



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년11월09일

(11) 등록번호 10-1563465

(24) 등록일자 2015년10월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

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

H04J 11/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류

H04B 7/026 (2013.01)

H04B 7/0621 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0054562

(22) 출원일자 2015년04월17일

심사청구일자 2015년04월17일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090085494 A

고영민 외 2명, "다중 안테나 시스템에서 협력 통신을 이용한 신뢰성 향상 기법", 한국통신학회 학술대회논문집, 2015.01.

(73) 특허권자

세종대학교산학협력단

서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)

(72) 발명자

송형규

경기 성남시 분당구 중앙공원로 17, 320동 303호 (서현동, 시범단지한양아파트)

하동현

서울 광진구 군자로15길 16, 101호 (군자동)

고영민

서울 도봉구 도봉로136길 28, 503동 1704호 (창동, 북한산아이파크)

(74) 대리인

특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 김상인

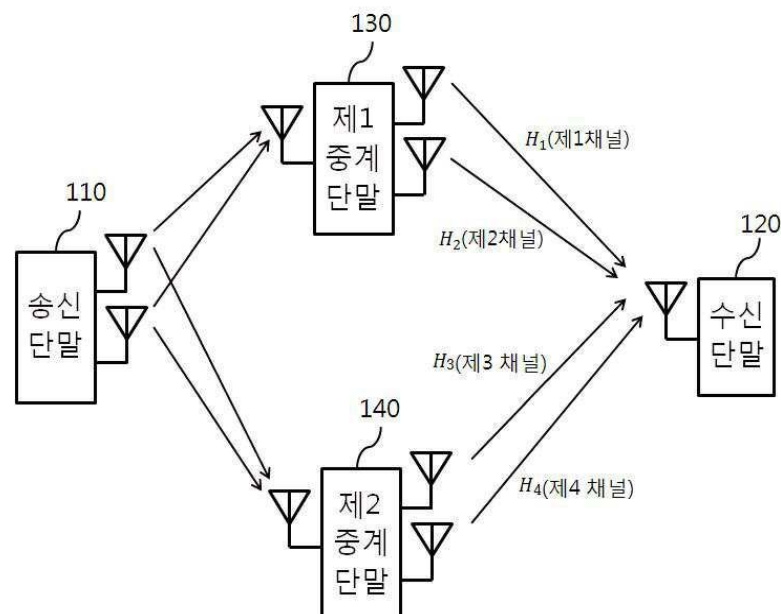
(54) 발명의 명칭 **고화질 서비스 전송을 위한 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법**

(57) 요약

본 발명은 고화질 서비스 전송을 위한 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것이다. 본 발명에 따르면, 송신 단말, 수신 단말, 상기 송신 단말과 상기 수신 단말 사이의 제1 및 제2 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서, 상기 송신 단말은 제1 및 제2 송신 안

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도2



테나를 통해 상기 제1 및 제2 중계 단말로 제1 신호를 전송하는 단계와, 상기 제1 및 제2 중계 단말은 상기 제1 신호를 추정하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 상기 수신 단말로 전송하는 단계와, 상기 수신 단말은 상기 제1 및 제2 중계 단말에 포함된 각 송신 안테나와의 채널 상태에 기반하여 상기 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보를 개별 생성하여 상기 제1 및 제2 중계 단말로 전송하는 단계, 및 상기 제1 및 제2 중계 단말은 상기 피드백 정보에 대응하는 프리코딩 벡터를 이용하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 전송하는 상기 제1 신호의 추정 값을 각각 보정하여 상기 수신 단말로 전송하는 단계를 포함하는 협력 통신 방법을 제공한다.

상기 협력 통신 방법에 따르면, 피드백 정보를 사용하는 MISO-OFDM 시스템에 중계 단말을 이용한 협력 통신 기법을 적용함에 따라 송신 단말에서 최소한의 안테나의 사용으로 더욱 향상된 다이버시티 이득과 BER 성능을 제공할 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04B 7/0639 (2013.01)

H04J 11/00 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10047135

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 전자부품연구원

연구사업명 네트워크가 결합된 매체독립형 차세대 융합방송 시스템 및 모니터링 시스템 개발

연구과제명 고화질 융합 방송 서비스 다중화 검증용 전송 신호처리 기술 개발

기 여 율 1/1

주관기관 세종대학교 산학협력단

연구기간 2014.10.01 ~ 2015.07.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

송신 단말, 수신 단말, 상기 송신 단말과 상기 수신 단말 사이의 제1 및 제2 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서,

상기 송신 단말은 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 상기 제1 및 제2 중계 단말로 제1 신호를 전송하는 단계;

상기 제1 및 제2 중계 단말은 상기 제1 신호를 추정하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 상기 수신 단말로 전송하는 단계;

상기 수신 단말은 상기 제1 및 제2 중계 단말에 포함된 각 송신 안테나와의 채널 상태에 기반하여 상기 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보를 개별 생성하여 상기 제1 및 제2 중계 단말로 전송하는 단계; 및

상기 제1 및 제2 중계 단말은 상기 피드백 정보에 대응하는 프리코딩 벡터를 이용하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 전송하는 상기 제1 신호의 추정 값을 각각 보정하여 상기 수신 단말로 전송하는 단계를 포함하는 협력 통신 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 각 송신 안테나와의 채널 상태는,

상기 제1 중계 단말의 제1 송신 안테나와의 제1 채널(H_1)과 제2 송신 안테나와의 제2 채널(H_2), 상기 제2 중계 단말의 제1 송신 안테나와의 제3채널(H_3)과 제2 송신 안테나와의 제4 채널(H_4)을 포함하며,

상기 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보는 인접한 제 n 및 제 $n+1$ 채널($n=1,2,3$) 사이의 위상 차로 부터 각각 연산되는 협력 통신 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 피드백 정보는 1 bit 신호이며,

상기 수신 단말이 상기 피드백 정보를 생성하는 단계는,

상기 제 n 및 제 $n+1$ 채널 사이의 위상 차가 제1 상태이면 상기 제 $n+1$ 채널의 위상 값이 180° 회전되게 하는 피드백 정보를 생성하고,

상기 위상 차가 제2 상태이면 상기 제 $n+1$ 채널이 현재의 위상 값을 유지하도록 하는 피드백 정보를 생성하는 협력 통신 방법.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 프리코딩 벡터는 아래의 수학식으로 정의되는 협력 통신 방법:

$$P_n = \begin{cases} e^{-j\pi}, & \text{if } \frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2} \text{ (제 1 상태)} \\ 1, & \text{if } -\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \text{ (제 2 상태)} \end{cases}$$

여기서, $P_n(n=1,2,3)$ 은 각각 제 $n+1$ 채널에 적용되는 프리코딩 벡터, α 는 상기 위상 차를 의미한다.

청구항 5

청구항 3 또는 청구항 4에 있어서,

상기 수신 단말이 상기 피드백 정보를 생성하는 단계는,

상기 제1 채널(H_1)과 상기 제2 채널(H_2) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제2 채널(H_2)에 적용되는 제1 피드백 정보를 생성하는 단계;

상기 제1 피드백 정보에 대응하는 제1 프리코딩 벡터(P_1)를 적용한 제2 채널($P \cdot H_2$)과 상기 제3 채널(H_3) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제3 채널(H_3)에 적용되는 제2 피드백 정보를 생성하는 단계; 및

상기 제2 피드백 정보에 대응하는 제2 프리코딩 벡터(P_2)를 적용한 제3 채널($P \cdot H_3$)과 상기 제4 채널(H_4) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제4 채널(H_4)에 적용되는 제3 피드백 정보를 생성하는 단계를 포함하는 협력 통신 방법.

청구항 6

제1 및 제2 송신 안테나를 통해 제1 신호를 전송하는 송신 단말;

송신 단말의 제1 및 제2 송신 안테나로부터 상기 제1 신호를 수신하며 상기 수신한 제1 신호를 추정하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 전송하는 제1 및 제2 중계 단말; 및

상기 제1 및 제2 중계 단말로부터 상기 추정한 제1 신호를 수신한 다음, 상기 제1 및 제2 중계 단말에 포함된 각 송신 안테나와의 채널 상태에 기반하여 상기 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보를 개별 생성하여 상기 제1 및 제2 중계 단말로 전송하는 수신 단말을 포함하며,

상기 제1 및 제2 중계 단말은,

상기 피드백 정보에 대응하는 프리코딩 벡터를 이용하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 전송하는 상기 제1 신호의 추정 값을 각각 보정하여 상기 수신 단말로 전송하는 협력 통신 시스템.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 각 송신 안테나와의 채널 상태는,

상기 제1 중계 단말의 제1 송신 안테나와의 제1 채널(H_1)과 제2 송신 안테나와의 제2 채널(H_2), 상기 제2 중계 단말의 제1 송신 안테나와의 제3채널(H_3)과 제2 송신 안테나와의 제4 채널(H_4)을 포함하며,

상기 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보는 인접한 제 n 및 제 $n+1$ 채널($n=1,2,3$) 사이의 위상 차로부터 각각 연산되는 협력 통신 시스템.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 피드백 정보는 1 bit 신호이며,

상기 수신 단말은,

상기 제 n 및 제 $n+1$ 채널 사이의 위상 차가 제1 상태이면 상기 제 $n+1$ 채널의 위상 값이 180° 회전되게 하는 피드백 정보를 생성하고,

상기 위상 차가 제2 상태이면 상기 제 $n+1$ 채널이 현재의 위상 값을 유지하도록 하는 피드백 정보를 생성하는 협력 통신 시스템.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 프리코딩 벡터는 아래의 수학식으로 정의되는 협력 통신 시스템:

$$P_n = \begin{cases} e^{-j\pi}, & \text{if } \frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2} \text{ (제 1 상태)} \\ 1, & \text{if } -\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \text{ (제 2 상태)} \end{cases}$$

여기서, $P_n(n=1,2,3)$ 은 각각 제 $n+1$ 채널에 적용되는 프리코딩 벡터, α 는 상기 위상 차를 의미한다.

청구항 10

청구항 8 또는 청구항 9에 있어서,

상기 수신 단말은,

상기 제1 채널(H_1)과 상기 제2 채널(H_2) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제2 채널(H_2)에 적용되는 제1 피드백 정보를 생성하고,

상기 제1 피드백 정보에 대응하는 제1 프리코딩 벡터(P_1)를 적용한 제2 채널($P \cdot H_2$)과 상기 제3 채널(H_3) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제3 채널(H_3)에 적용되는 제2 피드백 정보를 생성하고,

상기 제2 피드백 정보에 대응하는 제2 프리코딩 벡터(P_2)를 적용한 제3 채널($P \cdot H_3$)과 상기 제4 채널(H_4) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제4 채널(H_4)에 적용되는 제3 피드백 정보를 생성하는 협력 통신 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 고화질 서비스 전송을 위한 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 MISO-OFDM 시스템에서 피드백 정보를 이용하여 향상된 BER(Bit Error Rate) 성능을 제공할 수 있는 고화질 서비스 전송을 위한 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

일반적으로 두 개 이상의 송신 안테나를 사용하는 무선 통신 시스템에서는 향상된 성능을 얻기 위하여 송신 다이버시티 기법을 사용한다. 송신 다이버시티 기법은 수신 단말에서 송신 단말로 피드백 정보를 전송하는지의 유무에 따라 개루프 방식과 폐루프 방식이 존재한다. 개루프 방식은 피드백 정보를 사용하지 않는 송신 다이버시티 방법이고, 폐루프 방식은 피드백 정보를 사용하는 송신 다이버시티 방법이다.

[0003]

폐루프 방식의 송신 다이버시티 기법의 예로 SPC(Spatial Phase Coding; 공간 위상 부호화) 기법이 있다. SPC 기법은 채널의 상태 정보에 기반하여 획득한 피드백 정보를 수신 단말에서 송신 단말로 전송하게 되고, 송신 단말은 수신한 피드백 정보를 이용하여 신호를 전송하여 다이버시티 이득을 얻는 방식이다.

[0004]

도 1은 기존의 MISO-OFDM 시스템 모델을 나타낸 도면이다. 송신 단말(10)은 n 개의 송신 안테나를 사용하여 n 개의 채널을 통하여 수신 단말(20)에 신호를 전송한다. 이와 같은 도 1의 시스템에서 SPC 기법을 사용하여 신호를 전송할 경우 송신 안테나의 개수가 증가할수록 다이버시티 이득을 향상시킬 수 있는 반면, 하드웨어적 복잡도, 시스템의 크기, 제조 비용 등을 증가시키는 문제점이 발생한다.

[0005]

본 발명의 배경이 되는 기술은 한국등록특허 제1114681호(2012.03.05 공고)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006]

본 발명은 MISO-OFDM 시스템의 송신 단말에서 최소한의 안테나 사용으로 향상된 다이버시티 이득을 제공할 수 있는 고화질 서비스 전송을 위한 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법을 제공

하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명은, 송신 단말, 수신 단말, 상기 송신 단말과 상기 수신 단말 사이의 제1 및 제2 중계 단말을 포함하는 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 있어서, 상기 송신 단말은 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 상기 제1 및 제2 중계 단말로 제1 신호를 전송하는 단계와, 상기 제1 및 제2 중계 단말은 상기 제1 신호를 추정하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 상기 수신 단말로 전송하는 단계와, 상기 수신 단말은 상기 제1 및 제2 중계 단말에 포함된 각 송신 안테나와의 채널 상태에 기반하여 상기 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보를 개별 생성하여 상기 제1 및 제2 중계 단말로 전송하는 단계, 및 상기 제1 및 제2 중계 단말은 상기 피드백 정보에 대응하는 프리코딩 벡터를 이용하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 전송하는 상기 제1 신호의 추정 값을 각각 보정하여 상기 수신 단말로 전송하는 단계를 포함하는 협력 통신 방법을 제공한다.

[0008] 여기서, 상기 각 송신 안테나와의 채널 상태는, 상기 제1 중계 단말의 제1 송신 안테나와의 제1 채널(H_1)과 제2 송신 안테나와의 제2 채널(H_2), 상기 제2 중계 단말의 제1 송신 안테나와의 제3채널(H_3)과 제2 송신 안테나와의 제4 채널(H_4)을 포함하며, 상기 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보는 인접한 제 n 및 제 $n+1$ 채널($n=1,2,3$) 사이의 위상 차로부터 각각 연산될 수 있다.

[0009] 또한, 상기 피드백 정보는 1 bit 신호이며, 상기 수신 단말이 상기 피드백 정보를 생성하는 단계는, 상기 제 n 및 제 $n+1$ 채널 사이의 위상 차가 제1 상태이면 상기 제 $n+1$ 채널의 위상 값이 180° 회전되게 하는 피드백 정보를 생성하고, 상기 위상 차가 제2 상태이면 상기 제 $n+1$ 채널이 현재의 위상 값을 유지하도록 하는 피드백 정보를 생성할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 프리코딩 벡터는 아래의 수학적식으로 정의될 수 있다.

$$P_n = \begin{cases} e^{-j\pi}, & \text{if } \frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2} \text{ (제 1 상태)} \\ 1, & \text{if } -\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \text{ (제 2 상태)} \end{cases}$$

[0011]

[0012] 여기서, $P_n(n=1,2,3)$ 은 각각 제 $n+1$ 채널에 적용되는 프리코딩 벡터, α 는 상기 위상 차를 의미한다.

[0013] 또한, 상기 수신 단말이 상기 피드백 정보를 생성하는 단계는, 상기 제1 채널(H_1)과 상기 제2 채널(H_2) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제2 채널(H_2)에 적용되는 제1 피드백 정보를 생성하는 단계와, 상기 제1 피드백 정보에 대응하는 제1 프리코딩 벡터(P_1)를 적용한 제2 채널($P \cdot H_2$)과 상기 제3 채널(H_3) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제3 채널(H_3)에 적용되는 제2 피드백 정보를 생성하는 단계, 및 상기 제2 피드백 정보에 대응하는 제2 프리코딩 벡터(P_2)를 적용한 제3 채널($P \cdot H_3$)과 상기 제4 채널(H_4) 사이의 위상 차를 이용하여, 상기 제4 채널(H_4)에 적용되는 제3 피드백 정보를 생성하는 단계를 포함할 수 있다.

[0014] 그리고, 본 발명은, 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 제1 신호를 전송하는 상기 송신 단말과, 상기 송신 단말의 제1 및 제2 송신 안테나로부터 상기 제1 신호를 수신하며 상기 수신한 제1 신호를 추정하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 전송하는 제1 및 제2 중계 단말, 및 상기 제1 및 제2 중계 단말로부터 상기 추정된 제1 신호를 수신한 다음, 상기 제1 및 제2 중계 단말에 포함된 각 송신 안테나와의 채널 상태에 기반하여 상기 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보를 개별 생성하여 상기 제1 및 제2 중계 단말로 전송하는 수신 단말을 포함하며, 상기 제1 및 제2 중계 단말은, 상기 피드백 정보에 대응하는 프리코딩 벡터를 이용하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 전송하는 상기 제1 신호의 추정 값을 각각 보정하여 상기 수신 단말로 전송하는 협력 통신 시스템을 제공한다.

발명의 효과

[0015] 본 발명에 따른 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 따르면, 피드백 정보를 사용하는 MISO-OFDM 시스템에 중계 단말을 이용한 협력 통신 기법을 적용함에 따라 송신 단말에서 최소한의 안테나의 사용으로 더욱 향상된 다이버시티 이득과 BER 성능을 제공할 수 있으며 고품질의 서비스를 제공할 수 있다.

는 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 기존의 MISO-OFDM 시스템 모델을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 도 2에 도시된 중계 단말이 수신 단말로부터 수신한 피드백 정보를 기초로 프리코딩 벡터를 적용하여 보정된 신호를 각각의 경로로 전송하는 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 도 3에 의하여 보정된 신호에 의한 채널 위상을 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신호의 전송 구조를 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 방법과 기존 방법 간의 BER 성능을 비교한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0018] 본 발명은 페루프 송신 다이버시티 방식 중 하나인 공간 위상 부호화(SPC; Spatial Phase Coding)를 사용하는 무선 MISO-OFDM 시스템에 협력 통신 기법을 적용한 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템과, 이를 이용한 효과적인 피드백 디자인 방법을 제공한다.
- [0019] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템을 나타낸 도면이다. 본 발명의 실시예에 따른 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템은 송신 단말(110), 수신 단말(120), 그리고 송신 단말(110)과 수신 단말(120) 사이의 두 개의 중계 단말(130,140)을 포함한다.
- [0020] 송신 단말(110)은 두 개의 송신 안테나를 가지며, 수신 단말(120)은 한 개의 수신 안테나를 가진다. 제1 중계 단말(130)은 한 개의 수신 안테나와 두 개의 송신 안테나를 가진다. 제2 중계 단말(140) 역시 한 개의 수신 안테나와 두 개의 송신 안테나를 가진다.
- [0021] 도 2와 같이, 송신 단말(110)이 두 개의 송신 안테나를 사용하고 제1 및 제2 중계 단말(130,140)이 두 개의 송신 안테나를 사용하게 되면, 송신 단말(110)이 송신하는 신호는 두 개의 중계 단말(130,140)을 경유하여 총 네 가지 경로의 채널($H_1 \sim H_4$)을 통하여 수신 단말(120)로 전송된다.
- [0022] 본 발명의 실시예에서 이러한 네 가지 경로의 채널을 정의하면 다음과 같다. 우선, 제1 채널(H_1)은 제1 중계 단말(130)의 제1 송신 안테나와 수신 단말(120) 사이의 채널이고, 제2 채널(H_2)은 제1 중계 단말(130)의 제2 송신 안테나와 수신 단말(120) 사이의 채널을 나타낸다.
- [0023] 마찬가지로, 제3 채널(H_3)은 제2 중계 단말(140)의 제1 송신 안테나와 수신 단말(120) 사이의 채널이고, 제4 채널(H_4)은 제2 중계 단말(140)의 제2 송신 안테나와 수신 단말(120) 사이의 채널을 나타낸다.
- [0024] 이상과 같이, 본 발명의 실시예에서 제1 및 제2 중계 단말(130,140)의 각 송신 안테나와 수신 단말(120) 사이에는 네 가지 경로의 채널이 존재하는 것을 알 수 있다.
- [0025] 종래에 따른 도 1의 모델의 경우, 네 가지 경로의 채널을 통하여 신호를 전송하기 위하여, 송신 단말(110)이 총 네 개의 송신 안테나를 필요로 한다. 이에 반면, 본 발명의 실시예에 따른 도 2의 모델에서는 네 가지 경로의 채널을 통하여 신호를 전송하는 데에 송신 단말(110)이 단지 두 개의 송신 안테나만을 필요로 하므로 최소한의 송신 안테나의 사용으로 향상된 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.
- [0026] 이하에서는 본 발명의 실시예에 따른 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템을 이용한 협력 통신 방법에 관하여 더욱 상세히 설명한다.
- [0027] 먼저, 송신 단말(110)은 자신의 제1 및 제2 안테나를 통하여 제1 신호(S_1)를 각각 전송한다. 두 개의 안테나를 통해 각각 전송된 제1 신호(S_1)는 제1 중계 단말(130)과 제2 중계 단말(140)에 모두 수신된다.
- [0028] 제1 및 제2 중계 단말(130,140)은 송신 단말(110)의 제1 및 제2 송신 안테나로부터 상기 제1 신호(S_1)를 수신하

고, 이로부터 제1 신호를 추정하여 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 수신 단말(120)로 전송한다.

[0029] 구체적으로, 제1 중계 단말(130)은 송신 단말(110)의 제1 및 제2 안테나에 의한 두 가지 경로의 채널을 통해 전송된 제1 신호(S1)를 수신한 다음, 수신한 신호를 이용하여 제1 신호의 추정 값($\tilde{S}_1$)을 획득하여 자신의 제1 및 제2 안테나에 의한 두 가지 경로의 채널(H_1, H_2)을 통하여 수신 단말(120)로 전송한다. 이는 복조 후 전송(Decoding and Forward) 프로토콜 과정에 해당된다.

[0030] 제2 중계 단말(140) 역시 제1 중계 단말(130)의 경우와 동일한 방법으로, 송신 단말(110)로부터 수신한 신호(S1)를 이용하여 제1 신호의 추정 값($\tilde{S}_1$)을 획득하여 이를 자신의 제1 및 제2 안테나에 의한 두 가지 경로의 채널(H_3, H_4)을 통하여 수신 단말(120)로 전송한다.

[0031] 수신 단말(120)은 제1 및 제2 중계 단말(130, 140)로부터 총 네 가지 경로의 채널을 통하여 제1 신호의 추정 값을 수신하며, 수신된 신호를 바탕으로 각각의 경로에 대한 채널 상태($H_1 \sim H_4$)를 추정할 수 있다. 수신된 신호로부터 신호가 겪은 채널의 상태를 추정하는 기법은 기 공지된 것으로서 상세한 설명은 생략한다.

[0032] 이러한 수신 단말(120)은 제1 및 제2 중계 단말(130, 140)에 포함된 각 송신 안테나와의 추정된 채널 상태($H_1 \sim H_4$)에 기반하여, 각 송신 안테나와의 채널에 적용되는 피드백 정보를 개별 생성하고, 생성한 개별 피드백 정보를 제1 및 제2 중계 단말(130, 140)로 각각 전송한다.

[0033] 이와 같이, 본 발명의 실시예에서 수신 단말(120)은 네 가지 경로의 채널 상태 $H_1 \sim H_4$ 를 이용하여 피드백 정보를 생성한다. 이러한 피드백 정보는 1 bit의 신호로서, 인접한 두 채널인 제n 및 제n+1 채널($n=1, 2, 3$) 사이의 위상 차로부터 각각 연산되는 정보를 나타낸다. 본 발명의 실시예에서 수신 단말(120)이 피드백 정보를 생성하는 기본적인 원리는 다음과 같다.

[0034] 수신 단말(120)은 제n 및 제n+1 채널 사이의 위상 차(α)가 제1 상태($\frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2}$)이면, 제n+1 채널의 위상 값이 180° 회전되게 하는 피드백 정보(ex, '1')를 생성하고, 상기 위상 차(α)가 제2 상태($-\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2}$)이면 제n+1 채널이 현재의 위상 값을 유지하도록 하는 피드백 정보(ex, '0')를 생성한다.

[0035] 그러면, 제1 및 제2 중계 단말(130, 140)은 수신 단말(120)로부터 수신한 피드백 정보에 대응하는 프리코딩 벡터(pre-coding vector)(P)를 이용하여, 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 통해 전송하는 상기 제1 신호의 추정 값($\tilde{S}_1$)을 각각 위상 보정하여 수신 단말(120)로 다시 전송한다.

[0036] 이상과 같이, 본 발명의 실시예의 경우, 각각의 중계 단말(130, 140)은 수신 단말(120)로부터 전송받은 피드백 정보를 바탕으로 프리코딩 벡터(P)를 변화시켜 위상 보정을 수행하고 보정된 신호를 수신 단말(120)로 전송한다. 수신 단말(120)은 추후 이 보정된 신호를 바탕으로 송신 신호를 검출하게 된다.

[0037] 본 발명의 실시예에서 프리코딩 벡터는 아래의 수학적 식 1과 같이 정의될 수 있다.

수학적 식 1

$$P_n = \begin{cases} e^{-j\pi}, & \text{if } \frac{\pi}{2} < \alpha < \frac{3\pi}{2} \text{ (제 1 상태)} \\ 1, & \text{if } -\frac{\pi}{2} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{2} \text{ (제 2 상태)} \end{cases}$$

[0038]

[0039] 여기서, P_n ($n=1, 2, 3$)은 각각 제n+1 채널에 적용되는 프리코딩 벡터, α 는 제n 및 제n+1 채널 사이의 위상 차를 의미한다.

- [0040] 예를 들어, 제1 및 제2 채널(H_1, H_2) 사이의 위상차가 제1 상태이면 그에 대응하는 프리코딩 벡터는 $P_1 = e^{-j\pi}$ 이 된다. 이러한 경우, 제1 중계 단말(130)은 $\tilde{S}_1$ 에 P_1 을 곱하여 $\tilde{S}_1$ 을 180° 위상 보정한 값 $P_1 \cdot \tilde{S}_1$ 을 자신의 제2 송신 안테나를 이용하여 제2 채널(H_2)을 통해 수신 단말(120)로 전송하게 된다.
- [0041] 도 3은 도 2에 도시된 중계 단말이 수신 단말로부터 수신한 피드백 정보를 기초로 프리코딩 벡터를 적용하여 보정된 신호를 각각의 경로로 전송하는 모습을 나타낸 도면이다. 이러한 도 3은 제1 및 제2 중계 단말(130, 140)과 수신 단말(120) 사이에 존재하는 네 가지 경로 채널 각각에 대응하여 전송되는 신호를 표시하고 있다.
- [0042] 이하에서는 도 3을 참조로 하여 수신 단말(120)이 인접 경로 간의 채널 위상 차를 이용하여 각 경로에 대응하는 피드백 정보를 생성하는 방법에 관하여 상세히 설명한다.
- [0043] 먼저, 제1 단계로서, 수신 단말(120)은 제1 채널(H_1)과 제2 채널(H_2) 사이의 위상 차를 이용하여, 제2 채널(H_2)에 적용되는 제1 피드백 정보를 생성한다. 이러한 제1 단계의 경우, 수신 단말(120)은 H_1 과 H_2 간의 위상차의 상태에 따라 제1 중계 단말(130)의 제2 송신 안테나를 통해 전송되는 신호에 적용될 프리코딩 벡터 P_1 를 확인할 수 있다. 본 실시예에서 수신 단말(120) 또한 수학식 1과 같은 정보를 알고 있다.
- [0044] 이후, 제2 단계로서, 수신 단말(120)은 상기 생성한 제1 피드백 정보에 대응하는 제1 프리코딩 벡터(P_1)를 적용한 제2 채널($P_1 \cdot H_2$)과, 상기 제3 채널(H_3) 사이의 위상 차를 이용하여, 제3 채널(H_3)에 적용되는 제2 피드백 정보를 생성한다. 이러한 제2 단계의 경우, $P_1 \cdot H_2$ 과 H_3 간의 위상차의 상태에 따라 제2 중계 단말(140)의 제1 송신 안테나를 통해 전송되는 신호에 적용될 프리코딩 벡터 P_2 를 확인할 수 있다.
- [0045] 다음, 제3 단계로서, 수신 단말(120)은 동일한 방법으로, 상기 생성한 제2 피드백 정보에 대응하는 제2 프리코딩 벡터(P_2)를 적용한 제3 채널($P_2 \cdot H_3$)과 상기 제4 채널(H_4) 사이의 위상 차를 이용하여, 제4 채널(H_4)에 적용되는 제3 피드백 정보를 생성한다. 이러한 제3 단계의 경우 $P_2 \cdot H_3$ 과 H_4 간의 위상차의 상태에 따라 제2 중계 단말(140)의 제2 송신 안테나를 통해 전송되는 신호에 적용될 프리코딩 벡터 P_3 를 확인할 수 있다.
- [0046] 본 발명의 실시예는 앞서의 제1 과정에서, 수신 단말(120)은 전체 경로 중 제1 채널(H_1)에 대해서는 피드백 정보의 전송을 생략하거나 현재의 위상 값을 유지하도록 하는 피드백 정보를 전송하도록 설정될 수 있다. 이와 관련하여, 도 3을 참조하면, 제1 중계 단말(130)은 프리코딩 벡터를 적용하지 않은 신호($\tilde{S}_1$)를 자신의 제1 송신 안테나를 이용하여 제1 채널(H_1)을 통해 전송하는 것을 확인할 수 있다.
- [0047] 상기와 같이 수신 단말(120)로부터 피드백 정보를 수신한 제1 및 제2 중계 단말(130, 140)은 도 3과 같이 피드백 정보에 따라 결정되는 프리코딩 벡터를 사용하여 각 경로 별로 신호를 위상 보정하여 전송할 수 있다.
- [0048] 예를 들어, H_1 과 H_2 간의 위상 차가 제1 상태였다면, 그에 해당하는 제1 피드백 정보를 수신한 제1 중계 단말(130)은 180° 만큼 위상 회전하는 벡터 P_1 을 $\tilde{S}_1$ 에 곱한 $P_1 \cdot \tilde{S}_1$ 신호를 자신의 제2 송신 안테나를 이용하여 제2 채널(H_2)을 통해 수신 단말(120)로 전송하게 된다. 물론, 위상 차가 제2 상태에 해당하면 그에 대한 제1 피드백 정보를 수신한 제1 중계 단말(130)은 0° 만큼 위상 회전하는 벡터 P_1 을 $\tilde{S}_1$ 에 곱하여 전송한다. 이는 이후의 단계에서도 동일한 원리로 적용된다.
- [0049] 그리고, $P_1 \cdot H_2$ 과 H_3 간의 위상차가 제1 상태였다면, 그에 해당하는 제2 피드백 정보를 수신한 제2 중계 단말(140)은 180° 만큼 위상 회전하는 벡터 P_2 를 $\tilde{S}_1$ 에 곱한 $P_2 \cdot \tilde{S}_1$ 신호를 자신의 제1 송신 안테나를 이용하여 제3 채널(H_3)을 통해 전송한다.
- [0050] 그리고, $P_2 \cdot H_3$ 과 H_4 간의 위상차가 제1 상태였다면, 그에 해당하는 제3 피드백 정보를 수신한 제2 중계 단말

(140)은 180° 만큼 위상 회전하는 벡터 P_3 를 $\tilde{S}_1$ 에 곱한 $P_3 \cdot \tilde{S}_1$ 신호를 자신의 제2 송신 안테나를 이용하여 제4 채널(H_4)을 통해 전송한다.

[0051] 이와 같이, 위상을 보정한 후에는 위상을 보정하기 전에 비하여 두 채널 간의 벡터 합이 커지게 되는데, 전체적으로 보면 모든 채널 경로에 대하여 벡터 합이 누적되는 효과가 있으며 채널의 크기가 증가되는 이점이 있다.

[0052] 도 4는 도 3에 의하여 보정된 신호에 의한 채널 위상을 나타낸 도면이다. 이러한 도 4는 인접 경로 간의 위상차가 모두 제1 상태에 해당하여 전송 신호에 180° 위상 회전하는 벡터가 곱해지는 경우를 예시한 것이다.

[0053] 도 4의 (a)를 참조하면, ' H_1 '과 ' H_2 '의 벡터 합(H_a) 보다, H_2 를 180° 위상 보정한 이후인 ' H_1 '과 ' $P_1 \cdot H_2$ '의 벡터 합($\tilde{H}_a$)이 더욱 큰 것을 알 수 있다. 그리고 도 4의 (b)와 같이 이러한 $\tilde{H}_a$ 는 위상 보정된 ' $P_2 \cdot H_3$ '와 만나면 그 벡터 합이 $\tilde{H}_b$ 가 되는데, 위상 보정 전에 H_3 와의 벡터 합 H_b 보다 크기가 더욱 커진 것을 알 수 있다. 물론 이후의 단계에서도 동일한 원리로 벡터 합이 커지게 된다.

[0054] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 신호의 전송 구조를 나타낸 도면이다. 도 5를 참조하면, 먼저 제1 타임 슬롯 동안 송신 단말(110)은 제1 및 제2 송신 안테나(TX1, TX2)를 이용하여 제1 신호(S1)를 전송한다.

[0055] 이후, 제2 타임 슬롯 동안 송신 단말(110)은 자신의 제1 및 제2 송신 안테나를 이용하여 제2 신호(S2)를 전송한다. 이와 동시에 제2 타임 슬롯 동안 제1 및 제2 중계 단말(130, 140)은 이전의 제1 타임 슬롯에 각각 수신한 제1 신호의 추정 값($\tilde{S}_1$)을 피드백 정보에 따른 프리코딩 벡터를 통해 보정하여 제1 내지 제4 채널 경로를 통해 수신 단말(120)로 각각 전송한다.

[0056] 그 결과, 제1 채널(H_1)을 통해서는 $\tilde{S}_1$ 이 그대로 전송되고, 제2 채널(H_2)을 통해서는 $P_1 \cdot \tilde{S}_1$ 이 전송되고, 제3 채널(H_3)을 통해서는 $P_2 \cdot \tilde{S}_1$ 이 전송되고, 제4 채널(H_4)을 통해서는 $P_3 \cdot \tilde{S}_1$ 이 전송된다.

[0057] 이때, 수신 단말(120)에 수신되는 신호(Y)는 아래의 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$Y = \tilde{S}_1 H_1 + P_1 \tilde{S}_1 H_2 + P_2 \tilde{S}_1 H_3 + P_3 \tilde{S}_1 H_4 + N$$

[0058]

[0059] 전송되는 각각의 신호에는 해당 채널이 곱해져 수신된 것을 알 수 있다. 수학식 2에서 N은 가우시안 노이즈를 의미한다.

[0060] 수학식 2는 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$Y = \tilde{S}_1 (H_1 + P_1 H_2 + P_2 H_3 + P_3 H_4) + N$$

[0061]

[0062] 수학식 3에서 (·) 성분을 H로 치환하면 수신 신호는 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$Y = \tilde{S}_1 H + N$$

[0063]

[0064] 수신 단말(120)에서 신호 S_1 를 추정하기 위해서는 아래의 수학적식 5와 같은 디코딩 과정을 거치게 된다.

수학적식 5

$$\hat{S}_1 = \frac{Y}{H}$$

[0065]

[0066] 수학적식 4와 수학적식 5로부터 채널 H를 이용하여 잡음의 영향을 줄일 수 있는 것을 확인할 수 있는데, 구체적으로는 채널 H가 커질수록 노이즈 N 성분이 상쇄되면서 성능이 향상되는 것을 알 수 있다.

[0067] 본 발명의 실시예는 앞서와 같이 채널 간의 위상 차에 대응하는 프리코딩 벡터를 이용하여 위상 보정된 신호를 수신 단말(120)로 전송하여, 각 채널의 벡터 합이 커지는 방향으로 채널의 위상을 변경하는 방법을 사용함에 따라 수신 단말(120)에서의 신호 추정의 성능을 높일 수 있다.

[0068] 뿐만 아니라 본 발명의 실시예는 SPC 기법을 사용하는 MISO-OFDM 시스템에서 중계 단말을 사용한 협력 통신 기법을 적용하여 송신 단말에서 최소한의 안테나 사용으로 향상된 다이버시티 이득을 제공할 수 있는 이점이 있다.

[0069] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 방법과 기존 방법 간의 BER 성능을 비교한 도면이다. 도 6에서 기존의 방법은 도 1과 같은 구조에서 송신 단말(10)이 2개의 안테나를 사용하는 경우(Conv. MISO-OFDM (2 Antenna))와 4개의 안테나를 사용하는 경우(Conv. MISO-OFDM (4 Antenna))로 구분된다. 기존의 방법은 중계 단말을 사용하지 않은 경우로서, 2개의 안테나를 사용한 경우보다 4개의 안테나를 사용한 경우 BER 특성이 훨씬 향상되는 것을 알 수 있다.

[0070] 본 발명의 실시예에 따른 방법(Proposed)은 도 2와 같은 구조에서 송신 단말(110)이 수신 단말(120)보다 SNR이 5dB, 10dB, 30dB, 50dB만큼 큰 경우로 구분된다. 여기서 50dB의 경우, 기존의 2개의 안테나를 사용한 경우보다 우수하면서 기존의 4개의 안테나를 사용한 경우와 거의 동일한 BER 성능을 나타낸 것을 알 수 있다.

[0071] 이러한 결과로부터 본 발명의 실시예는 기존의 MISO-OFDM 시스템과 달리 송신 단말이 이웃한 중계 단말을 이용함에 따라 추가적인 안테나 사용 없이 더욱 향상된 성능의 다이버시티 이득을 얻을 수 있는 것을 확인할 수 있다.

[0072] 이상과 같이 본 발명에 따른 MISO-OFDM 기반의 협력 통신 시스템 및 그것을 이용한 협력 통신 방법에 따르면, 피드백 정보를 사용하는 MISO-OFDM 시스템에 중계 단말을 이용한 협력 통신 기법을 적용함에 따라 송신 단말에서 최소한의 안테나의 사용으로 더욱 향상된 다이버시티 이득과 BER 성능 및 고화질의 서비스를 제공할 수 있는 이점이 있다.

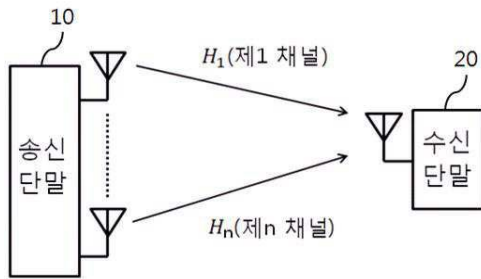
[0073] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

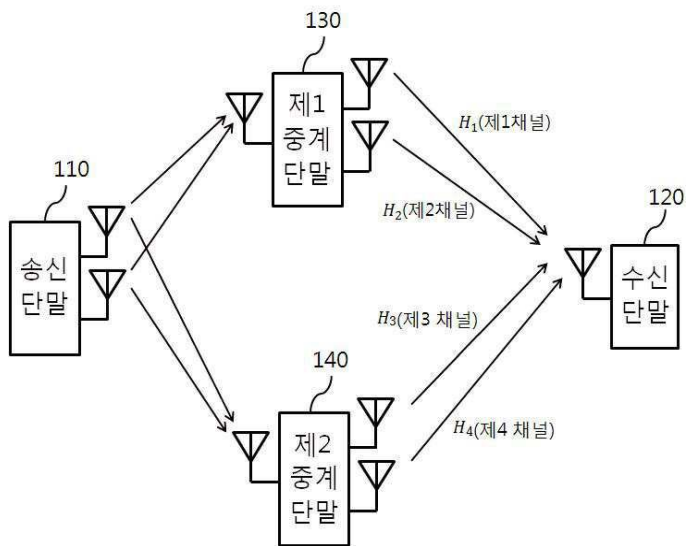
[0074] 110: 송신 단말 120: 수신 단말
130: 제1 중계 단말 140: 제2 중계 단말

도면

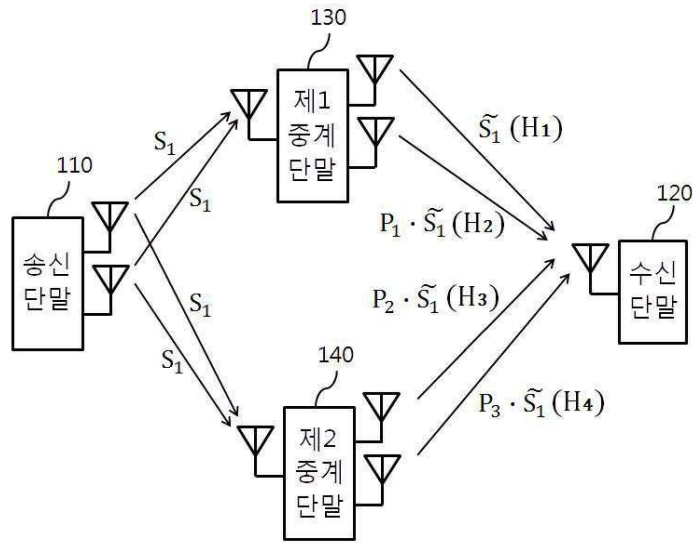
도면1



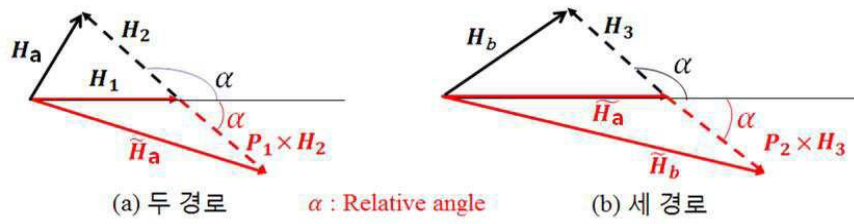
도면2



도면3



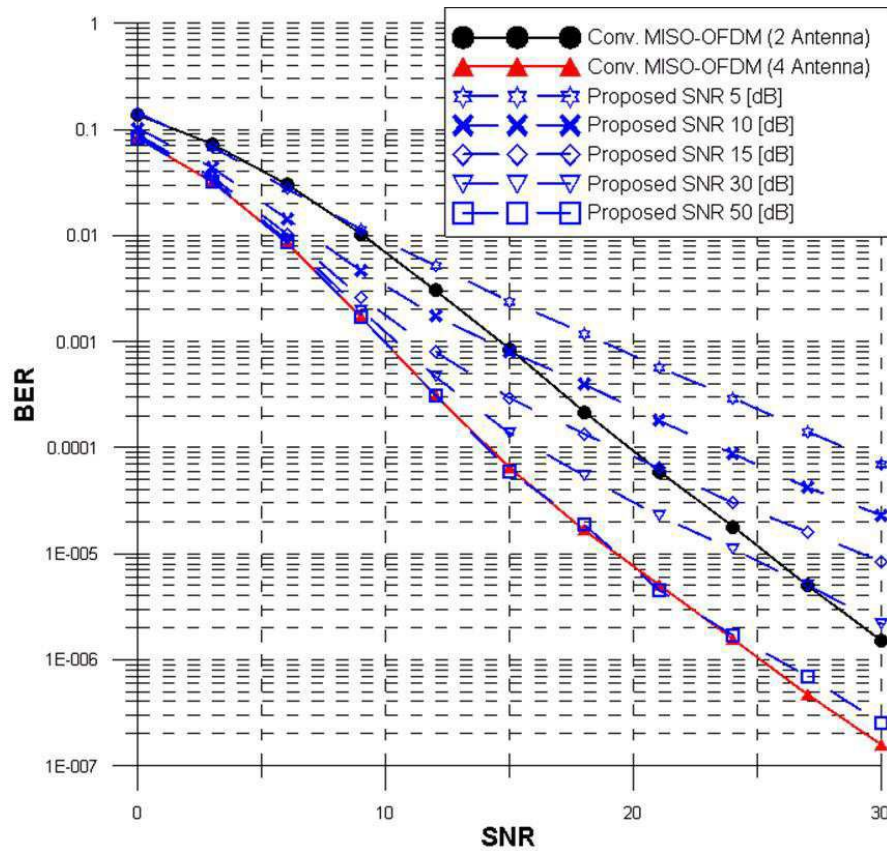
도면4



도면5

Phase	Source		Relay 1		Relay 2	
	Tx 1	Tx 2	Tx 1	Tx 2	Tx 1	Tx 2
1	S_1	S_1				
2	S_2	S_2	$\tilde{S}_1$	$P_1 \tilde{S}_1$	$P_2 \tilde{S}_1$	$P_3 \tilde{S}_1$

도면6



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항 6

【변경전】

상기 송신 단말

【변경후】

송신 단말