



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0042140  
(43) 공개일자 2009년04월29일

(51) Int. Cl.

H04B 7/04 (2006.01) H04B 7/02 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0075687

(22) 출원일자 2008년08월01일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

1020070107946 2007년10월25일 대한민국(KR)

1020070121711 2007년11월27일 대한민국(KR)

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

(72) 발명자

이우용

대전시 유성구 어은동 한빛아파트 106동 701호

권형진

충북 청주시 흥덕구 가경동 삼일원앙아파트 103동 1502호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인무한

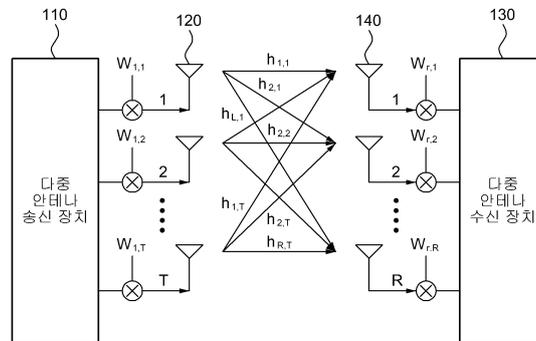
전체 청구항 수 : 총 21 항

(54) 다중 안테나 통신 방법 및 시스템

(57) 요약

다중 안테나 통신 방법 및 다중 안테나 통신 시스템을 개시한다. 본 발명에 의한 다중 안테나 통신 방법은 복수의 송신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하는 단계, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 상기 각각의 송신 안테나의 목적 전송률을 결정하는 단계, 상기 결정된 목적 전송률에 대한 정보를 다중 안테나 수신 장치에 송신하는 단계, 상기 송신된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 수신하는 단계, 및 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 상기 다중 안테나 수신 장치로 데이터를 송신하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

**김경표**

대전시 유성구 가정동 236-1번지 2동 232호

**김진경**

대전시 서구 관저동 대자연마을아파트 105동 506호

**김용선**

경기도 수원시 권선구 권선동 주공아파트 122동 1101호

**이재섭**

대전시 서구 만년동 강변아파트 112동 1606호

**고영채**

서울시 성북구 정릉동 우성 아파트 105동 807호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2007-S-002-01

부처명 정보통신부 및 정보통신연구진흥원

연구사업명 IT성장동력기술개발

연구과제명 Multi-Gigabit 무선 인터페이스 기술 개발

주관기관 한국전자통신연구원, 고려대학교 산학협력단

연구기간 2007년 03월 01일 ~ 2008년 02월 29일

---

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

복수의 송신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하는 단계;  
 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 상기 각각의 송신 안테나의 목적 전송률을 결정하는 단계;  
 상기 결정된 목적 전송률에 대한 정보를 다중 안테나 수신 장치에 송신하는 단계;  
 상기 송신된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 수신하는 단계; 및  
 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 상기 다중 안테나 수신 장치로 데이터를 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
 상기 다중 안테나 수신 장치로 상기 웨이팅 벡터의 결정을 위한 코드북 색인을 요청하는 단계;  
 상기 요청에 따라, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 코드북 색인을 수신하는 단계; 및  
 상기 수신된 코드북의 색인을 참조하여, 상기 웨이팅 벡터를 제2 결정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

### 청구항 3

제1항에 있어서,  
 선정된 시간 동안, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 채널 정보를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경하여 상기 목적 전송률을 재송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

### 청구항 4

제1항에 있어서,  
 선정된 시간 동안, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 송신된 데이터에 대한 수신 확인 메시지를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경하여 상기 데이터를 재송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

### 청구항 5

제4항에 있어서,  
 상기 웨이팅 벡터의 변경에 연동하여, 통신 링크를 재설정하기 위하여 상기 목적 전송률을 재송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

### 청구항 6

제1항에 있어서,  
 상기 대역 확산 코드는,  
 윌시 코드 또는 하마다드 매트릭스를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

### 청구항 7

복수의 수신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하는 단계;

상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 상기 각각의 수신 안테나의 채널 상태 값을 측정하는 단계;  
 상기 측정된 채널 상태 값을 사전에 선정된 코드북 값과 비교하여, 다중 안테나 송신 장치로부터의 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 판단하는 단계; 및  
 상기 판단된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를 상기 다중 안테나 송신 장치로 되먹임 하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

**청구항 8**

제7항에 있어서,  
 상기 다중 안테나 송신 장치로부터의 요청에 따라, 상기 채널 상태 값 및 상기 코드북 값의 비교를 통해, 상기 다중 안테나 송신 장치의 송신 안테나의 웨이팅 벡터 결정을 위한 코드북 색인을 검색하는 단계; 및  
 상기 검색된 코드북 색인을 상기 다중 안테나 송신 장치로 송신하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

**청구항 9**

제7항에 있어서,  
 웨이팅 벡터를 결정하는 상기 단계는,  
 상기 복수의 수신 안테나에 대한 채널을 예측하는 단계; 및  
 상기 예측된 채널에 기초하여 상기 복수의 수신 안테나에 대한 웨이팅 벡터를 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

**청구항 10**

제7항에 있어서,  
 상기 측정된 채널 상태 값을 선정된 임계 값과 비교하는 단계; 및  
 상기 비교 결과에 따라 상기 코드북을 제2 코드북으로 스위칭 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

**청구항 11**

제7항에 있어서,  
 상기 코드북의 비트를 반복하여 사용함으로써, 상기 코드북에서 사용되는 피드백 비트의 수와 제2 코드북의 비트 수가 대응되도록 하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

**청구항 12**

복수의 송신 안테나를 통해 다중 안테나 수신 장치의 수신 안테나에 의해 측정된 채널 상태 값을 수신하는 단계;  
 상기 수신된 채널 상태 값에 기초하여, 변조 방식 및 목적 전송률을 결정하는 단계; 및  
 상기 결정된 변조 방식에 따라 데이터를 변조하고, 상기 결정된 목적 전송률에 따라 상기 변조된 데이터를 상기 다중 안테나 수신 장치로 송신하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

**청구항 13**

제12항에 있어서,

변조 방식 및 목적 전송률을 결정하는 상기 단계는,

상기 수신된 채널 상태 값이 선정된 값 이상인 경우, 상기 채널 상태가 우수한 것으로 판단하여, 상기 변조 방식 및 상기 목적 전송률을 고차의 변조 방식 및 높은 목적 전송률로 결정하는 단계; 또는

상기 수신된 채널 상태 값이 선정된 값 미만인 경우, 상기 채널 상태가 우수하지 않은 것으로 판단하여, 상기 변조 방식 및 상기 목적 전송률을 저차의 변조 방식 및 낮은 전송률로 결정하는 단계

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 방법.

#### 청구항 14

복수의 송신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하는 벡터 결정부;

상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 상기 각각의 송신 안테나의 목적 전송률을 결정하는 전송률 결정부;

상기 결정된 목적 전송률에 대한 정보를 다중 안테나 수신 장치에 송신하는 송신부; 및

상기 송신된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 수신하는 수신부

를 포함하고,

상기 송신부는,

상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 상기 다중 안테나 수신 장치로 데이터를 송신하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 시스템.

#### 청구항 15

제14항에 있어서,

상기 수신부는,

상기 다중 안테나 수신 장치로 상기 웨이팅 벡터의 결정을 위한 코드북 색인을 요청하고, 상기 요청에 따라, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 코드북 색인을 수신하며,

상기 벡터 결정부는,

상기 수신된 코드북의 색인을 참조하여, 상기 웨이팅 벡터를 제2 결정하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 시스템.

#### 청구항 16

제14항에 있어서,

상기 벡터 결정부는,

선정된 시간 동안, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 채널 정보를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경하고,

상기 송신부는,

상기 변경된 웨이팅 벡터에 의해 재결정된 목적 전송률을 재송신하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 시스템.

#### 청구항 17

제14항에 있어서,

상기 벡터 결정부는,

선정된 시간 동안, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 송신된 데이터에 대한 수신 확인 메시지를 수신하지

않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 백터를 변경하고,

상기 송신부는,

상기 변경된 웨이팅 백터에 의해 재결정된 목적 전송률로 상기 데이터를 재송신하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 시스템.

**청구항 18**

제14항에 있어서,

상기 대역 확산 코드는,

월시 코드 또는 하마다드 매트릭스를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 시스템.

**청구항 19**

복수의 수신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 백터를 결정하는 백터 결정부;

상기 결정된 웨이팅 백터를 이용하여, 상기 각각의 수신 안테나의 채널 상태 값을 측정하는 채널 측정부;

상기 측정된 채널 상태 값을 사전에 선정된 코드북 값과 비교하여, 다중 안테나 송신 장치로부터의 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 판단하는 판단부; 및

상기 판단된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를 상기 다중 안테나 송신 장치로 되먹임 하는 송신부

를 포함하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 시스템.

**청구항 20**

제19항에 있어서,

상기 다중 안테나 송신 장치로부터의 요청에 따라, 상기 채널 상태 값 및 상기 코드북 값의 비교를 통해, 상기 다중 안테나 송신 장치의 송신 안테나의 웨이팅 백터 결정을 위한 코드북 색인을 검색하는 검색부

를 더 포함하고,

상기 송신부는,

상기 검색된 코드북 색인을 상기 다중 안테나 송신 장치로 송신하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 시스템.

**청구항 21**

제19항에 있어서,

상기 백터 결정부는,

상기 복수의 수신 안테나에 대한 채널을 예측하고, 상기 예측된 채널에 기초하여 상기 복수의 수신 안테나에 대한 웨이팅 백터를 결정하는 것을 특징으로 하는 다중 안테나 통신 시스템.

**명세서**

**발명의 상세한 설명**

**기술 분야**

<1> 본 발명은 다중 안테나 통신 방법 및 다중 안테나 통신 시스템에 관한 것이다.

<2> 본 발명은 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 IT성장동력기술개발사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다[과제관리번호: 2007-S-002-01, 과제명: Multi-Gigabit 무선 인터페이스 기술 개발].

**배경 기술**

- <3> 높은 데이터 전송률을 요구하는 WPAN(Wireless Personal Area Network)과 같은 응용분야에서 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 기술은 필수적이다. 그러나, 다수의 RF(Radio Frequency) 체인을 가지는 다수의 안테나는 다수의 안테나 및 동수의 RF(Radio Frequency) 체인으로 인하여 칩 가격이 고가일 뿐만 아니라, 높은 하드웨어 복잡도를 요구한다.
- <4> 또한, 밀리미터파 무선 전송 시스템의 안테나 선택 기법은 RF(Radio Frequency) 체인에 온(On)과 오프(Off)가 반복되므로 사용 전력이 클 뿐만 아니라, 오프(Off) 되었다가 온(On) 되었을 때 초고주파 회로의 반응 속도로 인하여 구현의 복잡도를 크게 증가 시킬 수 있다. 이러한 시스템은 비록 최적의 성능이 얻어질 지라도 저가격 저전력이 요구되는 WPAN(Wireless Personal Area Network) 같은 응용분야에는 적합하지 않다.
- <5> 따라서, 사용 전력을 줄이고 RF(Radio Frequency) 체인 구현을 용이하게 할 수 있는 다중 안테나 통신 기술이 요구되고 있다.

**발명의 내용**

**해결 하고자하는 과제**

- <6> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술을 개선하기 위해 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은 사용 전력을 줄이고 RF(Radio Frequency) 체인 구현을 용이하게 할 수 있는 다중 안테나 통신 방법 및 시스템을 제공하는 데 있다.
- <7> 본 발명의 다른 목적은 채널 환경에 따라 적응 변조를 함으로써 주파수 효율성을 높이고 통신 신뢰도를 향상시킬 수 있는 다중 안테나 통신 방법 및 시스템을 제공하는 데 있다.
- <8> 본 발명의 또 다른 목적은 송수신기에 월시 코드(Walsh Code)를 이용한 웨이팅 벡터 양자화 빔포밍 기반 무선 전송 기법을 함성함으로써, 복잡도가 적은 다중 안테나 통신 시스템을 제공하는 데 있다.
- <9> 본 발명의 목적은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

**과제 해결수단**

- <10> 상기의 목적을 이루고 종래기술의 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명의 일 측면에 따른 다중 안테나 통신 방법은, 복수의 송신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하는 단계; 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 상기 각각의 송신 안테나의 목적 전송률을 결정하는 단계; 상기 결정된 목적 전송률에 대한 정보를 다중 안테나 수신 장치에 송신하는 단계; 상기 송신된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 수신하는 단계; 및 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 상기 다중 안테나 수신 장치로 데이터를 송신하는 단계를 포함한다.
- <11> 본 발명의 일 측면에 따른 다중 안테나 통신 방법은, 상기 다중 안테나 수신 장치로 상기 웨이팅 벡터의 결정을 위한 코드북 색인을 요청하는 단계; 상기 요청에 따라, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 코드북 색인을 수신하는 단계; 및 상기 수신된 코드북의 색인을 참조하여, 상기 웨이팅 벡터를 제2 결정하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <12> 본 발명의 일 측면에 따른 다중 안테나 통신 방법은, 선정된 시간 동안, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 채널 정보를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경하여 상기 목적 전송률을 재송신하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <13> 본 발명의 일 측면에 따른 다중 안테나 통신 방법은, 선정된 시간 동안, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 송신된 데이터에 대한 수신 확인 메시지를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경하여 상기 데이터를 재송신하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <14> 본 발명의 일 측면에 따른 다중 안테나 통신 방법은, 상기 웨이팅 벡터의 변경에 연동하여, 통신 링크를 재설정하기 위하여 상기 목적 전송률을 재송신하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <15> 상기 대역 확산 코드는, 월시 코드 또는 하마다드 매트릭스를 포함할 수 있다.
- <16> 본 발명의 다른 측면에 따른 다중 안테나 통신 방법은, 복수의 수신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하는 단계; 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 상기 각각의 수신 안테나의 채널 상태 값을 측정하는 단계; 상기 측정된 채널 상태 값을 사전에 선정된 코드북 값과 비교하여, 다중 안테나 송신 장치로

부터의 목적 전송물에 대한 정보의 수용 여부를 판단하는 단계; 및 상기 판단된 목적 전송물에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를 상기 다중 안테나 송신 장치로 되먹임 하는 단계를 포함한다.

- <17> 본 발명의 다른 측면에 따른 다중 안테나 통신 방법은, 상기 다중 안테나 송신 장치로부터의 요청에 따라, 상기 채널 상태 값 및 상기 코드북 값의 비교를 통해, 상기 다중 안테나 송신 장치의 송신 안테나의 웨이팅 벡터 결정을 위한 코드북 색인을 검색하는 단계; 및 상기 검색된 코드북 색인을 상기 다중 안테나 송신 장치로 송신하는 단계를 더 포함할 수 있다.
- <18> 웨이팅 벡터를 결정하는 상기 단계는, 상기 복수의 수신 안테나에 대한 채널을 예측하는 단계; 및 상기 예측된 채널에 기초하여 상기 복수의 수신 안테나에 대한 웨이팅 벡터를 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- <19> 본 발명의 또 다른 측면에 따른 다중 안테나 통신 방법은, 복수의 송신 안테나를 통해 다중 안테나 수신 장치의 수신 안테나에 의해 측정된 채널 상태 값을 수신하는 단계; 상기 수신된 채널 상태 값에 기초하여, 변조 방식 및 목적 전송물을 결정하는 단계; 및 상기 결정된 변조 방식에 따라 데이터를 변조하고, 상기 결정된 목적 전송물에 따라 상기 변조된 데이터를 상기 다중 안테나 수신 장치로 송신하는 단계를 포함한다.
- <20> 변조 방식 및 목적 전송물을 결정하는 상기 단계는, 상기 수신된 채널 상태 값이 선정된 값 이상인 경우, 상기 채널 상태가 우수한 것으로 판단하여, 상기 변조 방식 및 상기 목적 전송물을 고차의 변조 방식 및 높은 목적 전송률로 결정하는 단계; 또는 상기 수신된 채널 상태 값이 선정된 값 미만인 경우, 상기 채널 상태가 우수하지 않은 것으로 판단하여, 상기 변조 방식 및 상기 목적 전송물을 저차의 변조 방식 및 낮은 전송률로 결정하는 단계를 포함할 수 있다.
- <21> 본 발명의 일 측면에 따른 다중 안테나 통신 시스템은, 복수의 송신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하는 벡터 결정부; 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 상기 각각의 송신 안테나의 목적 전송물을 결정하는 전송물 결정부; 상기 결정된 목적 전송물에 대한 정보를 다중 안테나 수신 장치에 송신하는 송신부; 및 상기 송신된 목적 전송물에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 수신하는 수신부를 포함하고, 상기 송신부는, 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 상기 다중 안테나 수신 장치로 데이터를 송신한다.
- <22> 상기 수신부는, 상기 다중 안테나 수신 장치로 상기 웨이팅 벡터의 결정을 위한 코드북 색인을 요청하고, 상기 요청에 따라, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 코드북 색인을 수신하며, 상기 벡터 결정부는, 상기 수신된 코드북의 색인을 참조하여, 상기 웨이팅 벡터를 제2 결정할 수 있다.
- <23> 상기 벡터 결정부는, 선정된 시간 동안, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 채널 정보를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경하고, 상기 송신부는, 상기 변경된 웨이팅 벡터에 의해 재결정된 목적 전송물을 재송신할 수 있다.
- <24> 상기 벡터 결정부는, 선정된 시간 동안, 상기 다중 안테나 수신 장치로부터 상기 송신된 데이터에 대한 수신 확인 메시지를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경하고, 상기 송신부는, 상기 변경된 웨이팅 벡터에 의해 재결정된 목적 전송률로 상기 데이터를 재송신할 수 있다.
- <25> 상기 대역 확산 코드는, 월시 코드 또는 하마다드 매트릭스를 포함할 수 있다.
- <26> 본 발명의 다른 측면에 따른 다중 안테나 통신 시스템은, 복수의 수신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하는 벡터 결정부; 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 상기 각각의 수신 안테나의 채널 상태 값을 측정하는 채널 측정부; 상기 측정된 채널 상태 값을 사전에 선정된 코드북 값과 비교하여, 다중 안테나 송신 장치로부터의 목적 전송물에 대한 정보의 수용 여부를 판단하는 판단부; 및 상기 판단된 목적 전송물에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를 상기 다중 안테나 송신 장치로 되먹임 하는 송신부를 포함한다.
- <27> 본 발명의 다른 측면에 따른 다중 안테나 통신 시스템은, 상기 다중 안테나 송신 장치로부터의 요청에 따라, 상기 채널 상태 값 및 상기 코드북 값의 비교를 통해, 상기 다중 안테나 송신 장치의 송신 안테나의 웨이팅 벡터 결정을 위한 코드북 색인을 검색하는 검색부를 더 포함하고, 상기 송신부는, 상기 검색된 코드북 색인을 상기 다중 안테나 송신 장치로 송신할 수 있다.
- <28> 상기 벡터 결정부는, 상기 복수의 수신 안테나에 대한 채널을 예측하고, 상기 예측된 채널에 기초하여 상기 복수의 수신 안테나에 대한 웨이팅 벡터를 결정할 수 있다.

- <29> 기타 실시예들의 구체적인 사항들은 상세한 설명 및 첨부 도면들에 포함되어 있다.
- <30> 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.

**효 과**

- <31> 본 발명의 실시예에 따르면, 사용 전력을 줄이고 RF(Radio Frequency) 체인 구현을 용이하게 할 수 있다.
- <32> 본 발명의 실시예에 따르면, 채널 환경에 따라 적응 변조를 함으로써 주파수 효율성을 높이고 통신 신뢰도를 향상시킬 수 있다.
- <33> 본 발명의 실시예에 따르면, 송수신기에 월시 코드(Walsh Code)를 이용한 웨이팅 벡터 양자화 빔포밍 기반 무선 전송 기법을 함성함으로써, 다중 안테나 통신 시스템의 복잡도를 줄일 수 있다.

**발명의 실시를 위한 구체적인 내용**

- <34> 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 통신 시스템 및 방법을 상세히 설명한다.
- <35> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 통신 시스템을 설명하기 위해 도시한 개념도이다.
- <36> 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 통신 시스템은 다중 안테나 송신 장치(110) 및 다중 안테나 수신 장치(130)를 포함한다.
- <37> 다중 안테나 송신 장치(110)는 복수의 송신 안테나(120)에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터(Weighting Vector)를 결정하고, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 각각의 송신 안테나(120)의 목적 전송률을 결정한다. 또한, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 결정된 목적 전송률에 대한 정보를 다중 안테나 수신 장치(130)에 송신하고, 상기 송신된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신한다. 이에 따라, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 다중 안테나 수신 장치(130)로 데이터를 송신한다.
- <38> 다중 안테나 수신 장치(130)는 복수의 수신 안테나(140)에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정하고, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 각각의 수신 안테나(140)의 채널 상태 값을 측정한다. 또한, 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 측정된 채널 상태 값을 사전에 선정된 코드북 값과 비교하여, 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 판단하고, 상기 판단된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 다중 안테나 송신 장치(110)로 되먹임 한다.
- <39> 이하에서는 도 1의 다중 안테나 송신 장치(110) 및 다중 안테나 수신 장치(130)에 대해 보다 구체적으로 설명하기로 한다.
- <40> 도 2는 도 1의 다중 안테나 송신 장치(110)를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- <41> 도 1 및 도 2를 참조하면, 다중 안테나 송신 장치(110)는 벡터 결정부(210), 전송률 결정부(220), 송신부(230), 수신부(240), 및 제어부(250)를 포함한다.
- <42> 벡터 결정부(210)는 복수의 송신 안테나(120)에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정한다. 여기서, 상기 대역 확산 코드는 월시 코드(Walsh Code) 또는 하다마드 매트릭스(Hadamard Matrix)를 포함할 수 있다. 즉, 벡터 결정부(210)는 월시 코드(Walsh Code) 또는 하다마드 매트릭스(Hadamard Matrix)를 이용하여, 복수의 송신 안테나(120)의 웨이팅 벡터를 결정할 수 있다.
- <43> 벡터 결정부(210)는 수신부(240)에 의해 코드북 색인이 수신되는 경우, 상기 수신된 코드북의 색인을 참조하여, 상기 웨이팅 벡터를 제2 결정할 수 있다.
- <44> 즉, 벡터 결정부(210)는 월시 코드 또는 하다마드 매트릭스를 이용하여, 복수의 송신 안테나(120)에 대해 임의의 웨이팅 벡터를 결정할 수 있으며, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신한 코드북 색인을 이용하여, 복수

의 송신 안테나(120)의 웨이팅 벡터를 최종적으로 결정할 수 있다.

- <45> 이때, 벡터 결정부(210)는 선정된 시간 동안, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 목적 전송물에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경할 수 있다. 이에 따라, 송신부(230)는 상기 변경된 웨이팅 벡터에 의해 재결정된 목적 전송물을 다중 안테나 수신 장치(130)로 재송신할 수 있다.
- <46> 또 달리, 벡터 결정부(210)는 선정된 시간 동안, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 상기 송신된 데이터에 대한 수신 확인 메시지를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경할 수 있다. 이에 따라, 송신부(230)는 상기 변경된 웨이팅 벡터에 의해 재결정된 목적 전송물로 상기 데이터를 재송신할 수 있다.
- <47> 전송률 결정부(220)는 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 각각의 송신 안테나(120)의 목적 전송물을 결정한다. 이를 위해, 전송률 결정부(220)는 상기 웨이팅 벡터가 결정된 송신 안테나(120)를 통해, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 채널 상태 값을 수신하고, 상기 수신된 채널 상태 값을 상기 목적 전송물을 결정하는 기초 정보로서 활용할 수 있다.
- <48> 즉, 전송률 결정부(220)는 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신된 채널 상태 값이 우수한 경우, 송신 안테나(120)의 목적 전송률을 높게 설정할 수 있다. 반면에, 전송률 결정부(220)는 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신된 채널 상태 값이 우수하지 않은 경우, 송신 안테나(120)의 목적 전송률을 낮게 설정할 수 있다.
- <49> 송신부(230)는 상기 결정된 목적 전송물에 대한 정보를 다중 안테나 수신 장치(130)에 송신한다. 또한, 송신부(230)는 수신부(240)에 의해 상기 목적 전송물에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보가 수신되는 경우, 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 다중 안테나 수신 장치(130)로 데이터를 송신할 수 있다. 즉, 송신부(230)는 다중 안테나 수신 장치(130)에서 상기 목적 전송물에 대한 정보를 수용하는 경우, 상기 목적 전송물에 따라 다중 안테나 수신 장치(130)로 상기 데이터를 송신할 수 있다.
- <50> 수신부(240)는 상기 송신된 목적 전송물에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신한다. 이에 따라, 송신부(230)는 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 다중 안테나 수신 장치(130)로 데이터를 송신한다.
- <51> 수신부(240)는 다중 안테나 수신 장치(130)로 상기 웨이팅 벡터의 결정을 위한 코드북 색인을 요청한다. 여기서, 상기 코드북은 쇼트(short) 코드북과 롱(long) 코드북으로 구분되는데, 수신부(240)는 쇼트 코드북과 롱 코드북을 구별하기 위한 1개의 비트를 다중 안테나 수신 장치에 전송하여, 상기 두 개의 코드북 중 하나의 색인을 요청할 수 있다. 그리고, 수신부(240)는 상기 요청에 대한 응답으로서, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 상기 두 개의 코드북 중 하나의 색인을 수신할 수 있다. 이때, 수신부(240)는 쇼트 코드북에서의 비트를 반복하는 방식을 통해, 쇼트 코드북에서 사용되는 피드백 비트의 수와 롱 코드북 비트의 수를 맞출 수 있다. 이에 따라, 벡터 결정부(210)는 상기 수신된 코드북의 색인을 참조하여, 복수의 송신 안테나(120)의 웨이팅 벡터를 최종적으로 결정할 수 있다.
- <52> 제어부(250)는 다중 안테나 송신 장치(110)를 전반적으로 제어하는 역할을 한다. 즉, 제어부(250)는 벡터 결정부(210), 전송률 결정부(220), 송신부(230), 수신부(240) 등을 포함하는 다중 안테나 송신 장치(110)의 동작을 제어할 수 있다.
- <53> 도 3은 도 1의 다중 안테나 수신 장치(130)를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- <54> 도 1 및 도 3을 참조하면, 다중 안테나 수신 장치(130)는 벡터 결정부(310), 채널 측정부(320), 판단부(330), 검색부(340), 송신부(350), 및 제어부(360)를 포함한다.
- <55> 벡터 결정부(310)는 복수의 수신 안테나(140)에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정한다. 여기서, 상기 대역 확산 코드는 월시 코드(Walsh Code) 또는 하다마드 매트릭스(Hadamard Matrix)를 포함할 수 있다. 즉, 벡터 결정부(310)는 월시 코드 또는 하다마드 매트릭스를 이용하여, 복수의 수신 안테나(140)의 웨이팅 벡터를 결정할 수 있다.
- <56> 또 달리, 벡터 결정부(310)는 복수의 수신 안테나(140)에 대한 채널을 예측하고, 상기 예측된 채널에 기초하여 복수의 수신 안테나(140)에 대한 웨이팅 벡터를 결정할 수 있다.
- <57> 채널 측정부(320)는 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 각각의 수신 안테나(140)의 채널 상태 값을 측정한다.

- <58> 판단부(330)는 상기 측정된 채널 상태 값을 사전에 선정된 코드북 값과 비교하여, 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 판단한다.
- <59> 즉, 판단부(330)는 상기 측정된 채널 상태 값이 상기 코드북 값 이상인 경우, 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 목적 전송률에 대한 정보를 수용하는 것으로 판단한다. 반면에, 판단부(330)는 상기 측정된 채널 상태 값이 상기 코드북 값 미만인 경우, 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 목적 전송률에 대한 정보를 수용하지 않는 것으로 판단한다.
- <60> 검색부(340)는 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 요청에 따라, 상기 채널 상태 값 및 상기 코드북 값의 비교를 통해, 다중 안테나 송신 장치(110)의 송신 안테나(120)의 웨이팅 벡터 결정을 위한 코드북 색인을 검색한다.
- <61> 즉, 검색부(340)는 상기 채널 상태 값이 상기 코드북 값 이상인 경우, 소정의 데이터베이스로부터 상기 코드북 색인을 검색할 수 있다. 이에 따라, 송신부(350)는 상기 검색된 코드북 색인을 다중 안테나 송신 장치(110)로 송신할 수 있다.
- <62> 송신부(350)는 상기 판단된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 다중 안테나 송신 장치(110)로 되먹임 한다. 예컨대, 송신부(350)는 상기 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부 및 상기 채널 상태 값을, 다중 안테나 송신 장치(110)로 피드백 할 수 있다.
- <63> 또한, 송신부(350)는 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 요청에 따라, 검색부(340)에 의해 검색된 상기 코드북 색인을 다중 안테나 송신 장치(110)로 송신한다.
- <64> 제어부(360)는 다중 안테나 수신 장치(130)를 전반적으로 제어하는 역할을 한다. 즉, 제어부(360)는 벡터 결정부(310), 채널 측정부(320), 판단부(330), 검색부(340), 송신부(350) 등을 포함하는 다중 안테나 수신 장치(130)의 동작을 제어할 수 있다.
- <65> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 안테나 통신 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다. 여기서, 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 안테나 통신 방법은 도 1의 다중 안테나 송신 장치(110)에 의해 구현될 수 있다.
- <66> 도 1 및 도 4를 참조하면, 단계(S410)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 복수의 송신 안테나에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정한다. 여기서, 상기 대역 확산 코드는 월시 코드(Walsh Code) 또는 하다마드 매트릭스(Hadamard Matrix)를 포함할 수 있다. 즉, 다중 안테나 송신 장치(110)는 월시 코드(Walsh Code) 또는 하다마드 매트릭스(Hadamard Matrix)를 이용하여, 복수의 송신 안테나(120)의 웨이팅 벡터를 결정할 수 있다.
- <67> 다중 안테나 송신 장치(110)는 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 코드북 색인을 수신하는 경우, 상기 수신된 코드북의 색인을 참조하여, 상기 웨이팅 벡터를 제2 결정할 수 있다.
- <68> 즉, 다중 안테나 송신 장치(110)는 월시 코드 또는 하다마드 매트릭스를 이용하여, 복수의 송신 안테나(120)에 대해 임의의 웨이팅 벡터를 결정할 수 있으며, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신한 코드북 색인을 이용하여, 복수의 송신 안테나(120)의 웨이팅 벡터를 최종적으로 결정할 수 있다.
- <69> 이때, 다중 안테나 송신 장치(110)는 선정된 시간 동안, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경할 수 있다. 또한, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 웨이팅 벡터의 변경에 연동하여, 통신 링크를 재설정하기 위하여 상기 목적 전송률을 다중 안테나 수신 장치(130)로 재송신할 수 있다.
- <70> 이에 따라, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 변경된 웨이팅 벡터에 의해 재결정된 목적 전송률을 다중 안테나 수신 장치(130)로 재송신할 수 있다.
- <71> 또 달리, 다중 안테나 송신 장치(110)는 선정된 시간 동안, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 상기 송신된 데이터에 대한 수신 확인 메시지를 수신하지 않은 경우, 상기 결정된 웨이팅 벡터를 변경할 수 있다. 이에 따라, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 변경된 웨이팅 벡터에 의해 재결정된 목적 전송률로 상기 데이터를 재송신할 수 있다.
- <72> 다음으로, 단계(S420)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 각각의 송신 안테나(120)의 목적 전송률을 결정한다. 이를 위해, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 웨이팅 벡터가 결정된 송신 안테나(120)를 통해, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 채널 상태 값을 수신하고, 상기 수신된 채널 상태

값을 상기 목적 전송률을 결정하는 기초 정보로서 활용할 수 있다.

- <73> 즉, 다중 안테나 송신 장치(110)는 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신된 채널 상태 값이 우수한 경우, 송신 안테나(120)의 목적 전송률을 높게 설정할 수 있다. 반면에, 다중 안테나 송신 장치(110)는 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신된 채널 상태 값이 우수하지 않은 경우, 송신 안테나(120)의 목적 전송률을 낮게 설정할 수 있다.
- <74> 다음으로, 단계(S430)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 결정된 목적 전송률에 대한 정보를 다중 안테나 수신 장치(130)에 송신한다. 또한, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를 수신하는 경우, 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 다중 안테나 수신 장치(130)로 데이터를 송신할 수 있다. 즉, 다중 안테나 송신 장치(110)는 다중 안테나 수신 장치(130)에서 상기 목적 전송률에 대한 정보를 수용하는 경우, 상기 목적 전송률에 따라 다중 안테나 수신 장치(130)로 상기 데이터를 송신할 수 있다.
- <75> 다음으로, 단계(S440)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 송신된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 포함하는 채널 정보를, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 수신한다.
- <76> 또한, 다중 안테나 송신 장치(110)는 다중 안테나 수신 장치(130)로 상기 웨이팅 벡터의 결정을 위한 코드북 색인을 요청하고, 상기 요청에 따라, 다중 안테나 수신 장치(130)로부터 상기 코드북 색인을 수신할 수 있다. 이에 따라, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 수신된 코드북의 색인을 참조하여, 복수의 송신 안테나(120)의 웨이팅 벡터를 최종적으로 결정할 수 있다.
- <77> 다음으로, 단계(S450)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 수신된 채널 정보를 이용하여, 다중 안테나 수신 장치(130)로 데이터를 송신한다.
- <78> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 다중 안테나 통신 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다. 여기서, 본 발명의 다른 실시예에 따른 다중 안테나 통신 방법은 도 1의 다중 안테나 수신 장치(130)에 의해 구현될 수 있다.
- <79> 도 1 및 도 5를 참조하면, 단계(S510)에서 다중 안테나 수신 장치(130)는 복수의 수신 안테나(140)에 대해, 대역 확산 코드를 이용하여 웨이팅 벡터를 결정한다. 여기서, 상기 대역 확산 코드는 월시 코드(Walsh Code) 또는 하다마드 매트릭스(Hadamard Matrix)를 포함할 수 있다. 즉, 다중 안테나 수신 장치(130)는 월시 코드 또는 하다마스 매트릭스를 이용하여, 복수의 수신 안테나(140)의 웨이팅 벡터를 결정할 수 있다.
- <80> 또 달리, 다중 안테나 수신 장치(130)는 복수의 수신 안테나(140)에 대한 채널을 예측하고, 상기 예측된 채널에 기초하여 복수의 수신 안테나(140)에 대한 웨이팅 벡터를 결정할 수 있다.
- <81> 다음으로, 단계(S520)에서 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 결정된 웨이팅 벡터를 이용하여, 각각의 수신 안테나(140)의 채널 상태 값을 측정한다.
- <82> 다음으로, 단계(S530)에서 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 측정된 채널 상태 값을 사전에 선정된 코드북 값과 비교한다.
- <83> 다음으로, 단계(S540)에서 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 단계(S530)의 비교를 통해, 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를 판단한다. 즉, 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 측정된 채널 상태 값이 상기 코드북 값 이상인 경우, 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 목적 전송률에 대한 정보를 수용하는 것으로 판단한다. 반면에, 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 측정된 채널 상태 값이 상기 코드북 값 미만인 경우, 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 목적 전송률에 대한 정보를 수용하지 않는 것으로 판단한다.
- <84> 한편, 다중 안테나 수신 장치(130)는 다중 안테나 송신 장치(110)로부터 다중 안테나 송신 장치(110)의 송신 안테나(120)의 웨이팅 벡터 결정을 위한 코드북 색인을 요청 받는 경우, 상기 단계(S530)의 비교를 통해, 상기 코드북 색인을 검색한다.
- <85> 즉, 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 채널 상태 값이 상기 코드북 값 이상인 경우, 소정의 데이터베이스로부터 상기 코드북 색인을 검색할 수 있다. 이에 따라, 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 검색된 코드북 색인을 다중 안테나 송신 장치(110)로 송신할 수 있다.
- <86> 다음으로, 단계(S550)에서 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 판단된 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부를

포함하는 채널 정보를, 다중 안테나 송신 장치(110)로 되먹임 한다. 예컨대, 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 목적 전송률에 대한 정보의 수용 여부 및 상기 채널 상태 값을, 다중 안테나 송신 장치(110)로 피드백 할 수 있다.

- <87> 또한, 다중 안테나 수신 장치(130)는 다중 안테나 송신 장치(110)로부터의 요청에 따라, 상기 검색된 코드북 색인을 다중 안테나 송신 장치(110)로 송신한다.
- <88> 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 다중 안테나 통신 시스템을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- <89> 도 1 및 도 6을 참조하면, 단계(S610)에서 다중 안테나 수신 장치(130)는 복수의 수신 안테나(140)를 통해서 채널 상태 값을 측정한다.
- <90> 다음으로, 단계(S620)에서 다중 안테나 수신 장치(130)는 상기 측정된 채널 상태 값을 다중 안테나 송신 장치(110)로 되먹임 한다.
- <91> 다음으로, 단계(S630)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 복수의 송신 안테나(120)를 통해 다중 안테나 수신 장치(130)의 수신 안테나(140)에 의해 측정된 채널 상태 값을 수신한다.
- <92> 다음으로, 단계(S640)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 수신된 채널 상태 값에 기초하여, 변조 방식 및 목적 전송률을 결정한다.
- <93> 즉, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 수신된 채널 상태 값이 선정된 값 이상인 경우, 상기 채널 상태가 우수한 것으로 판단하여, 상기 변조 방식 및 상기 목적 전송률을 고차의 변조 방식 및 높은 목적 전송률로 결정할 수 있다.
- <94> 반면에, 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 수신된 채널 상태 값이 선정된 값 미만인 경우, 상기 채널 상태가 우수하지 않은 것으로 판단하여, 상기 변조 방식 및 상기 목적 전송률을 저차의 변조 방식 및 낮은 전송률로 결정할 수 있다.
- <95> 다음으로, 단계(S650)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 결정된 변조 방식에 따라 데이터를 변조한다.
- <96> 다음으로, 단계(S660)에서 다중 안테나 송신 장치(110)는 상기 결정된 목적 전송률에 따라 상기 변조된 데이터를 다중 안테나 수신 장치(130)로 송신한다.
- <97> 한편, 도 1에서, 빔포밍은 다중 안테나 송신 장치(110)에서의 송신 안테나(120)  $W_{t,j}$  ( $j=1, 2, \dots, T$ )의 웨이트(Weight)와 다중 안테나 수신 장치(130)에서의 수신 안테나(140)  $W_{r,k}$  ( $k=1, 2, \dots, R$ )의 웨이트를 수신 신호 대 잡음 비율(SNR)을 최대화 하는 방식으로 결정하게 된다.
- <98> 다중 안테나 송신 장치(110) 및 다중 안테나 수신 장치(130)의 웨이팅 벡터를 수식적인 모델로 표시하면 다음 수학적 1로 표현될 수 있다.

**수학적 1**

Weight Vector:

$$W_t = [W_{t,1}, W_{t,2}, \dots, W_{t,T}]^T \quad \|W_t\| = \Omega_t \quad : \text{송신 전력}$$

$$W_r = [W_{r,1}, W_{r,2}, \dots, W_{r,R}]^T$$

<99>

<100> 다중 안테나 송신 장치(110)의 전송 신호를  $S$ 라 하고 무선 채널  $H$ 를 다음 수학적 2의 매트릭스로 표현할 때 수신 신호  $r$ 은 다음 수학적 3으로 표현될 수 있다.

수학식 2

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h_{1,1} & h_{1,2} & \dots & h_{1,T} \\ h_{2,1} & h_{2,2} & \dots & h_{2,T} \\ \vdots & \dots & \ddots & \vdots \\ h_{R,1} & h_{R,2} & \dots & h_{R,T} \end{bmatrix}_{R \times T}$$

<101>

수학식 3

$$\mathbf{r} = \mathbf{H}\mathbf{w}_t\mathbf{S} + \mathbf{n},$$

<102>

여기서,  $\mathbf{n}$ 은 백색 잡음(AWGN: Additive White Gaussian Noise)이며,  $R \times 1$ 의 벡터 형태이다.

<103>

이때, 다중 안테나 수신 장치(130)의 빔포밍 안테나(140)의 수신 웨이팅 벡터  $\mathbf{w}_r$ 을 곱하면, 최종 빔포밍 출력 신호는 다음 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

<104>

수학식 4

$$\mathbf{y} = \mathbf{w}_r^H \mathbf{r} = \mathbf{w}_r^H \mathbf{H}\mathbf{w}_t\mathbf{S} + \mathbf{w}_r^H \mathbf{n}.$$

<105>

상기의 수학식 4로부터 다중 안테나 수신 장치(130)의 빔포밍 후, 수신 신호의 신호 대 잡음 비율을 구하면 아래 수학식 5와 같다.

<106>

수학식 5

$$\mu = \frac{|\mathbf{w}_r^H \mathbf{H}\mathbf{w}_t|^2}{|\mathbf{w}_r^H \mathbf{n}|^2} = \frac{|\mathbf{w}_r^H \mathbf{H}\mathbf{w}_t|^2}{|\mathbf{w}_r^H \mathbf{n}|^2} = \frac{|\mathbf{w}_r^H \mathbf{H}\mathbf{w}_t|^2}{|\mathbf{w}_r|^2 \sigma_n^2}.$$

<107>

상기 수신 신호의 신호 대 잡음 비율을 최대화하는  $\mathbf{w}_r$ ,  $\mathbf{w}_t$ 를 구하는 과정은 T. K. Y. Lo에 의한 "maximum ratio transmission", IEEE Trans. Commun., Vol. 47, No. 10, pp. 1458-1461, 1999 (General description in calculating the weight vectors)에서 상술한 바와 같다. 상기에서 제안하는 무선 통신 시스템을 최적화하는  $\mathbf{w}_r$ ,  $\mathbf{w}_t$ 를 구하면 다음 수학식 6과 같이 표현될 수 있다.

<108>

수학식 6

$$W_t = U_{\max} \sqrt{\Omega_t}$$

<109>

$$W_r = \alpha H W_t$$

<110>

여기서,  $U_{\max}$ 는  $H^H H$ 의 최대 Eigenvalue를  $\lambda_{\max}$ 라고 할 때 이에 상응하는 고유벡터(Eigenvector)를 말한다. 그리고,  $\alpha$ 는 상수 값을 나타낸다.

<111>

실제 빔포밍을 이용한 시스템에서는, 다중 안테나 수신 장치(130)에서 채널  $\mathbf{H}$ 를 예측하고, 예측된 채널을 기반

<112>

으로  $W_i$ 를 계산하여, 다중 안테나 송신 장치(110)에게 피드백의 형태로 전달한다.

<113> 이때, 송신 안테나(120)의 빔포밍 Weight vector  $W_i$ 를 다중 안테나 송신 장치(110)에 피드백 하는 방법에는 크게 두 가지가 있다. 첫째,  $W_i$ 를 계산한 결과인 위상(Phase) 또는 진폭(Amplitude)를 특정 비트의 개수로 양자화(Quantization)하여 피드백 하는 방법이 있고, 둘째, 다중 안테나 송신 장치(110)과 다중 안테나 수신 장치(130)에서 각각 코드북이라는 테이블을 가지고 가장 최적의 웨이트 벡터(Weight vector)  $W_i$ 를 발생할 수 있는 코드북의 색인 (Index)를 전송하는 방법이 있다.

<114> 상기 코드북 색인 방법에서, 코드북의 크기가  $T \times N$  라고 하면, 컬럼 크기인  $N$ 의 색인 최소값은 실링(Ceiling(Log2(N)))이어야 하며,  $N$  값이 증가함에 따라 코드북의 크기를 증가시킬 수 있다. 일반적으로, 복잡도를 최소화하기 위하여 최소의 코드북 크기를 유지하는 경우가 있는데, 이때 다중 안테나 수신 장치(130)는 코드북을 직교(Orthogonal)한 형태의 랜덤 매트릭스(Random Matrix)로 발생하여, 각각의 컬럼 벡터와 최대의 신호대 잡음 비율(SNR) 값을 주기 위한 코드북의 인덱스를 찾아서 다중 안테나 송신 장치(110)로 피드백한다.

<115> 여기에서는 최소 코드북의 형태로서 단위행렬(Identity Matrix)을 사용하는 방법은, S. Sanayei과 A. Nosratinia에 의한 "Opportunistic Beamforming with limited feedback", IEEE Trans Wireless Commun., Vol. 6, No. 8, pp. 2765-2771, August 2007에서 제안되었다. S. Sanayei과 A. Nosratinia의 주장은 다중 안테나 송신 장치(110) 측의 빔포밍을 위한 송신 안테나(120)가 항상 한 개만 사용되므로, 피드백 전송의 복잡도를 줄일 수 있다고 한다.

<116> 그러나, 밀리미터파 (mm-wave) 시스템에서는 초고주파 회로를 요구하는 트랜시버(Transceiver)에서 RF(Radio Frequency)의 체인(Chain)이 온(On)과 오프(Off)를 반복하는 것에 대한 전력 손실이 오히려 더 크게 작용하며 오프되었다가 온으로 되었을 때의 반응 속도로 인하여 구현상에 어려움이 있다. 이와 똑같이 최소의 코드북을 유지하면서 단위행렬(Identity matrix)과 같은 성능을 나타내고 온/오프 하지 않으며, 항상 간단히 위상 차만 0도와 180도로 시프트(shift)하는 방법으로서, 본 발명의 실시예에서는 월시 코드(Walsh Code) 또는 하다마드 매트릭스(Hadamard Matrix)를 제안한다.

<117> 예를 들어, 안테나 2개 또는 4개일 때의 월시 코드의 형태는 다음과 같은 수학적 식 7로 표현될 수 있다.

수학적 식 7

$$\frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix},$$

$$\frac{1}{2} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

<118>

<119> 일반적으로, 안테나 개수가  $2^k$ 에 해당하는 월시 코드  $C$ 는 다음 수학적 식 8로 표현될 수 있다.

수학적 식 8

$$C = \frac{A \otimes B}{\sqrt{2^k}}$$

<120>

여기서, A는 안테나 개수  $2^m$ 인 월시 코드이고, B는 안테나 개수가  $2^n$ 일

때  $2^k = 2^m \times 2^n$ 을 만족하며,  $\otimes$ 는 Kronecker 곱을 나타낸다. 월시 코드 C는 안

테나 개수가  $2^k$ 인 경우 코드북으로 사용된다.

<121>

<122>

안테나가 2개, 3개, 4개인 경우, 코드북으로 단위행렬(Identity Matrix)과 월시 코드(Walsh code)를 사용했을 때의 성능 비교는 도 7에서 보이는 바와 같다. 아래의 성능은 신호 대 잡음 비율(SNR) 값에 따른 주파수 효율성을 성능 지표로 삼았고, 레일리파(Rayleigh) 무선 채널을 가정하였다. 도 7에서, Sel이라고 표현된 부분은 단위행렬(Identity Matrix)을 사용하면 일종의 송신 안테나(120) 선택 빔포밍 기법에 사용되는 송신 안테나(120)를 선택하는 결과와 같으므로 Sel이라고 표현하였다. 또한, 도 8에서 신호 대 잡음 비율(SNR) 값에 따른 비트 에러율(BER) 성능 곡선 역시 같은 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있다.

<123>

일반적으로, 상기 성능은 피드백 전송률(피드백에 쓰이는 비트의 수)에 따라서 다르다. 즉, 상기 성능은 피드백 전송률을 높일수록 좋아진다는 것이다. 본 발명의 실시예에서는 좋은 성능을 위하여 피드백 전송률을 증가시킬 필요가 있을 경우, 코드북의 종류를 쇼트(short) 코드북과 롱(long) 코드북으로 나누어 피드백하는 기법을 채용할 수 있다(단, 최소 피드백을 필요로 하는 경우는 제외).

<124>

본 발명의 실시예에서는, 상기 쇼트 코드북으로서, 월시 코드북 또는 하다마드 코드북을 사용할 수 있고, 상기 롱 코드북으로서, 푸리에(Fourier) 코드북 또는 일반적인 위상 차와 진폭의 조합인 롱 코드북을 사용할 수 있다.

<125>

또한, 본 발명의 실시예에서는 성능의 값에 따라서 쇼트 코드북에서 롱 코드북으로의 전환할 수 있는 스위칭 기술을 채용할 수 있다.

<126>

예컨대, 다중 안테나 수신 장치는 쇼트 코드북의 코드북 벡터 값을 이용하여 도출된 수신 출력 값(수신 출력 신호대잡음비(SNR) 값, 수신 신호 전력 값, 교차 상관기(Cross-correlator) 출력 값, 대수우도비(LLR: Log Likelihood Ratio) 값, 또는 이들의 조합에 의해 표현 될 수 있는 수신 출력 값)이 특정 요구되는 임계 값(threshold) 보다 작을 때, 쇼트 코드북에서 롱 코드북으로 스위칭 한다.

<127>

상기 스위칭을 위한 임계 값은 적응 변조에서 요구되는 임계 값에 따라서 정해질 수 있다.

<128>

본 발명의 일 실시예로서, 아래의 표 1은 신호대잡음비(SNR) 값을 사용할 경우, 비부호화된(uncoded) 시스템에서 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)을 바탕으로 설정된 임계 값을 나타낸 것이다.

표 1

n	$\gamma_T^n$ [dB] for BER <sub>0</sub> = 10 <sup>-2</sup>	$\gamma_T^n$ [dB] for BER <sub>0</sub> = 10 <sup>-3</sup>	$\gamma_T^n$ [dB] for BER <sub>0</sub> = 10 <sup>-4</sup>
2	4.32	6.79	8.34
3	7.07	9.65	11.30
4	7.88	10.52	12.21
5	10.84	13.58	15.30
6	11.95	14.77	16.52
7	15.40	18.01	19.79
8	16.40	19.38	21.20

<129>

<130>

위의 표 1에서 n 값은 변조의 크기를 나타낸다. 예를 들어, n=2는  $2^n$  크기의 QAM, 즉 4-QAM 또는 QPSK을 나타내고, n=8은  $2^8=256$ 이므로 256-QAM을 나타낸다. 반면,  $\gamma_T^n$ 은 특정 BER(Bit Error Rate)을 만족시키기 위하여 각 변조에서 필요로 하는 임계 값을 나타낸다. 예를 들어, 표 1를 통하여 0.001 (BER=10<sup>-3</sup>)의 16-QAM을 만족시키는 임계 값은 10.52dB이다.

<131>

이렇듯, 다중 안테나 수신 장치는 표 1을 참조하여, 요구되는 변조의 크기에 상응하도록 스위칭 임계 값을 설정하는, 코드북을 사용함으로써 항상 요구하는 성능을 만족시킬 수 있다. 이때, 상기 다중 안테나 수신 장치는 필요 이상으로 롱 코드북을 자주 사용하지 않음으로써, 다중 안테나 송신 장치의 복잡도를 간편화 할 수 있다.

<132> 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터로 구현되는 동작을 수행하기 위한 프로그램 명령을 포함하는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함한다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 로컬 데이터 파일, 로컬 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체는 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체, CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체, 플롭티컬 디스크와 같은 자기-광 매체, 및 롬, 램, 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다.

<133> 지금까지 본 발명에 따른 구체적인 실시예에 관하여 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서는 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구의 범위뿐 아니라 이 특허 청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

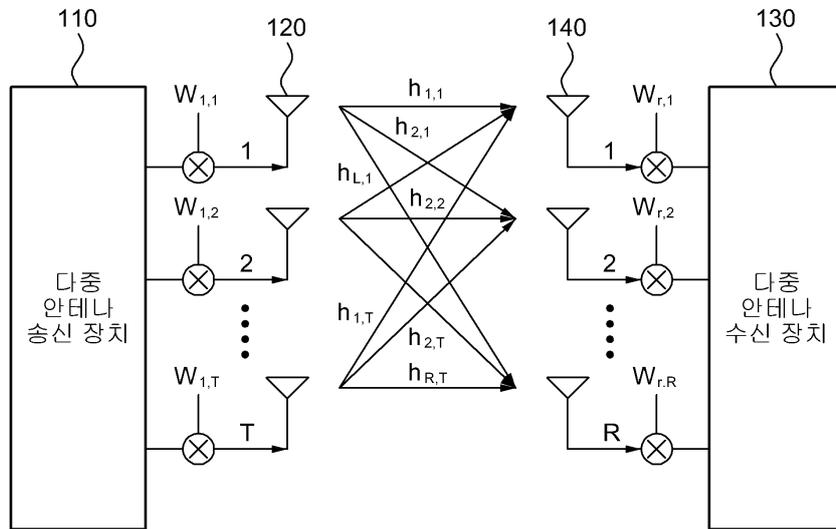
<134> 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명 사상은 아래에 기재된 특허청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

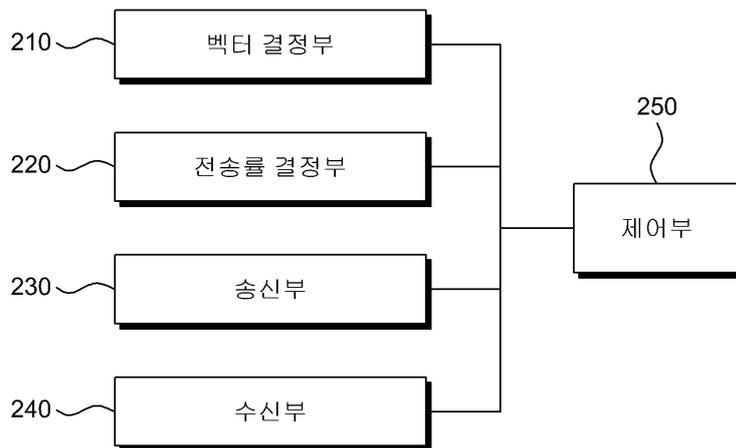
- <135> 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 다중 안테나 통신 시스템을 설명하기 위해 도시한 개념도이다.
- <136> 도 2는 도 1의 다중 안테나 송신 장치(110)를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- <137> 도 3은 도 1의 다중 안테나 수신 장치(130)를 설명하기 위해 도시한 블록도이다.
- <138> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 안테나 통신 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- <139> 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 다중 안테나 통신 방법을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- <140> 도 6은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 다중 안테나 통신 시스템을 설명하기 위해 도시한 흐름도이다.
- <141> 도 7은 본 발명의 실시예에 따라 2개, 3개, 4개의 안테나를 가지는 송수신 장치에서, 단위행렬 및 월시 코드를 코드북으로 사용했을 때의 성능 비교를 나타내 보인 도면이다.
- <142> 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 2개, 3개, 4개의 안테나를 가지는 송수신 장치에서, 단위행렬 및 월시 코드를 코드북으로 사용했을 때의 신호 대 잡음 비율 값에 따른 비트 에러율의 성능 비교를 나타내 보인 도면이다.
- <143> <도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명>
- <144> 110: 다중 안테나 송신 장치      120: 송신 안테나
- <145> 130: 다중 안테나 수신 장치      140: 수신 안테나
- <146> 210, 310: 벡터 결정부              220: 전송률 결정부
- <147> 230, 350: 송신부                    240: 수신부
- <148> 320: 채널 측정부                    330: 판단부
- <149> 340: 검색부

도면

도면1



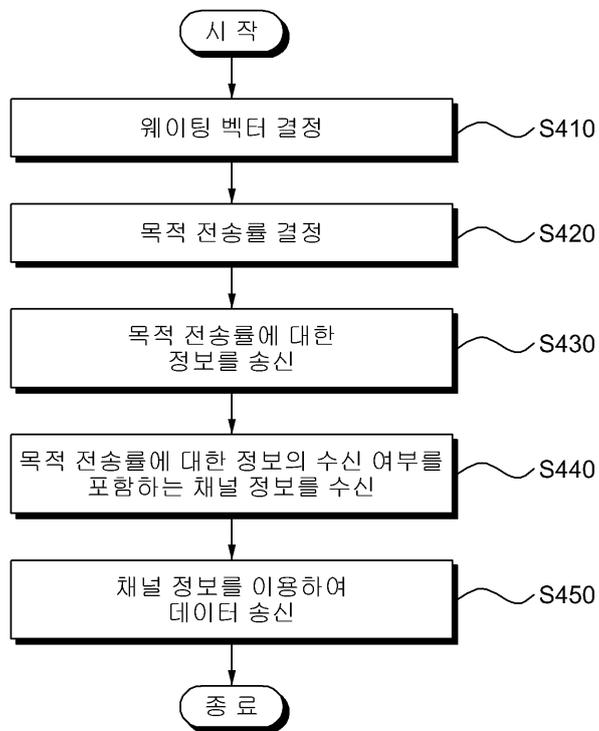
도면2



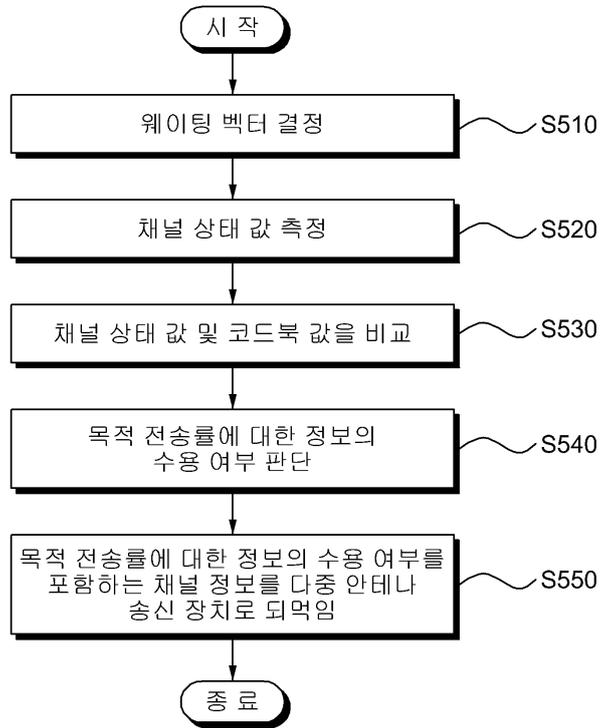
도면3



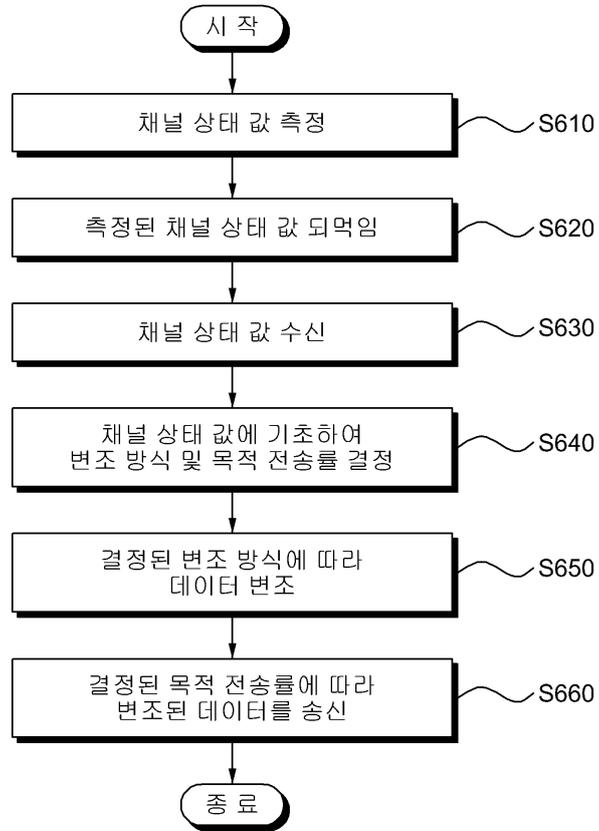
도면4



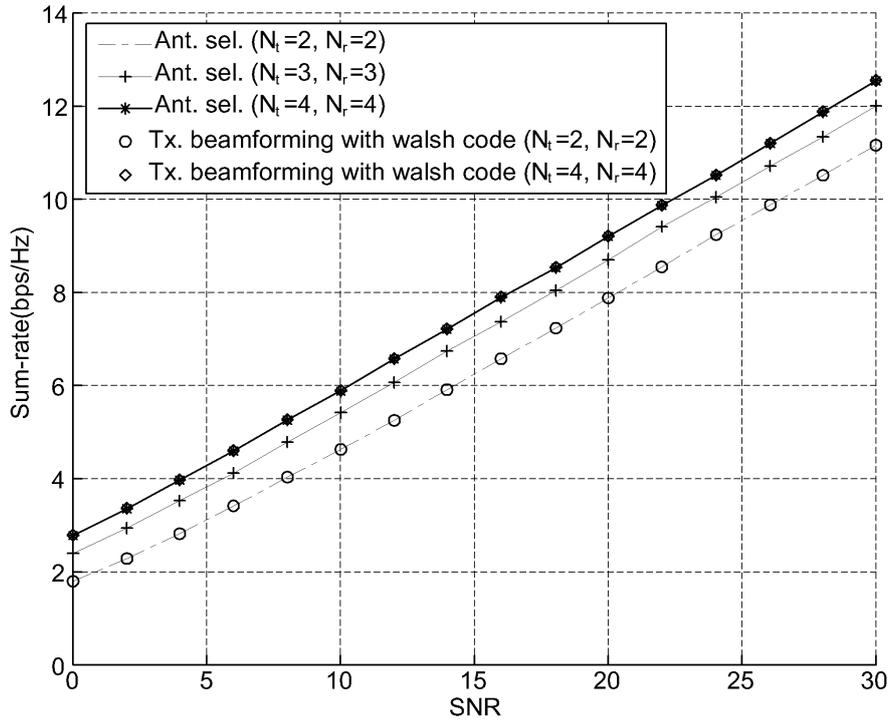
도면5



도면6



도면7



도면8

