



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2014년08월29일  
 (11) 등록번호 10-1435846  
 (24) 등록일자 2014년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04B 7/02 (2006.01) H04B 1/14 (2006.01)  
 (21) 출원번호 10-2009-0029430  
 (22) 출원일자 2009년04월06일  
 심사청구일자 2012년01월19일  
 (65) 공개번호 10-2010-0048845  
 (43) 공개일자 2010년05월11일  
 (30) 우선권주장  
 61/109,511 2008년10월30일 미국(US)  
 (뒷면에 계속)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20070265037 A1  
 KR1020080040543 A  
 KR1020060038812 A

(73) 특허권자  
 엘지전자 주식회사  
 서울특별시 영등포구 여의대로 128 (여의도동)  
 (72) 발명자  
 이육봉  
 경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1  
 연구단지 (호계동)  
 김수남  
 경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1  
 연구단지 (호계동)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
 김용인, 박영복

전체 청구항 수 : 총 15 항

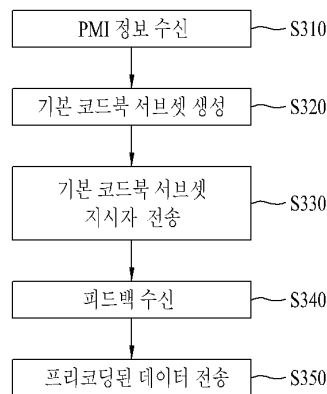
심사관 : 강철수

(54) 발명의 명칭 **다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템에서 간섭 제어 방법**

**(57) 요약**

본 발명은 무선 통신시스템에서 간섭 제어 방법에 관한 것이다. 본 발명의 일 양상에 따른 다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템의 간섭 제어 방법에 있어서, 송신단은 기본 코드북 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 프리코딩 행렬을 포함하는 기본 코드북 서브셋을 생성하고, 상기 기본 코드북 서브셋이 포함하는 프리코딩 행렬을 나타내는 기본 코드북 서브셋 지시자를 수신단으로 전송한다.

**대표도** - 도3



(72) 발명자

**김재완**

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연  
구단지 (호계동)

**임동국**

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연  
구단지 (호계동)

**임빈철**

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연  
구단지 (호계동)

**이문일**

경기도 안양시 동안구 흥안대로81번길 77, LG제1연  
구단지 (호계동)

(30) 우선권주장

61/110,601 2008년11월02일 미국(US)

61/151,161 2009년02월09일 미국(US)

**특허청구의 범위**

**청구항 1**

다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템 내 송신단에서의 간섭 제어 방법에 있어서,

기본 코드북 중에서 선택된 기본 코드북 서브셋을 나타내는 기본 코드북 서브셋 지시자를 전송;

상기 기본 코드북과 상기 기본 코드북 서브셋 중 수신단이 사용할 코드북을 나타내는 지시정보를 상기 수신단에 전송; 및

상기 수신단에 의해 선택된 프리코딩 행렬을 지시하는 식별정보를 상기 수신단으로부터 수신하는 것을 포함하며,

상기 프리코딩 행렬은 상기 지시정보가 상기 수신단이 상기 기본 코드북을 사용할 것을 나타내면 상기 기본 코드북으로부터 선택된 것이고, 상기 지시정보가 상기 수신단이 상기 기본 코드북 서브셋을 사용할 것을 나타내면 상기 기본 코드북 서브셋에서 선택된 것인,

간섭 제어 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 기본 코드북 서브셋 지시자는 브로드캐스트되고, 상기 지시정보는 상기 수신단으로 유니캐스트되는,

간섭 제어 방법.

**청구항 3**

제1항에 있어서,

상기 기본 코드북 서브셋이 선택되는 상기 기본 코드북은 랭크-1용으로 정의된 코드북인,

간섭 제어 방법.

**청구항 4**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

인접 셀의 송신단에 의한 사용이 상기 수신단에 강한 간섭을 주는 프리코딩 행렬 또는 상기 인접 셀의 송신단에 의한 사용이 상기 수신단에 강한 간섭을 주지 않는 프리코딩 행렬을 지시하는 프리코딩 행렬정보를 수신하는 것을 더 포함하고,

상기 기본 코드북 서브셋 지시자는 상기 프리코딩 행렬정보를 바탕으로 전송되는,

간섭 제어 방법.

**청구항 5**

다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템 내 수신단에서의 간섭 제어 방법에 있어서,

기본 코드북에서 선택된 기본 코드북 서브셋을 나타내는 기본 코드북 서브셋 지시자를 수신;

상기 수신단이 기본 코드북을 사용할지 상기 기본 코드북 서브셋을 사용할지를 나타내는 지시정보를 수신; 및

상기 지시정보에 따라 상기 기본 코드북 또는 상기 기본 코드북 서브셋으로부터 선택된, 프리코딩 행렬을 지시하는 식별정보를 전송하는 것을 포함하는,

간섭 제어 방법.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

상기 기본 코드북 서브셋 지시자는 송신단에 의해 브로드캐스트되고, 상기 지시정보는 상기 송신단에 의해 상기 수신단으로 유니캐스트되는,

간접 제어 방법.

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 기본 코드북 서브셋이 선택되는 상기 기본 코드북은 랭크-1용으로 정의된 코드북인,

간접 제어 방법.

**청구항 8**

제5항에 있어서,

다중-사용자 페루프 MIMO용으로 정의된 코드북을 사용하여 상기 식별정보를 전송할 것을 상기 수신단에 지시하는 다중-사용자 기본 코드북 타입정보를 더 수신하는,

간접 제어 방법.

**청구항 9**

제5항에 있어서,

단일-사용자 페루프 MIMO용으로 정의된 코드북을 사용하여 상기 식별정보를 전송할 것을 상기 수신단에 지시하는 단일-사용자 기본 코드북 타입정보를 더 수신하는,

간접 제어 방법.

**청구항 10**

제5항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프리코딩 행렬은 상기 지시정보가 상기 수신단이 상기 기본 코드북을 사용할 것을 나타내면 상기 기본 코드북으로부터 선택되고, 상기 지시정보가 상기 수신단이 상기 기본 코드북 서브셋을 사용할 것을 나타내면 상기 기본 코드북 서브셋에서 선택되는,

간접 제어 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서,

인접 셀의 송신단에 의한 사용이 상기 수신단에 강한 간섭을 주는 프리코딩 행렬 또는 상기 인접 셀의 송신단에 의한 사용이 상기 수신단에 강한 간섭을 주지 않는 프리코딩 행렬을 지시하는 프리코딩 행렬정보를 전송하는 것을 더 포함하는,

간접 제어 방법.

**청구항 12**

다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템의 기지국이 간접 제어를 수행함에 있어서,

기본 코드북 중에서 선택된 기본 코드북 서브셋을 나타내는 기본 코드북 서브셋 지시자를 전송;

상기 기본 코드북과 상기 기본 코드북 서브셋 중 수신단이 사용할 코드북을 나타내는 지시정보를 상기 수신단에 전송; 및

상기 수신단에 의해 선택된 프리코딩 행렬을 지시하는 식별정보를 상기 수신단으로부터 수신하도록 구성되며,

상기 프리코딩 행렬은 상기 지시정보가 상기 수신단이 상기 기본 코드북을 사용할 것을 나타내면 상기 기본 코드북으로부터 선택된 것이고, 상기 지시정보가 상기 수신단이 상기 기본 코드북 서브셋을 사용할 것을 나타내면

상기 기본 코드북 서브셋에서 선택된 것인,  
 기지국.

**청구항 13**

다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템의 단말이 간섭 제어를 수행함에 있어서,  
 기본 코드북에서 선택된 기본 코드북 서브셋을 나타내는 기본 코드북 서브셋 지시자를 수신;  
 상기 단말이 기본 코드북을 사용할지 상기 기본 코드북 서브셋을 사용할지를 나타내는 지시정보를 수신; 및  
 상기 지시정보에 따라 상기 기본 코드북 또는 상기 기본 코드북 서브셋으로부터 선택된, 프리코딩 행렬을 지시하는 식별정보를 전송하도록 구성된,  
 단말.

**청구항 14**

제13항에 있어서,  
 상기 기본 코드북 서브셋이 선택되는 상기 기본 코드북은 랭크-1용으로 정의된 코드북인,  
 단말.

**청구항 15**

제13항 또는 제14항에 있어서,  
 인접 셀의 기지국에 의한 사용이 상기 단말에 강한 간섭을 주는 프리코딩 행렬 또는 상기 인접 셀의 기지국에 의한 사용이 상기 단말에 강한 간섭을 주지 않는 프리코딩 행렬을 지시하는 프리코딩 행렬정보를 더 전송하도록 구성된,  
 단말.

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 무선 통신시스템에서 간섭 제어 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 다중안테나(Multi-Input Multi-Output, MIMO) 기술은 한 개의 송신안테나와 한 개의 수신안테나를 사용했던 것에서 탈피하여 다중 송신안테나와 다중 수신안테나를 사용하여 데이터의 송수신 효율을 향상시키는 기술이다.

[0003] 단일안테나를 사용하면 수신단이 데이터를 단일 안테나 경로를 통해 수신하지만, 다중안테나를 사용하면 수신단은 여러 경로를 통해 데이터를 수신한다. 따라서, 데이터 전송 속도와 전송량을 향상시킬 수 있고, 커버리지를 증대시킬 수 있다.

[0004] 일반적으로 다중안테나를 사용하는 무선 통신 시스템에는 수신단으로부터의 피드백 정보를 이용하지 않는 개루프(open-loop) 다중안테나 시스템과 수신단으로부터의 피드백 정보를 이용하는 폐루프(closed-loop) 다중안테나 시스템이 있다. 폐루프 다중안테나 시스템은 수신단이 채널 상태에 관한 피드백 정보를 송신단으로 전송하고 이

를 통해 송신단이 채널 상태를 파악하도록 하여 무선 통신 시스템의 성능을 향상시킨다.

[0005] 송신단은 전송할 데이터에 프리코딩 행렬(precoding matrix)을 곱하여 전송한다. 따라서, 송신단이 다중안테나를 통해 전송하는 송신 신호( $\mathbf{y}$ )는 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 1**

[0006]  $\mathbf{y}=\mathbf{W}\mathbf{z}$

[0007] 여기서,  $\mathbf{W}$ 는 미리 정해진 코드북의 원소이고,  $\mathbf{z}$ 는 MIMO 인코더에서 출력된 신호이다.  $\mathbf{z}$ 는 공간주파수 블록 코딩(spatial frequency block coding, SFBC) 또는 공간시간 블록 코딩(spatial time block coding, STBC)으로 인코딩 될때는 수학식 2와 같고, MIMO 인코더가 공간 다중화(spatial multiplexing)를 이용하거나 랭크와 스트림이 1인 경우에는  $\mathbf{z}$ 는 수학식 3과 같다.

**수학식 2**

[0008]

$$\mathbf{z}=\begin{bmatrix} s_1 & -s_2^* \\ s_2 & s_1^* \end{bmatrix}$$

**수학식 3**

[0009]

$$\mathbf{z}=\begin{bmatrix} s_1 \\ s_2 \\ \vdots \\ s_R \end{bmatrix}$$

[0010] 수학식 2 및 3에서, 행의 인덱스는 스트림 인덱스(stream index)이고, 열의 인덱스는 공간주파수 블록 코딩일 경우에는 부반송파의 인덱스이고, 공간시간 블록 코딩일 경우에는 시간의 인덱스일 수 있다.

[0011] 페루프 다중안테나 시스템에서는 수신단이 송수신단과 미리 공유하고 있는 코드북에서 프리코딩 행렬을 선택하여 선택된 프리코딩 행렬의 인덱스를 송신단으로 피드백하면, 송신단은 피드백된 프리코딩 행렬을 전송할 데이터에 곱하여 전송한다. 개루프 다중안테나 시스템에서는 수신단이 프리코딩 행렬을 피드백하지 않고 송신단이 미리 정해진 코드북의 프리코딩 행렬을 순환적으로 사용하여 전송할 데이터를 프리코딩한다.

[0012] 그런데, 프리코딩 또는 빔포밍(beamforming)과 같은 기술들을 사용하는 경우, 사용되는 프리코딩 행렬 또는 빔포머(beamformer)가 인접 셀에 간섭을 줄 수 있다. 이러한 간섭에 의해 수신단의 신호 수신 성능이 감소되는 문제가 있다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

[0013] 위에서 설명한 바와 같이, 종래 기술에 따르면 프리코딩을 하는 경우 인접 셀의 프리코딩 행렬에 의해 수신단이 간섭을 받아 수신단의 신호 수신 성능이 감소되는 문제가 있다.

[0014] 본 발명의 목적은 무선 통신 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 간섭 제어 방법을 제공하는 것이다.

- [0015] 본 발명의 목적은 인접셀로부터의 간섭을 줄일 수 있는 간섭 제어 방법을 제공하는 것이다.
- [0016] 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제 해결수단**

- [0017] 상기 과제를 달성하기 위해, 본 발명의 일 양상에 따른 다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템의 간섭 제어 방법에 있어서, 송신단은 기본 코드북 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 프리코딩 행렬을 포함하는 기본 코드북 서브셋을 생성하고, 상기 기본 코드북 서브셋이 포함하는 프리코딩 행렬을 나타내는 기본 코드북 서브셋 지시자를 수신단으로 전송한다.
- [0018] 이 때, 상기 송신단은 인접셀의 수신단 또는 송신단으로부터 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 프리코딩 행렬 인덱스(precoding matrix index) 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 프리코딩 행렬 인덱스 정보를 수신하여 수신한 프리코딩 행렬 인덱스 정보를 고려하여 상기 기본 코드북 서브셋을 생성할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 송신단은 상기 수신단에게 상기 수신단이 상기 기본 코드북을 사용할지 상기 기본 코드북 서브셋을 사용할지를 알려주는 코드북 코디네이션 인에이블을 전송할 수 있다.
- [0020] 아울러, 상기 기본 코드북 서브셋 지시자는 브로드캐스트(broadcast)될 수 있고, 상기 코드북 코디네이션 인에이블은 유니캐스트(unicast)될 수 있다.
- [0021] 상기 과제를 달성하기 위해, 본 발명의 다른 양상에 따른 다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템의 간섭 제어 방법에 있어서, 송신단은 인접셀의 수신단으로부터 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 프리코딩 행렬 인덱스(precoding matrix index, PMI) 정보를 수신하고, 상기 프리코딩 행렬 인덱스 정보를 고려하여 미리 생성되어 있는 기본 코드북 서브셋에서 사용할 서브셋을 선택하고, 상기 기본 코드북 서브셋의 인덱스를 수신단으로 전송한다.
- [0022] 이때, 상기 송신단은 상기 기본 코드북 서브셋에 포함된 프리코딩 행렬들을 순환적으로 사용하여 전송할 데이터를 프리코딩할 수 있다.
- [0023] 상기 과제를 달성하기 위해, 본 발명의 또 다른 양상에 따른 다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템의 간섭 제어 방법에 있어서, 수신단은 기본 코드북 중에서 선택된 적어도 하나 이상의 프리코딩 행렬을 포함하는 기본 코드북 서브셋이 포함하는 프리코딩 행렬을 나타내는 기본 코드북 서브셋 지시자를 송신단으로부터 수신하고, 상기 수신단이 기본 코드북을 사용할지 상기 기본 코드북 서브셋을 사용할지를 알려주는 지시정보를 수신한다.

**효과**

- [0024] 본 발명의 실시예들에 따르면 다음과 같은 효과가 있다.
- [0025] 첫째, 효율적으로 기본 코드북 서브셋을 생성하여 사용함으로써 무선 통신 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0026] 둘째, 인접셀에서 사용 제한을 요청한 프리코딩 행렬을 사용하지 않음으로써 인접셀에게 미치는 간섭을 줄일 수 있다.
- [0027] 셋째, 미리 기본 코드북 서브셋을 생성해 두고 송신단이 수신단에게 기본 코드북 서브셋의 인덱스를 전송함으로써 오버헤드를 줄일 수 있다.
- [0028] 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- [0029] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를

붙였다.

- [0030] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...기", "모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0031] 먼저, 본 발명의 실시예가 적용될 수 있는 송신단에 대해 도 1을 참조하여 설명한다. 도 1은 본 발명의 실시예가 적용될 수 있는 송신단의 구성도이다.
- [0032] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예가 적용될 수 있는 송신단은 스케줄러(110), 인코더(120), 자원 매핑부(130), MIMO 인코더(140), 프리코더(150), OFDM(Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 심볼 생성부(160) 및 역고속 푸리에 변환부(inverse fast Fourier transform, 이하 "IFFT"라 함)(170)를 포함한다.
- [0033] 스케줄러(110)는 사용자 데이터를 자원에 할당하는데 관련된 여러 가지 요소를 결정한다. 즉, 자원 할당 타입, MIMO 모드, 랭크, MCS(modulation and coding rate) 레벨, 부스팅 값(power boosting value), SU(single user)-MIMO인지 MU(multi user)-MIMO인지 여부 등을 결정한다. 자원 할당 타입에는 분산형(distributed) 자원 할당과 집중형(localized) 자원 할당이 있고, MIMO 모드에는 개루프 전송 방식과 페루프 전송 방식이 있다.
- [0034] 인코더(120)는 입력된 데이터 스트림을 채널 코딩하고 변조한다.
- [0035] 채널 코딩은 데이터가 채널을 통해 전송되는 도중에 발생하는 에러를 수신측에서 정정할 수 있도록 시스템 비트들(system bits)에 패리티 비트들(parity bits)을 추가하는 것이다. 채널 코딩 방법으로서 콘볼루션 코딩, 터보 코딩 또는 저밀도 패리티 검사(Low Density Parity Check, LDPC) 코딩 방법 등이 사용될 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0036] 변조 방식에는 직교 위상 편이 변조(quadrature phase shift keying, QPSK) 또는 직교 진폭 변조(Qadrature Amplitude Modulation, QAM) 등이 있다.
- [0037] 자원 매핑부(130)는 변조된 심볼을 자원에 매핑한다.
- [0038] MIMO 인코더(140)는 매핑된 데이터를 다중 안테나 인코딩한다. 다중 안테나 인코딩은 데이터 심볼들을 다수의 송신 안테나를 통해 전송하는 경우, 시스템의 용량(capacity), 쓰루풋(throughput) 및 커버리지(coverage) 등을 증대시키기 위해 데이터를 미리 약속된 방법으로 처리하는 것이다. 다중 안테나 인코딩 방법으로는 공간 다중화(Spatial Multiplexing, SM), 공간 분할 다중화(Spatial Division Multiplexing, SDM) 기법, 시간 및 공간 블록 코딩 기법, 공간 및 주파수 블록 코딩기법 등이 있다.
- [0039] 프리코더(150)는 MIMO 인코딩된 데이터에 프리코딩 행렬을 곱하여 물리적(physical) 송신 안테나에 맵핑한다. 개루프 다중안테나 시스템에서는 미리 정해진 코드북이 포함하는 복수의 프리코딩 행렬을 순환적으로 사용하여 데이터를 프리코딩 하고, 페루프 다중안테나 시스템에서는 수신단이 미리 정해진 코드북에서 최적의 프리코딩 행렬을 선택하여 송신단으로 피드백하면 송신단은 피드백된 프리코딩 행렬을 사용하여 데이터를 프리코딩한다.
- [0040] OFDM 심볼 생성부(160)는 데이터를 OFDM 심볼에 매핑하고, IFFT(170)는 주파수 영역의 데이터를 시간영역으로 변환한다. 그러면 송신단은 시간영역의 데이터를 다중 안테나를 통해 수신단으로 전송한다.
- [0041] 수신단은 송신단이 전송한 신호를 수신하는데, 수신된 신호(X)는 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 4**

[0042]  $X=HW; z+n$

[0043] 여기서, H는 송신단과 수신단 사이의 채널을 나타내고, n은 0의 평균값을 갖는 가우시안 노이즈(zero mean Gaussian noise)를 나타내고, W<sub>i</sub>는 송신단이 사용한 프리코딩 행렬을 나타낸다. W<sub>i</sub>는 미리 정해진 코드북에서 선택된 프리코딩 행렬이거나 코드북에서 선택된 프리코딩 행렬로부터 만들어진 행렬이고, 코드북은 수학식 5와 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 5**

[0044]  $W=[W_1 W_2 \dots W_N]$



- [0045] 코드북은 랭크별 프리코딩 행렬을 포함할 수 있다. 랭크는 다중안테나를 통해 1회에 전송될 수 있는 데이터 스트림의 수를 나타낸다.
- [0046] 다음으로, 다중셀 환경에서 프리코딩 행렬에 의해 셀간 간섭이 발생하는 현상에 대해 설명한다.
- [0047] 도 2는 다중 셀 환경에서의 셀간 간섭을 보여주는 도면이다.
- [0048] 도 2의 셀 A(Cell\_A)에서 가장자리에 위치하고 있는 제1 단말(UE<sub>1</sub>)은, 서비스를 제공하는 기지국(BS1)으로부터 멀리 떨어져 있기 때문에 수신 신호(R<sub>1</sub>)가 매우 약하다. 그리고 제1 단말은 인접 셀(예컨대, Cell\_B, Cell\_C, Cell\_D)과의 경계부분에 위치하고 있어서 인접 셀에 의한 간섭을 받기 때문에, 매우 열악한 수신 성능을 보인다. 반면 셀 C에서 셀 안쪽에 위치하고 있는 제2 단말(UE<sub>2</sub>)은 서비스를 제공하는 기지국(BS3)에 근접한 거리에 위치하고 있어서 수신 신호(R<sub>2</sub>)의 강도가 매우 양호하며, 인접 셀(예컨대, Cell\_A, Cell\_B, Cell\_D)에 의한 간섭의 영향을 받으나 인접 셀로부터의 신호의 세기가 약하여 수신 성능에 거의 영향을 미치지 못한다. 따라서 셀의 가장자리에 위치한 단말은 셀의 안쪽에 위치한 단말보다 인접 셀의 간섭에 의해 성능이 저하된다.
- [0049] 이러한 다중 셀 환경에서 기지국들은 서로 동일한 코드북을 사용하여 각 셀에 위치하고 있는 단말에게 데이터를 전송한다. 이때, 각각의 단말에 사용되는 프리코딩 행렬들은 서로 완전히 독립적이지 않아 서로 상관성을 가지고 있거나, 프리코딩 행렬에 의한 빔패턴이 중첩되어 빔 패턴은 서로 영향을 미치게 된다. 따라서, 셀의 가장자리에 위치한 단말은 인접한 셀의 기지국이 인접한 셀 내의 단말에게 사용한 프리코딩 행렬에 의한 영향으로 강한 셀간 간섭을 받게 된다.
- [0050] 따라서, 본 발명의 실시예에서는 수신단이 인접한 셀의 프리코딩 행렬에 의해 간섭을 받지 않도록 인접한 셀의 프리코딩 행렬의 사용에 제한을 가하는 간섭 제어 방법을 제안한다.
- [0051] 다음으로 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법에 대해 도 3 내지 4를 참조하여 설명한다.
- [0052] 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법에 따르면 수신단은 인접셀의 프리코딩 행렬에 의해 간섭을 받으면 인접셀의 송신단이 간섭을 주는 프리코딩 행렬을 사용하지 않을 것을 인접셀의 송신단 또는 통신중인 송신단에게 요청한다. 또는, 수신단은 인접셀의 송신단이 간섭을 주지 않는 프리코딩 행렬을 사용할 것을 요청할 수도 있다. 즉, 수신단은 인접셀의 송신단이 사용하지 않을 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 프리코딩 행렬 인덱스 (precoding matrix index, 이하 "PMI"라 함) 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI를 인접셀의 송신단 또는 통신중인 송신단에게 전송한다. 그러면, 인접셀로부터 사용하지 않을 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI를 수신한 송신단은 기본 코드북에서 사용 제한 요청을 받은 프리코딩 행렬을 제외하고 사용할 것을 요청 받은 프리코딩 행렬을 포함시켜 새로운 코드북을 만들어서 사용한다.
- [0053] 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법을 개루프 다중안테나 시스템에 적용하는 경우와 폐루프 다중안테나 시스템에 적용하는 경우에 대해 각각 설명한다.
- [0054] 먼저, 폐루프 다중안테나 시스템에서 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법을 도 3을 참조하여 설명한다. 도 3은 폐루프 다중안테나 시스템에서 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법을 나타낸 순서도이다.
- [0055] 도 3에 도시된 바와 같이, 송신단은 인접셀로부터 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 수신한다(S310).
- [0056] 송신단은 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 인접셀의 간섭을 받은 수신단으로부터 직접 수신할 수도 있고, 인접셀의 송신단으로부터 수신할 수도 있다.
- [0057] 송신단이 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 인접셀의 간섭을 받은 수신단으로부터 직접 수신하는 경우는, 피드백 채널을 이용하여 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 수신한다. 이때, 피드백 채널은 공통된 채널일 수 있고, 각 셀마다 할당된 임의의 채널일 수 있다. 공통 채널인 경우에는 피드백 채널을 사용할 때 발생할 수 있는 데이터의 중첩으로 인한 정보의 오류를 줄이기 위해서 셀마다 특정 코드나 호핑 신호들을 이용하여 데이터를 구분해 낼 수 있다.
- [0058] 송신단이 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정

보를 인접셀의 송신단으로부터 수신하는 경우를 살펴보면, 인접셀의 간섭을 받은 수신단이 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 인접셀의 송신단으로 전송하고, 인접셀의 송신단은 백본(backbone)망을 통하여 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 전송한다.

[0059] 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 PMI 정보를 수신한 송신단은 수신한 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 이용하여 기본 코드북에서 송신단이 사용할 프리코딩 행렬을 선택하여 선택된 프리코딩 행렬을 포함하는 기본 코드북 서브셋(base codebook subset)을 생성한다(S320). 송신단은 기본 코드북에서 사용 제한을 요청받은 프리코딩 행렬을 제외하고 사용할 것을 요청받은 프리코딩 행렬을 포함시켜서 기본 코드북 서브셋을 생성한다.

[0060] 랭크 1 프리코딩 행렬이 인접셀에 간섭을 가장 심하게 줄 수 있다. 따라서, 본 발명의 실시예에서는 인접셀이 사용 제한 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬이 랭크 1 프리코딩 행렬인 경우를 예로 들어 설명하나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[0061] 예를 들어, 랭크 1 기본 코드북이 수학식 6과 같은 경우, 인접셀로부터  $W_1, W_2, W_7$ 을 사용하지 않을 것을 요청받으면 송신단은 수학식 7과 같은 기본 코드북 서브셋을 생성한다.

**수학식 6**

[0062]  $W = [W_0, W_1, W_2, W_3, W_4, W_5, W_6, W_7]$

**수학식 7**

[0063]  $W = [W_0, W_3, W_4, W_5, W_6]$

[0064] 송신단은 기본 코드북 서브셋 지시자(base codebook subset indication, BC\_SI) 및 코드북 코디네이션 인에이블(codebook coordination enable, CCE)을 수신단에게 전송한다(S330). 기본 코드북 서브셋 지시자는 추가 방송 정보(additional broadcast information)를 통해 전송될 수 있고, 코드북 코디네이션 인에이블은 피드백 얼로케이션 IE(Feedback allocation information element)를 통해 전송될 수 있다. 이 때, 단일 유저 기본 코드북 타입(single user base codebook type, SU\_CT) 또는 멀티 유저 기본 코드북 타입(multi user base codebook type, MU\_CT)을 추가 방송 정보를 통해 전송할 수도 있다. 즉, 기본 코드북 서브셋 지시자, 단일 유저 코드북 타입 및 멀티 유저 기본 코드북 타입은 브로드캐스트(broadcast)되고, 코드북 코디네이션 인에이블은 유니캐스트(unicast)된다.

[0065] 기본 코드북 서브셋 지시자는 기본 코드북 서브셋이 랭크 1 코드북 중에서 어떤 프리코딩 행렬을 포함하고, 어떤 프리코딩 행렬을 포함하지 않는지를 나타낸다. 기본 코드북 서브셋 지시자는 비트맵으로 표시될 수 있다. 예를 들어, 비트맵으로 표시된 기본 코드북 서브셋 지시자의  $i$ 번째 원소가 0으로 표시되면 기본 코드북 서브셋이 랭크 1 기본 코드북의  $i$ 번째 프리코딩 행렬을 포함하지 않는다는 것을 의미하고,  $i$ 번째 원소가 1으로 표시되면 기본 코드북 서브셋이 랭크 1 기본 코드북의  $i$ 번째 프리코딩 행렬을 포함한다는 것을 의미할 수 있다. 즉, 기본 코드북 서브셋이 수학식 7과 같은 경우 기본 코드북 서브셋 지시자는 "0b10011110"이 된다.

[0066] 코드북 코디네이션 인에이블은 수신단이 기본 코드북에서 피드백할 프리코딩 행렬을 선택할지 기본 코드북 서브셋에서 프리코딩 행렬을 선택할지를 나타낸다. 예를 들어, "0b0"은 수신단에게 기본 코드북에서 피드백할 프리코딩을 선택하라는 의미이고, "0b1"은 수신단에게 기본 코드북 서브셋에서 피드백할 프리코딩을 선택하라는 의미일 수 있다. 특정 수신단이 빔포밍 이득(gain)을 극대화하여 성능을 최상으로 만들 필요가 있을 때, 송신단은 코드북 코디네이션 인에이블을 "0b0"으로 알려주어 특정 수신단이 기본 코드북에서 피드백할 프리코딩을 선택하도록 할 수 있다.

[0067] 예를 들어, 안테나가 2개이고, 기본 코드북 서브셋 지시자가 "0b10011110"이고, 페루프 싱글 유저(single-user, SU) 다중안테나 시스템일 때, 코드북 코디네이션 인에이블이 "0b1"이면, 수신단은 기본 코드북에서  $V(2, 1, 1)$ ,  $V(2, 1, 2)$  및  $V(2, 1, 7)$ 을 제외하고 피드백할 프리코딩 행렬을 선택한다. 여기서,  $V(N_t, M_t, i)$ 가 안테나가  $N_t$ 인 경우 랭크  $M_t$  코드북의  $i$ 번째 프리코딩 행렬을 나타낸다.

[0068] 그리고, 안테나가 2개이고, 기본 코드북 서브셋 지시자가 "0b10011110"이고, 페루프 싱글 유저 다중안테나 시스템일 때, 코드북 코디네이션 인에이블이 "0b0"이면, 수신단은 기본 코드북에서 피드백할 프리코딩 행렬을 선택

한다.

- [0069] 단일 유저 기본 코드북 타입은 페루프 단일 유저(single-user, SU) 다중안테나 시스템에서 복수의 단일 유저 기본 코드북 서브셋 중에서 어떤 서브셋을 사용할지를 나타낸다. 예를 들어, "0b0"은 0번째 단일 유저 기본 코드북 서브셋에서 프리코딩을 선택하라는 의미이고, "0b1"은 1번째 단일 유저 기본 코드북 서브셋에서 피드백할 프리코딩을 선택하라는 의미일 수 있다.
- [0070] 그리고, 멀티 유저 기본 코드북 타입은 페루프 멀티 유저(multi-user, MU) 다중안테나 시스템에서 복수의 멀티 유저 기본 코드북 서브셋 중에서 어떤 서브셋을 사용할지를 나타낸다. 예를 들어, "0b0"은 0번째 멀티 유저 기본 코드북 서브셋에서 프리코딩을 선택하라는 의미이고, "0b1"은 1번째 멀티 유저 기본 코드북 서브셋에서 피드백할 프리코딩을 선택하라는 의미일 수 있다.
- [0071] 예를 들어, 안테나가 2개이고 기본 코드북 서브셋 지시자가 "0b10011110"이고 멀티 유저 기본 코드북 타입은 0b0이고 페루프 멀티 유저 다중안테나 시스템일 때, 코드북 코디네이션 인에이블이 "0b1"이면, 수신단은 0번째 멀티 유저 기본 코드북 서브셋에서  $V(2, 1, 1)$ ,  $V(2, 1, 2)$  및  $V(2, 1, 7)$ 을 제외하고 피드백할 프리코딩 행렬을 선택한다. 그리고, 안테나가 2개이고 기본 코드북 서브셋 지시자가 "0b10011110"이고 멀티 유저 기본 코드북 타입은 0b0이고 페루프 멀티 유저 다중안테나 시스템일 때, 코드북 코디네이션 인에이블이 "0b0"이면, 0번째 멀티 유저 기본 코드북 서브셋에서 피드백할 프리코딩 행렬을 선택한다.
- [0072] 위에서 설명한 바와 같이 수신단은 기본 코드북 서브셋 지시자, 코드북 코디네이션 인에이블, 단일 유저 기본 코드북 타입 및 멀티 유저 기본 코드북 타입에 따라 결정된 코드북에서 최적의 프리코딩 행렬을 선택하여 선택된 프리코딩 행렬의 식별 정보를 송신단으로 피드백하고, 송신단은 수신단으로부터 피드백을 수신한다(S340). 프리코딩 행렬의 식별 정보는 프리코딩 행렬의 인덱스가 될 수 있다.
- [0073] 송신단은 수신단으로부터 피드백된 PMI로부터 프리코더를 생성하여 생성된 프리코더로 전송할 데이터를 프리코딩하여 수신단으로 전송한다(S350).
- [0074] 다음으로, 개루프 다중안테나 시스템에서 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법을 도 4를 참조하여 설명한다. 도 4는 개루프 다중안테나 시스템에서 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법을 나타낸 순서도이다.
- [0075] 도 4에 도시된 바와 같이, 송신단은 인접셀로부터 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 수신한다(S410). S410 단계는 S310 단계와 동일하게 이루어진다.
- [0076] 사용 제한을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 수신한 송신단은 수신한 PMI 정보를 이용하여 기본 코드북 서브셋을 생성하거나, 미리 생성되어 있는 기본 코드북 서브셋에서 사용할 서브셋을 선택한다(S420).
- [0077] 먼저, 송신단이 기본 코드북 서브셋을 생성하는 경우에 대해 살펴본다. 예를 들어, 랭크 1 기본 코드북이  $A=\{v_1, v_2, v_3 \dots v_n\}$ 인 경우 인접셀이  $v_1$ 을 사용하지 말것을 요청하면 송신단은 기본 코드북 서브셋  $A'=\{v_2, v_3 \dots v_n\}$ 를 코드북으로 사용한다. 즉, 송신단은 전송할 데이터를 프리코딩할 때 랭크가 1인 경우에는  $v_2, v_3 \dots v_n$ 을 순환적으로 사용하고, 랭크가 2 이상인 경우에는  $v_2, v_3 \dots v_n$ 을 조합하여 형성되는 프리코딩 행렬을 순환적으로 사용할 수 있다.
- [0078] 그리고, 인접셀이  $v_2, v_3, v_4$ 를 사용할 것을 요청하면 송신단은 기본 코드북 서브셋  $A'=\{v_2, v_3, v_4\}$ 를 코드북으로 사용한다. 즉, 송신단은 전송할 데이터를 프리코딩할 때 랭크가 1인 경우에는  $v_2, v_3, v_4$ 을 순환적으로 사용하여 전송할 데이터를 프리코딩하고, 랭크가 2 이상인 경우에는  $v_2, v_3, v_4$ 를 조합하여 형성되는 프리코딩 행렬을 순환적으로 사용하여 전송할 데이터를 프리코딩할 수 있다. 즉, 랭크가 2인 경우에는  $v_2v_3, v_2v_4, v_3v_4$ 를 순환적으로 사용하여 전송할 데이터를 프리코딩하고, 랭크가 3인 경우에는  $v_2v_3v_4$ 를 사용하여 전송할 데이터를 프리코딩한다.
- [0079] 그런데, 송신단은 수신단에게 송신단이 사용하는 프리코딩 행렬을 알려줘야 하는데 각 랭크 별로 사용하는 프리코딩 행렬을 알려주려면 오버헤드가 증가하는 문제점이 있다. 따라서, 미리 기본 코드북 서브셋을 정해 놓고 사용하는 기본 코드북 서브셋의 인덱스를 수신단에게 전송하면 오버헤드를 줄일 수 있다. 예를 들어, 미리 생성되어 있는 기본 코드북 서브셋은 표 1와 같을 수 있다.

표 1

기본코드북 서브셋 인덱스	랭크 1	랭크 2	랭크 3	랭크 4
1	{v1, v2, v3, v4}	{v1v2, v2v3, v3v4, v4v1}	{v1v2v3, v2v3v4, v3v4v1, v4v1v2}	{v1v2v3v4, v2v3v4v1, v3v4v1v2, v4v1v2v3}
2	{v2, v3, v4, v5}	{v2v3, v3v4, v4v5, v5v2}	{v2v3v4, v3v4v5, v4v5v2, v5v2v3}	{v2v3v4v5, v3v4v5v2, v4v5v2v3, v5v2v3v4}

- [0080]
- [0081] 미리 생성되어 있는 기본 코드북 서브셋이 표 1과 같은 경우, 송신단은 인접셀이  $v_5$ 을 사용하지 말 것을 요청하면 기본 코드북 서브셋 1을 선택하고 인접셀이  $v_1$ 을 사용하지 말 것을 요청하면 기본 코드북 서브셋 2를 선택할 수 있다.
- [0082] 송신단은 수신한 PMI 정보를 이용하여 기본 코드북 서브셋을 생성한 경우에는 수신단으로 기본 코드북 서브셋 지시자를 전송하고, 미리 생성되어 있는 기본 코드북 서브셋에서 사용할 서브셋을 선택한 경우에는 선택한 서브셋의 인덱스를 수신단으로 전송한다(S430).
- [0083] 게루프 시스템에서는 수신단이 사용할 프리코딩 행렬을 피드백하지 않고 송신단이 코드북의 프리코딩 행렬을 순환적으로 사용하지만, 수신단은 채널 품질 지시자(channel quality indicator CQI) 를 계산할 때 송신단이 사용하는 코드북을 알아야 한다. 따라서, 송신단은 수신단에게 송신단이 사용하는 코드북을 알려준다.
- [0084] 기본 코드북 서브셋 지시자는 송신단이 전송할 데이터를 프리코딩할 때 어떤 프리코딩 행렬을 사용하고, 어떤 프리코딩 행렬이 사용되지 않는지를 나타낸다. 기본 코드북 서브셋 지시자는 비트맵으로 표시될 수 있다.
- [0085] 예를 들어, 송신단이 프리코딩 시 기본 코드북 중에서  $i$ 번째 프리코딩 행렬을 사용하지 않으면 비트맵으로 표시된 기본 코드북 서브셋 지시자의  $i$ 번째 원소를 0으로 표시하고, 기본 코드북에서  $i$ 번째 프리코딩 행렬을 사용하면 기본 코드북 서브셋 지시자의  $i$ 번째 원소를 1로 표시할 수 있다. 즉, 기본 코드북이  $A=\{v_1, v_2, v_3, v_4\}$ 이고, 송신단이 사용하는 기본 코드북 서브셋이  $A'=\{v_1, v_2, v_3\}$ 이면 기본 코드북 서브셋 지시자는 "0b1110"이 된다.
- [0086] 미리 생성되어 있는 기본 코드북 서브셋에서 사용할 서브셋을 선택한 경우에는 선택한 서브셋의 인덱스를 수신단으로 전송한다. 예를 들어, 송신단이 표 1에서 기본 코드북 서브셋 1을 선택하여 전송할 데이터를 프리코딩할 때 기본 코드북 서브셋 1 중의 코드북을 순환적으로 사용하면 사용하는 기본 코드북 서브셋의 인덱스인 '1'을 수신단으로 전송한다.
- [0087] 위에서 설명한 바와 같이, 송신단은 수신한 사용 제한을 요청하는 프리코딩행렬의 PMI 정보 또는 사용할 것을 요청하는 프리코딩 행렬의 PMI 정보를 이용하여 생성되거나 선택된 기본 코드북 서브셋을 순환적으로 사용하여 전송할 데이터를 프리코딩하여 수신단으로 전송한다(S440).
- [0088] 본 발명에 따른 실시예는 다양한 수단, 예를 들어, 하드웨어, 펌웨어(firmware), 소프트웨어 또는 그것들의 결합 등에 의해 구현될 수 있다. 하드웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템에서 간섭 제어 방법은 하나 또는 그 이상의 ASICs(application specific integrated circuits), DSPs(digital signal processors), DSPDs(digital signal processing devices), PLDs(programmable logic devices), FPGAs(field programmable gate arrays), 프로세서, 콘트롤러, 마이크로 콘트롤러, 마이크로 프로세서 등에 의해 구현될 수 있다.
- [0089] 펌웨어나 소프트웨어에 의한 구현의 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중안테나를 갖는 무선 통신 시스템에서 간섭 제어 방법은 이상에서 설명된 기능 또는 동작들을 수행하는 모듈, 절차, 함수 등의 형태로 구현될 수 있다. 소프트웨어 코드는 메모리 유닛에 저장되어 프로세서에 의해 구동될 수 있다. 상기 메모리 유닛은 상기 프로세서 내부 또는 외부에 위치하여, 이미 공지된 다양한 수단에 의해 상기 프로세서와 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0090] 본 발명은 본 발명의 기술적 사상 및 필수적 특징을 벗어나지 않는 범위에서 다른 특정한 형태로 구체화될 수 있음은 당업자에게 자명하다. 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.

[0091] 특허청구범위에서 명시적인 인용 관계가 있지 않은 청구항들을 결합하여 실시예를 구성하거나 출원 후의 보정에 의해 새로운 청구항으로 포함시킬 수 있음은 자명하다.

**도면의 간단한 설명**

[0092] 도 1은 본 발명의 실시예가 적용될 수 있는 송신단의 구성도이다.

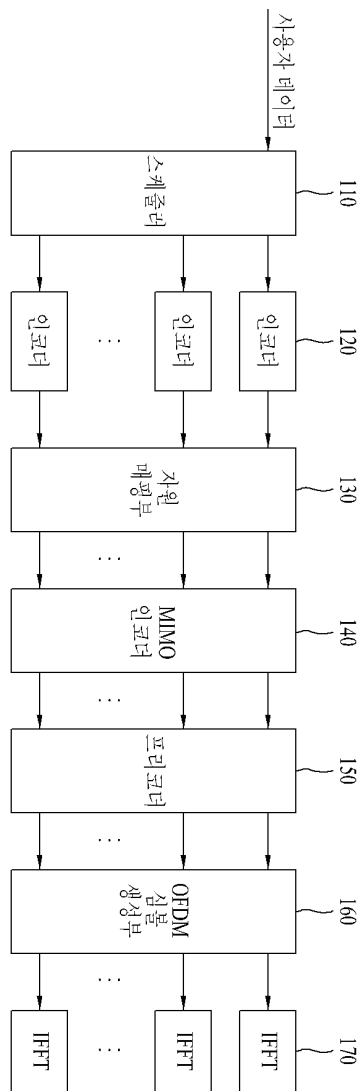
[0093] 도 2는 다중 셀 환경에서의 셀간 간섭을 보여주는 도면이다.

[0094] 도 3은 페루프 다중안테나 시스템에서 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법을 나타낸 순서도이다.

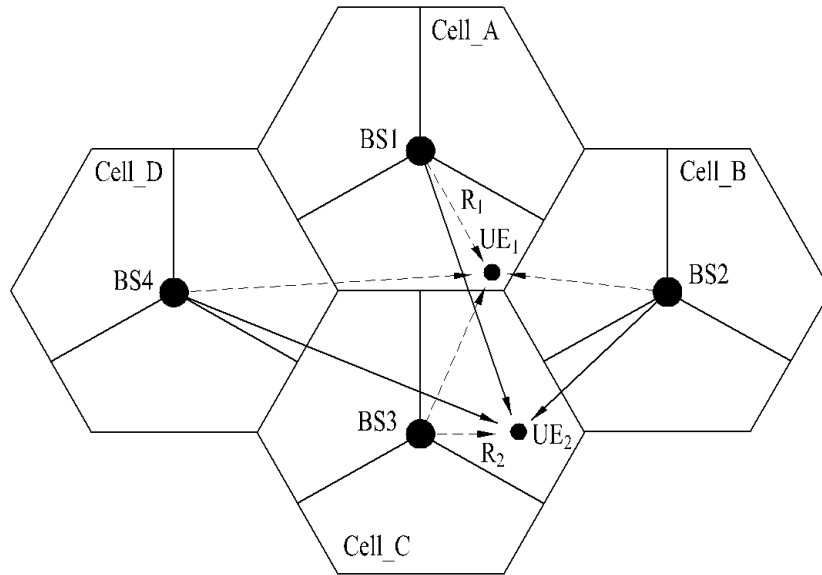
[0095] 도 4는 개루프 다중안테나 시스템에서 본 발명의 실시예에 따른 간섭 제어 방법을 나타낸 순서도이다.

**도면**

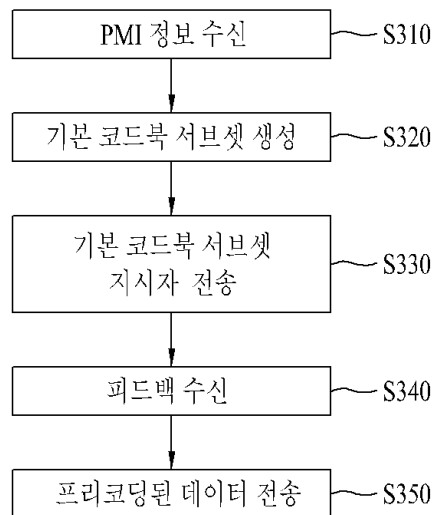
**도면1**



도면2



도면3



도면4

