(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년05월29일
(11) 등록번호 10-1400880
(24) 등록일자 2014년05월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2006.01) *H04L 1/02* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0144582
(22) 출원일자 2012년12월12일
심사청구일자 2012년12월12일
(56) 선행기술조사문헌
El-Hajjar, M. et al.; Near-Instantaneously Adaptive Cooperative Uplink Schemes Based on Space-Time Block Codes and V-Blast; Vehicular Technology Conference, 2007. VTC2007-Spring. IEEE 65th, 2007.4.22.
US20110064159 A1

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
송형규
경기 성남시 분당구 중앙공원로 17, 320동 303호 (서현동, 한양아파트)
김형석
서울 서초구 강남대로34길 18, 502호 (양재동, 미라보아파트)
장현우
서울 양천구 목동중앙남로3가길 127, 상진지오밸리 403호 (목동)
(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 이정수

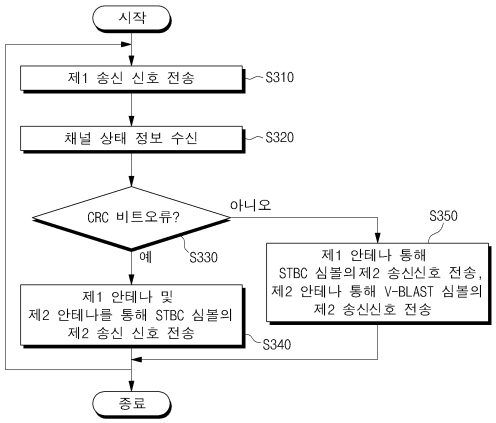
(54) 발명의 명칭 **하이브리드 ＭＩＭＯ－협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법 및 그 신호 전송 장치**

(57) 요 약

본 발명은 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법 및 그 신호 신호 전송 장치에 관한 것으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법은, CRC 비트를 포함하는 제1 송신 신호를 전송하는 단계와, 중계기로부터 상기 CRC 비트의 오류 여부에 따른 채널 상태 정보를 수신하는 단계와, 상기 수신된 채널 상태 정보에 따라 STBC 심볼 및 V-BLAST 심볼 중 적어도 하나의 심볼로 구성된 제2 송신 신호를 전송하는 단계를 포함한다.

이에 따라, 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템에서 채널 상태에 따라 송신 신호의 구성을 다르게 함으로써 채널 상태가 좋은 경우에는 다이버시티 이득 및 다중화 이득을 동시에 얻을 수 있으며, 채널 상태가 좋지 않은 경우에는 다이버시티 이득을 높여 신호의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

대 표 도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415123241
부처명	지식경제부
연구사업명	정보통신기술인력양성
연구과제명	스마트 건축물 관리 시스템 개발
기 여 율	1/1
주관기관	세종대학교 산학협력단
연구기간	2012.01.01 ~ 2012.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치의 신호 전송 방법에 있어서,

CRC 비트를 포함하는 제1 송신 신호를 전송하는 단계;

중계기로부터 상기 CRC 비트의 오류 여부에 따른 채널 상태 정보를 수신하는 단계; 및

상기 수신된 채널 상태 정보에 따라 STBC 심볼 및 V-BLAST 심볼 중 적어도 하나의 심볼로 구성된 제2 송신 신호를 전송하는 단계를 포함하며,

상기 제2 송신 신호를 전송하는 단계는,

상기 채널 상태 정보에서 상기 CRC 비트의 오류가 없는 경우 제1 안테나를 이용하여 상기 STBC 심볼의 송신 신호를 전송하고, 제2 안테나를 이용하여 상기 V-BLAST 심볼의 송신 신호를 전송하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 채널 상태 정보에서 상기 CRC 비트의 오류가 있는 경우 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나를 이용하여 각각 상기 STBC 심볼의 송신 신호를 전송하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 중계기는,

상기 CRC 비트의 오류가 없는 경우 제3 안테나를 이용하여 상기 STBC 심볼의 송신 신호에 대한 복조된 신호를 전송하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 중계기는,

상기 CRC 비트의 오류가 있는 경우 제3 안테나 및 제4 안테나를 이용하여 각각 상기 STBC 심볼의 송신 신호에 대한 복조된 신호를 전송하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

수신기는 복수의 수신 안테나를 이용하여 다음의 수학식과 같이 상기 STBC 심볼 및 상기 V-BLAST 심볼로 구성된 송신 신호를 수신하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법:

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y_{2,1}^{*} \\ Y_{3,1} \\ Y_{4,1}^{*} \\ Y_{1,2} \\ Y_{2,2}^{*} \\ Y_{3,2} \\ Y_{4,2}^{*} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & 0 & H_{3,1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H_{1,1}^{*} & 0 & H_{3,1}^{*} & 0 & 0 \\ H_{2,1} & -H_{1,1} & 0 & 0 & H_{3,1} & 0 \\ H_{1,1}^{*} & H_{2,1}^{*} & 0 & 0 & 0 & H_{3,1}^{*} \\ H_{1,2} & 0 & H_{3,2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H_{1,2}^{*} & 0 & H_{3,2}^{*} & 0 & 0 \\ H_{2,2} & -H_{1,2} & 0 & 0 & H_{3,2} & 0 \\ H_{1,2}^{*} & H_{2,2}^{*} & 0 & 0 & 0 & H_{3,2}^{*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1} \\ X_{2}^{*} \\ X_{3} \\ X_{4}^{*} \\ X_{5} \\ X_{6}^{*} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{1,1} \\ n_{2,1}^{*} \\ n_{3,1} \\ n_{4,1}^{*} \\ n_{1,2} \\ n_{2,2}^{*} \\ n_{3,2} \\ n_{4,2}^{*} \end{bmatrix}$$

여기서, $Y_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호를 나타내고, $H_{i,j}$는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 안테나와 상기 수신기의 j번째 안테나 간의 채널을 나타내고, X_i는 상기 신호 전송 장치의 i번째 신호를 나타내고, $n_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호의 노이즈 신호를 나타내고, $()^{*}$는 컨주게이션을 나타낸다.

청구항 7

제5항에 있어서,

수신기는 복수의 수신 안테나를 이용하여 다음의 수학식과 같이 상기 STBC 심볼로 구성된 송신 신호를 수신하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법:

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y_{2,1}^{*} \\ Y_{3,1} \\ Y_{1,2} \\ Y_{2,2}^{*} \\ Y_{3,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & 0 & H_{4,1} & 0 \\ H_{2,1}^{*} & H_{1,1}^{*} & H_{3,1}^{*} & H_{4,1}^{*} \\ -H_{1,1} & H_{2,1} & -H_{4,1} & H_{3,1} \\ H_{1,2} & 0 & H_{4,2} & 0 \\ H_{2,2}^{*} & H_{1,2}^{*} & H_{3,2}^{*} & H_{4,2}^{*} \\ -H_{1,2} & H_{2,2} & -H_{4,2} & H_{3,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1} \\ X_{2}^{*} \\ X_{3} \\ X_{4}^{*} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{1,1} \\ n_{2,1}^{*} \\ n_{3,1} \\ n_{1,2} \\ n_{2,2}^{*} \\ n_{3,2} \end{bmatrix}$$

여기서, $Y_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호를 나타내고, $H_{i,j}$는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 안테나와 상기 수신기의 j번째 안테나 간의 채널을 나타내고, X_i는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 신호를 나타내고, $n_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호의 노이즈 신호를 나타내고, $()^{*}$는 컨주게이션을 나타낸다.

청구항 8

복수의 안테나를 통해 신호를 전송하는 송신부;

상기 송신부를 통해 전송되는 CRC 비트를 포함하는 제1 송신 신호를 생성하는 제1 송신 신호 생성부;

중계기로부터 상기 CRC 비트의 오류 여부에 따른 채널 상태 정보를 수신하는 수신부; 및

상기 수신된 채널 상태 정보에 따라 STBC 심볼 및 V-BLAST 심볼 중 적어도 하나의 심볼로 구성된 제2 송신 신호

를 생성하는 제2 송신 신호 생성부를 포함하며,

상기 제2 송신 신호 생성부는,

상기 채널 상태 정보에서 상기 CRC 비트의 오류가 없는 경우 상기 송신부의 제1 안테나를 이용하여 상기 STBC 심볼의 송신 신호를 전송하도록 하고, 상기 송신부의 제2 안테나를 이용하여 상기 V-BLAST 심볼의 송신 신호를 전송하도록 하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 채널 상태 정보에서 상기 CRC 비트의 오류가 있는 경우 상기 송신부의 제1 안테나 및 상기 제2 안테나를 이용하여 각각 상기 STBC 심볼의 송신 신호를 전송하도록 하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 중계기는,

상기 CRC 비트의 오류가 없는 경우 제3 안테나를 이용하여 상기 STBC 심볼의 송신 신호에 대한 복조된 신호를 전송하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 중계기는,

상기 CRC 비트의 오류가 있는 경우 제3 안테나 및 제4 안테나를 이용하여 각각 상기 STBC 심볼의 송신 신호에 대한 복조된 신호를 전송하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치.

청구항 13

제11항에 있어서,

수신기는 복수의 수신 안테나를 이용하여 다음의 수학식과 같이 상기 STBC 심볼 및 상기 V-BLAST 심볼로 구성된 송신 신호를 수신하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치:

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y_{2,1}^{*} \\ Y_{3,1} \\ Y_{4,1}^{*} \\ Y_{1,2} \\ Y_{2,2}^{*} \\ Y_{3,2} \\ Y_{4,2}^{*} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & 0 & H_{3,1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H_{1,1}^{*} & 0 & H_{3,1}^{*} & 0 & 0 \\ H_{2,1} & -H_{1,1} & 0 & 0 & H_{3,1} & 0 \\ H_{1,1}^{*} & H_{2,1}^{*} & 0 & 0 & 0 & H_{3,1}^{*} \\ H_{1,2} & 0 & H_{3,2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H_{1,2}^{*} & 0 & H_{3,2}^{*} & 0 & 0 \\ H_{2,2} & -H_{1,2} & 0 & 0 & H_{3,2} & 0 \\ H_{1,2}^{*} & H_{2,2}^{*} & 0 & 0 & 0 & H_{3,2}^{*} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{1} \\ X_{2}^{*} \\ X_{3} \\ X_{4}^{*} \\ X_{5} \\ X_{6}^{*} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{1,1} \\ n_{2,1}^{*} \\ n_{3,1} \\ n_{4,1}^{*} \\ n_{1,2} \\ n_{2,2}^{*} \\ n_{3,2} \\ n_{4,2}^{*} \end{bmatrix}$$

여기서, $Y_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호를 나타내고, $H_{i,j}$는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 안테나와 상기 수신기의 j번째 안테나 간의 채널을 나타내고, X_i는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 신호를 나타내고, $n_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호의 노이즈 신호를 나타내고, $()^*$는 컨주게이션을 나타낸다.

청구항 14

제12항에 있어서,

수신기는 복수의 수신 안테나를 이용하여 다음의 수학식과 같이 상기 STBC 심볼로 구성된 송신 신호를 수신하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치:

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y_{2,1}^* \\ Y_{3,1} \\ Y_{1,2} \\ Y_{2,2}^* \\ Y_{3,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & 0 & H_{4,1} & 0 \\ H_{2,1}^* & H_{1,1}^* & H_{3,1}^* & H_{4,1}^* \\ -H_{1,1} & H_{2,1} & -H_{4,1} & H_{3,1} \\ H_{1,2} & 0 & H_{4,2} & 0 \\ H_{2,2}^* & H_{1,2}^* & H_{3,2}^* & H_{4,2}^* \\ -H_{1,2} & H_{2,2} & -H_{4,2} & H_{3,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X_2^* \\ X_3 \\ X_4^* \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{1,1} \\ n_{2,1}^* \\ n_{3,1} \\ n_{1,2} \\ n_{2,2}^* \\ n_{3,2} \end{bmatrix}$$

여기서, $Y_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호를 나타내고, $H_{i,j}$는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 안테나와 상기 수신기의 j번째 안테나 간의 채널을 나타내고, X_i는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 신호를 나타내고, $n_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호의 노이즈 신호를 나타내고, $()^*$는 컨주게이션을 나타낸다.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법 및 그 신호 전송 장치에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 채널의 상태에 따라 신호의 구성을 다르게 하여 전송하는 기술이 개시된다.

배 경 기 술

[0002] MIMO(Multiple Input Multiple Output) 통신 방식을 사용하는 시스템들은 높은 전송률이나 넓은 통신 가능 범위와 같은 장점을 가진다. 이에 따라, 이러한 MIMO 통신 방식을 사용하는 시스템에 대해 많은 연구를 진행해왔다. 하지만 이런 MIMO 통신 방식의 장점에도 불구하고, 송신기나 수신기의 크기가 하드웨어 측면에서 제한되기 때문에 이를 사용하지 못하는 환경이 존재하게 된다.

[0003] 이러한 MIMO 통신 방식을 사용하지 못하는 환경을 극복하기 위해 제안된 방법이 협력(Cooperative) 통신 방식이다. 협력 통신은 각 단말에서 단일 안테나를 가지고도 각자의 정보를 서로 공유함으로써 가상의 MIMO 통신의 효과를 가질 수 있는 장점을 가진다. 그러나 이러한 협력 통신도 협력 과정에서 발생하는 전송률이 감소한다는 문제점을 가지고 있다.

[0004] 따라서, 협력 통신에 MIMO 방식을 적용한 MIMO-협력 통신 시스템이 제안되었다. 협력 통신의 각 단말들이 여러 개의 안테나를 가지기 때문에 각 단말들은 이 안테나들을 이용해 송신기에서의 각 안테나들이 서로 다른 신호를 전송하여 다중화 이득(Multiplexing Gain)을 얻거나 같은 신호들이 서로 다른 채널을 겪도록 만듦으로써 다이버시티 이득(Diversity Gain)을 얻을 수 있다. 또한 다중화 이득과 다이버시티 이득을 동시에 얻을 수 있는 방식이 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템이다.

[0005] 기존에 존재하는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템은 다중화 이득을 얻기 위한 신호를 송신하는 안테나와 다이버시티 이득을 얻기 위한 신호를 송신하는 안테나로 구성된다. 하지만 시스템에서는 중계기에서 송수신이 가능한 2개의 안테나를 가지고 있음에도 불구하고 더 높은 다이버시티 이득을 얻기 위해 수신기로 중계하는 과정에서는 한 개의 안테나만을 사용한다. 즉, 중계기가 중계하는 과정에서 한 개의 안테나는 사용되지 않게 된다. 이 경우, 사용되지 않는 중계기의 다른 하나의 안테나를 활용해 기존의 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템보다 더 높은 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 신호 구성이 가능하나, 전송률의 저하가 발생한다는 문제점이 있다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 Furtado, D.R. et al., Hybrid space-time diversity and spatial-multiplexing MIMO cooperative scheme for wireless communication systems, Personal Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), 2011 IEEE 22nd International Symposium, page 1657 - 1661, 2011.09.11.에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 해결하고자 하는 기술적인 과제는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템에서 채널 상태에 따라 송신 신호의 구성을 다르게 하여 다이버시티 이득 또는 다중화 이득을 얻을 수 있는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법 및 그 신호 전송 장치를 제공하기 위함이다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법은, CRC 비트를 포함하는 제1 송신 신호를 전송하는 단계와, 중계기로부터 상기 CRC 비트의 오류 여부에 따른 채널 상태 정보를 수신하는 단계와, 상기 수신된 채널 상태 정보에 따라 STBC 심볼 및 V-BLAST 심볼 중 적어도 하나의 심볼로 구성된 제2 송신 신호를 전송하는 단계를 포함한다.

[0009] 또한, 상기 제2 송신 신호를 전송하는 단계는, 상기 채널 상태 정보에서 상기 CRC 비트의 오류가 없는 경우 제1 안테나를 이용하여 상기 STBC 심볼의 송신 신호를 전송하고, 제2 안테나를 이용하여 상기 V-BLAST 심볼의 송신 신호를 전송할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 채널 상태 정보에서 상기 CRC 비트의 오류가 있는 경우 상기 제1 안테나 및 상기 제2 안테나를 이용하여 각각 상기 STBC 심볼의 송신 신호를 전송할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 중계기는, 상기 CRC 비트의 오류가 없는 경우 제3 안테나를 이용하여 상기 STBC 심볼의 송신 신호에 대한 복조된 신호를 전송할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 중계기는, 상기 CRC 비트의 오류가 있는 경우 제3 안테나 및 제4 안테나를 이용하여 상기 STBC 심볼의 송신 신호에 대한 복조된 신호를 전송할 수 있다.

[0013] 또한, 수신기는 복수의 수신 안테나를 이용하여 다음의 수학식과 같이 상기 STBC 심볼 및 상기 V-BLAST 심볼로 구성된 송신 신호를 수신할 수 있다:

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y^*_{2,1} \\ Y_{3,1} \\ Y^*_{4,1} \\ Y_{1,2} \\ Y^*_{2,2} \\ Y_{3,2} \\ Y^*_{4,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & 0 & H_{3,1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H^*_{1,1} & 0 & H^*_{3,1} & 0 & 0 \\ H_{2,1} & -H_{1,1} & 0 & 0 & H_{3,1} & 0 \\ H^*_{1,1} & H^*_{2,1} & 0 & 0 & 0 & H^*_{3,1} \\ H_{1,2} & 0 & H_{3,2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H^*_{1,2} & 0 & H^*_{3,2} & 0 & 0 \\ H_{2,2} & -H_{1,2} & 0 & 0 & H_{3,2} & 0 \\ H^*_{1,2} & H^*_{2,2} & 0 & 0 & 0 & H^*_{3,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X^*_2 \\ X_3 \\ X^*_4 \\ X_5 \\ X^*_6 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{1,1} \\ n^*_{2,1} \\ n_{3,1} \\ n^*_{4,1} \\ n_{1,2} \\ n^*_{2,2} \\ n_{3,2} \\ n^*_{4,2} \end{bmatrix}$$

[0014]

[0015] 여기서, $Y_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호를 나타내고, $H_{i,j}$는 상기 신호 전송 장치 또는 중계기의 i번째 안테나와 상기 수신기의 j번째 안테나 간의 채널을 나타내고, X_i는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 신호를 나타내고, $n_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호의 노이즈 신호를 나타내고, $()^*$는 컨주게이션을 나타낸다.

[0016] 또한, 수신기는 복수의 수신 안테나를 이용하여 다음의 수학식과 같이 상기 STBC 심볼로 구성된 송신 신호를 수신할 수 있다:

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y^*_{2,1} \\ Y_{3,1} \\ Y_{1,2} \\ Y^*_{2,2} \\ Y_{3,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & 0 & H_{4,1} & 0 \\ H^*_{2,1} & H^*_{1,1} & H^*_{3,1} & H^*_{4,1} \\ -H_{1,1} & H_{2,1} & -H_{4,1} & H_{3,1} \\ H_{1,2} & 0 & H_{4,2} & 0 \\ H^*_{2,2} & H^*_{1,2} & H^*_{3,2} & H^*_{4,2} \\ -H_{1,2} & H_{2,2} & -H_{4,2} & H_{3,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X^*_2 \\ X_3 \\ X^*_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{1,1} \\ n^*_{2,1} \\ n_{3,1} \\ n_{1,2} \\ n^*_{2,2} \\ n_{3,2} \end{bmatrix}$$

[0017]

[0018] 여기서, $Y_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호를 나타내고, $H_{i,j}$는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 안테나와 상기 수신기의 j번째 안테나 간의 채널을 나타내고, X_i는 상기 신호 전송 장치 또는 상기 중계기의 i번째 신호를 나타내고, $n_{i,j}$는 i번째 시간에 상기 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호의 노이즈 신호를 나타내고, $()^*$는 컨주게이션을 나타낸다.

[0019] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 신호 전송 장치는, 복수의 안테나를 통해 신호를 전송하는 송신부와, 상기 송신부를 통해 전송되는 CRC 비트를 포함하는 채널 검사 신호를 생성하는 채널 검사 신호 생성부와, 중계기로부터 상기 CRC 비트의 오류 여부에 따른 채널 상태 정보를 수신하는 수신부와, 상기 수신된 채널 상태 정보에 따라 STBC 심볼 및 V-BLAST 심볼 중 적어도 하나의 심볼로 구성된 송신 신호를 생성하는 송신 신호 생성부를 포함한다.

발명의 효과

[0020] 이에 따라, 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템에서 채널 상태에 따라 송신 신호의 구성을 다르게 함으로써 채널 상태가 좋은 경우에는 다이버시티 이득 및 다중화 이득을 동시에 얻을 수 있으며, 채널 상태가 좋지 않은 경우

에는 다이버시티 이득을 높여 신호의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템의 구성도,

도 2는 도 1에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치의 구성도,

도 3은 도 1에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법의 흐름도,

도 4a는 도 3에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법 중 CRC 비트 오류가 있는 경우 신호 전송 장치와 중계기 간의 채널 형성 방법을 설명하기 위한 예시도,

도 4b는 도 3에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법 중 CRC 비트 오류가 없는 경우 신호 전송 장치와 중계기 간의 채널 형성 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하, 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세하게 설명한다. 사용되는 용어들은 실시예에서의 기능을 고려하여 선택된 용어들로서, 그 용어의 의미는 사용자, 운용자의 의도 또는 판례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 후술하는 실시예들에서 사용된 용어의 의미는, 본 명세서에 구체적으로 정의된 경우에는 그 정의에 따르며, 구체적인 정의가 없는 경우는 당업자들이 일반적으로 인식하는 의미로 해석되어야 할 것이다.

[0023] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템의 구성도이다.

[0024] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템(100)은 신호 전송 장치(110), 중계기(120) 및 수신기(130)를 포함한다.

[0025] 신호 전송 장치(110)는 복수의 안테나(T_{X1}, T_{X2})를 통해 STBC(Space Time Block Code) 심볼 및 V-BLAST(Vertical-Bell Laboratories Layered Space Time) 심볼 중 적어도 하나의 심볼로 구성된 송신 신호를 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템(100) 내의 중계기(120) 또는 수신기(130)로 전송한다. 이 경우, 신호 전송 장치(110)는 중계기(120) 및 수신기(130)로 신호를 전송하게 된다. 또한, 신호 전송 장치(110)는 중계기(120)와의 채널 상태에 따라 송신 신호의 구성을 다르게 설정하여 다중화 이득(multiplexing gain) 또는 다이버시티 이득(diversity gain)을 얻을 수 있다.

[0026] 중계기(120)는 복수의 안테나(D_{X1}, D_{X2})를 통해 신호 전송 장치(110)로부터 송신 신호를 수신하여 이를 복조한다. 또한, 중계기(120)는 복조된 송신 신호를 수신기(130)로 전송한다. 따라서, 신호 전송 장치(110)에서 전송되는 송신 신호는 중계기(120)에서 복조되어 재전송됨으로써 채널의 다양성에 의해 다이버시티 이득을 증가시킬 수 있다.

[0027] 수신기(130)는 복수의 안테나(R_{X1}, R_{X2})를 통해 신호 전송 장치(110) 또는 중계기(120)로부터 송신 신호를 수신한다. 수신기(130)는 수신된 송신 신호에서 STBC 심볼과 V-BLAST 심볼의 신호를 구분하여 각각 MMSE(minimum mean-square error) 알고리즘을 적용하여 수신 신호를 복조한다. 이 경우, 송신 신호가 STBC 심볼과 V-BLAST 심볼의 신호로 구성되는 경우에는 다중화 이득과 다이버시티 이득을 동시에 얻을 수 있으며, 송신 신호가 STBC 심볼만으로 구성된 경우에는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템(100)에서 더 높은 BER(Bit Error Rate)을 얻어 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0028] 도 2는 도 1에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치의 구성도이다.

[0029] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 장치(200)는 송신부(210), 제1 송신 신호 생성부(220), 수신부(230) 및 제2 송신 신호 생성부(240)를 포함한다.

[0030] 송신부(210)는 복수의 안테나를 통해 신호를 전송한다. 이 경우, 송신부(210)의 안테나 개수는 사용자의 설정에 의해 달라질 수 있다. 송신부(210)는 각각의 안테나에 따라 다른 송신 신호를 전송할 수 있다. 예를 들어, 제1 안테나를 이용하여 제1 심볼의 신호를 전송하고, 제2 안테나를 이용하여 제2 심볼의 신호를 전송할 수

있다.

[0031] 제1 송신 신호 생성부(220)는 송신부(210)를 통해 전송되는 CRC(Cyclic Redundancy Check) 비트를 포함하는 제1 송신 신호를 생성한다. 제1 송신 신호 생성부(220)는 송신부(210)를 통해 제1 송신 신호를 전송하도록 한다. 이는 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템에서 초기에 채널 상태를 파악하기 위한 것이다.

[0032] 수신부(230)는 복수의 안테나를 통해 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템에 포함되는 중계기로부터 CRC 비트의 오류 여부에 따른 채널 상태 정보를 수신한다. 이 경우, 송신부(210)가 사용하는 안테나와 동일한 안테나를 통해 채널 상태 정보를 수신할 수 있다. 수신부(230)는 중계기로부터 수신된 채널 상태 정보를 제2 송신 신호 생성부(240)로 출력한다.

[0033] 제2 송신 신호 생성부(240)는 수신된 채널 상태 정보에 따라 STBC 심볼 및 V-BLAST 심볼 중 적어도 하나의 심볼로 구성된 제2 송신 신호를 생성한다. 예를 들어, 채널 상태 정보에서 CRC 비트의 오류가 없는 경우에는 STBC 심볼과 V-BLAST 심볼로 구성된 제2 송신 신호를 생성한다. 이는 채널 상태가 양호하므로 다이버시티 이득과 다중화 이득을 동시에 얻기 위함이다. 그러나, 채널 상태 정보에서 CRC 비트의 오류가 있는 경우에는 채널 상태가 좋지 않기 때문에 V-BLAST 심볼이 포함된 제2 송신 신호를 전송하는 경우 수신기에서 BER(Bit Error Rate) 성능이 급격히 저하될 수 있으므로, STBC 심볼로만 구성된 제2 송신 신호를 전송함으로써 다이버시티 이득을 높일 수 있다.

[0034] 또한, 제2 송신 신호 생성부(240)는 채널 상태 정보에서 CRC 비트의 오류가 없는 경우 제1 안테나를 이용하여 STBC 심볼의 제2 송신 신호를 전송하고, 제2 안테나를 이용하여 V-BLAST 심볼의 제2 송신 신호를 전송하도록 할 수 있다. 이 경우, 중계기에서는 제3 안테나 및 제4 안테나를 이용하여 제2 송신 신호를 수신하고, 이를 복조한 STBC 심볼의 제2 송신 신호를 수신기로 전송할 수 있다. 시간에 따른 신호 전송 장치(200) 및 중계기에서 수신기로 전송되는 신호는 다음의 표 1과 같이 나타낼 수 있다.

표 1

[0035]

송신노드＼시간	T=1	T=2	T=3	T=4
신호 전송 장치	x_1, x_3	x_2, x_4	$-x^*_2, x_5$	x^*_1, x_6
중계기	0	0	x_1	x_2

[0036] 이 경우, 수신기에서는 다음의 수학식 1과 같은 수신 신호를 수신한다.

수학식 1

[0037]

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y^*_{2,1} \\ Y_{3,1} \\ Y^*_{4,1} \\ Y_{1,2} \\ Y^*_{2,2} \\ Y_{3,2} \\ Y^*_{4,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & 0 & H_{3,1} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H^*_{1,1} & 0 & H^*_{3,1} & 0 & 0 \\ H_{2,1} & -H_{1,1} & 0 & 0 & H_{3,1} & 0 \\ H^*_{1,1} & H^*_{2,1} & 0 & 0 & 0 & H^*_{3,1} \\ H_{1,2} & 0 & H_{3,2} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & H^*_{1,2} & 0 & H^*_{3,2} & 0 & 0 \\ H_{2,2} & -H_{1,2} & 0 & 0 & H_{3,2} & 0 \\ H^*_{1,2} & H^*_{2,2} & 0 & 0 & 0 & H^*_{3,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X^*_2 \\ X_3 \\ X^*_4 \\ X_5 \\ X^*_6 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{1,1} \\ n^*_{2,1} \\ n_{3,1} \\ n^*_{4,1} \\ n_{1,2} \\ n^*_{2,2} \\ n_{3,2} \\ n^*_{4,2} \end{bmatrix}$$

[0038] 수학식 1에서, $Y_{i,j}$는 i번째 시간에 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호를 나타내고, $H_{i,j}$는 신호 전송 장치

(200) 또는 중계기의 i번째 안테나와 수신기의 j번째 안테나 간의 채널을 나타내고, X_i는 신호 전송 장치(200) 또는 중계기의 i번째 신호를 나타내고, $n_{i,j}$는 i번째 시간에 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호의 노이즈 신호를 나타내고, $()^*$는 컨주게이션을 나타낸다. 또한, $\{X_1, X_2\}$는 STBC 심볼의 신호이며, $\{X_3, X_4, X_5, X_6\}$는 V-BLAST 심볼의 신호이다.

[0039] 또한, 제2 송신 신호 생성부(240)는 채널 상태 정보에서 CRC 비트의 오류가 있는 경우 제1 안테나 및 제2 안테나를 이용하여 STBC 심볼의 제2 송신 신호를 전송할 수 있다. 이 경우, 중계기는 제3 안테나 및 제4 안테나를 이용하여 STBC 심볼의 제2 송신 신호를 수신하고, 이를 복조하여 수신기로 전송할 수 있다. 즉, CRC 비트의 오류가 없는 경우와 달리 중계기에서는 두 개의 안테나를 모두 사용하여 신호 전송 장치(200)로부터 전송된 제2 송신 신호를 복조하여 수신기로 전송할 수 있다. 시간에 따른 신호 전송 장치(200) 및 중계기에서 수신기로 전송되는 신호는 다음의 표 2와 같이 나타낼 수 있다.

표 2

[0040]

송신노드＼시간	T=1	T=2	T=3
송신 장치	x_1, x_3	x_2, x_4	$-x_1, -x_3$
중계기	0	x^*_1, x^*_3	x^*_2, x^*_4

[0041] 이 경우, 수신기에서는 다음의 수학식 2와 같은 수신 신호를 수신한다.

수학식 2

[0042]

$$\begin{bmatrix} Y_{1,1} \\ Y^*_{2,1} \\ Y_{3,1} \\ Y_{1,2} \\ Y^*_{2,2} \\ Y_{3,2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} H_{1,1} & 0 & H_{4,1} & 0 \\ H^*_{2,1} & H^*_{1,1} & H^*_{3,1} & H^*_{4,1} \\ -H_{1,1} & H_{2,1} & -H_{4,1} & H_{3,1} \\ H_{1,2} & 0 & H_{4,2} & 0 \\ H^*_{2,2} & H^*_{1,2} & H^*_{3,2} & H^*_{4,2} \\ -H_{1,2} & H_{2,2} & -H_{4,2} & H_{3,2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_1 \\ X^*_2 \\ X_3 \\ X^*_4 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} n_{1,1} \\ n^*_{2,1} \\ n_{3,1} \\ n_{1,2} \\ n^*_{2,2} \\ n_{3,2} \end{bmatrix}$$

[0043] 수학식 2에서, $Y_{i,j}$는 i번째 시간에 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호를 나타내고, $H_{i,j}$는 신호 전송 장치(200) 또는 중계기의 i번째 안테나와 수신기의 j번째 안테나 간의 채널을 나타내고, X_i는 신호 전송 장치(200) 또는 중계기의 i번째 신호를 나타내고, $n_{i,j}$는 i번째 시간에 수신기의 j번째 안테나에서 수신한 신호의 노이즈 신호를 나타내고, $()^*$는 컨주게이션을 나타낸다. 또한, $\{X_1, X_2\}$는 제1 STBC 심볼의 신호이며, $\{X_3, X_4\}$는 제2 STBC 심볼의 신호이다.

[0044] 도 3은 도 1에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법의 흐름도이다.

[0045] 이하, 도 2의 구성을 이용하여 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법을 설명하도록 한다.

[0046] 도 3을 참조하면, 먼저 제1 송신 신호 생성부(220)에서 생성된 CRC 비트를 포함하는 제1 송신 신호를 송신부(210)를 통해 전송한다(S310). 이는 채널의 상태를 점검하기 위해 사전에 전송되는 신호이다.

[0047] 다음으로, 수신부(230)를 통해 중계기로부터 제1 송신 신호에 대응하는 채널 상태 정보를 수신한다(S320). 채

널 상태 정보는 제1 송신 신호에 포함된 CRC 비트의 오류 유무에 대한 정보를 포함한다.

[0048] 다음으로, 제2 송신 신호 생성부(240)는 CRC 비트의 오류가 있는지 여부를 판단한다(S330). 이 경우, CRC 비트의 오류가 없는 경우에는 채널 상태가 양호하고, CRC 비트의 오류가 있는 경우에는 채널 상태가 상대적으로 좋지 않다고 판단한다.

[0049] 다음으로, 제2 송신 신호 생성부(240)는 S330 단계에서 CRC 비트의 오류가 있는 경우에는 제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 STBC 심볼로 구성된 제2 송신 신호를 전송한다(S340). 이는 채널 상태가 좋지 않기 때문에 다이버시티 이득을 얻기 위한 것으로, V-BLAST 심볼의 신호를 전송시 BER 성능이 급격히 저하되는 것을 막을 수 있다.

[0050] 다음으로, 제2 송신 신호 생성부(240)는 S330 단계에서 CRC 비트의 오류가 없는 경우에는 제1 안테나를 이용하여 STBC 심볼의 제2 송신 신호를 전송하고, 제2 안테나를 이용하여 V-BLAST 심볼의 제2 송신 신호를 전송한다(S350). 제2 송신 신호를 STBC 심볼과 V-BLAST 심볼로 구성함으로써 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템에서 다중화 이득과 다이버시티 이득을 동시에 얻을 수 있다.

[0051] 이와 같이, S310 내지 S340(또는 S350)까지의 단계는 신호 전송 장치(200)에서 전송하고자 하는 신호가 있는 동안 반복적으로 이뤄진다.

[0052] 도 4a는 도 3에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법 중 CRC 비트 오류가 있는 경우 신호 전송 장치와 중계기 간의 채널 형성 방법을 설명하기 위한 예시도이고, 도 4b는 도 3에 따른 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템을 이용한 신호 전송 방법 중 CRC 비트 오류가 없는 경우 신호 전송 장치와 중계기 간의 채널 형성 방법을 설명하기 위한 예시도이다.

[0053] 먼저, 도 4a를 참조하면 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템(400)에서 신호 전송 장치(410)와 중계기(420) 간의 채널에서 CRC 비트 오류가 있는 경우, 신호 전송 장치(410)는 제1 안테나(T_{X1})를 통해 중계기(420)와 수신기(430)로 제1 채널의 신호인 제1 STBC 심볼의 신호를 전송한다. 이 경우, 중계기(420)는 제3 안테나(D_{X1})를 통해 제1 STBC 심볼의 신호에 대한 복조된 신호를 수신기(430)로 전송하게 된다.

[0054] 또한, 신호 전송 장치(410)는 제2 안테나(T_{X1})를 통해 중계기(420)와 수신기(430)로 제2 채널의 신호인 제2 STBC 심볼의 신호를 전송한다. 이 경우, 중계기(420)는 제4 안테나(D_{X2})를 통해 제2 STBC 심볼의 신호에 대한 복조된 신호를 수신기(430)로 전송하게 된다. 이와 같이 채널 상태가 좋지 않은 경우 중계기(420)가 두 개의 안테나(D_{X1}, D_{X2})를 이용하여 송신 신호를 복조하여 수신기(430)로 전송함으로써 수신기는 더 많은 신호를 수신함으로써 BER 성능을 높일 수 있다.

[0055] 한편, 도 4b를 참조하면 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템(400)에서 신호 전송 장치(410)와 중계기(420) 간의 채널에서 CRC 비트 오류가 없는 경우, 신호 전송 장치(410)는 제1 안테나(T_{X1})를 통해 중계기(420)와 수신기(430)로 제1 채널의 신호인 STBC 심볼의 신호를 전송한다. 이 경우, 중계기(420)는 제3 안테나(D_{X1})를 통해 STBC 심볼의 신호에 대한 복조된 신호를 수신기(430)로 전송하게 된다.

[0056] 또한, 신호 전송 장치(410)는 제2 안테나(T_{X1})를 통해 중계기(420)와 수신기(430)로 제2 채널의 신호인 V-BLAST 심볼의 신호를 전송한다. 이 경우, 중계기(420)는 V-BLAST 심볼의 신호에 복조를 하나 수신기(430)로 전송하지는 않는다. 이와 같이 채널 상태가 좋은 경우 중계기(420)가 한 개의 안테나를 이용하여 STBC 심볼의 신호에 대한 복조된 송신 신호를 수신기(430)로 전송함으로써 수신기(430)에서는 다이버시티 이득과 다중화 이득을 동시에 얻을 수 있다.

[0057] 이와 같이 본 발명의 실시예에 따르면, 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템에서 채널 상태에 따라 송신 신호의 구성을 다르게 함으로써 채널 상태가 좋은 경우에는 다이버시티 이득 및 다중화 이득을 동시에 얻을 수 있으며, 채널 상태가 좋지 않은 경우에는 다이버시티 이득을 높여 신호의 신뢰성을 향상시킬 수 있다.

[0058] 이상에서 본 발명은 도면을 참조하면서 기술되는 바람직한 실시예를 중심으로 설명되었지만 이에 한정되는 것은 아니다. 따라서 본 발명은 기재된 실시예로부터 도출 가능한 자명한 변형예를 포괄하도록 의도된 특허청구범위

의 기재에 의해 해석되어져야 한다.

부호의 설명

[0059] 100 : 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템

110 : 신호 전송 장치

120 : 중계기

130 : 수신기

200 : 신호 전송 장치

210 : 송신부

220 : 제1 송신 신호 생성부

230 : 수신부

240 : 제2 송신 신호 생성부

400 : 하이브리드 MIMO-협력 통신 시스템

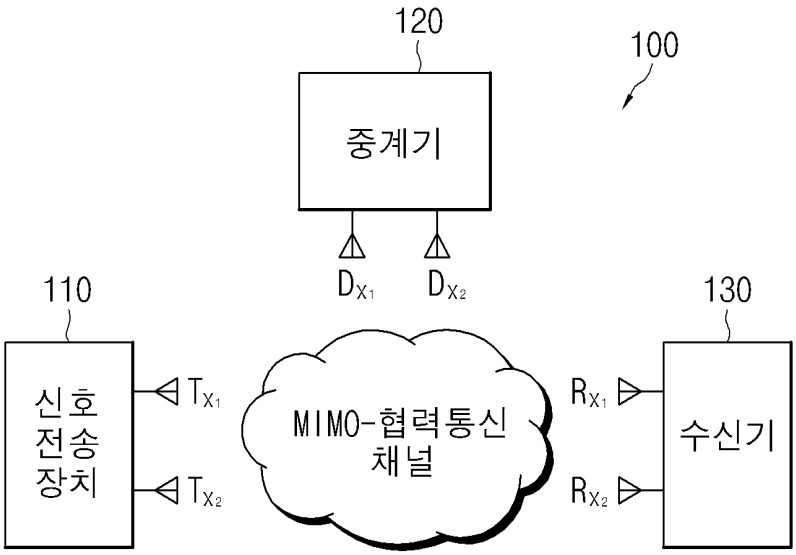
410 : 신호 전송 장치

420 : 중계기

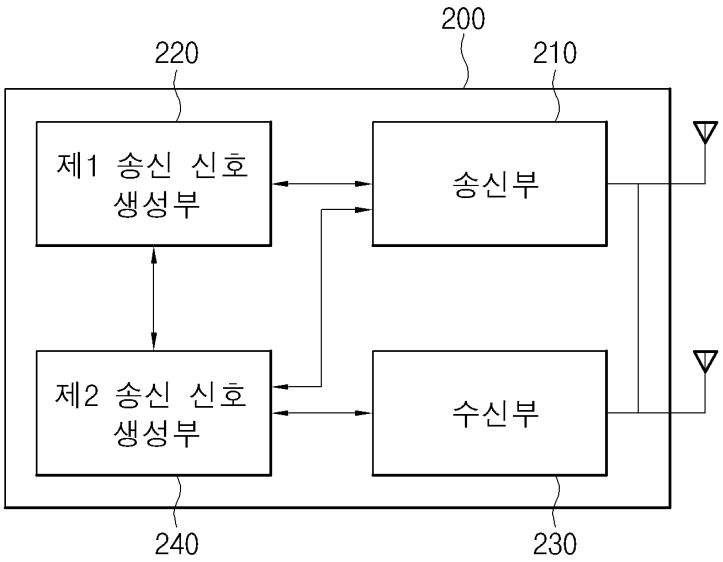
430 : 수신기

도면

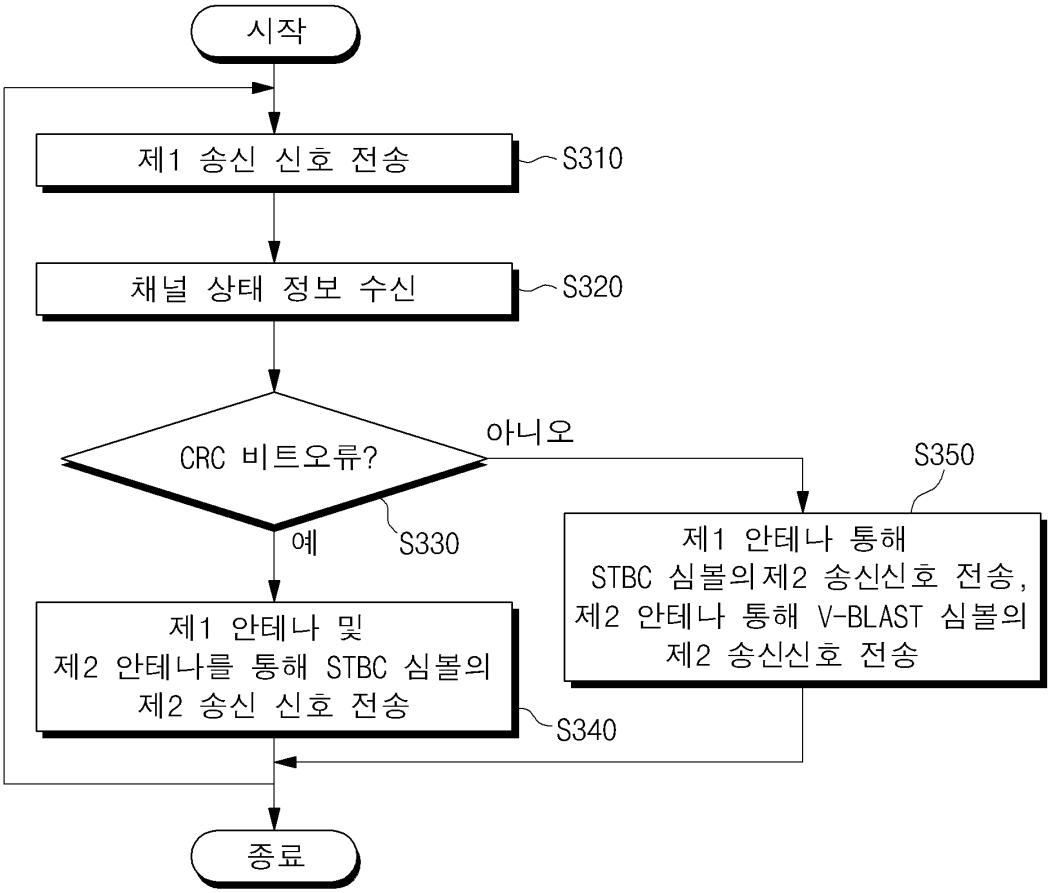
도면1



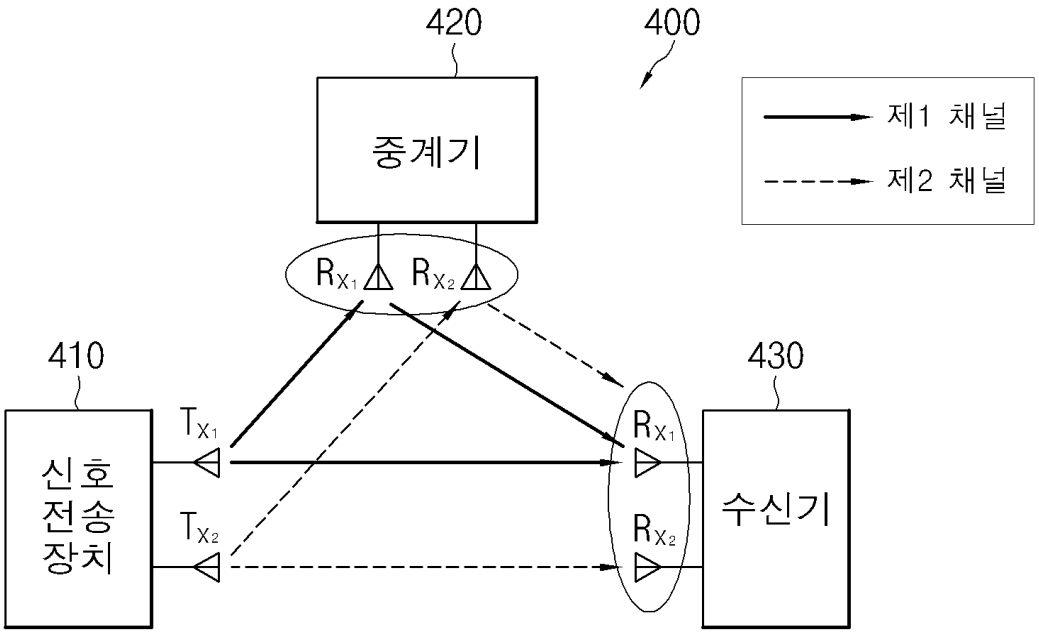
도면2


200
220
210
제1 송신 신호 생성부
송신부
제2 송신 신호 생성부
수신부
240
230

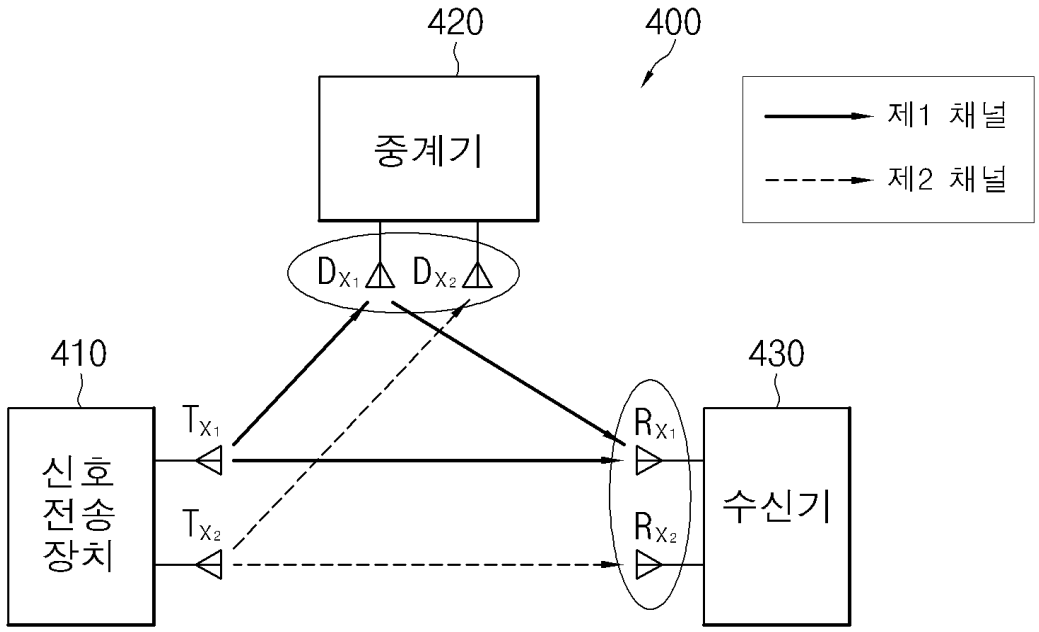
도면3


시작
제1 송신 신호 전송
S310
채널 상태 정보 수신
S320
CRC 비트오류?
아니오
S350
예
S330
제1 안테나 통해 STBC 심볼의제2 송신신호 전송, 제2 안테나 통해 V-BLAST 심볼의 제2 송신신호 전송
제1 안테나 및 제2 안테나를 통해 STBC 심볼의 제2 송신 신호 전송
S340
종료

도면4a


420
400
중계기
제1 채널
제2 채널
RX1
RX2
410
430
신호
전송
장치
TX1
TX2
RX1
RX2
수신기

도면4b


420
400
중계기
제1 채널
제2 채널
DX1
DX2
410
430
신호
전송
장치
TX1
TX2
RX1
RX2
수신기