



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년10월11일
(11) 등록번호 10-1784625
(24) 등록일자 2017년09월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) H04B 7/04 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/0697 (2013.01)
H04B 7/0413 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0113959
(22) 출원일자 2016년09월05일
심사청구일자 2016년09월05일
(56) 선행기술조사문헌
JP2015012458 A*
모하마드 이르판 등; 5G 를 위한 Space Shift Keying 기반 Non-Orthogonal Multiple Access; 한국통신학회 2015년도 동계종합학술발표회*
Jeyadeepan Jeganathan et al.; Space Shift Keying Modulation for MIMO Channels; IEEE TRANSACTIONS ON WIRELESS COMMUNICATIONS, VOL. 8, NO. 7, JULY 2009*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 (용현동)
(72) 발명자
장경희
서울특별시 마포구 백범로 205, 101동 1110호(신공덕동, 마포펜트하우스)
우해봉
인천광역시 남구 재념이길 111-18, 402(용현동)
(74) 대리인
양성보

전체 청구항 수 : 총 7 항

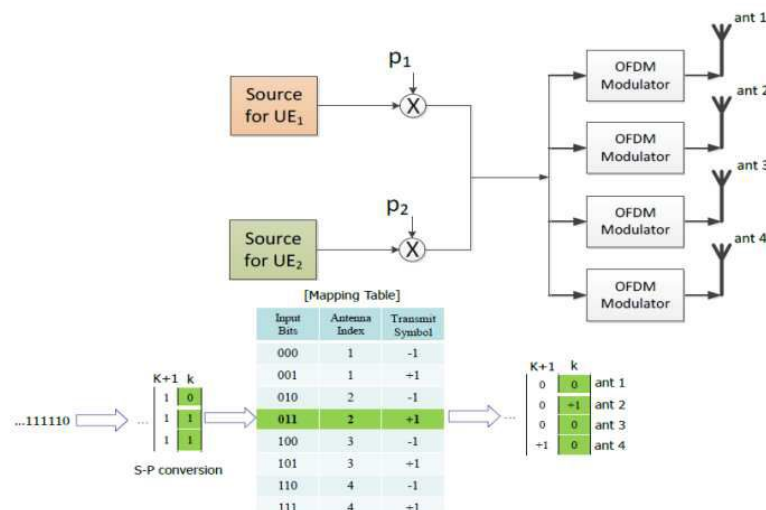
심사관 : 이정수

(54) 발명의 명칭 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법 및 장치

(57) 요약

비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법 및 장치가 제시된다. 본 발명에서 제안하는 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법은 안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송하는 단계, 제1 사용자 및 제2 사용자에게 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직병렬 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나누는 단계, 채널 이득 차이 값에 기반하여 상기 제1 사용자 및 상기 제2 사용자에게 대한 그룹핑을 결정하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도6



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711035210

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 정보통신기술인력양성(R&D, 정보화)

연구과제명 스마트한 주파수 이용을 위한 스펙트럼 및 전파기술

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2016.01.01 ~ 2016.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1345241589

부처명 교육부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공학개인지초연구지원

연구과제명 불법 드론 감지 및 퇴치를 위한 감시 드론 애드혹 네트워크 설계 연구

기 여 율 1/2

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2015.11.01 ~ 2016.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 방법에 있어서,

안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송하는 단계;

제1 사용자 및 제2 사용자에게 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직병렬 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나누는 단계; 및

채널 이득 차이 값에 기반하여 상기 제1 사용자 및 상기 제2 사용자에게 대한 그룹핑을 결정하는 단계를 포함하고,

상기 채널 이득 차이 값에 기반하여 상기 제1 사용자 및 상기 제2 사용자에게 대한 그룹핑을 결정하는 단계는,

상기 제1 사용자에게 대해 다중접속(NOMA) 구조를 이용하고, 상기 제2 사용자에게 대해 MIMO 멀티플렉싱 기법을 이용하여 각각의 사용자를 위한 신호를 차별화하여 감지하고, 상기 다중접속 구조 및 상기 MIMO 멀티플렉싱 기법의 MIMO 채널을 위한 변조 기법은 공간 편이 변조 기법(SSK)을 이용하고,

제1 사용자 및 제2 사용자에게 대하여 차별화된 전력 도메인을 활용하고, 상기 전력 도메인을 통해 활성화된 안테나를 획득함으로써 추가적인 공간적 도메인을 이용하도록 비직교 다중접속 기법과 공간 편이 변조 기법을 조합하는

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송하는 단계는,

제1 사용자에게 대한 소스의 비트 정보는 제1 사용자의 신호를 위해 사용된 안테나 위치를 나타내고, 제2 사용자를 위해 사용된 안테나가 제2 사용자에게 대한 소스의 비트 정보에 의하여 결정되는

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 사용자 및 제2 사용자에게 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직병렬 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나누는 단계는,

상기 심볼이 OFDM 신호를 전송하기 위해 맵핑되고, 안테나 인덱스는 비트 정보뿐만 아니라 송신 심볼도 함께 전송하는

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제2 사용자 및 상기 전송된 심볼을 위한 변조 구조는 이진 위상 편이 변조인

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 방법.

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 장치에 있어서,

안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송하는 전송부;

제1 사용자 및 제2 사용자에게 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직병렬 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나누는 비트 제어부; 및

채널 이득 차이 값에 기반하여 상기 제1 사용자 및 상기 제2 사용자에게 대한 그룹핑을 결정하는 그룹핑부를 포함하고,

상기 그룹핑부는,

상기 제1 사용자에게 대해 다중접속(NOMA) 구조를 이용하고, 상기 제2 사용자에게 대해 MIMO 멀티플렉싱 기법을 이용하여 각각의 사용자를 위한 신호를 차별화하여 감지하고, 상기 다중접속 구조 및 상기 MIMO 멀티플렉싱 기법의 MIMO 채널을 위한 변조 기법은 공간 편이 변조 기법(SSK)을 이용하고,

제1 사용자 및 제2 사용자에게 대하여 차별화된 전력 도메인을 활용하고, 상기 전력 도메인을 통해 활성화된 안테나를 획득함으로써 추가적인 공간적 도메인을 이용하도록 비직교 다중접속 기법과 공간 편이 변조 기법을 조합하는

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 전송부는,

제1 사용자에게 대한 소스의 비트 정보는 제1 사용자의 신호를 위해 사용된 안테나 위치를 나타내고, 제2 사용자를 위해 사용된 안테나가 제2 사용자에게 대한 소스의 비트 정보에 의하여 결정되도록 하는

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 비트 제어부는,

상기 심볼을 OFDM 신호를 전송하기 위해 맵핑하고, 안테나 인덱스는 비트 정보뿐만 아니라 송신 심볼도 함께 전송하도록 하는

공간 편이 변조 및 MIMO 멀티플렉싱 장치.

청구항 10

삭제

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법 및 장치에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

- [0002] 차세대(5G) 이동통신시스템을 위한 유망한 다중접속기법으로서, 수신기 측면에서의 연속적 간섭제거(Successive Interference Cancellation, SIC) 비직교 다중접속(Non-orthogonal Multiple Access, NOMA)은 최근 많은 주목을 받고 있다. NOMA는 사용자 멀티플렉싱을 위한 전력 도메인을 활용하며, 이는 데이터율을 향상시킬 뿐 만 아니라, 사용자에게 시스템 스펙트럼 효율을 증가시키기 위해 자원을 공유하도록 허용한다. 그러나 NOMA에서 사용자들의 전력 차이 요건 때문에, 이러한 자원을 공유할 수 있는 사용자의 수는 제한된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 높은 스펙트럼 효율에 대한 수요를 충족시키기 위한 NOMA와 공간적 멀티플렉싱 기법의 조합 측면에 초점을 맞춘 연구가 필요하다. 따라서 추가적인 공간적 도메인을 이용함으로써 높은 스펙트럼 효율에 대한 수요를 충족시키는데 도움을 줄 수 있는 공간 편이 변조 기법(Space Shift Keying, SSK)을 NOMA와 조합 한다.
- [0003] 2020년의 미래 무선 액세스는 모바일 데이터 트래픽의 양이 2010년에 비해 1000배 이상 증가할 것으로 예상되어, 시스템 용량과 효율성에 있어 상당한 발전을 필요로 한다. 셀룰러 이동통신에서, 무선 접속 기술은 시스템 용량과 효율에 영향을 미치는 중요한 기술적 요인이다. 4세대(4G) 이동 통신 시스템인 LTE, WiMAX 및 LTE-Advanced 에는 직교주파수분할 다중접속에 기초한 직교 접속(OFDMA) 또는 단일 캐리어-주파수분할 다중접속(SC-FDMA)과 같은 기법이 적용되었다. 직교 접속은 단순화된 수신부 설계를 이용한 향상된 시스템 처리량을 획득하기 위한 합리적인 선택이다. 차세대(5G) 이동통신시스템을 위한 요구사항을 실현하기 위해, 수신부에서의 연속적 간섭제거(SIC)를 이용한 비직교 다중접속(NOMA)은 유망한 무선 접속 기술 중 하나의 대표적인 후보 기술이다. 하향링크 NOMA에서, 비직교성은 사용자 멀티플렉싱을 위한 시간/주파수/코드 도메인 상에 전력 도메인을 도입함으로써 획득 가능하다. 이것은 사용자에게 자원을 공유하도록 허용하며, 시스템 처리량뿐만 아니라 스펙트럼 효율을 증가시킨다. 그러나 NOMA에서의 전력 차이에 대한 요구조건 때문에, 자원을 공유할 수 있는 사용자의 숫자는 제한된다.
- [0004] 공간적 멀티플렉싱 기법은 시스템의 스펙트럼 효율성을 향상시키기 위한 대표적인 기법으로 고려되기에, NOMA의 시스템 스펙트럼 효율을 보다 증가시키기 위해 공간적 멀티플렉싱 기법을 이용하여 추가적인 공간적 도메인을 활용할 수 있다. 그러나 종래기술에서 NOMA와 공간적 멀티플렉싱 기법의 조합에 대한 연구는 거의 없는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 추가적인 공간적 도메인을 이용함으로써 높은 스펙트럼 효율에 대한 수요를 충족시키기 위한 방법 및 장치를 제공하는데 있다. 다중입력 다중출력(MIMO) 멀티플렉싱 기법을 위한 NOMA-SSK를 이용함으로써 시스템의 데이터 처리율을 보다 향상시킬 수 있는 방법 및 장치를 제안한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법은 안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송하는 단계, 제1 사용자 및 제2 사용자에게 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직렬 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나누는 단계, 채널 이득 차이값에 기반하여 상기 제1 사용자 및 상기 제2 사용자에게 대한 그룹핑을 결정하는 단계를 포함한다.
- [0007] 상기 안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송하는 단계는 제1 사용자에게 대한 소스의 비트 정보는 제1 사용자의 신호를 위해 사용된 안테나 위치를 나타내고, 제2 사용자를 위해 사용된 안테나는 제2 사용자에게 대한 소스의 비트 정보에 의하여 결정된다.
- [0008] 상기 제1 사용자 및 제2 사용자에게 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직렬 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나누는 단계는 상기 심볼이 OFDM 신호를 전송하기 위해 맵핑되고, 안테나 인덱스는 비트 정보뿐만 아니라 송신 심볼도 함께 전송한다.
- [0009] 상기 제2 사용자 및 상기 전송된 심볼을 위한 변조하는 구조는 이진 위상 편이 변조이다.
- [0010] 상기 채널 이득 차이값에 기반하여 상기 제1 사용자 및 상기 제2 사용자에게 대한 그룹핑을 결정하는 단계는 상기 제1 사용자에게 대해 NOMA 구조를 이용하고, 상기 제2 사용자에게 대해 MIMO 멀티플렉싱 기법을 이용하여 각각의 사

용자를 위한 신호를 차별화하고 감지한다.

- [0011] 상기 NOMA 구조 및 상기 MIMO 멀티플렉싱 기법의 MIMO 채널을 위한 변조 기법은 공간 편이 변조 기법을 이용한다.
- [0012] 또 다른 일 측면에 있어서, 본 발명에서 제안하는 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 장치는 안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송하는 전송부, 제1 사용자 및 제2 사용자에게 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직렬 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나누는 비트 제어부, 채널 이득 차이값에 기반하여 상기 제1 사용자 및 상기 제2 사용자에게 대한 그룹핑을 결정하는 그룹핑부를 포함한다.
- [0013] 상기 전송부는 제1 사용자에게 대한 소스의 비트 정보는 제1 사용자의 신호를 위해 사용된 안테나 위치를 나타내고, 제2 사용자를 위해 사용된 안테나는 제2 사용자에게 대한 소스의 비트 정보에 의하여 결정되도록 한다.
- [0014] 상기 비트 제어부는 상기 심볼을 OFDM 신호를 전송하기 위해 맵핑하고, 안테나 인덱스는 비트 정보뿐만 아니라 송신 심볼도 함께 전송하도록 한다.
- [0015] 상기 그룹핑부는 상기 제1 사용자에게 대해 NOMA 구조를 이용하고, 상기 제2 사용자에게 대해 MIMO 멀티플렉싱 기법을 이용하여 각각의 사용자를 위한 신호를 차별화하고 감지한다.

발명의 효과

- [0016] 본 발명의 실시예들에 따르면 추가적인 공간적 도메인을 이용함으로써 높은 스펙트럼 효율에 대한 수요를 충족시킬 수 있다. 다중입력 다중출력(MIMO) 멀티플렉싱 기법을 이용한 NOMA-SSK를 이용함으로써 시스템의 데이터 처리율을 보다 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하향링크에서 SIC를 적용한 기본 NOMA 기법을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SSK 변조를 이용한 NOMA의 전송 구조를 나타내는 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비트 에러율(BER)과 패킷 오류율(PER)의 성능을 나타내는 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 NOMA-SSK 및 종래기술에 따른 SSK에 대한 심볼당 전송된 비트의 수를 나타내는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 SSK를 갖는 NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 전송 시나리오를 나타내는 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 SSK를 갖는 NOMA-MIMO 멀티플렉싱, SSK를 갖는 NOMA 및 종래기술에 따른 SSK에 대한 심볼당 전송된 비트의 수를 나타내는 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 MU-NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 전송 시나리오를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 장치의 구성을 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 추가적인 공간적 도메인을 이용함으로써 높은 스펙트럼 효율에 대한 수요를 충족시키는데 도움을 줄 수 있는 공간 편이 변조 기법을 이용한 NOMA의 조합을 제안한다. 또한, 제안하는 방법은 다중입력 다중출력(MIMO) 멀티플렉싱 기법을 위한 NOMA-SSK를 이용함으로써 시스템의 데이터 처리율을 보다 향상시킬 수 있다.
- [0019] 다시 말해, NOMA와 공간 편이 변조 기법(SSK)을 제안하고, 링크 레벨 시뮬레이션(Link Level Simulation, LLS)을 통해 제안된 NOMA-SSK의 성능을 측정하여, 종래의 SSK와 비교하여 데이터율이 증가된 결과를 보여준다. 이를 이용함으로써 데이터율이 종래의 SSK보다 거의 세배 증가함을 확인할 수 있다. 이를 근거로 다중입력 다중출력(MIMO)을 이용한 NOMA-SSK의 유효성을 제안하고 평가한다. 또한, 시스템 효율을 보다 향상시키기 위해, NOMA를 위한 MIMO 멀티플렉싱의 다중사용자(Multi User, MU) 형태를 제안한다. 이러한 기법에 의하여 NOMA 시스템에

서 다중 사용자를 위한 전력 할당 문제를 해결할 수 있을 것이다. 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 하향링크에서 SIC를 적용한 기본 NOMA 기법을 설명하기 위한 도면이다.

도 1을 참조하면, 셀룰러 하향링크에서 2개의 사용자 단말(2-UE)에 대하여 연속적 간섭제거(SIC)를 이용한 기본적인 NOMA 기법을 도식화 하였다. 기지국(BS)에서의 UE_i 를 위한 전송 정보는 s_i , 전송 전력을 p_i 라 할 때, UE_i 를 위한 전송신호는 다음과 같다.

$$x_i = \sqrt{p_i} s_i \quad (1)$$

전송 전력의 합은 p 로 제한된다. 그러므로 전송신호는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$x = x_1 + x_2 = \sqrt{p_1} s_1 + \sqrt{p_2} s_2 \quad (2)$$

UE_i 에서 수신된 신호는 다음과 같다.

$$y_i = h_i x + n_i \quad (3)$$

여기서 h_i 는 UE_i 와 기지국 사이의 복소 채널 계수이며, n_i 는 수신부의 셀 간 간섭을 포함한 가우시안 노이즈, n_i 의 전력 밀도는 $N_{0,1}$ 이다. NOMA 하향링크에서, 디코딩은 노이즈와 셀간 간섭 전력, $|h_i|^2/N_{0,i}$ 를 정규화한 채널 이득이 증가하는 순서로 수행한다. 도 1에서 보여준 2-UE 시나리오에서, $|h_1|^2/N_{0,1} > |h_2|^2/N_{0,2}$ 를 가정하며, 따라서 제1 사용자(UE_1)는 우선 x_2 를 디코딩 하고 수신된 y_1 신호로부터 x_2 에 해당하는 신호를 제거한다. 그리고 제2 사용자(UE_2)는 첫 번째로 디코딩 되기 때문에 간섭제거 없이 x_2 를 디코딩 한다. UE_i 의 처리량 R_i 는 다음과 같다.

$$R_1 = \log_2 \left(1 + \frac{P_1 |h_1|^2}{N_{0,1}} \right), \quad R_2 = \log_2 \left(1 + \frac{P_2 |h_2|^2}{P_1 |h_2|^2 + N_{0,2}} \right) \quad (4)$$

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법을 설명하기 위한 흐름도이다.

제안하는 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법은 안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송하는 단계(210), 제1 사용자 및 제2 사용자에 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직렬로 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나누는 단계(220), 채널 이득 차이값에 기반하여 상기 제1 사용자 및 상기 제2 사용자에 대한 그룹핑을 결정하는 단계(230)를 포함한다. 도 3 내지 도 8을 참조하여 제안하는 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 방법을 더욱 상세히 설명한다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 SSK 변조를 이용한 NOMA의 전송 구조를 나타내는 도면이다.

종래기술의 SSK 변조에서, 안테나 인덱스는 전송된 심볼보다는 정보를 전달하는 전송 시에 이용된다. 예를 들어, 종래기술에서 송신기에 4개의 안테나가 있는 경우 한 개의 안테나만 전송 중에 활성화된다. 이 결과, 2 비트 정보가 안테나 위치에 의하여 전송될 수 있다. 그러나 안테나의 수가 많아질 경우 더 많은 전송 비트가 요구된다. NOMA는 차별화된 사용자에게 대한 전력 도메인을 활용하고, 이러한 전력 도메인을 이용함으로써 더 많은 활성화된 안테나를 획득하기 위한 SSK를 활용한 NOMA 구조를 제안한다. 도 2는 송신부에서 SSK 변조를 이용한 NOMA의 구조를 나타낸다. 전력 p_1 을 가진 UE_1 (인근 사용자)과 전력 p_2 를 갖는 UE_2 (원거리 사용자)를 위한 신호가

NOMA를 이용하여 전송됨을 가정한다.

[0033] 단계(210)에서, 안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송한다. 이때, UE₁에 대한 소스의 비트 정보는 UE₁의 신호를 위해 사용된 안테나 위치를 나타내고, UE₂를 위해 사용된 안테나는 UE₂에 대한 소스의 비트 정보에 의하여 결정된다.

[0034] 예를 들어, 4개의 안테나가 설치되었다면, 종래기술의 SSK에서는 2비트가 안테나 인덱스를 전달함으로써 전송될 수 있다. 하지만, 제안하는 방법에서는 4개 안테나의 SSK에서 추가적인 2비트 정보를 제공하기 위하여 전력 도메인을 활용하는 것을 제안한다. UE₁을 위한 소스1(리소스 1)의 2 비트 정보는 UE₁의 신호를 위해 사용된 안테나 위치를 표현한다. 같은 방식으로, UE₂를 위해 사용된 안테나는 UE₂를 위한 소스2(리소스 2)의 2비트 정보에 따라 결정된다. 그러므로 총 4비트가 SSK를 이용해 동시에 전송된다. 여기서 4안테나를 이용한 종래의 SSK와 비교하면, 2비트 이득이 얻어지게 되어, 제안된 방법에서는 더 많은 안테나를 이용하는 경우 보다 많은 비트가 전송될 수 있다. 그러나 시스템 해상도가 저하될 것이고, 시스템능력의 감소를 야기할 것이다. SSK를 이용한 NOMA의 시스템 성능을 측정하기 위해 LLS를 수행한다.

[0035] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 비트 에러율(BER)과 패킷 에러율(PER)의 성능을 나타내는 도면이다.

[0036] 시뮬레이션 파라미터는 표 1에 요약되었다.

[0037] <표 1>

Parameters	Value
Number of Tx (BS) Antennas	4
Number of Rx (UE) Antennas	1
Number of Symbols / Packet	10
Channel	4x1 independent Rayleigh fading channel
Modulation	SSK
Power Allocation for NOMA	$p_1=0.2, p_2=0.8$
Channel Estimation	Perfect

[0038]

[0039] SSK를 이용한 NOMA에서의 BER과 PER은 NOMA 시나리오에서 존재하는 간섭 때문에 종래의 SSK에 비해 성능이 좋지 않다. PER에 따르면, 데이터율은 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$Data\ rate = \frac{(1 - PER) \times n_{bit/packet}}{T_{packet}(s)} \quad (5)$$

[0040]

[0041] 여기에서 $n_{bit/packet}$ 은 패킷당 전송된 비트의 수이고, T_{packet} 는 한 패킷당 시간 구간이다.

[0042] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 NOMA-SSK 및 종래기술에 따른 SSK에 의한 심볼당 전송된 비트의 수를 나타내는 도면이다.

[0043] 도 5에서 나타난 바와 같이 심볼당 전송된 비트의 수를 계산할 수 있다. NOMA-SSK의 시스템 안정성이 악화됨에도 불구하고, 종래의 SSK 시스템과 비교할 경우 모든 심볼에서 전송된 비트의 수는 NOMA의 장점에 의하여 증가될 수 있다. 더 많은 비트의 정보가 더 많은 안테나에 의해 전송될 수 있지만 시스템 안정성은 저하될 것이다.

[0044] 다시 도 2를 참조하면, 단계(220)에서 상기 UE₁ 및 UE₂에 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직렬별 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나눈다. 이때, 상기 심볼이 OFDM 신호를 전송하기 위해 맵핑되고, 안테나 인덱스는 비트 정보뿐만 아니라 송신 심볼도 함께 전송한다. 그리고, 제안하는 방법에서 UE₂ 및 상기 전송된 심볼을 위한 변조 구조는 이진 위상 편이 변조를 이용한다.

- [0045] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 SSK를 갖는 NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 전송 시나리오를 나타내는 도면이다.
- [0046] 데이터율을 보다 향상시키기 위해, SSK 변조 기법을 적용할 경우 NOMA에서의 MIMO 멀티플렉싱 기법을 제안한다. 전송 시나리오는 도 6에 도식화 되어있으며, 여기에는 4개 안테나가 기지국과 각 UE 부분에 설치되어 있다. 전송 규칙 또한 도 6에 나타내었다.
- [0047] 여기에서 한 소스에서의 정보 비트는 전력에 의해 가중된다. 그리고, 정보 비트는 직병렬 변환 이후, 예를 들어 하나의 심볼을 위한 3 비트로 나누어 질 수 있다. 이후 k번째 심볼(녹색 부분)은 OFDM 신호를 전송하기 위해 맵핑된다. 이러한 시스템에서, 안테나 인덱스는 정보뿐만이 아니라 전송된 심볼도 전달한다. NOMA를 이용한 하향링크의 2-UE들과 전송된 심볼을 위한 변조 구조가 이진 위상 편이 변조(Binary Phase Shift Keying, BPSK)라 가정한다. 이러한 가정 하에 3비트 정보가 각각의 사용자(UE)에 전달될 수 있다. 여기서 2비트(안테나 선택을 위한 첫 번째 2비트)는 SSK에 의해 전달되고, 1비트는 BPSK에 의해 전달된다. 예를 들면 011의 입력 비트는 안테나2(ant2)가 선택되고 전송된 심볼은 +1이다. 이것은 6비트의 정보가 연속적으로 하향링크에서 NOMA를 사용하는 같은 자원을 이용하여 전송될 수 있음을 의미한다. 종래기술의 BPSK 전송과 비교할 경우, 각 UE에서 4개 안테나를 이용함으로써 2비트의 이득이 있다. 전송된 심볼을 위해 BPSK를 활용할 때, 4개의 안테나를 이용하는 경우의 SSK와 비교하면 1비트의 이득이 있다. 그리고, 시스템 성능 평가를 위해 LLS를 수행한다.
- [0048] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 SSK를 갖는 NOMA-MIMO 멀티플렉싱, SSK를 갖는 NOMA 및 종래기술에 따른 SSK에 대한 심볼당 전송된 비트의 수를 나타내는 도면이다.
- [0049] SSK를 이용한 NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 BER과 PER 성능을 종래의 SSK와 SSK를 이용한 제안된 NOMA와 비교하였다. 이러한 시뮬레이션 결과로부터, 세가지 시나리오 가운데 SSK를 이용한 NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 BER과 PER 양자의 성능이 제일 열악하다는 것을 알 수 있다. 이것은 SSK와 BPSK 양자를 포함한 복잡한 변조 기법 때문이다. 심볼당 전송된 비트의 수는 도 7에서와 같이 계산될 수 있다. SSK를 이용한 NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 시스템 안정성은 다른 두 전송시나리오에 비해 좋지 않음에도 불구하고, 모든 심볼에서의 전송된 비트의 수는 종래의 SSK와 비교해서 세 배 증가한다. 더 많은 비트의 정보는 더 많은 안테나 또는 더 높은 수준의 심볼을 위한 변조에 의해 전송될 수 있지만 시스템 안정성 또한 감소된다.
- [0050] 다시 도 2를 참조하면, 단계(230)에서 상기 채널 이득 차이 값에 기반하여 상기 UE₁ 및 상기 UE₂에 대한 그룹핑을 결정한다. 상기 UE₁에 대해 NOMA 구조를 이용하고, 상기 UE₂에 대해 MIMO 멀티플렉싱 기법을 이용하여 각각의 사용자를 위한 신호를 차별화하고 감지할 수 있다. 상기 NOMA 구조 및 상기 MIMO 멀티플렉싱 기법의 MIMO 채널을 위한 변조 기법은 공간 편이 변조 기법을 이용한다.
- [0051] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 MU-NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 전송 시나리오를 나타내는 도면이다.
- [0052] NOMA에서의 사용자 그룹핑은 큰 채널 이득 차이에 기초하여 결정된다. 이러한 결과에 의해, 전력 할당 문제 때문에 NOMA에서 같은 자원을 공유하는 사용자의 숫자는 제한된다. 전체 시스템 처리량을 향상시키기 위해, 다중 사용자-비직교 다중접속-다중입력 다중출력(MU-NOMA-MIMO) 멀티플렉싱이라 불리는, 도 8에 도식화된 MIMO 공간적 멀티플렉싱을 이용하는 NOMA 구조를 제안한다. 이러한 시나리오에서, 전송부(기지국)에 4개 안테나와 각 수신부에 4개의 안테나가 있는 4*4 MIMO가 셀룰러 하향링크 안에서 활용된다. MU-NOMA-MIMO 멀티플렉싱은 앞서 설명된 NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 다중사용자 버전으로 다루어진다. 도 8의 예시와 같이, 2개의 근접한 인근(중앙) UE들(UE₁과 UE₂)과 2개의 근접한 원거리(가장자리) UE들(UE₃과 UE₄)을 이용한 4명의 UE들을 가정한다. 그러면, NOMA 구조는 떨어져 있는 UE들(다시 말해, NOMA는 UE₁, UE₂와 UE₃, UE₄ 사이에서 사용된다.)을 위해 사용되는 반면, 특정한 멀티플렉싱 기법이 각 UE 신호를 차별화하고 감지하기 위해 근접한 UE들에 적용된다. 이러한 관점에서 제안된 NOMA-MIMO 멀티플렉싱은 앞서 설명된 종래기술의 NOMA 구조와 비교하여, 더 많은 UE가 시스템에 접속하도록 허용함으로써 전체 시스템 처리량을 증가시키도록 추가적인 공간적 도메인을 적용한다.

- [0053] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 장치의 구성을 나타내는 도면이다.
- [0054] 제안하는 비직교 다중접속 기반 공간 편이 변조 및 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 장치(900)는 전송부(910), 비트 제어부(920), 그룹핑부(930)를 포함한다.
- [0055] 전송부(910)는 안테나들의 위치를 나타내는 안테나들의 수에 따른 비트 정보를 전송한다. UE_1 에 대한 소스의 비트 정보는 UE_1 의 신호를 위해 사용된 안테나 위치를 나타내고, UE_2 를 위해 사용된 안테나가 UE_2 에 대한 소스의 비트 정보에 의하여 결정되도록 한다.
- [0056] 예를 들어, 4개의 안테나가 설치되었다면, 종래기술의 SSK에서는 2비트가 안테나 인덱스를 전달함으로써 전송될 수 있다. 제안하는 장치에서는 4개의 안테나의 SSK에서 추가적인 2비트 정보를 제공하기 위하여 전력 도메인을 활용하는 것을 제안한다. UE_1 을 위한 소스1(리소스 1)의 2 비트 정보는 UE_1 의 신호를 위해 사용된 안테나 위치를 표현한다. 같은 방식으로, UE_2 를 위해 사용된 안테나는 소스2(리소스2)의 2비트 정보에 따라 표현된다. 그러므로 총 4비트가 SSK를 이용해 동시에 전송된다. 여기서 4개의 안테나를 이용한 종래의 SSK와 비교하면, 2비트 이득이 획득된다. 제안된 방법에서는 더 많은 안테나를 이용하여 더 많은 비트가 전송될 수 있다. 그러나 시스템 해상도가 저하될 것이고, 시스템성능의 감소를 야기할 것이다. SSK를 이용한 NOMA의 시스템 성능을 LLS를 통하여 측정한다.
- [0057] 비트 제어부(920)는 UE_1 및 UE_2 에 대한 소스의 상기 비트 정보가 전력에 의해 가중되고, 상기 비트 정보를 직렬 변환 이후 하나의 심볼을 위한 비트로 나눈다. 비트 제어부(920)는 상기 심볼을 OFDM 신호를 전송하기 위해 맵핑하고, 안테나 인덱스는 비트 정보뿐만 아니라 전송된 심볼도 전송하도록 한다. 그리고, 제2 사용자 및 상기 전송된 심볼을 위한 변조 구조는 이진 위상 편이 변조를 이용한다.
- [0058] 데이터율을 보다 향상시키기 위해, SSK 변조 기법을 고려할 경우 NOMA에서의 MIMO 멀티플렉싱 기법을 제안한다. 전송 시나리오에 도 6에 도식화 되어있으며, 여기에는 4개 안테나가 기지국과 각 UE 부분에 설치되어 있다. 전송 규칙 또한 도 6에 나타내었다.
- [0059] 여기에서 한 소스에서의 정보 비트는 전력에 의해 가중된다. 정보 비트는 직렬 변환 이후, 예를 들어 하나의 심볼을 위한 3 비트로 나누어 질 수 있다. 이후 k번째 심볼(녹색 부분)은 OFDM 신호를 전송하기 위해 맵핑된다. 이러한 시스템에서, 안테나 인덱스는 정보뿐만 아니라 전송된 심볼도 전달한다. NOMA를 이용한 하향링크의 2-UE들과 전송된 심볼을 위한 변조 구조는 이진 위상 편이 변조(Binary Phase Shift Keying, BPSK)라 가정한다. 이러한 가정 하에 3비트 정보가 각각의 사용자(UE)에 전달될 수 있다. 여기서 2비트(안테나 선택을 위한 첫 번째 2비트)는 SSK에 의해 전달되고, 1비트는 BPSK에 의해 전달된다. 예를 들면 011의 입력 비트 경우, 안테나 2(ant_2)가 선택되고 전송 심볼은 +1이다. 이것은 6비트의 정보가 연속적으로 하향링크에서 NOMA를 사용하는 같은 자원을 이용하여 전송될 수 있음을 의미한다. 종래기술의 BPSK 전송과 비교할 경우 각 UE에서 4개 안테나를 이용함으로써 2비트의 이득을 얻는다. 전송 심볼을 위해 BPSK를 활용할 때, 4개의 안테나를 이용하는 경우의 SSK와 비교하면 1비트 이득이 있다. 그리고, LLS에 의하여 시스템 성능평가를 수행한다.
- [0060] 그룹핑부(930)는 채널 이득 차이 값에 기반하여 상기 UE_1 및 상기 UE_2 에 대한 그룹핑을 결정한다. 그룹핑부(930)는 상기 UE_1 에 대해 NOMA 구조를 이용하고, 상기 UE_2 에 대해 MIMO 멀티플렉싱 기법을 이용하여 각각의 사용자를 위한 신호를 차별화하고 감지한다. NOMA 구조 및 상기 MIMO 멀티플렉싱 기법의 MIMO 채널을 위한 변조 기법은 공간 편이 변조 기법을 이용한다.
- [0061] NOMA에서의 사용자 그룹핑은 채널 이득 차이 값에 기초하여 결정된다. 이러한 결과에 의해, 전력 할당 문제 때문에 NOMA에서 같은 자원을 공유하는 사용자의 숫자는 제한된다. 전체 시스템 처리량을 향상시키기 위해, 다중 사용자-비직교 다중접속-다중입력 다중출력(MU-NOMA-MIMO) 멀티플렉싱이라 불리는, 도 8에 도식화된 MIMO 공간적 멀티플렉싱을 이용하는 NOMA 구조를 제안한다. 이러한 시나리오에서, 전송부(기지국)에 4개 안테나와 각 수신부에 4개의 안테나가 있는 4*4 MIMO가 셀룰러 하향링크 안에서 활용된다. MU-NOMA-MIMO 멀티플렉싱은 앞서 설명된 NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 다중사용자 버전으로 다루어진다. 도 8의 예시와 같이, 2개의 근접한 인근(중앙) UE들(UE_1 과 UE_2)과 2개의 근접한 원거리(가장자리) UE들(UE_3 과 UE_4)을 이용한 4명의 UE들을 가정한다. 그러면, NOMA 구조는 떨어져 있는 UE들(다시 말해, NOMA는 UE_1 , UE_2 와 UE_3 , UE_4 사이에서 사용된다.)을 위해 사용되는 반면, 특정한 멀티플렉싱 기법이 각 UE 신호를 차별화하고 감지하기 위해 근접한 UE들에 적용된다. 이러한 관점에

서 제안된 NOMA-MIMO 멀티플렉싱은 앞서 설명된 종래기술의 NOMA 구조와 비교하여, 더 많은 UE가 시스템에 접속하도록 허용함으로써 전체 시스템 처리량을 증가시키도록 추가적인 공간적 도메인을 적용한다.

[0062] 본 발명의 실시예에 다른 NOMA는 같은 주파수 자원을 활용할 수 있게 하며, 전력 도메인에서의 사용자를 차별화하는 기능 덕분에 시스템 스펙트럼 효율을 증가시키고 데이터율을 향상시키는 5G 시스템을 위한 유망한 후보 기술 중 하나이다. 추가적인 공간적 도메인이 고려된다면 NOMA 성능은 보다 증가될 것이다. 그러므로 추가적인 공간적 도메인을 활용함으로써 시스템 스펙트럼 효율을 증가시키고 데이터율을 향상시키기 위해 SSK 변조 기법을 이용한 NOMA의 조합 개념을 제안한다. 상술된 장점들을 넘어, SSK 변조 기법을 이용한 다중입력 다중출력 멀티플렉싱 기법을 이용함으로써 NOMA 성능이 보다 향상될 수 있다. 종래기술의 SSK 기법과 비교할 경우 획득 가능한 데이터율이 각각 2배, 3배이기 때문에, 시뮬레이션 결과는 제안된 NOMA-SSK와 SSK를 이용한 NOMA-MIMO 멀티플렉싱의 유효성을 증명한다. 이러한 점을 숙지하고, 또한 MU-NOMA-MIMO 멀티플렉싱이라 불리는 NOMA-MIMO 멀티플렉싱 기법의 다중사용자를 위한 버전인 전송 시나리오를 제안한다. 제안된 MU-NOMA-MIMO 구조는 근거리 다중 사용자가 시스템에 접속하는 경우 전력 할당 문제를 해결할 수 있다.

[0063] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를 접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0064] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embodiment)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

[0065] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 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(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 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.

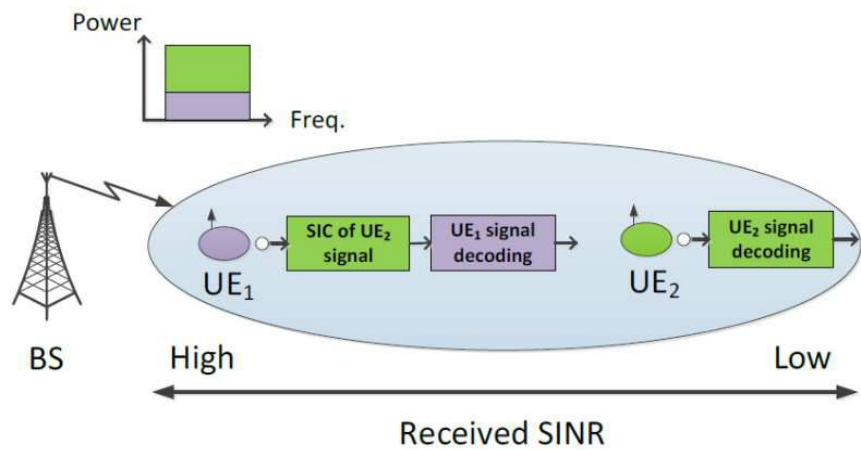
[0066] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

[0067] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한

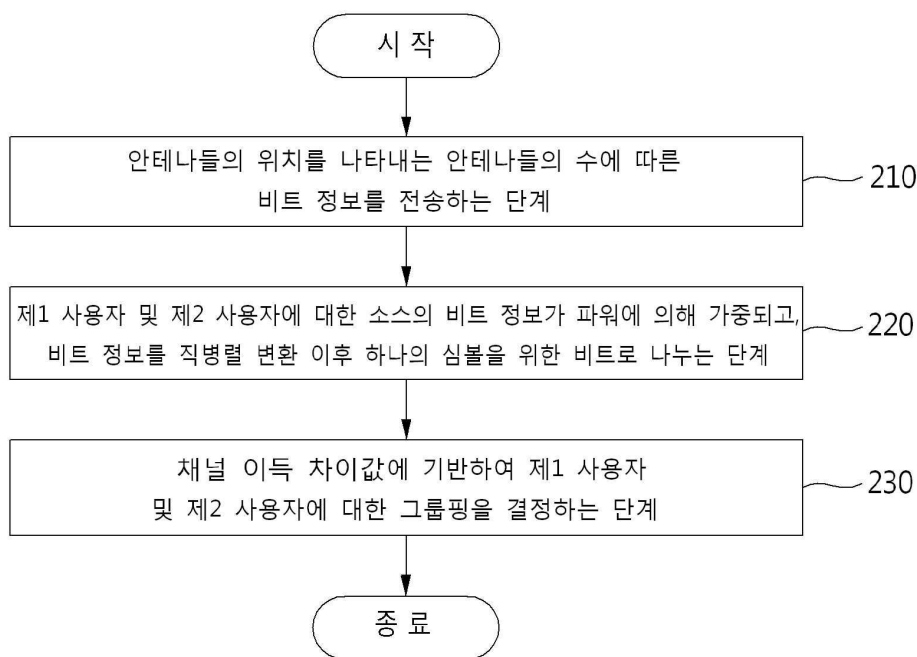
다.

도면

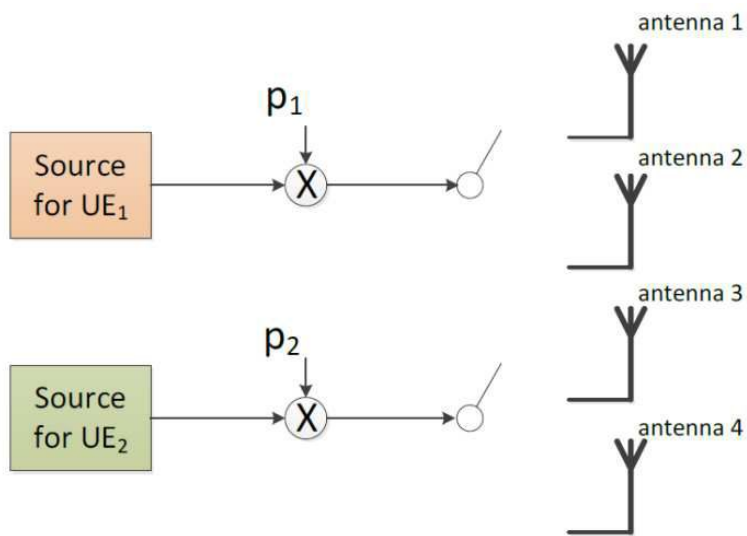
도면1



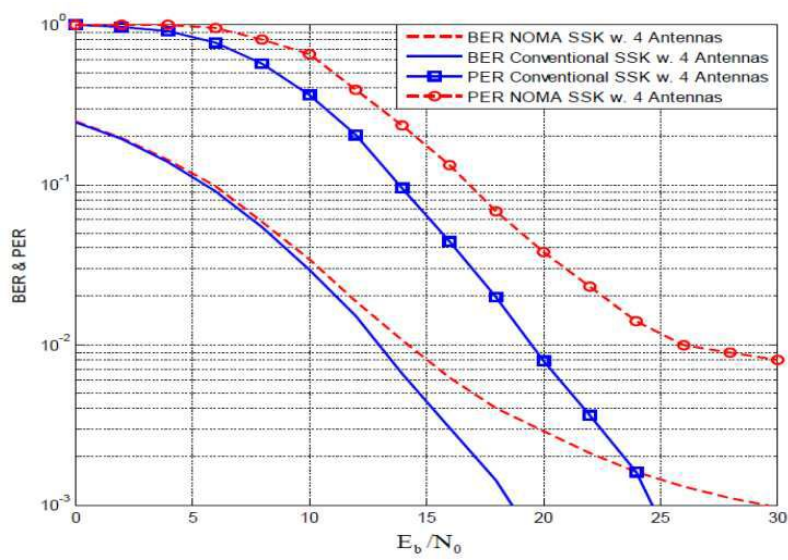
도면2



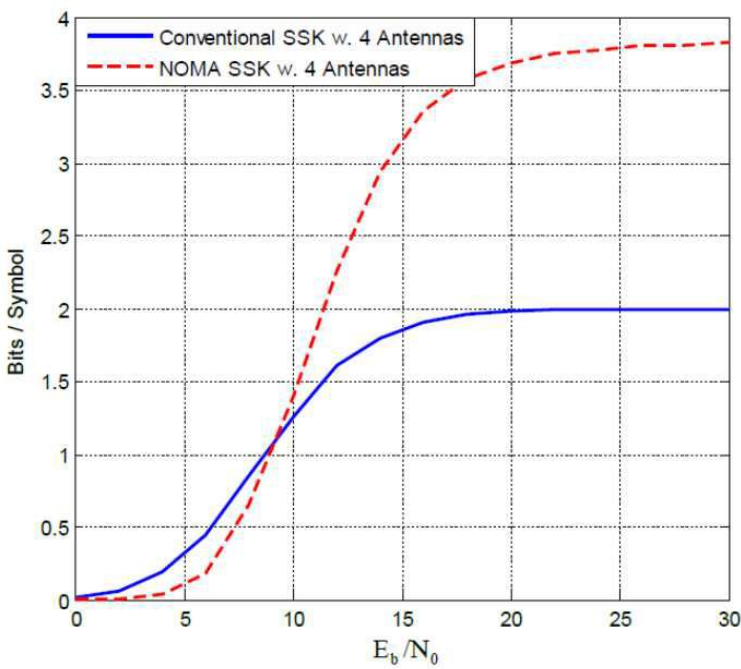
도면3



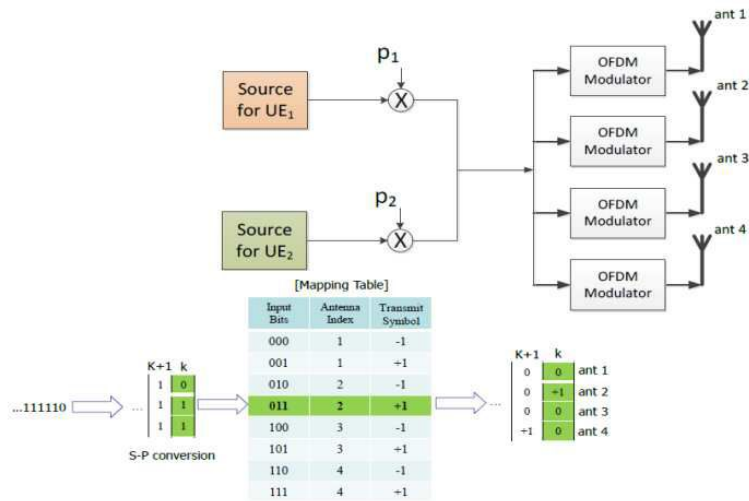
도면4



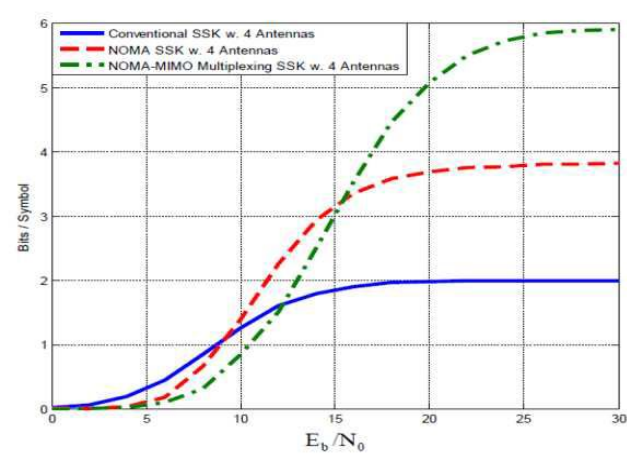
도면5



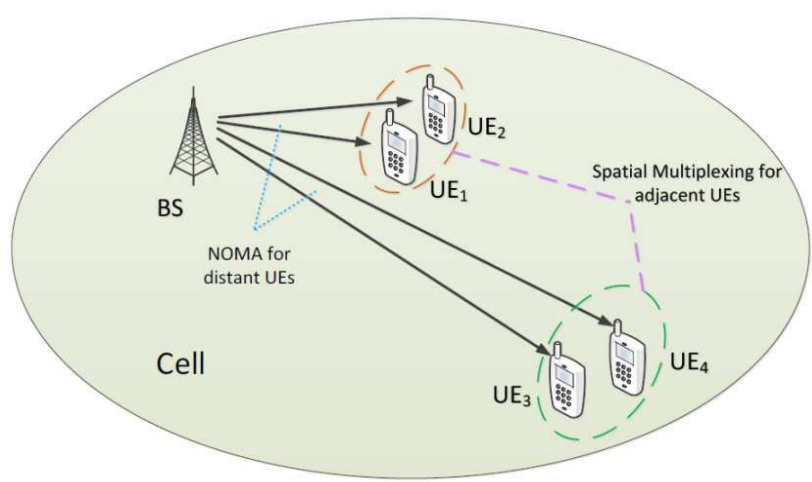
도면6



도면7



도면8



도면9

