



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

(45) 공고일자 2016년12월06일  
 (11) 등록번호 10-1682973  
 (24) 등록일자 2016년11월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H04W 48/12 (2009.01) H04B 7/04 (2006.01)  
 H04B 7/06 (2006.01) H04L 25/03 (2006.01)  
 H04W 16/04 (2009.01)  
 (21) 출원번호 10-2010-0067729  
 (22) 출원일자 2010년07월14일  
 심사청구일자 2015년07월14일  
 (65) 공개번호 10-2011-0011543  
 (43) 공개일자 2011년02월08일  
 (30) 우선권주장  
 12/578,353 2009년10월13일 미국(US)  
 (뒷면에 계속)  
 (56) 선행기술조사문헌  
 US20090059844 A1\*  
 US20090181708 A1\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**삼성전자주식회사**  
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
 (72) 발명자  
**한슈양평**  
 경기도 수원시 영통구 청명북로 81, 청명마을4단지 아파트 404동 1402호 (영통동)  
**부르노 클릭스**  
 서울특별시 서초구 효령로53길 45, 920호 (서초동, 서초 이오빌)  
 (뒷면에 계속)  
 (74) 대리인  
**권혁록, 이정순**

전체 청구항 수 : 총 27 항

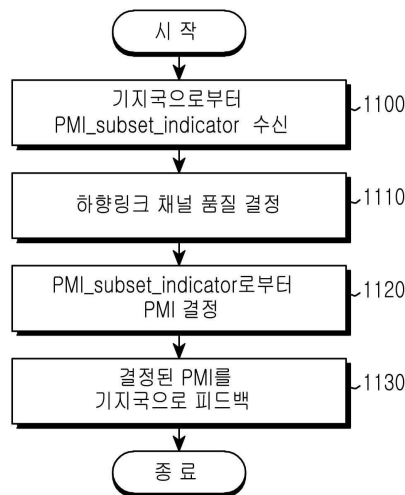
심사관 : 윤여민

(54) 발명의 명칭 **기지국 안테나 구성에 기반한 하향링크 피엠피아이 코디네이션**

**(57) 요약**

무선 통신 시스템에서 단말 장치, 기지국 장치 그리고 상기 단말 장치 및 기지국 장치의 동작 방법이 제공된다. 단말의 동작 방법은 PMI 서브셋 정보를 기지국으로부터 수신하는 과정과 상기 기지국의 하향링크 채널 품질을 결정하는 과정과 상기 PMI 서브셋 정보 및 상기 기지국의 결정된 하향링크 채널 품질을 기반으로 상기 기지국에 대한 PMI를 결정하는 과정과 결정된 PMI를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함한다.

**대표도** - 도11



(72) 발명자

**김은용**

경기도 화성시 동탄중앙로 189, 339동 1904호 (반송동, 시범다운마을 월드메르디앙 반도유보라)

**왕전**

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(30) 우선권주장

61/228,886 2009년07월27일 미국(US)

61/230,857 2009년08월03일 미국(US)

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

무선 통신 시스템에서 단말의 동작 방법에 있어서,  
 PMI(Precoding Matrix Index) 서브셋 정보를 기지국으로부터 수신하는 과정과,  
 상기 PMI 서브셋 정보를 기반으로 상기 기지국에 대한 PMI를 결정하는 과정과,  
 상기 결정된 PMI를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함하고,  
 상기 PMI 서브셋 정보는, 상기 단말에 대한 간섭을 최소화하는 제1 PMI에 대한 제1 확률 및 상기 단말에 대한 간섭을 최대화하는 제2 PMI에 대한 제2 확률에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,  
 상기 PMI의 서브셋은 다수의 PMI들 중 적어도 하나의 제한 PMI 및 적어도 하나의 추천 PMI를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 3

제 1항에 있어서,  
 상기 PMI 서브셋 정보는, 상기 단말에 할당된 서브밴드 상의 제어 채널에서, 상기 기지국으로부터의 유니캐스트 및 방송 중의 하나로부터 수신되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 4

제 1항에 있어서,  
 상기 PMI 서브셋 정보는 상기 기지국의 안테나 구성(antenna configuration) 및 안테나 간격(antenna spacing) 중 적어도 하나를 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 5

제 1항에 있어서,  
 상기 PMI 서브셋 정보는 코드북에 포함된 PMI의 서브셋을 포함하여 구성되고,  
 추가적으로, 상기 코드북에서 상기 제1 확률 및 상기 제2 확률을 기반으로, 상기 서브셋은 제1 임계치보다 더 높은 제한 확률과 제2 임계치보다 더 낮은 추천 확률을 가지는 제한 PMI와 상기 제1 임계치보다 더 낮은 제한 확률과 상기 제2 임계치보다 더 높은 추천 확률을 가지는 추천 PMI를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 6

무선 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법에 있어서,  
 단말에 대한 간섭을 최소화하는 제1 PMI(Precoding Matrix Index)에 대한 제1 확률 및 상기 단말에 대한 간섭을

최대화하는 제2 PMI에 대한 제2 확률에 기반하여, PMI 서브셋 정보를 결정하는 과정과,  
상기 PMI 서브셋 정보를 단말로 전송하는 과정과,  
상기 단말로부터 PMI를 수신하는 과정과,  
수신한 PMI를 기반으로 하향링크 전송을 조절하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 7

제 6항에 있어서,  
상기 PMI의 서브셋은 다수의 PMI들 중 적어도 하나의 제한 PMI와 적어도 하나의 추천 PMI를 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 8

제 6항에 있어서,  
상기 PMI 서브셋 정보 전송 과정은  
상기 단말에 할당된 서브밴드 상의 제어 채널에서, 상기 PMI 서브셋 정보를 유니캐스팅 및 방송하는 것 중의 하나를 수행하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 9

제 6항에 있어서,  
상기 PMI 서브셋 정보는 상기 기지국의 안테나 구성(antenna configuration) 및 안테나 간격(antenna spacing) 중 적어도 하나를 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 10

제 6항에 있어서,  
상기 단말로부터 수신한 PMI 는 상기 단말에 전송된 상기 PMI 서브셋 정보 기반인 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 11

제 6항에 있어서,  
상기 PMI 서브셋 정보를 결정하는 과정은,  
코드북에서 상기 제1 확률 및 제2 확률을 결정하는 과정과,  
상기 코드북에서 상기 제1 확률 및 제2 확률을 기반으로, 상기 코드북에 포함된 PMI의 서브셋을 결정하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 12

제 11항에 있어서,  
상기 PMI 서브셋 정보를 결정하는 과정은,  
상기 제1 확률 및 상기 제2 확률에 기반하여, 상기 서브셋에서 제1 임계치보다 더 높은 제한 확률과 제2 임계치

보다 더 낮은 추천 확률을 가지는 제한 PMI와 상기 제1 임계치보다 더 낮은 제한 확률과 상기 제2 임계치보다 더 높은 추천 확률을 가지는 추천 PMI를 포함하는 과정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 13**

무선 통신 시스템에서 단말의 장치에 있어서,  
 PMI(Precoding Matrix Index) 서브셋 정보를 기지국으로부터 수신하는 수신기와,  
 상기 PMI 서브셋 정보를 기반으로 상기 기지국에 대한 PMI를 결정하는 PMI 계산기와,  
 상기 결정된 PMI를 상기 기지국으로 전송하는 송신기를 포함하고,  
 상기 PMI 서브셋 정보는, 상기 단말에 대한 간섭을 최소화하는 제1 PMI에 대한 제1 확률 및 상기 단말에 대한 간섭을 최대화하는 제2 PMI에 대한 제2 확률에 기반하여 결정되는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 14**

제 13항에 있어서,  
 상기 PMI의 서브셋은 다수의 PMI들 중 적어도 하나의 제한 PMI 및 적어도 하나의 추천 PMI를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 15**

제 13항에 있어서,  
 상기 PMI 서브셋 정보는, 상기 수신기에 의해, 상기 단말에 할당된 서브밴드 상의 제어 채널에서, 상기 기지국으로부터의 유니캐스트 및 방송 중의 하나로부터 수신되는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 16**

제 13항에 있어서,  
 상기 PMI 서브셋 정보는 상기 기지국의 안테나 구성(antenna configuration) 및 안테나 간격(antenna spacing) 중 적어도 하나를 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 17**

제 13항에 있어서,  
 상기 PMI 서브셋 정보는 코드북에 포함된 PMI의 서브셋을 포함하여 구성되고,  
 추가적으로, 상기 코드북에서 제1 확률 및 제2 확률을 기반으로, 상기 서브셋은 제1 임계치보다 더 높은 제한 확률과 제2 임계치보다 더 낮은 추천 확률을 가지는 제한 PMI와 상기 제1 임계치보다 더 낮은 제한 확률과 상기 제2 임계치보다 더 높은 추천 확률을 가지는 추천 PMI를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 18**

무선 통신 시스템에서 기지국의 장치에 있어서,  
 단말에 대한 간섭을 최소화하는 제1 PMI(Precoding Matrix Index)에 대한 제1 확률 및 상기 단말에 대한 간섭을 최대화하는 제2 PMI에 대한 제2 확률에 기반하여 결정된 PMI 서브셋 정보를 저장하는 PMI 테이블과,

상기 PMI 서브셋 정보를 상기 단말로 전송하는 송신기와,  
 상기 단말로부터 PMI를 수신하는 수신기와,  
 상기 수신한 PMI를 선택하는 PMI 선택기와,  
 수신한 PMI를 기반으로 하향링크 전송을 조절하는 간섭 완화 프리코더를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 19**

제 18항에 있어서,  
 상기 PMI의 서브셋은 다수의 PMI들 중 적어도 하나의 제한 PMI와 적어도 하나의 추천 PMI를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 20**

제 18항에 있어서,  
 상기 송신기는,  
 상기 단말에 할당된 서브밴드 상의 제어 채널에서, 상기 PMI 서브셋 정보를 유니캐스팅 및 방송하는 것 중의 하나를 수행하여 상기 PMI 서브셋 정보를 전송하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 21**

제 18항에 있어서,  
 상기 PMI 서브셋 정보는 상기 기지국의 안테나 구성(antenna configuration) 및 안테나 간격(antenna spacing) 중 적어도 하나를 기반으로 결정되는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 22**

제 18항에 있어서,  
 상기 단말로부터 수신한 PMI는 상기 단말에 전송된 상기 PMI 서브셋 정보 기반인 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 23**

제 18항에 있어서,  
 상기 PMI 서브셋 정보는, 코드북에 포함된 PMI의 서브셋과,  
 추가적으로, 상기 코드북에서 제1 확률 및 제2 확률을 기반으로, 상기 서브셋은 제1 임계치보다 더 높은 제한 확률과 제2 임계치보다 더 낮은 추천 확률을 가지는 제한 PMI와 상기 제1 임계치보다 더 낮은 제한 확률과 상기 제2 임계치보다 더 높은 추천 확률을 가지는 추천 PMI를 포함하는 것을 특징으로 하는 장치.

**청구항 24**

제 5항에 있어서,  
 상기 제2 PMI가 되는 확률이 제1 임계치보다 더 높은 PMI는 사용이 추천되지 않고, 상기 제1 PMI가 되는 확률이 제2 임계치보다 더 높은 PMI는 사용이 추천되는 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 25**

제 1항에 있어서,

상기 기지국에 대한 상기 PMI를 결정하기 전, 상기 기지국에 대한 하향링크 채널 품질을 결정하는 과정을 더 포함하는 방법.

**청구항 26**

제 4항에 있어서,

상기 안테나 구성(antenna configuration)은 360도, 120도, 그리고 60도 영역 안테나 구성 중 하나인 것을 특징으로 하는 방법.

**청구항 27**

제 13항에 있어서,

상기 기지국에 대한 하향링크 채널 품질을 결정하는 하향링크 품질 측정기를 더 포함하는 장치.

**청구항 28**

삭제

**청구항 29**

삭제

**청구항 30**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 특히, 무선 통신 시스템에서 셀 간 간섭 완화를 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 4세대 통신 시스템 (4G) 또는 IMT-Advanced(International Mobile Telecommunications-Advanced) 와 같은 차세대 이동통신 시스템을 개발하기 위한 연구가 지속되어왔다.

[0003] 이러한 차세대 통신 시스템의 대표적인 예는 IEEE(Institute of Electrical and Electronics Engineers) 802.16m 표준 및 3GPP LTE Advanced(3<sup>rd</sup> Generation Partnership Project Long Term Evolution) 표준을 기반으로 하고, 이러한 2 개의 규격은 OFDM/OFDMA(Orthogonal Frequency Division Multiplexing/Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식을 채용하고 있어 물리 채널에서 광대역 네트워크를 지원할 수 있다.

[0004] OFDM/OFDMA 방식을 채용하는 무선 통신 시스템에서는, 기지국에 의해서 상기 기지국의 셀 커버리지 이내에 있는 하나 또는 그 이상의 단말로 직교 무선 자원이 할당된다. 따라서, 상기 기지국의 셀 커버리지 이내에 있는 단말들 사이의 간섭은 중요하지 않다. 하지만, 이웃 셀에서 동일한 무선 자원이 사용되는 경우, 상기 기지국의 가장

자리에 위치하거나 가장자리에 인접한 단말은 간섭을 겪을 수 있다. 이러한 간섭을 셀 간 간섭(inter-cell interference)이라고 한다.

- [0005] 도 1은 일반적인 무선 통신 시스템에서 셀 간 간섭의 생성을 설명하는 도면이다.
- [0006] 상기 도 1을 참조하면, 단말 130은 기지국 110이 할당한 무선 자원을 사용하여 수신한 신호를 디코딩함으로써 하향링크 데이터를 수신한다. 이러한 경우, 만약, 상기 기지국 110이 상기 단말 130로 할당한 무선 자원이 간섭 기지국 120이 사용하는 무선 자원과 동일한 경우, 상기 단말 130은 상기 기지국 110이 전송한 하향링크 신호 및 상기 기지국 120이 전송한 하향링크 신호 모두를 수신한다.
- [0007] 따라서, 상기 단말 130은 2개의 하향링크 신호의 혼합 신호를 디코딩하기 때문에, 데이터 수신이 원활히 수행되지 않을 수 있다. 이는, 상기 기지국 120이 전송한 하향링크 신호가 상기 단말 130에 간섭으로 작용한다는 것을 나타낸다.
- [0008] 전송한 바와 같이, IEEE 802.16m 또는 LTE Advanced 시스템과 같이 OFDM/OFDMA 방식을 사용하는 무선 통신 시스템에서는, 동일한 주파수 자원 또는 시간 자원을 사용하는 다른 셀이 전송한 하향링크(DL:Downlink) 또는 상향링크(UP:Uplink) 신호에 의한 셀 간 간섭이 시스템 성능저하를 야기시킬 수 있다.
- [0009] OFDM/OFDMA 방식에 추가적으로, IEEE 802.16m 또는 LTE Advanced 시스템은 모두 MIMO(Multiple-Input Multiple-Output) 방식을 채용한다. 단일 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템과 비교하면, 다중 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템에서, 송신 및 수신 단은 추가적인 주파수 또는 전송(Tx) 전력 할당 없이 안테나의 수에 비례하여 채널 전송 용량을 증가시킨다. 상기 MIMO 방식의 또 다른 이점은 셀 간 간섭 완화가 가능하다는 것이다.
- [0010] 셀 간 간섭을 완화시키기 위해서, IEEE 802.16m 또는 LTE Advanced 시스템과 같이 MIMO를 사용하는 무선 통신 시스템은 셀 간 간섭 완화를 위해 프리코딩 행렬을 사용한다.
- [0011] 하향링크 통신에서, 기지국은 이웃 셀에 미치는 간섭을 제거하기 위해서 그리고 셀 내에서 하향링크 성능을 최대화하기 위해서 전송(Tx) 신호를 프리코딩 행렬과 곱한다
- [0012] 간섭 완화에 사용되는 프리코딩 행렬은 코드북에 포함된 다수의 프리코딩 행렬 중의 하나이다. 여기서, 프리코딩 행렬 각각은 PMI(Precoding Matrix Index)에 의해 구별될 수 있다. 기지국에 의해 사용되는 특정 코드북은 기지국의 동작의 기반이 되는 표준에 의존한다.
- [0013] PMI 코디네이션 방식(PMI coordination scheme)은 프리코딩 행렬을 이용하여 셀 간 간섭을 완화시키기 위해 채용된다. 이러한 동작에서, 셀 가장자리의 단말은 서빙 기지국의 하향링크 채널을 측정하고 모든 간섭 기지국의 채널을 측정한다.
- [0014] 설명의 편의를 위해서, 이후에는, 간섭 기지국이 하나가 있다고 가정한다. 이후, 단말은 서빙 기지국과 간섭 기지국에 적합한 PMI를 결정한다. PMI를 결정함에 있어서, 단말은 선호하는 PMI 또는 원하지 않는 PMI 중에서 하나의 PMI를 또는 모든 PMI를 결정할 수 있다. 서빙 및 간섭 기지국에 대한 PMI가 결정되면, 단말은 서빙 기지국에 대한 그리고 간섭 기지국에 대한 PMI를 서빙 기지국에 피드백한다.
- [0015] 서빙 기지국은 상기 PMI를 이용하고 간섭 기지국에 대한 PMI를 간섭 기지국에 백홀(Backhaul)을 통해 전달한다. 간섭 기지국은 서빙 기지국으로부터 수신한 PMI를 이용하여 하향링크 전송을 조절한다. 이렇게 하여, 간섭 기지국에 의해 야기된 단말에 대한 간섭은 감소된다.
- [0016] 하지만, 하향링크 채널 조건은 시간 또는 장소에 따라 변한다. 결과적으로, 시간에 따라 간섭 기지국이 PMI를 적용하는 것은 문제가 있다. 전송한 채널 PMI 방식이 효율적이지만 사용하기에는 하향링크 채널 조건은 너무나 많이 변한다.
- [0017] 다른 말로 설명하면, 단말의 하향링크 채널 측정과 간섭 기지국의 전송 조절 사이에 많은 지연이 있을 경우에는 전송한 PMI 방식은 PMI 에이징(aging) 문제가 있다.
- [0018] 이러한 지연은 피드백 지연 및 백홀 지연에 의해 발생된다. 피드백 지연은 코드북의 모든 PMI로부터 단말이 하나의 PMI를 선택하는데 소요되고 선택된 PMI를 서빙 기지국으로 보내는데 소요되는 시간의 양에 해당한다
- [0019] 백홀 지연은 단말로부터 PMI를 수신한 서빙 기지국이 백홀 연결을 통해 간섭 기지국과 상기 단말로부터 수신한



PMI를 통신하는데 소요되는 시간의 양에 해당한다.

- [0020] 추가적으로, 신뢰성을 유지할 수 있는 PMI 에이징 시간의 양은 역으로 단말 이동성의 비율에 연관되어 있다. 따라서, 실용적인 응용에 있어서, 전술한 PMI 방식은 이동성이 낮은 단말에 한정된다.
- [0021] 따라서, PMI 에이징 문제가 없고 이동성 비율이 높은 단말에 적용할 수 있는 셀 간 간섭을 완화하는 장치 및 방법이 필요하다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0022] 본 발명의 목적은 기지국 안테나 구성에 기반한 하향링크 PMI 코디네이션을 위한 장치 및 방법을 제공함에 있다.
- [0023] 본 발명의 다른 목적은 셀 간 간섭을 완화시키는 장치 및 방법을 제공함에 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0024] 본 발명의 목적을 달성하기 위한 제 1 견지에 따르면, 무선 통신 시스템에서 단말의 동작 방법에 있어서 PMI 서브셋(subset) 정보를 기지국으로부터 수신하는 과정과 상기 기지국의 하향링크 채널 품질을 결정하는 과정과 상기 PMI 서브셋 정보 및 상기 기지국의 결정된 하향링크 채널 품질을 기반으로 상기 기지국에 대한 PMI를 결정하는 과정과 결정된 PMI를 상기 기지국으로 전송하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0025] 본 발명의 목적을 달성하기 위한 제 2 견지에 따르면, 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작 방법에 있어서 기지국의 PMI 서브셋 정보를 결정하는 과정과 상기 PMI 서브셋 정보를 단말로 전송하는 과정과 상기 단말로부터 PMI를 수신하는 과정과 수신한 PMI를 기반으로 하향링크 전송을 조절하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0026] 본 발명의 목적을 달성하기 위한 제 3 견지에 따르면, 무선 통신 시스템에서 단말의 장치에 있어서 PMI 서브셋 정보를 기지국으로부터 수신하는 수신기와 상기 기지국의 하향링크 채널 품질을 결정하는 하향링크 품질 측정기와 상기 PMI 서브셋 정보 및 상기 기지국의 결정된 하향링크 채널 품질을 기반으로 상기 기지국에 대한 PMI를 결정하는 PMI 계산기와 결정된 PMI를 상기 기지국으로 전송하는 송신기를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0027] 본 발명의 목적을 달성하기 위한 제 4 견지에 따르면, 무선 통신 시스템에서 기지국의 장치에 있어서 기지국의 PMI 서브셋 정보를 저장하는 PMI 테이블과 상기 PMI 서브셋 정보를 단말로 전송하는 송신기와 상기 단말로부터 PMI를 수신하는 수신기와 간섭 완화 프리코더에서 수신한 PMI를 선택하는 PMI 선택기와 수신한 PMI를 기반으로 하향링크 전송을 조절하는 간섭 완화 프리코더를 포함하는 것을 특징으로 한다.

**발명의 효과**

- [0028] 본 발명은 PMI 에이징 문제가 없고 이동성 비율이 높은 단말에 적용할 수 있는 이점이 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0029] 도 1은 일반적인 무선 통신 시스템에서 셀 간 간섭의 생성을 설명하는 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 0.5 램다 안테나 스페이싱 셋(antenna spacing set)의 옴니 방향성 안테나 구성(Omni Directional Antenna configuration)을 가지는 기지국을 위한 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 기반으로 한 PMI(Precoding Matrix Index) 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 5 램다 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성을 가지는 기지국을 위한 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 기반으로 한 PMI 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.

도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 20 램다 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성을 가지는 기지국을 위한 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 기반으로 한 PMI 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.

도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성과 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.

도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 120 도 커버리지 안테나 구성과 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의 실험 결과를 도시한 그래프이다.

도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 60 도 커버리지 안테나 구성과 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의 실험 결과를 도시한 그래프이다.

도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.

도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 120도 커버리지 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.

도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 60도 커버리지 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 동작을 나타내는 흐름도이다.

도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작을 나타내는 흐름도이다.

도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구조를 도시한 블록 다이어그램이다.

도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구조를 도시한 블록 다이어그램이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0030] 이하 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부된 도면의 참조와 함께 상세히 설명한다. 그리고, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단 된 경우 그 상세한 설명은 생략한다.

[0031] 이하에서 설명되는 본 발명의 실시 예는 MIMO 무선 통신 시스템에서 셀 간 간섭 완화에 관련되어 있다. 특히, 하기에서 설명되는 실시 예는 기지국 안테나 구성에 기반한 하향링크 PMI 코디네이션에 관한 것이다. 하지만, 이후에 설명되는 OFDM/OFDMA 기반 무선 통신 시스템은 일 실시 예이고, 본 발명은 다른 형태의 무선 통신 시스템에 적용이 가능하다.

[0032] 하기 설명은 단지 설명의 단순화를 위해 다양한 표준에서 활용되는 용어들을 참조한다. 예를 들어, 하기 설명은 IEEE 802.16m, 3GPP LTE Advanced 표준에서 사용되는 용어를 참조한다. 하지만, 하기 설명은 IEEE 802.16m, 3GPP LTE Advanced 표준에 제한되지는 않는다. 하향링크 PMI 코디네이션에서 사용되는 메커니즘보다도, 하향링크 PMI 코디네이션을 그 자체로 사용하는 것이 중요하고, 메커니즘은 표준 메커니즘을 따르는 것이 바람직할 수 있다.

[0033] 셀 간 간섭은 서비스 영역(이후, 셀이라고 한다)의 가장자리 또는 가장자리 근처에 위치한 단말에 영향을 준다. 이후, 이러한 단말을 셀 가장자리 단말이라고 칭할 것이다. 추가적으로, 셀 가장자리 단말은 하나 또는 그 이상의 기지국으로부터 간섭을 겪을 수 있다. 설명의 단순화를 위해서, 하기의 설명은 단지 하나의 간섭 기지국이

존재하는 시나리오를 기반으로 한다.

- [0034] 여기서, 본 발명의 일 실시 예는 백홀 지연과 단말 이동성 문제를 해결하기 위해 하향링크 PMI 코디네이션 방식을 기반으로 하는 공분산(covariance)을 채용한다.
- [0035] 하향링크 PMI 코디네이션 방식을 기반으로 하는 공분산의 일 견지는 무선 통신 시스템에서 각 기지국에 대해서, 기지국으로부터의 하향링크 전송이 간섭을 야기시킬 수 있는 이웃 셀에서 셀 가장자리 단말에 대한 하향 링크 전송에서 전체 코드북 중에서 가장 좋은 PMI 또는 가장 나쁜 PMI에 대해 가장 높은 확률을 가지는 PMI를 결정하는 것이다.
- [0036] 각각의 기지국을 위한 하향링크 전송에 대한 PMI는 기지국 안테나 구성을 기반으로 결정된다. 만약, 기지국이 하향링크 전송에서 가장 좋은 PMI를 추천하거나 가장 나쁜 PMI를 제한한다면, 인접 셀에서의 단말에 대한 평균 간섭은 감소될 것이다.
- [0037] 만약, 무선 통신 시스템에서 각 기지국이 하향링크 PMI 코디네이션을 기반으로 하는 공분산을 구현한다면, 셀 가장자리 단말에 대한 간섭은 간섭 기지국에 대한 PMI 피드백 필요없이 시스템에 걸쳐 완화될 수 있다. 따라서, 백홀 지연 및 단말 이동성 문제가 해결될 수 있다.
- [0038] 본 발명의 일 실시 예에 따른 하향링크 PMI 코디네이션 방식 기반의 공분산은 간섭 기지국의 전송 상관 행렬(correlation matrix)을 기반으로 한다 그리고 이에 대한 설명이 하기에서 주어질 것이다. 셀 가장자리 단말에 대한 수신 하향링크 신호(y)는 하기 수식과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 1**

[0039] 
$$y = vH_w R_d^{1/2} w_d x_d + vH_w R_{d-I}^{1/2} w_{d-I} x_{d-I} + n$$

- [0040] 여기서, v 는 수신기 컴바이닝 벡터이고, H<sub>w</sub> 는 채널 행렬을 나타낸다. R<sub>d</sub> 는 서빙 기지국의 전송 상관 행렬을 나타낸다. R<sub>d-I</sub> 은 간섭 기지국의 전송 상관 행렬을 나타낸다. W<sub>d</sub> 는 서빙 기지국에 대한 셀 가장자리 단말의 PMI를 나타낸다. W<sub>d-I</sub> 는 간섭 기지국에 대한 셀 가장자리 단말의 PMI를 나타낸다. X<sub>d</sub> 는 서빙 기지국에 대한 전송된 데이터 스트림을 나타낸다. X<sub>d-I</sub> 는 간섭 기지국에 대한 전송 데이터 스트림을 나타낸다. n 은 수신한 노이즈를 나타낸다.
- [0041] 따라서, 단말에서 MRC(Maximum Ratio Combining)수신기를 가정하면, 간섭 링크의 평균 수신 신호 전력은 하기 수식과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 2**

[0042] 
$$E \left( \left| vH_w^H R_{d-I}^{1/2} w_{d-I} x_{d-I} \right|^2 \right)$$

[0043] 여기서,

[0044] 
$$E \left( \left| vH_w^H R_{d-I}^{1/2} w_{d-I} x_{d-I} \right|^2 \right) = \left| vR_{d-I}^{1/2} w_{d-I} \right|^2$$
 이다.

[0045] 주어진 2 개의 서로 다른 컴바이닝 벡터, 서로 다른 PMI가 선택될 것이다. 따라서, 이러한 2 개의 벡터는 조인트 설계(joint design)가 필요함을 나타낸다.

[0046] 평균 간섭 전력이  $\left| \nu R_{d-I}^{1/2} w_{d-I} \right|^2$  이기 때문에, 선호되는(가장 좋은) PMI는 하기 수식과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 3**

[0047] 
$$w_{best}^* = \arg \min \left| \nu R_{d-I}^{1/2} w_{d-I} \right|^2$$

[0048] 여기서, 가장 좋은 PMI는 가장 약한 평균 간섭 전력을 야기하는 PMI이고, 대조적으로 가장 나쁜 PMI는 하기 수식과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 4**

[0049] 
$$w_{worst}^* = \arg \max \left| \nu R_{d-I}^{1/2} w_{d-I} \right|^2$$

[0050] 여기서, 가장 나쁜 PMI는 가장 강한 평균 간섭 전력을 야기하는 PMI이다.

[0051] 여기서, 전송 상관 행렬은 각 단말에 대해 서로 다를 수 있고 하기에서 이에 대한 설명이 주어질 것이다.

[0052] 탭 별 각 스프레드(per-tap AS(Angular Spread)), 평균 도착각(mean AOA(Angle of Arrival)), 평균 출발각(mean AoD(Angle of Departure))이 정의되면, 라플라시안 전력 각 분포(Laplacian power angular distribution)를 가정하여 단말 및 기지국 모두에서의 이론적인 공간 상관(theoretical spatial correlation)이 유도된다.

[0053] 추가적으로, 기지국 및 단말에서 옴니 방향성 안테나 구성을 가정하면, 기지국에서  $p^{th}$  와  $q^{th}$  사이의 안테나 공간 상관은 하기 수식과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 5**

[0054] 
$$r_{n,BS}(p, q) = \int_{-\infty}^{\infty} f(\alpha) \exp \left\{ j \frac{2\pi d_{BS}}{\lambda} (p - q) \sin(AOD_n + \alpha) \right\} d\alpha$$

[0055] 여기서,  $d_{BS}$  는 기지국에서의 안테나 스페이싱을 나타낸다.  $\lambda$  는 파장을 나타낸다.  $\alpha$  는 기지국에서의 평균 주변 각 오프셋(angular offset around the mean) 을 나타낸다. 각 오프셋에서의 확률 밀도 함수(PDF:Probability Density Function)는 하기 수식과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 6**

[0056] 
$$f(\alpha) = \frac{1}{\sqrt{2} AS_{BS,Path}} \exp \left\{ - \frac{\sqrt{2} |\alpha|}{AS_{BS,Path}} \right\}$$

[0057] 따라서, 수식 5로부터, 각 단말에 대한 전송 상관 행렬은 서로 다른 출발각 때문에 서로 다를 수 있다. 따라서, 전송 상관 행렬은 각 단말에 대해 계산되어야 하고, 가장 큰 수신 신호를 나타내는 PMI 가 결정될 수 있다.

[0058] 일 실시 예에서, 기지국 안테나 구성에 기반한 하향링크 PMI 코디네이션 방식 기반의 공분산은 기지국에 대한

PMI 서브셋에서의 제 1 프로세스와 상기 기지국의 PMI 서브셋으로부터 PMI를 선택하기 위해 기지국과 단말이 상호작용하는 2 프로세스로 나뉘어진다.

- [0059] 기지국에 대한 PMI 서브셋을 결정하는 일 실시 예의 프로세스는 하기에서 설명될 것이다.
- [0060] 기지국에 대한 PMI 서브셋은 각 PMI가 상기 수식 3을 이용한 가장 좋은 PMI인지 그리고 각 PMI가 상기 수식 4를 이용한 가장 나쁜 PMI인지, 각 PMI에 대한 확률을 수집하는 것에 의해 결정된다. 이후, 이를 추천 확률 및 제한 확률이라고 각각 칭할 것이다.
- [0061] 상기 추천 및 제한 확률은 기지국의 설정 절차, 수학적인 모의실험, 가장 좋은 그리고 가장 나쁜 PMI의 확률을 결정지을 수 있는 메커니즘과 같은 기지국의 실질적인 동작 동안에 결정될 수 있다.
- [0062] 추천 및 제한 확률은 상기 기지국의 안테나 구성을 기반으로 결정된다. 일 실시 예의 안테나 구성은 360도 커버리지(옴니 방향성의) 안테나 구성, 120도 커버리지(3 섹터) 안테나 구성 및 60도 커버리지(6 섹터) 안테나 구성을 포함할 수 있다.
- [0063] 추천 및 제한 확률의 수집의 이해를 돕기 위해, 제한 확률의 수집의 예는 하기 도 2에서 설명될 것이다.
- [0064] 도 2는 본 발명의 실시 예에 따른 0.5 램다 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성을 가지는 기지국을 위한 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 기반으로 한 PMI 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0065] 상기 도 2를 참조하면, 가장 나쁜 PMI가 되는 확률이 높은 PMI의 수는 작다. 이에 따라, 만약 기지국이 하향링크 전송에서 상기 기지국의 셀의 중심에 있는 단말에 이러한 작은 수의 PMI를 제한한다면, 다른 셀에 있는 단말에 대한 간섭은 감소할 것이다.
- [0066] 다른 안테나 스페이싱의 효과를 평가하기 위해서는, 안테나 스페이싱을 제외하고는 동일한 파라미터를 가지고 도 2에서 수행된 모의실험이 수행되면 된다.
- [0067] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 5 램다 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성을 가지는 기지국을 위한 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 기반으로 한 PMI 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0068] 도 4는 본 발명의 실시 예에 따른 20 램다 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성을 가지는 기지국을 위한 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 기반으로 한 PMI 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0069] 상기 도 2-4에서와 같이, 안테나 스페이싱은 0.5 램다에서 20 램다까지 증가한다. 제한 PMI의 수는 증가한다. 그러나 지배적인(dominant)한 PMI의 수는 거의 변하지 않는다.
- [0070] LTE Advanced 및 IEEE 802.16m 코드북은 매우 유사하기 때문에, 상기 도 2-4에서 유추된 관측들은 IEEE 802.16m에도 유사하게 적용될 수 있다. IEEE 802.16m 코드북에 채용되는 예는 하기에서 설명될 것이다. 추가적으로, 도 2-4에서 사용되는 방식은 PMI 추천에도 또한 사용될 수 있다. PMI 추천을 위해 사용되는 도 2-4에서 사용되는 방식은 하기에서 설명될 것이다.
- [0071] 이후, 수집된 추천 및 제한 확률의 예는 도 5-10을 참고로 하여 3개의 서로 다른 안테나 구성을 가지고 LTE Advanced 및 IEEE 802.16m 코드북 모두에 대해 설명될 것이다. 상기 도 5-10의 각각의 도면에서, 안테나 스페이싱은 1 램다보다 작다.
- [0072] 도 5는 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성과 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0073] 도 6은 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 120도 커버리지 안테나 구성과 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의실험 결과를 도시한 그래프이다.

- [0074] 도 7은 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 60 도 커버리지 안테나 구성과 3GPP LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0075] 도 8은 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0076] 도 9는 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 120도 커버리지 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0077] 도 10은 본 발명의 실시 예에 따른 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 60도 커버리지 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI 추천 및 제한 확률이 수집되는 모의 실험 결과를 도시한 그래프이다.
- [0078] 추천 및 제한 확률이 수집되면, 도 5-10에서 예시된 바와 같이, 기지국에 대한 PMI 서브셋이 각 안테나 구성 및 코드북 타입에 대해 선택될 것이다.
- [0079] 1) 제한 확률이 높지만, 추천 확률은 낮은 PMI 는 제한된다.
- [0080] 2) 제한 확률은 낮지만, 추천 확률이 높은 PMI 는 추천된다.
- [0081] PMI 서브셋 선택 기준(criteria)을 기반으로, 선택된 추천 및 제한 확률로부터 PMI 서브셋이 결정된다. 상기 PMI 서브셋은 PMI\_subset\_indicator 로 칭해진다. 기지국에 대한 PMI\_subset\_indicator 가 정해지면, 상기 기지국에 저장될 수 있다.
- [0082] PMI 서브셋 선택 기준이 상기 도5-10 에서 예시된 바와 같이 선택된 추천 및 제한 확률 각각에 대해 적용되면, 표1-표6에서 보여지는 바와 같이 PMI\_subset\_indicator 가 각각 생성된다.
- [0083] 도 5에서 예시된 바와 같이 수집된 추천 및 제한 확률로부터 유도된 PMI\_subset\_indicator 는 하기 표 1에서 설명된다. 표 1은 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 안테나 구성과 LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI\_subset\_indicator 이다.

**표 1**

PMI_subset_indicator	PMI index			
0b00 (restriction)	1	2		4
0b01 (recommendation)	9	10	11	12

[0084]

- [0085] 도 6에서 예시된 바와 같이 수집된 추천 및 제한 확률로부터 유도된 PMI\_subset\_indicator 는 하기 표 2에서 설명된다. 표 2은 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 120도 커버리지 안테나 구성과 LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI\_subset\_indicator 이다.

**표 2**

PMI_subset_indicator	PMI index			
0b00 (restriction)	1	2		4
0b01 (recommendation)	9	10	11	12

[0086]



[0087] 도 7에서 예시된 바와 같이 수집된 추천 및 제한 확률로부터 유도된 PMI\_subset\_indicator 는 하기 표 3에서 설명된다. 표 3은 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 60도 커버리지 안테나 구성과 LTE Advanced 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI\_subset\_indicator 이다.

표 3

PMI_subset_indicator	PMI index				
0b10 (restriction)	1	2	4	5	8
0b11 (recommendation)	6	7	10	11	12

[0088]

[0089] 도 8에서 예시된 바와 같이 수집된 추천 및 제한 확률로부터 유도된 PMI\_subset\_indicator 는 하기 표 4에서 설명된다. 표 4는 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 옴니 방향성 커버리지 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI\_subset\_indicator 이다.

표 4

PMI_subset_indicator	PMI index			
0b000 (restriction)	1	5	6	7
0b001 (recommendation)	2	3	4	8

[0090]

[0091] 도 9에서 예시된 바와 같이 수집된 추천 및 제한 확률로부터 유도된 PMI\_subset\_indicator 는 하기 표 5에서 설명된다. 표 5는 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 120도 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI\_subset\_indicator 이다.

표 5

PMI_subset_indicator	PMI index			
0b010 (restriction)	5	6	7	
0b000 (recommendation)	2	3	4	8

[0092]

[0093] 도 10에서 예시된 바와 같이 수집된 추천 및 제한 확률로부터 유도된 PMI\_subset\_indicator 는 하기 표 6에서 설명된다. 표 6은 1 램다 보다 작은 안테나 스페이싱 셋의 60도 안테나 구성과 IEEE 802.16m 4 비트 코드북(랭크 1)을 가지고 동작하는 기지국을 위한 PMI\_subset\_indicator 이다.

표 6

PMI_subset_indicator	PMI index				
0b011 (restriction)	5	6	7	13	16
0b100 (recommendation)	3	4	8	14	15

[0094]

[0095]

PMI\_subset\_indicator 가 기지국에 대해 정해지면, 기지국이 사용하는 안테나 구성과 코드북을 기반으로, PMI\_subset\_indicator는 기지국에 저장될 수 있다. 그리고 기지국은 상기 PMI\_subset\_indicator 를 제어 채널을 통해 셀 가장자리 단말들로 방송(broadcast)하거나 상기 가장자리 단말들 중 각각의 단말에 전송할 수 있다.

[0096]

PMI를 선택하기 위해 단말 및 기지국이 상호작용하는 일 실시 예의 프로세스가 하기에서 설명될 것이다.

[0097]

도 11은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 동작을 나타내는 흐름도이다.

[0098]

상기 도 11을 참조하면, 1100 단계에서 단말은 기지국으로부터 PMI\_subset\_indicator 를 수신한다. 상기 PMI\_subset\_indicator 는 단말로 방송되거나 상기 단말로 유니캐스트(unicast) 될 수 있다. 상기 PMI\_subset\_indicator 는 상기 단말로 주기적으로 전송될 수 있다. 상기 단말로 전송될 때, 상기 PMI\_subset\_indicator 는 상기 단말에 할당된 부채널을 통해 전송될 수 있다.

[0099]

1110 단계에서, 단말은 상기 기지국의 하향링크 채널 품질을 결정한다. 상기 기지국의 하향링크 채널 품질은 예를 들어 미드앰블 등과 같은 하향링크 기준신호를 기반으로 결정될 수 있다.

[0100]

1120 단계에서, 상기 단말은 PMI\_subset\_indicator 및 결정된 상기 기지국의 하향링크 채널 품질에 따라 PMI를 결정한다. 여기서, 상기 단말은 PMI\_subset\_indicator 에 의해 나타난 PMI가 제한되는지를 평가하지 않는다.

[0101]

1130 단계에서, 상기 단말은 결정된 PMI를 상기 기지국으로 피드백한다. 이후, 프로세스는 종료된다.

[0102]

도 12는 본 발명의 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 동작을 나타내는 흐름도이다.

[0103]

상기 도 12를 참조하면, 1200 단계에서 상기 기지국은 PMI\_subset\_indicator 를 결정한다. 상기 기지국은 전송한 바와같이 상기 기지국의 PMI\_subset\_indicator 를 결정할 수 있다.

[0104]

1210 단계에서 상기 PMI\_subset\_indicator 는 상기 단말로 전송된다. 상기 PMI\_subset\_indicator 는 방송되거나 유니캐스트되어 상기 단말로 전송될 수 있다. 상기 PMI\_subset\_indicator 는 상기 단말로 주기적으로 전송될 수 있다. 상기 PMI\_subset\_indicator 는 인접 기지국으로부터의 코디네이션을 위한 요청 수신에 대한 응답으로 전송될 수 있다. 상기 단말로 전송될 때, 상기 PMI\_subset\_indicator 는 상기 단말에 할당된 부채널을 통해 전송될 수 있다.

[0105]

1220 단계에서, 상기 기지국은 상기 단말이 결정한 PMI를 수신한다.

[0106]

1230 단계에서, 상기 기지국은 상기 단말로부터 수신한 PMI를 기반으로 하향링크 전송을 조절한다. 이후, 프로세스는 종료된다.

[0107]

도 13은 본 발명의 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 단말의 구조를 도시한 블록 다이어그램이다.

[0108]

상기 도 13을 참조하면, 단말은 다수의 RF(Radio Frequency) 수신기 1302-1~ 1302-N, 다수의 OFDM 복조기 1304-1~1304-N, 다수의 부반송파 디매퍼 1306-1~ 1306-N, 다수의 심볼 복조기 1308-1~1308-N, 다수의 디코더 1310-1~1310-N, 데이터 버퍼 1312, 채널 품질 측정기 1314, PMI 계산기 1316, 피드백 정보 생성기 1318, 피드백 전송기 1320를 포함한다.

[0109]

상기 다수의 RF 수신기 1302-1~1302-N 는 안테나를 통해 수신한 신호를 기저대역 신호로 변환한다. RF 수신기



1302-1~1302-N 중 각각의 RF 수신기는 OFDM 심볼 기반 상의 기저대역 신호로 나눈다. 이후, 상기 기저대역 신호는 CP(Cyclic Prefix)가 제거되고, FFT 연산이 수행됨으로써 주파수 도메인에 매핑된 복소 심볼이 재저장된다.

- [0110] 다수의 심볼 복조기 1308-1~1308-N 중 각각의 심볼 복조기는 상기 복소 심볼을 인코딩된 비트 스트림으로 변환한다.
- [0111] 다수의 디코더 1310-1~1310-N 중 각각의 디코더는 인코딩된 비트 스트림을 디코딩한다.
- [0112] 데이터 버퍼 1312 는 다수의 디코더 1310-1~1310-N 가 디코딩한 정보 비트 스트림을 일시적으로 저장한다. 상기 정보 비트 스트림에 포함된 것은 제어채널을 통해 기지국에서 단말로 방송되거나 유니캐스트되는 PMI\_subset\_indicator 이다. 상기 PMI\_subset\_indicator는 단말에 할당된 서브밴드에서 기지국으로부터 단말로 방송되거나 유니캐스트될 수 있다.
- [0113] 채널 품질 측정기 1314 는 다수의 부반송파 디매퍼 1306-1~1306-N 에서 제공된 신호를 사용하여 서빙 기지국을 위해 채널 품질을 측정한다. 달리 설명하면, 채널 품질 측정기 1314 는 신호의 채널 품질을 결정한다. 상기 신호는 서빙 기지국이 할당한 부채널을 통해 서빙 기지국으로부터 수신한 것이다. 상기 채널 품질은 SNR(Signal-to-Noise), CINR(Carrier to Interference-plus-Noise Ratio), SINR(Signal to Interference-plus-Noise Ratio) 중에 하나가 될 수 있다. 추가적으로, 채널 품질 측정기 1314 는 간섭 기지국에서 간섭 전력을 결정할 수 있다.
- [0114] PMI 계산기 1316 는 기지국으로부터 수신한 PMI\_subset\_indicator 에 따라 PMI를 계산한다. 이는 PMI 계산기 1316 가 PMI\_subset\_indicator 에서 나타난 PMI 서브셋 에서 간섭을 최소화하는 가장 좋은 케이스의 PMI를 계산하는 것 또는 간섭을 최대화하는 가장 나쁜 PMI를 계산하는 것을 나타낸다.
- [0115] 추가적으로, PMI 계산기 1316 는 계산된 PMI 를 피드백 정보 생성기 1318 로 제공한다 그리고 계산된 PMI 가 가장 좋은 경우의 PMI 인지 또는 가장 나쁜 경우의 PMI인지를 보고할 수 있다.
- [0116] 피드백 정보 생성기 1318 는 서빙 기지국으로 피드백되는 정보를 생성한다. 서빙 기지국으로 피드백되는 상기 정보는 SNR, CINR, SINR 과 같은 채널 품질 정보를 포함할 수 있다. 개 루프(open-loop MIMO) 통신을 수행할 때, 단말은 각 코드워드, MIMO 통신 방식, 전송 랭크 등에 대해 effective SINR 을 피드백한다.
- [0117] 폐 루프(closed-loop MIMO) 통신을 수행할 때, 단말은 각 코드워드, 전송 랭크, 단일 사용자 방식에 대한 PMI, 다중 사용자 방식에 대한 PMI 등과 같은 것에 대해 effective SINR 을 피드백한다. 상기 단말 사용자 방식을 위한 PMI 및 상기 다중 사용자 방식에 대한 PMI 는 서빙 기지국과 단말 사이의 통신에 사용된다.
- [0118] 피드백 전송기 1320 는 피드백 정보 생성기 1318 가 생성한 피드백 정보를 서빙 기지국으로 전송한다. 이는, 피드백 정보 생성기 1318 가 생성한 피드백 정보에 대해 피드백 전송기 1320 가 인코딩 및 변조를 수행하고, IFFT(Inverse Fast Fourier Transform) 연산과 CP 삽입을 수행함으로써 OFDM 심볼을 구성하여 신호로 변환하는 것을 나타낸다. 이후, 피드백 전송기 1320은 상기 OFDM 심볼을 하나 또는 그 이상의 안테나를 통해 전송한다.
- [0119] 도 14는 본 발명의 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서 기지국의 구조를 도시한 블록 다이어그램이다.
- [0120] 상기 도 14를 참조하면, 기지국은 피드백 수신기 1402, 피드백 정보 평가기 1404, PMI 선택기 1406, PMI 테이블 1408, 데이터 버퍼 1410, 다수의 인코더 1412-1~1412-N, 다수의 심볼 변조기 1414-1~1414-N, 간섭 완화 프리코더 1416, 다수의 부반송파 매퍼 1418-1~1418-N, 다수의 OFDM 변조기 1420-1~1420-N, 다수의 RF 송신기 1422-1~1422-N 를 포함한다.
- [0121] 상기 피드백 수신기 1402 는 하나 또는 그 이상의 안테나를 통해 수신한 RF 신호를 수신하고 수신한 신호를 기저 대역 신호로 변환(convert)한다. 상기 기저 대역 신호는 OFDM 심볼 베이스로 나뉘어져서, CP 가 제거되고, 주파수 도메인에 매핑된 복소 심볼을 복소 심볼이 FFT 연산을 통해 재저장되고, 상기 복소 심볼이 인코딩된 비트 스트림으로 복조되고, 상기 인코딩된 비트 스트림이 단말이 피드백한 정보를 포함하는 인코딩된 비트 스트림으로 디코딩된다.
- [0122] 피드백 정보 평가기 1404 는 피드백 수신기 1402 가 수신한, 단말이 피드백한, 정보를 평가한다. 특히, 피드백 정보 평가기 1404 는 단말로부터 피드백된 채널 품질 및 PMI 정보를 평가한다. 단말로부터 피드백된 PMI는 가장 좋은 경우의 PMI 또는 가장 나쁜 경우의 PMI 일 수 있다. PMI 타입 지시자(indicator)는 PMI 가 가장 좋은 경우의 PMI 인지 가장 나쁜 경우의 PMI 인지를 나타낼 수 있다.

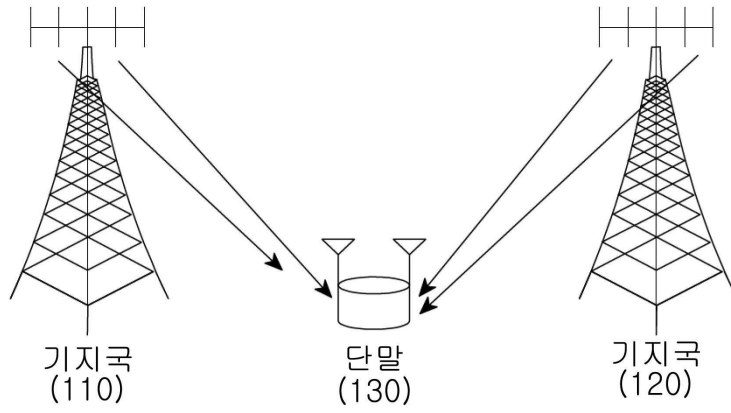
- [0123] PMI 선택기 1406 는 단말로의 하향링크 전송을 위해 기지국에 의해 사용되는 PMI를 선택한다. 이 경우에서, PMI 선택기 1406 는 단말로부터 피드백되는 PMI 를 기반으로 하는 PMI 서브셋으로부터 PMI를 선택한다.
- [0124] PMI 테이블 1408 은 기지국에 대한 PMI\_subset\_indicator 를 저장한다. PMI 테이블 1408 은 PMI\_subset\_indicator 를 직접 또는 간접적으로 단말로의 전송을 위해 데이터 버퍼 1410 에 출력한다.
- [0125] 데이터 버퍼 1410 은 일시적으로 기지국에 전송될 데이터를 저장한다 그리고 전송 시간이 경과할 때 저장된 데이터를 출력한다. 다수의 인코더 1412-1~1412-N 중 각각의 인코더는 데이터 버퍼 1410으로부터 제공된 데이터 비트 스트림을 인코딩한다.
- [0126] 다수의 심볼 변조기 1414-1~1414-N 중 각각의 심볼 변조기는 인코딩된 비트 스트림을 변조하고 따라서 비트 스트림을 복조 심볼로 변환한다.
- [0127] 간섭 완화 프리코더 1416 는 셀 간 간섭 완화를 위한 프리코딩을 수행한다. 이는, 간섭 완화 프리코더 1416 가 PMI 선택기 1406 에 의해 선택된 PMI에 대한 프리코딩 행렬을 사용하여 전송(Tx)신호에 대해 프리코딩을 수행한다. 달리 설명하면, 간섭 완화 프리코더 1416 는 선택된 PMI에 해당하는 프리코딩 행렬을 전송 신호에 곱한다.
- [0128] 다수의 부반송파 매핑 1418-1~1418-N 중 각각의 부반송파 매핑은 전송 신호를 부반송파에 매핑하고 주파수 도메인 신호를 구성한다. 여기서, 상기 전송 신호는 프리코딩된 전송 신호들 사이의 해당 전송 경로 상의 신호이다.
- [0129] 다수의 OFDM 변조기 1420-1~1420-N 중 각각의 OFDM 변조기는 IFFT 연산을 수행하여 주파수 도메인의 신호를 시간 도메인의 신호로 변환한다 그리고 CP 를 삽입함으로써 기저대역 OFDM 심볼을 구성한다.
- [0130] 다수의 RF 송신기 1422-1~1422-N 중 각각의 RF 송신기는 기저대역 OFDM 심볼을 RF 신호로 변환한다 그리고 안테나를 통해 상기 RF 신호를 전송한다. 전송된 신호에 포함된 것은, 제어 채널에서 방송되거나 유니캐스트되는, PMI\_subset\_indicator 이다. PMI\_subset\_indicator 의 예는 상기 표 1~6 에 나타나있다.
- [0131] 따라서, 본 발명은 실시 예는 백홀 지연 및 단말 이동성 문제를 해결하기 위해 하향링크 PMI 코디네이션 방식 기반의 공분산을 채용한다. 기지국에 대한 하향링크 전송 PMI 는 기지국 안테나 구성을 기반으로 결정된다.
- [0132] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

**부호의 설명**

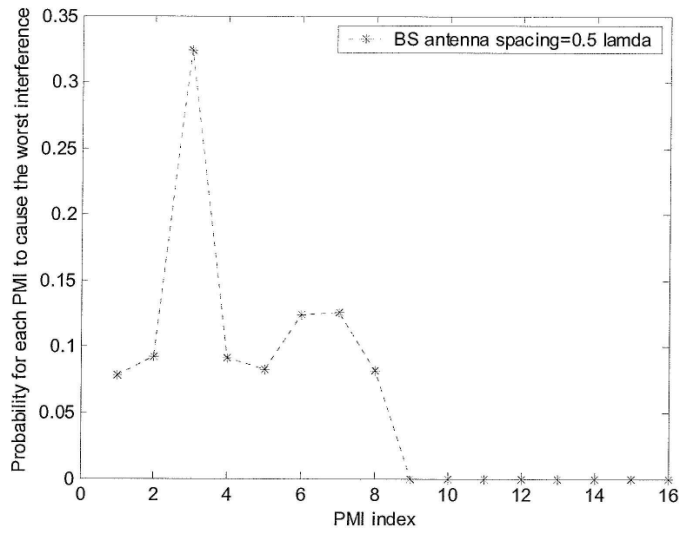
- [0133] 다수의 RF(Radio Frequency) 수신기 1302-1~1302-N, 다수의 OFDM 복조기 1304-1~1304-N, 다수의 부반송파 디매핑 1306-1~1306-N, 다수의 심볼 복조기 1308-1~1308-N, 다수의 디코더 1310-1~1310-N, 데이터 버퍼 1312, 채널 품질 측정기 1314, PMI 계산기 1316, 피드백 정보 생성기 1318, 피드백 전송기 1320.  
 피드백 수신기 1402, 피드백 정보 평가기 1404, PMI 선택기 1406, PMI 테이블 1408, 데이터 버퍼 1410, 다수의 인코더 1412-1~1412-N, 다수의 심볼 변조기 1414-1~1414-N, 간섭 완화 프리코더 1416, 다수의 부반송파 매핑 1418-1~1418-N, 다수의 OFDM 변조기 1420-1~1420-N, 다수의 RF 송신기 1422-1~1422-N.

도면

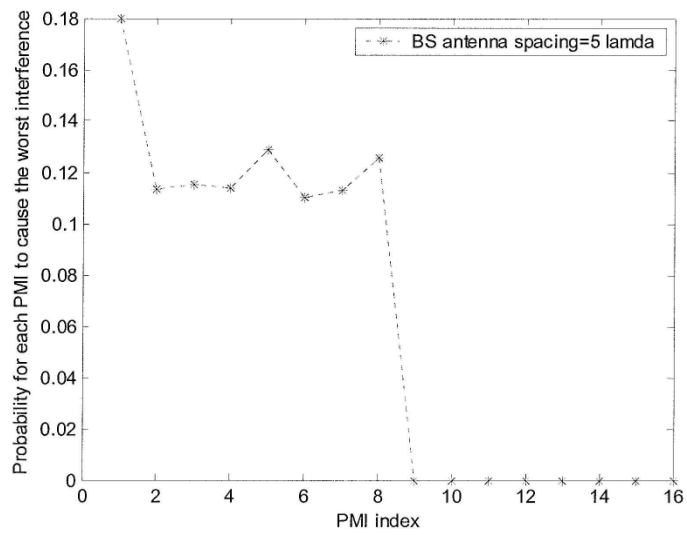
도면1



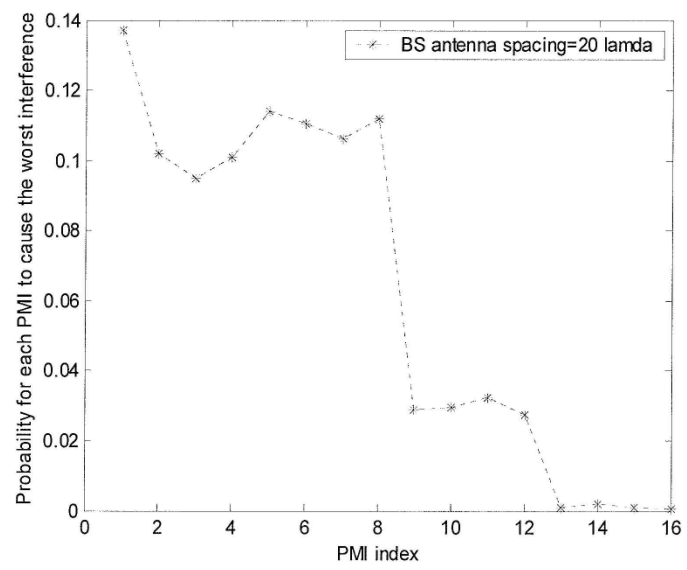
도면2



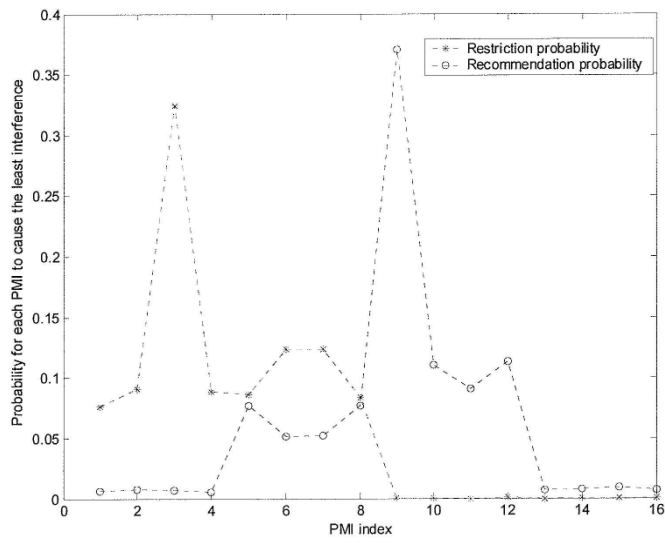
도면3



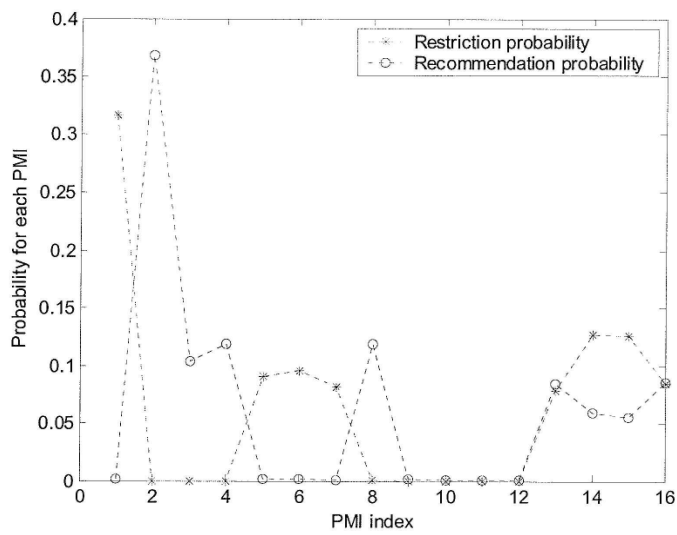
도면4



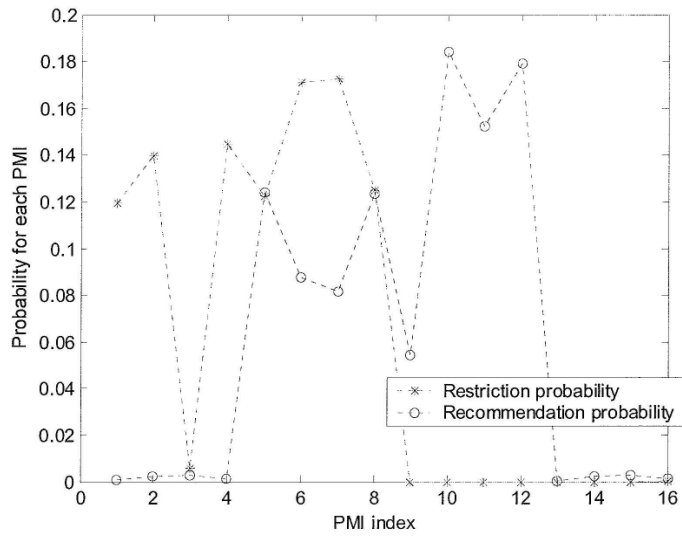
도면5



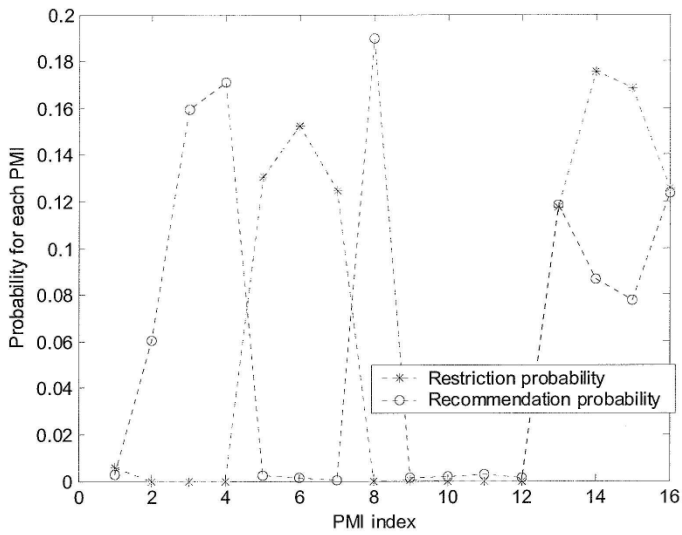
도면6



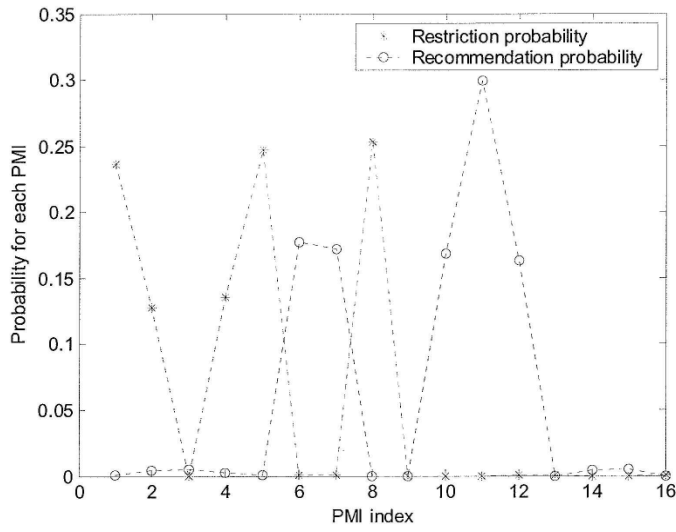
도면7



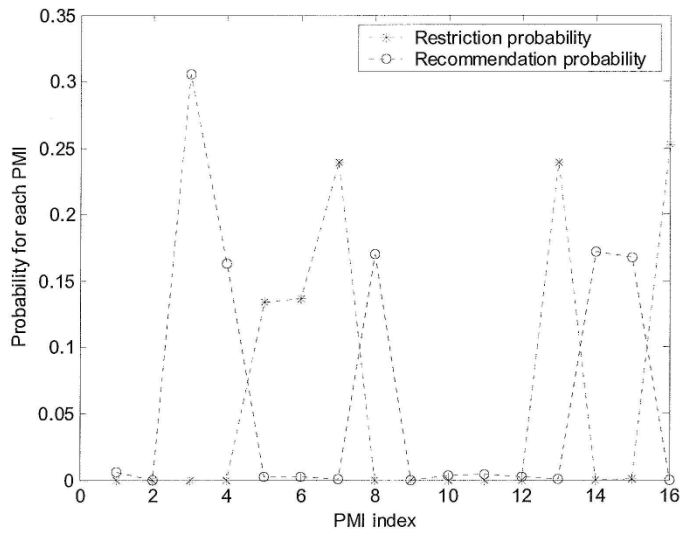
도면8



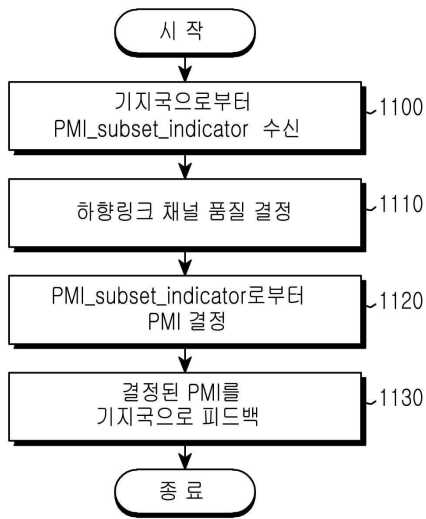
도면9



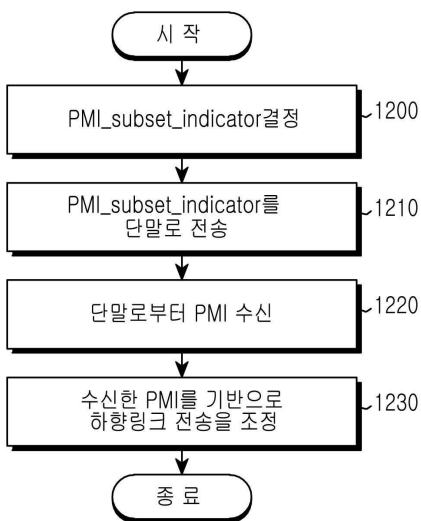
도면10



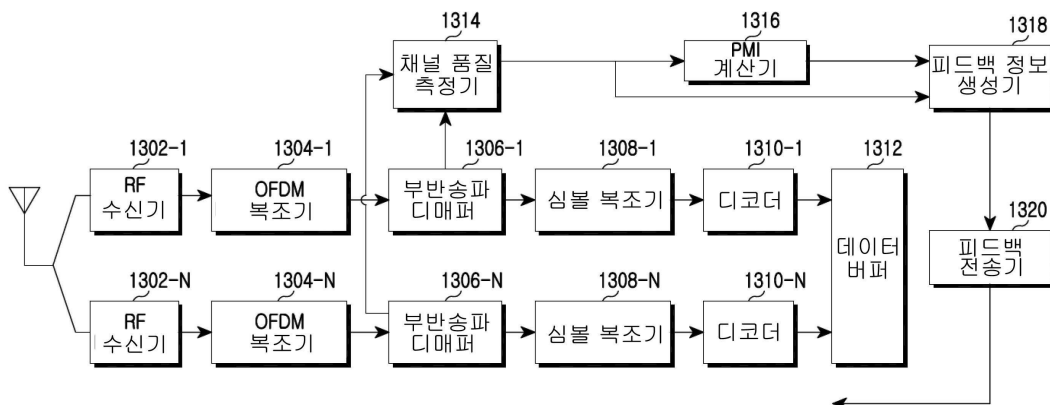
도면11



도면12



도면13





도면14

