



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0007170  
(43) 공개일자 2008년01월17일

(51) Int. Cl.

H04B 7/06 (2006.01) H04B 7/02 (2006.01)

H04L 29/06 (2006.01) H04B 7/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0070636

(22) 출원일자 2007년07월13일

심사청구일자 2007년07월13일

(30) 우선권주장

1020060065784 2006년07월13일 대한민국(KR)

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 매탄동 416

연세대학교 산학협력단

서울 서대문구 신촌동 134 연세대학교

(72) 발명자

남승훈

서울 양천구 신정1동 목동아파트 1022-504

박대영

서울 강남구 역삼동 824-25 대우디오빌플러스 537호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

권혁록, 이정순

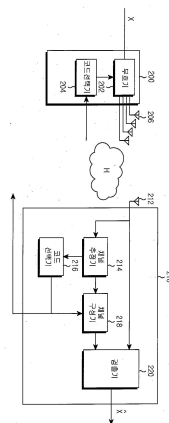
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 다중 안테나 시스템에서 코딩 기법을 선택하는 장치 및방법

(57) 요약

본 발명은 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 장치 및 방법에 관한 것으로, 데이터 송신 이벤트 발생시 피드백 신호를 수신하고, 상기 피드백 신호에 상응하는 시공간 부호화 기법을 이용하여 송신할 데이터를 심볼들로 부호화하여 송신하는 송신단과, 심볼 벡터를 수신하면 각 시공간 부호화 기법들의 간섭신호의 크기를 측정하여, 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하여 상기 송신단으로 상기 피드백 신호로 송신하는 수신단을 포함하여 다이버시티 이득의 손실을 줄이고, 선형 검출기를 사용함으로써 복잡도를 낮추는 효과를 가진다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

**이충용**

서울 서초구 서초동 1687 유원 아파트 104동 1803호

**함재상**

경기 용인시 풍덕천1동 삼성1차아파트 105동 104호

**김경연**

서울 양천구 신정3동 현대아파트 104동 2003호

**최맑음**

경기 부천시 소사구 송내2동 현대아파트 103동 702호

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 송신단 장치에 있어서,  
수신단으로부터 피드백 신호를 수신하여 시공간 부호화 기법을 결정하는 코드 선택기와,  
송신할 데이터를 상기 코드 선택기에서 결정한 상기 시공간 부호화 기법을 이용하여 다수의 안테나로 송신할 심볼로 시공간 부호화하는 부호기를 포함함을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 2

제 1항에 있어서,  
상기 코드 선택기는,  
ABBA 기법 혹은 Jafarkhani 기법 중에서 하나를 상기 시공간 부호화 기법으로 결정함을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 3

제 2항에 있어서,  
상기 피드백 신호에는,  
상기 ABBA 기법과 상기 Jafarkhani 기법을 적용했을 때의 각 심볼간의 간섭 정도를 표시함을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 4

제 2항에 있어서,  
상기 코드 선택기는,  
상기 ABBA 기법과 상기 Jafarkhani 기법 중에서 간섭이 적은 시공간 부호화 기법으로 결정함을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 5

제 1항에 있어서,  
상기 다수의 안테나는, 4개로 구성함을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 6

다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 수신단 장치에 있어서,  
페이딩 채널을 겪은 신호를 수신하는 안테나와,  
상기 안테나를 통해 수신한 상기 신호를 이용하여 송신하는 안테나 각각의 채널 정보를 추정하는 채널 추정기와,  
상기 채널 추정기에서 추정한 상기 채널 정보를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하고, 상기 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하여 피드백 정보로 송신단으로 송신하는 코드 선택기를 포함함을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 7

제 6항에 있어서,  
상기 코드 선택기는,  
상기 다음 시공간 부호화 기법을 선택하면, 상기 다음 시공간 부호화 기법을 저장함을 특징으로 하는 장치.

### 청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 수신단 장치는,

상기 채널 추정기에서 추정한 상기 채널 정보를 상기 코드 선택기에서 이전에 저장한 시공간 부호화 기법을 이용하여 유효 채널로 구성하는 채널 구성기와,

상기 채널 구성기에서 구성한 상기 유효 채널을 이용하여 상기 안테나를 통해 수신한 상기 신호에서 심볼을 검출하는 검출기를 더 포함함을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 9

제 7항에 있어서,

상기 코드 선택기는,

ABBA 기법 혹은 Jafarkhani 기법 중에서 상기 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 상기 다음 시공간 부호화 기법으로 선택함을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 코드 선택기는,

아래 <수학식 5>를 이용하여 상기 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 상기 다음 시공간 부호화 기법으로 선택함을 특징으로 하는 장치.

#### 수학식 5

$$\arg\min(|I_{ABBA}|^2, |I_{Jaf}|^2)$$

여기서,  $I_{ABBA} = h_1^* h_3 + h_1 h_3^* + h_2^* h_4 + h_2 h_4^*$  는 ABBA 기법에서의 각 심볼에 대한 간섭현상을 발생시키는 인자

이고,  $I_{Jaf} = (h_1^* h_4 + h_1 h_4^*) - (h_2^* h_3 + h_2 h_3^*)$  는 Jafarkhani 기법에서의 간섭 현상을 발생시키는 인자이다.

#### 청구항 11

제 6항에 있어서,

상기 안테나는, 하나로 구성함을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 12

제 8항에 있어서,

상기 검출기는,

ZF(zero-forcing) 또는, MMSE(minimum mean square error)와 같은 선형 검출기임을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 13

시공간 부호화 기법을 선택하는 다중 안테나 시스템에서 송신단의 송신 방법에 있어서,

수신단으로부터 피드백 신호를 수신하여 상기 피드백 신호에 포함된 시공간 부호화 기법을 선택하는 과정과,

송신할 데이터를 상기 코드 선택기에서 선택한 상기 시공간 부호화 기법을 이용하여 각각의 안테나로 송신할 심볼로 시공간 부호화하는 과정과,

생성한 상기 심볼을 상기 수신단으로 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 시공간 부호화 기법을 선택하는 과정은,

ABBA 기법 혹은 Jafarkhani 기법 중에서 수신한 상기 피드백 신호에 포함된 상기 시공간 부호화 기법을 선택함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 15

시공간 부호화 기법을 선택하는 다중 안테나 시스템에서 수신단의 수신 방법에 있어서,

송신단으로부터 페이딩 채널을 겪은 신호를 수신하면, 상기 수신한 신호를 이용하여 각 송신 안테나별 채널 정보를 추정하는 과정과,

추정한 상기 채널 정보를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하는 과정과,

상기 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하는 과정과,

상기 다음 시공간 부호화 기법을 피드백 정보로 상기 송신단으로 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하는 과정 후에,

상기 다음 시공간 부호화 기법을 저장하는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 다음 시공간 부호화 기법을 저장하는 과정 후에,

상기 채널 정보를 이전에 저장한 시공간 부호화 기법을 이용하여 유효 채널로 구성하는 과정과,

상기 유효 채널을 이용하여 상기 수신한 신호에서 심볼을 검출하는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 18

제 15항에 있어서,

상기 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하는 과정은,

ABBA 기법 혹은 Jafarkhani 기법 중에서 상기 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 상기 다음 시공간 부호화 기법으로 선택함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 19

제 17항에 있어서,

상기 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하는 과정은,

아래 <수학식 6>를 이용하여 상기 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 상기 다음 시공간 부호화 기법으로 선택함을 특징으로 하는 방법.

#### 수학식 6

$$\operatorname{argmin}(|I_{ABBA}|^2, |I_{Jaf}|^2)$$

여기서,  $I_{ABBA} = h_1^* h_3 + h_1 h_3^* + h_2^* h_4 + h_2 h_4^*$  는 ABBA 기법에서의 각 심볼에 대한 간섭현상을 발생하는 인자이고,  $I_{Jaf} = (h_1^* h_4 + h_1 h_4^*) - (h_2^* h_3 + h_2 h_3^*)$  는 Jafarkhani 기법에서의 간섭 현상을 발생하는 인자이다.

#### 청구항 20

다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 송신단 장치에 있어서,  
수신단으로부터 피드백 신호를 수신하여 상기 피드백 신호에 포함된 각 시공간 부호화 기법에 간섭인자의 크기 정보를 통해 시공간 부호화 기법을 선택하는 코드 선택기와,  
송신할 데이터를 상기 코드 선택기에서 선택한 상기 시공간 부호화 기법을 이용하여 각각의 안테나로 송신할 심볼로 시공간 부호화하는 부호기를 포함함을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 21

제 20항에 있어서,  
상기 코드 선택기는,  
ABBA 기법 혹은 Jafarkhani 기법 중에서 수신한 상기 피드백 신호에 포함된 상기 시공간 부호화 기법을 선택함을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 22

제 20항에 있어서,  
상기 부호기는,  
상기 선택한 시공간 부호화 기법을 추가로 할당된 채널을 통해 송신함을 특징으로 하는 장치.

#### 청구항 23

시공간 부호화 기법을 선택하는 다중 안테나 시스템에서 송신단의 송신 방법에 있어서,  
수신단으로부터 피드백 신호를 수신하여 상기 피드백 신호에 포함된 각 시공간 부호화 기법의 간섭인자의 크기를 비교하여 시공간 부호화 기법을 선택하는 과정과,  
송신할 데이터를 상기 코드 선택기에서 선택한 상기 시공간 부호화 기법을 이용하여 각각의 안테나로 송신할 심볼로 시공간 부호화하는 과정과,  
생성한 상기 심볼을 상기 수신단으로 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 24

제 23항에 있어서,  
상기 시공간 부호화 기법을 선택하는 과정은,  
ABBA 기법 혹은 Jafarkhani 기법 중에서 수신한 상기 피드백 신호에 포함된 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 선택함을 특징으로 하는 방법.

#### 청구항 25

시공간 부호화 기법을 선택하는 다중 안테나 시스템에서 수신단의 수신 방법에 있어서,  
송신단으로부터 페이딩 채널을 겪은 신호를 수신하면, 상기 수신한 신호를 이용하여 각 송신 안테나별 채널 정보를 추정하는 과정과,  
추정한 상기 채널 정보를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하는 과정과,  
상기 간섭신호의 크기가 피드백 정보에 포함하여 상기 송신단으로 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방

법.

## 청구항 26

제 25항에 있어서,

상기 피드백 정보를 송신하는 과정 후에,

추가로 할당받은 채널을 통해 수신한 선택된 시공간 부호화 기법을 이용하여 각 송신 안테나별로 구한 상기 채널 정보를 유효 채널로 구성하는 과정과,

상기 유효 채널을 이용하여 상기 수신한 신호에서 심볼을 검출하는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 방법.

## 청구항 27

제 25항에 있어서,

상기 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하는 과정은,

ABBA 기법과 Jafarkhani 기법의 시공간 부호화 기법에 대한 간섭신호의 크기를 측정함을 특징으로 하는 방법.

## 청구항 28

제 27항에 있어서,

상기 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하는 과정은,

아래 <수학식 7>를 이용하여 상기 ABBA 기법과 상기 Jafarkhani 기법의 시공간 부호화 기법에 대한 간섭신호의 크기를 측정함을 특징으로 하는 방법.

## 수학식 7

$$I_{ABBA} = h_1^* h_3 + h_1 h_3^* + h_2^* h_4 + h_2 h_4^*$$

$$I_{Jaf} = (h_1^* h_4 + h_1 h_4^*) - (h_2^* h_3 + h_2 h_3^*)$$

여기서  $I_{ABBA}$ 는 ABBA 기법의 시공간 부호화 기법에 대한 간섭신호의 크기를 측정하는 인자이고,  $I_{Jaf}$ 는 Jafarkhani 기법의 시공간 부호화 기법에 대한 간섭신호의 크기를 측정하는 인자이고,  $h_i (i=1,2,3,4)$ 는  $i$ 번째 송신 안테나와 수신 안테나 간 채널 계수이다.

## 명세서

### 발명의 상세한 설명

#### 기술 분야

- <1> 본 발명은 다중 안테나 시스템에 관한 것으로서, 특히 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하여 공간 다이버시티를 향상시키는 장치 및 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

- <2> 최근, 무선 이동통신 시장의 급성장으로 인하여 무선 환경에서의 다양한 멀티미디어 서비스가 요구되고 있으며, 특히 전송 데이터의 대용량화 및 데이터 전송의 고속화가 진행되고 있다. 따라서, 한정된 무선 자원(Radio Resource)을 이용하여 최대 전송률(data rate)과, 최소 오류 비율(error rate) 등과 같은 고속의 신뢰도 높은 통신시스템을 구축하기 위한 연구가 진행되고 있다. 상기 고속의 신뢰도 높은 통신시스템을 구축하기 위하여 다중 안테나를 이용한 새로운 전송 기술이 필요하게 되었으며, 그 일 예로서 다중 안테나를 이용한 MIMO(Multiple Input Multiple Output) 시스템이 사용되고 있다.
- <3> 상기 MIMO 시스템은 송/수신단 각각 다중 안테나를 사용하는 시스템으로, 단일 안테나를 사용하는 시스템에 비해 추가적인 주파수나 송신 전력 할당 없이도 채널 전송 용량을 안테나 수에 비례하여 증가시킬 수 있어 최근

활발한 연구가 진행되고 있다.

- <4> 상기 다중 안테나 기술들은 크게 송/수신 안테나 수의 곱에 해당하는 다이버시티(diversity) 이득을 얻어 전송 신뢰도를 향상시키는 공간 다이버시티(spatial diversity) 방식, 동시에 다수의 신호 열을 전송하여 전송률을 높이는 공간 다중화(Spatial Multiplexing: SM) 방식 그리고 공간 다이버시티와 공간 다중화를 결합한 방식으로 나눌 수 있다.
- <5> 상기 공간 다이버시티 방식은, 공간 블록 부호(STBC : Space Time Block Coding) 방식을 사용하여 송신 안테나 개수와 수신 안테나 개수의 곱에 비례하는 다이버시티 효과를 얻을 수 있다. 따라서, 수신 성능을 향상시킬 수 있다.
- <6> 상기 공간 다중화 방식은 다수 개의 송신 안테나를 각각에 서로 다른 정보 데이터를 송신하도록 하는 방식이다. 상기 공간 다중화 방식을 적용할 경우, MIMO 방식의 경우 단일 입력 단일 출력(SISO : Single Input Single Output) 방식에 비하여 송신 안테나들의 개수만큼의 용량이 증가시킬 수 있다. 따라서, 상기 시스템의 전송량을 증가시킬 수 있다.
- <7> 특히, 상기 공간 다이버시티 방식에 있어서, 상기 MIMO 시스템에서 송신 다이버시티 이득을 얻는 기법의 대표적인 예로써, STTD (Space Time Transmit Diversity) 기법이 있다. 이는 2개의 송신 안테나를 이용하여 직교 특성을 갖는 시공간 부호화(orthogonal space-time code) 방식을 통해 단위시간 동안 한 심볼을 전송하면서 풀(full) 다이버시티 이득을 얻을 수 있다. 그러나 이러한 직교 시공간부호화 기법은 송신 안테나 수가 2개보다 많은 경우에 데이터 전송률에서 손실을 얻게 된다. 즉, 4개의 송신 안테나에 대한 직교 시공간부호화 기법은 풀(full) 다이버시티 이득을 획득하지만, 단위시간 동안 최대 3/4 심볼을 전송할 수 있어 데이터 전송률에서 손실이 나타난다. 이러한 전송률의 손실을 막기 위해 준직교 시공간 부호화 (quasi-orthogonal space-time code) 기법이 제안되어 있다.
- <8> 데이터 전송률을 단위시간 동안 한 심볼로 유지하는 이 방식은 다이버시티 측면에서 손실을 갖게 된다. 4개의 송신안테나와 1개의 수신 안테나에 대한 종래의 준직교 시공간 부호화 방식은 4 심볼구간 동안 4 심볼을 전송함으로써 단위시간 동안 한 심볼을 전송하지만 최대 다이버시티 이득은 송신 안테나 수의 절반인 2를 얻게 된다. 이때, 수신단에서는 ML(maximum likelihood) 검출기(detector)를 사용한다. 이러한 현상은 안테나 수를 증가시키면서도 데이터 전송률의 손실을 제거하는 과정에서 발생하는 것이다. 대표적인 예로써 ABBA 기법과 Jafarkhani 기법에 의해 제안된 기법이 있다. 두 기법에 의해 전송되는 코드는 안테나 축과 시간축으로 아래 <수학식 1>과 같이 각각 표현할 수 있다.

### 수학식 1

$$C_{ABBA} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ * & * & * & * \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ x_3 & x_4 & x_1 & x_2 \\ * & * & * & * \\ -x_4 & x_3 & -x_2 & x_1 \end{bmatrix} \quad C_{jafarkhani} = \begin{bmatrix} x_1 & x_2 & x_3 & x_4 \\ * & * & * & * \\ -x_2 & x_1 & -x_4 & x_3 \\ * & * & * & * \\ -x_3 & -x_4 & x_1 & x_2 \\ x_4 & -x_3 & -x_2 & x_1 \end{bmatrix}$$

- <9>
- <10> 여기서,  $C_{ABBA}$ 는 ABBA 기법으로 전송하는 코드이고,  $C_{jafarkhani}$ 는 Jafarkhani 기법으로 전송하는 코드이고,  $x_i(i=1,2,3,4)$ 는 전송하는 심볼이다.
- <11> 상기 ABBA 기법은 표준규격 O. Tirkkonen, A. Boariu, and A. Hottinen, "Minimal Non-Orthogonality Rate 1 Space-Time Block Code for 3+ Tx Antennas," in Proc. IEEE ISSSTA, vol. 2, pp. 429-432, Sept. 2000.를 참조하고, 상기 Jafarkhani 기법은 표준규격 H. Jafarkhani, "A Quasi-Orthogonal Space-Time Block Code," IEEE Transaction on Communications, vol. 49, pp. 1-4, Jan. 2001. 를 참조한다.
- <12> 도 1은 종래 기술에 따른 다중 안테나 시스템을 도시한 도면이다. 상기 도 1을 참조하면 종래의 다중 안테나 시스템은 송신단(100)과 수신단(110)을 포함한다.
- <13> 상기 송신단(100)은 부호기(102)와 다수의 안테나(104)를 포함한다. 상기 부호기(102)는 심볼을 수신하여 ABBA 코드 혹은 Jafarkhani 코드를 이용해 4개의 심볼들을 4개의 심볼 타임 슬롯(time slot) 동안 4개의 송신 안테



나(104)를 통해 전송되도록 구성하여, 상기 안테나(104)를 통해 송신한다.

- <14> 상기 수신단(110)은 안테나(112), 채널 추정기(114) 및, 검출기(116)를 포함한다. 상기 안테나(112)는 페이딩 채널을 겪은 신호를 수신한다. 상기 채널 추정기(114)는 상기 안테나(112)를 통해 수신한 신호를 이용하여 채널 상태를 추정하고, 추정한 채널 정보를 ABBA 코드 혹은 Jafarkhani 코드를 이용하여 유효 채널을 구성하여 상기 검출기(116)에 제공한다.
- <15> 상기 검출기(116)는 상기 채널 추정기(114)로부터 제공받은 유효 채널을 이용하여 상기 안테나(112)를 통해 4개의 심볼 타임 슬롯(time slot) 동안 수신한 신호에서 4개의 심볼을 동시에 검출한다.
- <16> 즉, 4개의 송신 안테나에 대한 준직교 시공간 부호화 기법을 사용하는 종래의 다중 안테나 시스템은 일반적으로 부호화 기법으로 상기 ABBA 기법 혹은 상기 Jafarkhani 기법을 사용한다. 하지만, 두 기법 모두 데이터 전송률에서 손실이 발생하지 않는 대신 다이버시티 이득이 감소하는 문제가 발생한다. 직교 시공간 부호화 기법은 심볼간 간섭현상이 발생하지 않기 때문에 다이버시티 이득을 최대로 획득할 수 있다. 그러나 ABBA 기법이나 Jafarkhani 기법의 경우 준직교 특성을 갖기 때문에 각 심볼마다 다른 한 심볼에 의한 간섭현상이 발생하게 된다. 이러한 간섭현상에 의해 풀(full) 다이버시티 이득을 얻지 못하고 안테나 수의 절반에 해당하는 2의 다이버시티 이득을 갖게 된다. 또한 이러한 다이버시티 이득을 획득하기 위해서는 상기 수신단(110)의 검출기(116)를 최대 우도(ML : Maximum Likelihood) 검출기로 사용해야 하는 문제가 있다. 상기 ML 검출기는 최적의 시스템 성능을 보장하지만 수신 심볼의 검출과정에서 매우 큰 복잡도를 갖는 문제점 및 한계를 가지고 있다.
- <17> 즉, 다시 말해 상기 ABBA 기법이나 상기 Jafarkhani 기법을 사용하는 종래의 다중 안테나 시스템은 전송 심볼간의 간섭현상으로 인한 다이버시티 이득에서 손실이 발생하며 상기 ML 수신기를 사용하기 때문에 수신단의 복잡도가 매우 큰 문제점을 안고 있다.

## 발명의 내용

### 해결 하고자하는 과제

- <18> 따라서, 본 발명의 목적은 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- <19> 본 발명의 다른 목적은 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하여 다이버시티 이득의 손실을 줄이는 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- <20> 본 발명의 또 다른 목적은 다중 안테나 시스템의 송신단에서 피드백 신호를 수신하여 상응하는 시공간 부호화 기법을 선택하여 다이버시티 이득의 손실을 줄이는 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- <21> 본 발명의 또 다른 목적은 다중 안테나 시스템의 수신단에서 간섭신호가 적은 시공간 부호화 기법을 선택하여 송신단으로 송신하는 다이버시티 이득의 손실을 줄이는 장치 및 방법을 제공하는데 있다.
- <22> 본 발명의 또 다른 목적은 다중 안테나 시스템의 수신단에서 간섭신호가 적은 시공간 부호화 기법을 선택함으로써 복잡도가 낮은 선형 검출기를 사용하는 기법을 선택하는 장치 및 방법을 제공하는데 있다.

### 과제 해결수단

- <23> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 1 견지에 따르면, 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 송신단 장치는, 수신단으로부터 피드백 신호를 수신하여 상기 피드백 신호에 상응하는 시공간 부호화 기법을 선택하는 코드 선택기와, 송신할 데이터를 상기 코드 선택기에서 선택한 상기 시공간 부호화 기법으로 부호화하여 심볼로 생성하는 부호기와, 상기 부호기에서 생성한 상기 심볼을 송신하는 안테나를 포함함을 특징으로 한다.
- <24> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 2 견지에 따르면, 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 수신단 장치는, 페이딩 채널을 겪은 신호를 수신하는 안테나와, 상기 안테나를 통해 수신한 상기 신호를 이용하여 채널 정보를 추정하는 채널 추정기와, 상기 채널 추정기에서 추정한 상기 채널 정보를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하고, 상기 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하여 피드백 정보로 송신단으로 송신하는 코드 선택기를 포함함을 특징으로 한다.
- <25> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 3 견지에 따르면, 시공간 부호화 기법을 선택하는 다중 안테나 시

시스템에서 송신단의 송신 방법은, 수신단으로부터 피드백 신호를 수신하여 상기 피드백 신호에 상응하는 시공간 부호화 기법을 선택하는 과정과, 송신할 데이터를 상기 코드 선택기에서 선택한 상기 시공간 부호화 기법으로 부호화하여 심볼로 생성하는 과정과, 생성한 상기 심볼을 상기 수신단으로 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

<26> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 4 견지에 따르면, 시공간 부호화 기법을 선택하는 다중 안테나 시스템에서 수신단의 수신 방법은, 송신단으로부터 페이딩 채널을 겪은 신호를 수신하면, 상기 수신한 신호를 이용하여 채널 정보를 추정하는 과정과, 추정된 상기 채널 정보를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하는 과정과, 상기 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하는 과정과, 상기 다음 시공간 부호화 기법을 피드백 정보로 상기 송신단으로 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

<27> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 5 견지에 따르면, 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 송신단 장치는, 수신단으로부터 피드백 신호를 수신하여 상기 피드백 신호에 포함된 각 시공간 부호화 기법에 간섭인자의 크기 정보를 통해 시공간 부호화 기법을 선택하는 코드 선택기와, 송신할 데이터를 상기 코드 선택기에서 선택한 상기 시공간 부호화 기법을 이용하여 각각의 안테나로 송신할 심볼로 시공간 부호화하는 부호기를 포함함을 특징으로 한다.

<28> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 6 견지에 따르면, 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택받는 수신단 장치는, 페이딩 채널을 겪은 신호를 수신하는 안테나와, 상기 안테나를 통해 수신한 상기 신호를 이용하여 송신하는 안테나 각각의 채널 정보를 추정하는 채널 추정기와, 상기 채널 추정기에서 추정된 상기 채널 정보를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하고, 측정된 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 포함하는 피드백 정보를 송신단으로 송신하는 코드 선택기를 포함함을 특징으로 한다.

<29> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 7 견지에 따르면, 시공간 부호화 기법을 선택하는 다중 안테나 시스템에서 송신단의 송신 방법은, 수신단으로부터 피드백 신호를 수신하여 상기 피드백 신호에 포함된 각 시공간 부호화 기법의 간섭인자의 크기를 비교하여 시공간 부호화 기법을 선택하는 과정과, 송신할 데이터를 상기 코드 선택기에서 선택한 상기 시공간 부호화 기법을 이용하여 각각의 안테나로 송신할 심볼로 시공간 부호화하는 과정과, 생성한 상기 심볼을 상기 수신단으로 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

<30> 상기한 목적들을 달성하기 위한 본 발명의 제 8 견지에 따르면, 시공간 부호화 기법을 선택하는 다중 안테나 시스템에서 수신단의 수신 방법은, 송신단으로부터 페이딩 채널을 겪은 신호를 수신하면, 상기 수신한 신호를 이용하여 각 송신 안테나별 채널 정보를 추정하는 과정과, 추정된 상기 채널 정보를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하는 과정과, 상기 간섭신호의 크기가 피드백 정보에 포함하여 상기 송신단으로 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

## 효 과

<31> 상술한 바와 같이 본 발명은 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하여 공간 다이버시티를 향상시키는 장치 및 방법에 관한 것으로, 수신단에서 간단한 선형 검출기를 가지고도 다이버시티 이득의 손실을 줄이는 효과를 가진다.

## 발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<32> 이하 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면의 참조하여 상세히 설명하면 하기와 같다. 그리고 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

<33> 본 발명은 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하여 공간 다이버시티를 향상시키는 장치 및 방법에 관한 것이다. 본 발명의 상세한 설명을 하기 전에 본 발명에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 기준에 관해 먼저 설명하면, 4개의 송신 안테나를 가지는 송신단과 1개의 수신 안테나를 가지는 수신단으로 구성하는 다중 안테나 시스템을 기준으로 설명하면, 수신단에서 선택하는 시공간 부호화 기법으로 ABBA 기법과 상기 Jafarkhani 기법이 있으며 각 시공간 부호화 기법에 따른 채널 행렬을 아래<수학식 2>와 같이 표현할 수 있다.

## 수학식 2

$$H_{ABBA} = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 & h_4 \\ -h_2^* & h_1^* & -h_4^* & h_3^* \\ h_3 & h_4 & h_1 & h_2 \\ -h_4^* & h_3^* & -h_2^* & h_1^* \end{bmatrix} \quad H_{jafarkhani} = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 & h_4 \\ -h_2^* & h_1^* & -h_4^* & h_3^* \\ -h_3^* & -h_4^* & h_1^* & h_2^* \\ h_4 & -h_3 & -h_2 & h_1 \end{bmatrix}$$

<34>

<35> 여기서,  $H_{ABBA}$ 는 ABBA 기법으로 생성한 채널 행렬이고,  $H_{jafarkhani}$ 는 Jafarkhani 기법으로 생성한 채널 행렬이고,  $h_i(i=1,2,3,4)$ 는  $i$ 번째 송신 안테나와 수신 안테나 간 채널 계수이다.

<36> 즉, 상기 <수학식 2>와 같이 동일한 채널 상황에 대해서도 시공간 부호화 기법에 따라 서로 다른 채널 행렬이 유도된다. 그러면 상기 <수학식 2>를 기반으로 각 기법에 따른 채널의 상관 행렬을 아래<수학식 3>과 같이 구할 수 있다.

## 수학식 3

$$H_{ABBA}^H H_{ABBA} = \begin{bmatrix} g & 0 & I_{ABBA} & 0 \\ 0 & g & 0 & I_{ABBA} \\ I_{ABBA} & 0 & g & 0 \\ 0 & I_{ABBA} & 0 & g \end{bmatrix}$$

<37>

$$H_{jafarkhani}^H H_{jafarkhani} = \begin{bmatrix} g & 0 & 0 & I_{Jaf} \\ 0 & g & I_{Jaf} & 0 \\ 0 & I_{Jaf} & g & 0 \\ I_{Jaf} & 0 & 0 & g \end{bmatrix}$$

<38>

$$g = \sum_{i=1}^4 |h_i|^2$$

<39> 여기서,  $g$ 는 각 심볼의 채널 이득이고,

$I_{ABBA} = h_1^* h_3 + h_1 h_3^* + h_2^* h_4 + h_2 h_4^*$ 는 ABBA 기법에서의 각 심볼에 대한 간섭현상을 발생시키는 인자이고,  $I_{Jaf} = (h_1^* h_4 + h_1 h_4^*) - (h_2^* h_3 + h_2 h_3^*)$ 은 Jafarkhani 기법에서의 간섭 현상을 발생시키는 인자이다.

<40> 종래 기술에서 안테나 수만큼의 충분한 다이버시티 이득을 얻지 못하는 이유는 상기<수학식 3>의  $I_{ABBA}$ 와  $I_{Jaf}$ 과 같은 간섭인자들 때문이다. 하지만, 본 발명에서는 상기<수학식 3>과 같이 각각의 시공간 부호화 기법을 동일한 채널 상황에서, 각 심볼에 대한 간섭현상을 발생시키는 인자의 값을 서로 다르게 수식적으로 유도하였다. 즉, 간섭인자인  $I_{ABBA}$ 와  $I_{Jaf}$ 는 각 심볼에 영향을 미치는 간섭량이 다르다. 따라서 본 발명에서는 이와 같은 사실을 기반으로 수신단에서 ABBA와 Jafarkhani 기법 중에서 간섭이 작게 발생하는 기법을 선택할 수 있는 기준을 아래 <수학식 4>와 같이 제시한다.

#### 수학식 4

$$\text{argmin}(|I_{ABBA}|^2, |I_{Jaf}|^2)$$

<41>

<42>

여기서,  $I_{ABBA}$ 는 ABBA 기법에서의 각 심볼에 대한 간섭현상을 발생하는 인자이고,  $I_{Jaf}$ 는 Jafarkhani 기법에서의 간섭 현상을 발생하는 인자이다.

<43>

상기 <수학식 4>의 기준과 같이 본 발명은 간섭현상이 적게 발생하는 기법을 선택함으로써 시스템의 다이버시티 이득을 증대시킬 수 있다. 즉, 본 발명은 심볼간 간섭현상의 감소로서 다중안테나를 사용하여 얻을 수 있는 다이버시티 이득이 증대된다.

<44>

그러면, 본 발명의 장치를 아래에서 도 2를 참조하여 설명한다. 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 장치를 도시한 도면이다. 상기 도 2를 참조하면 본 발명의 다중 안테나 시스템은 송신단(200)과 수신단(210)을 포함한다.

<45>

상기 송신단(200)은 부호기(200), 코드 선택기(204) 및 안테나(206)를 포함한다. 상기 코드 선택기(204)는 상기 수신단(210)으로부터 피드백 신호를 수신하여 피드백 신호에 상응하는 시공간 부호화 기법을 선택하여 상기 부호기(200)로 제공한다. 상기 피드백 신호는 선택할 시공간 부호화 기법에 관한 정보이거나 또는 상기 코드 선택기에서 시공간 부호화 기법을 선택하기 위해 필요로 하는 각 시공간 부호화 기법에 대한 간섭현상을 발생하는 인자에 관한 정보일 수 있다. 상기 시공간 부호화 기법은 ABBA 기법과 Jafarkhani 기법이 될 수 있다. 상기 부호기(202)는 송신할 데이터를 상기 코드 선택기(204)로부터 선택받은 시공간 부호화 기법으로 부호화하여 4개의 심볼들로 생성하고, 상기 4개의 심볼들을 4개의 심볼 타임 슬롯(time slot) 동안 4개의 송신 안테나(206)를 통해 전송되도록 시공간 부호화하여 구성하고, 상기 안테나(206)를 통해 송신한다. 만약, 상기 수신단(210)으로부터 수신한 상기 피드백 신호가 간섭현상을 발생하는 인자에 관한 정보인 경우 상기 부호기(202)는 시공간 부호화 기법에 관한 정보를 추가로 상기 수신단(210)으로 송신한다. 이때 상기 부호기(202)가 제공하는 시공간 부호화 기법에 관한 정보는 추가로 채널을 할당하여 송신할 수 있다.

<46>

상기 수신단(210)은 안테나(212), 채널 추정기(214), 코드 선택기(216), 채널 구성기(218) 및, 검출기(220)를 포함한다. 상기 안테나(212)는 페이딩 채널을 겪은 신호를 수신한다. 상기 채널 추정기(214)는 상기 안테나(212)를 통해 수신한 신호를 이용하여 각 안테나별 채널 상태를 추정하고, 채널 추정을 통해 구한 각 안테나의 채널 정보인 추정한 채널 정보를 상기 코드 선택기(216)와 상기 채널 구성기(218)로 제공한다. 또한, 상기 채널 추정기(214)는 추가로 할당받은 채널을 통해 상기 송신단(200)에서 선택한 시공간 부호화 기법에 관한 정보를 수신하면 이를 상기 채널 구성기(218)로 제공한다.

<47>

상기 코드 선택기(216)는 상기 채널 추정기(214)로부터 제공받은 채널 정보를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 측정하고, 상기 <수학식 4>와 같이 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 다음 수신하는 심볼에 적용할 시공간 부호화 기법인 다음 시공간 부호화 기법으로 선택하여 저장하고, 피드백 정보로서 상기 송신단(200)로 송신한다. 또한, 상기 코드 선택기(216)는 이전 채널 정보를 이용하여 선택하고 저장한 시공간 부호화 기법을 상기 채널 구성기(218)로 제공한다. 한편, 상기 코드 선택기(216)는 상기 <수학식 4>를 통해 다음에 적용할 시공간 부호화 기법을 선택하여 피드백할 수 있으나 다른 방법으로 상기 <수학식 3>에서 정의하고 있는  $I_{ABBA}$ 나  $I_{Jaf}$ 와 같은 각 시공간 부호화 기법에 대한 간섭현상을 발생하는 인자에 관한 정보를 측정하여 이를 피드백 정보로 상기 송신단(200)로 송신할 수도 있다.

<48>

상기 채널 구성기(218)는 상기 채널 구성기(218)에서 추정한 상기 채널 정보를 상기 코드 선택기(216)로부터 선택받은 시공간 부호화 기법에 따라 안테나로부터 수신하는 신호를 유효 채널로 구성하여 상기 검출기(220)에 제공한다. 한편, 상기 채널 구성기(218)는 상기 송신단(200)에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 경우 상기 채널 추정기(214)로부터 수신한 시공간 부호화 기법에 관한 정보를 제공받아 제공받은 시공간 부호화 기법에 따라 안테나로부터 수신하는 신호를 유효 채널로 구성하여 상기 검출기(220)에 제공한다. 상기 채널 구성기(218)에서 구성하는 유효 채널의 시공간 부호화 기법 ABBA 기법 혹은 Jafarkhani 기법으로 상기 <수학식 2>와 같이 표현할 수 있다.

<49>

상기 검출기(220)는 상기 채널 구성기(218)로부터 제공받은 유효 채널을 이용하여 상기 안테나(212)를 통해 4개의 심볼 타임 슬롯(time slot) 동안 수신한 신호에서 4개의 심볼을 동시에 검출한다. 상기 검출기(220)는 간섭신호의 감소로서 ML 검출기 대신에 상대적으로 복잡도가 낮은 ZF(zero-forcing)이나 MMSE(minimum mean square



error) 와 같은 선형 검출기를 사용할 수 있다.

- <50> 이하, 상기와 같이 구성된 본 발명에 따른 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 방법을 아래에서 도면을 참조하여 설명한다.
- <51> 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템의 송신단에서 선택받은 시공간 부호화 기법으로 시공간 부호화하여 송신하는 과정을 도시한 흐름도이다.
- <52> 본 발명의 송신단(200)은 300단계에서 데이터의 송신 이벤트가 발생하면, 302단계로 진행하여 수신단(210)으로부터 피드백 정보를 수신하고, 304단계로 진행하여 수신한 피드백 정보에 상응하는 시공간 부호화 기법으로 송신할 데이터를 시공간 부호화하여 각각의 안테나로 송신할 심볼을 생성하고, 306단계로 진행하여 생성한 심볼을 수신단(210)으로 송신한다.
- <53> 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템의 수신단에서 채널 상태에 따라 시공간 부호화 기법을 선택하고 심볼을 검출하는 과정을 도시한 흐름도이다.
- <54> 본 발명의 수신단(210)은 400단계에서 송신단(200)으로부터 심볼 벡터를 수신하면, 402단계로 진행하여 수신한 심볼 벡터를 이용하여 각 안테나별 채널 상태를 추정하고, 404단계로 진행하여 추정된 상기 채널 상태를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호를 측정하고, 406단계로 진행하여 측정된 간섭신호의 크기가 작은 시공간 부호화 기법을 다음에 송신단(200)에서 적용할 시공간 부호화 기법으로 선택하고, 408단계로 진행하여 선택된 시공간 부호화 기법을 저장하고, 송신단(200)으로 피드백하고, 410단계로 진행하여 이전 심볼벡터 수신시 선택하여 저장한 시공간 부호화 기법에 상응하는 유효 채널을 구성하고, 412단계로 진행하여 상기 유효 채널을 이용하여 수신한 심볼 벡터에서 4개의 전송 심볼을 검출한다.
- <55> 이하, 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 다른 방법을 아래에서 도 5와 도 6을 참조하여 살펴보고자 한다.
- <56> 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템의 송신단에서 시공간 부호화 기법을 선택하여 시공간 부호화하여 송신하는 과정을 도시한 흐름도이다.
- <57> 본 발명의 송신단(200)은 500단계에서 데이터의 송신 이벤트가 발생하면, 502단계로 진행하여 수신단(210)으로부터 각 시공간 부호화 기법에 대한 간섭현상을 발생하는 인자에 관한 정보를 포함하는 피드백 정보를 수신하고, 504단계로 진행하여 수신한 피드백 정보에 포함된 각 시공간 부호화 기법에 대한 간섭현상을 발생하는 인자에 관한 정보를 이용하여 사용할 시공간 부호화 기법을 선택하고, 506단계로 진행하여 송신할 데이터를 선택한 시공간 부호화 기법으로 시공간 부호화하여 각각의 안테나로 송신할 심볼을 생성하고, 508단계로 진행하여 다수의 안테나를 통해 생성한 심볼을 수신단(210)으로 송신한다. 이때 선택한 시공간 부호화 기법에 관한 정보를 추가로 할당된 채널을 통해 상기 수신단(210)으로 송신한다.
- <58> 도 6는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템의 수신단에서 채널 상태에 따라 선택된 시공간 부호화 기법으로 심볼을 검출하는 과정을 도시한 흐름도이다.
- <59> 본 발명의 수신단(210)은 600단계에서 송신단(200)으로부터 심볼 벡터를 수신하면, 602단계로 진행하여 수신한 심볼 벡터를 이용하여 각 안테나별 채널 상태를 추정하고, 604단계로 진행하여 추정된 상기 채널 상태를 이용하여 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호를 측정하고, 606단계로 진행하여 측정된 각 시공간 부호화 기법의 간섭신호의 크기를 피드백 정보로 상기 송신단(200)으로 피드백하고, 608단계로 진행하여 심볼벡터 수신시 추가로 할당받은 채널을 통해 수신한 상기 송신단(200)으로부터 선택받은 시공간 부호화 기법을 통해 수신한 상기 심볼벡터를 유효 채널로 구성하고, 610단계로 진행하여 상기 유효 채널을 이용하여 수신한 심볼 벡터에서 4개의 전송 심볼을 검출한다.
- <60> 그러면, 종래 기술과 본 발명과의 성능을 아래에서 도 7을 참조하여 설명한다. 도 7은 종래 기술과 본 발명과의 성능을 그래프로 도시한 도면이다. 상기 도 7은 4개의 송신 안테나와 1개의 수신 안테나를 갖는 시스템에서 안테나마다 송신 전력을 동일하게 하고 각 시공간 부호화 기법마다 동일한 데이터 전송률을 적용하였을 때의 그래프이다. 이때 채널은 독립적인 레일리 페이딩을 가정하였다. 상기 도 7을 참조하여 종래 기술과 본 발명간의 신호대비 잡음비의 변화에 따른 비트 오류율(BER : Bit Error Rate)의 변화로 그 성능을 비교하면, ABBA 기법을 이용한 종래 기술의 경우, ML 수신기를 사용하며, 다이버시티 이득이 2개의 송신 안테나를 이용하는 Alamouti's code와 동일하게 나타나고, 4개의 송신 안테나에 대해 직교 시공간 부호화 기법을 적용한 시스템에 비해서는 감소했음을 확인할 수 있다. 이에 비해, 본 발명을 적용한 경우, 종래 기술과는 달리 MMSE 선형 수신

기를 사용하면서 직교 시공간 부호화 기법과 거의 동일한 다이버시티 이득을 획득한다. 즉, 종래 기술에 비해 다이버시티 이득이 향상되었음을 확인할 수 있다.

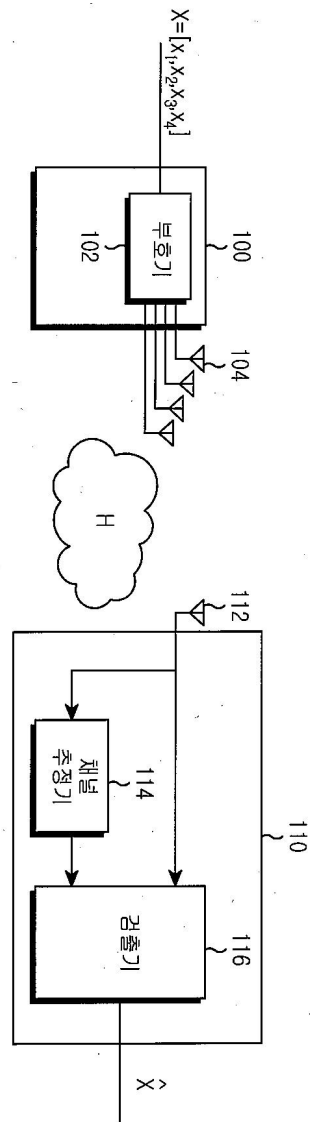
- <61> 분명히, 청구항들의 범위내에 있으면서 이러한 실시예들을 변형할 수 있는 많은 방식들이 있다. 다시 말하면, 이하 청구항들의 범위를 벗어남 없이 본 발명을 실시할 수 있는 많은 다른 방식들이 있을 수 있는 것이다.

### 도면의 간단한 설명

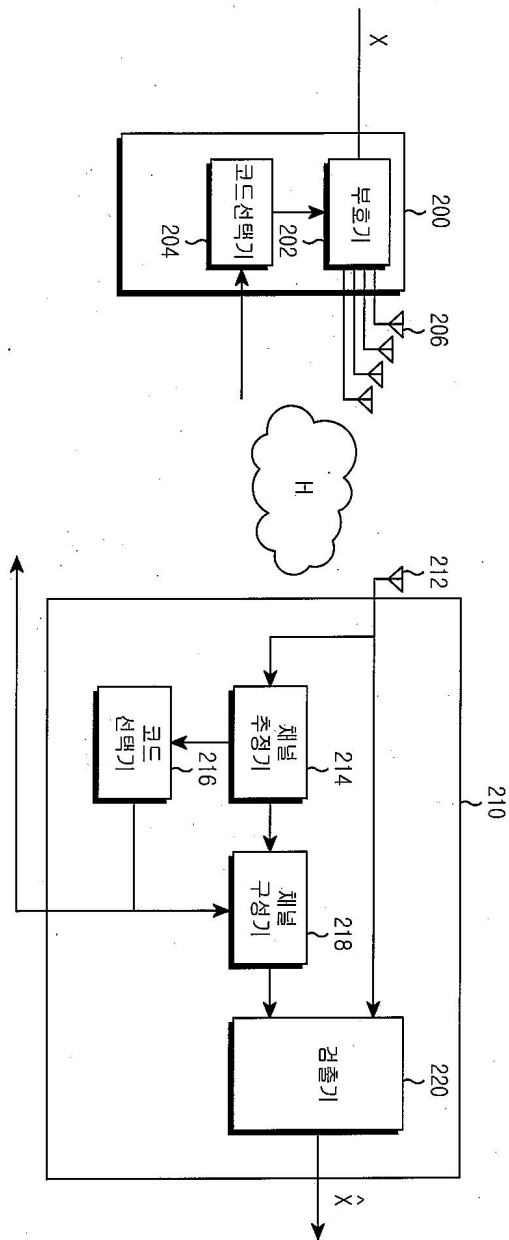
- <62> 도 1은 종래 기술에 따른 다중 안테나 시스템을 도시한 도면,
- <63> 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템에서 시공간 부호화 기법을 선택하는 장치를 도시한 도면,
- <64> 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템의 송신단에서 선택받은 시공간 부호화 기법으로 시공간 부호화하여 송신하는 과정을 도시한 흐름도,
- <65> 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템의 수신단에서 채널 상태에 따라 시공간 부호화 기법을 선택하고 심볼을 검출하는 과정을 도시한 흐름도,
- <66> 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템의 송신단에서 시공간 부호화 기법을 선택하여 시공간 부호화하여 송신하는 과정을 도시한 흐름도,
- <67> 도 6는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 다중 안테나 시스템의 수신단에서 채널 상태에 따라 선택된 시공간 부호화 기법으로 심볼을 검출하는 과정을 도시한 흐름도 및,
- <68> 도 7은 종래 기술과 본 발명과의 성능을 그래프로 도시한 도면이다.

도면

도면1

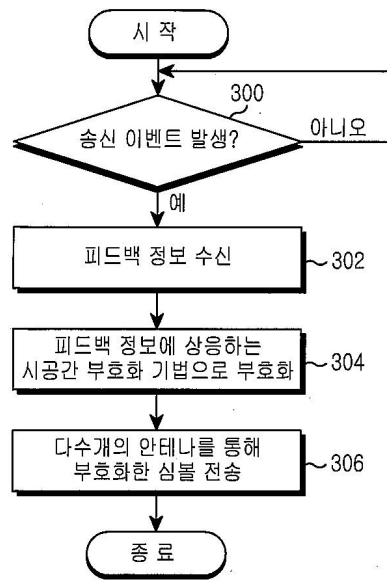


도면2

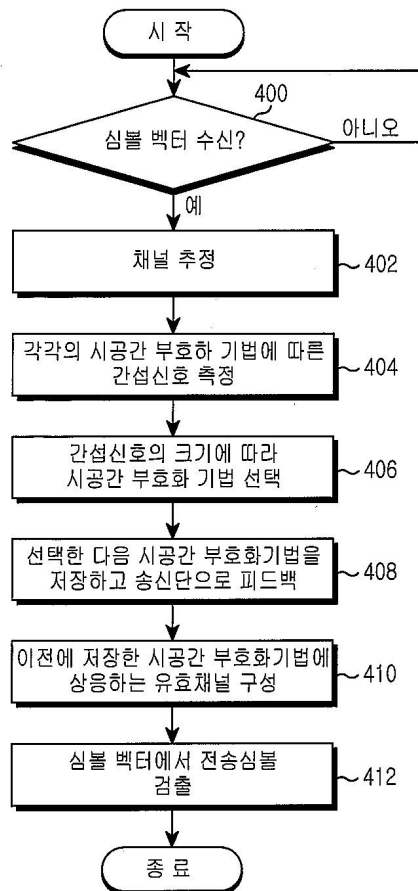




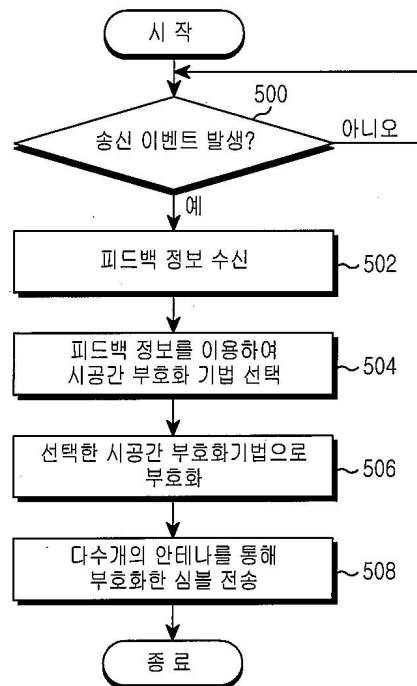
도면3



도면4



도면5



도면6

