(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0036534
(43) 공개일자 2017년04월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04B 7/06 (2017.01) *H04B 7/04* (2017.01)
H04B 7/08 (2017.01)
(52) CPC특허분류
H04B 7/0695 (2013.01)
H04B 7/0413 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0135836
(22) 출원일자 2015년09월24일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이인규
서울특별시 강남구 선릉로 221 도곡렉슬아파트 302동 404호
오종호
경기도 수원시 팔달구 권광로 243 래미안노블클래스아파트 205동 2002호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이건주, 김정훈

전체 청구항 수 : 총 22 항

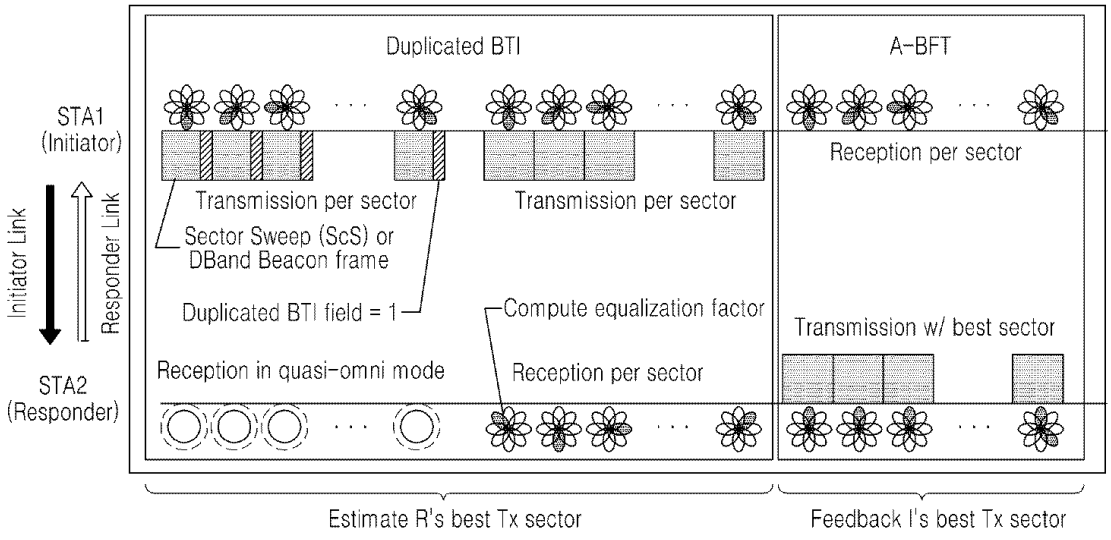
(54) 발명의 명칭 **빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 패턴 선택 프로세스 수행 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 롱 텀 에볼루션(long term evolution: LTE)과 같은 4세대(4th-generation: 4G) 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 제공될 5세대(5th-generation: 5G) 또는 프리-5G(pre-5G) 통신 시스템에 관련된 것이다.

본 발명은 빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 억세스 포인트(access point: AP)가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법에 있어서, 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 송신하는 과정과, 상기 duplicated BTI 동안 송신 섹터 스윕(transmit sector sweep: TXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

대 표 도



(52) CPC특허분류
H04B 7/0491 (2013.01)
H04B 7/0617 (2013.01)
H04B 7/088 (2013.01)
(72) 발명자
김봉진
경기도 수원시 영통구 신원로 127-1 파우제하임 302호
김태영
서울특별시 서초구 강남대로30길 73-13 신세계빌라 104호
안민기
서울특별시 성북구 보문로22길 57-2
오태석
서울특별시 성북구 종암로14길 6-17, 504호
장석주
서울특별시 동대문구 약령시로 5-7, 402호

명 세 서

청구범위

청구항 1

빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 억세스 포인트(access point: AP)가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법에 있어서,

이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 송신하는 과정과,

상기 duplicated BTI 동안 송신 섹터 스윕(transmit sector sweep: TXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 송신하는 과정은;

상기 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 duplicated BTI 필드(field)를 포함하는 섹터 프레임(sector frame)을 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 수행되는 TXSS 프로세스들 중 첫 번째 TXSS 프로세스를 제외한 TXSS 프로세스들 중 적어도 하나에서 상기 AP와 통신을 수행하는 단말기(station: STA)가 수신 섹터 스윕(receive sector sweep: RXSS) 프로세스를 수행함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 TXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행한 후, TXSS 프로세스를 적어도 한 번 수행하는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 5

빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 단말기(station: STA)가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법에 있어서,

이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 수신하는 과정과,

상기 duplicated BTI 동안 수신 섹터 스윕(receive sector sweep: RXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방

법.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 수신하는 과정은;

상기 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 duplicated BTI 필드(field)를 포함하는 섹터 프레임(sector frame)을 수신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안, 상기 STA와 통신을 수행하는 억세스 포인트(access point: AP)는 송신 섹터 스윕(transmit sector sweep: TXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 8

제5항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 RXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행한 후, RXSS 프로세스를 적어도 한 번 수행하는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 9

제5항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 RXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 과정은;

첫 번째 RXSS 프로세스에서는 전방향(omni-directional: omni) 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하는 과정과;

두 RXSS 프로세스에서는 매 단위 시구간마다 수신 섹터를 랜덤하게 변경해가면서 신호 수신 프로세스를 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 10

제5항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 RXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 과정은;

첫 번째 RXSS 프로세스에서는 상기 STA와 통신을 수행하는 억세스 포인트(access point: AP)의 최적 송신 섹터를 검출하고, 상기 AP의 송신 섹터의 인덱스들을 이득의 크기 순으로 정렬하는 과정과;

두 번째 RXSS 프로세스에서는 상기 STA의 수신 섹터의 인덱스들을 이득의 크기 순으로 정렬하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 RXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 과정은;

상기 첫 번째 RXSS 프로세스에서 검출된 상기 AP의 송신 섹터의 인덱스들의 순서와 상기 두 번째 RXSS 프로세스에서 검출된 상기 STA의 수신 섹터의 인덱스들의 순서를 기반으로 송/수신 페어(transmit-receive pair: Tx-Rx pair)를 생성하는 과정과;

상기 Tx-Rx pair를 기반으로 상기 STA의 최적 수신 섹터를 결정하는 과정을 더 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법.

청구항 12

빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 억세스 포인트(access point: AP)에 있어서,

송/수신기를 포함하며,

상기 송/수신기는 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 송신하는 동작을 수행하고, 상기 duplicated BTI 동안 송신 섹터 스윕(transmit sector sweep: TXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 동작을 수행함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 송신하는 동작은;

상기 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 duplicated BTI 필드(field)를 포함하는 섹터 프레임(sector frame)을 송신하는 동작을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP.

청구항 14

제12항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 수행되는 TXSS 프로세스들 중 첫 번째 TXSS 프로세스를 제외한 TXSS 프로세스들 중 적어도 하나에서 상기 AP와 통신을 수행하는 단말기(station: STA)가 수신 섹터 스윕(receive sector sweep: RXSS) 프로세스를 수행함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP.

청구항 15

제12항에 있어서,

상기 송/수신기는 상기 duplicated BTI 동안 TXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행한 후, TXSS 프로세스를 적어도 한 번 수행함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP.

청구항 16

빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 단말기(station: STA)에 있어서,

송/수신기를 포함하며,

상기 송/수신기는 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지

시하는 정보를 수신하는 동작을 수행하고, 상기 duplicated BTI 동안 수신 섹터 스윕(receive sector sweep: RXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 동작을 수행함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 수신하는 동작은;

상기 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 duplicated BTI 필드(field)를 포함하는 섹터 프레임(sector frame)을 수신하는 동작을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안, 상기 STA와 통신을 수행하는 억세스 포인트(access point: AP)는 송신 섹터 스윕(transmit sector sweep: TXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 송/수신기는 상기 duplicated BTI 동안 RXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행한 후, RXSS 프로세스를 적어도 한 번 수행함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 RXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 동작은;

첫 번째 RXSS 프로세스에서는 전방향(omni-directional: omni) 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하는 동작과;

두 RXSS 프로세스에서는 매 단위 시구간마다 수신 섹터를 랜덤하게 변경해가면서 신호 수신 프로세스를 수행하는 동작을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA.

청구항 21

제16항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 RXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 동작은;

첫 번째 RXSS 프로세스에서는 상기 STA와 통신을 수행하는 억세스 포인트(access point: AP)의 최적 송신 섹터를 검출하고, 상기 AP의 송신 섹터의 인덱스들을 이득의 크기 순으로 정렬하는 동작과;

두 번째 RXSS 프로세스에서는 상기 STA의 수신 섹터의 인덱스들을 이득의 크기 순으로 정렬하는 동작을 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA.

청구항 22

제21항에 있어서,

상기 duplicated BTI 동안 RXSS 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 동작은;

상기 첫 번째 RXSS 프로세스에서 검출된 상기 AP의 송신 섹터의 인덱스들의 순서와 상기 두 번째 RXSS 프로세스에서 검출된 상기 STA의 수신 섹터의 인덱스들의 순서를 기반으로 송/수신 페어(transmit-receive pair: Tx-Rx pair)를 생성하는 동작과;

상기 Tx-Rx pair를 기반으로 상기 STA의 최적 수신 섹터를 결정하는 동작을 더 포함함을 특징으로 하는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 패턴(pattern) 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법에 관한 것으로서, 특히 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 다운링크 송신 빔 패턴 정보를 기반으로 업링크 송신 빔 패턴을 선택하는 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 4세대(4^{th}-generation: 4G, 이하 "4G"라 칭하기로 한다) 통신 시스템 상용화 이후 증가 추세에 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 충족시키기 위해, 개선된 5세대(5^{th}-generation: 5G, 이하 "5G"라 칭하기로 한다) 통신 시스템 또는 프리-5G(pre-5G, 이하 " pre-5G"라 칭하기로 한다) 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 시스템 이후 (post LTE) 이후의 시스템이라 불리고 있다.

[0004] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 밀리미터파(millimeter wave: mmWave, 이하 " mmWave"라 칭하기로 한다) 대역 (예를 들어, 60기가 (60GHz) 대역과 같은 주파수 대역)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로 손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔 포밍(beam forming), 거대 배열 다중 입력 다중 출력(massive multi-input multi-output: massive MIMO, 이하 " massive MIMO"라 칭하기로 한다) 기술과, 전차원 다중 입력 다중 출력(full dimensional MIMO: FD-MIMO, 이하 " FD-MIMO"라 칭하기로 한다) 기술과, 어레이 안테나(array antenna) 기술과, 아날로그 빔 포밍(analog beam-forming) 기술 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술이 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), 디바이스 대 디바이스 (device to device: D2D, 이하 "D2D"라 칭하기로 한다) 통신, 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, 이하 " ACM"이라 칭하기로 한다) 방식인 하이브리드 주파수 쉬프트 키잉(frequency shift keying: FSK, 이하 "FSK"라 칭하기로 한다) 및 직교 진폭 변조(quadrature amplitude modulation: QAM, 이하 "QAM"이라 칭하기로 한다)(hybrid FSK and QAM: FQAM, 이하 " FQAM"라 칭하기로 한다) 방식 및 슬라이딩 윈도우 중첩 코딩(sliding window superposition coding: SWSC, 이하 " SWSC"라 칭하기로 한다) 방식과, 진보된 억세스 기술인 필터 뱅크 멀티 캐리어(filter bank multi carrier: FBMC, 이하 "FBMC"라 칭하기로 한다) 기술과, 비직교 다중 억세스(non orthogonal multiple access: NOMA, 이하 " NOMA"라 칭하기로 한다) 기술 및 성긴 코드 다중 억세스(sparse code multiple access: SCMA, 이하 " SCMA"라 칭하기로 한다) 기술 등이 개발되고 있다.

[0007] 통신 시스템은 지속적으로 증가하는 무선 데이터 트래픽(data traffic) 수요를 충족시키기 위해 보다 높은 데이

터 전송률을 지원하기 위한 형태로 발전해 오고 있다.

[0008] 한편, 현재까지 제안된 통신 시스템은 데이터 전송률 증가를 위해 주로 주파수 효율성(spectral efficiency)을 개선시키는 방향으로 다양한 방식들을 개발해오고 있으나, 이렇게 주파수 효율성을 개선시키는 방식들만으로는 폭증하고 있는 무선 데이터 트래픽 수요를 만족시키는 것은 어렵다.

[0009] 따라서, 이렇게 폭증하고 있는 데이터 트래픽 수요를 만족시키기 위해서 다양한 방식들이 제안되고 있으며, 그 중 대표적인 방식이 매우 넓은 주파수 대역, 일 예로 mmWave 주파수 대역을 사용하는 방식이다.

[0010] 그런데, 현재 이동 통신 셀룰라 시스템에서 사용하고 있는 주파수 대역(<5GHz)에서는 넓은 주파수 대역을 확보하는 것이 매우 어렵기 때문에, 현재 이동 통신 셀룰라 시스템에서 사용하고 있는 주파수 대역 보다 더 높은 주파수 대역에서 이런 mmWave 대역을 확보해야 할 필요성이 발생한다. 즉, 기존의 주파수 대역, 일 예로 300 MHz ~ 3 GHz 에서의 통신 방식들은 이미 포화 단계에 이르러 많은 데이터 전송 용량을 요구하는 5G 시스템을 구현하기 어렵다. 따라서, 기존의 주파수 대역보다 더 높은 주파수 대역인 mmWave 대역을 사용하는 새로운 통신 방식들이 연구되고 있다.

[0011] 그런데, 상기 mmWave 대역에서 전파의 파장은 수 mm에 달할 정도로 매우 짧으며, 따라서 이로 인해 기존 주파수 대역에 존재하는 통신 채널에 비해 신호 감쇄가 크게 발생하고, 신호가 분산되지 않기 때문에 송/수신 커버리지(coverage)가 현저하게 감소된다.

[0012] 따라서, 이와 같은 송/수신 커버리지 감소를 해결하기 위해 신호 송신 장치 및 신호 수신 장치에서 다수 개의 안테나들을 이용하는 빔 포밍 방식에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다.

[0013] 상기 빔 포밍 방식은 신호 송신 장치 및 신호 수신 장치 각각에서 다수 개의 안테나들을 사용하는 MIMO 시스템에서 안테나 공간을 사용하여 특정 방향으로 안테나 빔을 형성함으로써 높은 수신 신호 대 잡음 비(signal to noise ratio: SNR, 이하 "SNR"이라 칭하기로 한다)를 획득하는 방식을 나타낸다.

[0014] 상기 빔 포밍 방식은 크게 디지털 빔 포밍 방식과 무선 주파수(radio frequency: RF, 이하 "RF"라 칭하기로 한다) 빔 포밍 방식으로 구분될 수 있으며, 상기 빔 포밍 방식에 대해서 설명하면 다음과 같다.

[0015] 먼저, 상기 디지털 빔 포밍 방식은 각각의 RF 체인(chain)에서 변조된 신호에 특정 계수를 곱하여 빔을 형성하므로 신호 송신 장치 및 신호 수신 장치 모두는 안테나 개수와 동일한 개수의 RF 체인들을 포함하고 있어야만 한다. 하지만, 고주파 채널에서의 RF 체인은 그 가격이 매우 비쌀 뿐만 아니라 에너지 소모도 굉장히 크므로 실제 MIMO 시스템에서 상기 디지털 빔 포밍 방식을 구현하는 것에는 많은 제한들이 존재하게 된다.

[0016] 따라서, 상기 mmWave 시스템에서는 각각의 안테나에서의 위상을 조정하여 아날로그 단에서 빔을 형성하는 RF 빔 포밍 방식을 사용하는 것을 고려하고 있다. 즉, 상기 RF 빔 포밍 방식에서는 mmWave 채널에서의 신호 감쇄 현상을 방향성을 가진 빔 패턴을 사용하여 해결할 수 있으며, 따라서 상기 mmWave 시스템에서는 상기 RF 빔 포밍 방식을 사용하는 것을 고려하고 있다.

[0017] 따라서, 60GHz 대역을 고려하고 있는 국제 전기 전자 기술자 협회(institute of electrical and electronics engineers: IEEE, 이하 'IEEE'라 칭하기로 한다) 802.11ad 통신 시스템에서도 RF 빔 포밍 방식을 기반으로 하는 프로토콜(protocol), 즉 RF 빔 포밍 프로토콜을 지원하고 있다. 상기 RF 빔 포밍 프로토콜은 섹터 레벨 스윕(sector level sweep: SLS, 이하 "SLS"라 칭하기로 한다) 프로세스, 빔 미세 조정 프로토콜(beam refinement protocol: BRP, 이하 "BRP"라 칭하기로 한다) 프로세스, 빔 트래킹 프로토콜(beam tracking protocol) 프로세스 등을 포함한다.

[0018] 한편, 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에서 지원하고 있는 SLS 프로세스에 대해서 설명하면 다음과 같다.

[0019] 먼저, 억세스 포인트(access point: AP, 이하 "AP"라 칭하기로 한다)에서 개시자 송신 섹터 스윕(initiator transmit sector sweep: I-TXSS, 이하 "I-TXSS"라 칭하기로 한다) 프로세스를 수행하고, 단말기(station: STA, 이하 "STA"라 칭하기로 한다)는 전방향(omni-directional: omni, 이하 "omni"라 칭하기로 한다) 수신 모드에서 신호 수신 프로세스를 수행한다. 이때, 상기 STA는 상기 omni 수신 모드에서 신호 수신 프로세스를 수행하는 중에 상기 기지국의 최적 송신 섹터, 즉 최적 송신 빔 패턴을 결정하고, 상기 STA가 송신 섹터 스윕 프로세스를 수행할 경우 상기 결정된, 상기 AP의 최적 송신 섹터에 관련된 정보를 상기 AP로 피드백한다.

[0020] 이와 마찬가지로, 상기 AP는 신호 수신 프로세스를 수행하는 중에 상기 STA의 최적 송신 섹터를 결정하고, 상기 AP가 송신 섹터 스윕 프로세스를 수행할 경우 상기 결정된, 상기 STA의 최적 송신 섹터에 관련된 정보를 상기

STA로 피드백한다.

[0021] 이 경우, 상기 AP 및 STA 각각은 서로의 최적 송신 섹터에 관련된 정보를 알 수 있고, 따라서 최적 수신 섹터에 관련된 정보가 추가적으로 필요할 경우 상기 STA는 BRP 프로세스에서 수신 섹터 스윕 프로세스를 수행하여 상기 STA 의 최적 수신 섹터를 결정할 수 있다.

[0022] 또한, 상기 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에서는 연관 빔 포밍 트레이닝(association beam forming training: A-BFT, 이하 " A-BFT"라 칭하기로 한다) 구간에서 STA가 송신 섹터 스윕 프로세스를 수행하고, AP가 omni 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하는 프로세스인 응답자 송신 섹터 스윕(responder transmit sector sweep: R-TXSS, 이하 " R-TXSS"라 칭하기로 한다) 프로세스를 지원하고 있다.

[0023] 그런데, 상기 R-TXSS 프로세스에서는 상기 STA의 송신 전력이 상기 AP의 송신 전력에 비해서 작기 때문에 그 커버리지가 감소하게 되며, 이와 같은 커버리지의 감소는 빔 설정을 불가능하게 할 수 있다.

[0024] 한편, 상기와 같은 정보는 본 발명의 이해를 돕기 위한 백그라운드(background) 정보로서만 제시될 뿐이다. 상기 내용 중 어느 것이라도 본 발명에 관한 종래 기술로서 적용 가능할지 여부에 관해, 어떤 결정도 이루어지지 않았고, 또한 어떤 주장도 이루어지지 않는다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0026] 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0027] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 다운링크 송신 빔 패턴 정보를 기반으로 업링크 송신 빔 패턴을 선택하는 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0028] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI, 이하 "BTI"라 칭하기로 한다)을 기반으로 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0029] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 적어도 두 번의 I-TXSS 프로세스들을 기반으로 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0030] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 패턴 선택 시간을 감소시키는 것이 가능한 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0031] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택을 위한 복잡도를 감소시키는 것이 가능한 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

과제의 해결 수단

[0033] 본 발명의 일 실시 예에 따른 방법은; 빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 억세스 포인트(access point: AP)가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법에 있어서, 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 송신하는 과정과, 상기 duplicated BTI 동안 송신 섹터 스윕(transmit sector sweep: TXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

[0034] 본 발명의 일 실시 예에 따른 다른 방법은; 빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 단말기(station: STA)가 빔 선택 프로세스를 수행하는 방법에 있어서, 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 수신하는 과정과, 상기 duplicated BTI 동안 수신 섹터 스윕(receive sector sweep: RXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 한다.

[0035] 본 발명의 일 실시 예에 따른 장치는; 빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 억세스 포인트

(access point: AP)에 있어서, 송/수신기를 포함하며, 상기 송/수신기는 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 송신하는 동작을 수행하고, 상기 duplicated BTI 동안 송신 섹터 스윕(transmit sector sweep: TXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 동작을 수행함을 특징으로 한다.

[0036] 본 발명의 일 실시 예에 따른 다른 장치는; 빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 단말기(station: STA)에 있어서, 송/수신기를 포함하며, 상기 송/수신기는 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI)을 운영하는지 여부를 지시하는 정보를 수신하는 동작을 수행하고, 상기 duplicated BTI 동안 수신 섹터 스윕(receive sector sweep: RXSS) 프로세스를 적어도 두 번 수행하는 동작을 수행함을 특징으로 한다.

[0037] 본 발명의 다른 측면들과, 이득들 및 핵심적인 특징들은 부가 도면들과 함께 처리되고, 본 발명의 바람직한 실시예들을 개시하는, 하기의 구체적인 설명으로부터 해당 기술 분야의 당업자에게 자명할 것이다.

[0038] 하기의 본 개시의 구체적인 설명 부분을 처리하기 전에, 이 특허 문서를 통해 사용되는 특정 단어들 및 구문들에 대한 정의들을 설정하는 것이 효과적일 수 있다: 상기 용어들 "포함하다(include)" 및 "포함하다(comprise)"와 그 파생어들은 한정없는 포함을 의미하며; 상기 용어 "혹은(or)"은 포괄적이고, "및/또는"을 의미하고; 상기 구문들 "~와 연관되는(associated with)" 및 "~와 연관되는(associated therewith)"과 그 파생어들은 포함하고(include), ~내에 포함되고(be included within), ~와 서로 연결되고(interconnect with), 포함하고(contain), ~내에 포함되고(be contained within), ~에 연결하거나 혹은 ~와 연결하고(connect to or with), ~에 연결하거나 혹은 ~와 연결하고(couple to or with), ~와 통신 가능하고(be communicable with), ~와 협조하고(cooperate with), 인터리빙하고(interleave), 병치하고(juxtapose), ~로 가장 근접하고(be proximate to), ~로 ~할 가능성이 크거나 혹은 ~와 ~할 가능성이 크고(be bound to or with), 가지고(have), 소유하고(have a property of) 등과 같은 내용을 의미하고; 상기 용어 "제어기"는 적어도 하나의 동작을 제어하는 임의의 디바이스, 시스템, 혹은 그 부분을 의미하고, 상기와 같은 디바이스는 하드웨어, 펌웨어 혹은 소프트웨어, 혹은 상기 하드웨어, 펌웨어 혹은 소프트웨어 중 적어도 2개의 몇몇 조합에서 구현될 수 있다. 어떤 특정 제어기와 연관되는 기능성이라도 집중화되거나 혹은 분산될 수 있으며, 국부적이거나 원격적일 수도 있다는 것에 주의해야만 할 것이다. 특정 단어들 및 구문들에 대한 정의들은 이 특허 문서에 걸쳐 제공되고, 해당 기술 분야의 당업자는 많은 경우, 대부분의 경우가 아니라고 해도, 상기와 같은 정의들이 종래 뿐만 아니라 상기와 같이 정의된 단어들 및 구문들의 미래의 사용들에도 적용된다는 것을 이해해야만 할 것이다.

발명의 효과

[0040] 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 것을 가능하게 한다는 효과가 있다.

[0041] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 다운링크 송신 빔 패턴 정보를 기반으로 업링크 송신 빔 패턴을 선택하는 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 것을 가능하게 한다는 효과가 있다.

[0042] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 duplicated BTI를 기반으로 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 것을 가능하게 한다는 효과가 있다.

[0043] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 적어도 두 번의 I-TXSS 프로세스들을 기반으로 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 것을 가능하게 한다는 효과가 있다.

[0044] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 패턴 선택 시간을 감소시키는 것이 가능한 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 것을 가능하게 한다는 효과가 있다.

[0045] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택을 위한 복잡도를 감소시키는 것이 가능한 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 것을 가능하게 한다는 효과가 있다.

[0046]

도면의 간단한 설명

[0047] 본 발명의 특정한 바람직한 실시예들의 상기에서 설명한 바와 같은 또한 다른 측면들과, 특징들 및 이득들은 첨

부 도면들과 함께 처리되는 하기의 설명으로부터 보다 명백하게 될 것이다:

도 1은 일반적인 mmWave 통신 시스템에서 RF 빔 집합을 기반으로 최적 송신 빔 및 최적 수신 빔을 검출하는 프로세스를 개략적으로 도시한 도면이다;

도 2는 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에서 RF 빔 집합을 기반으로 최적 송신 빔 및 최적 수신 빔을 검출하는 프로세스를 개략적으로 도시한 도면이다;

도 3은 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에서 R-TXSS 프로세스 수행 시 STA의 커버리지 내에 AP가 존재하지 않는 경우를 개략적으로 도시한 도면이다;

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 mmWave 통신 시스템에서 송신 섹터 스윕 프로세스를 개략적으로 도시한 도면이다;

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 equalizer 방식에 따른 T_j를 개략적으로 도시한 도면이다;

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 mmWave 통신 시스템에서 확장된 equalizer 방식을 기반으로 생성되는 Tx-Rx pair를 개략적으로 도시한 도면이다;

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 큐비클 환경 - NLOS, far 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 큐비클 환경 - LOS, far 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 큐비클 환경 - LOS, near 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 리빙 룸 환경 - LOS 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 리빙 룸 환경 - NLOS 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-STA 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-AP 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-STA 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-AP 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다;

도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면이다;

도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면이다;

도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 동작 과정을 개략적으로 도시한 도면이다;

도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA의 동작 과정을 개략적으로 도시한 도면이다.

상기 도면들을 통해, 유사 참조 번호들은 동일한 혹은 유사한 엘리먼트들과, 특징들 및 구조들을 도시하기 위해 사용된다는 것에 유의해야만 한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0048] 첨부되는 도면들을 참조하는 하기의 상세한 설명은 청구항들 및 청구항들의 균등들로 정의되는 본 개시의 다양한 실시예들을 포괄적으로 이해하는데 있어 도움을 줄 것이다. 하기의 상세한 설명은 그 이해를 위해 다양한 특정 구체 사항들을 포함하지만, 이는 단순히 예로서만 간주될 것이다. 따라서, 해당 기술 분야의 당업자는 여기에서 설명되는 다양한 실시예들의 다양한 변경들 및 수정들이 본 개시의 범위 및 사상으로부터 벗어남이 없이 이루어질 수 있다는 것을 인식할 것이다. 또한, 공지의 기능들 및 구성들에 대한 설명은 명료성 및 간결성을 위해 생략될 수 있다.

[0049] 하기의 상세한 설명 및 청구항들에서 사용되는 용어들 및 단어들은 문헌적 의미로 한정되는 것이 아니라, 단순히 발명자에 의한 본 개시의 명료하고 일관적인 이해를 가능하게 하도록 하기 위해 사용될 뿐이다. 따라서, 해당 기술 분야의 당업자들에게는 본 개시의 다양한 실시예들에 대한 하기의 상세한 설명은 단지 예시 목적만을 위해 제공되는 것이며, 첨부되는 청구항들 및 상기 청구항들의 균등들에 의해 정의되는 본 개시를 한정하기 위해 제공되는 것은 아니라는 것이 명백해야만 할 것이다.

[0050] 또한, 본 명세서에서 명백하게 다른 내용을 지시하지 않는 “한”과, “상기”와 같은 단수 표현들은 복수 표현들을 포함한다는 것이 이해될 수 있을 것이다. 따라서, 일 예로, “컴포넌트 표면(component surface)”은 하나 혹은 그 이상의 컴포넌트 표현들을 포함한다.

[0051] 또한, 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 및/또는 이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

[0052] 또한, 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0053] 또한, 별도로 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 이해되어야만 한다.

[0054] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, 전자 디바이스는 통신 기능을 포함할 수 있다. 일 예로, 전자 디바이스는 스마트 폰(smart phone)과, 태블릿(tablet) 개인용 컴퓨터(personal computer: PC, 이하 'PC'라 칭하기로 한다)와, 이동 전화기와, 화상 전화기와, 전자책 리더(e-book reader)와, 데스크 탑(desktop) PC와, 랩탑(laptop) PC와, 넷북(netbook) PC와, 개인용 복합 단말기(personal digital assistant: PDA, 이하 'PDA'라 칭하기로 한다)와, 휴대용 멀티미디어 플레이어(portable multimedia player: PMP, 이하 'PMP'라 칭하기로 한다)와, 엠피3 플레이어(mp3 player)와, 이동 의료 디바이스와, 카메라와, 웨어러블 디바이스(wearable device)(일 예로, 헤드-마운티드 디바이스(head-mounted device: HMD, 일 예로 'HMD'라 칭하기로 한다)와, 전자 의류와, 전자 팔찌와, 전자 목걸이와, 전자 앱세서리(appcessory)와, 전자 문신, 혹은 스마트 워치(smart watch) 등이 될 수 있다.

[0055] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, 전자 디바이스는 통신 기능을 가지는 스마트 가정용 기기(smart home appliance)가 될 수 있다. 일 예로, 상기 스마트 가정용 기기는 텔레비젼과, 디지털 비디오 디스크(digital video disk: DVD, 이하 'DVD'라 칭하기로 한다) 플레이어와, 오디오와, 냉장고와, 에어 컨디셔너와, 진공 청소기와, 오븐과, 마이크로웨이브 오븐과, 워셔와, 드라이어와, 공기 청정기와, 셋-탑 박스(set-top box)와, TV 박스 (일 예로, Samsung HomeSync™, Apple TV™, 혹은 Google TV™)와, 게임 콘솔(gaming console)과, 전자 사전과, 캠코더와, 전자 사진 프레임 등이 될 수 있다.

[0056] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, 전자 디바이스는 의료 기기(일 예로, 자기 공명 혈관 조영술(magnetic

resonance angiography: MRA, 이하 'MRA'라 칭하기로 한다) 디바이스와, 자기 공명 화상법(magnetic resonance imaging: MRI, 이하 “MRI”라 칭하기로 한다)과, 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography: CT, 이하 'CT'라 칭하기로 한다) 디바이스와, 촬상 디바이스, 혹은 초음파 디바이스)와, 네비게이션(navigation) 디바이스와, 전세계 위치 시스템(global positioning system: GPS, 이하 'GPS'라 칭하기로 한다) 수신기와, 사고 기록 장치(event data recorder: EDR, 이하 'EDR'이라 칭하기로 한다)와, 비행 기록 장치(flight data recorder: FDR, 이하 'FER'이라 칭하기로 한다)와, 자동차 인포테인먼트 디바이스(automotive infotainment device)와, 항해 전자 디바이스(일 예로, 항해 네비게이션 디바이스, 자이로스코프(gyroscope), 혹은 나침반)와, 항공 전자 디바이스와, 보안 디바이스와, 산업용 혹은 소비자용 로봇(robot) 등이 될 수 있다.

[0057] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, 전자 디바이스는 통신 기능을 포함하는, 가구와, 빌딩/구조의 일부와, 전자 보드와, 전자 서명 수신 디바이스와, 프로젝터와, 다양한 측정 디바이스들(일 예로, 물과, 전기와, 가스 혹은 전자기 파 측정 디바이스들) 등이 될 수 있다.

[0058] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, 전자 디바이스는 상기에서 설명한 바와 같은 디바이스들의 조합이 될 수 있다. 또한, 본 발명의 바람직한 실시예들에 따른 전자 디바이스는 상기에서 설명한 바와 같은 디바이스에 한정되는 것이 아니라는 것은 당업자에게 자명할 것이다.

[0059] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, 단말기(station: STA, 이하 "STA"라 칭하기로 한다)는 일 예로 전자 디바이스가 될 수 있다.

[0060] 본 발명의 다양한 실시예들에 따르면, STA는 신호 송신 장치 혹은 신호 수신 장치가 될 수 있고, 억세스 포인트(access point: AP, 이하 "AP"라 칭하기로 한다)는 신호 송신 장치 혹은 신호 수신 장치가 될 수 있다.

[0061] 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍(beam forming) 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 패턴(pattern) 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0062] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 다운링크 송신 빔 패턴 정보를 기반으로 업링크 송신 빔 패턴을 선택하는 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0063] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 이중(duplicated) 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI, 이하 "BTI"라 칭하기로 한다)을 기반으로 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0064] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 적어도 두 번의 개시자 송신 섹터 스윕(initiator transmit sector sweep: I-TXSS, 이하 "I-TXSS"라 칭하기로 한다) 프로세스들을 기반으로 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0065] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 패턴 선택 시간을 감소시키는 것이 가능한 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0066] 또한, 본 발명의 일 실시예는 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택을 위한 복잡도를 감소시키는 것이 가능한 빔 패턴 선택 프로세스를 수행하는 장치 및 방법을 제안한다.

[0067] 한편, 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 장치 및 방법은 롱 텀 에볼루션 (long-term evolution: LTE, 이하 'LTE'라 칭하기로 한다) 이동 통신 시스템과, 롱 텀 에볼루션-어드밴스드 (long-term evolution-advanced: LTE-A, 이하 'LTE-A'라 칭하기로 한다) 이동 통신 시스템과, 인가-보조 억세스(licensed-assisted access: LAA, 이하 " LAA"라 칭하기로 한다)-LTE 이동 통신 시스템과, 고속 하향 링크 패킷 접속(high speed downlink packet access: HSDPA, 이하 'HSDPA'라 칭하기로 한다) 이동 통신 시스템과, 고속 상향 링크 패킷 접속(high speed uplink packet access: HSUPA, 이하 'HSUPA'라 칭하기로 한다) 이동 통신 시스템과, 3세대 프로젝트 파트너쉽 2(3rd generation project partnership 2: 3GPP2, 이하 '3GPP2'라 칭하기로 한다)의 고속 레이트 패킷 데이터(high rate packet data: HRPD, 이하 'HRPD'라 칭하기로 한다) 이동 통신 시스템과, 3GPP2의 광대역 부호 분할 다중 접속(wideband code division multiple access: WCDMA, 이하 'WCDMA'라 칭하기로 한다) 이동 통신 시스템과, 3GPP2의 부호 분할 다중 접속(code division multiple access: CDMA, 이하 'CDMA'라 칭하기로 한다) 이동 통신 시스템과, 국제 전기 전자 기술자 협회(institute of electrical and electronics engineers: IEEE, 이하 'IEEE'라 칭하기로 한다) 802.16ad 통신 시스템과, IEEE 802.16m 통신 시스템과, IEEE 802.16e 통신 시스템과, 진화된 패킷 시스템(evolved packet system: EPS, 이하 'EPS'라 칭하기로 한다)과, 모바일 인터넷 프로토콜(mobile internet protocol: Mobile IP, 이하 'Mobile IP '라 칭하기로 한다) 시스템 등과 같은 다

양한 통신 시스템들에 적용 가능하다.

[0068] 먼저, 본 발명의 일 실시예에서 고려하는 채널 모델(channel model)에 대해서 설명하면 다음과 같다.

[0069] 먼저, 밀리미터파(millimeter wave: mmWave, 이하 " mmWave"라 칭하기로 한다) 대역을 사용하는 통신은 자유 공간에서 경로 손실이 비교적 크게 나타나기 때문에 분산성이 작다는 특성을 가진다.

[0070] 따라서, mmWave 채널의 특성은 클러스터(cluster) 채널 모델을 사용하여 수학적으로 나타낼 수 있다. 상기 클러스터 채널 모델은 다수 개, 일 예로 N_{cl} 개의 클러스터들 각각에 다수 개, 일 예로 N_{ray}개의 채널 경로들이 존재한다고 가정한다.

[0071] 여기서, i번째 클러스터에서 형성된 l번째 레이(ray)와 송신 안테나가 형성하는 방위각(azimuth)을 ϕ_{il}^{t}라고 정의하기로 한다. 또한, 상기 i번째 클러스터에서 형성된 l번째 레이와 송신 안테나가 형성하는 앙각(elevation angle)을 θ_{il}^{t}라고 정의하기로 한다. 또한, 상기 i번째 클러스터에서 형성된 l번째 레이와 수신 안테나가 형성하는 방위각을 ϕ_{il}^{r}라고 정의하기로 한다. 또한, 상기 i번째 클러스터에서 형성된 l번째 레이와 수신 안테나가 형성하는 앙각을 θ_{il}^{r} 이라고 정의하기로 한다.

[0072] 상기와 같이 i번째 클러스터에서 형성된 l번째 레이와 송신 안테나가 형성하는 방위각과, 상기 i번째 클러스터에서 형성된 l번째 레이와 송신 안테나가 형성하는 앙각과, 상기 i번째 클러스터에서 형성된 l번째 레이와 수신 안테나가 형성하는 방위각 및 상기 i번째 클러스터에서 형성된 l번째 레이와 수신 안테나가 형성하는 앙각을 정의할 경우, mmWave 클러스터 채널은 하기 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

[0073] $$H = \gamma \sum_{i,l} \alpha_{il} a_r(\phi_{il}^{r}, \theta_{il}^{r}) a_t(\phi_{il}^{t}, \theta_{il}^{t})^{H} \quad \ldots . (1)$$

[0074] 상기 수학식 1에서, $\gamma = \sqrt{\frac{N_t N_r}{N_{cl} N_{ray}}}$ 는 채널 H의 정규화 계수(normalization factor)를 나타내고, $\alpha_{il} \sim CN(0,1)$ 은 i번째 클러스터의 l번째 레이에 해당하는 복소 채널 이득을 나타낸다.

[0075] 또한, 상기 수학식 1에서 $a_t(\phi_{il}^{t}, \theta_{il}^{t})$ 는 정규 송신 어레이 응답 벡터(array response vector)를 나타내며, $a_r(\phi_{il}^{r}, \theta_{il}^{r})$ 는 정규 수신 어레이 응답 벡터를 나타낸다. 여기서, 어레이 응답 벡터는 다수 개, 일 예로 $N = W \times H$ 개의 안테나 엘리먼트(element)들을 포함하는 균일 평면 어레이(uniform planar array: UPA, 이하 "UPA"라 칭하기로 한다) 안테나에서 하기 수학식 2와 같이 정의될 수 있다.

수학식 2

[0076] $$a_{UPA}(\phi, \theta) = \frac{1}{\sqrt{N}} \left[1, \cdots, e^{jkd\left(m\sin(\phi)\sin(\theta) + n\cos(\theta)\right)}, \cdots, e^{jkd\left((W-1)\sin(\phi)\sin(\theta) + (H-1)\cos(\theta)\right)}\right]^{T}$$

[0077] 상기 수학식 2에서, $k = 2\pi/\lambda$이고, d는 안테나 엘리먼트들간의 거리(distance)를 나타낸다.

[0078] 또한, 상기 수학식 2에서, m과 n은 각각 균일 평면 어레이 안테나가 포함하는 안테나 엘리먼트들 중 가로축에서 m번째 안테나 엘리먼트를 나타내는 인덱스와 세로축에서 n번째 안테나 엘리먼트를 나타내는 인덱스이며, 상기 m과 n의 범위는 $0 \le m \le W$과 $0 \le n \le H$이다. 한편, 본 발명의 일 실시예는 단일 사용자 단일 스트림(single user single stream) mmWave 통신 시스템을 고려한다. 여기서, 본 발명의 일 실시예에서 단일 사용자 단일 스트림 mmWave 통신 시스템에서는 신호 수신 장치가 다수 개의 안테나들을 사용할지라도 1개의 무선 주파수(radio frequency: RF, 이하 "RF"라 칭하기로 한다) 체인(chain)을 포함한다.

[0079] 상기 단일 사용자 단일 스트림 mmWave 통신 시스템에서 수신 신호 y는 하기 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

[0080] $$y = \sqrt{\rho} w_{RF}^{H} H f_{RF} s + w_{RF}^{H} n$$

[0081] 상기 수학식 3에서, f_{RF}는 송신 RF 빔 벡터를 나타내며, w_{RF}는 수신 RF 빔 벡터를 나타낸다. 상기 송신 RF 빔 벡터 f_{RF} 및 수신 RF 빔 벡터 w_{RF}는 각각 방위각과 앙각에 대해 하기 수학식 4와 같이 표현될 수 있다.

수학식 4

[0082] $$f_{RF}(\phi_i^t, \theta_i^t) = \frac{1}{\sqrt{N}}\left[1, \cdots, e^{jkd\left(m\sin(\phi_i^t)\sin(\theta_i^t)+n\cos(\theta_i^t)\right)}, \cdots, e^{jkd\left((W-1)\sin(\phi_i^t)\sin(\theta_i^t)+(H-1)\cos(\theta_i^t)\right)}\right]^T$$

[0083] $$w_{RF}(\phi_i^r, \theta_i^r) = \frac{1}{\sqrt{N}}\left[1, \cdots, e^{jkd\left(m\sin(\phi_i^r)\sin(\theta_i^r)+n\cos(\theta_i^r)\right)}, \cdots, e^{jkd\left((W-1)\sin(\phi_i^r)\sin(\theta_i^r)+(H-1)\cos(\theta_i^r)\right)}\right]^T$$

[0084] 상기 수학식 4에서, s는 송신하고자 하는 데이터를 나타내며, n은 가우시안(Gaussian) 분포를 따르는 잡음 벡터를 나타낸다.

[0085] 한편, 기본적으로 mmWave 통신 시스템에서는 다수 개의 송신 안테나 엘리먼트들 및 수신 안테나 엘리먼트들을 사용하지만 일반적으로 RF 체인들의 개수가 안테나 엘리먼트들의 개수보다 작기 때문에, 현실적으로 상기 수학식 1에 나타낸 바와 같은 mmWave 클러스터 채널, 즉 채널 H를 정확하게 검출하는 것이 어려울 수 있다. 따라서, 상기 mmWave 통신 시스템에서 하이브리드 빔 포밍(hybrid beam forming) 방식을 사용하여 RF 빔포밍 값과 디지털 빔포밍 값을 정확하게 검출하는 것은 매우 어려울 수 있다.

[0086] 따라서, 커버리지(coverage)를 등방위로 분할하여 RF 빔 집합을 생성하고, 이를 기반으로 최적 송신 빔 및 최적 수신 빔을 검출하는 방식이 하이브리드 빔 포밍 방식을 사용하여 아날로그 빔 포밍 값과 디지털 빔 포밍 값을 정확하게 검출하는 방식 보다 현실적일 수 있으며, 이를 도 1을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0087] 도 1은 일반적인 mmWave 통신 시스템에서 RF 빔 집합을 기반으로 최적 송신 빔 및 최적 수신 빔을 검출하는 프로세스를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0088] 도 1을 참조하면, 먼저 커버리지를 등방위로 분할하여 RF 빔 집합(111)을 생성한다. 여기서, 상기 RF 빔 집합(111)은 총 19개의 RF 빔 엘리먼트들, 즉 RF 빔 엘리먼트 #1 내지 RF 빔 엘리먼트 #19를 포함한다. 상기 RF 엘리먼트들 각각에는 해당하는 방위각 정보(az)와 앙각 정보(El)가 매핑되며, 상기 방위각 정보(az)와 앙각 정보(El)를 기반으로 해당하는 커버리지가 결정된다(113).

[0089] 따라서, AP 혹은 STA는 상기 RF 빔 집합(111)을 기반으로 섹터 스윕 프로세스(sector sweep process)를 수행하여 최적 송신 빔 혹은 최적 수신 빔을 검출할 수 있다.

[0090] 도 1에서는 일반적인 mmWave 통신 시스템에서 RF 빔 집합을 기반으로 최적 송신 빔 및 최적 수신 빔을 검출하는 프로세스에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 2를 참조하여 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에서 RF 빔 집합을 기반으로 최적 송신 빔 및 최적 수신 빔을 검출하는 프로세스에 대해서 설명하기로 한다.

[0091] 도 2는 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에서 RF 빔 집합을 기반으로 최적 송신 빔 및 최적 수신 빔을 검출하는 프로세스를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0092] 도 2를 참조하면, 먼저 섹터 레벨 스윕(sector level sweep: SLS, 이하 "SLS"라 칭하기로 한다) 프로세스의 개시자 송신 섹터 스윕(initiator transmit sector sweep: I-TXSS, 이하 "I-TXSS"라 칭하기로 한다) 프로세스는 비콘 송신 구간(beacon transmit interval: BTI, 이하 "BTI"라 칭하기로 한다)에서 수행된다. 상기 I-TXSS 프

로세스에서 AP(211)는 도 2에 도시되어 있는 바와 같이 매 타임 슬롯(time slot)마다 섹터를 RF 빔 집합 내부에서 순서대로 변경해가며 송신한다.

[0093] 또한, STA(213)는 전방향(omni-directional: omni, 이하 "omni"라 칭하기로 한다) 수신 모드에서 신호 수신 프로세스를 수행한다. 여기서, 상기 omni 수신 모드는 모든 방향들에 대해 균등하게 신호를 수신하는 모드를 나타낸다. 상기 STA(213)는 상기 BTI 동안 수신한 수신 신호들 중 최대 이득(gain)을 가지는, 상기 AP의 송식 섹터에 대한 인덱스(index)를 저장한다.

[0094] 이렇게, 상기 AP(211)의 송신 섹터 스윕 프로세스가 완료되면, 연관 빔 포밍 트레이닝(association beam forming training: A-BFT, 이하 "A-BFT"라 칭하기로 한다) 구간에서, 상기 STA(213)가 송신 섹터 스윕 프로세스를 수행하고, 상기 AP(211)가 omni 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하는 응답자 송신 섹터 스윕(responder transmit sector sweep: R-TXSS, 이하 " R-TXSS"라 칭하기로 한다) 프로세스가 수행된다.

[0095] 그런데, 상기 AP(211)가 상기 omni 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하게 될 경우, 상기 STA(213)의 송신 전력이 상기 AP(211)의 송신 전력에 비해 상대적으로 낮기 때문에, 상기 STA(213)의 커버리지 내에 상기 AP(211)가 존재하지 않는 경우가 발생할 수 있으며, 이를 도 3을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0096] 도 3은 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에서 R-TXSS 프로세스 수행 시 STA의 커버리지 내에 AP가 존재하지 않는 경우를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0097] 도 3을 참조하면, 먼저, A-BFT 구간에서 STA(311)가 송신 섹터 스윕 프로세스를 수행하고, AP(313)가 omni 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하는 R-TXSS 프로세스가 수행된다.

[0098] 그런데, 상기 AP(313)가 상기 omni 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하게 될 경우, 상기 STA(311)의 송신 전력이 상기 AP(313)의 송신 전력에 비해 상대적으로 낮기 때문에, 상기 STA(311)의 커버리지(315) 내에 상기 AP(313)가 존재하지 않는 경우가 발생할 수 있다.

[0099] 이렇게, 상기 STA(311)의 커버리지(315) 내에 상기 AP(313)가 존재하지 않는 경우가 발생할 경우, 상기 R-TXSS 프로세스는 정상적으로 수행될 수 없고, 따라서 빔 설정 역시 불가능해질 수 있다.

[0100] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 STA의 커버리지 이슈(issue)를 해결하기 위해, STA가 최적 송신 섹터로 신호 송신 프로세스를 수행하고, AP가 omni 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하는 것이 아니라 특정 수신 섹터를 기반으로 신호 수신 프로세스를 수행하여 안테나 이득을 증가시키는 방안을 고려하기로 한다.

[0101] 이렇게, STA가 최적 송신 섹터로 신호 송신 프로세스를 수행하고, AP가 omni 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하는 것이 아니라 특정 수신 섹터를 기반으로 신호 수신 프로세스를 수행하여 안테나 이득을 증가시키기 위해서는 STA의 최적 송신 섹터를 추정하는 방식이 필요로 된다.

[0102] 상기 STA의 최적 송신 섹터를 추정하는 방식은 채널 호혜(channel reciprocity)를 기반으로 최적 수신 섹터를 추정하는 방식과 동일하게 구현될 수 있다.

[0103] 먼저, 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에 명시된 빔 포밍 프로토콜에서는 빔 미세 조정 프로토콜(beam refinement protocol: BRP, 이하 "BRP"라 칭하기로 한다) 프로세스에서 개시자 수신 섹터 스윕(initiator receive sector sweep: I-RXSS, 이하 "I-RXSS"라 칭하기로 한다) 프로세스를 통해 STA의 최적 수신 섹터가 결정된다. 여기서, i번째 수신 섹터에 해당하는 수신 신호의 이득 ζ_i는 하기 수학식 5와 같이 정의될 수 있다.

수학식 5

[0104] $$\zeta_i = |w(\phi_i^r, \theta_i^r)^H \times H \times f_{omni}|, i \in [1, \cdots, N_{sector}] \cdots (2)$$

[0105] 상기 수학식 5에서, ϕ_i^r는 수신 섹터 집합 내에서 i번째 수신 섹터의 방위각을 나타내고, θ_i^r는 상기 수신 섹터 집합 내에서 상기 i번째 수신 섹터의 앙각을 나타내고, $w(\phi_i^t, \theta_i^t)$는 해당 섹터에 해당되는 수신 어레이 응답 벡터를 나타낸다.

[0106] 여기서, 상기 STA의 최적 수신 섹터를 검출하는 방식은 하기 수학식 6과 같이 전송률을 최대화하는 수신 섹터를

검출하는 방식으로 표현될 수 있다.

수학식 6

[0107] $$\text{Best Rx sector index} = \arg\max_{i} \log_2\left(1 + \frac{P|w(\phi_i^r, \theta_i^r)^H \times H \times f_{omni}|^2}{\sigma_n^2}\right)$$

[0108] $$\text{s.t. } i \in \{1, \cdots, N_{sector}\}$$

[0109] 상기 수학식 6에서, $\text{Best Rx sector index}$는 전송률을 최대화하는 수신 섹터의 인덱스를 나타낸다.

[0110] 한편, 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에 명시된 빔 포밍 프로토콜이 사용될 경우, 상기 STA의 커버리지 이슈를 해결하기 위해 상기 STA의 최적 수신 섹터를 결정하기 위해서는 SLS 프로세스가 수행된 후, 다시 BRP 프로세스까지 수행되어야만 한다.

[0111] 따라서, 빔을 설정하기 위해 소모되는 시간이 굉장히 길어지고, 여러 번의 피드백 동작이 수행되기 때문에 레이턴시(latency) 이슈도 발생된다. 또한, STA의 송신 전력이 충분하지 않다면 커버리지 이슈로 인해 빔 설정을 위한 빔 포밍 프로토콜의 전반적인 신뢰도가 저하될 수 있다.

[0112] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 상기와 같은 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에 명시된 빔 포밍 프로토콜이 사용될 경우 빔 설정시 발생될 수 있는 이슈들을 해결하기 위해 BTI 동안 수신되는 정보를 기반으로 STA의 최적 수신 섹터를 추정하는 방안을 제안한다.

[0113] 먼저, 도 4를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 mmWave 통신 시스템에서 송신 섹터 스윕 프로세스에 대해서 설명하기로 한다.

[0114] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 mmWave 통신 시스템에서 송신 섹터 스윕 프로세스를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0115] 도 4를 참조하면, 먼저 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 송신 섹터 스윕 프로세스는 새로운 시구간, 즉 이중 BTI(duplicated BTI, 이하 "duplicated BTI"라 칭하기로 한다)에서 수행되는 송신 섹터 스윕 프로세스이다.

[0116] 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템에 정의되어 있는 BTI에서는 송신 섹터 스윕 프로세스가 1번 수행된다. 이렇게, 상기 1번의 송신 섹터 스윕 프로세스 동안 수신되는 정보만으로 STA의 최적 수신 섹터를 추정하는 것은 어려울 수 있다.

[0117] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 새로운 시구간, 즉 duplicated BTI 동안 다수 번, 일 예로 2번 송신 섹터 스윕 프로세스를 수행하고, 상기 송신 섹터 스윕 프로세스를 2번 수행하는 동안 수신되는 정보를 기반으로 STA의 최적 수신 섹터를 추정한다. 즉, 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 송신 섹터 스윕 프로세스의 경우 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템의 송신 섹터 스윕 프로세스에 비해 STA가 획득할 수 있는 정보량이 2배로 증가하게 되고, 따라서 상기와 같은 증가된 정보량의 정보를 기반으로 상기 STA의 최적 수신 섹터를 추정한다.

[0118] 상기 duplicated BTI를 지원하기 위해서는, 일반적인 BTI와는 다르게 첫 번째 송신 섹터 스윕 프로세스를 수행할 때 섹터 프레임(sector frame)에 duplicated BTI 필드(field)가 추가될 수 있다.

[0119] 상기 duplicated BTI 필드는 AP가 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 필드로서, 일 예로 1비트로 구현될 수 있다. 따라서, 상기 duplicated BTI 필드의 필드 값이 일 예로 1일 경우, 상기 AP가 duplicated BTI를 운영함을 지시하며, 상기 duplicated BTI 필드의 필드 값이 일 예로 0일 경우, 상기 AP가 duplicated BTI를 운영하지 않음을 지시한다.

[0120] 본 발명의 일 실시예에서는 상기 duplicated BTI 필드를 사용하여 상기 AP가 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시하는 경우를 설명하였으나, 상기 duplicated BTI 필드 뿐만 아니라 다른 다양한 형태들로도 상기 AP가 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시할 수도 있음은 물론이다. 일 예로, 상기 AP는 해당하는 STA로 전용 메시지를 사용하여 상기 AP가 duplicated BTI를 운영하는지 여부를 지시할 수 있다.

[0121] 한편, 상기 duplicated BTI가 운영될 경우, STA는 첫 번째 송신 섹터 스윕 프로세스, 즉 AP의 첫 번째 송신 섹터 스윕 프로세스가 완료된 후 A-BFT 구간에서 상기 STA 자신의 송신 섹터 스윕 프로세스를 수행하는 것이 아니

라, 상기 duplicated BTI에서 두 번째 송신 섹터 스윕 프로세스, 즉 상기 AP의 두 번째 송신 섹터 스윕 프로세스에 상응하게 수신 섹터 스윕 프로세스를 수행한다. 상기 STA는 상기 AP의 두 번의 송신 섹터 스윕 프로세스들에 상응하게 두 번의 수신 섹터 스윕 프로세스들을 수행하고, 이후 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 등화기(equalizer, 이하 "equalizer"라 칭하기로 한다) 방식을 사용하여 상기 STA의 최적 송신 섹터를 추정한다.

[0122] 도 4에서는 도시의 편의상, 상기 AP를 "STA1"로 도시하였으며, 상기 STA를 "STA2"로 도시하였음에 유의하여야만 할 것이다.

[0123] 본 발명의 일 실시예에서는 STA의 커버리지 이슈를 해결하면서도 보다 간단하게 상기 STA의 최적 수신 섹터를 검출하기 위해서, AP가 새로운 구간, 즉 duplicated BTI 동안 I-TXSS 프로세스를 다수 번, 일 예로 2번 수행함으로써 I-RXSS를 가상으로 구현할 수 있는 equalizer 방식을 제안한다. 상기 duplicated BTI에서 획득한 정보를 기반으로 equalizer 방식을 적용할 경우 I-TXSS 프로세스와 I-RXSS 프로세스를 연속적으로 수행한 경우와 동일한 효과를 획득할 수 있다. 즉, duplicated BTI를 운영하고 equalizer 방식을 사용할 경우 AP의 최적 송신 섹터와 STA의 최적 수신 섹터를 추정할 수 있다.

[0124] 그러면 여기서 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 equalizer 방식에 대해서 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0125] 먼저, 첫 번째 I-TXSS 프로세스는 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템의 I-TXSS 프로세스와 동일하게 수행되고, AP의 각 송신 섹터에 대응하는 STA의 수신 신호의 이득을 해당 송신 섹터의 등화 계수(equalizing factor, 이하 "equalizing factor"라 칭하기로 한다)라고 정의하기로 한다. 여기서, i번째 송신 섹터에 대한 equalizing factor γ_i는 하기 수학식 7과 같이 정의할 수 있다.

수학식 7

[0126] $$\gamma_i = \left|w_{omni}^{H} H f(\phi_i^t, \theta_i^t)\right|$$

[0127] 다음으로, 두 번째 I-TXSS 프로세스에서는 일반적인 IEEE 802.11ad 통신 시스템의 I-TXSS 프로세스와는 다르게 STA가 omni 수신 모드로 신호 수신 프로세스를 수행하지 않고, 매 단위 시구간, 일 예로 타임 슬롯마다 수신 섹터를 랜덤(random)하게 변경해가면서 신호 수신 프로세스를 수행한다. 이 때, i번째 송신 섹터와 j번째 수신 섹터를 사용하여 획득되는 수신 신호의 이득을 상기 수학식 7에 나타낸 바와 같은 i번째 송신 섹터에 대한 equalizing factor γ_i로 나눈 값을 T_j라고 정의하기로 하며, 상기 T_j는 도 5에 도시되어 있는 바와 같이 수학식으로 표현될 수 있다. 여기서, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 equalizer 방식에 따른 T_j를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0128] 상기 T_j는 하기 수학식 8과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 8

[0129] $$T_j = \frac{\left|w(\phi_j^r, \theta_j^r)^H H f(\phi_i^t, \theta_i^t)\right|}{\gamma_i} = \frac{\left|w(\phi_j^r, \theta_j^r)^H A_r \Sigma A_t^H f(\phi_i^t, \theta_i^t)\right|}{\left|w_{omni}^H A_r \Sigma A_t^H f(\phi_i^t, \theta_i^t)\right|}$$

[0130] 여기서, 코시-슈바르츠(Cauchy-Schwarz) 부등식을 상기 수학식 8의 분자와 분모에 동시에 적용하면 상기 수학식 8은 하기 수학식 9와 같이 근사화될 수 있다.

수학식 9

[0131] $$T_j = \frac{\left|w(\phi_j^r, \theta_j^r)^H A_r \Sigma A_t^H f(\phi_i^t, \theta_i^t)\right|}{\left|w_{omni}^H A_r \Sigma A_t^H f(\phi_i^t, \theta_i^t)\right|}$$

[0132] $$\overset{\underset{Cauchy-Schwarz\ ineq.}{\approx}}{\frac{\left\|w(\phi_j^r,\theta_j^r)^H A_r \Sigma\right\| \left\|A_t^H f(\phi_i^t,\theta_i^t)\right\|}{\left\|w_{omni}^H A_r \Sigma\right\| \left\|A_t^H f(\phi_i^t,\theta_i^t)\right\|}} = \frac{\left\|w(\phi_j^r,\theta_j^r)^H A_r \Sigma\right\|}{\left\|w_{omni}^H A_r \Sigma\right\|}$$

[0133] 상기 수학식 9에 나타낸 바와 같이 만약 채널이 단일 경로로만 이루어진다면 등호가 성립한다는 것을 쉽게 알 수 있다. 이는 채널에 도미넌트한(dominant) 경로가 1개만 존재할 경우, equalizing factor가 정상적으로 동작하여 상기 수학식 9, 즉 근사화된 T_j의 정확도가 증가하게 된다는 것을 의미한다.

[0134] 상기 수학식 9에 나타낸 바와 같은 근사식의 최종 형태를 살펴보면, 분모 분자의 $f(\phi_i^t,\theta_i^t)$텀이 약분되어 사라지는 것을 알 수 있다. 즉, AP의 송신 섹터가 수신 신호의 이득에 미치는 영향을 제거함으로써, 마치 상기 AP에서 omni 송신 모드로 송신 프로세스를 수행하고, STA에서 수신 섹터를 스윕하는 I-RXSS 프로세스와 같은 효과를 가상으로 구현할 수 있게 된다.

[0135] 따라서, 두 번째 BTI 동안 STA에서 수집한 T_j값을 기반으로 하기 수학식 10과 같이 STA의 최적 수신 섹터를 추정할 수 있다.

수학식 10

[0136] $$\text{Best Rx sector index} = \arg\max_j T_j$$

[0137] $$\text{s.t. } j \in \{1,\cdots,N_{sector}\}$$

[0138] 상기에서 설명한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 equalizer 방식은 채널에 도미넌트한 하나의 경로가 존재할 경우 그 정확도가 높아진다. 따라서, LOS(line of sight)가 존재하거나 채널에 존재하는 경로들의 개수가 적을 경우 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 equalizer 방식의 성능은 증가하게 된다.

[0139] 이와는 달리, 채널에 존재하는 경로들의 개수가 많고, 상기 경로들의 채널 이득이 유사하게 나타날 경우, 상기와 같은 근사식의 정확도의 감소로 인해 STA의 최적 수신 섹터를 정확하게 추정하는 것이 어려워질 수 있다.

[0140] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 AP가 추가적으로 I-TXSS 프로세스를 수행하여 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 equalizer 방식의 성능을 증가시킬 수 있다.

[0141] 상기에서 설명한 바와 같은, 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 equalizer 방식에서는 AP가 I-TXSS 프로세스를 추가적으로 수행함으로써 STA의 최적 수신 섹터를 추정한다. 하지만, 채널에 존재하는 경로들의 개수가 많고 상기 경로들의 채널 이득이 유사할 경우 상기 equalizer 방식을 사용한다고 할지라도 근사식에서 에러가 증가하여 STA 의 최적 수신 섹터를 추정하는 것이 어려워질 수 있다.

[0142] 따라서, 상기 AP는 상기 equalizer 방식을 수행한 후 I-TXSS 프로세스를 추가적으로 다수 번, 일 예로 두 번 수행하여, 즉 총 3번 I-TXSS 프로세스를 수행하여 STA의 최적 수신 섹터를 추정할 수 있다. 이 경우, 상기 STA의 최적 수신 섹터 추정 성능이 증가된다. 이 경우, 두 번째로 수행되는 I-TXSS 프로세스에서의 수신 이득을 기반으로 세 번째로 수행되는 I-TXSS 프로세스에서 상기 equalizer 방식의 정렬(ordering, 이하 " ordering"라 칭하기로 한다)을 추가함으로써 신호 송신 장치와 신호 수신 장치간의 성능이 우수한 섹터들끼리 페어(pair)가 되는 확률을 증가시키게 된다.

[0143] 그러면 여기서 상기 총 3번의 I-TXSS 프로세스를 수행하여 STA의 최적 수신 섹터를 추정하는 방식을 "확장된(extended) equalizer 방식"이라 칭하기로 하며, 상기 확장된 equalizer 방식에 대해서 구체적으로 설명하면 다음과 같다.

[0144] 먼저, 첫 번째 I-TXSS 프로세스에서 STA는 AP의 최적 송신 섹터를 검출할 뿐만 아니라 AP의 송신 섹터의 인덱스들을 이득의 크기 순으로 정렬한다.

[0145] 두 번째 I-TXSS 프로세스에서 상기 STA는 equalizer 방식을 사용하여 가상으로 I-RXSS 프로세스를 수행한 후, 마찬가지로 상기 STA의 수신 섹터의 인덱스들을 이득의 크기 순으로 정렬한다.

[0146] 여기서, 상기 첫 번째 I-TXSS 프로세스에서 검출된 송신 섹터 인덱스들의 순서(order, 이하 " order"라 칭하기로 한다)와 상기 두 번째 I-TXSS 프로세스에서 검출된 수신 섹터 인덱스들의 order를 기반으로 송/수신 페어(transmit-receive pair: Tx-Rx pair, 이하 "Tx-Rx pair"라 칭하기로 한다)가 생성될 수 있으며, 이를 도 6을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0147] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 mmWave 통신 시스템에서 확장된 equalizer 방식을 기반으로 생성되는 Tx-Rx pair를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0148] 도 6을 참조하면, STA(613)는 확장된 equalizer 방식을 기반으로 첫 번째 I-TXSS 프로세스에서 AP(611)의 최적 송신 섹터를 검출할 뿐만 아니라 상기 AP(611)의 송신 섹터의 인덱스들을 이득의 크기 순으로 정렬한다. 또한, 상기 STA(613)는 두 번째 I-TXSS 프로세스에서 가상으로 I-RXSS 프로세스를 수행한 후, 상기 STA(613)의 수신 섹터의 인덱스들을 이득의 크기 순으로 정렬한다.

[0149] 그리고 도 6에 도시되어 있는 바와 같이 첫 번째 I-TXSS 프로세스에서 검출된 송신 섹터 인덱스들의 order $\{\tau_1, \tau_2, \cdots, \tau_{M_T}\}$와 두 번째 I-TXSS 프로세스에서 검출된 수신 섹터 인덱스들의 order $\{\rho_1, \rho_2, \cdots, \rho_{M_T}\}$를 순서대로 매핑하여 Tx-Rx pair를 생성한다.

[0150] 한편, 상기 확장된 equalizer 방식의 세 번째 I-TXSS 프로세스에서는, 도 6에서 설명한 바와 같은, 즉 첫 번째 I-TXSS 프로세스 및 두 번째 I-TXSS 프로세스를 수행한 결과를 기반으로 생성된 Tx-Rx pair를 기반으로 송신 섹터와 수신 섹터를 변경해가면서 이득을 측정한다.

[0151] 이후, STA는 상기 equalizer 방식을 적용할 경우, 가장 큰 결과값을 갖는 수신 섹터를 상기 STA 자신의 최적 수신 섹터로 결정한다.

[0152] 상기에서 설명한 바와 같이 equalizer 방식의 경우 채널에 단일 경로가 아닌 다수 개의 경로들이 존재할 경우, 최적 수신 섹터를 정확하게 추정할 수 있는 확률이 감소될 수 있으며, 따라서 본 발명의 일 실시예에서는 확장된 equalizer 방식을 제안함으로써 최적 수신 섹터를 정확하게 추정할 수 있는 확률을 증가시키게 된다.

[0153] 다음으로 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식의 성능에 대해서 설명하면 다음과 같다.

[0154] 먼저, 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식의 성능에 대해서 설명하기에 앞서, 하기에서 설명되는 각종 시뮬레이션(simulation) 결과들은 하기 표 1과 같은 시뮬레이션 환경하에서 획득된 것임에 유의하여야만 할 것이다.

표 1

[0155]

시스템 파라미터	값
System bandwidth	1.728 GHz
Tx power	10 dBm
Noise figure	10 dB
Antenna model	Basic steerable directional antenna model
Maximum antenna gain	16dB
Coverage region	100°
HPBW of the beam sector	30°
# of beam sectors	19
HPBW for the omni mode	100°
Maximum antenna gain of the Omni-mode	7dB

[0156] 상기 표 1에서, System bandwidth는 시스템 대역폭을 나타내며, 1.728 GHz로 설정되고, Tx power는 송신 전력을 나타내며, 10 dBm로 설정되고, Noise figure는 잡음 지수를 나타내며, 10 dB로 설정되고, Antenna model는 안테나 모델을 나타내며, 기본 스티어링 가능 지향성 안테나 모델(Basic steerable directional antenna

model)이고, Maximum antenna gain는 최대 안테나 이득을 나타내며, 16dB로 설정되고, Coverage region는 커버리지 영역을 나타내며, 100° 로 설정되고, HPBW of the beam sector는 빔 섹터의 HPBW(half power beam width)를 나타내며, 30° 로 설정되고, # of beam sectors는 빔 섹터들의 개수를 나타내며, 19로 설정되고, HPBW for the omni mode는 omni 모드에 대한 HPBW를 나타내며, 100° 로 설정되고, Maximum antenna gain of the Omni-mode는 omni 모드에 대한 최대 안테나 이득을 나타내며, 7dB로 설정된다.

[0157] 한편, 하기의 시뮬레이션들은 모든 송/수신 섹터 조합들에 대해 최적 송/수신 섹터를 검출하는 전체 탐색(full search, 이하 "full search"라 칭하기로 한다) 방식, I-TXSS 프로세스를 사용하여 최적 송신 섹터를 검출하고, I-RXSS 프로세스를 사용하여 최적 수신 섹터를 검출하는 I-TXSS & I-RXSS 방식, 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 equalizer 방식, 채널을 미리 알고 있다고 가정할 경우 최대 이득을 가지는 채널 경로에 상응하게 송/수신 섹터를 결정하는 최대 전력 레이(maximum power ray, 이하 "maximum power ray"라 칭하기로 한다) 방식, 송신 섹터는 I-TXSS 프로세스를 사용하여 검출하고, 수신 섹터는 omni 모드를 사용하여 검출하는 전방향 모드 수신기(omni mode receiver, 이하 "omni mode receiver"라 칭하기로 한다) 방식에 대해서, 전송률, 최적 수신 섹터와 추정 수신 섹터의 이격 정도(mean of angle gap), full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률(matching probability)을 검출하고, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 히스토그램(histogram)으로 나타내었음에 유의하여야만 할 것이다.

[0158] 첫 번째로, 큐비클 환경 - NLOS(non LOS), far 케이스(case)에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 2에 나타낸 바와 같다.

표 2

[0159]

	Full search	I-TXSS & I-RXSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	4.09	3.81	3.81	2.65	1.43
Mean of angle gap[°]	0	0.3	5.3	-	-
Matching probability	1	0.99	0.79	-	-

[0160] 상기 표 2에 나타낸 바와 같이, 큐비클 환경 - NLOS, far 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0161] 그리고, 상기 표 2에 나타낸 바와 같은 큐비클 환경 - NLOS, far 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 7을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0162] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 큐비클 환경 - NLOS, far 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0163] 도 7을 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0164] 도 7에 도시되어 있는 바와 같이, 큐비클 환경 - NLOS, far 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0165] 두 번째로, 큐비클 환경 - LOS, far 케이스에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 3에 나타낸 바와 같다.

표 3

[0166]

	Full search	I-TXSS & I-RXSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	10.39	10.39	10.16	10.39	7.17
Mean of angle gap[°]	0	0	1.75	-	-
Matching probability	1	1	0.96	-	-

[0167] 상기 표 3에 나타낸 바와 같이, 큐비클 환경 - LOS, far 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0168] 그리고, 상기 표 3에 나타낸 바와 같은 큐비클 환경 - LOS, far 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 8을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0169] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 큐비클 환경 - LOS, far 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0170] 도 8을 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0171] 도 8에 도시되어 있는 바와 같이, 큐비클 환경 - LOS, far 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0172] 세 번째로, 큐비클 환경 - LOS, near 케이스에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 4에 나타낸 바와 같다.

표 4

[0173]

	Full search	I-TXSS & I-RXSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	12.41	12.41	12.40	12.41	8.15
Mean of angle gap[°]	0	0	0	-	-
Matching probability	1	1	1	-	-

[0174] 상기 표 4에 나타낸 바와 같이, 큐비클 환경 - LOS, near 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0175] 그리고, 상기 표 4에 나타낸 바와 같은 큐비클 환경 - LOS, near 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 9를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0176] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 큐비클 환경 - LOS, near 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0177] 도 9를 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0178] 도 9에 도시되어 있는 바와 같이, 큐비클 환경 - LOS, near 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0179] 그러면 여기서 상기 큐비클 환경 하에서의 시뮬레이션 결과들, 즉 표 2 내지 표 4와, 도 7 내지 도 9에 나타낸 바와 같은 시뮬레이션 결과들에 대해서 정리하면 다음과 같다.

[0180] 먼저, 상기 큐비클 환경 - NLOS, far 케이스에서, equalizer 방식을 사용하여 STA의 최적 수신 섹터를 검출할 확률은 79%로 I-RXSS 프로세스를 사용하여 STA의 최적 수신 섹터를 검출할 확률에 비해 작음을 알 수 있고, 이에 따라 최적 수신 섹터와 추정된 수신 섹터의 이격 정도(mean of angle gap) 역시 5.3° 로 상대적으로 큰 값을 갖는 것을 알 수 있다.

[0181] 이와는 달리, 큐비클 환경 - LOS, far 케이스는 AP가 STA와 멀리 떨어져 있는 시나리오, 일 예로, AP는 천장에 위치하고 있는 것과 같이 AP와 STA가 멀리 떨어져 시나리오이기 때문에, LOS 경로를 포함하는 섹터가 일 예로 섹터 #11이 된다. 이 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 송신 섹터와 수신 섹터의 모든 조합들을 검색하여 최적 송신 섹터 및 최적 수신 섹터를 검출하는 full search 방식에 거의 근접한 성능을 갖는 것을 알 수 있다. 이 경우, 상기 equalizer 방식을 사용하여 STA의 최적 수신 섹터를 검출할 확률은 96%로 굉장히 우수한 성능을 나타내며, 전송률(rate) 역시 상기 full search 방식과 유사함을 알 수 있다.

[0182] 또한, 큐비클 환경 - LOS, near 케이스에서는 STA와 AP간의 거리가 가까운 만큼 LOS가 존재한다는 가정이 성립하게 된다. 따라서, 큐비클 환경 - NLOS, far 케이스 및 큐비클 환경 - LOS, far 케이스와는 달리 AP가 STA와 가까운 거리에 존재하기 때문에 일 예로 섹터 #11 보다 위에 위치하고 있는 섹터 #13이 LOS 경로를 포함하는 섹터가 된다. 이 경우, 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식을 사용하여 검출한 수신 섹터가 최적 수신 섹터와 완벽하게 일치하는 것을 알 수 있다. 이렇게, equalizer 방식을 사용하여 검출한 수신 섹터가 최적 수신 섹터와 완벽하게 일치하는 것은 LOS 경로가 존재할 경우 채널이 도미넌트한 하나의 LOS 경로로 대표된다는 것을 나타낸다. 이와 같은 경우, 상기에서 설명한 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식을 기반으로 최적 수신 섹터를 정확하게 검출할 수 있다는 것을 알 수 있다.

[0183] 네 번째로, 리빙 룸(living room) 환경 - LOS 케이스에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 5에 나타낸 바와 같다.

표 5

[0184]

	Full search	I-TxSS & I-RxSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	11.09	11.09	9.73	11.09	7.97
Mean of angle gap[°]	0	0	8.9	-	-
Matching probability	1	1	0.77	-	-

[0185] 상기 표 5에 나타낸 바와 같이, 리빙 룸 환경 - LOS 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0186] 그리고, 상기 표 5에 나타낸 바와 같은 리빙 룸 환경 - LOS 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 10을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0187] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 리빙 룸 환경 - LOS 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0188] 도 10을 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0189] 도 10에 도시되어 있는 바와 같이, 리빙 룸 환경 - LOS 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0190] 다섯 번째로, 리빙 룸 환경 - NLOS 케이스에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 6에 나타낸 바와 같다.

표 6

[0191]

	Full search	I-TxSS & I-RxSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	6.57	6.51	5.16	4.81	3.35
Mean of angle gap[°]	0	1.0	18.3	-	-
Matching probability	1	0.98	0.61	-	-

[0192] 상기 표 6에 나타낸 바와 같이, 리빙 룸 환경 - NLOS 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0193] 그리고, 상기 표 6에 나타낸 바와 같은 리빙 룸 환경 - NLOS 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 11을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0194] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 리빙 룸 환경 - NLOS 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0195] 도 11을 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0196] 도 11에 도시되어 있는 바와 같이, 리빙 룸 환경 - NLOS 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0197] 그러면 여기서 상기 리빙 룸 환경 하에서의 시뮬레이션 결과들, 즉 표 5 및 표 6과, 도 10 및 도 11에 나타낸 바와 같은 시뮬레이션 결과들에 대해서 정리하면 다음과 같다.

[0198] 먼저, 상기 리빙 룸 환경 하에서의 시나리오들은 LOS 경로의 유무에 따라서 분류될 수 있다. 일 예로, LOS 경로가 존재하는 경우의 히스토그램, 즉 도 10에 도시되어 있는 히스토그램을 살펴보면 LOS 경로를 포함하는 섹터 #1이 항상 STA의 최적 수신 섹터가 되는 것을 알 수 있다. 이 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 사용될 경우 약 77% 정도의 확률로 STA의 최적 수신 섹터를 검출할 있고, full search 방식 대비 88% 정도의 전송률(rate)을 획득할 수 있다.

[0199] 이와는 달리, LOS 경로가 존재하지 않는 경우의 히스토그램, 즉 도 11에 도시되어 있는 히스토그램을 살펴보면, STA의 최적 수신 섹터는 천장의 반사를 고려한 섹터 #11 및 섹터 #13이 됨을 알 수 있다. 또한, 벽에서 반사되는 경로도 존재하기 때문에 채널은 하나의 도미넌트한 경로로 대표될 수 없게 된다. 이에 따라, 본 발명의 일 실시예에서 제안하는 equalizer 방식의 성능이 61%로 LOS 경로가 존재할 경우 보다 약 16% 정도 떨어지는 것을 알 수 있고, 따라서 최적 수신 섹터와 추정 수신 섹터의 이격 정도 역시 커지는 것을 알 수 있다.

[0200] 여섯 번째로, 컨퍼런스 룸(conference room) 환경 - LOS, STA-STA 케이스에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 7에 나타낸 바와 같다.

표 7

[0201]

	Full search	I-TxSS & I-RxSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	13.09	13.09	12.95	13.09	9.96
Mean of angle gap[°]	0	0	0.8	-	-
Matching probability	1	1	0.98	-	-

[0202] 상기 표 7에 나타낸 바와 같이, 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-STA 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0203] 그리고, 상기 표 7에 나타낸 바와 같은 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-STA 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 12를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0204] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-STA 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0205] 도 12를 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0206] 도 12에 도시되어 있는 바와 같이, 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-STA 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0207] 일곱 번째로, 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-AP 케이스에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 8에 나타낸 바와 같다.

표 8

[0208]

	Full search	I-TxSS & I-RxSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	11.48	11.48	11.27	11.48	7.94
Mean of angle gap[°]	0	0	3.1	-	-
Matching probability	1	1	0.89	-	-

[0209] 상기 표 8에 나타낸 바와 같이, 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-AP 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0210] 그리고, 상기 표 8에 나타낸 바와 같은 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-AP 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 13을 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0211] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-AP 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0212] 도 13을 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0213] 도 13에 도시되어 있는 바와 같이, 컨퍼런스 룸 환경 - LOS, STA-AP 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0214] 그러면 여기서 상기 컨퍼런스 룸 환경 - LOS 케이스에서의 시뮬레이션 결과들, 즉 표 7 및 표 8과, 도 12 및 도 13에 나타낸 바와 같은 시뮬레이션 결과들에 대해서 정리하면 다음과 같다.

[0215] 먼저, 컨퍼런스 룸 환경에서 LOS 경로가 존재하는 경우, STA-STA 케이스 및 STA-AP 케이스 모두에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식의 성능이 굉장히 좋다는 것을 알 수 있다. 상기 STA-STA 케이스에서 LOS 경로를 포함하는 수신 섹터는 섹터 #1이 되고, 상기 STA-AP 케이스에서 LOS 경로를 포함하는 수신 섹터는 섹터 #13이 되는데, 상기 STA-STA 케이스에서는 STA의 최적 수신 섹터가 상기 섹터 #1이 되고, 상기 STA-AP 케이스에서는 STA의 최적 수신 섹터가 상기 섹터 #13이 됨을 알 수 있다.

[0216] 이와 같이, 1개의 섹터로 최적 수신 섹터가 집중되는 경우 상기 equalizer 방식의 성능이 우수함을 알 수 있다.

[0217] 여덟 번째로, 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-STA 케이스에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 9에 나타낸 바와 같다.

표 9

[0218]

	Full search	I-TxSS & I-RxSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	4.28	3.60	2.37	1.60	2.02
Mean of angle gap[°]	0	14.7	34.5	-	-
Matching probability	1	0.75	0.34	-	-

[0219] 상기 표 9에 나타낸 바와 같이, 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-STA 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0220] 그리고, 상기 표 9에 나타낸 바와 같은 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-STA 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 14를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0221] 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-STA 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0222] 도 14를 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0223] 도 14에 도시되어 있는 바와 같이, 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-STA 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0224] 아홉 번째로, 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-AP 케이스에서의 시뮬레이션 결과는 하기 표 10에 나타낸 바와 같다.

표 10

[0225]

	Full search	I-TxSS & I-RxSS	Equalizer	Maximum power ray	Omni mode receiver
Rate	4.65	4.11	3.09	1.88	2.29
Mean of angle gap[°]	0	11.2	26.5	-	-
Matching probability	1	0.76	0.41	-	-

[0226] 상기 표 10에 나타낸 바와 같이, 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-AP 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0227] 그리고, 상기 표 10에 나타낸 바와 같은 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-AP 케이스에서의 시뮬레이션 결과에 따른, 각 방식에서 결정된 수신 섹터 인덱스의 분포를 도 15를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0228] 도 15는 본 발명의 일 실시예에 따른 mmWave 통신 시스템에서 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-AP 케이스에서 equalizer 방식의 성능을 개략적으로 도시한 히스토그램이다.

[0229] 도 15를 참조하면, FS는 full search 방식을 나타내며, I-RxSS는 I-TXSS & I-RXSS 방식을 나타내며, EQZ는 equalizer 방식을 나타내며, Max power ray는 maximum power ray 방식을 나타낸다.

[0230] 도 15에 도시되어 있는 바와 같이, 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS, STA-AP 케이스에서 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식이 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률이 높음을 알 수 있다.

[0231] 그러면 여기서 상기 컨퍼런스 룸 환경 - NLOS 케이스에서의 시뮬레이션 결과들, 즉 표 9 및 표 10과, 도 14 및 도 15에 나타낸 바와 같은 시뮬레이션 결과들에 대해서 정리하면 다음과 같다.

[0232] 먼저, 상기 컨퍼런스 룸 환경에서는 LOS가 존재하지 않는 경우, STA-STA 케이스 및 STA-AP 케이스 모두 본 발명의 일 실시예에 따른 equalizer 방식의 성능이 비교적 많이 감소되는 것을 알 수 있다. 이와 같이 equalizer 방식의 성능이 비교적 많이 감소되는 이유는 상기 컨퍼런스 룸 환경에서 채널 모델이 고려하고 있는 다양한 반사 경로들로 인해 채널이 하나의 경로로 대표되는 것이 어렵기 때문이다. 따라서, 상기 equalizer 방식의 근사식의 정확도가 감소하게 되어, 상기 equalizer 방식의 성능이 저하되는 것이다.

[0233] 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 상기 equalizer 방식의 성능 저하 이슈를 해결하기 위해 확장된 equalizer 방식을 제안한 바 있으며, 상기 확장된 equalizer 방식은 AP가 추가적으로 I-TXSS 프로세스를 다수 번 더 수행하고, ordering 방식을 적용함으로써 상기 equalizer 방식에 비해 향상된 성능을 획득할 수 있다.

[0234] 따라서, 상기 확장된 equalizer 방식의 성능 향상을 확인하기 위해서, 상기 equalizer 방식이 사용될 경우 그 성능이 가장 낮게 나타난 3개의 NLOS 시나리오들에 대해서 상기 확장된 equalizer 방식을 적용하고, 각각의 NLOS 시나리오에서 상기 확장된 equalizer 방식의 full search 방식 대비 최적 수신 섹터를 검출하는 확률을 살펴보면 하기 표 11과 같이 나타남을 알 수 있다.

표 11

[0235]

	Equalizer	3 I-TxSS	4 I-TxSS
CR,NLOS STA-STA	0.34	0.51	0.58
CR,NLOS STA-AP	0.41	0.61	0.67
LR, NLOS	0.61	0.83	0.86

[0236] 상기 표 11에서, 3 I-TxSS는 equalizer 방식이 수행된 후 한 번의 ordering 방식이 수행되는 확장된 equalizer 방식을 사용하여 최적 수신 섹터가 검출될 경우의 결과를 나타내고, 4 I-TxSS는 상기 3 I-TxSS의 결과에 한 번 더 ordering 방식을 사용하여 최적 수신 섹터가 검출될 경우의 결과를 나타낸다.

[0237] 상기 표 11에 나타낸 바와 같은 3개의 NLOS 시나리오들에서 3 I-TxSS의 경우, 상기 equalizer 방식만 사용할 경우에 비해 최적 수신 섹터를 검출할 확률이 약 50% 증가하는 것을 알 수 있다.

[0238] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 내부 구조에 대해서 설명하기로 한다.

[0239] 도 16은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0240] 도 16을 참조하면, AP(1600)는 송신기(1611)와, 제어기(1613)와, 수신기(1615)와, 저장 유닛(1617)을 포함한다.

[0241] 먼저, 상기 제어기(1613)는 상기 AP(1600)의 전반적인 동작을 제어하며, 특히 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택 프로세스를 수행하는 동작에 관련된 동작을 제어한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택 프로세스를 수행하는 동작에 관련된 동작에 대해서는 도 1 내지 도 15에서 설명한 바와 동일하므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0242] 상기 송신기(1611)는 상기 제어기(1613)의 제어에 따라 상기 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템이 포함하는 다른 엔터티들, 일 예로 STA 등과 같은 다른 엔터티들로 각종 신호 및 각종 메시지들을 송신한다. 여기서, 상기 송신기(1611)가 송신하는 각종 신호 및 각종 메시지들은 도 1 내지 도 15에서 설명한 바와 동일하므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0243] 또한, 상기 수신기(1615)는 상기 제어기(1613)의 제어에 따라 상기 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 포함하는 다른 엔터티들, 일 예로 STA 등과 같은 다른 엔터티들로부터 각종 신호 및 각종 메시지들을 수신한다.

여기서, 상기 수신기(1615)가 수신하는 각종 신호 및 각종 메시지들은 도 1 내지 도 15에서 설명한 바와 동일하므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0244] 상기 저장 유닛(1617)은 상기 제어기(1613)의 제어에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택 프로세스를 수행하는 동작에 관련된 동작에 관련된 프로그램과 각종 데이터 등을 저장한다.

[0245] 또한, 상기 저장 유닛(1617)은 상기 수신기(1615)가 상기 다른 엔터티들로부터 수신한 각종 신호 및 각종 메시지들을 저장한다.

[0246] 한편, 도 16에는 상기 AP(1600)가 상기 송신기(1611)와, 제어기(1613)와, 수신기(1615)와, 저장 유닛(1617)과 같이 별도의 유닛들로 구현된 경우가 도시되어 있으나, 상기 AP(1600)는 상기 송신기(1611)와, 제어기(1613)와, 수신기(1615)와, 저장 유닛(1617) 중 적어도 두 개가 통합된 형태로 구현 가능함은 물론이다. 또한, 상기 AP(1600)는 1개의 프로세서로 구현될 수도 있음은 물론이다.

[0247] 도 16에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 내부 구조에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 17을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA의 내부 구조에 대해서 설명하기로 한다.

[0248] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA의 내부 구조를 개략적으로 도시한 도면이다.

[0249] 도 17을 참조하면, STA(1700)는 송신기(1711)와, 제어기(1713)와, 수신기(1715)와, 저장 유닛(1717)을 포함한다.

[0250] 먼저, 상기 제어기(1713)는 상기 STA(1700)의 전반적인 동작을 제어하며, 특히 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택 프로세스를 수행하는 동작에 관련된 동작을 제어한다. 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택 프로세스를 수행하는 동작에 관련된 동작에 대해서는 도 1 내지 도 15에서 설명한 바와 동일하므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0251] 상기 송신기(1711)는 상기 제어기(1713)의 제어에 따라 상기 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템이 포함하는 다른 엔터티들, 일 예로 AP 등과 같은 다른 엔터티들로 각종 신호 및 각종 메시지들을 송신한다. 여기서, 상기 송신기(1711)가 송신하는 각종 신호 및 각종 메시지들은 도 1 내지 도 15에서 설명한 바와 동일하므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0252] 또한, 상기 수신기(1715)는 상기 제어기(1713)의 제어에 따라 상기 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 포함하는 다른 엔터티들, 일 예로 AP 등과 같은 다른 엔터티들로부터 각종 신호 및 각종 메시지들을 수신한다. 여기서, 상기 수신기(1715)가 수신하는 각종 신호 및 각종 메시지들은 도 1 내지 도 15에서 설명한 바와 동일하므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0253] 상기 저장 유닛(1717)은 상기 제어기(1713)의 제어에 따라 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 빔 선택 프로세스를 수행하는 동작에 관련된 동작에 관련된 프로그램과 각종 데이터 등을 저장한다.

[0254] 또한, 상기 저장 유닛(1717)은 상기 수신기(1715)가 상기 다른 엔터티들로부터 수신한 각종 신호 및 각종 메시지들을 저장한다.

[0255] 한편, 도 17에는 상기 STA(1700)가 상기 송신기(1711)와, 제어기(1713)와, 수신기(1715)와, 저장 유닛(1717)과 같이 별도의 유닛들로 구현된 경우가 도시되어 있으나, 상기 STA(1700)는 상기 송신기(1711)와, 제어기(1713)와, 수신기(1715)와, 저장 유닛(1717) 중 적어도 두 개가 통합된 형태로 구현 가능함은 물론이다. 또한, 상기 STA(1700)는 1개의 프로세서로 구현될 수도 있음은 물론이다.

[0256] 도 17에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA의 내부 구조에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 18을 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 동작 과정에 대해서 설명하기로 한다.

[0257] 도 18은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 동작 과정을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0258] 먼저, 1811단계에서 AP는 해당 시점이 duplicated BTI를 운영할 시점인지 검사한다. 상기 검사 결과 상기 duplicated BTI를 운영할 시점이 아닐 경우 상기 AP는 1813단계로 진행한다. 상기 1813단계에서 상기 AP는 일반 BTI에 따른 동작을 수행한다.

[0259] 한편, 상기 1815단계에서 검사 결과 해당 시점이 duplicated BTI를 운영할 시점일 경우, 상기 AP는 1815단계로 진행한다. 상기 1815단계에서 상기 AP는 해당 시점이 상기 duplicated BTI가 포함하는 BIT들 중 첫 번째 BTI에 해당하는 시점인지 검사한다. 상기 검사 결과 상기 해당 시점이 상기 duplicated BTI가 포함하는 BIT들 중 첫 번째 BTI에 해당하는 시점이 아닐 경우 상기 AP는 1817단계로 진행한다. 상기 1817단계에서 상기 AP는 일반 프레임 신호, 즉 duplicated BTI 필드가 포함되어 있지 않은 프레임 신호를 송신하고 1823단계로 진행한다. 도 18에서는, 일반 프레임 신호가 상기 duplicated BTI 필드를 포함하지 않을 경우를 일 예로 하여 설명하지만, 모든 프레임 신호들이 duplicated BTI 필드를 포함할 경우, 상기 duplicated BTI 필드의 필드 값을 기반으로 그 동작이 구분될 수도 있음은 물론이다.

[0260] 상기 1815단계에서 검사 결과 상기 해당 시점이 상기 duplicated BTI가 포함하는 BIT들 중 첫 번째 BTI에 해당하는 시점일 경우 상기 AP는 1819단계로 진행한다. 상기 1819단계에서 상기 AP는 상기 duplicated BTI 필드를 포함하는 프레임 신호를 송신하고 1821단계로 진행한다. 상기 1821단계에서 상기 AP는 첫 번째 BTI에 따른 동작을 수행하고 1823단계로 진행한다. 상기 duplicated BTI의 첫 번째 BTI에 따른 AP의 동작은 상기에서 구체적으로 설명한 바 있으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0261] 상기 1823단계에서 상기 AP는 두 번째 BTI에 따른 동작을 수행하고 1825단계로 진행한다. 상기 duplicated BTI의 두 번째 BTI에 따른 AP의 동작은 상기에서 구체적으로 설명한 바 있으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이런 식으로, 1825단계에서 상기 AP는 N번째 BTI에 따른 동작을 수행한다. 상기 duplicated BTI의 N번째 BTI에 따른 동작, 즉 첫 번째 BTI 및 두 번째 BTI 이후의 BTI에 따른 AP의 동작은 상기에서 구체적으로 설명한 바 있으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0262] 한편, 도 18이 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 동작 과정을 도시하고 있더라도, 다양한 변형들이 도 18에 대해 이루어질 수 있음은 물론이다. 일 예로, 도 18에는 연속적인 단계들이 도시되어 있지만, 도 18에서 설명한 단계들은 오버랩될 수 있고, 병렬로 발생할 수 있고, 다른 순서로 발생할 수 있거나, 혹은 다수 번 발생할 수 있음은 물론이다.

[0263] 도 18에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 AP의 동작 과정에 대해서 설명하였으며, 다음으로 도 19를 참조하여 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA의 동작 과정에 대해서 설명하기로 한다.

[0264] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA의 동작 과정을 개략적으로 도시한 도면이다.

[0265] 먼저, 1911단계에서 STA는 프레임 신호를 수신하고 1913단계로 진행한다. 상기 1913단계에서 상기 STA는 상기 수신한 프레임 신호에 duplicated BTI 필드가 포함되어 있는지 검사한다. 상기 검사 결과 상기 수신한 프레임 신호에 duplicated BTI 필드가 포함되어 있지 않을 경우, 상기 STA는 1915단계로 진행한다. 상기 1915단계에서 상기 STA는 일반 BTI에 따른 동작을 수행한다.

[0266] 한편, 상기 1913단계에서 검사 결과 상기 수신한 프레임 신호에 duplicated BTI 필드가 포함되어 있을 경우 상기 STA는 1917단계로 진행한다. 도 19에서는, 일반 프레임 신호가 상기 duplicated BTI 필드를 포함하지 않을 경우를 일 예로 하여 설명하지만, 모든 프레임 신호들이 duplicated BTI 필드를 포함할 경우, 상기 duplicated BTI 필드의 필드 값을 기반으로 그 동작이 구분될 수도 있음은 물론이다.

[0267] 상기 1917단계에서 상기 STA는 첫 번째 BTI에 따른 동작을 수행하고 1919단계로 진행한다. 상기 duplicated BTI의 첫 번째 BTI에 따른 STA의 동작은 상기에서 구체적으로 설명한 바 있으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0268] 상기 1919단계에서 상기 STA는 두 번째 BTI에 따른 동작을 수행하고 1921단계로 진행한다. 상기 duplicated BTI의 두 번째 BTI에 따른 STA의 동작은 상기에서 구체적으로 설명한 바 있으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 이런 식으로, 1923단계에서 상기 STA는 N번째 BTI에 따른 동작을 수행한다. 상기 duplicated BTI의 N번째 BTI에 따른 동작, 즉 첫 번째 BTI 및 두 번째 BTI 이후의 BTI에 따른 STA의 동작은 상기에서 구체적으로 설명한 바 있으므로 여기서는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0269] 한편, 도 19가 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 포밍 방식을 지원하는 통신 시스템에서 STA의 동작 과정을 도시하고 있더라도, 다양한 변형들이 도 19에 대해 이루어질 수 있음은 물론이다. 일 예로, 도 19에는 연속적인 단계들이 도시되어 있지만, 도 19에서 설명한 단계들은 오버랩될 수 있고, 병렬로 발생할 수 있고, 다른 순서로 발생할 수 있거나, 혹은 다수 번 발생할 수 있음은 물론이다.

[0270] 본 발명의 특정 측면들은 또한 컴퓨터 리드 가능 기록 매체(computer readable recording medium)에서 컴퓨터 리드 가능 코드(computer readable code)로서 구현될 수 있다. 컴퓨터 리드 가능 기록 매체는 컴퓨터 시스템에 의해 리드될 수 있는 데이터를 저장할 수 있는 임의의 데이터 저장 디바이스이다. 상기 컴퓨터 리드 가능 기록 매체의 예들은 리드 온니 메모리(Read-Only Memory: ROM)와, 랜덤-접속 메모리(Random-Access Memory: RAM)와, CD-ROM들과, 마그네틱 테이프(magnetic tape)들과, 플로피 디스크(floppy disk)들과, 광 데이터 저장 디바이스들, 및 캐리어 웨이브(carrier wave)들(상기 인터넷을 통한 데이터 송신과 같은)을 포함할 수 있다. 상기 컴퓨터 리드 가능 기록 매체는 또한 네트워크 연결된 컴퓨터 시스템들을 통해 분산될 수 있고, 따라서 상기 컴퓨터 리드 가능 코드는 분산 방식으로 저장 및 실행된다. 또한, 본 발명을 성취하기 위한 기능적 프로그램들, 코드, 및 코드 세그먼트(segment)들은 본 발명이 적용되는 분야에서 숙련된 프로그래머들에 의해 쉽게 해석될 수 있다.

[0271] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 장치 및 방법은 하드웨어, 소프트웨어 또는 하드웨어 및 소프트웨어의 조합의 형태로 실현 가능하다는 것을 알 수 있을 것이다. 이러한 임의의 소프트웨어는 예를 들어, 삭제 가능 또는 재기록 가능 여부와 상관없이, ROM 등의 저장 장치와 같은 휘발성 또는 비휘발성 저장 장치, 또는 예를 들어, RAM, 메모리 칩, 장치 또는 집적 회로와 같은 메모리, 또는 예를 들어 CD, DVD, 자기 디스크 또는 자기 테이프 등과 같은 광학 또는 자기적으로 기록 가능함과 동시에 기계(예를 들어, 컴퓨터)로 읽을 수 있는 저장 매체에 저장될 수 있다. 본 발명의 일 실시예에 따른 방법은 제어부 및 메모리를 포함하는 컴퓨터 또는 휴대 단말에 의해 구현될 수 있고, 상기 메모리는 본 발명의 실시 예들을 구현하는 지시들을 포함하는 프로그램 또는 프로그램들을 저장하기에 적합한 기계로 읽을 수 있는 저장 매체의 한 예임을 알 수 있을 것이다.

[0272] 따라서, 본 발명은 본 명세서의 임의의 청구항에 기재된 장치 또는 방법을 구현하기 위한 코드를 포함하는 프로그램 및 이러한 프로그램을 저장하는 기계(컴퓨터 등)로 읽을 수 있는 저장 매체를 포함한다. 또한, 이러한 프로그램은 유선 또는 무선 연결을 통해 전달되는 통신 신호와 같은 임의의 매체를 통해 전자적으로 이송될 수 있고, 본 발명은 이와 균등한 것을 적절하게 포함한다

[0273] 또한 본 발명의 일 실시예에 따른 장치는 유선 또는 무선으로 연결되는 프로그램 제공 장치로부터 상기 프로그램을 수신하여 저장할 수 있다. 상기 프로그램 제공 장치는 상기 프로그램 처리 장치가 기 설정된 컨텐츠 보호 방법을 수행하도록 하는 지시들을 포함하는 프로그램, 컨텐츠 보호 방법에 필요한 정보 등을 저장하기 위한 메모리와, 상기 그래픽 처리 장치와의 유선 또는 무선 통신을 수행하기 위한 통신부와, 상기 그래픽 처리 장치의 요청 또는 자동으로 해당 프로그램을 상기 송수신 장치로 전송하는 제어부를 포함할 수 있다.

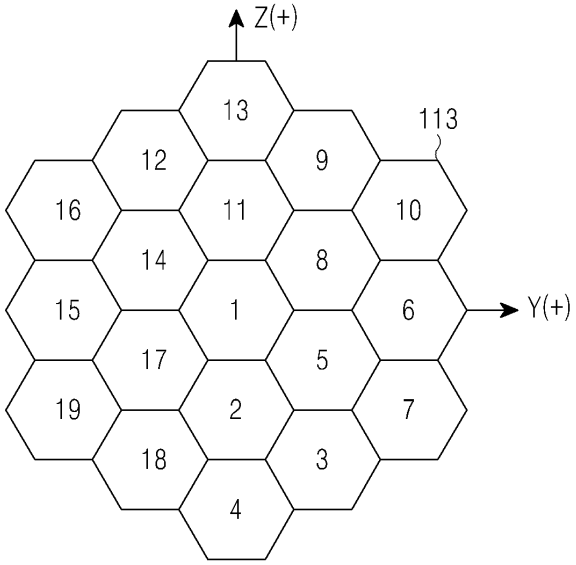
[0274] 한편 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형할 수 있음은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구의 범위뿐만 아니라 이 특허청구의 범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

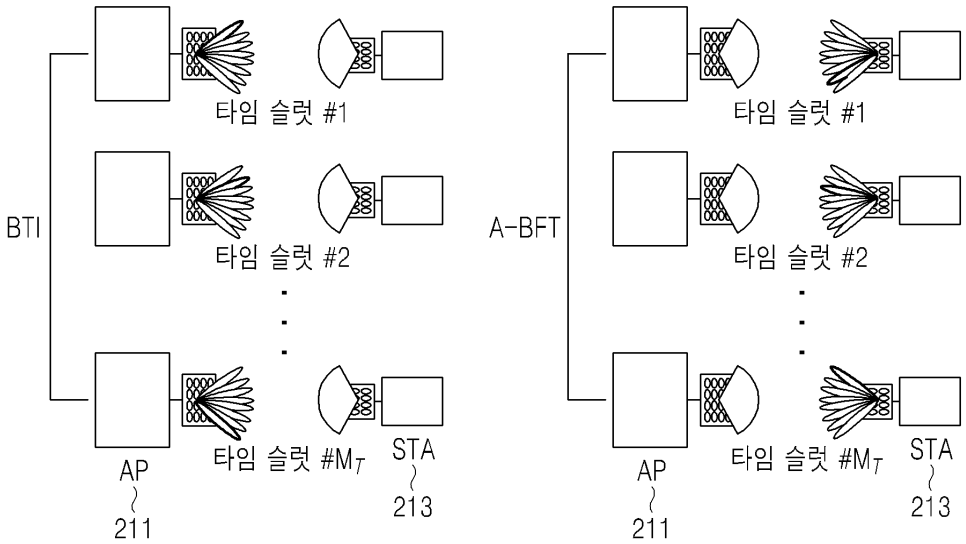
도면1

111

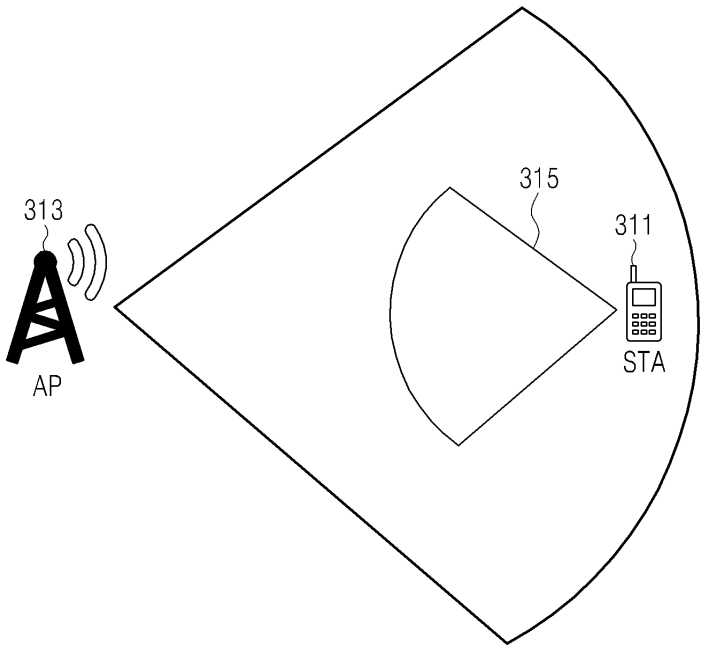
	az	El
1	0	0
2	270	26.1286
3	300	46.0314
4	270	52.2573
5	330	26.1286
6	0	46.0314
7	330	52.2573
8	30	26.1286
9	60	46.0314
10	30	52.2573
11	90	26.1286
12	120	46.0314
13	90	52.2573
14	150	26.1286
15	180	46.0314
16	150	52.2573
17	210	26.1286
18	240	46.0314
19	210	52.2573



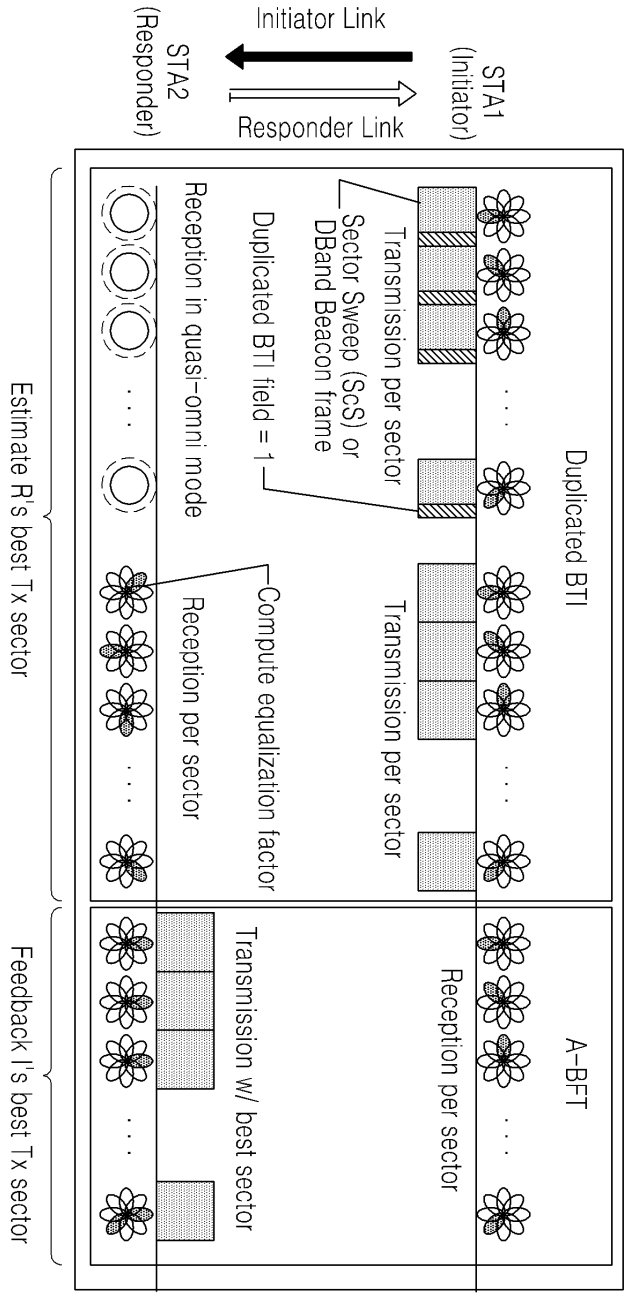
도면2



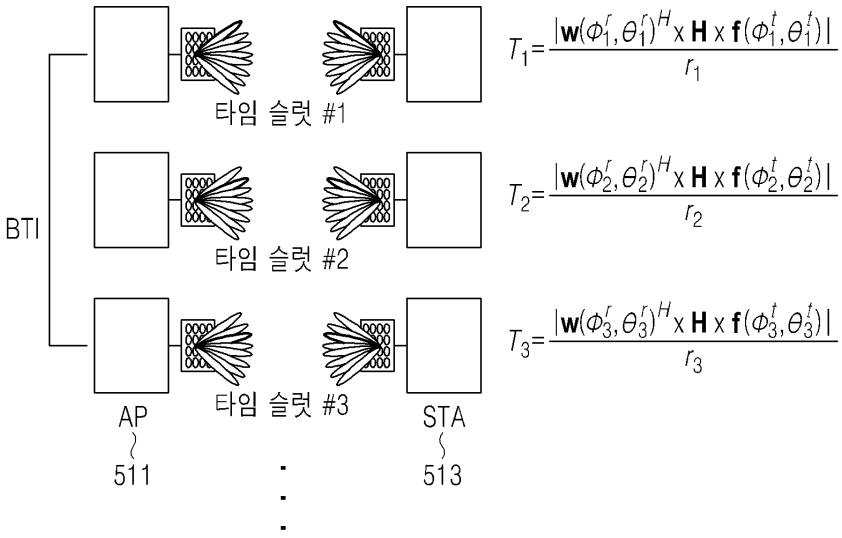
도면3



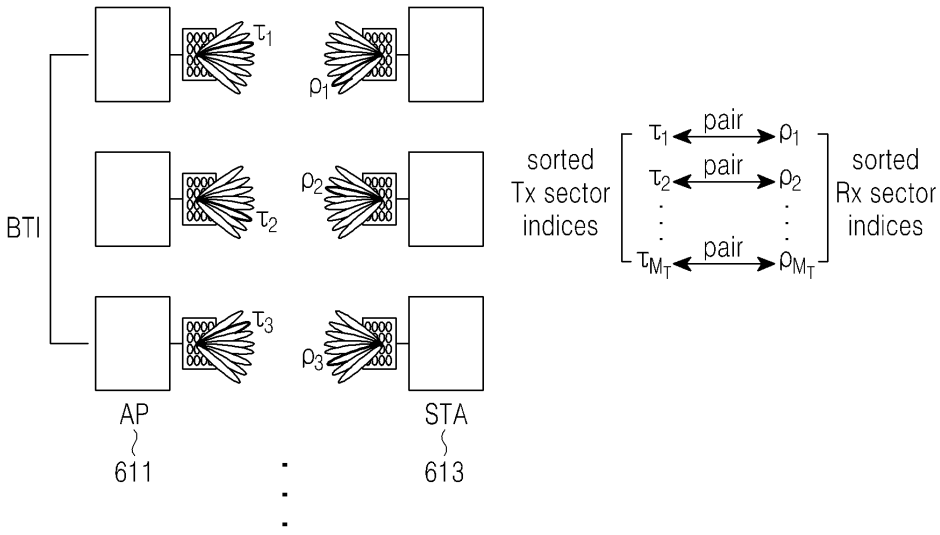
도면4


Initiator Link
Responder Link
STA1
(Initiator)
STA2
(Responder)
Duplicated BTI
Transmission per sector
Sector Sweep (ScS) or
DBand Beacon frame
Duplicated BTI field = 1
Transmission per sector
Compute equalization factor
Reception in quasi-omni mode
Reception per sector
A-BFT
Reception per sector
Transmission w/ best sector
Estimate R's best Tx sector
Feedback I's best Tx sector

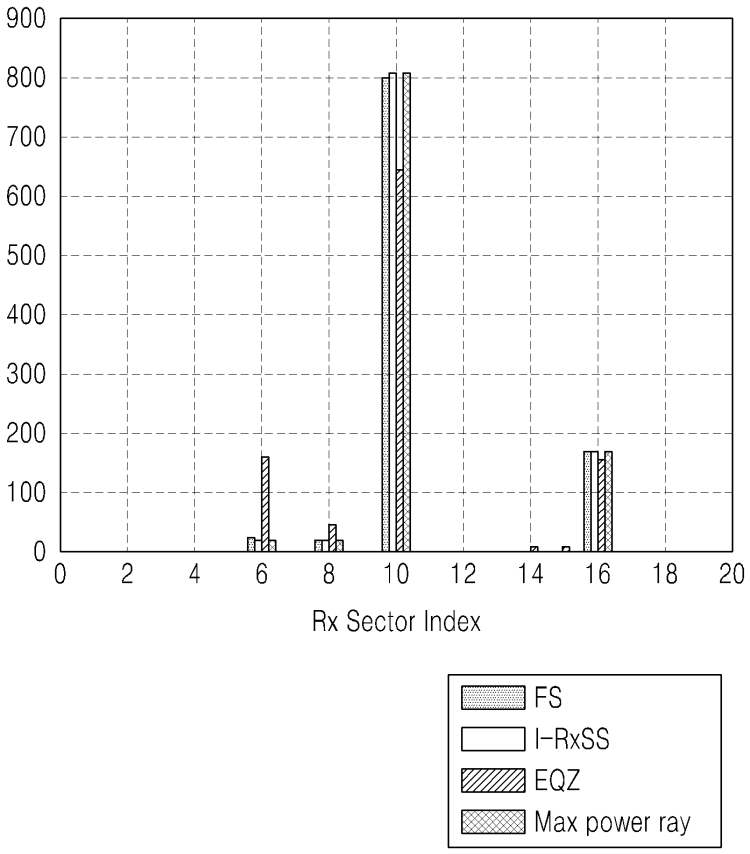
도면5


BTI
타임 슬럿 #1
타임 슬럿 #2
타임 슬럿 #3
AP
511
STA
513
$T_1=\frac{|\mathbf{w}(\phi_1^r,\theta_1^r)^H \times \mathbf{H} \times \mathbf{f}(\phi_1^t,\theta_1^t)|}{r_1}$
$T_2=\frac{|\mathbf{w}(\phi_2^r,\theta_2^r)^H \times \mathbf{H} \times \mathbf{f}(\phi_2^t,\theta_2^t)|}{r_2}$
$T_3=\frac{|\mathbf{w}(\phi_3^r,\theta_3^r)^H \times \mathbf{H} \times \mathbf{f}(\phi_3^t,\theta_3^t)|}{r_3}$

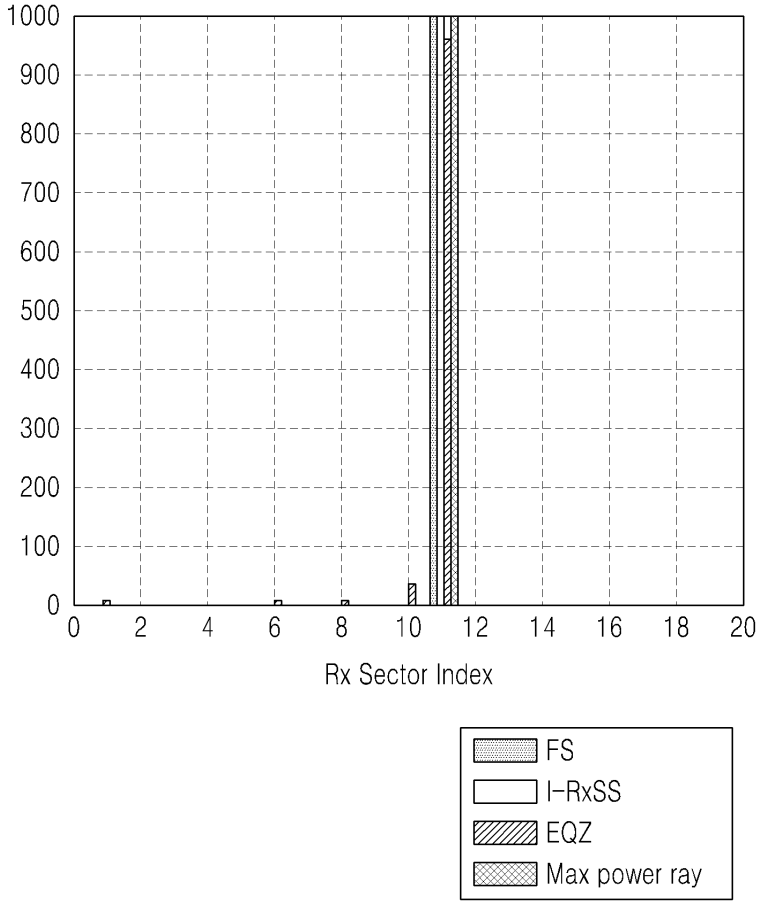
도면6


BTI
AP
611
STA
613
τ_1
τ_2
τ_3
ρ_1
ρ_2
ρ_3
sorted Tx sector indices
τ_1 pair ρ_1
τ_2 pair ρ_2
τ_{M_T} pair ρ_{M_T}
sorted Rx sector indices

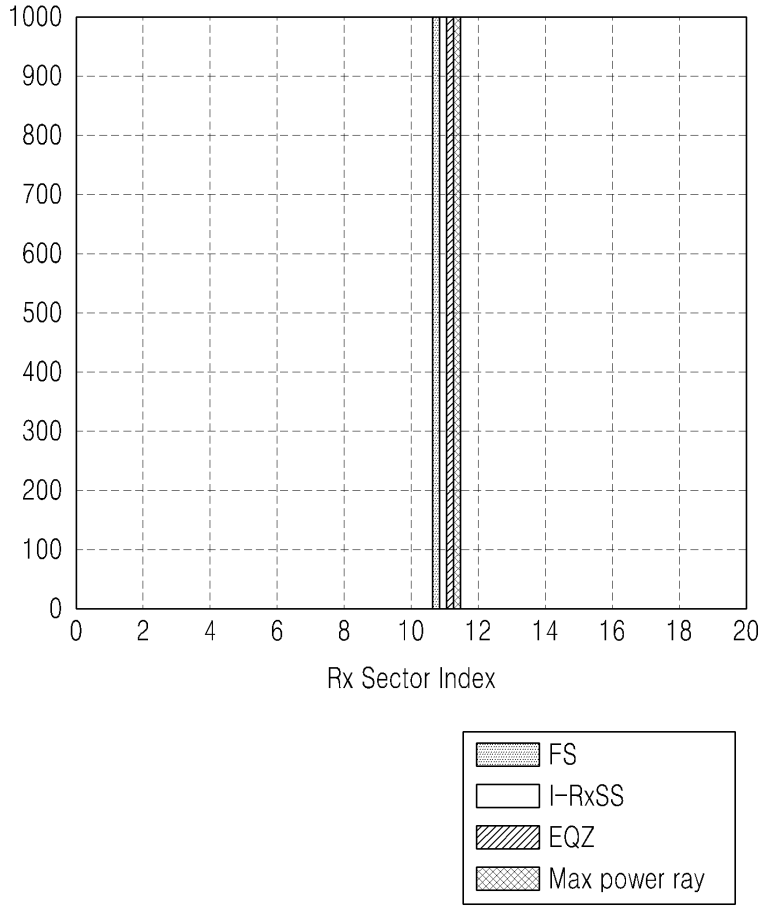
도면7


900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

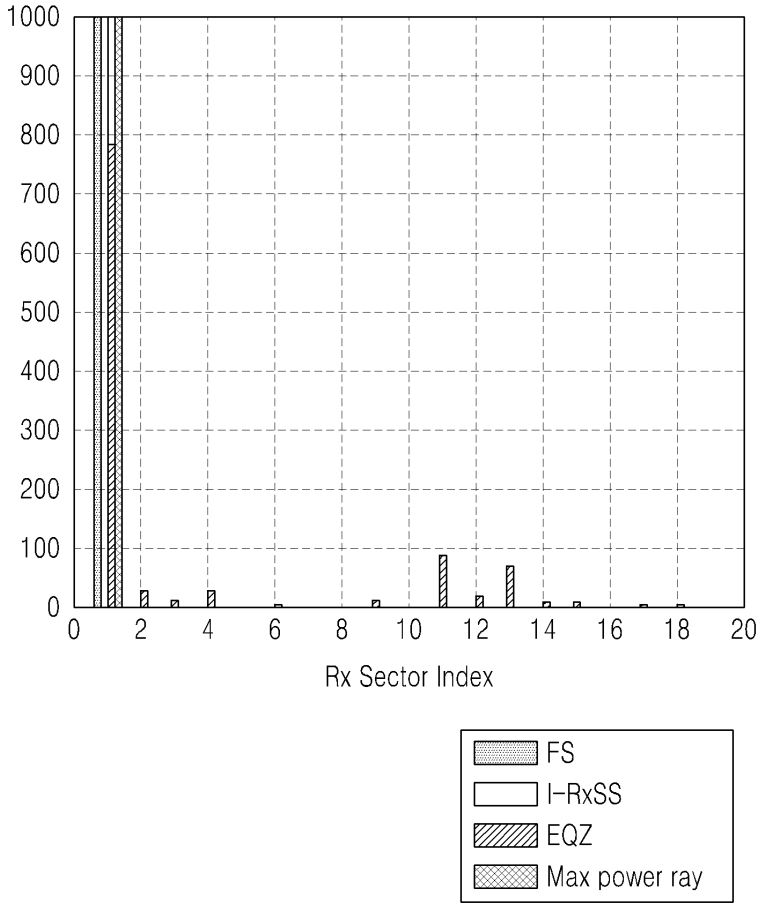
도면8


1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

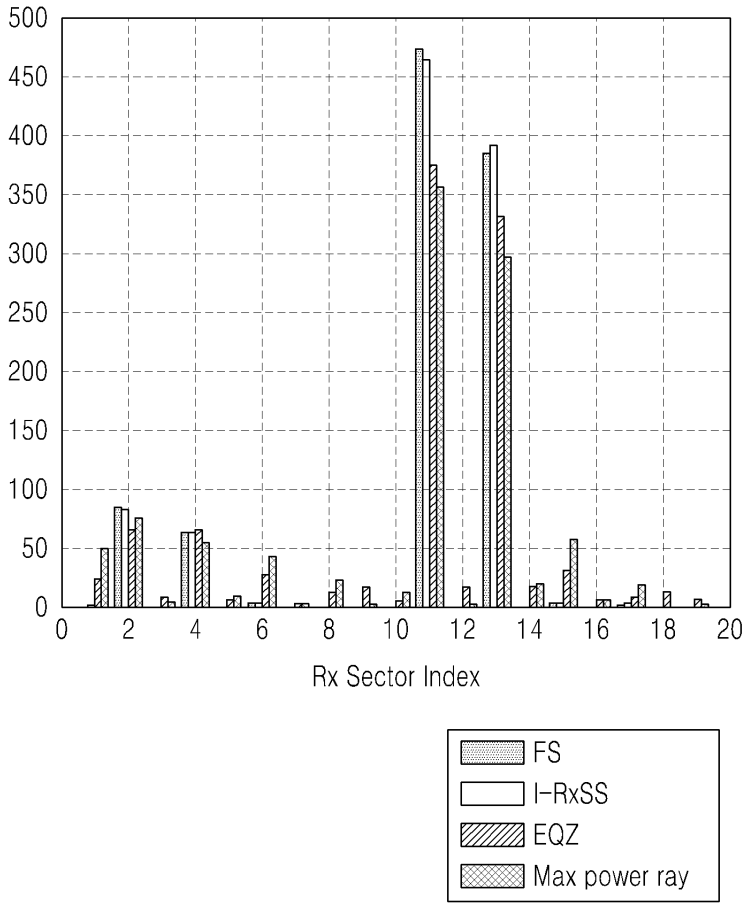
도면9


1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

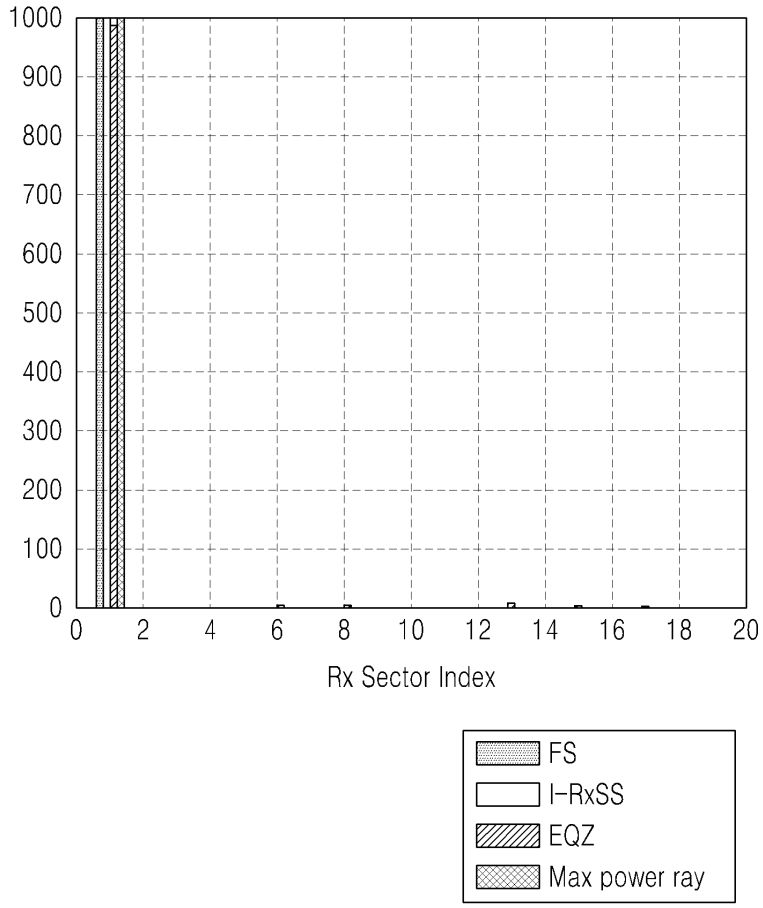
도면10


1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

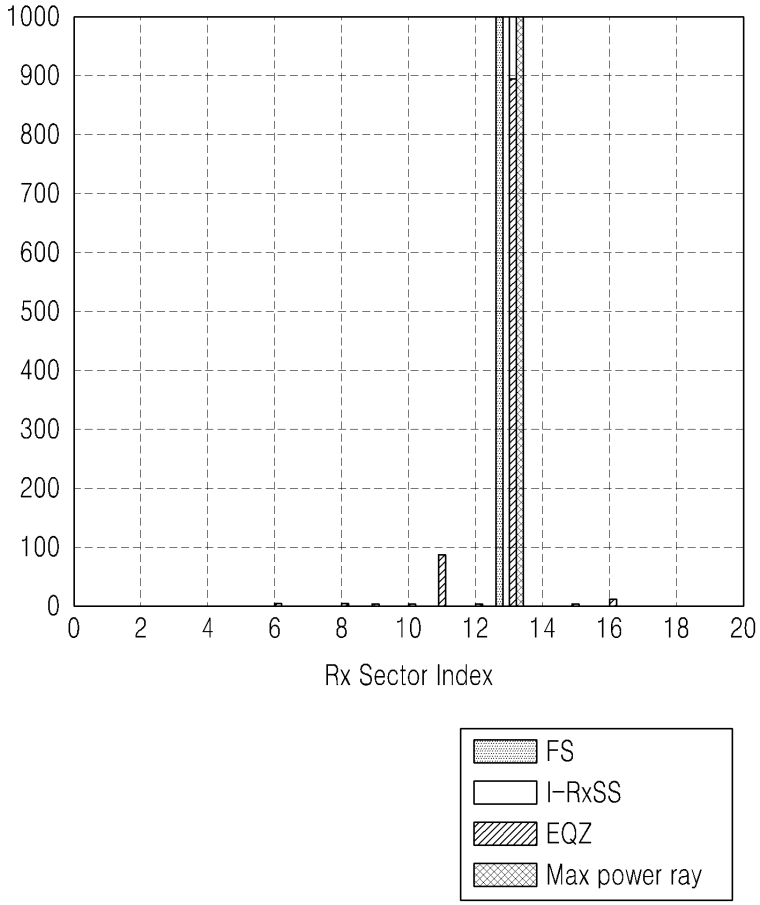
도면11


500
450
400
350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

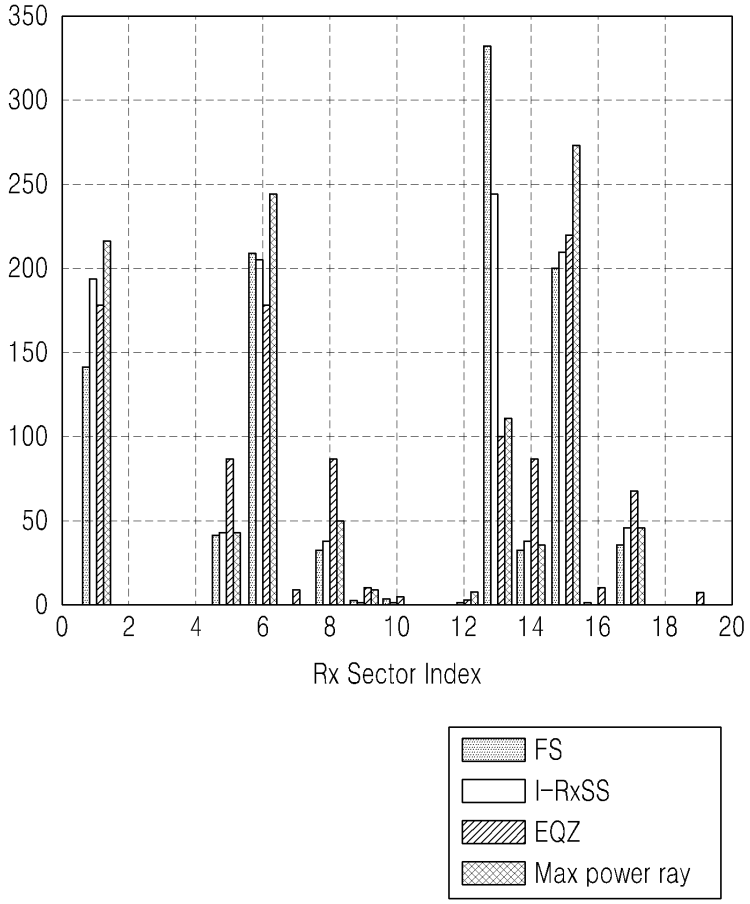
도면12


1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

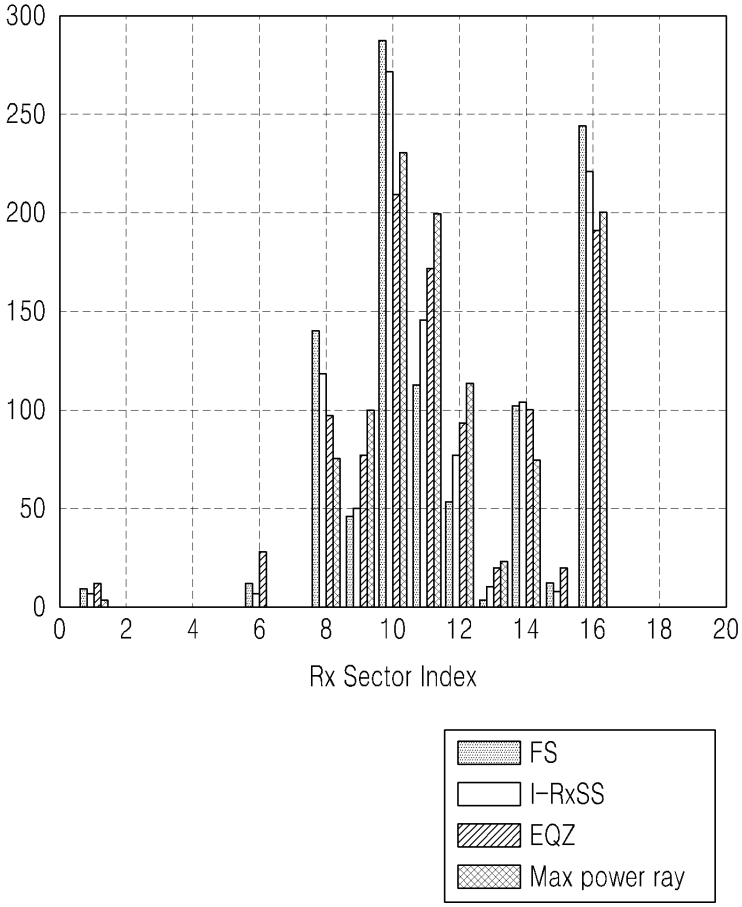
도면13


1000
900
800
700
600
500
400
300
200
100
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

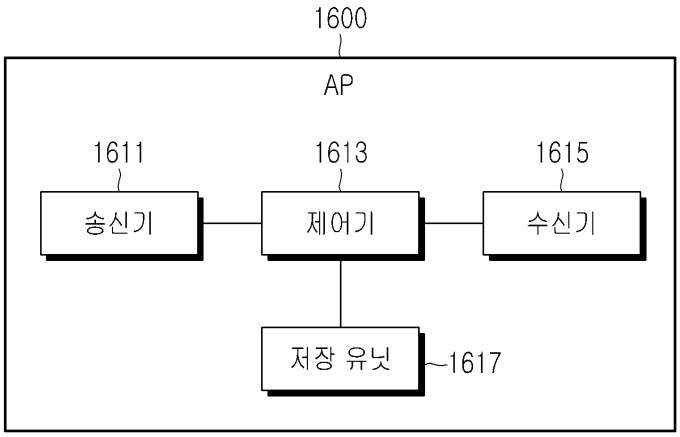
도면14


350
300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

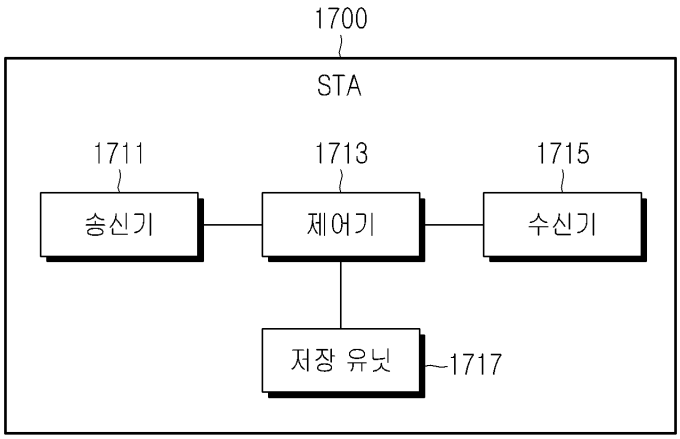
도면15


300
250
200
150
100
50
0
0
2
4
6
8
10
12
14
16
18
20
Rx Sector Index
FS
I-RxSS
EQZ
Max power ray

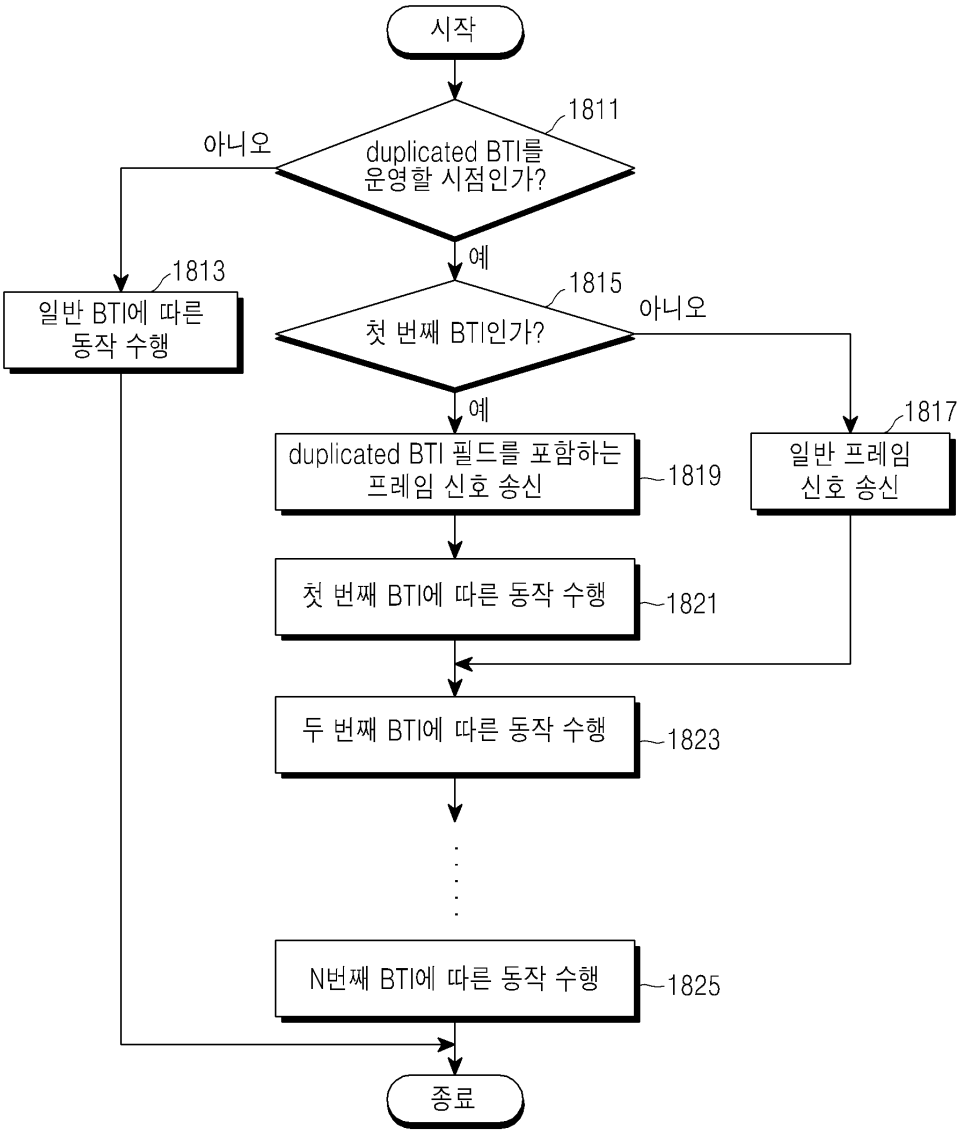
도면16


1600
AP
1611
1613
1615
송신기
제어기
수신기
저장 유닛
1617

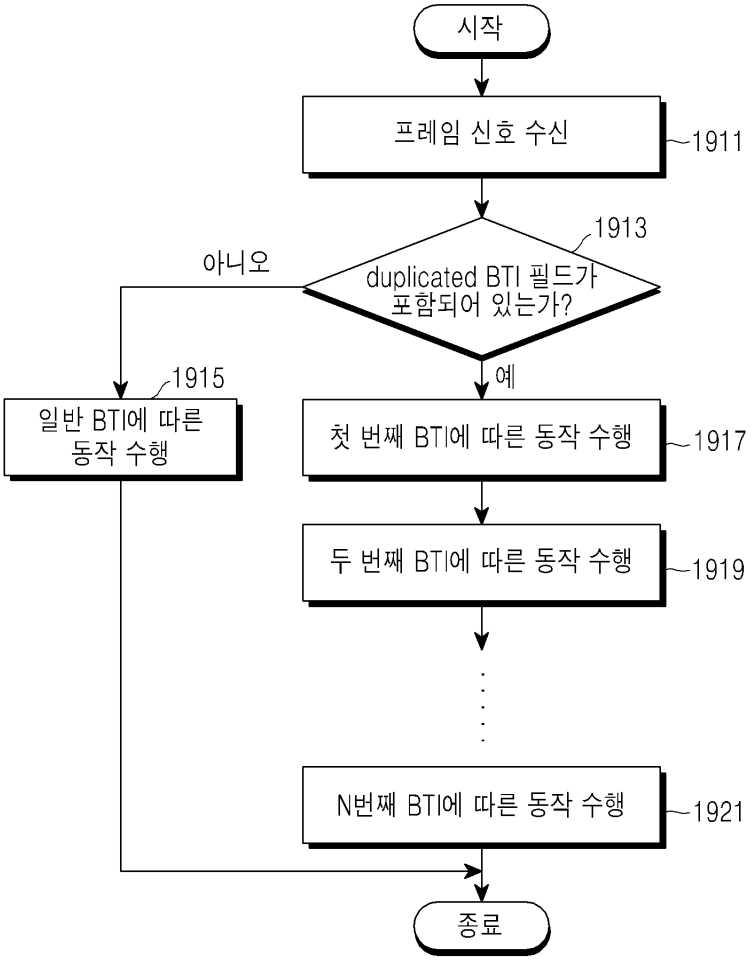
도면17


1700
STA
1711
송신기
1713
제어기
1715
수신기
저장 유닛
1717

도면18


시작
1811
duplicated BTI를 운영할 시점인가?
아니오
예
1813
일반 BTI에 따른 동작 수행
1815
첫 번째 BTI인가?
아니오
예
1817
일반 프레임 신호 송신
duplicated BTI 필드를 포함하는 프레임 신호 송신
1819
첫 번째 BTI에 따른 동작 수행
1821
두 번째 BTI에 따른 동작 수행
1823
N번째 BTI에 따른 동작 수행
1825
종료

도면19


시작
프레임 신호 수신
1911
1913
duplicated BTI 필드가 포함되어 있는가?
아니오
예
1915
일반 BTI에 따른 동작 수행
첫 번째 BTI에 따른 동작 수행
1917
두 번째 BTI에 따른 동작 수행
1919
N번째 BTI에 따른 동작 수행
1921
종료