



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월31일
(11) 등록번호 10-2381437
(24) 등록일자 2022년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04L 1/00 (2006.01) H04L 5/00 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H04L 1/0047 (2013.01)
H04L 1/0023 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0081002
(22) 출원일자 2017년06월27일
심사청구일자 2020년06월18일
(65) 공개번호 10-2019-0001274
(43) 공개일자 2019년01월04일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020070094653 A*
US20080181097 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
김찬홍
경기도 수원시 권선구 곡선로 10, 503동 1204호(권선동, 수원아이파크시티5단지)
한용규
서울특별시 서대문구 연세로 50, 2공학관 B718호(신촌동)
(74) 대리인
권혁록, 이정순

전체 청구항 수 : 총 14 항

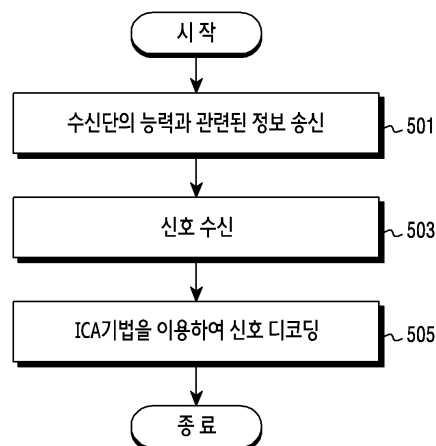
심사관 : 이현주

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 신호를 디코딩하기 위한 장치 및 방법

(57) 요약

본 개시는 LTE(Long Term Evolution)와 같은 4G(4th generation) 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G(5th generation) 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 무선 통신 시스템에서 수신단의 동작 방법은 송신단에게 상기 수신단의 ICA(independent component analysis) 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 송신하는 과정과, 상기 송신단으로부터 상기 능력에 대한 정보에 기반하여 생성된 신호를 수신하는 과정과, 상기 신호에 대한 채널 변화량을 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 상기 신호를 디코딩하는 과정을 포함한다.

대표도 - 도5



(52) CPC특허분류

H04L 5/0048 (2021.01)

(72) 발명자

김영환

서울특별시 서대문구 연세로 50, 2공학관 B718호
(신촌동)

이충용

서울특별시 서대문구 연세로 50, 2공학관 B626호
(신촌동)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 수신단의 동작 방법에 있어서,

송신단에게 상기 수신단의 ICA(independent component analysis) 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 송신하는 과정과,

상기 송신단으로부터 상기 능력에 대한 정보에 기반하여 생성된 신호를 수신하는 과정과,

시간 도메인에 대한 채널 변화량 및 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 ICA 블록의 크기를 결정하는 과정과,

상기 시간 도메인에 대한 채널 변화량 및 상기 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 상기 ICA 블록의 RS(reference signal)들 간 상기 시간 도메인에 대한 거리 및 상기 RS들 간 상기 주파수 도메인에 대한 거리를 결정하는 과정과,

상기 RS들 간 상기 시간 도메인에 대한 거리 및 상기 RS들 간 상기 주파수 도메인에 대한 거리에 기반하여 RS의 배치를 결정하는 과정, 및

상기 결정된 RS의 배치를 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 상기 신호를 디코딩하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 수신단의 능력에 대한 정보는, 상기 ICA 기법을 지원할 수 있는지 여부를 명시적으로 나타내는 정보, 상기 ICA 기법을 지원하기 위해 필요한 다른 능력의 지원 여부를 나타내는 정보, 및 상기 ICA 기법과 관련된 적어도 하나의 능력의 지원 여부를 나타내는 정보 중 적어도 하나를 포함하는 방법.

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 송신단에게 상기 채널 변화량을 지시하기 위한 제1 정보, 상기 ICA 블록의 일부 영역을 디코딩 영역으로 결정할 수 있는지 여부를 지시하기 위한 제2 정보, 상기 ICA 블록의 크기를 지시하기 위한 제3 정보, 및 상기 RS의 배치를 지시하기 위한 제4 정보 중 적어도 하나를 송신하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 ICA 블록의 크기 및 상기 채널 변화량에 기반하여 상기 ICA 블록의 일부 영역을 디코딩 영역으로 결정하는 과정과,

상기 ICA 블록의 일부 영역의 크기에 따라 상기 ICA 블록의 이동 단위를 결정하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 채널 변화량에 기반하여 상기 신호에 대한 보상을 수행하는 과정을 더 포함하는 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 신호에 대한 보상을 수행하는 과정은,

상기 채널 변화량에 기반하여 상기 신호에 대한 보상을 수행하기 위한 자원 영역을 결정하는 과정과,

상기 송신단이 송신한 다른 신호의 심볼 집합을 식별하는 과정과,

상기 심볼 집합 및 상기 자원 영역 내에서의 채널 변화량에 기반하여 상기 신호를 보상하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 10

무선 통신 시스템에서 송신단의 동작 방법에 있어서,

수신단으로부터 상기 수신단의 ICA(independent component analysis) 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 수신하는 과정과, 및

상기 ICA 기법에 관련된 능력에 대한 정보에 기반하여 생성된 신호를 상기 수신단에게 송신하는 과정을 포함하고,

ICA 블록의 크기는 시간 도메인에 대한 채널 변화량 및 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 결정되고,

상기 시간 도메인에 대한 채널 변화량 및 상기 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 상기 ICA 블록의 RS(reference signal)들 간 상기 시간 도메인에 대한 거리 및 상기 RS들 간 상기 주파수 도메인에 대한 거리가 결정되고,

상기 RS들 간 상기 시간 도메인에 대한 거리 및 상기 RS들 간 상기 주파수 도메인에 대한 거리에 기반하여 RS의 배치가 결정되고,

상기 신호는, 상기 결정된 RS의 배치를 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 디코딩되는 방법.

청구항 11

무선 통신 시스템에서 수신단 장치에 있어서,

송수신부와,

상기 송수신부와 기능적으로 결합된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는,

송신단에게 상기 수신단의 ICA(independent component analysis) 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 송신하고,
 상기 송신단으로부터 상기 ICA 기법에 관련된 능력에 기반하여 생성된 신호를 수신하고,
 시간 도메인에 대한 채널 변화량 및 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 ICA 블록의 크기를 결정하고,
 상기 시간 도메인에 대한 채널 변화량 및 상기 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 상기 ICA 블록의 RS(reference signal)들 간 상기 시간 도메인에 대한 거리 및 상기 RS들 간 상기 주파수 도메인에 대한 거리를 결정하고,
 상기 RS들 간 상기 시간 도메인에 대한 거리 및 상기 RS들 간 상기 주파수 도메인에 대한 거리에 기반하여 RS의 배치를 결정하고, 및
 상기 결정된 RS의 배치를 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 상기 신호를 디코딩하도록 제어하는 장치.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 ICA 기법에 관련된 능력에 대한 정보는, 상기 ICA 기법을 지원할 수 있는지 여부를 명시적으로 나타내는 정보, 상기 ICA 기법을 지원하기 위해 필요한 다른 능력의 지원 여부를 나타내는 정보, 및 상기 ICA 기법과 관련된 적어도 하나의 능력의 지원 여부를 나타내는 정보 중 적어도 하나를 포함하는 장치.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

청구항 11에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 송신단에게 상기 채널 변화량을 지시하기 위한 제1 정보, 상기 ICA 블록의 일부 영역을 디코딩 영역으로 결정할 수 있는지 여부를 지시하기 위한 제2 정보, 상기 ICA 블록의 크기를 지시하기 위한 제3 정보, 및 상기 RS의 배치를 지시하기 위한 제4 정보 중 적어도 하나를 송신하도록 제어하는 장치.

청구항 17

청구항 11에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 ICA 블록의 크기 및 상기 채널 변화량에 기반하여 상기 ICA 블록의 일부 영역을 디코딩 영역으로 결정하고, 상기 ICA 블록의 일부 영역의 크기에 따라 상기 ICA 블록의 이동 단위를 결정하도록 제어하는 장치.

청구항 18

청구항 11에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 채널 변화량에 기반하여 상기 신호에 대한 보상을 수행하도록 제어하는 장치.

청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 상기 채널 변화량에 기반하여 상기 신호에 대한 보상을 수행하기 위한 자원 영역을 결정하고, 상기 송신단이 송신한 다른 신호의 심볼 집합을 식별하고, 상기 심볼 집합 및 상기 자원 영역 내에서의 채널 변화량에 기반하여 상기 신호를 보상하도록 제어하는 장치.

청구항 20

무선 통신 시스템에서 송신단 장치에 있어서,

송수신부와,

상기 송수신부와 기능적으로 연결된 적어도 하나의 프로세서를 포함하고,

상기 적어도 하나의 프로세서는, 수신단으로부터 상기 수신단의 ICA(independent component analysis) 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 수신하고, 상기 ICA 기법에 관련된 능력에 대한 정보에 기반하여 생성된 신호를 상기 수신단에게 송신하도록 제어하고,

ICA 블록의 크기는 시간 도메인에 대한 채널 변화량 및 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 결정되고,

상기 시간 도메인에 대한 채널 변화량 및 상기 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 상기 ICA 블록의 RS(reference signal)들 간 상기 시간 도메인에 대한 거리 및 상기 RS들 간 상기 주파수 도메인에 대한 거리가 결정되고,

상기 RS들 간 상기 시간 도메인에 대한 거리 및 상기 RS들 간 상기 주파수 도메인에 대한 거리에 기반하여 RS의 배치가 결정되고,

상기 신호는, 상기 결정된 RS의 배치를 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 디코딩되는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시(disclosure)는 일반적으로 무선 통신 시스템에 관한 것으로, 보다 구체적으로 신호를 디코딩하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 4G(4th generation) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5G(5th generation) 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템을 개발하기 위한 노력이 이루어지고 있다. 이러한 이유로, 5G 통신 시스템 또는 pre-5G 통신 시스템은 4G 네트워크 이후(Beyond 4G Network) 통신 시스템 또는 LTE(Long Term Evolution) 시스템 이후(Post LTE) 시스템이라 불리어지고 있다.

[0004] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역(예를 들어, 28기가(28GHz) 또는 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전차원 다중입출력(Full Dimensional MIMO, FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔형성

(analog beam-forming), 및 대규모 안테나(large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

[0005] 또한 시스템의 네트워크 개선을 위해, 5G 통신 시스템에서는 진화된 소형 셀, 개선된 소형 셀(advanced small cell), 클라우드 무선 액세스 네트워크(cloud radio access network, cloud RAN), 초고밀도 네트워크(ultra-dense network), 기기 간 통신(Device to Device communication, D2D), 무선 백홀(wireless backhaul), 이동 네트워크(moving network), 협력 통신(cooperative communication), CoMP(Coordinated Multi-Points), 및 수신 간섭제거(interference cancellation) 등의 기술 개발이 이루어지고 있다.

[0006] 이 밖에도, 5G 시스템에서는 진보된 코딩 변조(Advanced Coding Modulation, ACM) 방식인 FQAM(Hybrid Frequency Shift Keying and Quadrature Amplitude Modulation) 및 SWSC(Sliding Window Superposition Coding)과, 진보된 접속 기술인 FBMC(Filter Bank Multi Carrier), NOMA(Non Orthogonal Multiple Access), 및 SCMA(Sparse Code Multiple Access) 등이 개발되고 있다.

[0007] 5G 시스템에서 ICA(independent component analysis) 기법의 사용이 고려될 수 있다. ICA 기법은 신호의 통계적 특성을 이용하는 수신 신호의 검출 기법이다. 수신 신호의 통계적 특성을 이용하는 특성상, ICA는 채널이 변하지 않아야 한다는 조건에서 상대적으로 우수한 성능을 갖는다. ICA를 적용하기 위해서는 충분한 수신 신호 샘플의 수를 확보해야 하므로 여러 시간 및 주파수 자원에 할당된 심볼들을 모아서 함께 처리해야 한다. 이 경우, 실제 무선 통신 환경에서는 시간 및 주파수에 따라 채널이 변화하지만, ICA는 일정한 채널을 상정한 뒤 신호를 디코딩한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 상술한 바와 같은 논의를 바탕으로, 본 개시(disclosure)는, 무선 통신 시스템에서 신호를 디코딩하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0010] 또한, 본 개시는, 무선 통신 시스템에서 채널 변화량에 기반한 ICA(independent component analysis)를 수행하여 신호를 디코딩하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0011] 또한, 본 개시는, 무선 통신 시스템에서 채널 변화량에 기반하여 ICA 블록 크기를 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0012] 또한, 본 개시는, 무선 통신 시스템에서 채널 변화량에 기반하여 RS(reference signal) 패턴을 결정하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0013] 또한, 본 개시는, 무선 통신 시스템에서 채널 변화량에 기반하여 ICA 블록의 중앙 영역을 추출하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0014] 또한, 본 개시는, 무선 통신 시스템에서 채널 변화량에 기반하여 수신 신호를 보상하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0016] 본 개시(disclosure)의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 수신단의 동작 방법은 송신단에게 상기 수신단의 ICA(independent component analysis) 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 송신하는 과정과, 상기 송신단으로부터 상기 능력에 대한 정보에 기반하여 생성된 신호를 수신하는 과정과, 상기 신호에 대한 채널 변화량을 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 상기 신호를 디코딩하는 과정을 포함할 수 있다.

[0017] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 송신단의 동작 방법은 수신단으로부터 상기 수신단의 ICA 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 수신하는 과정과, 상기 ICA 기법에 관련된 능력에 대한 정보에 기반하여 생성된 신호를 상기 수신단에게 송신하는 과정을 포함할 수 있다. 상기 신호는, 상기 수신단에 의해 채널 변화량을 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 디코딩될 수 있다.

[0018] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 수신단 장치는 송수신부와, 상기 송수신부와 기능적으로 결합된 적어도 하나의 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 프로세서는, 송신단에게 상기 수신단의 ICA 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 송신하고, 상기 송신단으로부터 상기 ICA 기법에 관련된 능력에 기반하여 생성된 신호를 수신하고, 상기 신호에 대한 채널 변화량을 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 상기

신호를 디코딩하도록 제어할 수 있다.

[0019] 본 개시의 다양한 실시 예들에 따르면, 무선 통신 시스템에서 송신단 장치는 송수신부와, 상기 송수신부와 기능적으로 연결된 적어도 하나의 프로세서를 포함할 수 있다. 상기 적어도 하나의 프로세서는, 수신단으로부터 상기 수신단의 ICA 기법에 관련된 능력에 대한 정보를 수신하고, 상기 ICA 기법에 관련된 능력에 대한 정보에 기반하여 생성된 신호를 상기 수신단에게 송신하도록 제어할 수 있다. 상기 신호는, 상기 수신단에 의해 채널 변화량을 고려하는 상기 ICA 기법을 이용하여 디코딩될 수 있다.

발명의 효과

[0021] 본 개시(disclosure)의 다양한 실시 예들에 따른 장치 및 방법은, 채널 변화량을 고려하여 ICA(independent component analysis)를 수행함으로써, 시간 및 주파수에 따라 변화하는 채널 환경에서, ICA의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0022] 본 개시에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 개시가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0024] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템의 예를 도시한다.

도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 장치의 구성의 예를 도시한다.

도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 수신단의 제어부의 구성의 예를 도시한다.

도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 신호를 송신하기 위한 송신단의 동작 방법을 도시한다.

도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA(independent component analysis)를 이용하여 신호를 디코딩하기 위한 수신단의 동작 방법을 도시한다.

도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 기법을 이용하여 신호를 디코딩하기 위한 수신단의 다른 동작 방법을 도시한다.

도 7a 및 7b는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA의 적용에 따른 오류 패턴의 예를 도시한다.

도 8은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호의 보상을 위한 성상도(constellation)의 예를 도시한다.

도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록 크기를 결정하기 위한 수신단의 동작 방법을 도시한다.

도 10은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 RS(reference signal) 패턴을 결정하기 위한 수신단의 동작 방법을 도시한다.

도 11a 내지 11c는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 RS 패턴의 예를 도시한다.

도 12a 내지 12c는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록 크기 및 RS 패턴을 결정하기 위한 신호 교환을 도시한다.

도 13은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록 크기의 예를 도시한다.

도 14a 및 14b는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 RS 패턴의 재결정의 예를 도시한다.

도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록의 중앙 영역을 추출하기 위한 수신단의 동작 방법을 도시한다.

도 16a 및 16b는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록의 중앙 영역의 이동 단위의 예를 도시한다.

도 17은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록의 중앙 영역의 추출의 예를 도시한

다.

도 18은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호를 보상하기 위한 수신단의 동작 방법을 도시한다.

도 19는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 송신 신호의 심볼 집합의 구분의 예를 도시한다.

도 20은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호에 대한 보상의 예를 도시한다.

도 21은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 기법을 이용하여 신호를 디코딩하기 위한 신호 교환을 도시한다.

도 22a 내지 22c는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA를 이용한 디코딩의 성능 그래프를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 본 개시에서 사용되는 용어들은 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 다른 실시 예의 범위를 한정하려는 의도가 아닐 수 있다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함할 수 있다. 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 용어들은 본 개시에 기재된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가질 수 있다. 본 개시에 사용된 용어들 중 일반적인 사전에 정의된 용어들은, 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 동일 또는 유사한 의미로 해석될 수 있으며, 본 개시에서 명백하게 정의되지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다. 경우에 따라서, 본 개시에서 정의된 용어일지라도 본 개시의 실시 예들을 배제하도록 해석될 수 없다.
- [0026] 이하에서 설명되는 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어적인 접근 방법을 예시로서 설명한다. 하지만, 본 개시의 다양한 실시 예들에서는 하드웨어와 소프트웨어를 모두 사용하는 기술을 포함하고 있으므로, 본 개시의 다양한 실시 예들이 소프트웨어 기반의 접근 방법을 제외하는 것은 아니다.
- [0028] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 신호를 디코딩하기 위한 장치 및 방법에 관한 것이다. 특히, 본 개시는 ICA(independent component analysis) 기법을 이용하여 신호를 검출하는 기술에 대하여 설명한다.
- [0029] 본 개시에서 이용되는 자원 영역을 지칭하는 용어(예: ICA 블록 및 중앙 영역), 메시지 또는 제어 정보를 지칭하는 용어(예: CSI(channel selectivity indicator), CEI(center extraction indicator), IBSI(ICA block size indicator), 및 RPI(reference signal pattern indicator)), 장치의 구성 요소를 지칭하는 용어 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 발명이 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다.
- [0031] 도 1은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템을 도시한다. 도 1은 무선 통신 시스템에서 무선 채널을 이용하는 노드(node)들의 일부로서, 송신단 110과 수신단 120을 예시한다. 도 1은 하나의 송신단 110 및 하나의 수신단 120을 도시하나, 복수의 송신단 또는 복수의 수신단을 포함할 수 있다. 또한, 설명의 편의를 위하여, 본 문서에서는 송신단 110과 수신단 120이 별개의 개체인 것으로 설명하나, 송신단 110과 수신단 120의 기능은 서로 바뀔 수 있다. 예를 들어, 셀룰러 통신 시스템의 상향링크의 경우, 송신단 110은 단말이고, 수신단 120은 기지국이 될 수 있으며, 하향링크의 경우, 송신단 110이 기지국이고, 수신단 120이 단말이 될 수 있다.
- [0032] 송신단 110은 수신단 120에게 신호를 송신할 수 있다. 수신단 120은 송신단 110으로부터 신호를 수신한 후, 수신된 신호에 대해 ICA 기법을 이용하여 신호를 디코딩할 수 있다. 이 경우, 채널은 시간 및 주파수에 따라 변화하므로, 수신단 120은 시간 도메인 및 주파수 도메인에 대한 채널 변화량을 고려하는 ICA 기법을 이용하여 신호를 디코딩함으로써, 디코딩 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0034] 도 2는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 장치의 구성을 도시한다. 즉, 도 2에 예시된 구성은 송신단 110 또는 수신단 120의 구성으로서 이해될 수 있다. 이하 사용되는 '...부', '...기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0035] 도 2를 참고하면, 장치는 제어부 210, 통신부 220, 및 저장부 230을 포함할 수 있다.
- [0036] 제어부 210은 장치의 전반적인 동작들을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어부 210은 통신부 220을 통해 신호를

송신 및 수신할 수 있다. 또한, 제어부 210은 저장부 230에 데이터를 기록하거나 읽을 수 있다. 이를 위해, 제어부 210은 적어도 하나의 프로세서 또는 마이크로(micro) 프로세서를 포함하거나, 또는, 프로세서의 일부일 수 있다. 또한, 통신부 220의 일부 및 제어부 210은 CP(communication processor)라 지칭될 수 있다. 다시 말해, 제어부 210은 통신부 220에 포함된 각 구성들의 동작을 제어할 수 있다. 예를 들어, 제어부 210은 송신단 110 또는 수신단 120이 후술하는 다양한 실시 예들에 따른 동작들을 수행하도록 제어할 수 있다.

[0037] 통신부 220은 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행할 수 있다. 예를 들어, 통신부 220은 시스템의 물리 계층 규격에 따라 기저대역 신호 및 비트열 간 변환 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 데이터 송신 시, 통신부 220은 송신 비트열을 부호화 및 변조함으로써 복소 심볼들을 생성할 수 있다. 또한, 데이터 수신 시, 통신부 220은 기저대역 신호를 복조 및 복호화를 통해 수신 비트열을 복원할 수 있다. 또한, 통신부 220은 기저대역 신호를 RF(radio frequency) 대역 신호로 상향변환한 후 안테나를 통해 송신하고, 안테나를 통해 수신되는 RF 대역 신호를 기저대역 신호로 하향변환할 수 있다.

[0038] 이를 위해, 통신부 220은 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서(mixer), 오실레이터(oscillator), DAC(digital to analog convertor), ADC(analog to digital convertor) 등을 포함할 수 있다. 또한, 통신부 220은 다수의 송수신 경로(path)들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부 220은 다수의 안테나 요소들(antenna elements)로 구성된 적어도 하나의 안테나 어레이(antenna array)를 포함할 수 있다. 하드웨어의 측면에서, 통신부 220은 디지털 유닛(digital unit) 및 아날로그 유닛(analog unit)으로 구성될 수 있으며, 아날로그 유닛은 동작 전력, 동작 주파수 등에 따라 다수의 서브 유닛(sub-unit)들로 구성될 수 있다.

[0039] 통신부 220은 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 통신부 220은 '송신부', '수신부' 또는 '송수신부'로 지칭될 수 있다. 또한, 이하 설명에서, 무선 채널을 통해 수행되는 송신 및 수신은 통신부 220에 의해 상술한 바와 같은 처리가 수행되는 것을 포함하는 의미로 사용된다. 또한, 통신부 220은 백홀(backhaul) 망을 통해 연결된 다른 네트워크 개체와의 통신을 위한 백홀 통신부를 포함할 수 있다.

[0040] 저장부 230은 장치의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장할 수 있다. 저장부 230은 휘발성 메모리, 비휘발성 메모리 또는 휘발성 메모리와 비휘발성 메모리의 조합으로 구성될 수 있다. 그리고, 저장부 230은 제어부 210의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공할 수 있다.

[0042] 도 3은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 수신단 120의 제어부의 구성의 예를 도시한다. 도 3에 예시된 구성은 제어부 210의 일부 구성으로서 이해될 수 있다.

[0043] 도 3을 참고하면, 제어부 210은 디모듈레이션 모듈 310 및 ICA 수행 모듈 320을 포함할 수 있다.

[0044] 디모듈레이션 모듈 310은 모듈레이션된 신호를 원래의 신호로 되돌리는 기능을 수행할 수 있다. 예를 들어, 모듈레이션된 신호는 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 기술에 기반하여 디모듈레이션될 수 있다. 디모듈레이션 모듈 310은 ICA 수행 모듈 320에게 디모듈레이션된 신호를 전달하는데, 상기 전달되는 신호는 아직 채널의 영향이 제거되지 않은 신호를 포함할 수 있다. 예를 들어, 채널의 영향이 제거되지 않은 신호는 채널에 대한 이퀄라이즈(equalize)가 수행되지 않은 신호를 포함할 수 있다. 구체적으로, 상기 전달되는 신호는 아직 채널의 영향이 제거되지 않은 기저대역(baseband)에서의 심볼 레벨의 신호를 포함할 수 있다.

[0045] ICA 수행 모듈 320은 채널의 영향이 제거되지 않은 신호에 ICA를 수행할 수 있다. 여기서, ICA는 수신단 120이 송신단 110으로부터 수신한 신호(즉, 수신 신호)의 통계적 특성을 이용하여, 송신단 110이 수신단 120에게 송신한 신호(즉, 송신 신호)를 추정하는 기법을 의미할 수 있다. ICA가 수행됨으로써 신호에 대한 채널의 영향이 제거될 수 있다. 즉, ICA가 수행된 신호는 채널 영향이 제거된 기저대역에서의 심볼 레벨의 신호를 포함할 수 있다. ICA의 수행은 수신 신호의 2차 통계적 특성인 코베리언스(covariance)를 이용하는 화이트닝(whitening) 과정과 4차 통계적 특성인 커토시스(kurtosis)를 이용하는 로테이팅(rotating) 과정으로 구성된다. 이 경우, 하기 <수학식 1>을 참고하면, 위상(phase)과 순열(permutation)을 정확히 구분할 수 없는 모호성(ambiguity) 문제가 발생한다.

수학식 1

$$\begin{aligned} \mathbf{y} &= \mathbf{H}\mathbf{x} \\ &= \left(\frac{1}{\alpha} \mathbf{H} \right) \cdot (\alpha \mathbf{x}), \quad |\alpha| = 1 \\ &= (\mathbf{H}\mathbf{P}^{-1}) \cdot (\mathbf{P}\mathbf{x}), \quad \mathbf{P} : \text{Permutation matrix} \end{aligned}$$

[0046]

[0047]

여기서, y 는 수신 신호, H 는 채널, x 는 송신 신호를 의미한다. 이 경우, 위상 모호성은 송신 신호 x 와 크기 1의 복소수 α 가 곱해진 αx 의 구분이 불가능한 문제이다. 순열 모호성은 송신 신호 x 와 순열 매트릭스 P 가 곱해진 Px 를 구분할 수 없는 문제이다. ICA의 경우, 상술한 모호성 문제를 해결하기 위해 사용 가능한 다수의 RS들 중 일부 RS들이 사용될 수 있다. 예를 들어, ICA의 경우, LTE(long term evolution)에서 사용되는 RS의 개수보다 적은 수의 RS가 사용될 수 있다. 즉, ICA에서 사용되는 RS는 LTE에서 직접적인 채널 추정을 위해 사용되는 DMRS(demodulation reference signal)과 달리, 상관관계(correlation) 비교를 통해 모호성 문제를 해결하기 위해 사용될 수 있다.

[0049]

도 4는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 신호를 송신하기 위한 송신단 110의 동작 방법을 도시한다.

[0050]

도 4를 참고하면, 401 단계에서, 송신단 110은 수신단 120으로부터 수신단 120의 능력(capability)과 관련된 정보를 수신할 수 있다. 예를 들어, 수신단 120의 능력과 관련된 정보는 수신단 120이 ICA를 지원하는지 여부를 지시하는 정보를 포함할 수 있다. 예를 들어, ICA를 지원하는지 여부를 지시하는 정보는, ICA 지원 여부를 명시적으로 나타내는 정보, ICA를 지원하기 위해 필요한 다른 능력의 지원 여부를 나타내는 정보, ICA와 관련된 적어도 하나의 능력(예: 중앙 영역 추출 및 디코딩의 가부, 수신 신호 보상 가부 등)의 지원 여부를 나타내는 정보 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 송신단 110은 수신단 120에게 수신단 120의 능력과 관련된 정보를 요청하고, 상기 요청에 대한 응답으로서 수신단 120의 능력과 관련된 정보를 수신할 수 있다. 다른 실시 예들에서, 송신단 110은 수신단 120과의 초기 접속(initial access) 과정에서, 별도의 요청 없이 수신단 120으로부터 수신단 120의 능력과 관련된 정보를 수신할 수 있다.

[0051]

403 단계에서, 송신단 110은 수신단 120의 능력과 관련된 정보에 기반하여 수신단 120에게 신호를 송신할 수 있다. 예를 들어, 수신단 120이 ICA 기법을 지원하는 경우, 송신단 110은 ICA 블록 크기 및 RS 배치를 고려하여 송신 신호를 생성하고, 송신할 수 있다.

[0053]

일부 실시 예들에서, ICA를 지원하는 수신단과 ICA를 지원하지 않는 수신단이 혼재하는 상황이 발생할 수 있다. 이 경우, 송신단과 수신단은 수신단의 능력에 대한 협상(negotiation)을 수행할 수 있다. 구체적으로, 송신단이 수신단에게 수신단의 능력에 대한 정보를 요청하고, 수신단은 이에 대한 응답으로 송신단에게 수신단의 능력에 대한 정보를 송신할 수 있다. 예를 들어, 송신단과 수신단 각각이 ICA를 지원하는 기지국(이하, 'ICA 기지국') 또는 ICA를 지원하지 않는 기지국(이하, '레거시(legacy) 기지국') 및 ICA를 지원하는 단말(이하, 'ICA 단말') 또는 ICA를 지원하지 않는 단말(이하, '레거시 단말')로 동작하는 경우, 하기 <표 1> 및 <표 2>와 같이 단말의 능력에 대한 협상이 수행될 수 있다. 즉, <표 1>은 상향링크에서의 단말의 능력에 대한 협상 절차를 의미하고, <표 2>는 하향링크에서의 단말의 능력에 대한 협상 절차를 의미할 수 있다.

표 1

[0054]

상황	수신단	송신단	협상 절차
1-1	ICA 기지국	ICA 단말	요청(0)→ 응답(0)→ ICA로 동작 요청(0)→ 응답(X)→ 레거시로 동작
1-2	ICA 기지국	레거시 단말	요청(0)→ 응답(X)→ 레거시로 동작 요청(0)→ 응답(X)→ ICA로 동작
1-3	레거시 기지국	ICA 단말 또는 레거시 단말	요청(X)→ 응답(X)→ 레거시로 동작

[0056]

여기서, 요청(0)은 기지국이 단말에게 단말이 ICA를 지원하는지 여부에 대한 정보를 요청하는 것을 의미할 수

있다. 요청(X)는 ICA 기지국이 단말에게 단말이 ICA를 지원하는지 여부에 대한 정보를 요청하지 않는 것을 의미할 수 있다. 응답(O)는 단말이 기지국에게 단말이 ICA를 지원한다는 정보를 송신하는 것을 의미할 수 있다. 응답(X)는 단말이 기지국에게 단말이 ICA를 지원하지 않는다는 정보를 송신하는 것을 의미할 수 있다.

[0057] 상황 1-1에서, 단말이 ICA 기지국에게 응답(O)를 송신하는 경우, 단말은 ICA 단말로 동작할 수 있다. 또한, 단말이 ICA 기지국에게 응답(X)를 송신하는 경우, 단말은 레거시 단말로 동작할 수 있다. 이 경우, 응답(X)는 단말이 ICA를 지원하도록 설계되었지만, ICA를 지원할 수 있는 상황이 아닌 경우의 응답을 의미한다.

[0058] 상황 1-2에서, 단말이 ICA 기지국에게 응답(X)를 송신하는 경우, 단말은 레거시 단말로 동작할 수 있다. 이 경우, 기지국은 레거시 기지국 또는 ICA 기지국으로 동작할 수 있다. ICA 기지국으로 동작하는 경우 단말과 기지국이 LTE에서 사용되는 RS에 대한 정보를 알고 있기 때문에, 기지국이 해당 RS를 ICA의 모호성을 해결하기 위한 RS로 사용하면, 기지국은 ICA 기지국으로 동작할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 기지국이 레거시 기지국으로 동작할지 ICA 기지국으로 동작할지는 기지국의 디코딩 성능 및 복잡도에 기반하여 결정될 수 있다.

[0059] 상황 1-3에서, 기지국이 레거시 기지국이기 때문에, 단말의 능력에 대한 협상 절차를 수행할 여지가 없다. 따라서, 기지국이 요청을 송신하지 않고, 단말 또한 이에 대한 응답을 송신하지 않으므로, 단말이 ICA 단말인지 레거시 단말인지와 관련 없이 단말은 레거시 단말로 동작할 수 있다.

표 2

상황	송신단	수신단	협상 절차
2-1	ICA 기지국	ICA 단말	요청(O)→ 응답(O)→ ICA로 동작 요청(O)→ 응답(X)→ 레거시로 동작
2-2	ICA 기지국	레거시 단말	요청(O)→ 응답(X)→ 레거시로 동작
2-3	레거시 기지국	ICA 단말	요청(X)→ 응답(X)→ 레거시로 동작 요청(X)→ 응답(X)→ ICA로 동작
2-4	레거시 기지국	레거시 단말	요청(X)→ 응답(X)→ 레거시로 동작

[0063] 상황 2-1에서, 단말이 ICA 기지국에게 응답(O)를 송신하는 경우, 단말은 ICA 단말로 동작할 수 있다. 또한, 단말이 ICA 기지국에게 응답(X)를 송신하는 경우, 단말은 레거시 단말로 동작할 수 있다. 이 경우, 응답(X)는 단말이 ICA를 지원하도록 설계되었지만, ICA를 지원할 수 있는 상황이 아닌 경우의 응답을 의미한다.

[0064] 상황 2-2에서, 단말이 ICA 기지국에게 응답(X)를 송신하는 경우, 단말은 레거시 단말로 동작할 수 있다.

[0065] 상황 2-3에서, 기지국이 요청을 송신하지 않고 단말 또한 이에 대한 응답을 송신하지 않으므로, 단말은 레거시 단말로 동작할 수 있다. 다만, 단말과 기지국이 LTE에서 사용되는 RS에 대한 정보를 알고 있기 때문에, 단말이 해당 RS를 ICA의 모호성을 해결하기 위한 RS로 사용하면, 단말은 ICA 단말로 동작할 수 있다. 단말이 레거시 단말로 동작할지 ICA 단말로 동작할지는 단말의 디코딩 성능 및 복잡도에 기반하여 결정될 수 있다.

[0066] 상황 2-4에서, 기지국이 레거시 기지국이기 때문에, 단말의 능력에 대한 협상 절차를 수행할 여지가 없다. 따라서, 기지국이 요청을 송신하지 않고, 단말 또한 이에 대한 응답을 송신하지 않으므로, 단말은 레거시 단말로 동작할 수 있다.

[0068] 도 5는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA(independent component analysis)를 이용하여 신호를 디코딩하기 위한 수신단 120의 동작 방법을 도시한다.

[0069] 도 5를 참고하면, 501 단계에서, 수신단 120은 송신단 110에게 수신단 120의 능력과 관련된 정보를 송신할 수 있다. 예를 들어, 수신단 120의 능력과 관련된 정보는 수신단 120이 ICA를 지원하는지 여부를 지시하는 정보를 의미할 수 있다.

[0070] 503 단계에서, 수신단 120은 송신단 110으로부터 신호를 수신할 수 있다. 여기서, 신호는 수신단 120의 능력과 관련된 정보에 기반하여 송신단 110에 의해 생성된 신호를 의미할 수 있다.

[0071] 505 단계에서, 수신단 120은 ICA 기법을 이용하여 신호를 디코딩할 수 있다. 여기서, ICA 기법은 채널 변화량을 고려하여 수행될 수 있다. 여기서, 채널 변화량은 시간 도메인 및 주파수 도메인에서 채널에 대한 값의 변화량을 의미할 수 있다. 채널 변화량은 "채널 선택성(selectivity)" 또는 이와 동등한 기술적 의미를 가지는 다른

명칭으로 지칭될 수 있다. 이 경우, 수신단 120이 ICA 기법을 이용하여 신호를 디코딩함에 있어서, 시간 및 주파수에 따른 채널 변화량을 고려함으로써, 수신단 120의 디코딩 성능이 향상될 수 있다.

[0073] 도 6은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 기법을 이용하여 신호를 디코딩하기 위한 수신단 120의 다른 동작 방법을 도시한다. 도 6에 도시된 절차는 505 단계의 구체적인 동작의 일 예로 이해될 수 있다.

[0074] 도 6을 참고하면, 601 단계에서, 수신단 120은 채널 변화량에 기반하여 ICA 블록 크기를 결정할 수 있다. 여기서, ICA 블록 크기는, 한 번의 ICA 수행에 사용되는 적어도 하나의 수신 신호 샘플이 위치하는 자원 영역의 크기를 의미할 수 있다. 일부 실시 예들에서, ICA 블록은 RB(resource block)을 의미할 수 있다. 이 경우, 수신단 120이 ICA 블록 크기를 결정한다는 것은 RB의 크기를 결정하는 것을 의미할 수 있다.

[0075] ICA는 채널 변화량에 따라 성능이 저하되는 점과, 수신 신호의 통계적 특성을 이용하기 때문에 다수의 수신 신호 샘플들이 필요하다는 점의 상반되는 특징들을 갖고 있다. 즉, ICA의 송신 신호를 추정하는 성능을 높이기 위해서는 시간 및 주파수에 따라 채널이 변하지 않는 환경에서 충분한 수의 수신 신호 샘플들을 확보하여 정확한 통계적 특성을 얻는 것이 중요하다. 하지만, 시간 및 주파수에 따라 채널이 변하는 환경에서 ICA 블록 크기가 커질수록 얻을 수 있는 수신 신호 샘플의 수가 증가하는 반면, 동시에 채널 변화량도 증가한다. 따라서, 수신단 120은 상술한 두 특징들의 효과를 적절히 제어하기 위해 채널 변화량에 따라 ICA 블록 크기를 적응적으로 조절할 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위하여, 시간 및 주파수에 따라 변하지 않는 채널을 플랫 채널(flat channel)로 지칭되고, 시간 및 주파수에 따라 변하는 채널을 선택적 채널(selective channel)로 지칭된다.

[0076] 603 단계에서, 수신단 120은 ICA 블록 크기에 기반하여 RS 패턴을 결정할 수 있다. 즉, 수신단 120은 채널 변화량에 의한 영향을 최소화하기 위하여 ICA 블록 크기에 따라 최적의 위치에 RS를 배치할 수 있다. 여기서, RS 패턴은 ICA 블록에서 RS의 배치를 의미할 수 있다.

[0077] 605 단계에서, 수신단 120은 디코딩을 수행하기 위한 ICA 블록의 중앙 영역을 결정할 수 있다. 이는, ICA는 수신 신호의 통계적 특성을 이용하기 때문에 ICA 블록 단위로 수행되는데, 이때 ICA 블록의 가장자리에서 ICA의 오류 패턴이 관찰되기 때문이다. 도 7a를 참고하면, ICA의 오류 패턴은 ICA 블록의 가장자리에서 주로 발생할 수 있다. 이 때, 시간 및 주파수에 따라 채널이 변하는 환경에서, 선택적 채널을 통과한 수신 신호는 하기 <수학식 2>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 2

$$[0078] \quad \mathbf{y}(f,t) = \mathbf{H}(f,t)\mathbf{x}(f,t)$$

[0079] 여기서, $\mathbf{y}(f,t)$ 는 수신 신호, $\mathbf{H}(f,t)$ 는 선택적 채널, $\mathbf{x}(f,t)$ 는 송신 신호를 의미한다. 즉, 선택적 채널은 시간 및 주파수에 따라 변화할 수 있다. 하지만, ICA는 $\mathbf{y}(f,t)$ 로부터 $\mathbf{x}(f,t)$ 를 추정하는 과정에서 플랫 채널을 사용한다. 여기서, 플랫 채널은 $\bar{\mathbf{H}}$ 로 표현될 수 있다. 이 경우, 도 7b를 참고하면, ICA 블록의 중앙 영역의 경우, 선택적 채널과 플랫 채널이 유사하여 오류가 적지만, ICA 블록의 가장자리 영역의 경우, 선택적 채널과 플랫 채널이 차이가 크기 때문에 오류가 발생할 확률이 높다. 따라서, 수신단 120은 오류가 발생할 확률이 낮은 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있다. 여기서, 결정된 ICA 블록의 중앙 영역은 디코딩이 수행되는 영역을 의미할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 도 6의 605 단계는 생략될 수 있다.

[0080] 607 단계에서, 수신단 120은 채널 변화량에 기반하여 수신 신호를 보상할 수 있다. 즉, 채널 변화량에 의해 변형된 수신 신호는 보상될 수 있다. 도 8을 참고하면, 송신단 110의 송신 안테나가 2개이고, 4QAM(quadrature amplitude modulation)이 사용되는 노이즈가 없는 무선 통신 시스템을 가정하는 경우, 수신 신호의 보상을 위한 성상도(constellation)의 예가 도시된다. 만약, 채널이 플랫 채널이라면, 수신 신호는 성상점 801(즉, X)과 같다. 반면, 채널이 선택적 채널이라면, 수신 신호는 성상점 803(즉, 0)과 같다. 이 경우, 수신단 120은 성상점 803에 대응하는 수신 신호에 발생한 변화를 보상하여 성상점 801에 대응하는 수신 신호로 되돌리면, 채널 변화량을 보정하여 선택적 채널을 플랫 채널로 보정하는 효과가 발생할 수 있다. 이를 통해, 수신단 120은 채널 변화량에 기반하여 수신 신호를 보상함으로써 ICA의 성능 저하를 감소시킬 수 있다. 일부 실시 예들에서, 도 6의 607 단계는 생략될 수 있다.

[0081] 609 단계에서, 수신단 120은 보상된 수신 신호에 대하여 ICA를 이용한 디코딩을 수행할 수 있다. 즉, 수신단

120은 보상된 수신 신호에 대하여 ICA 기법을 이용하여 송신 신호를 추정할 수 있다.

- [0082] 일부 실시 예들에서, 도 6의 601 단계와 603 단계 중 적어도 하나는 송신단 110에 의해 수행될 수 있다. 601 단계의 ICA 블록 크기를 결정하는 과정과 603 단계의 RS 패턴을 결정하는 과정에 대한 상세한 시그널링 절차는 하기 도 12a 내지 12c에서 설명된다.
- [0084] 도 9는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록 크기를 결정하기 위한 수신단 120의 동작 방법을 도시한다. 도 9에 도시된 절차는 601 단계의 구체적인 동작의 일 예로 이해될 수 있다.
- [0085] 도 9를 참고하면, 901 단계에서, 수신단 120은 시간 도메인 및 주파수 도메인에 대한 채널 변화량을 측정할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 수신단 120은 시간에 따라 변화하는 채널에 대한 값과 주파수에 따라 변화하는 채널에 대한 값을 각각 결정할 수 있다.
- [0086] 903 단계에서, 수신단 120은 시간 도메인에 대한 채널 변화량이 제1 임계값 γ_1 보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 제1 임계값 γ_1 는 수신단 120의 능력에 기반하여 결정될 수 있다.
- [0087] 905 단계에서, 수신단 120은 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 제2 임계값 γ_2 보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 여기서, 제2 임계값 γ_2 는 제1 임계값 γ_1 과 다르거나 같을 수 있다.
- [0088] 907 단계에서, 수신단 120은 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 제2 임계값 γ_2 보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 제2 임계값 γ_2 는 수신단 120의 능력에 기반하여 결정될 수 있다.
- [0089] 909 단계에서, 만약, 시간 도메인에 대한 채널 변화량이 제1 임계값 γ_1 보다 크고 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 제2 임계값 γ_2 보다 큰 경우, 수신단 120은 ICA 블록의 시간 도메인의 길이를 0.5RB, ICA 블록의 주파수 도메인의 길이를 0.5RB로 결정할 수 있다. 이는, 채널 변화량이 시간 도메인과 주파수 도메인 모두에서 크기 때문에, 상대적으로 적은 수의 수신 신호 샘플들을 확보함으로써 발생하는 ICA의 성능 열화를 감수하면서도, ICA 블록에 해당하는 채널 변화량을 감소시키기 위함이다.
- [0090] 911 단계에서, 반면, 시간 도메인에 대한 채널 변화량이 제1 임계값 γ_1 보다 크지만 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 제2 임계값 γ_2 보다 크지 않은 경우, 수신단 120은 ICA 블록의 시간 도메인의 길이를 0.5RB, ICA 블록의 주파수 도메인의 길이를 1RB로 결정할 수 있다.
- [0091] 913 단계에서, 만약, 시간 도메인에 대한 채널 변화량이 제1 임계값 γ_1 보다 크지 않지만 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 제2 임계값 γ_2 보다 큰 경우, 수신단 120은 ICA 블록의 시간 도메인의 길이를 1RB, ICA 블록의 주파수 도메인의 길이를 0.5RB로 결정할 수 있다.
- [0092] 915 단계에서, 반면, 시간 도메인에 대한 채널 변화량이 제1 임계값 γ_1 보다 크지 않고 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 제2 임계값 γ_2 보다 크지 않은 경우, 수신단 120은 ICA 블록의 시간 도메인의 길이를 1RB, ICA 블록의 주파수 도메인의 길이를 1RB로 결정할 수 있다. 이는, 채널 변화량이 시간 도메인과 주파수 도메인 모두에서 작기 때문에, 상대적으로 큰 ICA 블록을 설정하여, 상대적으로 많은 수의 수신 신호 샘플들을 확보하기 위함이다.
- [0094] 도 10은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 RS(reference signal) 패턴을 결정하기 위한 수신단 120의 동작 방법을 도시한다. 도 10에 도시된 절차는 603 단계의 구체적인 동작의 일 예로 이해될 수 있다.
- [0095] 도 10을 참고하면, 1001 단계에서, 수신단 120은 ICA 블록 크기를 확인할 수 있다. 이는, RS 패턴이 ICA 블록 크기에 따라 채널 변화량에 의한 영향이 최소화되도록 결정되어야 하기 때문일 수 있다.
- [0096] 1003 단계에서, 수신단 120은 채널 변화량에 기반하여 RS 패턴을 결정할 수 있다. 일부 실시 예들에서, RS 패턴을 결정하기 위한 최적화 메트릭(optimization metric)은 하기 <수학식 3> 또는 <수학식 4>와 같이 결정될 수 있다.

수학식 3

$$\max\left(\min\left(\alpha \min(d_i^f), (1-\alpha) \min(d_i^t)\right)\right)$$

[0097]

[0098] 여기서, d_i^t 는 RS들 간 시간 도메인에 대한 거리, d_i^f 는 RS들 간 주파수 도메인에 대한 거리, α 는 시간 도메인과 주파수 도메인에 대한 가중치를 의미한다.

수학식 4

$$\min\left(\alpha \sum_i d_i^f + (1-\alpha) \sum_i d_i^t\right)$$

[0099]

[0100] 여기서, d_i^t 는 RS들 간 시간 도메인에 대한 거리, d_i^f 는 RS들 간 주파수 도메인에 대한 거리, α 는 시간 도메인과 주파수 도메인에 대한 가중치를 의미한다.

[0101] 즉, 수신단 120은 시간 도메인과 주파수 도메인에 대한 채널 변화량에 기반하여 RS들 간 시간 도메인에 대한 거리 및 RS들 간 주파수 도메인에 대한 거리를 계산함으로써 최적의 RS 패턴을 결정할 수 있다. 예를 들어, ICA 블록 크기가 시간 도메인에서 1RB이고 주파수 도메인에서 1RB라고 가정할 때, 도 11a를 참고하면, 시간 도메인에 대한 채널 변화량과 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 유사한 경우, RS들 간 시간 도메인에 대한 거리 및 주파수 도메인에 대한 거리에 기반하여 ICA 블록에 균일하게 분포될 수 있다. 도 11b를 참고하면, 시간 도메인에 대한 채널 변화량이 주파수 도메인에 대한 채널 변화량보다 큰 경우, RS는 ICA 블록 내에서 시간 도메인에 대하여 더 밀도 있게 분포될 수 있다. 도 11c를 참고하면, 시간 도메인에 대한 채널 변화량이 주파수 도메인에 대한 채널 변화량보다 크지 않은 경우, RS는 ICA 블록 내에서 주파수 도메인에 대하여 더 밀도 있게 분포될 수 있다.

[0103] 도 12a는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록 크기 및 RS 패턴을 결정하기 위한 신호 교환을 도시한다.

[0104] 도 12a를 참고하면, 1201 단계에서, 송신단 110은 수신단 120에게 제어 신호를 송신할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 송신단 110은 수신단 120에게 채널 변화량의 측정을 위한 신호를 송신할 수 있다.

[0105] 1202 단계에서, 수신단 120은 채널 변화량을 측정할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 채널 변화량은 제어 신호에 기반하여 결정될 수 있다.

[0106] 1203 단계에서, 수신단 120은 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있는지 여부를 결정할 수 있다. 이는, 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있는지 여부에 따라 RS 패턴이 달라지기 때문일 수 있다.

[0107] 1204 단계에서, 수신단 120은 송신단 110에게 CSI 및 CEI를 송신할 수 있다. 일부 실시 예들에서, CSI는 채널 변화량을 지시하기 위한 정보를 의미할 수 있다. 다른 실시 예들에서, CEI는 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있는지 여부를 지시하기 위한 정보를 의미할 수 있다.

[0108] 1205 단계에서, 송신단 110은 ICA 블록 크기를 결정할 수 있다. 여기서, ICA 블록 크기는 CSI에 기반하여 결정될 수 있다. 1206 단계에서, 송신단 110은 RS 패턴을 결정할 수 있다. 여기서, RS 패턴은 ICA 블록 크기, CSI, 및 CEI에 기반하여 결정될 수 있다. 1207 단계에서, 송신단 110은 자원을 맵핑할 수 있다. 여기서, 자원은 RS 패턴에 기반하여 맵핑될 수 있다.

[0109] 1208 단계에서, 송신단 110은 수신단 120에게 IBSI 및 RPI를 송신할 수 있다. 예를 들어, 도 13을 참고하면, 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 제2 임계값 γ_f 보다 큰 경우 IBSI의 첫 번째 비트는 0으로 설정되고, 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 제2 임계값 γ_f 보다 작은 경우 IBSI의 첫 번째 비트는 1로 설정될 수 있다. 또한, 시간 도메인에 대한 채널 변화량이 제1 임계값 γ_t 보다 큰 경우 IBSI의 첫 번째 비트는 0으로 설정되고, 시간 도

메인에 대한 채널 변화량이 제1 임계값 γ_1 보다 작은 경우 IBSI의 두 번째 비트는 1로 설정될 수 있다. 이 경우, 만약, 시간 도메인 및 주파수 도메인 각각에 해당하는 IBSI의 비트가 0이라면, 시간 도메인 및 주파수 도메인에 대한 채널 변화량이 ICA의 성능 열화에 미치는 영향이 우세하므로(dominant), ICA 블록 크기는 0.5RB로 설정될 수 있다. 반면, 시간 도메인 및 주파수 도메인 각각에 해당하는 IBSI의 비트가 1이라면, ICA 블록 크기는 수신 신호 샘플의 수의 증가에 따른 ICA의 성능 향상을 위해 1RB로 설정될 수 있다. 일부 실시 예들에서, IBSI는 ICA 블록의 크기를 지시하기 위한 정보를 의미할 수 있다. 일부 실시 예들에서, RPI는 RS 패턴을 지시하기 위한 정보를 의미할 수 있다.

- [0111] 도 12b는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록 크기 및 RS 패턴을 결정하기 위한 다른 신호 교환을 도시한다.
- [0112] 도 12b를 참고하면, 1211 단계에서, 송신단 110은 수신단 120에게 제어 신호를 송신할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 송신단 110은 수신단 120에게 채널 변화량의 측정을 위한 신호를 송신할 수 있다. 1212 단계에서, 수신단 120은 채널 변화량을 측정할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 채널 변화량은 제어 신호에 기반하여 결정될 수 있다.
- [0113] 1213 단계에서, 수신단 120은 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있는지 여부를 결정할 수 있다. 이는, 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있는지 여부에 따라 RS 패턴이 달라지기 때문이다. 1214 단계에서, 수신단 120은 ICA 블록 크기를 결정할 수 있다. 여기서, ICA 블록 크기는 채널 변화량에 기반하여 결정될 수 있다.
- [0114] 1215 단계에서, 수신단 120은 RS 패턴을 결정할 수 있다. 여기서, RS 패턴은 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있는지 여부, ICA 블록 크기, 및 채널 변화량에 기반하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 도 14a를 참고하면, 만약, 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 없는 경우, RS는 채널 변화에 강인하도록(robustness) 굵은 실선 1401로 표시된 ICA 블록 내에 균일하게 배치될 수 있다. 이 경우, 만약, 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있는 경우, 수신단 120은 ICA 블록을 이동시키며 ICA를 수행하게 되므로, 점선 1403으로 표시된 ICA 블록에서 추가적으로 ICA를 수행한다. 이 경우, RS가 점선 1403으로 표시된 ICA 블록의 가장자리에 배치되는 문제가 발생한다. 따라서, 도 14b를 참고하면, 수신단 120이 ICA 블록의 중앙 영역을 추출할 수 있는 경우, RS는 점선 1403으로 표시된 ICA 블록을 고려하여 배치될 수 있다.
- [0115] 1216 단계에서, 수신단 120은 송신단 110에게 IBSI 및 RPI를 송신할 수 있다. 일부 실시 예들에서, IBSI는 ICA 블록의 크기를 지시하기 위한 정보를 의미할 수 있다. 다른 실시 예들에서, RPI는 RS 패턴을 지시하기 위한 정보를 의미할 수 있다. 1217 단계에서, 송신단 110은 자원을 맵핑할 수 있다. 여기서, 자원은 RS 패턴에 기반하여 맵핑될 수 있다.
- [0117] 도 12c는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록 크기 및 RS 패턴을 결정하기 위한 다른 신호 교환을 도시한다.
- [0118] 도 12c를 참고하면, 1221 단계에서, 수신단 120은 송신단 110에게 NACK(negative acknowledgement)을 송신할 수 있다. 여기서, NACK을 수신한 송신단 110은 이전에 결정된 ICA 블록 크기 및 RS 패턴이 적절하지 아니함을 판단할 수 있다.
- [0119] 1222 단계에서, 송신단 110은 NACK 수신에 응답하여, 이전에 결정된 채널 변화량에 대한 오류를 검출할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 송신단 110은 이전에 결정된 채널 변화량에 대한 오류를 검출한 후, 새로운 채널 변화량을 측정할 수 있다.
- [0120] 1223 단계에서, 송신단 110은 ICA 블록 크기를 재결정할 수 있다. 여기서, ICA 블록 크기는 새로운 채널 변화량에 기반하여 재결정될 수 있다. 1224 단계에서, 송신단 110은 RS 패턴을 재결정할 수 있다. 여기서, RS 패턴은 재결정된 ICA 블록 크기 및 새로운 채널 변화량에 기반하여 재결정될 수 있다. 1225 단계에서, 송신단 110은 자원을 재맵핑할 수 있다. 여기서, 자원은 재결정된 RS 패턴에 기반하여 재맵핑될 수 있다.
- [0121] 1226 단계에서, 송신단 110은 수신단 120에게 IBSI 및 RPI를 송신할 수 있다. 일부 실시 예들에서, RPI는 RS 패턴에 따른 코드북(codebook)의 인덱스(index)를 의미할 수 있다. 다른 실시 예들에서, RPI는 RS의 위치에 대한 오프셋(offset) 및 거리에 대한 정보를 의미할 수 있다. 또 다른 실시 예들에서, RPI는 미리 결정된 RS 패턴에 기반하여 RS의 수 또는 RS의 밀도(density)에 대한 정보를 의미할 수 있다.
- [0123] 도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 블록의 중앙 영역을 추출하기 위한 수신

단 120의 동작 방법을 도시한다. 도 15에 도시된 절차는 605 단계의 구체적인 동작의 일 예로 이해될 수 있다.

[0124] 도 15를 참고하면, 1501 단계에서, 수신단 120은 채널 변화량에 기반하여 ICA 블록의 중앙 영역 크기를 결정할 수 있다. 구체적으로, 만약, 채널 변화량이 제3 임계값보다 큰 경우, 신뢰할 수 있는 ICA 블록의 중앙 영역이 작아지므로, 수신단 120은 ICA 블록의 중앙 영역의 크기를 작게 설정할 수 있다. 반면, 채널 변화량이 제3 임계값보다 작은 경우, 신뢰할 수 있는 ICA 블록의 중앙 영역이 커지므로, 수신단 120은 ICA 블록의 중앙 영역의 크기를 크게 설정할 수 있다.

[0125] 1503 단계에서, 수신단 120은 ICA 블록의 중앙 영역 크기에 따라 ICA 블록의 이동 단위를 결정할 수 있다. 예를 들어, 도 16a를 참고하면, ICA 블록의 중앙 영역의 합집합이 전체 자원을 포함해야 하기 때문에, ICA 블록의 중앙 영역이 크게 설정되는 경우, ICA 블록의 이동 단위 또한 크게 설정될 수 있다. 반면, 도 16b를 참고하면, ICA 블록의 중앙 영역이 작게 설정되는 경우, ICA 블록의 이동 단위 또한 작게 설정될 수 있다.

[0126] 예를 들어, 도 17을 참고하면, 수신단 120은 ICA 블록 단위로 수신 신호 샘플을 수집하여, ICA 수행을 위한 화이트닝 매트릭스와 로테이팅 매트릭스를 계산할 수 있다. 수신단 120은 ICA 블록의 중앙 영역을 추출하여 수신 신호의 디코딩을 수행할 수 있다. 이후에, 수신단 120은 ICA 블록의 이동 단위에 따라 ICA 블록을 이동시키면서 상술한 디코딩을 반복적으로 수행할 수 있다.

[0128] 도 18은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 수신 신호를 보상하기 위한 수신단 120의 동작 방법을 도시한다. 도 18에 도시된 절차는 607 단계의 구체적인 동작의 일 예로 이해될 수 있다.

[0129] 도 18을 참고하면, 1801 단계에서, 수신단 120은 채널 변화량을 고려하여 수신 신호에 대한 보상을 수행하기 위한 자원 영역을 결정할 수 있다. 즉, ICA는 수신 신호 샘플이 많을수록 성능이 향상되기 때문에, 최대한 넓은 자원 영역에서 수신 신호에 대한 보상을 수행하는 것이 유리한 반면, 보정이 수행되는 자원 영역이 넓을수록 채널 변화량 또한 커지기 때문에, 채널 변화량의 추정이 어려워진다. 따라서, 수신단 120은 수신 신호에 대한 보상을 수행하기 위한 자원 영역을 결정함에 있어서, 채널 변화량을 고려할 수 있다. 일부 실시 예들에서, 송신단 110의 송신 안테나가 2개이고, 수신단 120의 수신 안테나가 1개인 MIMO 시스템을 가정하면, 선택적 채널을 통과한 수신 신호는 하기 <수학식 5>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 5

$$y(f,t) = \begin{bmatrix} h_1(f,t) & h_2(f,t) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} s_1(f,t) \\ s_2(f,t) \end{bmatrix}$$

[0130]

여기서, $y(f,t)$ 는 수신 신호, $h_1(f,t)$ 및 $h_2(f,t)$ 는 채널 성분, $s_1(f,t)$ 및 $s_2(f,t)$ 는 송신 심볼을 의미한다.

[0131]

[0132] 1803 단계에서, 수신단 120은 송신 신호의 심볼 집합을 식별할 수 있다. 이하, 설명의 편의를 위하여, 송신 신호의 심볼 집합은 송신 심볼 집합으로 지칭된다. 예를 들어, 도 19를 참고하면, 송신 심볼 집합 1901과 송신 심볼 집합 1903으로 구분될 수 있다. 이는, 채널 변화량이 동일하더라도, 송신 심볼 집합 1901과 송신 심볼 집합 1903에 따라 수신 신호에 미치는 영향이 다르기 때문에, 송신 심볼 집합 1901과 송신 심볼 집합 1903 각각에 대하여 보상을 수행하기 위함이다. 일부 실시 예들에서, 송신 심볼 집합은 하기 <수학식 6>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 6

$$\mathbf{s} = \begin{bmatrix} s_1 & s_2 \end{bmatrix}^T$$

[0133]

여기서, \mathbf{s} 는 송신 심볼 집합, s_1 및 s_2 는 송신 심볼을 의미한다.

[0134]

[0135] 1805 단계에서, 수신단 120은 송신 심볼 집합을 이용하여 수신 신호에 대한 보상을 수행할 수 있다. 구체적으로, 수신단 120은 각 송신 심볼 집합에 대해 하기 <수학식 7>과 같이 수신 신호의 변화를 측정하여, 수신 신호를 선형 다항식 계면(linear polynomial surface)으로 결정할 수 있다.

수학식 7

[0136]
$$y(f,t) = \hat{p}_{y,10}f + \hat{p}_{y,01}t + \hat{p}_{y,00}$$

[0137] 여기서, $y(f,t)$ 는 수신 신호, $\hat{p}_{y,10}$ 은 주파수 도메인의 계수, $\hat{p}_{y,01}$ 은 시간 도메인의 계수, $\hat{p}_{y,00}$ 은 시간 및 주파수가 각각 0일 때의 전력 값을 의미한다.

[0138] 이 때, 수신단 120이 채널 변화량에 기반하여 ICA 블록 크기와 보상을 수행하기 위한 자원 영역을 결정한 경우, 상기 자원 영역 내에서 채널 변화량은 하기 <수학식 8>과 같이 선형적으로 표현될 수 있다.

수학식 8

[0139]
$$\begin{aligned} h_1(f,t) &= p_{1,10}f + p_{1,01}t + p_{1,00} \\ h_2(f,t) &= p_{2,10}f + p_{2,01}t + p_{2,00} \end{aligned}$$

[0140] 여기서, $h_1(f,t)$ 및 $h_2(f,t)$ 는 채널 성분, $p_{1,10}$, $p_{2,10}$, $p_{1,01}$, 및 $p_{2,01}$ 은 채널 계수, $p_{1,00}$ 및 $p_{2,00}$ 각각은 시간 및 주파수가 0일 때의 채널 값을 의미한다.

[0141] 이 경우, 도 20을 참고하면, 선형 다항식 계면으로 표현된 수신 신호 2001은 수신 신호 2003으로 보상될 수 있다. 예를 들어, 상기 <수학식 5>에 <수학식 8>을 대입하면, 수신 신호 2001은 하기 <수학식 9>와 같이 표현될 수 있다.

수학식 9

[0142]
$$\begin{aligned} y(f,t) &= h_1(f,t)s_1 + h_2(f,t)s_2 \\ &= (p_{1,10}s_1 + p_{2,10}s_2)f + (p_{1,01}s_1 + p_{2,01}s_2)t + (p_{1,00}s_1 + p_{2,00}s_2) \end{aligned}$$

[0143] 여기서, $y(f,t)$ 는 수신 신호 2001, $h_1(f,t)$ 및 $h_2(f,t)$ 는 채널 성분, s_1 및 s_2 는 송신 심볼, $p_{1,10}$, $p_{2,10}$, $p_{1,01}$, 및 $p_{2,01}$ 은 채널 계수, $p_{1,00}$ 및 $p_{2,00}$ 각각은 시간 및 주파수가 0일 때의 채널 값을 의미한다.

[0144] 상기 <수학식 9>와 <수학식 7>을 비교하면, 상기 <수학식 8>에서의 채널 계수의 추정 값인 $\hat{p}_{1,10}$, $\hat{p}_{1,01}$, $\hat{p}_{2,10}$, $\hat{p}_{2,01}$ 이 획득될 수 있다.

[0145] 따라서, 보상된 수신 신호 2003은 추정된 채널 계수와 자원 영역 내에서의 RE(resource element)의 위치에 기반하여 하기 <수학식 10>과 같이 표현될 수 있다.

수학식 10

[0146]
$$\tilde{y}(f,t) = y(f,t) - \Delta y(f,t)$$

[0147] 여기서, $\tilde{y}(f,t)$ 는 보상된 수신 신호 2003, $y(f,t)$ 는 수신 신호 2001, $\Delta y(f,t)$ 는 수신 신호 2001의 보상 값을 의미한다. 이 때, $\Delta y(f,t) = \Delta h_1(f,t)s_1 + \Delta h_2(f,t)s_2$ 이고, $\Delta h_i(f,t) = \hat{p}_{i,10}(f - f_0) + \hat{p}_{i,01}(t - t_0)$, $i = 1, 2$ 이다.

[0149] 도 21은 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA 기법을 이용하여 신호를 디코딩하기 위한 신호 교환을 도시한다. 도 21은 송신단 110과 수신단 120 간 신호 교환을 예시한다.

[0150] 도 21을 참고하면, 2101 단계에서, 송신단 110은 수신단 120에게 제어 신호를 송신할 수 있다. 일부 실시 예들

에서, 송신단 110은 수신단 120에게 채널 변화량의 측정을 위한 신호를 송신할 수 있다.

- [0151] 2103 단계에서, 송신단 110은 수신단 120과 시그널링 절차를 수행하여 ICA 블록 크기 및 RS 패턴을 결정할 수 있다. 송신단 110 또는 수신단 120은 ICA 블록 크기 및 RS 패턴을 결정하여, 상대방(즉, 수신단 120 또는 송신단 110)에게 결정된 ICA 블록 크기 및 RS 패턴을 지시하는 정보를 송신할 수 있다. 2105 단계에서, 송신단 110은 수신단 120에게 데이터를 송신할 수 있다. 여기서, 데이터는 인코딩된 데이터를 의미할 수 있다.
- [0152] 2107 단계에서, 수신단 120은 채널 변화량을 고려하는 ICA 기법을 이용하여 데이터를 디코딩할 수 있다. 구체적으로, 2111 단계에서, 수신단 120은 데이터에 대하여 디모듈레이션을 수행할 수 있다. 여기서, 디모듈레이션은 OFDM 디모듈레이션을 의미할 수 있다. 2113 단계에서, 수신단 120은 ICA 블록의 중앙 영역을 결정할 수 있다. 여기서, ICA 블록의 중앙 영역은 채널 변화량에 따라 결정될 수 있다.
- [0153] 2115 단계에서, 수신단 120은 모듈레이션 차수(order)가 임계값보다 큰지 여부를 결정할 수 있다. 여기서, 모듈레이션 차수는 송신 심볼 집합의 수를 결정하기 위해 이용될 수 있다. 즉, 모듈레이션 차수가 높을수록 송신 심볼 집합의 수는 많을 수 있다.
- [0154] 2117 단계에서, 만약 모듈레이션 차수가 임계값보다 높은 경우, 수신단 120은 번들링을 수행할 수 있다. 여기서, 모듈레이션 차수가 임계값보다 높다는 것은 각 송신 심볼 집합에 해당하는 수신 신호 샘플의 수가 적다는 것을 의미할 수 있다. 또한, 번들링은 수신 신호에 대한 보상을 수행하기 위한 자원 영역을 결정하는 것을 의미할 수 있다. 여기서, 전체 수신 신호 샘플의 수는 한정되어 있으므로, 송신 심볼 집합의 수가 많을수록, 즉, 모듈레이션 차수가 높을수록, 각 송신 심볼 집합에 해당하는 수신 신호 샘플의 수는 감소할 수 있다. 각 송신 심볼 집합에 해당하는 수신 신호 샘플의 수가 감소하는 경우, 상기 <수학식 7>과 같은 수신 신호를 선형 다항식 계면으로 결정하는 것이 부정확할 수 있다. 따라서, 각 송신 심볼 집합에 해당하는 수신 신호 샘플의 수를 충분히 크게 유지하기 위해서는 전체 수신 신호 샘플의 수를 크게 할 필요가 있고, 그러기 위해 수신 신호에 대한 보상을 수행하기 위한 자원 영역을 크게 사용하기 위한 번들링이 수행될 수 있다.
- [0155] 2119 단계에서, 수신단 120은 수신 신호에 대한 보상을 수행할 수 있다. 즉, 모듈레이션 차수가 임계값보다 높은 경우 번들링을 수행한 이후 수신 신호에 대한 보상이 수행될 수 있다. 반면, 모듈레이션 차수가 임계값보다 낮지 않은 경우에는 각 송신 심볼 집합에 해당하는 수신 신호 샘플의 수가 충분히 크기 때문에, 별도의 번들링 과정을 수행하지 않고 수신 신호에 대한 보상이 수행될 수 있다.
- [0157] 도 22a 및 22b는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따른 무선 통신 시스템에서 ICA를 이용한 디코딩의 성능 그래프를 도시한다.
- [0158] ICA를 기반으로 하는 세미-블라인드(semi-blind) 기법은 RS에 기반하여 채널을 추정하는 기법에 비해 RS에 의한 오버헤드(overhead)가 감소된다. ICA를 수행하는 과정에서, 모호성(ambiguity) 문제를 해결하기 위하여는 RS가 요구되지만, ICA를 기반으로 하는 기법은 기존 LTE의 1/6~1/3 수준인 4~8개의 RS만 사용하여도 충분한 성능을 달성할 수 있다. ICA를 기반으로 하는 수신 기법은 RS에 의한 오버헤드가 감소함에 따라 기존에 RS를 위한 자원에 데이터를 할당할 수 있다. 따라서, 같은 길이의 전송 블록이 송신되는 경우, 레이트 매칭(rate matching)에 의한 큰 리던던시(redundancy)가 확보될 수 있으므로, 유효 부호화율(effective coding rate)이 개선될 수 있다. 이는, BLER(block error rate) 성능의 개선을 의미하고, 또한 처리량(throughput) 성능의 개선을 의미할 수 있다. RS가 8개 사용되는 경우, MCS(modulation and coding scheme) 3, 6, 및 9에 대한 유효 부호화율은 하기 <표 3>과 같이 정의될 수 있다.

표 3

[0159]	MCS	전송 블록 크기	송신 심볼의 수	유효 부호화율
LTE	3	176	432	0.2037
	6	256	432	0.2963
	9	456	432	0.5278
ICA	3	176	480	0.1833
	6	256	480	0.2667
	9	456	480	0.4750

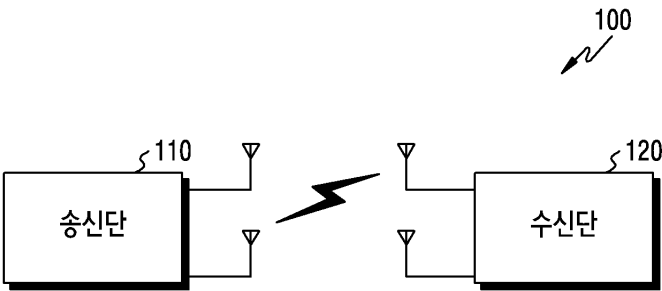
- [0161] 여기서, 송신 심볼의 수는 3RB의 자원이 할당되는 경우, 한 서브프레임을 통해 송신될 수 있는 심볼의 수를 의미한다. 상기 <표 3>을 참고하면, ICA에 기반하는 통신 시스템의 유효 부호화율이 RS에 기반하는 LTE에 비해 개

선된 것이 확인된다. 성능 평가 시 송신단 110의 송신 안테나는 2개이고 수신단 120의 수신 안테나는 3개인 MIMO 시스템에서, 한 서브프레임 동안 3RB가 할당됨이 가정된다.

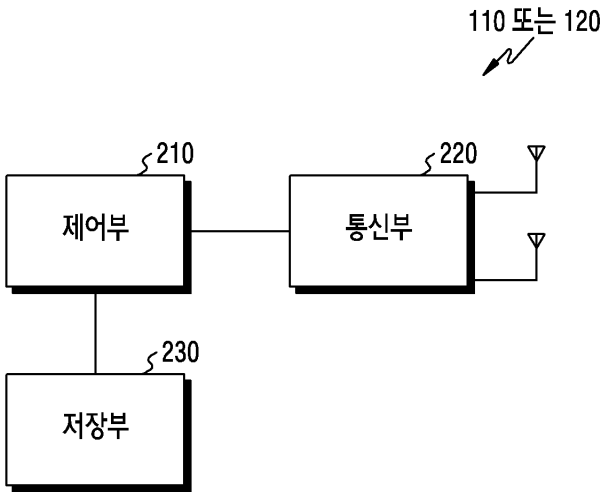
- [0162] 도 22a를 참고하면, ICA 블록 크기가 채널 변화량에 기반하여 결정됨에 따른 BER(bit error rate) 성능 그래프가 도시된다. EPA(extended pedestrian A) 채널에서는 채널 변화량이 크지 않기 때문에 수신 신호 샘플의 확보에 따른 이득이 우세하므로, ICA 블록 크기가 1RB인 경우의 BER 성능이 더 좋다. 반면, EVA(extended vehicular A) 채널에서는 채널 변화량이 크기 때문에, 수신 신호 샘플의 확보에 따른 이득 보다 채널 변화량의 증가에 따른 손해가 더 크므로 ICA 블록 크기가 0.5RB인 경우의 BER 성능이 좋다.
- [0163] 도 22b를 참고하면, RS 배치에 따른 BER 성능 그래프가 도시된다. 상기 <수학식 3> 및 <수학식 4>를 고려하면, RS가 균일하게 배치되는 경우가 RS가 불균일하게 배치되는 경우보다 BER 성능이 좋다.
- [0164] 도 22c를 참고하면, ICA 블록의 중앙 영역이 추출되는 경우 및 수신 신호가 보상되는 경우의 BER 성능 그래프가 도시된다. 이 경우, ICA 블록의 중앙 영역이 추출되는 경우의 ICA 또는 수신 신호가 보상되는 경우의 ICA가 기존의 ICA 보다 BER 성능이 좋다. 또한, ICA 블록의 중앙 영역이 추출되고 수신 신호가 보상되는 경우의 ICA가 ICA 블록의 중앙 영역이 추출되는 경우의 ICA 또는 수신 신호가 보상되는 경우의 ICA보다 BER 성능이 좋다.
- [0166] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.
- [0167] 소프트웨어로 구현하는 경우, 하나 이상의 프로그램(소프트웨어 모듈)을 저장하는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체가 제공될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장되는 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치(device) 내의 하나 이상의 프로세서에 의해 실행 가능하도록 구성된다(configured for execution). 하나 이상의 프로그램은, 전자 장치로 하여금 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들을 실행하게 하는 명령어(instructions)를 포함한다.
- [0168] 이러한 프로그램(소프트웨어 모듈, 소프트웨어)은 랜덤 액세스 메모리(random access memory), 플래시(flash) 메모리를 포함하는 불휘발성(non-volatile) 메모리, 롬(ROM: Read Only Memory), 전기적 삭제가능 프로그램가능 롬(EEPROM: Electrically Erasable Programmable Read Only Memory), 자기 디스크 저장 장치(magnetic disc storage device), 콤팩트 디스크 롬(CD-ROM: Compact Disc-ROM), 디지털 다목적 디스크(DVDs: Digital Versatile Discs) 또는 다른 형태의 광학 저장 장치, 마그네틱 카세트(magnetic cassette)에 저장될 수 있다. 또는, 이들의 일부 또는 전부의 조합으로 구성된 메모리에 저장될 수 있다. 또한, 각각의 구성 메모리는 다수 개 포함될 수도 있다.
- [0169] 또한, 상기 프로그램은 인터넷(Internet), 인트라넷(Intranet), LAN(Local Area Network), WLAN(Wide LAN), 또는 SAN(Storage Area Network)과 같은 통신 네트워크, 또는 이들의 조합으로 구성된 통신 네트워크를 통하여 접근(access)할 수 있는 부착 가능한(attachable) 저장 장치(storage device)에 저장될 수 있다. 이러한 저장 장치는 외부 포트를 통하여 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수 있다. 또한, 통신 네트워크상의 별도의 저장장치가 본 개시의 실시 예를 수행하는 장치에 접속할 수도 있다.
- [0170] 상술한 본 개시의 구체적인 실시 예들에서, 개시에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 본 개시가 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.
- [0171] 한편 본 개시의 상세한 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 본 개시의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 개시의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

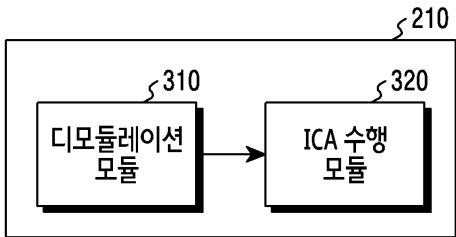
도면1



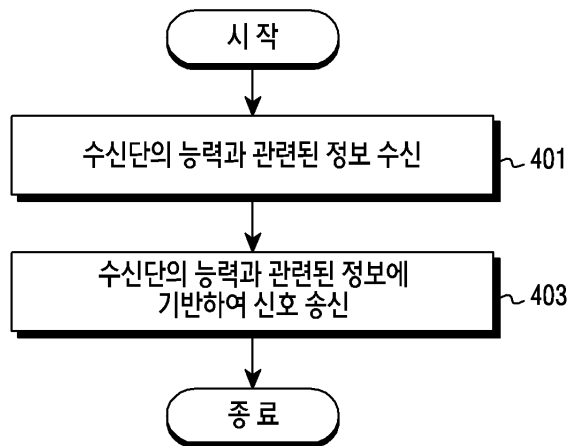
도면2



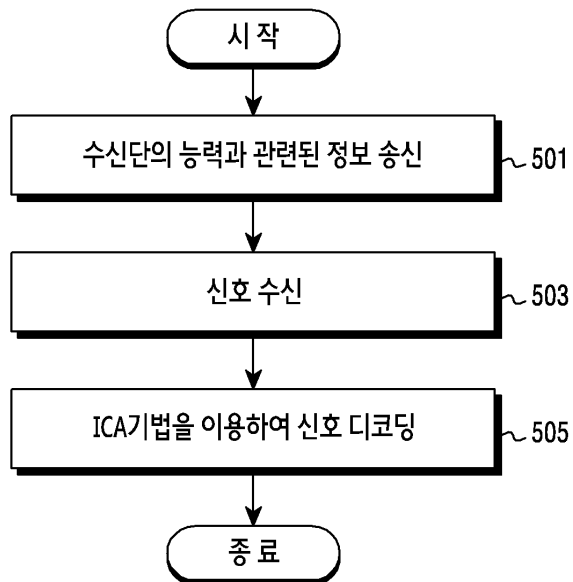
도면3



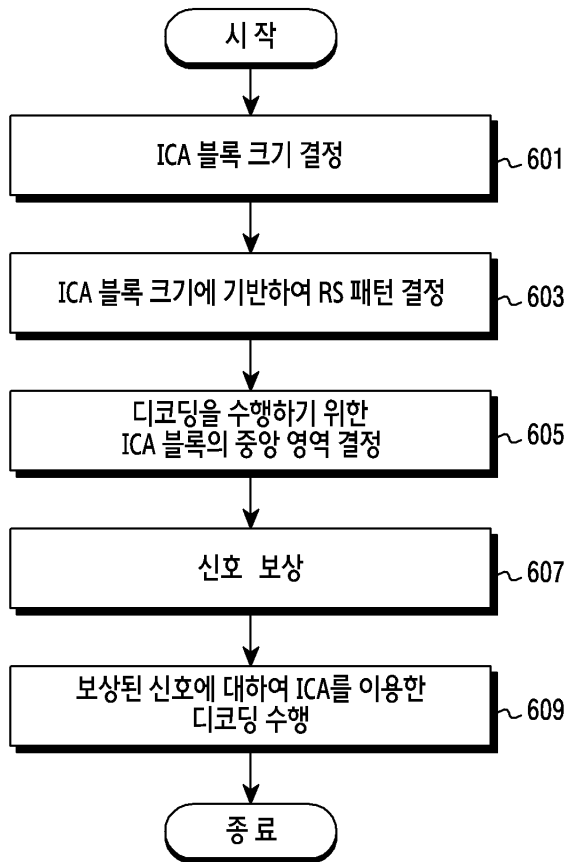
도면4



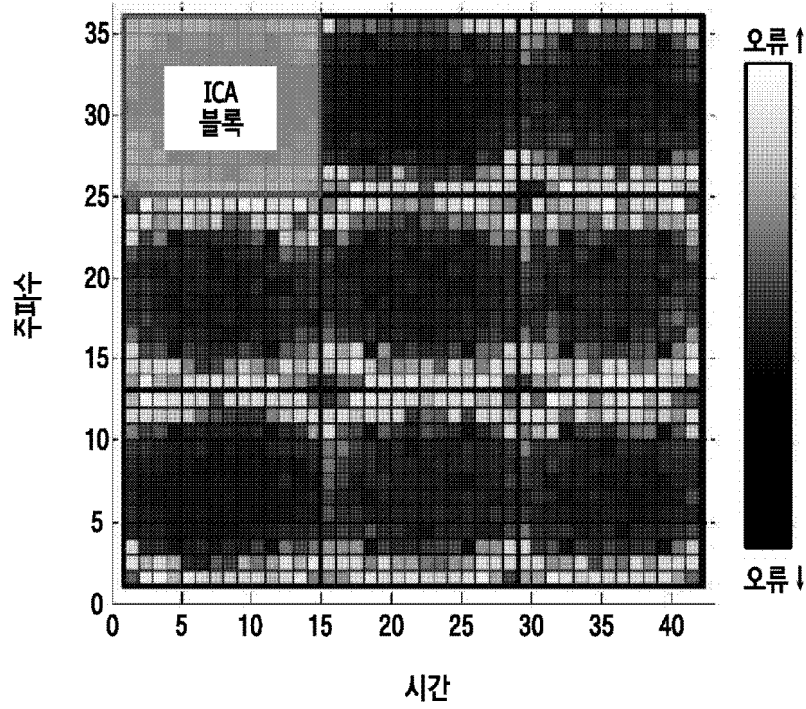
도면5



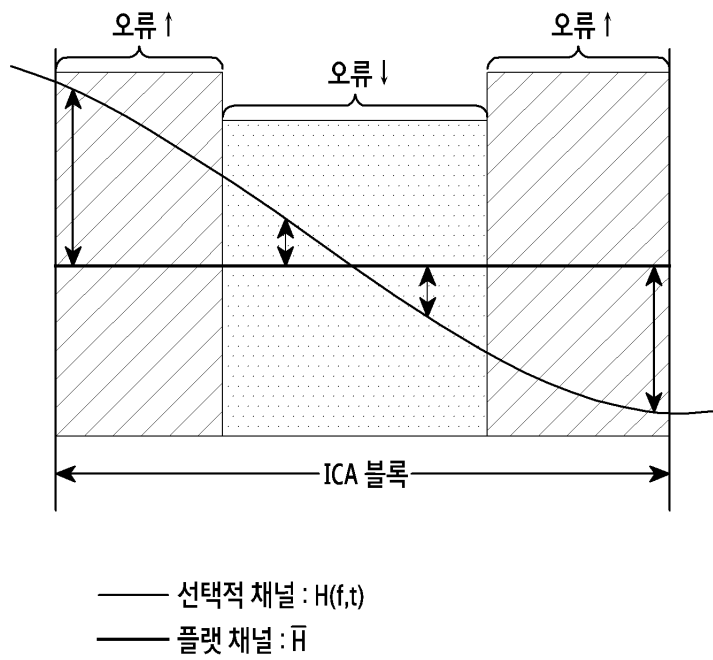
도면6



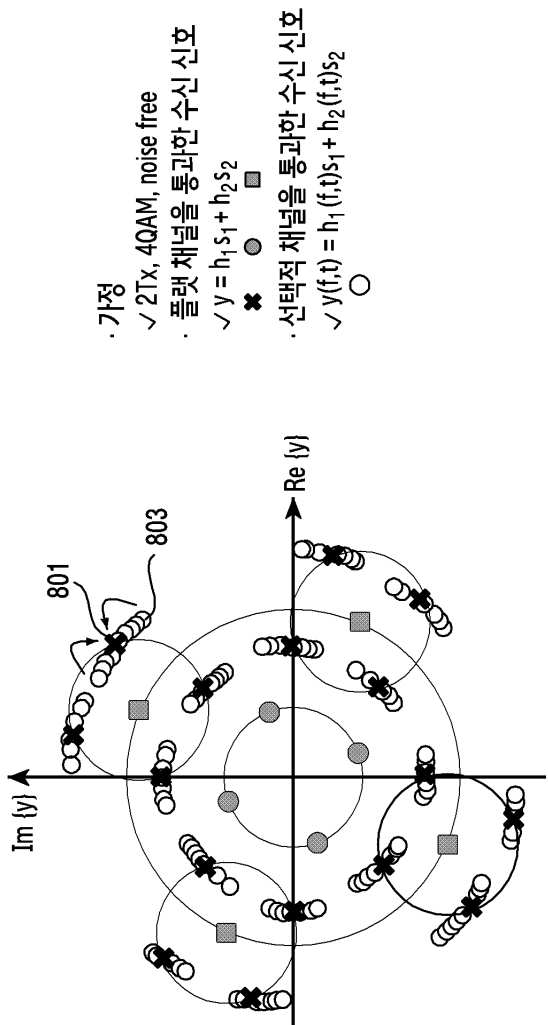
도면7a



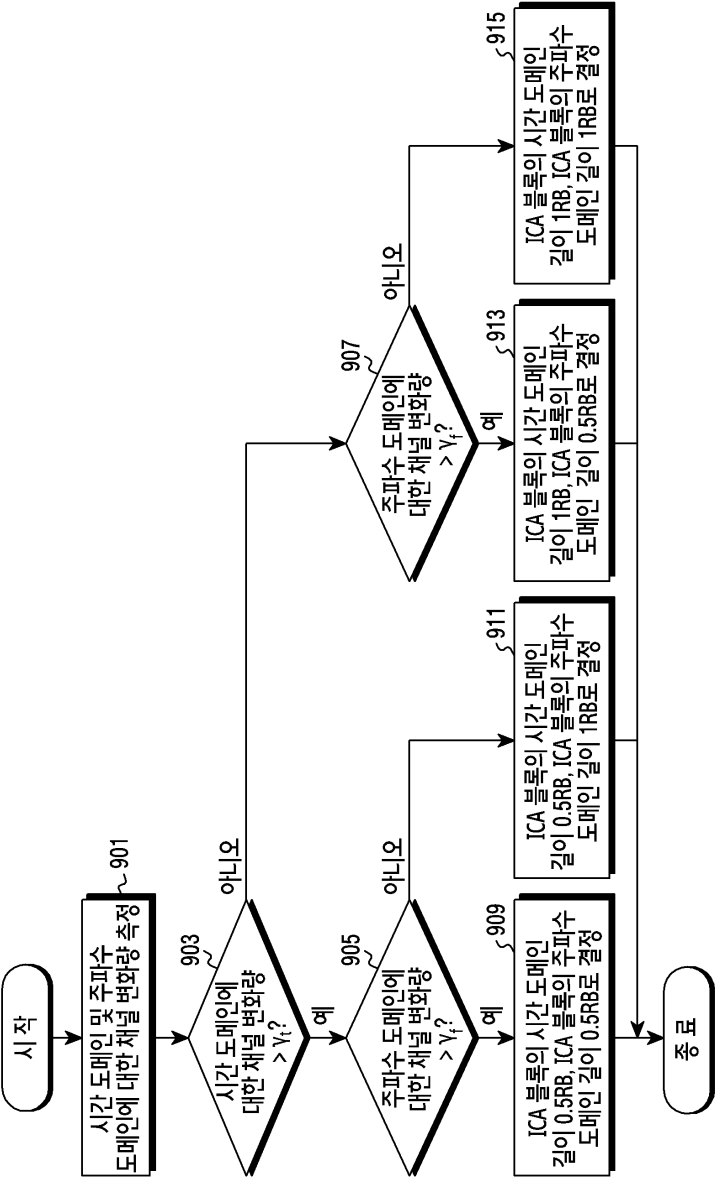
도면7b



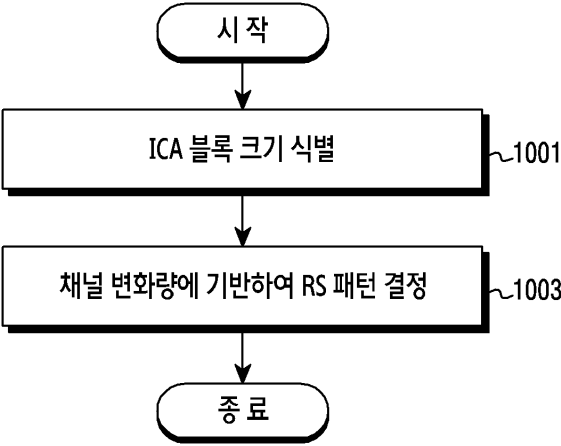
도면8



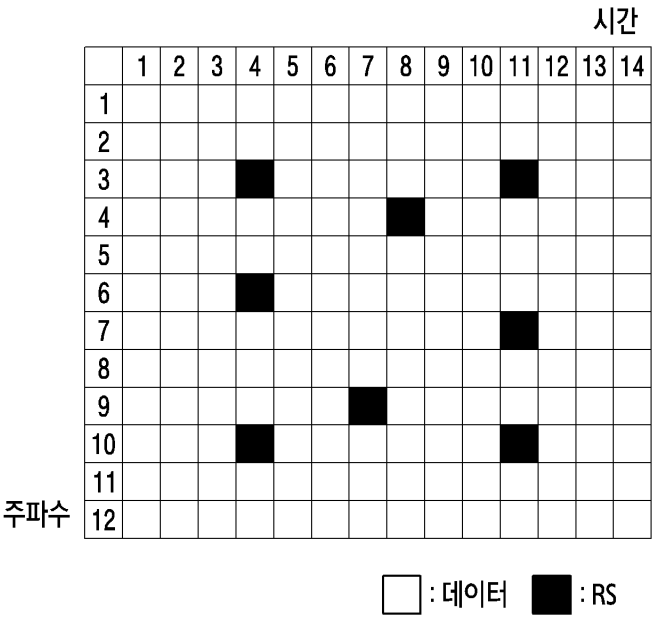
도면9



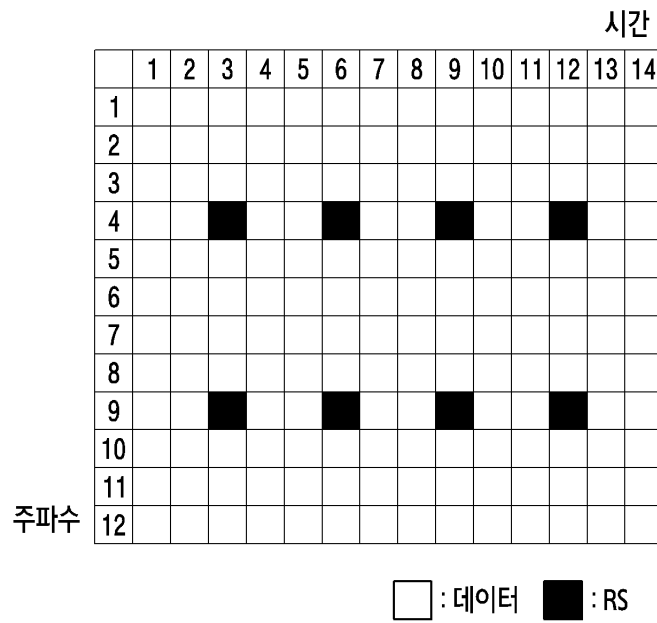
도면10



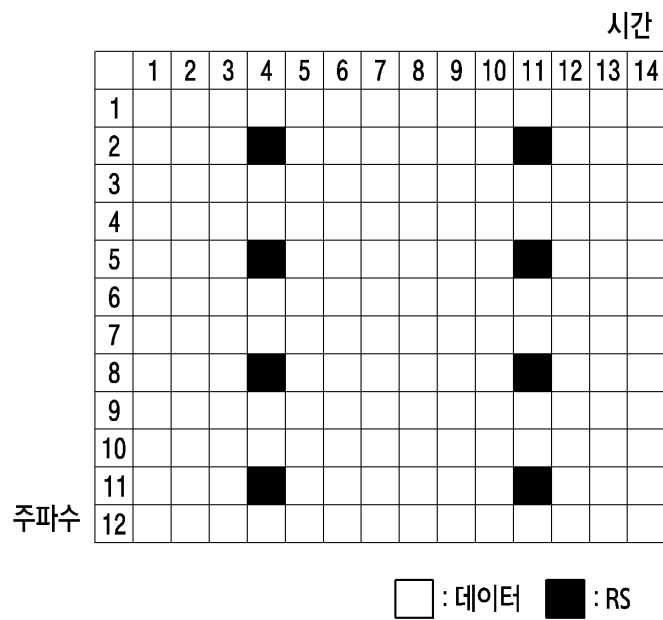
도면11a



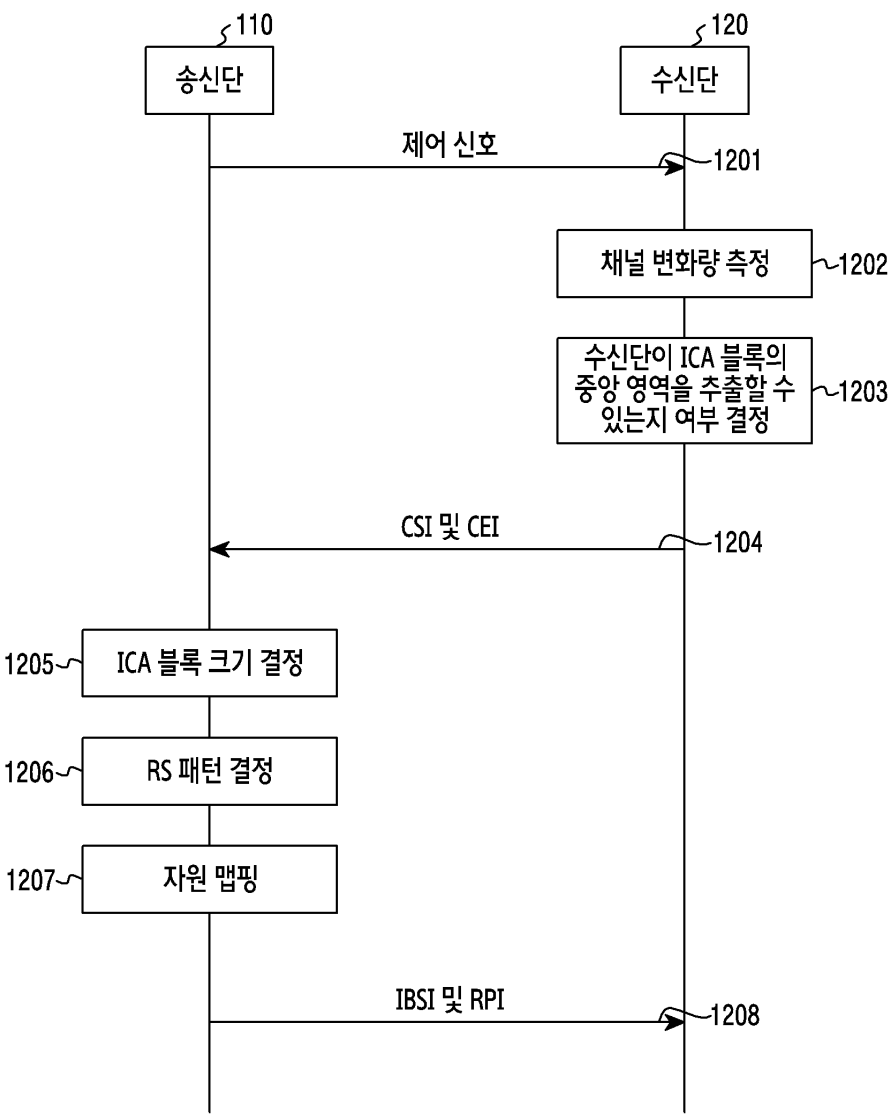
도면11b



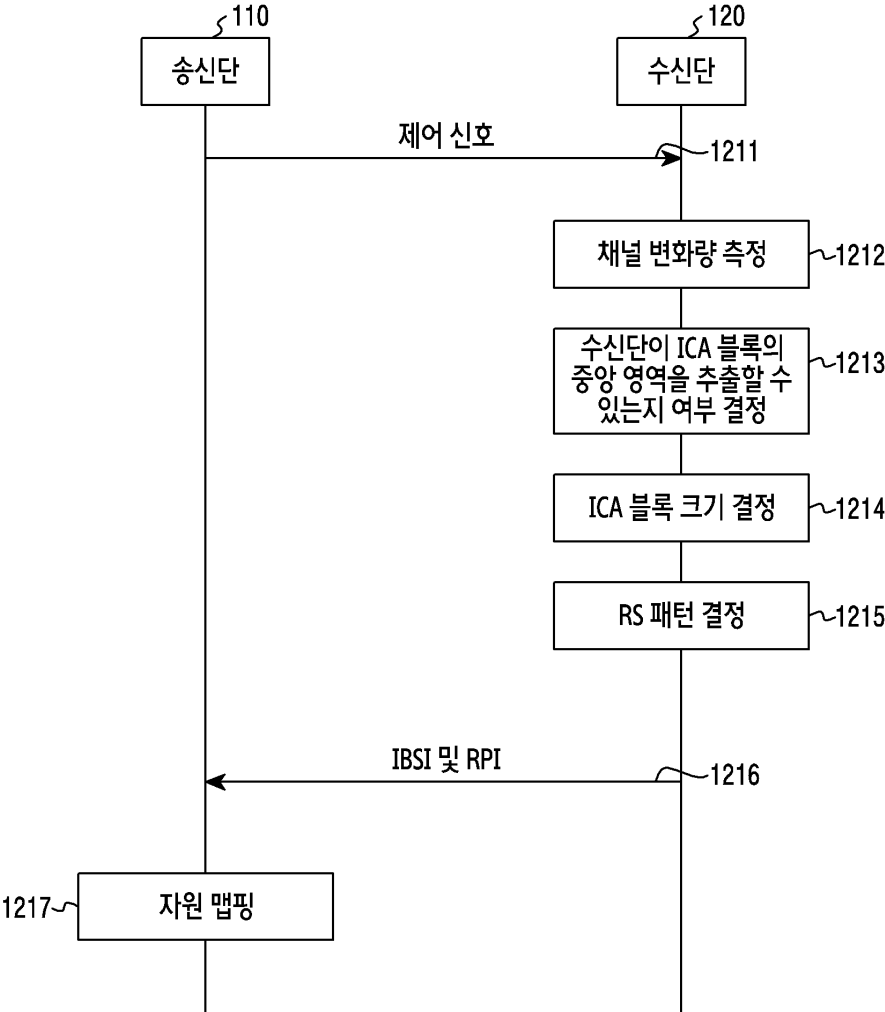
도면11c



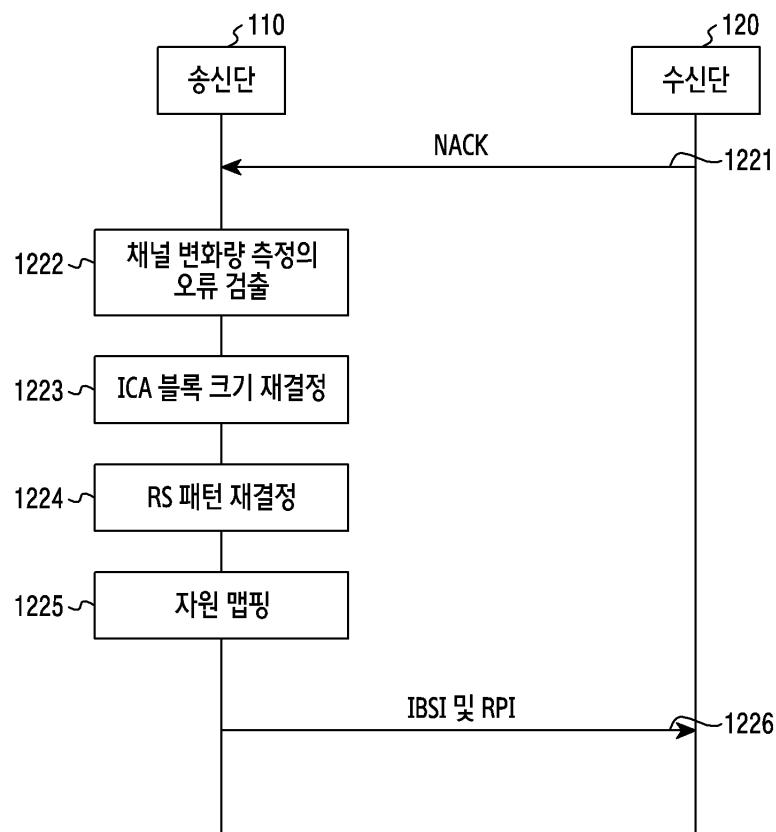
도면 12a



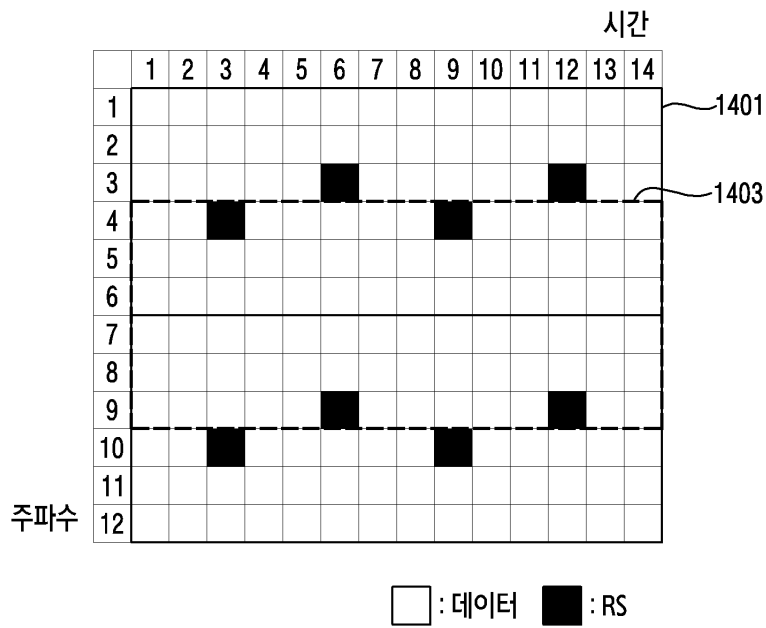
도면 12b



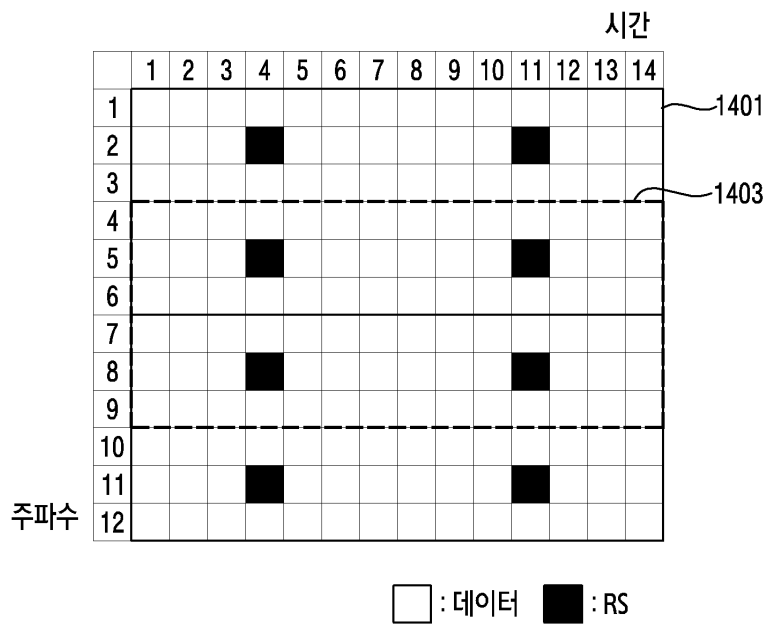
도면12c



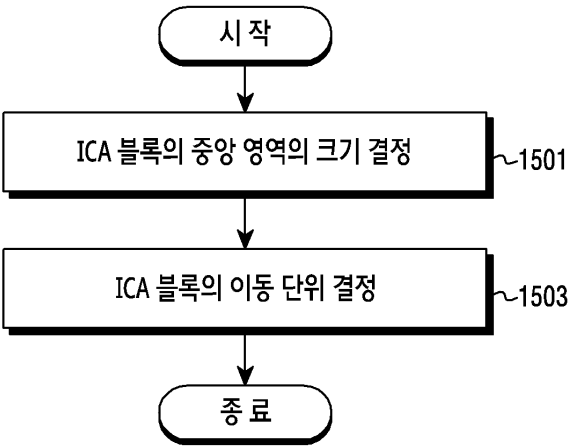
도면14a



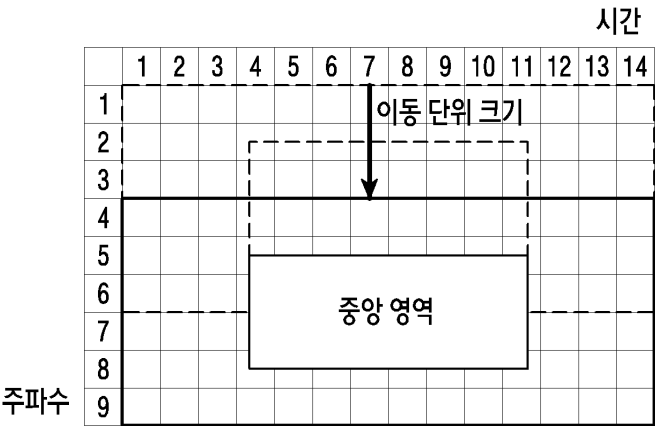
도면14b



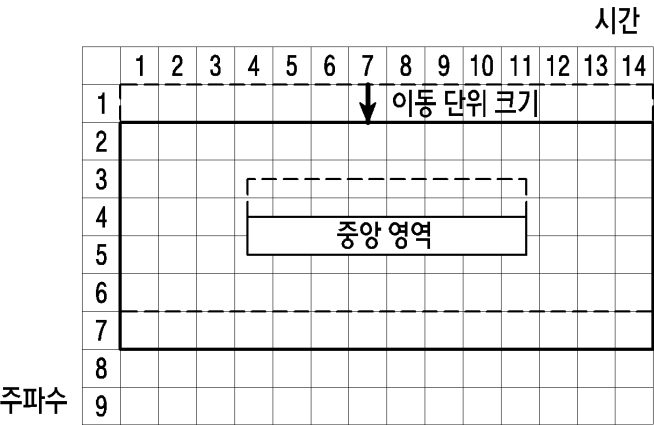
도면15



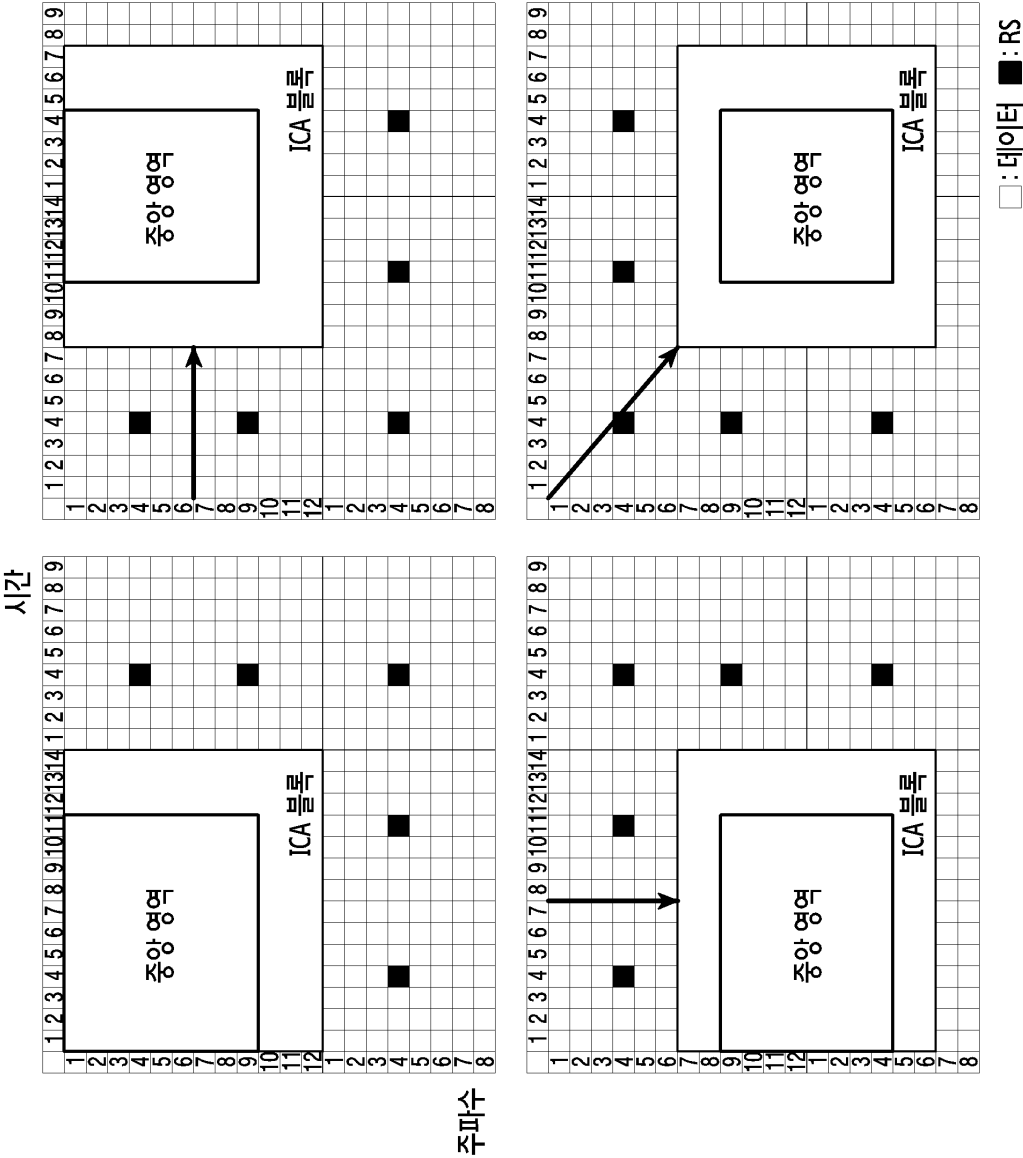
도면16a



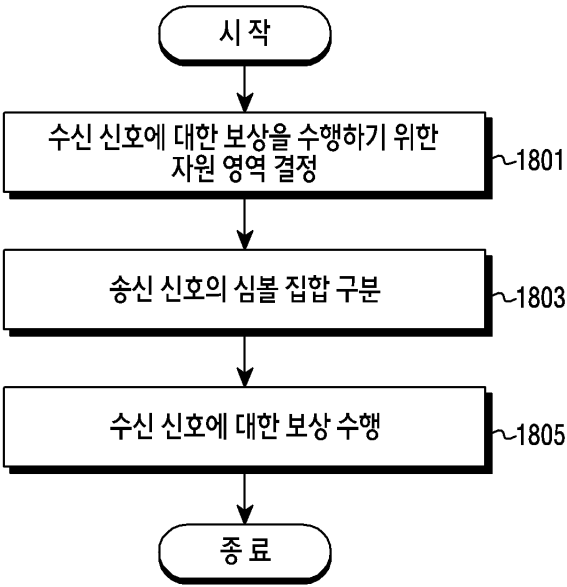
도면16b



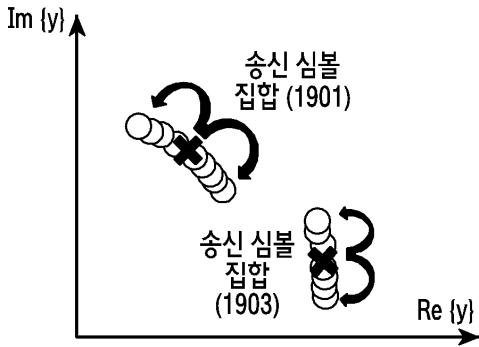
도면17



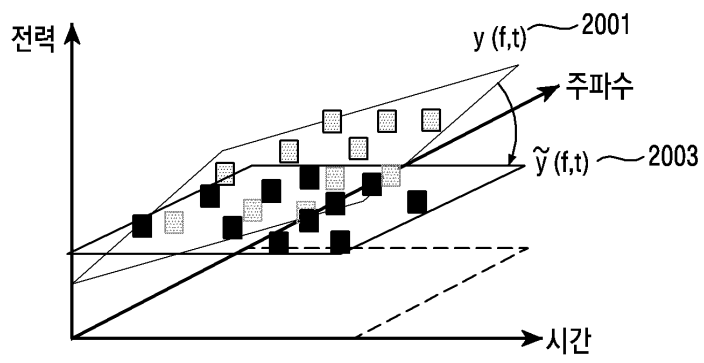
도면18



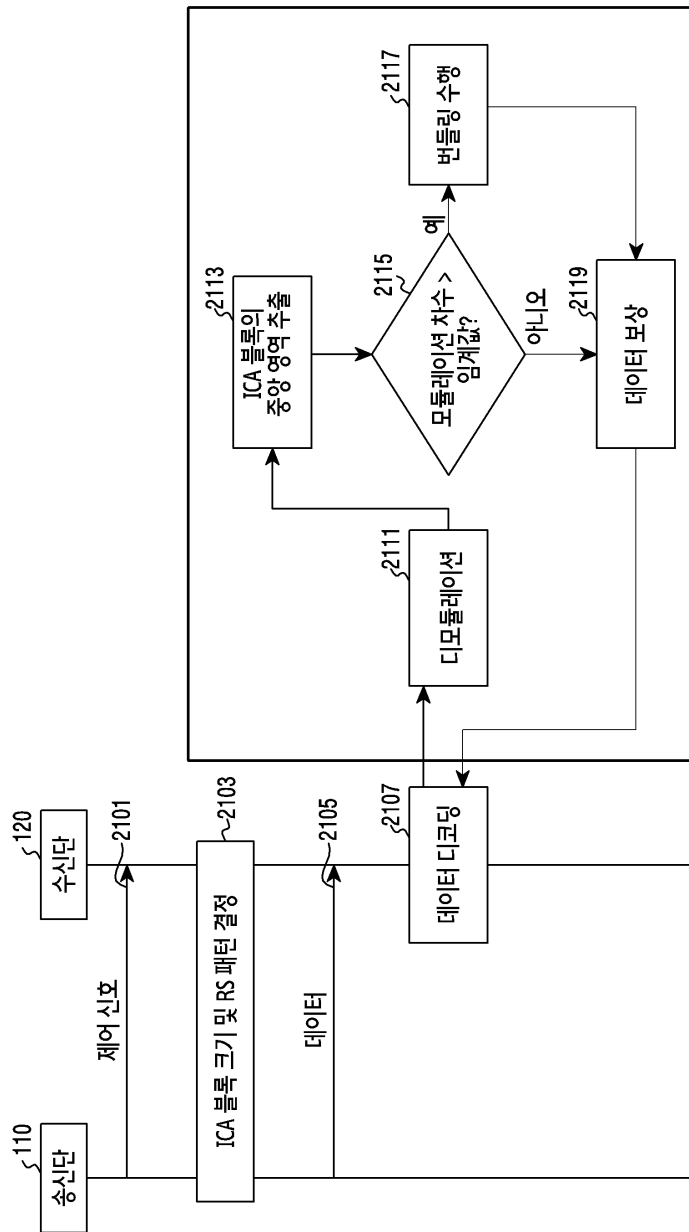
도면19



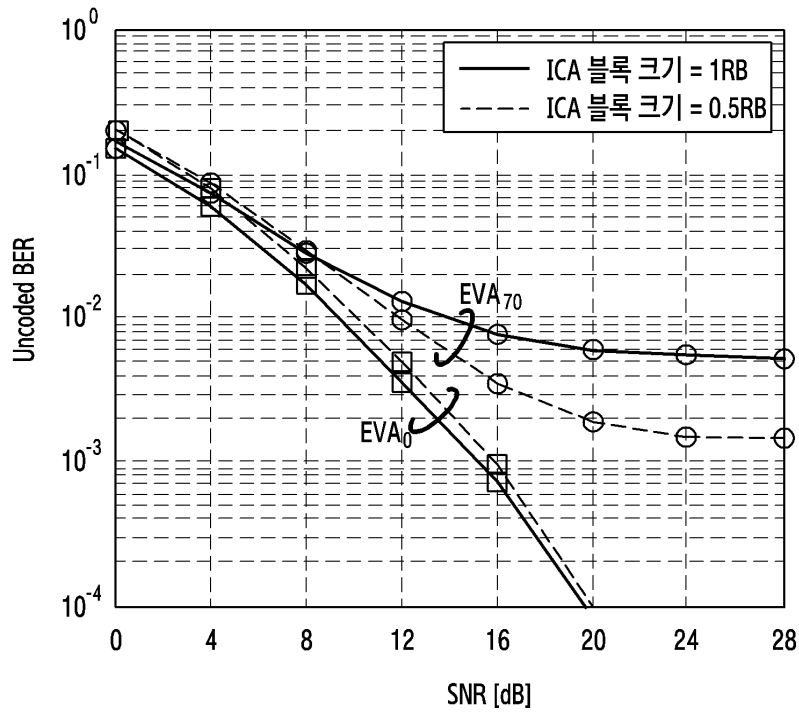
도면20



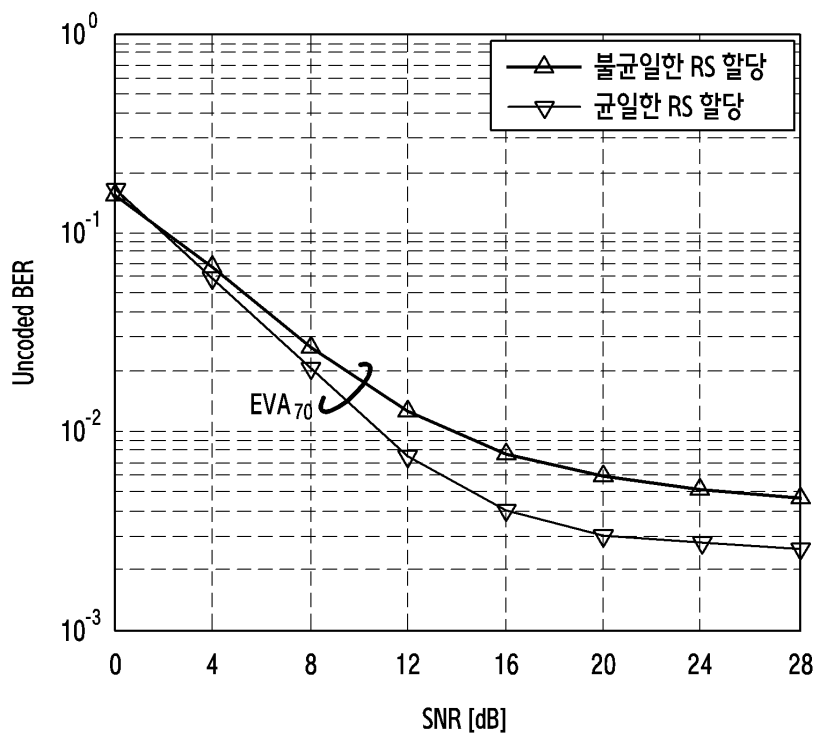
도면21



도면22a



도면22b



도면22c

