터 및/또는 메시지의 전송 및 수신을 제어하기 위해 각각 송신모듈(Tx module: 3340, 3350) 및 수신모듈(Rx module: 3350, 3370)을 포함할 수 있으며, 정보, 데이터 및/또는 메시지를 송수신하기 위한 안테나(3300, 3310) 등을 포함할 수 있다.

[297] 또한, 단말 및 기지국은 각각 상술한 본 발명의 실시예들을 수행하기 위한 프로세서(Processor: 3320, 3330)와 프로세서의 처리 과정을 임시적으로 또는 지속적으로 저장할 수 있는 메모리(3380, 3390)를 각각 포함할 수 있다.

[298] 상술한 단말 및 기지국 장치의 구성성분 및 기능들을 이용하여 본원 발명의 실시예들이 수행될 수 있다. 예를 들어, 기지국의 프로세서는 상술한 1 절 내지 6 절에 개시된 방법들을 조합하여, 적응적 BIA 를 위한 제 1 블록 및 제 2 블록을 설계하고, 제 1 블록 및 제 2 블록으로부터 각 단말에 전송할 AB 를 구성할 수 있다. 또한, 단말은 기지국으로부터 수신한 AB 를 기반으로 자체적으로 간섭을 제거할 수 있다.

[299] 단말 및 기지국에 포함된 송신모듈 및 수신모듈은 데이터 전송을 위한 패킷 변복조 기능, 고속 패킷 채널 코딩 기능, 직교주파수분할다중접속(OFDMA: Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 패킷 스케줄링, 시분할듀플렉스(TDD: Time Division Duplex) 패킷 스케줄링 및/또는 채널 다중화 기능을 수행할 수 있다. 또한, 도 33 의 단말 및 기지국은 저전력 RF(Radio Frequency)/IF(Intermediate Frequency) 모듈을 더 포함할 수 있다. 이때, 송신모듈 및 수신모듈은 각각 송신기 수신기로 불릴 수 있으며, 함께 사용되는 경우 트랜시버로 불릴 수 있다.

[300] 한편, 본 발명에서 단말로 개인휴대단말기(PDA: Personal Digital Assistant), 셀룰러폰, 개인통신서비스(PCS: Personal Communication Service) 폰, GSM(Global System for Mobile) 폰, WCDMA(Wideband CDMA) 폰, MBS(Mobile Broadband System) 폰, 핸드헬드 PC(Hand-Held PC), 노트북 PC, 스마트(Smart) 폰  
5 또는 멀티모드 멀티밴드(MM-MB: Multi Mode-Multi Band) 단말기 등이 이용될 수 있다.

[301] 여기서, 스마트 폰이란 이동통신 단말기와 개인 휴대 단말기의 장점을 혼합한 단말기로서, 이동통신 단말기에 개인 휴대 단말기의 기능인 일정 관리, 팩스 송수신 및 인터넷 접속 등의 데이터 통신 기능을 통합한 단말기를 의미할 수  
10 있다. 또한, 멀티모드 멀티밴드 단말기란 멀티 모뎀칩을 내장하여 휴대 인터넷시스템 및 다른 이동통신 시스템(예를 들어, CDMA(Code Division Multiple Access) 2000 시스템, WCDMA(Wideband CDMA) 시스템 등)에서 모두 작동할 수 있는 단말기를 말한다.

[302] 본 발명의 실시예들은 다양한 수단을 통해 구현될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 실시예들은 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합  
15 등에 의해 구현될 수 있다.

[303] 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices),  
20 PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 컨트롤러, 마이크로 컨트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.

[304] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 실시예들에 따른 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차 또는 함수 등의  
25 형태로 구현될 수 있다. 예를 들어, 소프트웨어 코드는 메모리 유닛(3380, 3390)에 저장되어 프로세서(3320, 3330)에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은

상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치할 수 있으며, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.

**[305]** 본 발명은 본 발명의 정신 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있다. 따라서, 상기의 상세한 설명은 모든 면에서 제한적으로 해석되어서는 아니되고 예시적인 것으로 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 첨부된 청구항의 합리적 해석에 의해 결정되어야 하고, 본 발명의 등가적 범위 내에서의 모든 변경은 본 발명의 범위에 포함된다. 또한, 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함할 수 있다.

10

#### **【산업상 이용가능성】**

**[306]** 본 발명의 실시예들은 다양한 무선접속 시스템에 적용될 수 있다.

## 【청구의 범위】

## 【청구항 1】

무선 접속 시스템에서 적응적 블라인드 간섭 정렬(BIA) 방식에 따른 신호 송신 방법에 있어서,

5 송신기에서 셀 내 수신기들의 개수 및 상기 수신기들의 수신 모드 수를 기반으로 선호 신호들과 간섭 신호들을 포함하는 제 1 블록을 구성하는 단계;

상기 송신기가 상기 선호 신호들 또는 상기 간섭 신호들 중 한 종류만 포함하는 제 2 블록을 구성하는 단계;

10 상기 송신기가 상기 제 1 블록 및 상기 제 2 블록을 조합하여 상기 수신기들 각각에 대한 정렬 블록들을 구성하는 단계; 및

상기 송신기가 상기 정렬 블록들에 상응하는 송신 심볼 패턴에 따라 상기 정렬 블록들을 상기 수신기들에 전송하는 단계를 포함하는, 신호 송신 방법.

## 【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

15 상기 수신기들 각각에 대한 상기 정렬 블록들에 포함되는 심볼 벡터들은 상기 수신기들 간에 최대한 겹치도록 구성되는, 신호 송신 방법.

## 【청구항 3】

제 2 항에 있어서,

20 상기 수신기들 중 특정 수신기에 여러 개의 정렬 블록들이 구성되는 경우, 상기 여러 개의 정렬 블록들에 대한 송신 심볼 패턴들은 서로 겹치지 않도록 구성되는, 신호 송신 방법.

## 【청구항 4】

제 2 항에 있어서,

상기 제 1 블록의 길이  $l_{block1}$ 는 다음 수학적식과 같이 계산되되,

25 [수학적식]

$$l_{block1} = \prod_{k=1}^K (m_k - 1),$$

K는 상기 수신기들의 개수를 나타내고,  $m_k$ 는 k 번째 수신기의 수신 모드 개수를 나타내는, 신호 송신 방법.

## 【청구항 5】

30 제 4 항에 있어서,

상기 제 1 블록에 포함되는 심볼 벡터의 개수는 다음 수학적식과 같이 계산되되,

[수학적식]

$$\# \text{ of symbols} = \frac{N_{\text{block1}}}{m_k - 1}$$

5  $N_{\text{block1}}$  은 상기 제 1 블록의 개수를 나타내는, 신호 송신 방법.

【청구항 6】

제 5 항에 있어서,

상기 제 2 블록의 길이  $l_{\text{block2}}$  는 다음 수학적식과 같이 계산되되,

[수학적식]

10 
$$l_{\text{block2}} = \sum_{i=1}^K \frac{N_{\text{block1}}}{m_i - 1} = \sum_{i=1}^K \frac{\prod_{k=1}^K (m_k - 1)}{m_i - 1} = \left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \sum_{i=1}^K \frac{1}{m_i - 1},$$

$m_i$  는  $i$  번째 단말의 모드 개수를 나타내는, 신호 송신 방법.

【청구항 7】

무선 접속 시스템에서 적응적 블라인드 간섭 정렬 (BIA) 방식에 따른 신호를 송신하기 위한 송신기는,

15 송신모듈; 및

상기 적응적 BIA 방식을 지원하는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는:

셀 내 수신기들의 개수 및 상기 수신기들의 수신 모드 수를 기반으로 선호 신호들과 간섭 신호들을 포함하는 제 1 블록을 구성하고,

20 상기 선호 신호들 또는 상기 간섭 신호들 중 한 종류만 포함하는 제 2 블록을 구성하고,

상기 제 1 블록 및 상기 제 2 블록을 조합하여 상기 수신기들 각각에 대한 정렬 블록들을 구성하도록 구성되고,

25 상기 정렬 블록들에 상응하는 송신 심볼 패턴에 따라 상기 정렬 블록들을 상기 송신모듈을 이용하여 상기 수신기들에 전송하도록 구성되는, 송신기.

【청구항 8】

제 7 항에 있어서,

상기 수신기들 각각에 대한 상기 정렬 블록들에 포함되는 심볼 벡터들은 상기 수신기들 간에 최대한 겹치도록 구성되는, 송신기.

## 【청구항 9】

제 8 항에 있어서,

상기 수신기들 중 특정 수신기에 여러 개의 정렬 블록들이 구성되는 경우,  
상기 여러 개의 정렬 블록들에 대한 송신 심볼 패턴들은 서로 겹치지 않도록 구  
5 성되는, 송신기.

## 【청구항 10】

제 8 항에 있어서,

상기 제 1 블록의 길이  $l_{block1}$  는 다음 수학적식과 같이 계산되되,

[수학적식]

$$10 \quad l_{block1} = \prod_{k=1}^K (m_k - 1),$$

K 는 상기 수신기들의 개수를 나타내고,  $m_k$  는 k 번째 수신기의 수신 모드  
개수를 나타내는, 송신기.

## 【청구항 11】

제 10 항에 있어서,

15 상기 제 1 블록에 포함되는 심볼 벡터의 개수는 다음 수학적식과 같이 계산  
되되,

[수학적식]

$$\# \text{ of symbols} = \frac{N_{block1}}{m_k - 1}$$

$N_{block1}$  은 상기 제 1 블록의 개수를 나타내는, 송신기.

## 20 【청구항 12】

제 11 항에 있어서,

상기 제 2 블록의 길이  $l_{block2}$  는 다음 수학적식과 같이 계산되되,

[수학적식]

$$l_{block2} = \sum_{i=1}^K \frac{N_{block1}}{m_i - 1} = \sum_{i=1}^K \frac{\prod_{k=1}^K (m_k - 1)}{m_i - 1} = \left\{ \prod_{k=1}^K (m_k - 1) \right\} \times \sum_{i=1}^K \frac{1}{m_i - 1},$$

25  $m_i$  는 i 번째 단말의 모드 개수를 나타내는, 송신기.

FIG. 1

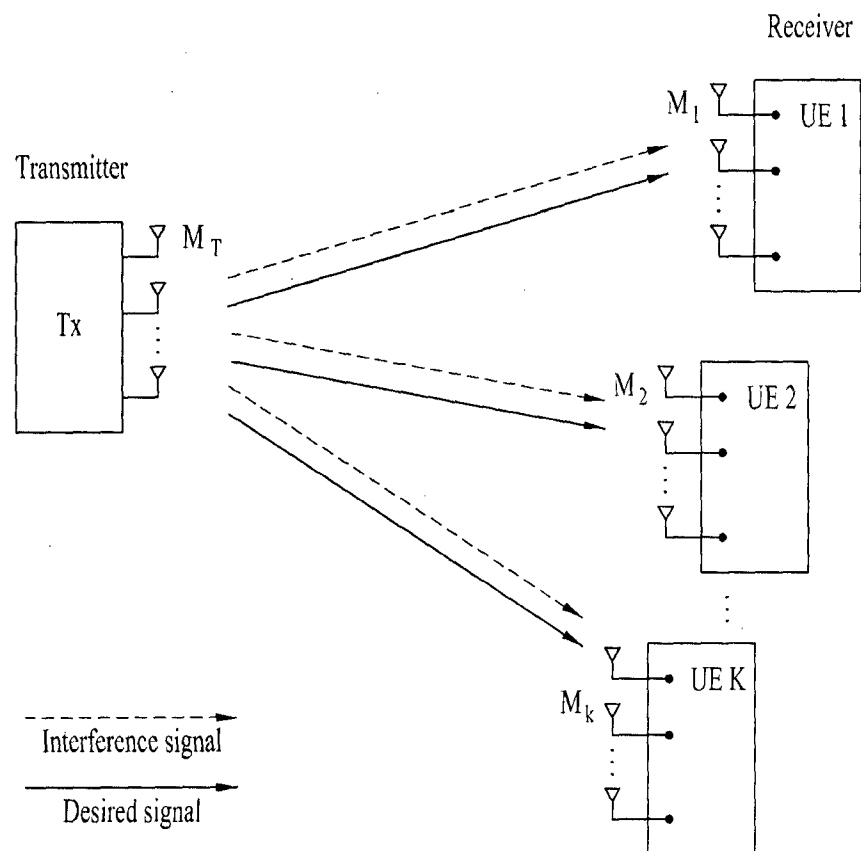


FIG. 2

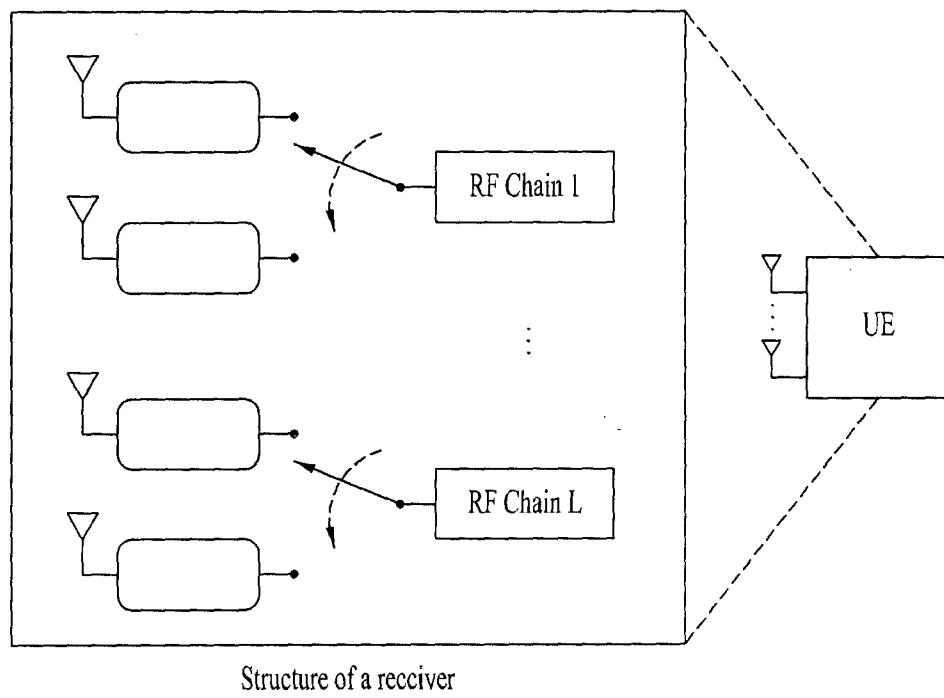


FIG. 3

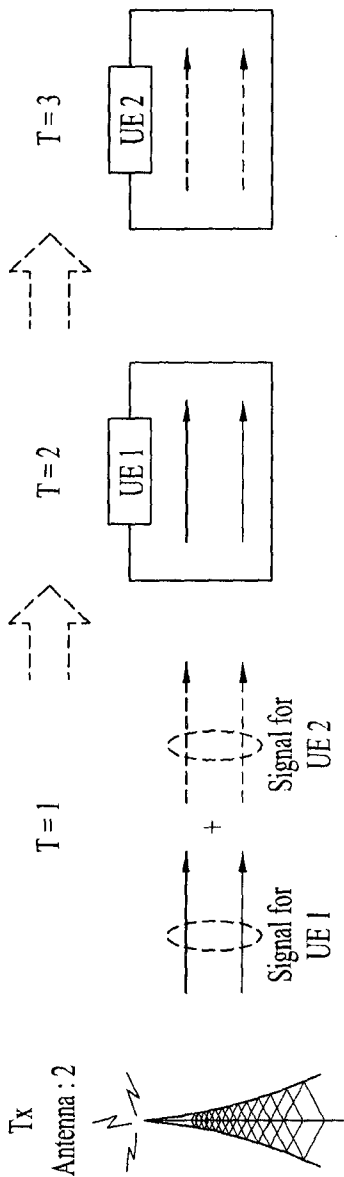


FIG. 4

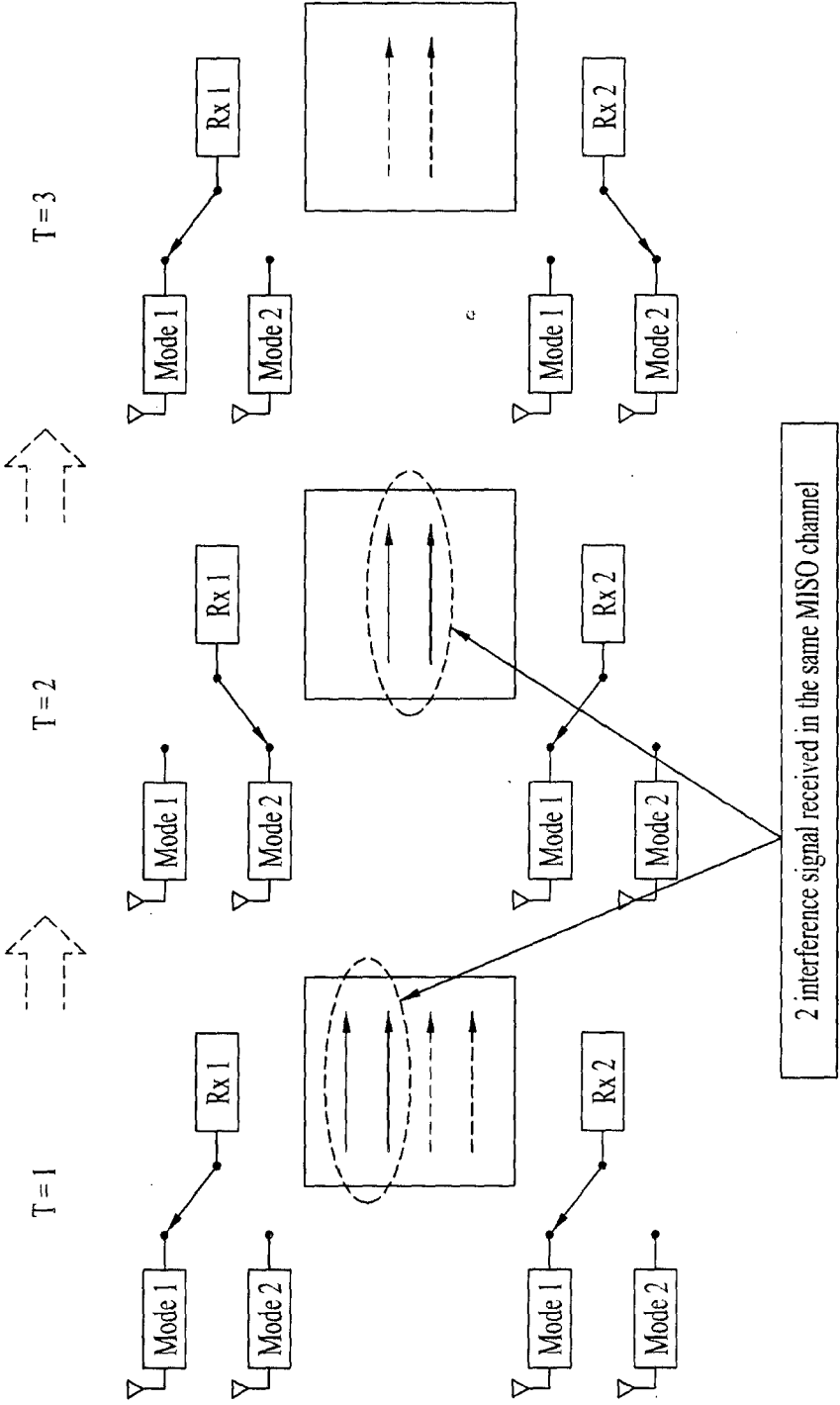


FIG. 5

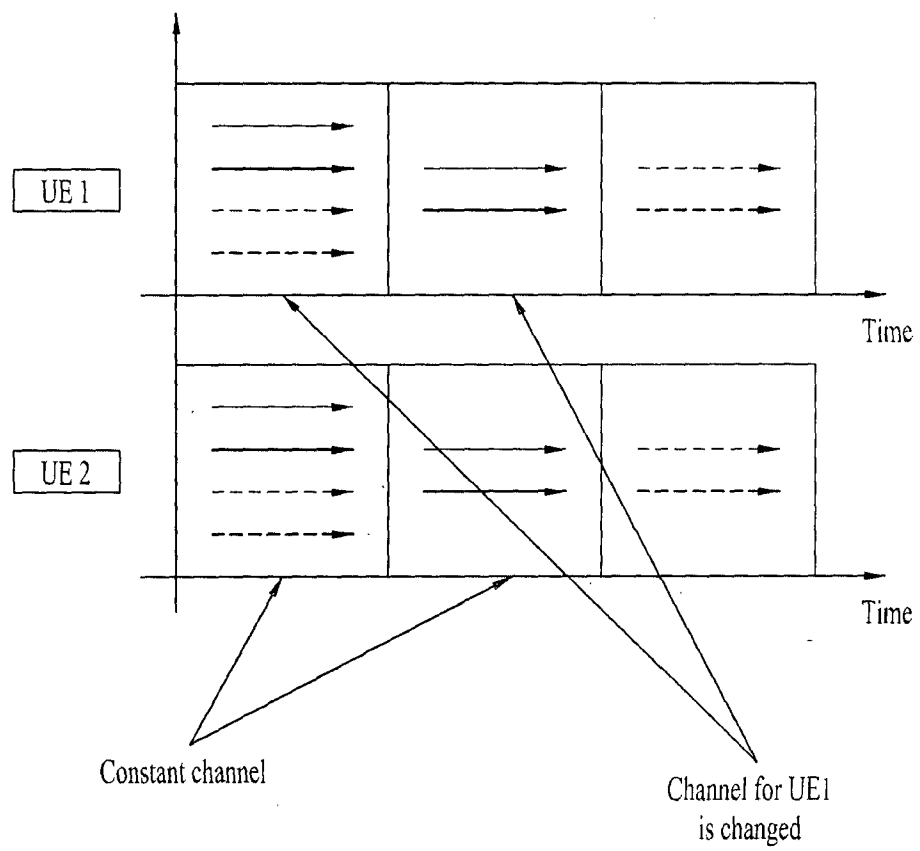


FIG. 6

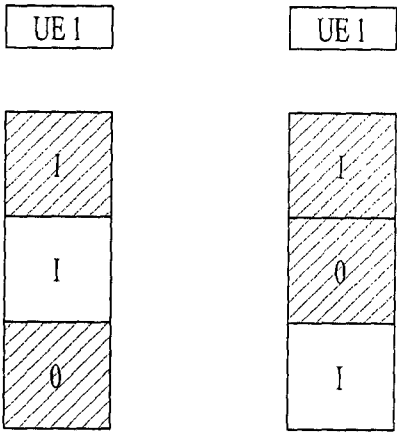


FIG. 7

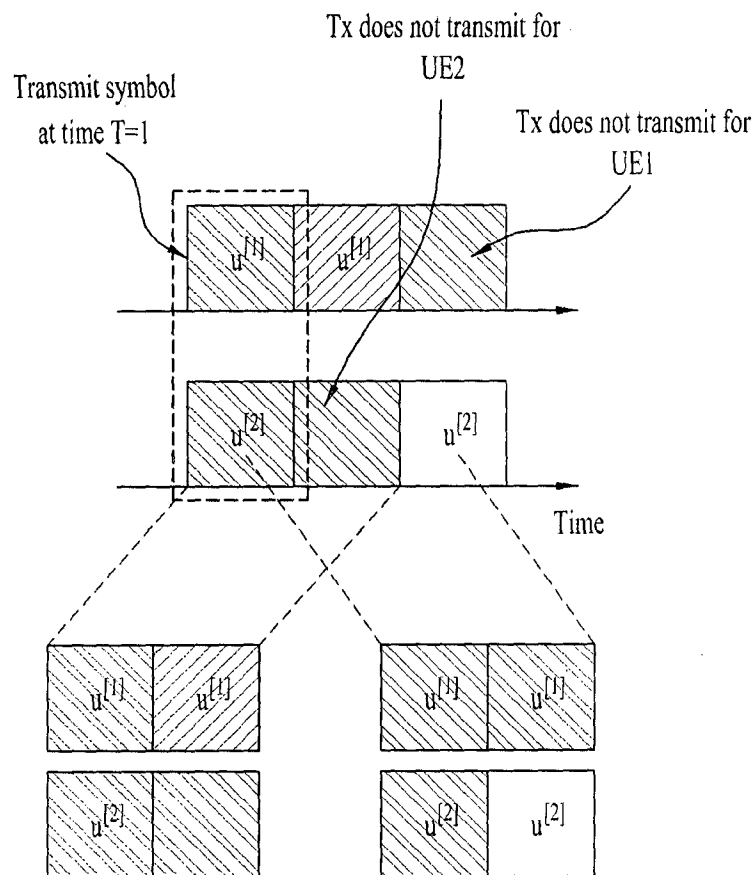


FIG. 8

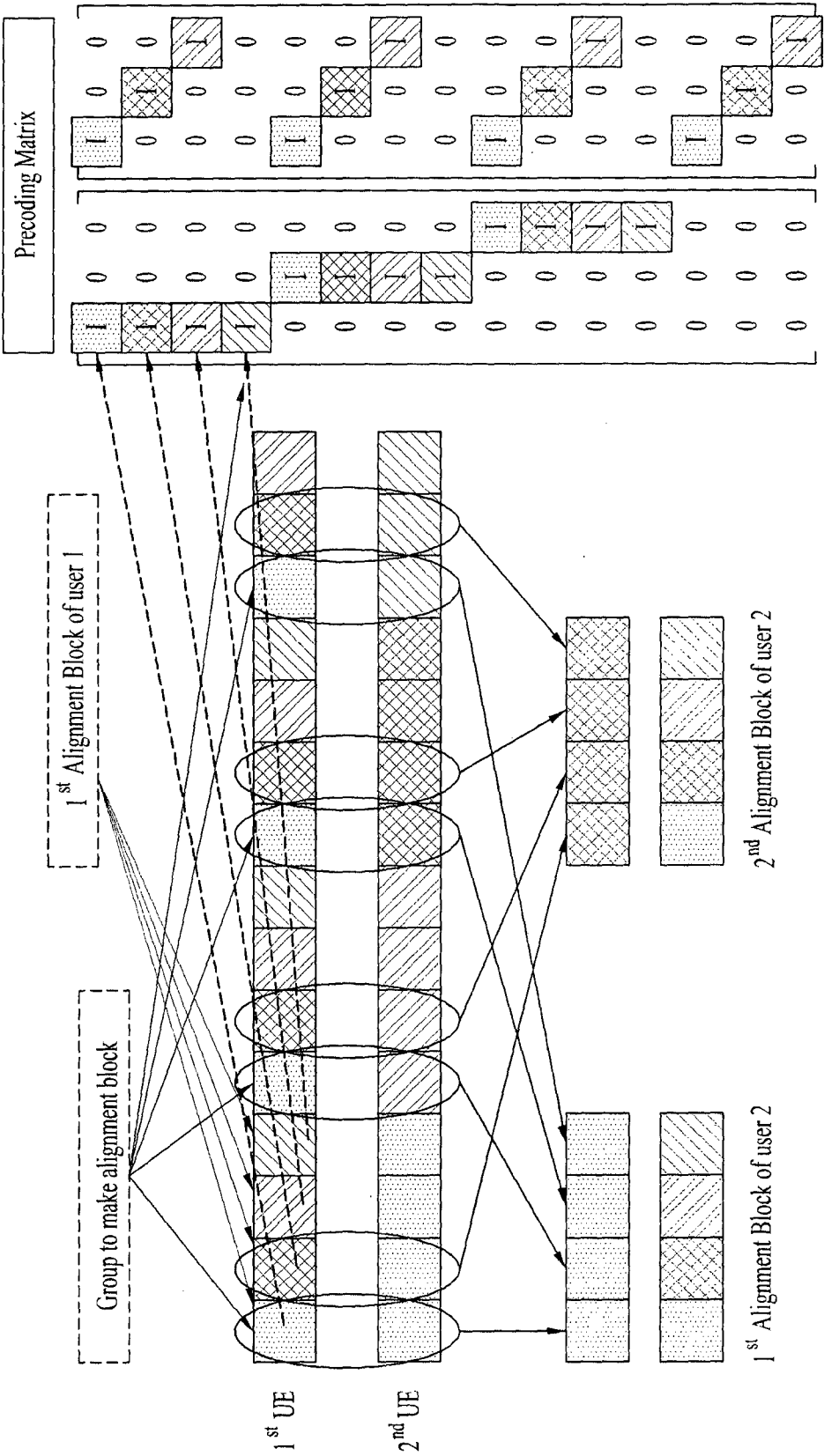


FIG. 9

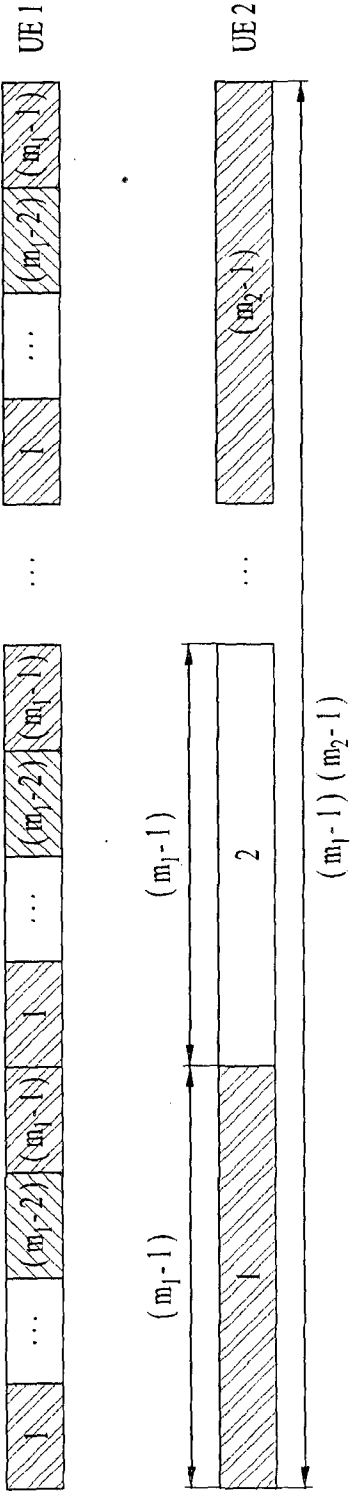


FIG. 10

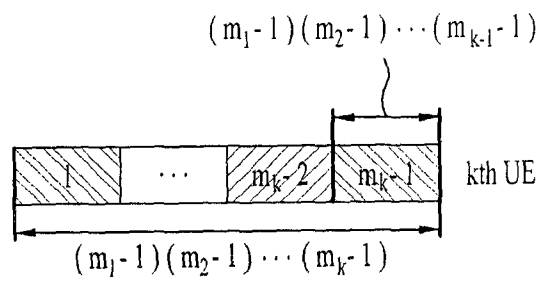


FIG. 11

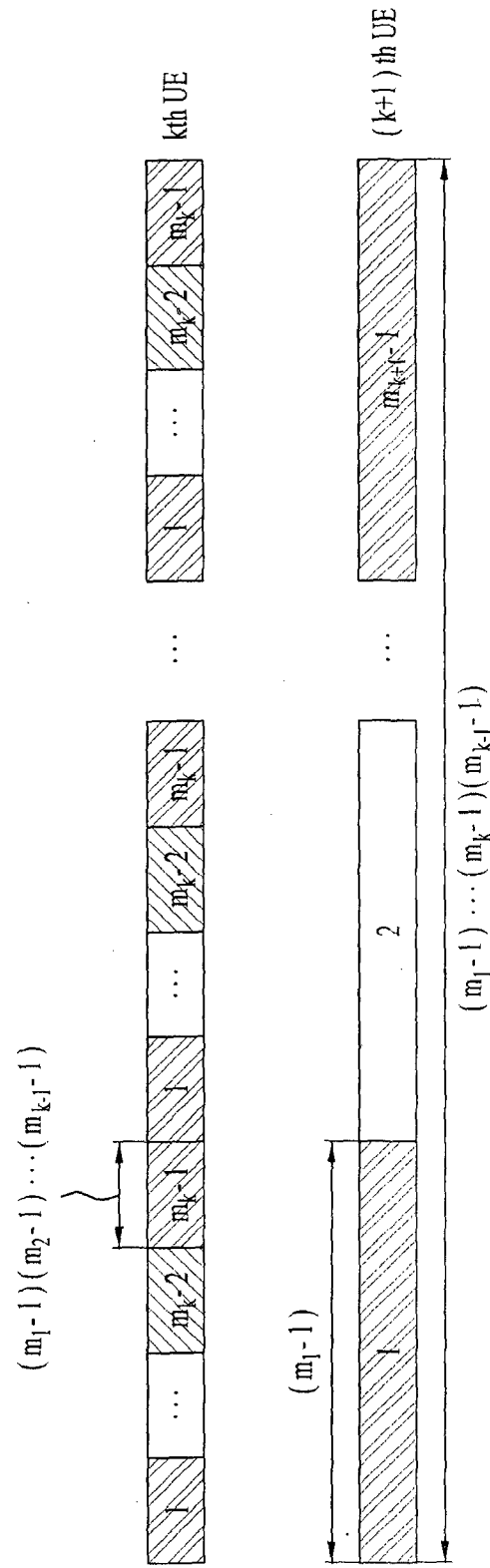


FIG. 12

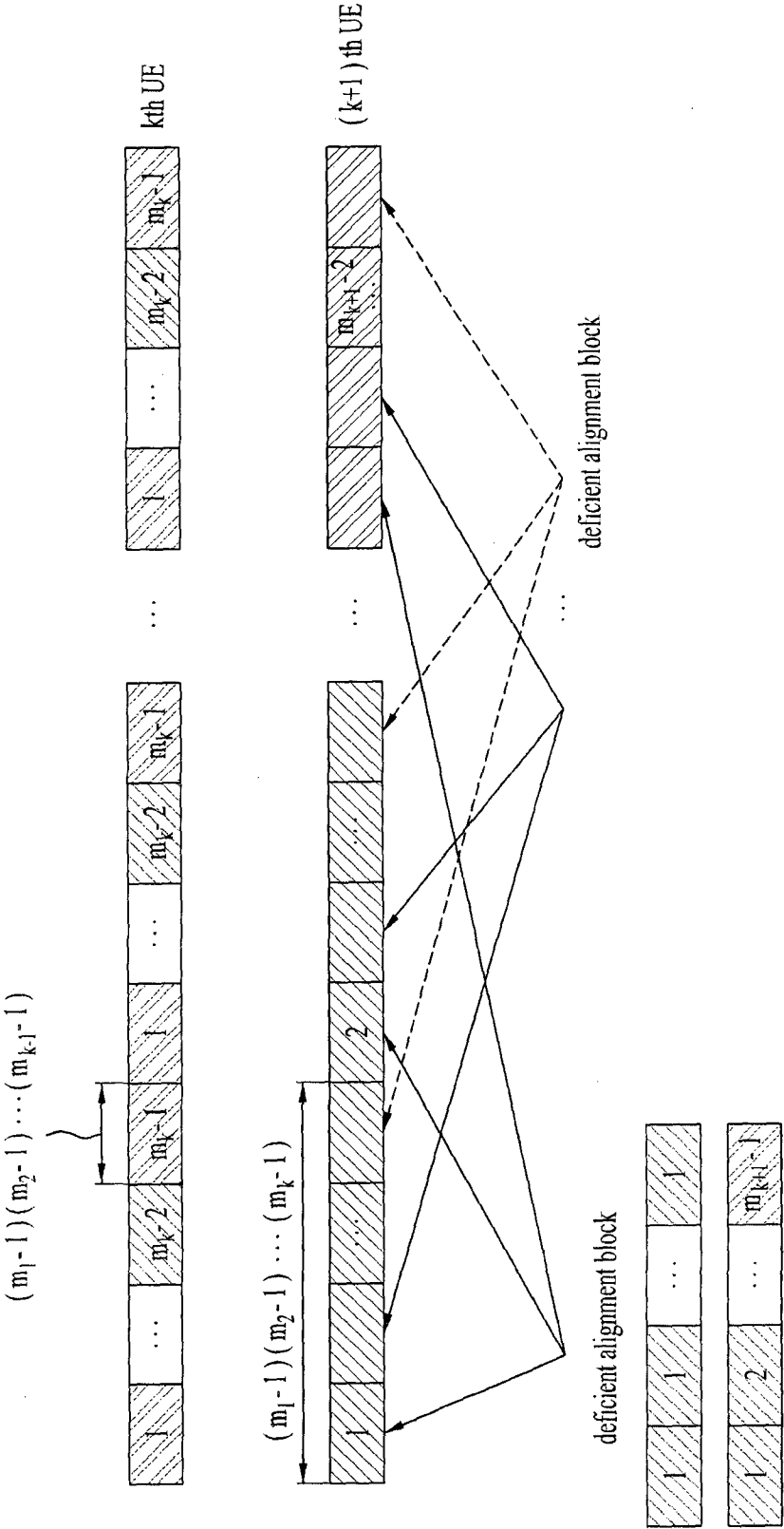


FIG. 13

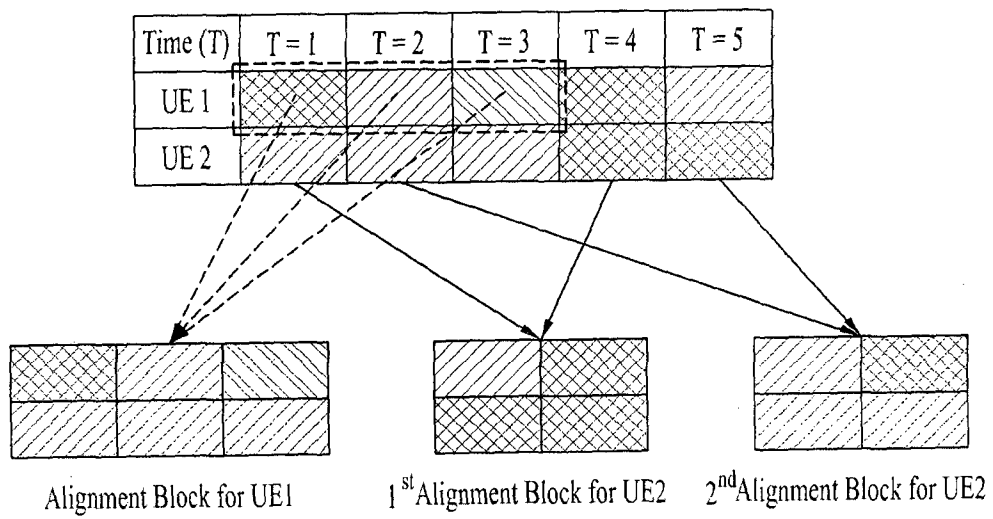


FIG. 14

Alignment Block for UE1

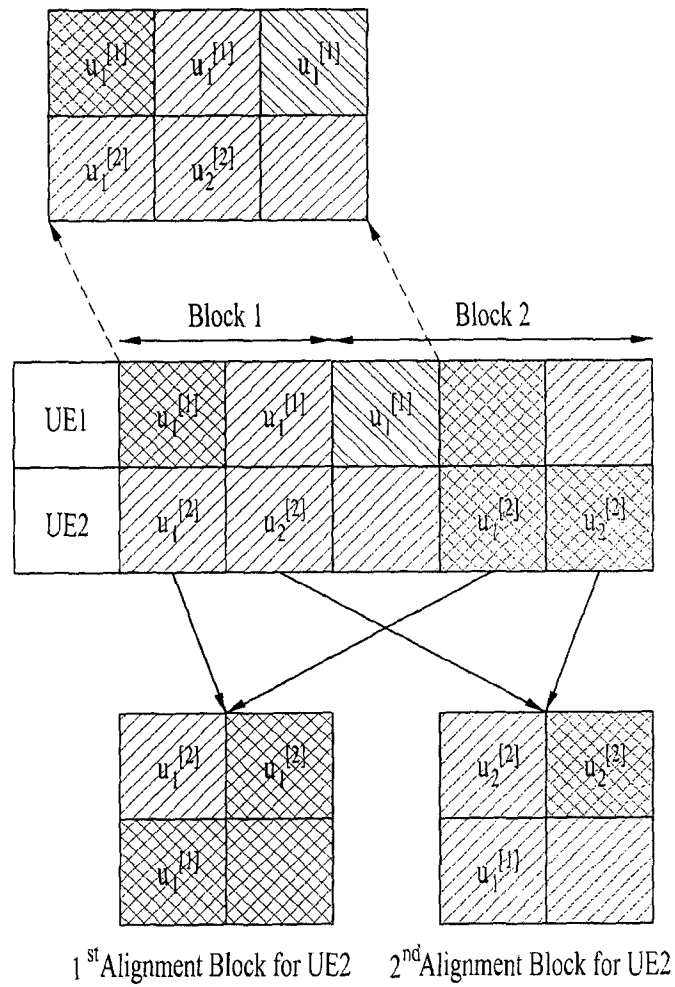


FIG. 15

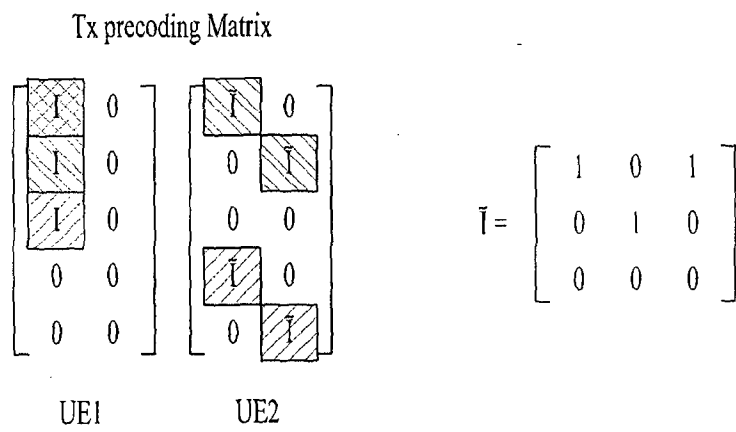




FIG. 17

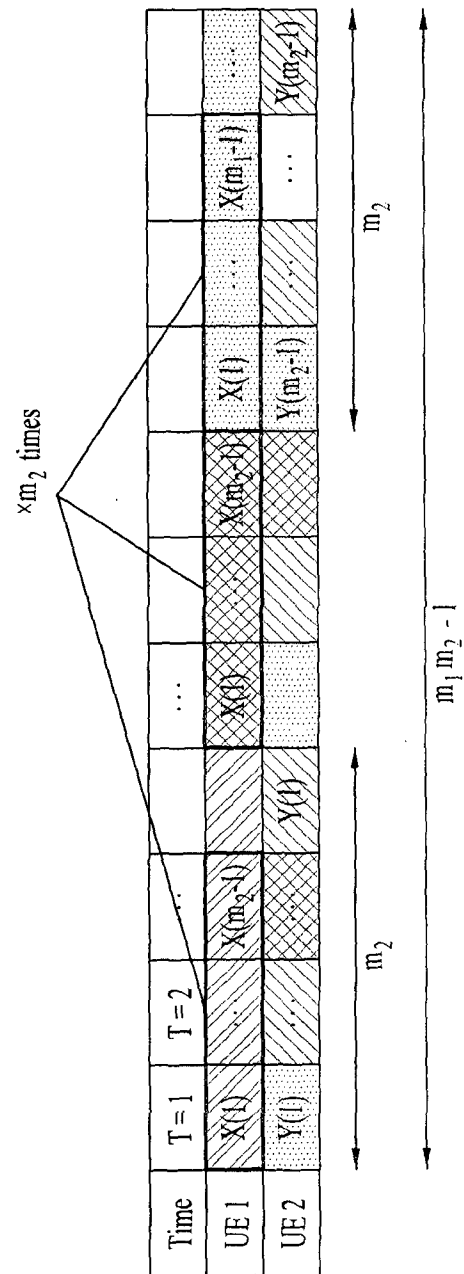


FIG. 18

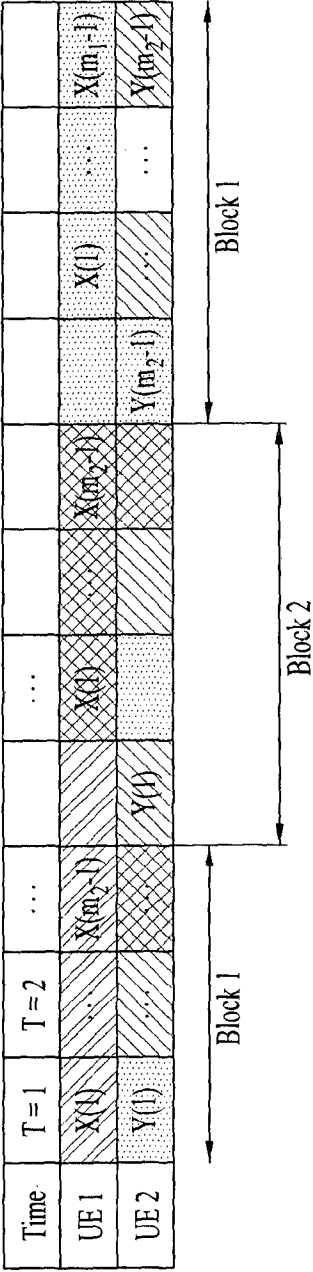


FIG. 19

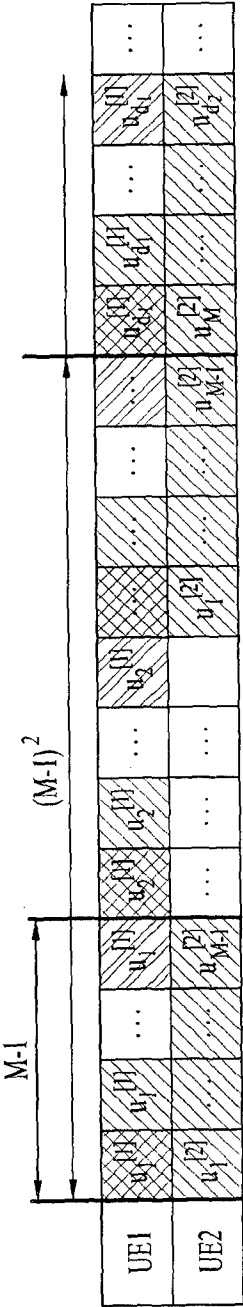


FIG. 20

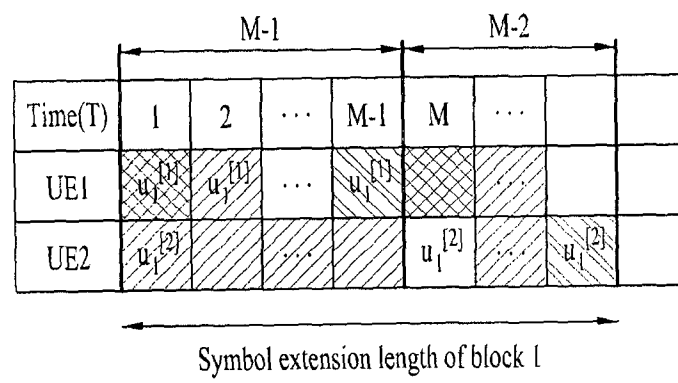


FIG. 21

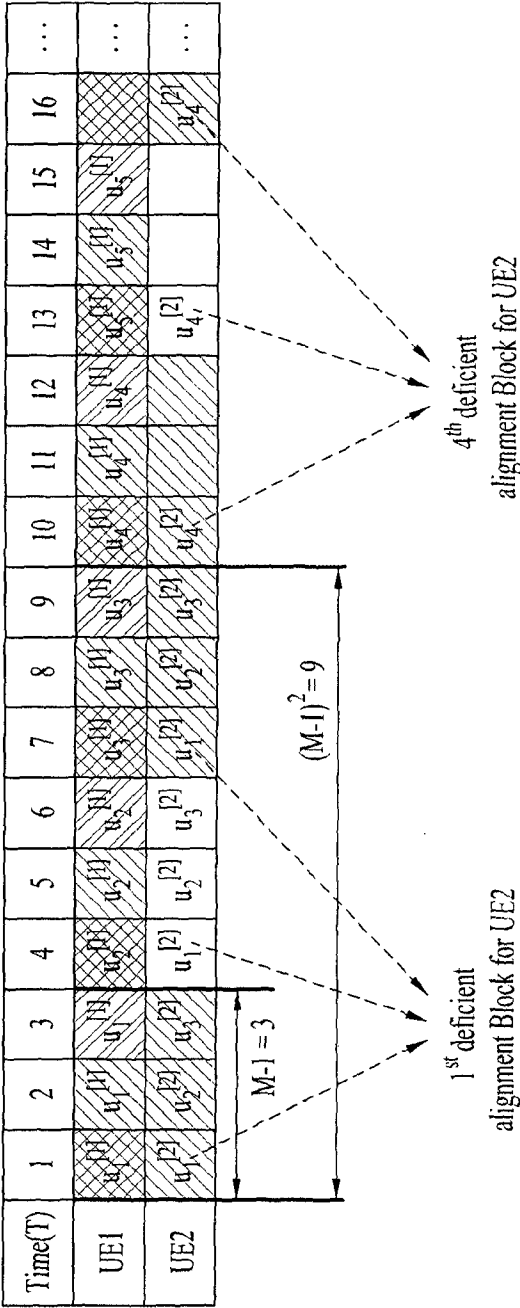


FIG. 22

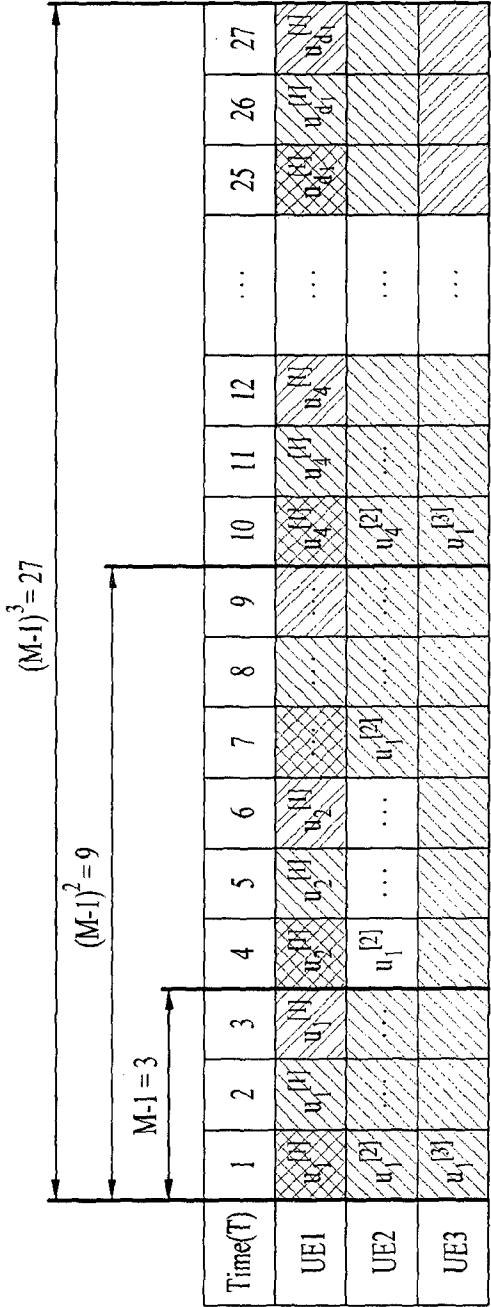


FIG. 23

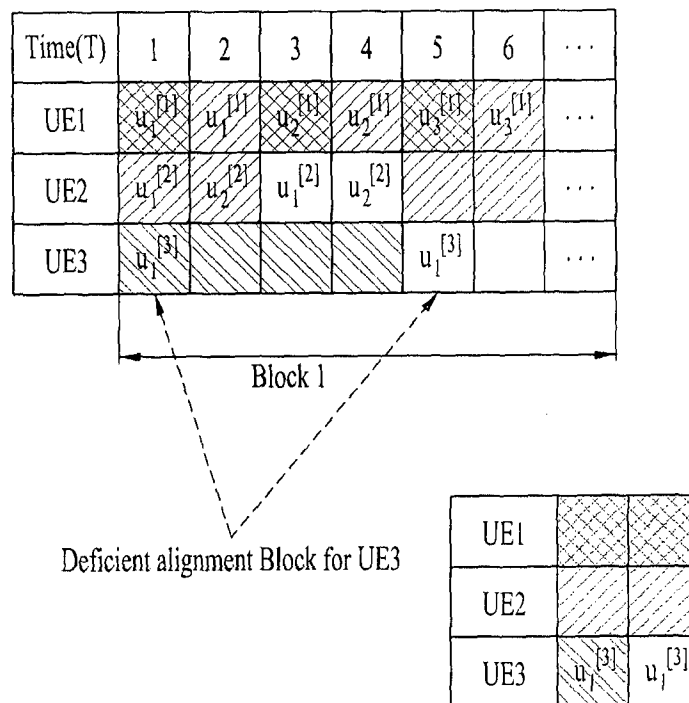


FIG. 24

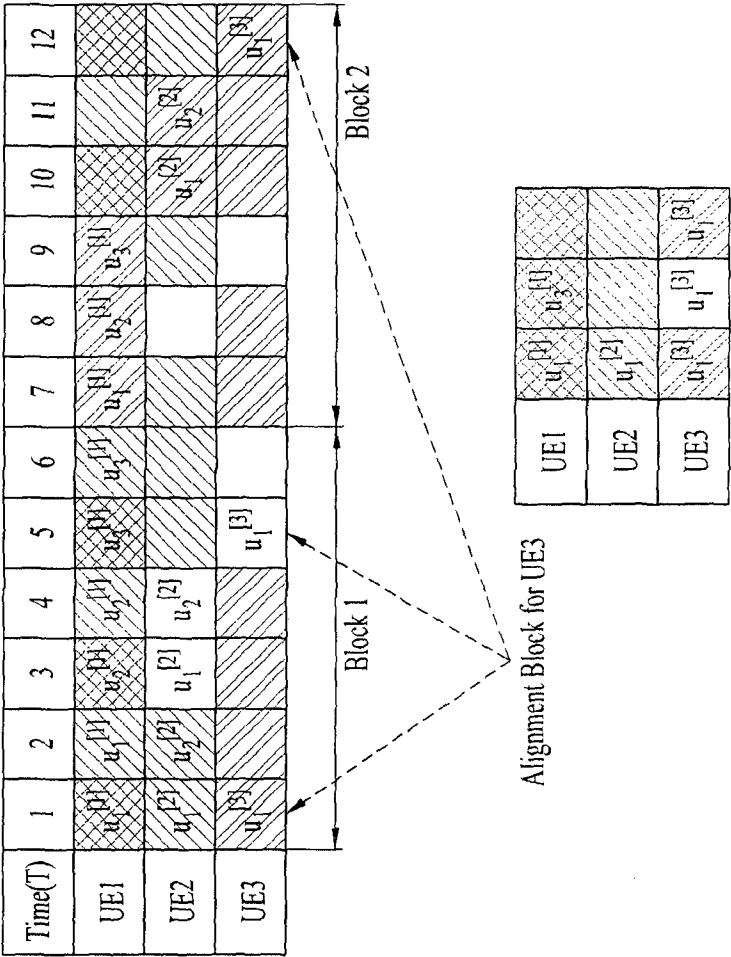


FIG. 25

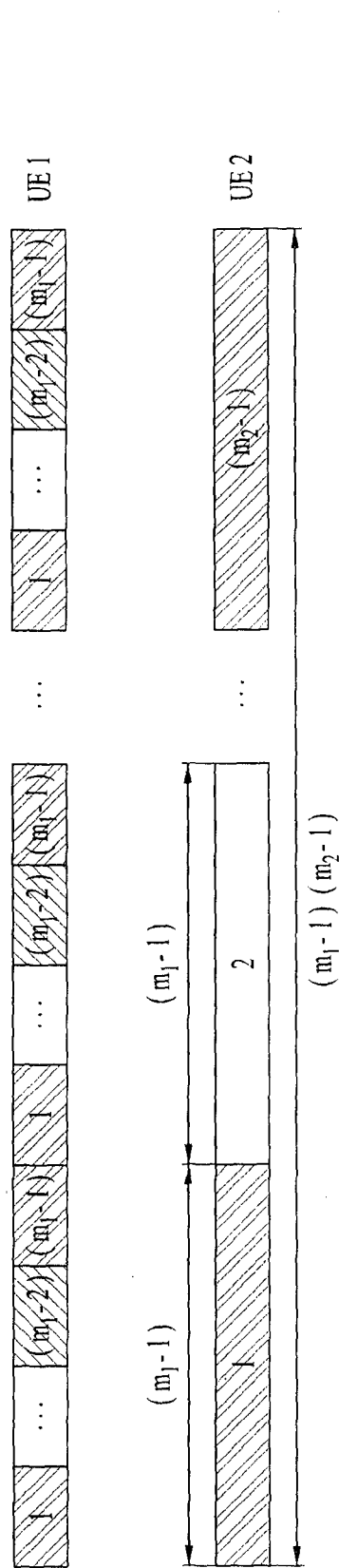


FIG. 26

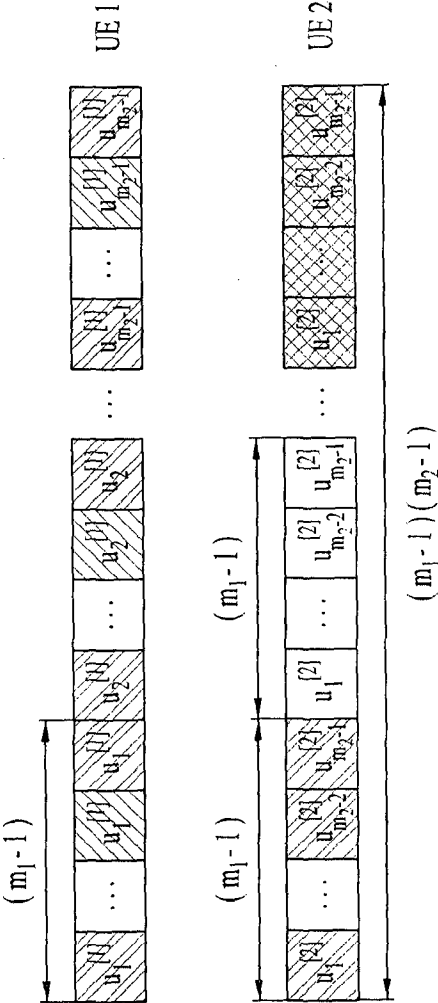


FIG. 27

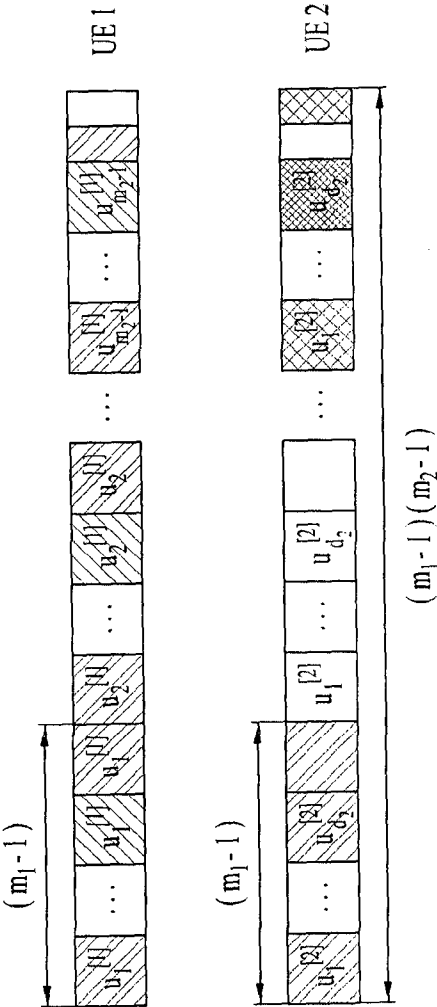


FIG. 28

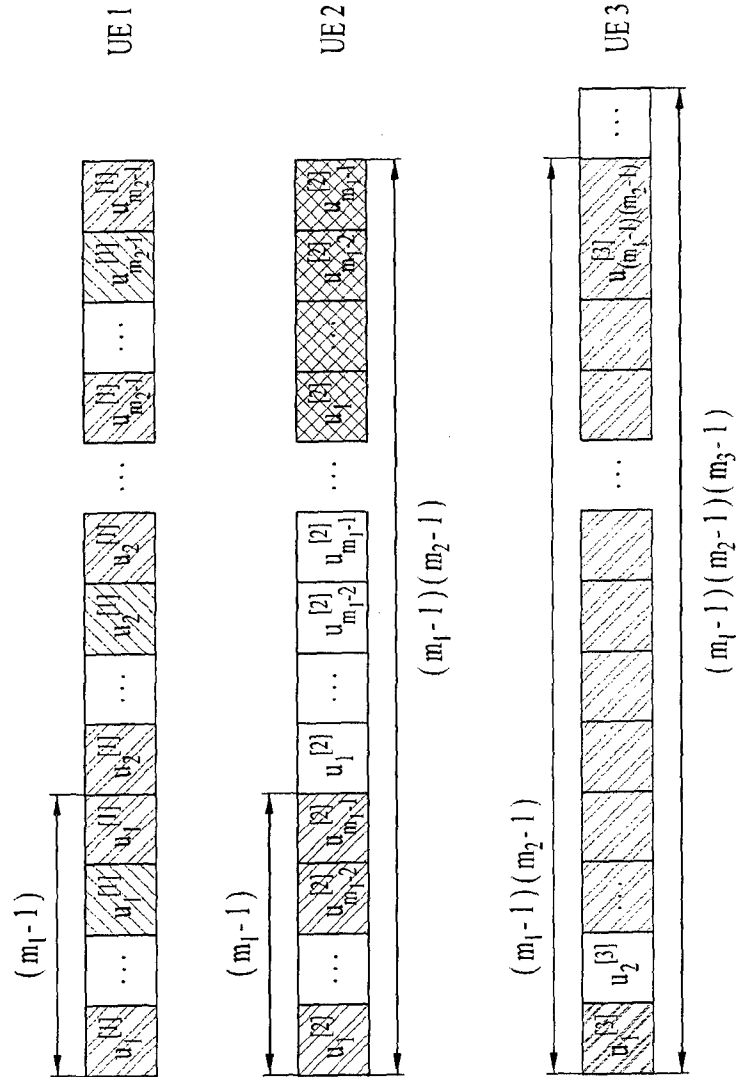


FIG. 29

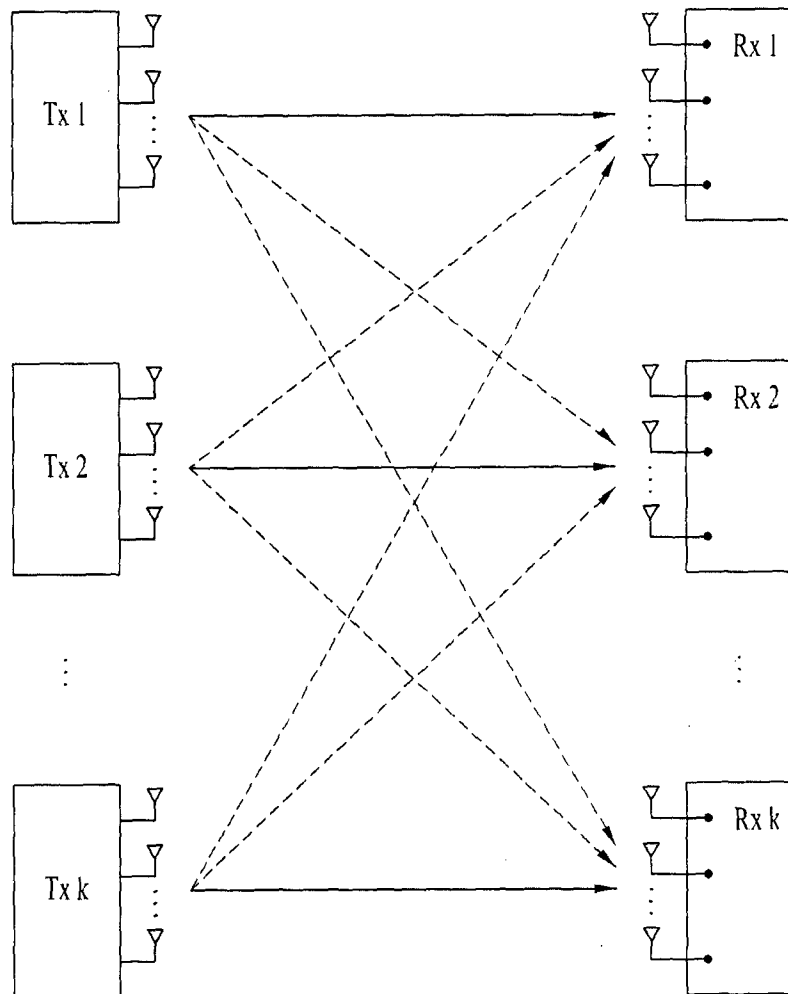


FIG. 30

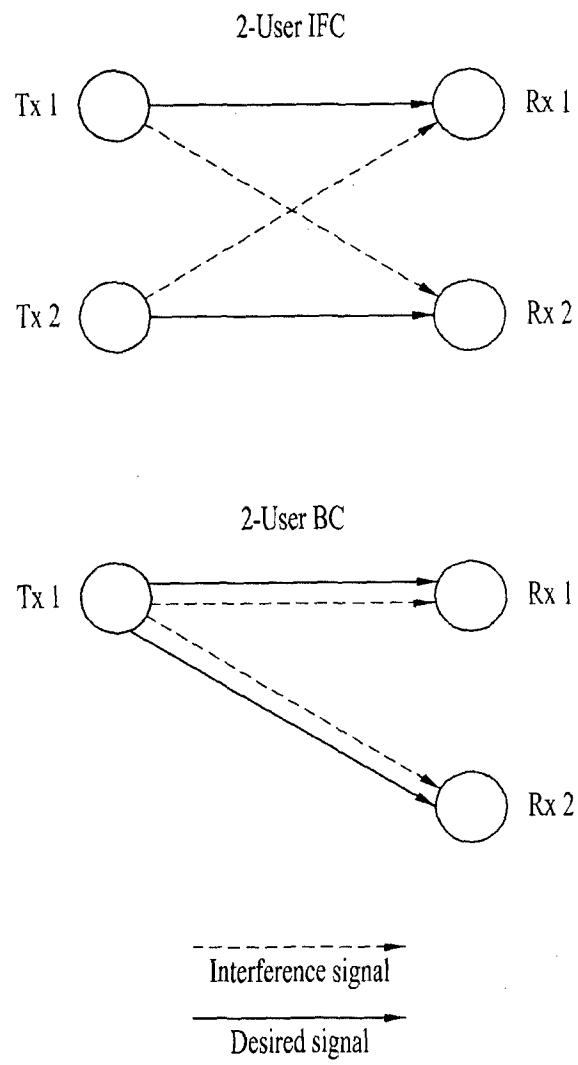
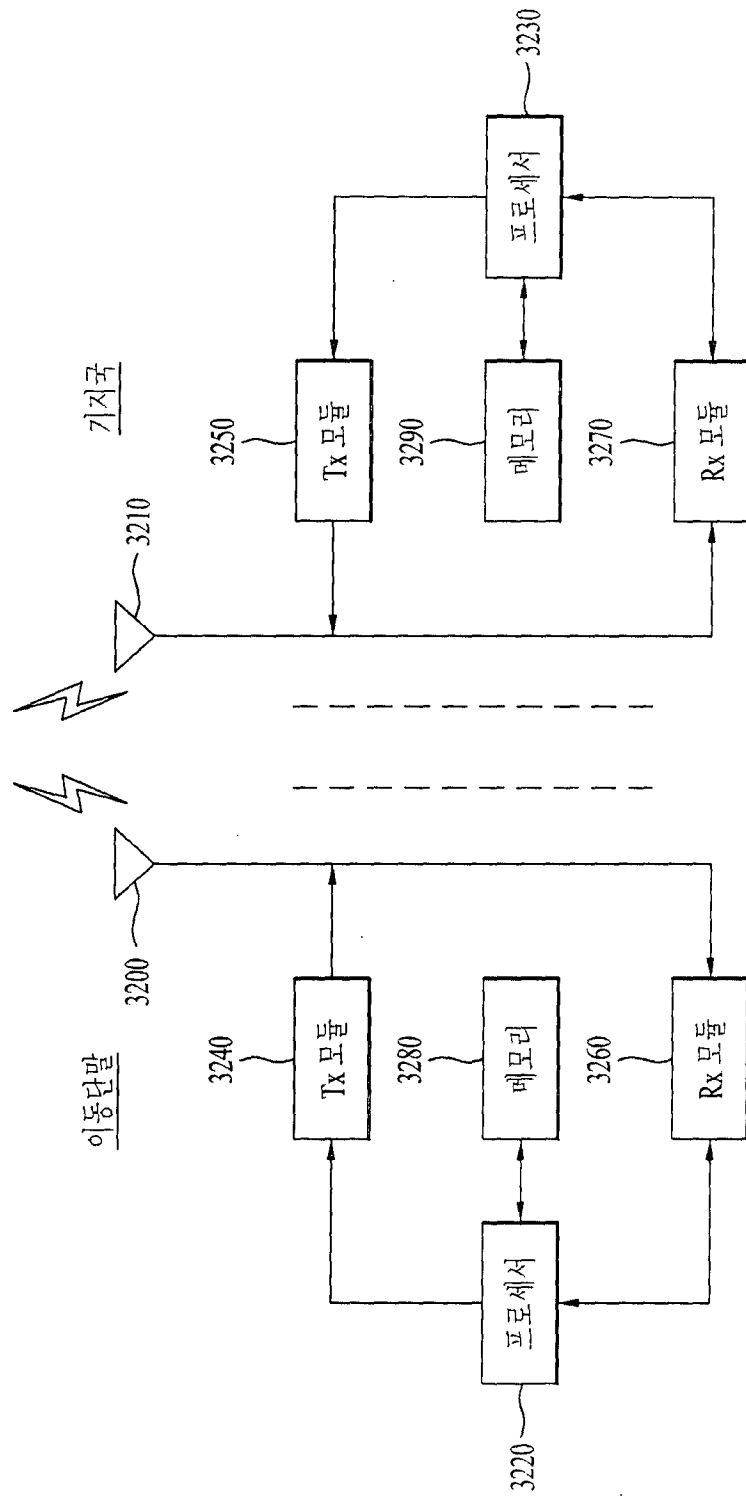


FIG. 31

$$\begin{aligned}
 X = & \left[ \begin{array}{cc} I_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ I_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ I_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \end{array} \right] \begin{bmatrix} u_{11}^{[1]} \\ u_{11}^{[1]} \\ u_{11}^{[1]} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \left[ \begin{array}{cc} \tilde{I} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & \tilde{I} \\ 0_{3 \times 3} & 0_{3 \times 3} \\ \tilde{I} & 0_{3 \times 3} \\ 0_{3 \times 3} & \tilde{I} \end{array} \right] \begin{bmatrix} u_{11}^{[2]} \\ u_{12}^{[2]} \\ 0 \\ u_{21}^{[2]} \\ u_{22}^{[2]} \\ 0 \end{bmatrix} \\
 & \text{Desired signal for UE 1} \qquad \qquad \text{Desired signal for UE 2}
 \end{aligned}$$

FIG. 32



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2013/011526****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H04B 7/04(2006.01)i, H04B 7/26(2006.01)i**

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H04B 7/04; H04B 7/08; H04L 25/03; H04W 52/04; H04B 7/26

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: Adaptive Blind Interference Alignment(Blind Interference Alignment: BIA), desired signal(desired signal), interference signal(interference signal), sorted block, symbol vector

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | Relevant to claim No. |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | CHENWEI WANG et al., "Aiming perfectly in the dark-blind interference alignment through staggered antenna switching", In: IEEE Transactions on Signal Processing (Volume:59, Issue:6), 17 March 2011<br>( <a href="http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&amp;arnumber=5734870">http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&amp;arnumber=5734870</a> )<br>See abstract and section 3.2. | 1,7                   |
| A         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 2-6,8-12              |
| A         | CHENWEI WANG et al., "Design and Operation of Blind Interference Alignment in cellular and cluster-based systems", In: Information Theory and Applications Workshop (ITA), 06 February 2011<br>( <a href="http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&amp;arnumber=5743601">http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&amp;arnumber=5743601</a> )<br>See section 2.                         | 1-12                  |
| A         | WO 2012-040441 A1 (NTT DOCOMO INC.) 29 March 2012<br>See paragraphs 90-92; and figures 2A, 2B.                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1-12                  |
| A         | US 2012-0058788 A1 (PAPADOPOULOS, Haralabos C, et al.) 08 March 2012<br>See paragraphs 22, 109-111; and figure 7.                                                                                                                                                                                                                                                                              | 1-12                  |
| A         | WO 2011-014709 A1 (QUALCOMM INC.) 03 February 2011<br>See paragraphs 81-91; and figure 10.                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 1-12                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

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

Date of the actual completion of the international search

20 MARCH 2014 (20.03.2014)

Date of mailing of the international search report

**21 MARCH 2014 (21.03.2014)**

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2013/011526**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member                                                                                                                                                                       | Publication<br>date                                                                                                                      |
|-------------------------------------------|---------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WO 2012-040441 A1                         | 29/03/2012          | JP 2013-541906 A<br>US 2012-0069824 A1                                                                                                                                                        | 14/11/2013<br>22/03/2012                                                                                                                 |
| US 2012-0058788 A1                        | 08/03/2012          | JP 2013-537023 A<br>WO 2012-031225 A2<br>WO 2012-031225 A3                                                                                                                                    | 26/09/2013<br>08/03/2012<br>24/05/2012                                                                                                   |
| WO 2011-014709 A1                         | 03/02/2011          | CN 102474480 A<br>EP 2460282 A1<br>JP 2013-501416 A<br>KR 10-1308564 B1<br>KR 10-2012-0053023 A<br>TW 201115958 A<br>TW 1404365 B<br>US 2011-0044269 A1<br>US 2013-176881 A1<br>US 8437298 B2 | 23/05/2012<br>06/06/2012<br>10/01/2013<br>13/09/2013<br>24/05/2012<br>01/05/2011<br>01/08/2013<br>24/02/2011<br>11/07/2013<br>07/05/2013 |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

H04B 7/04(2006.01)i, H04B 7/26(2006.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H04B 7/04; H04B 7/08; H04L 25/03; H04W 52/04; H04B 7/26

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC  
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 적응적 블라인드 간섭 정렬(Blind Interference Alignment: BIA), 선호신호(desired signal), 간섭신호(interference signal), 정렬블록, 심볼벡터

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 관련 청구항   |
|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| X     | CHENWEI WANG 외 2명, `Aiming perfectly in the dark-blind interference alignment through staggered antenna switching`, In: IEEE Transactions on Signal Processing (Volume:59, Issue:6), 2011.03.17<br>( <a href="http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&amp;arnumber=5734870">http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&amp;arnumber=5734870</a> )<br>요약; 및 섹션 3.2 참조. | 1,7      |
| A     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 2-6,8-12 |
| A     | CHENWEI WANG 외 3명, `Design and Operation of Blind Interference Alignment in cellular and cluster-based systems`, In: Information Theory and Applications Workshop (ITA), 2011.02.06<br>( <a href="http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&amp;arnumber=5743601">http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&amp;arnumber=5743601</a> )<br>섹션 2 참조.                     | 1-12     |
| A     | WO 2012-040441 A1 (NTT DOCOMO INC.) 2012.03.29<br>단락 90-92; 및 도면 2A, 2B 참조.                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1-12     |
| A     | US 2012-0058788 A1 (HARALABOS C. PAPADOPOULOS 외 2명) 2012.03.08<br>단락 22, 109-111; 및 도면 7 참조.                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 1-12     |
| A     | WO 2011-014709 A1 (QUALCOMM INC.) 2011.02.03<br>단락 81-91; 및 도면 10 참조.                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 1-12     |



추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.



대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

\* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2014년 03월 20일 (20.03.2014)

국제조사보고서 발송일

2014년 03월 21일 (21.03.2014)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청  
(302-701) 대전광역시 서구 청사로 189,  
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-472-7140

심사관

강희곡

전화번호 +82-42-481-8264



| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                                                                                                                                                                                        | 공개일                                                                                                                                      |
|-----------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| WO 2012-040441 A1     | 2012/03/29 | JP 2013-541906 A<br>US 2012-0069824 A1                                                                                                                                                        | 2013/11/14<br>2012/03/22                                                                                                                 |
| US 2012-0058788 A1    | 2012/03/08 | JP 2013-537023 A<br>WO 2012-031225 A2<br>WO 2012-031225 A3                                                                                                                                    | 2013/09/26<br>2012/03/08<br>2012/05/24                                                                                                   |
| WO 2011-014709 A1     | 2011/02/03 | CN 102474480 A<br>EP 2460282 A1<br>JP 2013-501416 A<br>KR 10-1308564 B1<br>KR 10-2012-0053023 A<br>TW 201115958 A<br>TW I404365 B<br>US 2011-0044269 A1<br>US 2013-176881 A1<br>US 8437298 B2 | 2012/05/23<br>2012/06/06<br>2013/01/10<br>2013/09/13<br>2012/05/24<br>2011/05/01<br>2013/08/01<br>2011/02/24<br>2013/07/11<br>2013/05/07 |