



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년02월03일
(11) 등록번호 10-2357670
(24) 등록일자 2022년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04W 16/28 (2009.01) H04W 56/00 (2009.01)
H04W 74/00 (2009.01) H04W 74/08 (2019.01)
(52) CPC특허분류
H04W 16/28 (2013.01)
H04W 56/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0127015
(22) 출원일자 2017년09월29일
심사청구일자 2020년09월16일
(65) 공개번호 10-2018-0036602
(43) 공개일자 2018년04월09일
(30) 우선권주장
201610872662.7 2016년09월30일 중국(CN)
201610974617.2 2016년11월04일 중국(CN)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020160081771 A*

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
장, 잉지예
중국, 베이징 100125, 차오양 디스트릭트, 미들
로드, 타이양콩, 빌딩 넘버 12, 15층, 1503
유, 빈
중국, 베이징 100125, 차오양 디스트릭트, 미들
로드, 타이양콩, 빌딩 넘버 12, 15층, 1503
(74) 대리인
이건주, 김정훈

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 10 항

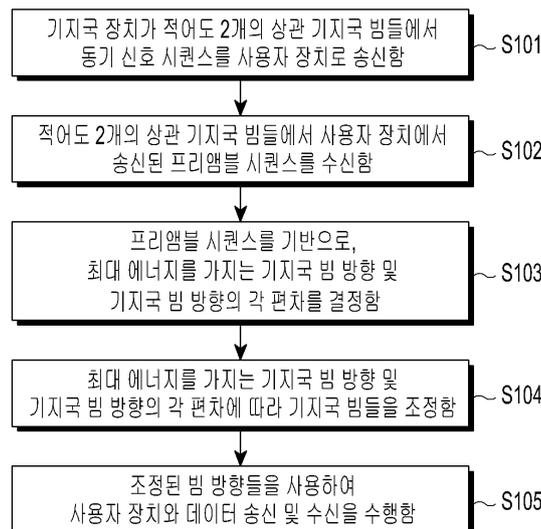
심사관 : 이종익

(54) 발명의 명칭 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법, 기지국 장치 및 사용자 장치

(57) 요약

본 발명은 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법과, 기지국 장치 및 사용자 장치를 제공한다. 상기 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법은: 기지국 장치가 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 사용자 장치로 동기 신호 송신함 (뒷면에 계속)

대표도 - 도22



시퀀스를 송신하는 과정과; 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서, 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정과; 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정과; 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 빔들을 조정하는 과정과; 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하는 과정을 포함한다. 본 발명에서, 초기 액세스 프로세스에서 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 사용자 장치로 초기 액세스 데이터를 송신함으로써, 상기 기지국 측에서 최적 빔 방향이 빨리 결정될 수 있고, 충돌 확률이 감소될 수 있다.

(52) CPC특허분류

H04W 74/002 (2013.01)

H04W 74/0833 (2013.01)

(72) 발명자

치안, 첸

중국, 베이징 100125, 차오양 디스트릭트, 미들 로드, 타이양푹, 빌딩 넘버 12, 15층, 1503

웅, 치

중국, 베이징 100125, 차오양 디스트릭트, 미들 로드, 타이양푹, 빌딩 넘버 12, 15층, 1503

쑤, 청권

중국, 베이징 100125, 차오양 디스트릭트, 미들 로드, 타이양푹, 빌딩 넘버 12, 15층, 1503

푸, 징성

중국, 베이징 100125, 차오양 디스트릭트, 미들 로드, 타이양푹, 빌딩 넘버 12, 15층, 1503

(56) 선행기술조사문헌

KR1020160082925 A

KR1020150072875 A

WO2015147717 A1

WO2016025075 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서 기지국에 의해 수행되는 방법에 있어서,

적어도 2개의 기지국 빔들을 통해 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 차동 빔(differential beam) 송신 방식으로 송신하는 과정과;

상기 적어도 2개의 기지국 빔들을 통해, 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 차동 빔 수신 방식으로 수신하는 과정과;

상기 수신된 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정과;

상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 각 편차를 기반으로 상기 적어도 2개의 기지국 빔들을 조정하는 과정과;

상기 적어도 2개의 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 적어도 2개의 기지국 빔들을 통해, 상기 사용자 장치로 상기 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정 후에:

상기 사용자 장치로 랜덤 액세스 구성 정보를 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 송신하는 과정을 더 포함하며,

상기 랜덤 액세스 구성 정보는 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계, 혹은 상기 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계를 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 적어도 2개의 기지국 빔들을 통해, 상기 사용자 장치로 상기 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정은:

다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 혹은 다운링크 브로드캐스트 채널을 통해 합 빔(sum beam)을 통해 제 1 컴포넌트(component) 데이터 시퀀스를 송신하고, 차동 빔을 통해 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스를 송신하는 과정을 포함하며, 상기 동기 신호 시퀀스는 상기 제1 컴포넌트 데이터 시퀀스 및 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스를 포함하거나, 혹은 상기 동기 신호 시퀀스는 상기 제1 컴포넌트 데이터 시퀀스 및 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스와 동일함을 특징으로 하는 방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 적어도 2개의 상관 기지국 빔들을 통해, 상기 사용자 장치로 상기 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정은:

상기 동기 신호 시퀀스를 미리 결정되어 있는 시간-주파수 자원들에서 합 빔 및 차동 빔으로 다운링크 제어 채널

널, 다운로드 공유 채널, 혹은 다운로드 브로드캐스트 채널을 통해 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 적어도 2개의 기지국 빔들을 통해, 상기 사용자 장치로 상기 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정은:

2개의 다른 안테나 어레이들에서, 동일하거나 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들을 합 빔 및 차동 빔으로 다운로드 제어 채널, 다운로드 공유 채널, 혹은 다운로드 브로드캐스트 채널을 통해 송신하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 적어도 2개의 기지국 빔들을 통해 상기 차동 빔 수신 방식으로 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리엠블 시퀀스를 수신하는 과정은:

상기 적어도 2개의 기지국 빔들에서 차동 빔 수신 방식으로 상기 사용자 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하는 과정과;

상기 초기 역세스 데이터에 대해 프리엠블 시퀀스 상관 검출을 수행하여 상기 초기 역세스 데이터에 포함되어 있는 프리엠블 시퀀스 및 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 수신된 프리엠블 시퀀스를 기반으로, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 각 편차를 결정하는 과정은:

상기 초기 역세스 데이터에 대해 수행되는 프리엠블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 수신 빔 방향 및 상기 각 편차를 결정하는 과정과;

상기 프리엠블 시퀀스를 기반으로, 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원, 랜덤 액세스 구성 정보, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 송신 빔 방향 및 상기 각 편차를 결정하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 9

무선 통신 시스템에서 사용자 장치에 의해 수행되는 방법에 있어서,

적어도 2개의 기지국 빔들을 통해 기지국에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 차동 빔(differential beam) 수신 방식으로 수신하는 과정과;

상기 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정과;

상기 결정된 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 각 편차를 기반으로, 대응되는 프리엠블 시퀀스와 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정하는 과정과;

상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 사용하여 상기 기지국으로 상기 프리엠블 시퀀스를 차동 빔 송신 방식으로 송신하는 과정과;

상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로 기지국에 의해 조정된 적어도 2개의 기지국 빔들을 통해 상기 기지국과 데이터 송신을 수행하는 과정을 포함함을 특징으로 하는 방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

무선 통신 시스템에서 기지국에 있어서,

적어도 2개의 기지국 빔들을 통해 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 차동 빔(differential beam) 송신 방식으로 송신하도록 구성되는 제1 송신 모듈과;

적어도 2개의 기지국 빔들을 통해, 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 차동 빔 수신 방식으로 수신하도록 구성되는 제1 수신 모듈과;

상기 수신된 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되는 제1 결정 모듈과;

상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 각 편차를 기반으로 상기 적어도 2개의 기지국 빔들을 조정하도록 구성되는 제1 조정 모듈과;

상기 적어도 2개의 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하도록 구성되는 제1 송수신기 모듈을 포함함을 특징으로 하는 기지국.

청구항 13

무선 통신 시스템에서 사용자 장치에 있어서,

적어도 2개의 기지국 빔들을 통해 기지국에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 차동 빔(differential beam) 수신 방식으로 수신하도록 구성되는 제1 송신 모듈과;

상기 초기 액세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되는 제1 결정 모듈과;

상기 결정된 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 각 편차를 기반으로, 대응되는 프리앰블 시퀀스와 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정하도록 구성되는 제2 결정 모듈과;

상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 사용하여 상기 기지국으로 상기 프리앰블 시퀀스를 차동 빔 송신 방식으로 송신하도록 구성되는 제2 송신 모듈과;

상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로 기지국에 의해 조정된 적어도 2개의 기지국 빔들을 통해 상기 기지국과 데이터 송신을 수행하도록 구성되는 제1 송수신기 모듈을 포함함을 특징으로 하는 사용자 장치.

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 이동 통신 분야에 관한 것으로서, 특히 다수의 안테나 포트들과 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 방법, 기지국 장치 및 사용자 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 정보 산업의 급속한 개발, 특히 모바일 인터넷 및 사물 인터넷(Internet of Things: IoT)에 대해 증가되는 요구는 미래의 이동 통신 기술에서의 전례 없는 도전 과제들을 초래한다. 국제 전기 통신 연합(International Telecommunication Union: ITU)에 의해 공개된 ITU-R M. [IMT.BEYOND 2020.TRAFFIC]에 따르면, 이동 서비스 트래픽은 2010(4G 세대)에서의 이동 서비스 트래픽에 비해 거의 1000배 정도 증가될 것이고, 사용자 장치 커넥션(connection)들의 개수 역시 170억 개를 초과할 것이고, 막대한 수의 IoT 디바이스들이 점차 이동 통신 네트워크로 확장되면서, 연결되는 장치들의 수는 더욱 더 믿기 어려울 정도로 증가될 것이다. 이런 전례 없는 도전 과제에 응답하여, 통신 업계 및 학계는 5 세대 이동 통신 기술(5G)에 대한 광범위한 연구를 시작하여 2020 년대를 준비해오고 있다. 현재는, ITU의 ITU-R M. [IMT.VISION]에서, 미래의 5G의 프레임워크 및 전반적인 목표들이 논의되고 있으며, 여기서는 5G의 수요 예측, 어플리케이션 시나리오들 및 다양한 중요 성능 인덱스들이 구체적으로 설명되고 있다. 5G에서의 새로운 요구 사항들 측면에서, ITU의 ITU-R M. [IMT.FUTURE TECHNOLOGY TRENDS]는 5G 기술 경향들에 관련되는 정보를 제공하며, 상기 정보는 시스템 처리량에서의 현저한 개선, 사용자 경험의 일관성, IoT를 지원하기 위한 확장성, 지연, 에너지 효율성, 비용, 네트워크 유연성, 새로운 서비스들에 대한 지원 사항 및 유연한 스펙트럼 활용 등과 같은 중요한 이슈들을 해결하기 위한 것이다.

[0003] 무선 통신 시스템에서의 중요한 과정들인 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들은 UE와 기지국간의 다운링크 동기 및 업링크 동기를 성립하기 위해, 그리고 상기 기지국이 상기 UE로 사용자를 식별하기 위한 ID 등을 할당하기 위해 사용된다. 상기 초기 액세스 및 랜덤 액세스의 성능은 상기 UE의 경험에 직접적으로 영향을 미친다. 여기서, 종래의 무선 통신 시스템에 대해서, 일 예로, LTE 및 LTE-어드밴스드(LTE-Advanced)에서, 상기 랜덤 액세스 프로세스는 초기 링크의 성립과, 셀 핸드오버와, 업링크의 재성립 및 RRC 연결 재성립과 같은 다양한 시나리오들에서 사용되고, UE가 프리앰블 시퀀스 자원들을 독점적으로 점유하는지 여부에 따라 경쟁 기반 랜덤 액세스 및 비경쟁 랜덤 액세스로 분류된다. 상기 비경쟁 랜덤 액세스에 대해서, 각 UE는 업링크를 성립하고자 시도할 때 동일한 프리앰블 시퀀스 자원들로부터 프리앰블 시퀀스를 선택하기 때문에, 다수의 UE들이 동일한 프리앰블 시퀀스를 선택하여 기지국으로 송신하는 경우가 존재할 수 있다. 따라서, 충돌 해결 메카니즘은 상기 랜덤 액세스에서 중요한 연구 방향이 된다. 어떻게 충돌의 확률을 감소시키고, 또한 발생하는 충돌을 어떻게 빨리 해결하는지가 상기 랜덤 액세스 성능에 영향을 미치는 중요한 지시자들이다.

[0004] LTE-A에서, 상기 랜덤 액세스 프로세스는 상기 초기 액세스 프로세스 후에 수행된다. 상기 초기 액세스 프로세스에서, UE는 기지국에 의해 송신되는 다운링크 동기 신호를 검출함으로써 상기 기지국과 커넥션(connection)을 성립하고, 랜덤 액세스 채널 구성 정보를 포함하는 특정한 필수 시스템 구성 정보를 획득한다. 상기 정보를 기반으로, 상기 UE는 다음의 랜덤 액세스 프로세스를 수행한다.

[0005] 상기 초기 액세스 및 경쟁-기반 랜덤 액세스 프로세스들은 도 1에 도시되어 있는 바와 같이 5개의 과정들을 포함한다. 첫 번째 과정은 UE가 랜덤 액세스 채널 구성 정보를 획득하는 초기 액세스 프로세스이고, 두 번째 과정 내지 다섯 번째 과정은 랜덤 액세스 프로세스이다. 두 번째 과정에서, 상기 UE는 프리앰블 시퀀스 자원 풀(pool)로부터 프리앰블 시퀀스를 랜덤하게 선택하고, 상기 프리앰블 시퀀스를 기지국으로 송신한다. 상기 기지국은 상기 UE에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 식별하기 위해 상기 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행한다. 세 번째 과정에서, 상기 기지국은 랜덤 액세스 응답(Random Access Response: RAR)을 상기 UE로 송신한다. 상기 RAR은 랜덤 액세스 프리앰블 시퀀스의 식별자와, 상기 UE와 기지국간에 추정된 시간 지연에 따라 결정된 타이밍 어드밴스 명령(timing advance instruction), 임시 셀-무선 네트워크 임시 식별자(Temporary Cell-Radio Network Temporary Identifier: TC-RNTI)와, 상기 UE가 다음 번에 업링크 송신을 수행하기 위해 할당되는 시간-주파수 자원들을 포함한다. 네 번째 과정에서, 상기 UE는 상기 RAR에 포함되어 있는 정보에 따라 상기 기지국으로 메시지 3(Message 3: Msg3)을 송신한다. 상기 Msg3은 UE 식별자와 RRC 링크 요청과 같은 정보를 포함하고, 여기서 상기 UE 식별자는 상기 UE에 대해 고유하고, 충돌을 해결하기 위해 사용되는 식별자이다. 다섯 번째 과정에서, 상기 기지국은 상기 UE로 충돌 해결 식별자를 송신하고, 상기 충돌 해결 식별자는 충돌 해결에서 성공한 UE에 상응하는 UE 식별자를 포함한다. 상기 UE는 상기 UE의 고유 식별자를 검출할 때 TC-RNTI를 C-RNTI로 업

그레이드하고, ACK (Acknowledgement) 신호를 상기 기지국으로 송신하여 상기 랜덤 액세스 프로세스를 완료하고 상기 기지국의 스케줄링을 대기한다. 그렇지 않을 경우, 상기 UE는 특정 지연 후에 새로운 랜덤 액세스 프로세스를 시작할 것이다.

[0006] 비경쟁 랜덤 액세스 프로세스에 대해서, 상기 기지국이 상기 UE 식별자를 알고 있기 때문에, 상기 기지국은 상기 UE로 프리앰블 시퀀스를 할당할 수 있다. 따라서, 프리앰블 시퀀스를 송신할 때, 상기 UE는 시퀀스를 랜덤하게 선택할 필요가 없고, 대신, 상기 할당된 프리앰블 시퀀스를 사용할 것이다. 상기 할당된 프리앰블 시퀀스를 검출할 때, 상기 기지국은 해당하는 랜덤 액세스 응답을 송신할 것이고, 상기 랜덤 액세스 응답은 타이밍 어드밴스와 업링크 자원 할당과 같은 정보를 포함한다. 상기 랜덤 액세스 응답을 수신할 때, 상기 UE는 상기 업링크 동기가 완료되었다는 것을 고려하고, 따라서 상기 기지국의 다음 스케줄링을 대기한다. 따라서, 상기 초기 액세스 및 비경쟁 랜덤 액세스 프로세스들은 다음과 같은 3개의 과정들만을 포함한다: 초기 액세스의 첫 번째 과정, 프리앰블 시퀀스를 송신하는 두 번째 과정 및 랜덤 액세스 응답을 송신하는 세 번째 과정.

[0007] 상기 밀리미터 파(millimeter wave) 통신은 5G에서 가능한 핵심 기술이다. 상기 캐리어 주파수를 밀리미터 파 대역들로 개선함으로써, 가용 대역폭은 현저하게 증가될 것이고, 따라서 상기 시스템의 송신 레이트는 현저하게 개선될 수 있다. 밀리미터 파 대역들의 무선 채널에서의 높은 페이딩(fading) 및 높은 손실과 같은 특성들에 저항하기 위해, 밀리미터 파 통신 시스템은 일반적으로 빔포밍에 의한 특정 방향에서, 즉 웨이팅 요소(weighting factor)를 사용함으로써 빔 에너지를 집중시킨다. 상기 무선 통신 동안, 기지국 및 UE는 풀링 혹은 다른 방식으로 최적 빔 방향을 검색하고, 따라서 상기 기지국 측 및 UE 측 둘 다에서 수신 신호 대 잡음 비가 최대화된다. 상기 UE 및 기지국 둘 다 초기 링크를 성립할 때 최적 빔 페어(pair)의 방향을 모르기 때문에, 상기 밀리미터 파 통신 시스템에서 초기 액세스 및 랜덤 액세스는 중대한 도전 과제에 직면한다. 가능한 방식은 최적 다운링크 빔 페어 및 최적 업링크 빔 페어를 검색하기 위해서 초기 액세스 단계 및 프리앰블 시퀀스 송신 단계에서 모든 가능한 송신/수신 빔 페어들을 시도하는 것이다. 다음 과정들에서, 상기 최적 빔 페어들이 사용된다. 기존 방식들에서, 각 시도에 대해서, 단일 안테나 포트 및 단일 빔을 기반으로 하는 송/수신은 상기 송신기 측 및 수신기 측 둘 다에서 구현되고; 단일 방향이 한 번의 시도에서 검출되고, 따라서 상기 최적 빔 페어들을 검색하기 위해서는 많은 시도들이 필요로 된다. 따라서, 상기 최적 빔 페어들이 이 방식에서 처음 두 과정들에서 획득될 수 있을 지라도, 초기 액세스 및 랜덤 액세스의 검출을 위해 필요로 되는 시간이 길어질 것이다. 따라서, 여전히 성능 개선을 위한 큰 공간이 존재한다.

[0008] 결론적으로, 후보 5G 기술들 중에서 상기 밀리미터 파 통신 시스템의 경쟁력을 추가적으로 증가시키기 위해, 상기 밀리미터 파 시스템에서 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들에서의 문제점들을 해결하고, 상기 밀리미터 파 통신 시스템에서 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 성능을 개선하고, UE로 더 낮은 액세스 지연 및 더 나은 액세스 경험을 제공하는 것이 필수적이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 종래 기술에서, 빔포밍을 기반으로 하는 밀리미터 파 통신 시스템에서 랜덤 액세스 프로세스에서 최적 빔 페어들을 검출하는데 필요로 되는 시간이 상대적으로 길기 때문에 프리앰블 시퀀스를 송신하기 위한 시간이 매우 길어지는 문제점을 해결하는 것을 목적으로 하고 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법을 제공하고, 상기 방법은:

[0011] 기지국 장치가 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정과;

[0012] 적어도 2개의 기지국 빔들에서, 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정과;

[0013] 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정과;

[0014] 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 빔들을 조정하는 과정과;

- [0015] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0016] 바람직하게, 상기 기지국 장치가 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정은:
- [0017] 기지국 장치가 적어도 2개의 기지국 빔들에서, 차동 빔 송신 방식으로 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정을 포함하며,
- [0018] 상기 적어도 2개의 기지국 빔들에서, 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정은:
- [0019] 적어도 2개의 기지국 빔들에서 차동 빔 수신 방식으로 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0020] 바람직하게, 기지국 장치가 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서, 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정 후에, 상기 방법은:
- [0021] 상기 사용자 장치로 랜덤 액세스 구성 정보를 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 송신하는 과정을 더 포함하며,
- [0022] 상기 랜덤 액세스 구성 정보는 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계, 혹은 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계를 포함한다.
- [0023] 바람직하게, 기지국 장치가 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서, 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정은:
- [0024] 상기 기지국 장치가 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 혹은 다운링크 브로드캐스트 채널을 통해 합 빔(sum beam)을 통해 제1 컴포넌트(component) 데이터 시퀀스를 송신하고, 차동 빔(differential beam)을 통해 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스를 송신하는 과정을 포함하며,
- [0025] 상기 동기 신호 시퀀스는 상기 제1 컴포넌트 데이터 시퀀스 및 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스를 포함하거나, 혹은 상기 동기 신호 시퀀스는 상기 제1 컴포넌트 데이터 시퀀스 및 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스와 동일하다.
- [0026] 바람직하게, 기지국 장치가 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서, 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정은:
- [0027] 동기 신호 시퀀스를 미리 결정되어 있는 시간-주파수 자원들에서 합 빔 및 차동 빔으로 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 혹은 다운링크 브로드캐스트 채널을 통해 송신하는 과정을 포함한다.
- [0028] 바람직하게, 상기 미리 결정되어 있는 시간-주파수 자원들은 적어도 다음 중 어느 하나를 포함한다:
- [0029] 다른 직교 시간-도메인(domain) 자원들, 다른 직교 주파수-도메인 자원들 및 직교 코드워드들을 가지는 동일한 시간-주파수 자원들.
- [0030] 바람직하게, 기지국 장치가 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서, 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정은:
- [0031] 상기 기지국 장치가 2개의 다른 안테나 어레이들에서, 동일하거나 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들을 합 빔 및 차동 빔으로 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 혹은 다운링크 브로드캐스트 채널을 통해 송신하는 과정을 포함한다.
- [0032] 바람직하게, 적어도 2개의 기지국 빔들에서 차동 빔 수신 방식으로 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정은:
- [0033] 상기 기지국 장치가 적어도 2개의 기지국 빔들에서 차동 빔 수신 방식으로 상기 수신자 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하는 과정과;
- [0034] 상기 초기 액세스 데이터에 대해 프리앰블 시퀀스 상관 검출을 수행하여 상기 초기 액세스 데이터에 포함되어 있는 프리앰블 시퀀스 및 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정하는 과정을 포함한다.
- [0035] 바람직하게, 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정은:

- [0036] 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행되는 프리앰블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 수신 빔 방향 및 상기 기지국 수신 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 포함한다.
- [0037] 바람직하게, 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정은:
- [0038] 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행되는 프리앰블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 수신 빔 방향 및 상기 기지국 수신 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정과;
- [0039] 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원, 랜덤 액세스 구성 정보, 최대 에너지를 가지는 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 수신 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 포함한다.
- [0040] 바람직하게, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 빔들을 조정하는 과정은:
- [0041] 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 송신 빔들을 조정하고, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 수신 빔 방향 및 상기 기지국 수신 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 수신 빔들을 조정하는 과정을 포함하고;
- [0042] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하는 과정은:
- [0043] 상기 조정된 기지국 송신 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 데이터를 송신하고, 상기 조정된 기지국 수신 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로부터 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0044] 바람직하게, 상기 프리앰블 시퀀스가 차동 빔 송신 방식으로 상기 사용자 장치에 의해 송신될 때, 상기 방법은:
- [0045] 합 빔 및 차동 빔을 통해 상기 사용자 장치에 의해 송신된, 상기 수신된 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 사용자 빔 방향 편차 검출을 수행하여 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 더 포함한다.
- [0046] 바람직하게, 합 빔 및 차동 빔을 통해 상기 사용자 장치에 의해 송신된, 상기 수신된 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 사용자 빔 방향 편차 검출을 수행하여 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정은:
- [0047] 상기 합 빔 및 차동 빔을 통해 상기 사용자 장치에 의해 송신된, 상기 수신된 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 사용자 빔 방향 편차 검출을 수행하여 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 포함한다.
- [0048] 바람직하게, 상기 조정된 기지국 송신 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 데이터를 송신하는 과정은:
- [0049] 상기 조정된 기지국 송신 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로, 랜덤 액세스 응답 및 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 송신하는 과정을 포함한다.
- [0050] 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법을 제공한다. 상기 방법은:
- [0051] 사용자 장치가 적어도 2개의 기지국 빔들에서 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하는 과정과;
- [0052] 상기 초기 액세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정과;
- [0053] 상기 기지국 장치에 의해 송신된 랜덤 액세스 구성 정보를 수신하고, 상기 결정된 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차와 함께, 상기 랜덤 액세스 구성 정보를 기반으로 해당하는 프리앰블 시퀀스와 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정하는 과정과;
- [0054] 상기 기지국 장치로 상기 프리앰블 시퀀스를 송신하는 과정과;
- [0055] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0056] 바람직하게, 사용자 장치가 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터

를 수신하는 과정은:

- [0057] 상기 사용자 장치는 차동 빔 송신 방식으로 적어도 2개의 기지국 빔들에서 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0058] 바람직하게, 상기 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하는 과정은:
- [0059] 합 빔으로 송신된 상기 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하여 임의의 한 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 제1 결과를 결정하는 과정과;
- [0060] 차동 빔으로 송신된 상기 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하여 이 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 제2 결과를 결정하는 과정과;
- [0061] 상기 상관 검출의 제1 결과 및/혹은 상기 상관 검출의 제2 결과가 제1 결정 조건을 만족한다고 결정될 경우 상기 초기 역세스 데이터가 상기 동기 신호 시퀀스를 포함한다고 결정하는 과정을 포함한다.
- [0062] 여기서, 상기 제1 결정 조건은 다음 중 적어도 하나를 포함한다:
- [0063] 상기 상관 검출의 제1 결과가 제1 검출 임계값을 초과하고, 상기 상관 검출의 제2 결과가 상기 제1 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0064] 상기 상관 검출의 제1 결과가 제2 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0065] 상기 상관 검출의 제2 결과가 상기 제2 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0066] 여기서, 상기 제1 검출 임계값은 상기 제2 검출 임계값 보다 크지 않다.
- [0067] 바람직하게, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정은:
- [0068] 상기 상관 검출의 제1 결과 및 상기 상관 검출의 제2 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 포함한다.
- [0069] 바람직하게, 상기 최대 에너지를 가지는, 상기 결정된 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라, 해당하는 프리엠블 시퀀스 및 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정하는 과정은:
- [0070] 상기 최대 에너지를 가지는 상기 결정된 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차와 함께, 기지국 빔 방향 및 각 편차로부터 프리엠블 시퀀스들 및 상기 프리엠블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들의 매핑 관계 혹은 기지국 빔 방향으로부터 프리엠블 시퀀스들 및 상기 프리엠블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들의 매핑 관계에 따라, 해당하는 프리엠블 시퀀스 및 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정하는 과정을 포함한다.
- [0071] 바람직하게, 상기 방법은:
- [0072] 상기 기지국 장치에 의해 송신된 랜덤 역세스 구성 정보를 수신하는 과정과;
- [0073] 상기 랜덤 역세스 구성 정보로부터, 기지국 빔 방향 및 각 편차로부터 프리엠블 시퀀스들 및 상기 프리엠블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들의 매핑 관계 혹은 기지국 빔 방향으로부터 프리엠블 시퀀스들 및 상기 프리엠블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들의 매핑 관계를 결정하는 과정을 포함한다.
- [0074] 바람직하게, 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신을 수행하는 과정은 다음 상황들 중 적어도 하나를 포함한다:
- [0075] 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치로 메시지 3을 송신하는 과정과, 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치에 의해 송신된 충돌 해결 방식을 수신하는 과정과;
- [0076] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치에 의해 송신된, 랜덤 역세스 응답과 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 수신하는 과정과; 상기 기지국 장치에 의해 송신된, 상기 수신된 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 기반으로 사용자 송신 빔들을 조정하는 과정과; 상기 조정된 사용자 송신 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치로 메시지 3을 송신하고, 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치에 의해 송신된 충돌 해결 방식을 수신하는 과정을 포함한다.

- [0077] 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법을 더 제공한다. 상기 방법은:
- [0078] 기지국이 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하는 과정과;
- [0079] 적어도 2개의 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정과;
- [0080] 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하고, 폴링(polling)으로 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과, 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정과;
- [0081] 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 빔들을 조정하는 과정과;
- [0082] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 랜덤 액세스 응답과 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 송신하는 과정과;
- [0083] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여, 그 사용자 빔들이 상기 지시 정보를 기반으로 조정된 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0084] 바람직하게, 상기 적어도 2개의 상관 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정은:
- [0085] 차동 빔 송신 방식으로 적어도 2개의 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0086] 바람직하게, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 사용자 장치에 의해 차동 빔 송신 방식으로 다른 직교 시간-도메인 자원들 혹은 다른 직교 주파수 자원들 혹은 직교 코드워드들을 가지는 동일한 시간-주파수 자원들에서 송신된다.
- [0087] 바람직하게, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 사용자 장치에 의해 하나 혹은 그 이상의 안테나 어레이들에서 다른 직교 시간-도메인 자원들에서 각각 합 빔 및 차동 빔으로 송신되거나; 혹은 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 사용자 장치에 의해 다수의 안테나 어레이들에서 다른 직교 주파수 자원들 혹은 직교 코드워드를 가지는 동일한 시간-주파수 자원들에서 각각 합 빔 및 차동 빔으로 송신된다.
- [0088] 바람직하게, 상기 차동 빔 송신 방식으로 적어도 2개의 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정은:
- [0089] 상기 기지국 장치가 차동 빔 송신 방식으로 적어도 2개의 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하는 과정과;
- [0090] 상기 초기 액세스 데이터에 대해 프리앰블 시퀀스 상관 검출을 수행하여 상기 초기 액세스 데이터에 포함되어 있는 프리앰블 시퀀스 및 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유된 시간-주파수 자원을 결정하는 과정을 포함한다.
- [0091] 바람직하게, 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정은:
- [0092] 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행된 프리앰블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 포함한다.
- [0093] 바람직하게, 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정은:
- [0094] 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행된 프리앰블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 포함하며;
- [0095] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 랜덤 액세스 응답 및 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 송신하는 과정은:
- [0096] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 랜덤 액세스 응답 및 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 송신하는 과정을 포함한다.

- [0097] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 그 사용자 빔들이 상기 지시 정보를 기반으로 조정된 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하는 과정은:
- [0098] 상기 기지국 장치가 그 사용자 빔들이 상기 지시 정보를 기반으로 조정된 사용자 장치에 의해 송신된 메시지 3와 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 송신된 충돌 해결 방식을 수신하는 과정을 포함한다.
- [0099] 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 역세스 및 랜덤 역세스를 위한 방법을 더 제공한다. 상기 방법은:
- [0100] 사용자 장치가 적어도 2개의 사용자 빔들에서, 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하는 과정과;
- [0101] 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 상기 초기 역세스 데이터에 대해 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정과;
- [0102] 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차에 따라 사용자 빔들을 조정하는 과정과;
- [0103] 상기 기지국 장치로 프리앰블 시퀀스를 송신하는 과정과;
- [0104] 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신을 수행하는 과정을 포함한다.
- [0105] 바람직하게, 사용자 장치가 적어도 2개의 사용자 빔들에서, 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하는 과정은:
- [0106] 상기 사용자 장치가 적어도 2개의 사용자 빔들에서, 차동 빔 수신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0107] 바람직하게, 상기 사용자 장치가 적어도 2개의 사용자 빔들에서, 차동 빔 수신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하는 과정은:
- [0108] 상기 사용자 장치가 다른 직교 시간-도메인 자원들, 다른 직교 주파수 자원들, 혹은 동일한 직교 코드워드들을 가지는 시간-주파수 자원들에서, 차동 빔 수신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0109] 바람직하게, 상기 사용자 장치는 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 차동 빔 수신 방식으로 다른 직교 시간-도메인 자원들에서 하나 혹은 그 이상의 안테나 어레이들에서 수신하거나; 혹은 상기 사용자 장치는 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 차동 빔 수신 방식으로 다른 직교 주파수 자원들 혹은 직교 코드워드들을 가지는 동일한 시간-주파수 자원들에서 다수의 안테나 어레이들에서 수신한다.
- [0110] 바람직하게, 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신한 후, 상기 방법은:
- [0111] 상기 기지국 장치에 의해 송신된 랜덤 역세스 구성 정보를 수신하는 과정과, 여기서 상기 랜덤 역세스 구성 정보는 기지국 빔 방향 및 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들로의 매핑 관계 혹은 기지국 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들로의 매핑 관계를 포함하며;
- [0112] 상기 폴링으로 결정된 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차와 함께 랜덤 역세스 구성 정보를 기반으로, 해당하는 프리앰블 시퀀스 및 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유된 시간-주파수 자원을 결정하는 과정을 더 포함하며;
- [0113] 상기 기지국 장치로 프리앰블 시퀀스를 송신하는 과정은:
- [0114] 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유된 시간-주파수 자원을 사용하여 상기 프리앰블 시퀀스를 상기 기지국 장치로 송신하는 과정을 포함한다.
- [0115] 바람직하게, 상기 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 검출을 수행하는 과정은:
- [0116] 합 빔을 기반으로 수신된 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하여 임의의 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 제3 결과를 결정하는 과정과;
- [0117] 차동 빔을 기반으로 송신된 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하여 이 동기 신호

시퀀스에 대한 상관 검출의 제4 결과를 결정하는 과정과;

- [0118] 상기 상관 검출의 제4 결과 및/혹은 상기 상관 검출의 제4 결과가 제2 결정 조건을 만족한다고 결정될 경우 상기 초기 액세스 데이터가 동기 신호 시퀀스를 포함한다고 결정하는 과정을 포함한다.
- [0119] 상기 제 2 결정 조건은 다음들 중 적어도 하나를 포함한다:
- [0120] 상기 상관 검출의 제3 결과가 제5 검출 임계값을 초과하고, 상기 상관 검출의 제4 결과가 상기 제5 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0121] 상기 상관 검출의 제3 결과가 제6 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0122] 상기 상관 검출의 제4 결과가 상기 제6 검출 임계값을 초과할 경우,
- [0123] 여기서, 상기 제3 검출 임계값은 상기 제4 검출 임계값 보다 크지 않다.
- [0124] 바람직하게, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정은:
- [0125] 상기 상관 검출의 제3 결과 및 상기 상관 검출의 제4 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 포함한다.
- [0126] 바람직하게, 상기 프리앰블 시퀀스를 기지국 장치로 송신하는 과정은:
- [0127] 상기 프리앰블 시퀀스를 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치로 송신하는 과정을 포함하며;
- [0128] 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신을 수행하는 과정은:
- [0129] 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치에 의해 송신된 랜덤 액세스 응답을 수신하는 과정과;
- [0130] 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치로 메시지 3을 송신하는 과정과;
- [0131] 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치에 의해 송신된 충돌 해결 방식을 수신하는 과정을 포함한다.
- [0132] 바람직하게, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정은:
- [0133] 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 수신 빔 방향 및 상기 사용자 수신 빔 방향의 각 편차를 결정하는 과정을 포함하며;
- [0134] 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차에 따라 사용자 빔들을 조정하는 과정은:
- [0135] 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 수신 빔 방향 및 상기 사용자 수신 빔 방향의 각 편차에 따라 사용자 수신 빔들을 조정하는 과정을 포함한다.
- [0136] 바람직하게, 상기 방법은:
- [0137] 상기 기지국 장치에 의해 송신된 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 수신할 때, 상기 지시 정보를 기반으로 사용자 송신 빔들을 조정하는 과정을 더 포함한다.
- [0138] 바람직하게, 상기 사용자 장치는 차동 빔 수신 방식으로 적어도 2개의 사용자 빔들에서 차동 빔 송신 방식으로 적어도 2개의 사용자 빔들에서 상기 기지국에 의해 송신되는 초기 액세스 데이터를 수신하고,
- [0139] 기지국 송신 빔 방향 편차 검출이 상기 차동 빔 송신 방식으로 송신되는 초기 액세스 데이터에서 수행되어 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차를 결정한다.
- [0140] 바람직하게, 상기 방법은:
- [0141] 상기 기지국 송신 빔 방향 편차 검출에 의해 결정된 최대 에너지를 가지는 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차와 함께, 상기 기지국 장치에 의해 송신된, 상기 수신된 랜덤 액세스 구성 정보를 기반으로, 해당하는 프리앰블 시퀀스를 결정하는 과정을 더 포함한다.

- [0142] 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 역세스 및 랜덤 역세스를 위한 기지국 장치를 더 제공한다. 상기 기지국 장치는:
- [0143] 적어도 2개의 기지국 빔들에서 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하도록 구성되는 제1 송신 모듈과;
- [0144] 적어도 2개의 기지국 빔들에서, 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하도록 구성되는 제1 수신 모듈과;
- [0145] 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되는 제1 결정 모듈과;
- [0146] 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 빔들을 조정하도록 구성되는 제1 조정 모듈과;
- [0147] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하도록 구성되는 제1 송수신기 모듈을 포함한다.
- [0148] 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 역세스 및 랜덤 역세스를 위한 사용자 장치를 더 제공한다. 상기 사용자 장치는:
- [0149] 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하도록 구성되는 제2 송신 모듈과;
- [0150] 상기 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되는 제2 결정 모듈과;
- [0151] 상기 기지국 장치에 의해 송신된 랜덤 역세스 구성 정보를 수신하고, 상기 결정된 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차와 함께 상기 랜덤 역세스 구성 정보를 기반으로 해당하는 프리앰블 시퀀스를 결정하도록 구성되는 제3 결정 모듈과;
- [0152] 상기 기지국 장치로 상기 프리앰블 시퀀스를 송신하도록 구성되는 제3 송신 모듈과;
- [0153] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 역세스 및 랜덤 역세스를 위한 사용자 장치를 더 제공한다. 상기 사용자 장치는:
- [0154] 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 기지국 장치에 의해 송신된 초기 역세스 데이터를 수신하도록 구성되는 제2 송신 모듈과;
- [0155] 상기 초기 역세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되는 제2 결정 모듈과;
- [0156] 상기 기지국 장치에 의해 송신된 랜덤 역세스 구성 정보를 수신하고, 상기 결정된 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차와 함께 상기 랜덤 역세스 구성 정보를 기반으로 해당하는 프리앰블 시퀀스를 결정하도록 구성되는 제3 결정 모듈과;
- [0157] 상기 기지국 장치로 상기 프리앰블 시퀀스를 송신하도록 구성되는 제3 송신 모듈과;
- [0158] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신을 수행하도록 구성되는 제2 송수신기 모듈을 포함한다.
- [0159] 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 역세스 및 랜덤 역세스를 위한 기지국 장치를 더 포함한다. 상기 기지국 장치는:
- [0160] 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하도록 구성되는 제4 송신 모듈과;
- [0161] 적어도 2개의 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하도록 구성되는 제2 수신 모듈과;
- [0162] 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하고, 폴링(polling)으로 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과, 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를

결정하도록 구성되는 제4 결정 모듈과;

- [0163] 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 빔들을 조정하도록 구성되는 제2 조정 모듈과;
- [0164] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 랜덤 액세스 응답과 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 송신하도록 구성되는 제5 송신 모듈과;
- [0165] 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여, 그 사용자 빔들이 상기 지시 정보를 기반으로 조정된 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하도록 구성되는 제3 송수신기 모듈을 포함한다.
- [0166] 본 발명의 일 실시예는 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 사용자 장치를 더 제공한다. 상기 사용자 장치는:
- [0167] 적어도 2개의 사용자 빔들에서, 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하도록 구성되는 제6 송신 모듈과;
- [0168] 상기 초기 액세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되는 제5 결정 모듈과;
- [0169] 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차에 따라 사용자 빔들을 조정하도록 구성되는 제3 조정 모듈과;
- [0170] 상기 기지국 장치로 프리앰블 시퀀스를 송신하도록 구성되는 제6 송신 모듈과;
- [0171] 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신을 수행하도록 구성되는 제4 송수신기 모듈을 포함한다.

발명의 효과

- [0172] 본 발명의 일 실시예에서, 기지국 장치는 적어도 2개의 기지국 빔들에서, 초기 액세스 프로세스에서 사용자 장치로 초기 액세스 데이터를 송신하고, 따라서 상기 기지국 측에서 최적 빔 방향이 빨리 결정될 수 있고, 충돌 확률은 감소될 수 있다. 따라서, 이 실시예에서 상기 방식들을 사용하여, 상기 랜덤 액세스 프로세스의 성능은 개선될 수 있다.
- [0173] 본 발명의 다른 실시예에서, 빔 풀링을 기반으로 하는 종래의 랜덤 액세스 방식과 비교할 경우, 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 송신 방식이 상기 사용자 장치 측에서 채택되는 랜덤 액세스 프로세스는 최적 빔 페어를 검색하는데 필요로 되는 시간을 단축시킬 수 있다. 이는 각 편차가 다수-안테나-포트 및 다수-빔 송신 방식으로 더 높은 정확도로 결정될 수 있기 때문에, 사용자 장치는 더 넓은 빔들을 사용하여 동기 신호 시퀀스를 수신하고 프리앰블 시퀀스를 송신할 수 있고, RAR에서 전달되는 상기 각 편차 정보를 사용하여 빔 방향을 조정할 수 있고, 다음 과정들에서 더 좁은 빔들을 사용하여 신호들을 수신 및 송신할 수 있다. 따라서, 상기 사용자 장치 측에서 풀링에 의한 프리앰블 시퀀스 송신들의 개수는 현저하게 감소될 수 있다.
- [0174] 본 발명에서 제공되는 상기와 같은 방식들은 기존의 시스템들에 대해 마이너한 수정만을 가하며, 따라서 시스템 호환성에 영향을 주지 않을 것이다. 더욱이, 제공되는 이와 같은 방식들의 구현들은 간단할 뿐만 아니라 매우 효율적이다.
- [0175] 본 발명의 추가적인 측면들 및 이점들은 하기의 설명으로부터 부분적으로 이해될 것이고 또한 명백해질 것이고, 또는 본 발명의 실행들로부터 충분히 이해될 것이다.

도면의 간단한 설명

- [0176] 본 발명의 상기에서 설명한 바와 같은/또한 추가적인 측면들 및 이점들은 첨부 도면들과 함께 처리되는 하기의 실시예들의 설명으로부터 보다 명백해질 것이고 보다 쉽게 이해될 것이다:
 도 1은 종래 기술에서 LTE/LTE-A에서의 초기 액세스 및 경쟁-기반 랜덤 액세스 프로세스들의 개략적 다이어그램이다;
 도 2는 합 빔(sum beam)과 차동 빔(differential beam)의 수신 에너지의 개략적 다이어그램이다;

- 도 3은 차동 빔과 합 빔의 수신 신호들의 비의 개략적 다이어그램이다;
- 도 4는 차동 빔을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 플로우차트이다;
- 도 5는 실시예 1에 따른 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 단말기의 개략적 구조 다이어그램이다;
- 도 6은 실시예 1에 따른 안테나 어레이를 기반으로 하는 수신 단말기의 개략적 구조 다이어그램이다;
- 도 7은 실시예 1에 따른 프리엠블 시퀀스의 개략적 다이어그램이다;
- 도 8은 실시예 1에 따른 동기 신호 시퀀스 및 프리엠블 시퀀스를 송신 및 수신하는 방법의 개략적 다이어그램이다;
- 도 9는 실시예 1에 따른 차동 빔 방식에 의해 송신되는 동기 신호 시퀀스의 구조적 다이어그램이다;
- 도 10은 실시예 1에 따른 사용자 장치가 동기 신호 시퀀스를 검출하는 플로우차트이다;
- 도 11은 실시예 1에 따른 다른 자원들로 송신되는 동기 신호 시퀀스의 구조적 다이어그램이다;
- 도 12는 실시예 1에 따른 기지국이 수신 신호를 프로세싱하는 개략적 플로우차트이다;
- 도 13은 실시예 1에 따른 다수의 빔 페어(beam pair)들로 프리엠블 시퀀스를 스캐닝 및 수신하는 개략적 다이어그램이다;
- 도 14는 실시예 1에 따른 수신 빔 스캐닝 방식의 개략적 다이어그램이다;
- 도 15는 실시예 3에 따른 사용자 장치에 대한 차동 빔 폴링(polling) 방식 및 상응하는 프레임 구조의 개략적 다이어그램이다;
- 도 16은 실시예 3에 따른 사용자가 수신된 신호를 프로세싱하는 플로우의 개략적 다이어그램이다;
- 도 17은 실시예 3에 따른 차동 빔으로 프리엠블 시퀀스를 송신하는 랜덤 액세스 채널 구조의 개략적 다이어그램이다;
- 도 18은 실시예 3에 따른 기지국이 프리엠블 시퀀스를 검출하는 플로우 차트이다;
- 도 19는 실시예 3에 따른 다른 자원들로 프리엠블 시퀀스를 송신하기 위한 랜덤 액세스 채널 구조의 개략적 다이어그램이다;
- 도 20은 실시예 5에 따른 동기 신호 시퀀스 구조의 개략적 다이어그램이다;
- 도 21은 실시예 5에 따른 랜덤 액세스 채널 구조의 개략적 다이어그램이다;
- 도 22는 본 발명의 특정 실시예에 따른 기지국 장치에서 다수의 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법의 개략적 플로우차트이다;
- 도 23은 본 발명의 특정 실시예에 따른 사용자 장치에서 다수의 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법의 개략적 플로우차트이다;
- 도 24는 본 발명의 다른 특정 실시예에 따른 기지국 장치에서 다수의 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법의 개략적 플로우차트이다;
- 도 25는 본 발명의 다른 특정 실시예에 따른 사용자 장치에서 다수의 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법의 개략적 플로우차트이다;
- 도 26은 본 발명의 특정 실시예에 따른 다수의 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 기지국 장치의 개략적 구조 다이어그램이다;
- 도 27은 본 발명의 특정 실시예에 따른 다수의 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 사용자 장치의 개략적 구조 다이어그램이다;
- 도 28은 본 발명의 다른 특정 실시예에 따른 다수의 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 기지국 장치의 개략적 구조 다이어그램이다;
- 도 29는 본 발명의 다른 특정 실시예에 따른 다수의 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜

덤 액세스를 위한 사용자 장치의 개략적 구조 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0177] 본 발명의 실시예들이 하기에서 보다 구체적으로 설명될 것이다. 이런 실시예들의 예제들은 첨부된 도면들에 도시되어 있으며, 첨부된 도면들에서 동일 또는 유사한 참조 부호들은 동일하거나 혹은 유사한 엘리먼트들을 나타내거나 혹은 동일하거나 유사한 기능들을 가지는 엘리먼트들을 나타낸다. 첨부된 도면들을 참조하여 설명되는 실시 예들은 예시적인 것이며, 단지 본 발명을 설명하기 위해 사용된 것이고, 그에 대한 어떤 한정들로도 간주되어서는 안될 것이다.

[0178] 상세한 설명과, 청구항들 및 상기와 같은 도면들에서 설명되는 일부 프로세스들에서, 특정 순서 혹은 방향으로 나타나는 다수의 매핑 관계들이 포함된다. 이런 매핑 관계들은 텍스트 상에서 설명되는 순서 혹은 방향으로 수행되지 않을 수 있다는 것이 이해되어야만 할 것이며, 일 예로 A로부터 B로의 매핑 관계는 B로부터 A로의 매핑 관계를 나타낼 수 있으며, 즉 A와 B간의 매핑 관계는 양방향일 수 있다.

[0179] 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 채널 방향 정보 획득 기술은 정확한 채널 방향 정보를 획득할 수 있고, 빔포밍을 기반으로 밀리미터 파(millimeter wave)에서 적용될 때, 더 낮은 오버헤드로 보다 정확한 채널 방향 정보를 획득할 수 있고, 따라서 초기 액세스 및 랜덤 액세스의 검출 시간이 짧아진다. 기본 원리는 다음과 같다: 송신/수신 빔 페어(pair)들에 대한 각 시도에서, 빔들을 송신 및 수신하기 위해 두 개 혹은 그 이상의 다른 안테나 포트들이 상기 송신기 측 및/혹은 수신기 측에서 사용되고, 이 빔들간에는 어느 정도의 상관성이 존재한다. 상기 상관으로 인해, 상기 수신기 측에서, 수신 빔들의 추정된 각 편차(angular deviation)는 다른 수신 빔들간의 에너지를 비교함으로써 획득될 수 있고, 따라서 상기 수신 빔 방향이 조정되고, 상기 수신기 측에서의 수신 신호 대 잡음 비가 증가된다. 게다가, 상기 수신기 측에서, 송신 빔들의 추정된 각 편차는 다른 송신 빔들간의 수신 에너지를 비교함으로써 획득될 수 있다. 상기 송신기 측에서, 상기 빔들의 방향은 상기 추정된 각 편차로부터 상기 피드백에 의해 상기 수신기 측과 맞춰지도록 조정될 수 있고, 따라서 상기 수신기 측에서 수신 신호 대 잡음비는 증가된다. 이 경우, 빔 페어에 대한 1번의 시도는 다수의 방향들에서 동시 방향을 인식할 수 있고, 따라서 상기 검출 시간이 현저하게 짧아지고 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 성능이 현저하게 개선된다.

[0180] 2개의 안테나 포트들이 존재할 경우, 바람직한 빔포밍 계수는 다음과 같이 표현될 수 있다:

[0181]
$$W_{\text{sum}} = \left[1, e^{\frac{j2\pi \sin(\theta)d}{\lambda}}, e^{\frac{j4\pi \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi(N-1) \sin(\theta)d}{\lambda}} \right]^T$$

[0182]
$$W_{\text{dif}} = \left[1, e^{\frac{j2\pi \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi\left(\frac{N}{2}-1\right) \sin(\theta)d}{\lambda}}, -e^{\frac{j2\pi\left(\frac{N}{2}\right) \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, -e^{\frac{j2\pi(N-1) \sin(\theta)d}{\lambda}} \right]^T$$

[0183] 여기서, N은 기지국의 송신기 측에서 안테나들의 개수를 나타내는 짝수이고, d는 안테나들간의 구간을 나타내고, λ는 상기 파장을 나타내고, θ는 상기 송신기 측에서 송신 빔들의 방향을 나타낸다. 2개의 빔들이 2개의 안테나 포트들에서 각각 송신된다. 상기 빔포밍 계수로부터, w_{sum}는 본 발명에서 합 빔(sum beam)이라고 칭해지는 θ의 빔 방향에서의 일반 빔 포밍 계수를 나타내고, w_{dif}에서 앞의 1/2 부분에서의 엘리먼트들이 w_{sum}의 앞의 1/2의 엘리먼트들과 동일하고, 뒤의 1/2 부분에서의 엘리먼트들이 w_{sum}에서의 해당하는 엘리먼트들의 반대수(opposite number)들이라는 것이 이해될 수 있고, 따라서 w_{dif}는 상기 빔 w_{sum}의 차동 빔(differential beam)으로 간주될 수 있다. 본 발명에서, 이 빔포밍 방식은 차동 빔이라고 칭해진다. 안테나 포트들의 개수가 2를 초과할 경우, 안테나 포트들은 실제 상황에 따라 합 빔을 송신하는 파트와 차동 빔을 송신하는 파트의 2개의 파트들로 임의로 분류될 수 있다.

[0184] 일 예로 8개의 안테나들을 구비하는 송신기 측을 고려할 경우, 도 2는 합 빔과 차동 빔의 수신 에너지의 개략적 다이어그램을 도시하고 있다. 도시되어 있는 바와 같이, 상기 합 빔과 차동 빔은 방향이 동일할지라도 에너지 분포에서 다르다. 따라서, 2개의 빔들의 수신 에너지의 비는 중심 빔 방향으로부터의 편차를 판단하기 위한 근거로서 사용될 수 있다.

[0185] 도 3은 차동 빔과 합 빔의 수신 에너지의 비의 개략적 다이어그램이다. 도 3에 도시되어 있는 바와 같이, 특정

각 편차 범위 내에서, 상기 각 편차는 상기 수신 신호들의 비에 일대일로 상응한다. 도 3에 도시되어 있는 예제에서, 상기 각 편차 범위는 약 $[-15^\circ, 15^\circ]$ 이다. 상기 각 편차가 이 범위 내에 존재할 경우, 룩업 테이블(lookup table)은 상기 수신 신호들의 비와 그에 해당하는 각 편차에 따라 생성될 수 있고, 해당 각 편차는 상기 수신 신호들의 비에 따라 상기 룩업 테이블로부터 리드(read)되고, 송신 빔 방향을 조정하기 위해 상기 수신기 측에 의해 송신기 측으로 피드백된다.

- [0186] 상기 밀리미터 파 통신 시스템에서 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들에서 최적 빔 페어를 선택할 경우 문제가 존재한다. 이 문제를 처리하기 위해서, 상기와 같은 차동 빔 알고리즘과 함께, 본 발명은 다수의 안테나 포트들과 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들을 제안한다. 도 4는 본 발명에 따른 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 기본 플로우 차트이다.
- [0187] 도 4에서, 상기 랜덤 액세스 프로세스는 여전히 상기 초기 액세스 프로세스 후에 수행된다. 상기 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들은 여전히 5개의 과정들을 포함한다. 도 4에 도시되어 있는 방식에서, 기지국과 UE들 다는 차동 빔 송신/수신 방식을 채택한다.
- [0188] 첫 번째 과정에서, UE는 동기 신호를 검출함으로써 기지국과 커넥션(connection)을 성립한다. 상기 기지국은 상기 동기 신호를 차동 빔 송신 방식으로 송신하고, 상기 UE는 차동 빔 수신 방식을 채택한다. 따라서, 상기 UE는 상기 차동 빔의 수신 신호와 상기 합 빔의 수신 신호에 따른 최적 사용자 수신 빔 및 각 편차를 알 수 있고, 이 방향은 다음 과정들에서의 데이터 수신을 위해 사용된다; 한편, 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차는 상기 기지국에 의해 송신된, 상기 수신된 차동 빔 신호 및 합 빔 신호에 따라 획득될 수 있다. 이후, 상기 기지국은 사용자로 랜덤 액세스 채널 구성 정보를 송신한다. 상기 구성 정보는 기지국 송신 빔 방향과 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들에 대한 매핑 관계를 포함한다.
- [0189] 두 번째 과정에서, 상기 UE는 상기 기지국으로 프리앰블 시퀀스를 송신한다. 상기 UE 측은 차동 빔 송신 방식을 채택하고, 상기 기지국은 차동 빔 수신 방식을 채택한다. 상기 첫 번째 과정에서 획득된 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들의 매핑 관계를 기반으로, 상기 UE는 상기 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차에 상응하는 프리앰블 시퀀스들 및 자원들을 사용한다. 따라서, 상기 기지국은 송신 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들의 매핑 관계에 따라 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차를 획득할 수 있고, 따라서 다음 과정들에서 데이터 송신을 위해 이 방향을 사용할 수 있다. 게다가, 상기 UE는 상기 차동 빔의 수신 신호와 상기 합 빔의 수신 신호에 따라 최적 기지국 수신 빔 및 그 각 편차를 알 수 있고, 따라서 다음 과정들에서 데이터 수신을 위해 이 방향을 사용할 수 있다; 한편, 최적 사용자 송신 빔 방향 및 그 각 편차는 상기 사용자에 의해 송신된, 상기 수신된 차동 빔 신호와 합 빔 신호에 따라 획득될 수 있다.
- [0190] 세 번째 과정에서, 상기 기지국은 상기 두 번째 과정에서 획득된 최적 송신 빔 방향에 따라 랜덤 액세스 응답(Random Access Response: RAR)을 송신한다. 게다가, 상기 기지국은 상기 두 번째 과정에서 획득된 최적 사용자 송신 빔 방향 및 그 각 편차를 상기 RAR과 함께 상기 UE로 송신한다. 상기 UE는 상기 첫 번째 과정에서 결정된 최적 빔 방향에 따라 상기 RAR을 수신한다.
- [0191] 네 번째 과정에서, 상기 UE는 상기 세 번째 과정에서 수신된 최적 빔 방향 및 그 각 편차에 따라 상기 송신 빔 방향을 조정하고, Msg3를 송신하고; 상기 기지국은 상기 Msg3를 상기 두 번째 과정에서 결정된 최적 빔 방향에 따라 수신한다.
- [0192] 다섯 번째 과정에서, 상기 기지국은 상기 두 번째 과정에서 결정된 최적 빔 방향에 따라 충돌 해결(collision resolution) 방식을 송신하고, 상기 UE는 상기 첫 번째 과정에서 결정된 최적 빔 방향에 따라 상기 충돌 해결 방식을 수신한다.
- [0193] 상기와 같은 과정들에서, 상기 UE 및 기지국 둘 다는 차동 빔 방식을 채택한다. 상기 차동 빔 방식은 상기 기지국 측 혹은 UE 측에서만 사용될 수 있으며, 이에 반해 일반 빔 폴링(polling) 방식은 여전히 다른 측에서 사용될 수 있다는 것에 유의하여야만 할 것이다. 상기 차동 빔 방식의 사용으로 인해서, 상기 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들에서, 빔 페어를 선택하는 프로세스가 짧아질 수 있고, 충돌 확률 역시 감소될 수 있다. 결과적으로, 빔포밍을 기반으로 하는 밀리미터 파 통신 시스템에서 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 성능이 개선될 수 있다.
- [0194] 도 4에 도시되어 있는 플로우는 경쟁-기반(contention-based) 랜덤 액세스 프로세스에 적용될 수 있다. 비경쟁

(contention-free) 랜덤 액세스 프로세스에 대해서는, 상기 UE에 의해 송신되는 프리앰블 시퀀스가 상기 기지국에 의해 할당될 지라도, 상기 기지국과 UE간에 최적 송신/수신 빔 페어를 결정하는 것이 여전히 필수적이다. 따라서, 상기 최적 빔 페어를 결정할 때, 이 방식에서 제공되는 차동 빔 방식이 여전히 사용될 수 있다.

- [0195] 상기 기지국 측 혹은 UE 측에서의 안테나 어레이(antenna array)가 방향 상호적(direction reciprocal)일 경우, 상기 최적 송신 빔 방향은 상기 최적 수신 빔 방향과 동일하다. 상기 기지국 측 혹은 UE측에서 상기 안테나 어레이의 방향 상호성(direction reciprocity)을 기반으로, 도 4에 도시되어 있는 플로우가 추가적으로 최적화될 수 있다.
- [0196] 도 22는 본 발명의 특정 실시예에 따른 기지국 장치에서 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법의 개략적 플로우 차트이다.
- [0197] 과정 S101: 기지국 장치는 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신한다; 과정 S102: 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스가 수신되고; 과정 S103: 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과, 상기 기지국 빔 방향의 각 편차는 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로 결정된다; 과정 S104: 기지국 빔들은 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 조정된다; 과정 S105: 데이터 송신 및 수신은 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치와 수행된다.
- [0198] 바람직하게, 상기 과정 S101은 특히: 상기 기지국 장치가 적어도 2개의 기지국 빔들에서 동기 신호 시퀀스를 차동 빔 송신 방식으로 상기 사용자 장치로 송신하는 과정을 포함하며, 상기 과정 S102는 특히: 적어도 2개의 기지국 빔들에서, 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 차동 빔 수신 방식으로 수신하는 과정을 포함한다.
- [0199] 바람직하게, 상기 과정 S101 후에, 상기 방법은 과정 S106(도시되어 있지 않음)을 더 포함한다. 상기 과정 S106에서, 랜덤 액세스 구성 정보가 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널, 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 상기 사용자 장치로 송신되고, 여기서 상기 랜덤 액세스 구성 정보는 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들의 매핑 관계, 혹은 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들의 매핑 관계를 포함한다.
- [0200] 선택적으로, 상기 과정 S101에서, 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널 혹은 다운링크 브로드캐스트 채널을 통해, 상기 기지국 장치는 합 빔을 통해 제1 컴포넌트(component) 데이터 시퀀스를 송신하고, 차동 빔을 통해 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스를 송신하고, 여기서 상기 동기 신호 시퀀스는 상기 제1 컴포넌트 데이터 시퀀스 및 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스를 포함하고; 혹은 상기 동기 신호 시퀀스는 상기 제1 컴포넌트 데이터 시퀀스 및 상기 제2 컴포넌트 데이터 시퀀스와 동일하다.
- [0201] 선택적으로, 상기 과정 S101에서, 미리 결정되어 있는 시간-주파수 자원들에서 합 빔 및 차동 빔으로, 동기 신호 시퀀스가 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널 혹은 다운링크 브로드캐스트 채널을 통해 송신된다.
- [0202] 여기서, 상기 미리 결정되어 있는 시간-주파수 자원들은 적어도 다음들 중 어느 하나를 포함한다:
- [0203] 다른 직교 시간-도메인(domain) 자원들, 다른 직교 주파수-도메인 자원들, 직교 코드워드들을 가지는 동일한 시간-주파수 자원들.
- [0204] 선택적으로, 상기 과정 S101에서, 상기 기지국 장치는 2개의 다른 안테나 어레이들에서, 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널 혹은 다운링크 브로드캐스트 채널을 통해 합 빔 및 차동 빔으로 동일한 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들을 각각 송신한다.
- [0205] 상기 동일한 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들은 다른 안테나 어레이들로 송신된다. 일 예로, 동일한 동기 신호 시퀀스들이 2개의 안테나 어레이들로 송신된다. 여기서, 제1 어레이는 상기 동기 신호 시퀀스를 합 빔으로 송신하고, 이에 반해 상기 제2 어레이는 상기 동기 신호 시퀀스를 차동 빔으로 송신한다.
- [0206] 상기 동기 신호 시퀀스들이 다른 안테나 어레이들로 송신될 때, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스가 각각 직교 코드워드들을 가지는 동일한 주파수 자원들로 송신될 수 있거나, 혹은 상기 합 빔 시퀀스 혹은 차동 빔 시퀀스가 직교 코드워드들 혹은 비직교 코드워드들을 가지는 다른 주파수 자원들로 각각 송신될 수 있다.
- [0207] 바람직하게, 상기 과정 S102는 과정 S1021(도시되어 있지 않음) 및 과정 S1022(도시되어 있지 않음)를 포함한다. 상기 과정 S1021에서, 상기 기지국 장치는 차동 빔 수신 방식으로 상기 사용자 장치에 의해 송신된

초기 액세스 데이터를 수신한다. 상기 과정 S1022에서, 기지국 시퀀스 상관 검출이 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행되어 상기 초기 액세스 데이터에 포함되어 있는 프리엠블 시퀀스 및 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정할 수 있다.

- [0208] 선택적으로, 상기 과정 S103에서, 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행되는 상기 프리엠블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차가 결정된다. 이 경우는 상기 기지국 장치의 안테나 어레이들이 안테나 상호직접(antenna reciprocal) 경우의, 즉 상기 기지국 장치의 송신 빔 방향 및 수신 빔 방향이 동일할 경우의 프로세싱 방식이다.
- [0209] 선택적으로, 상기 과정 S103은 과정 S1031(도시되어 있지 않음) 및 과정 S1032(도시되어 있지 않음)를 포함한다. 상기 과정 S1031에서, 최대 에너지를 가지는 기지국 수신 빔 방향 및 상기 기지국 수신 빔 방향의 각 편차는 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행되는 프리엠블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로 결정된다. 상기 과정 S1032에서, 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차는 상기 프리엠블 시퀀스와, 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원 및 랜덤 액세스 구성 정보를 기반으로 결정된다. 이 경우는 상기 기지국 장치의 안테나 어레이들이 안테나 상호직접이 아닐 경우의, 즉 상기 기지국 장치의 송신 빔 방향 및 수신 빔 방향이 다를 경우의 프로세싱 방식이다. 바람직하게, 상기 과정 S104에서, 기지국 송신 빔들은 상기 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차에 따라 조정되고, 기지국 수신 빔들은 상기 최대 에너지를 가지는 상기 기지국 수신 빔 방향 및 상기 기지국 수신 빔 방향의 각 편차에 따라 조정되고; 상기 과정 S105에서, 데이터는 상기 조정된 기지국 송신 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 송신되고, 상기 사용자 장치로부터의 데이터는 상기 조정된 기지국 수신 빔들을 사용하여 수신된다.
- [0210] 바람직하게, 상기 프리엠블 시퀀스가 상기 사용자 장치에 의해 차동 빔 송신 방식으로 송신될 때, 상기 방법은 과정 S107(도시되어 있지 않음)을 더 포함한다. 상기 과정 S107에서, 합 빔 및 차동 빔을 통해 상기 사용자 장치에 의해 송신된, 상기 수신 프리엠블 시퀀스를 기반으로, 사용자 빔 방향 편차 검출이 수행되어 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정할 수 있다.
- [0211] 선택적으로, 상기 과정 S107에서, 상기 합 빔 및 차동 빔을 통해 상기 사용자 장치에 의해 송신된, 상기 수신 프리엠블 시퀀스를 기반으로, 사용자 송신 빔 방향 편차 검출이 수행되어 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차가 결정될 수 있다. 이 경우는 상기 사용자 장치의 안테나 어레이들이 안테나 상호직접이 아닐 경우의, 즉 상기 사용자 장치의 송신 빔 방향 및 수신 빔 방향이 다를 경우의 프로세싱 방식이다. 바람직하게, 상기 과정 S105에서, 랜덤 액세스 응답 및 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보가 상기 조정된 기지국 송신 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 송신된다.
- [0212] 도 22에 상응하는, 도 23은 본 발명의 특정 실시예에 따른 사용자 장치에서 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법의 개략적 플로우 차트이다.
- [0213] 과정 S201: 사용자 장치는 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하고; 과정 S202: 상기 초기 액세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출이 수행되고, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차는 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라 결정되고; 과정 S203: 해당하는 프리엠블 시퀀스와 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원은 상기 결정된 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 결정되고; 과정 S204: 상기 프리엠블 시퀀스는 상기 프리엠블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 사용하여 상기 기지국 장치로 송신되고; 과정 S205: 데이터 송신이 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 수행된다.
- [0214] 바람직하게, 상기 과정 S201은 특히: 상기 사용자 장치가 적어도 2개의 기지국 빔들에서 차동 빔 송신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0215] 바람직하게, 상기 과정 S202는 과정 S2021(도시되어 있지 않음)과, S2022(도시되어 있지 않음) 및 과정 S2023(도시되어 있지 않음)을 포함한다. 상기 과정 S2021에서, 동기 신호 시퀀스 상관 검출이 상기 합 빔으로 송신된 초기 액세스 데이터에 대해 수행되어 임의의 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 제1 결과를 결정할 수 있다. 상기 과정 S2022에서, 동기 신호 시퀀스 상관 검출이 상기 차동 빔으로 송신된 초기 액세스 데이터에 대해 수행되어 이 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 제2 결과를 결정할 수 있다. 상기 과정 S2023에서, 상기 상관 검출의 제1 결과 및/혹은 상기 상관 검출의 제2 결과가 제1 결정 조건을 만족한다고 결정될 경우, 상기 초기 액세스

스 데이터는 상기 동기 신호 시퀀스를 포함한다고 결정된다.

- [0216] 여기서, 상기 제1 결정 조건은 다음 중 적어도 하나를 포함한다:
- [0217] 상기 상관 검출의 제1 결과가 제1 검출 임계값을 초과하고, 상기 상관 검출의 제2 결과가 상기 제1 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0218] 상기 상관 검출의 제1 결과가 제2 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0219] 상기 상관 검출의 제2 결과가 상기 제2 검출 임계값을 초과할 경우,
- [0220] 여기서, 상기 제1 검출 임계값은 상기 제2 검출 임계값 보다 크지 않다.
- [0221] 바람직하게, 상기 과정 S202은 과정 S2024(도시되어 있지 않음)를 포함한다. 상기 과정 S2024에서, 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차는 상기 상관 검출의 제1 결과 및 상기 상관 검출의 제2 결과를 기반으로 결정된다.
- [0222] 바람직하게, 상기 과정 S203에서, 기지국 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들의 매핑 관계, 혹은 기지국 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들의 매핑 관계에 따라, 그리고 상기 최대 에너지를 가지는, 결정된 기지국 빔 방향 및 상기 기지국 빔 방향의 각 편차와 결합하여, 해당하는 프리앰블 시퀀스 및 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원이 결정된다.
- [0223] 바람직하게, 상기 방법은: 상기 기지국 장치에 의해 송신된 랜덤 액세스 구성 정보를 수신하는 과정과, 상기 랜덤 액세스 구성 정보로부터, 기지국 빔 방향 및 그 각 편차와 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들간의 매핑 관계 혹은 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들의 매핑 관계를 결정하는 과정을 포함한다.
- [0224] 바람직하게, 상기 과정 S205에서, 메시지 3은 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치로 송신되고, 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치에 의해 송신되는 충돌 해결 방식이 수신된다. 이 경우는 상기 사용자 장치의 안테나 어레이들이 안테나 상호적일 경우의, 즉 상기 사용자 장치의 송신 빔 방향 및 수신 빔 방향이 동일할 경우의 프로세싱 방식이다.
- [0225] 선택적으로, 상기 과정 S205는 과정 S2051(도시되어 있지 않음)과, 과정 S2052(도시되어 있지 않음) 및 과정 S2053(도시되어 있지 않음)을 포함한다. 상기 과정 S2051에서, 상기 조정된 기지국 송신 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치에 의해 송신된, 랜덤 액세스 응답 및 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보가 수신된다. 상기 과정 S2052에서, 사용자 송신 빔들이 상기 기지국 장치에 의해 송신된, 상기 수신된 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 기반으로 조정된다. 상기 과정 S2053에서, 메시지 3은 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치로 송신되고, 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치에 의해 송신되는 충돌 해결 방식이 수신된다. 이 경우는 상기 사용자 장치의 안테나 어레이들이 안테나 상호적이 아닐 경우의, 즉 상기 사용자 장치의 송신 빔 방향 및 수신 빔 방향이 다를 경우의 프로세싱 방식이다.
- [0226] 실시예 1:
- [0227] 이 실시예에서, 차동 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들이 특정 시스템 파라미터 설정들과 함께 설명될 것이다. 밀리미터 파 대역들에서 동작하는 시스템을 고려하기로 할 경우, 기지국 및 사용자 둘 다는 도 5 및 도 6에 도시되어 있는 바와 같은 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 구조를 채택한다.
- [0228] 여기서, 도 5는 송신기의 구조를 도시하고 있으며, 도 6은 UE의 구조를 도시하고 있다. 도 5에서, 기저 대역에 의해 프로세싱되는 각 링크는 업-컨버터 및 디지털-대-아날로그 변환기(Digital-to-Analog Converter: DAC)를 통해 N_{st} 개의 안테나 유닛들로 구성되는 안테나 어레이에 연결된다. 상기 안테나 어레이에서 각 안테나는 오직 위상에서만 조정 가능하다. 상기 위상을 조정함으로써, 상기 안테나 어레이는 상기 밀리미터 파 시스템의 빔포밍을 실현하기 위해서 적합한 방향에서 빔들을 형성할 수 있다. 도 6에서의 UE 구조는 도 5에서의 구조와 유사하다. 각 기저 대역 링크는 N_{sr} 개의 안테나 유닛들로 구성되는 안테나 어레이에 연결되고, 상기 안테나 유닛들은 오직 위상에서만 조정 가능하다. 상기 위상을 조정함으로써, 상기 안테나 어레이는 상기 수신 신호 대 잡음비를 증가시키기 위해 적합한 방향으로 상기 수신된 빔들을 조정할 수 있다.
- [0229] 도 5 및 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 밀리미터 파 대역들에서 동작하는 통신 시스템은 빔포밍을 기반으로

하고, 상기 정합된 빔포밍은 최대 수신 신호 대 잡음비를 제공할 수 있다. 따라서, 밀리미터 파 통신 시스템에 대해서, 상기 랜덤 액세스 동안, 업링크 동기 및 타이밍 어드밴스(timing advance)의 추정 뿐만 아니라, 최적 송신/수신 빔 페어, 즉 해당하는 빔포밍 계수를 결정하는 것 역시 필수적이다.

[0230] 이 실시예에서, 상기 프리앰블 시퀀스는 랜덤 액세스 채널에서 송신된다. 상기 밀리미터 파 시스템의 가용 대역폭이 일반적으로 크다고 고려할 경우, 상기 기지국의 검출의 편의성을 위해, 상기 랜덤 액세스 채널은 상기 유용한 업링크 대역폭의 중간에 배열된다. 상기 랜덤 액세스 채널은 상기 주파수 도메인에서 6개의 자원 블록(Resource Block: RB)들을 점유하고, 시간에서 하나 혹은 그 이상의 서브 프레임들 동안 지속된다. 상기 랜덤 액세스 채널은 3개의 부분들, 즉 시퀀스, 사이클릭 프리픽스(cyclic prefix) 및 보호 구간으로 구성된다. 도 7은 1개의 서브 프레임 동안 지속되는 랜덤 액세스 채널의 개략적 다이어그램을 도시하고 있다.

[0231] 상기와 같은 구조를 기반으로, 이 실시예는 상기 기지국 측 및 UE 측이 방향 상호적(direction reciprocal)이 아닐 때 상기 기지국은 차동 빔 방식을 채택하고 상기 UE는 일반적인 폴링 방식을 채택하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들을 설명할 것이다. 상기 기지국에 포함되어 있는 안테나 포트들의 개수가 2일 경우, 1개의 포트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용되고, 나머지 다른 1개의 포트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용된다; 상기 기지국에 포함되어 있는 안테나 포트들의 개수가 3보다 크거나 같을 경우, 상기 안테나 포트들은 임의적으로 2개의 파트들로 분류될 수 있고, 그 중 1개의 파트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이고, 나머지 1개의 파트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이다. 상기 기지국 및 UE 둘 다는 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 구조를 채택한다. 도 8은 이 실시예에서 기지국이 동기 신호 및 랜덤 액세스 구성 정보를 송신하고 UE가 랜덤 액세스 프리앰블 시퀀스를 송신하는 개략적 다이어그램을 도시하고 있다.

[0232] 첫 번째 과정에서, 상기 기지국은 동기 신호 시퀀스를 송신하고, 상기 UE는 상기 수신된 신호에 대한 상관 검출을 수행한다. 상기 기지국은 차동 방식으로 상기 동기 신호를 송신한다. 특히:

[0233] 1. 상기 동기 신호 시퀀스는 2개의 파트들로 분할된다. 제1 파트는 합 빔에 의해 송신되고, 제2 파트는 차동 빔에 의해 송신된다. 도 9는 이런 방식으로 동기 신호 시퀀스의 구조를 도시하고 있다.

[0234] 도 9에 도시되어 있는 구조에서, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스는 동일한 동기 신호 시퀀스에 속한다는 것에 유의하여야만 할 것이다. 하지만, 상기 합 빔 시퀀스, 즉 도 9에서 상기 동기 신호 시퀀스의 앞의 1/2의 파트는 합 빔으로 송신되고, 빔포밍 웨이트(weight) 계수는 다음과 같다:

[0235]
$$\mathbf{w}_{\text{sum}}^{\text{T1}} = \left[1, e^{\frac{j2\pi \sin(\phi)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi(N_{\text{BS}}-1) \sin(\phi)d}{\lambda}} \right]^{\text{T}}$$

[0236] 여기서, N_{BS} 는 상기 기지국에 의한 빔포밍을 위해 사용되는 안테나들의 개수를 나타내고, ϕ 는 상기 빔포밍의 방향을 나타낸다. 도 9에서 뒤의 1/2의 파트, 즉 차동 시퀀스는 차동 빔에 의해 송신되고, 빔포밍 웨이트 계수는 다음과 같다:

[0237]
$$\mathbf{w}_{\text{dif}}^{\text{T1}} = \left[1, e^{\frac{j2\pi \sin(\phi)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi\left(\frac{N_{\text{BS}}}{2}-1\right) \sin(\phi)d}{\lambda}}, -e^{\frac{j2\pi\left(\frac{N_{\text{BS}}}{2}\right) \sin(\phi)d}{\lambda}}, \dots, -e^{\frac{j2\pi(N_{\text{BS}}-1) \sin(\phi)d}{\lambda}} \right]^{\text{T}}$$

[0238] 상기 동기 신호 시퀀스 검출 방식은 상관 검출이고, 상기 상관 검출에서 상기 합 빔 시퀀스에서 수행되는 상관 검출의 결과는 상기 합 빔의 수신된 신호로서 사용될 수 있고, 상기 차동 시퀀스에서 수행되는 상관 검출의 결과는 상기 차동 빔의 수신된 신호로서 사용될 수 있다. 이 동기 신호 시퀀스 송신 방식을 사용하여, 상기 UE가 동기 신호 시퀀스 및 빔 송신 검출 편차를 검출하는 플로우가 도 10에 도시되어 있다.

[0239] 도 10에서, 상기 UE는 상기 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행하고, 상기 합 빔 시퀀스에서 수행된 상관 검출의 결과와 상기 차동 빔 시퀀스에서 수행된 상관 검출의 결과를 각 동기 신호 시퀀스에서 각각 출력한다. 상기 합 빔 및 차동 빔은 빔 방향에서 동일할지라도 빔 특성들이 다르기 때문에, 상기 검출의 결과들은 단일 임계값에 의해 결정될 수 없다. 결정하는 바람직한 방법은 다음과 같다: 상기 합 빔 시퀀스 파트 및 특정 동기 신호 시퀀스에 대해 수행되는 상관 검출의 결과가 R_s^1 이고, 상기 차동 빔 시퀀스 파트 및 동일한 동기 신호 시퀀스에 대해 수행되는 상관 검출의 결과가 R_d^1 라고 가정될 경우, 이 프리앰블 시퀀스는 다음과 같은 조건들 a.

$R_s^1 > \eta_1$, $R_d^1 > \eta_1$; b. $R_s^1 > \eta_2$; c. $R_d^1 > \eta_2$ 중 하나가 만족될 때 검출된다고 고려된다. 여기서, η_1 및 η_2 는 각각 제1 검출 임계값 및 제2 검출 임계값이고, $\eta_1 \leq \eta_2$ 의 조건을 만족한다. 상기 제1 검출 임계값 η_1 및 제2 검출 임계값 η_2 는 상기 셀 반경, 상기 동기 신호 시퀀스의 송신 동안 상기 UE 및 기지국에 의한 빔포밍을 위해 사용되는 안테나들의 개수, 상기 동기 신호 시퀀스의 길이와 같은 요소들에 의해 결정된다.

- [0240] 특정 동기 신호 시퀀스가 검출될 경우, 이 동기 신호 시퀀스에서 수행되는 상관 검출의 해당 결과들은 합 빔 신호 및 차동 빔 신호로서 사용되고, 신호 비가 계산되고, 따라서 기지국 송신 빔 방향의 편차가 상기 차동 빔 방식의 원리에 따라 획득될 수 있다.
- [0241] 2. 동일한 동기 신호 시퀀스들이 다른 자원들로 송신된다. 일 예로, 동일한 동기 신호 시퀀스들이 연속적인 시스템 자원들의 2개의 섹션들로 송신된다. 여기서, 상기 자원들의 제1 섹션은 합 빔에 의한 송신을 수행하고, 이에 반해 상기 자원들의 제2 섹션은 차동 빔에 의한 송신을 수행한다. 도 11은 이런 방식으로 동기 신호 시퀀스의 구조를 도시하고 있다.
- [0242] 이 송신 방식은 여전히 도 10의 동기 신호 시퀀스를 검출하는 플로우 차트를 사용할 수 있다. 즉, 동기 신호 시퀀스가 먼저 검출되고, 상기 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출될 경우, 상기 송신 빔 방향 및 그 각 편차가 추가적으로 검출된다.
- [0243] 3. 동일한 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들이 다른 안테나 어레이들로 송신된다. 일 예로, 동일한 동기 신호 시퀀스들이 2개의 안테나 어레이들로 송신된다. 여기서, 제1 어레이는 합 빔에 의한 송신을 수행하고, 이에 반해 제2 어레이는 차동 빔에 의한 송신을 수행한다.
- [0244] 동기 신호 시퀀스들이 다른 안테나 어레이들로 송신될 때, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스는 직교 코드워드들을 가지는 동일한 주파수 자원들로 각각 송신될 수 있거나, 혹은 상기 합 빔 시퀀스 혹은 차동 빔 시퀀스는 직교 코드워드들 혹은 비직교 코드워드들을 가지는 다른 주파수 자원들로 각각 송신될 수 있다.
- [0245] 이 송신 방식은 여전히 도 10의 동기 신호 시퀀스를 검출하는 플로우 차트를 사용할 수 있다. 즉, 동기 신호 시퀀스가 먼저 검출되고, 상기 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출될 경우, 송신 빔 방향 및 그 각 편차가 추가적으로 검출된다.
- [0246] 다음으로, 상기 기지국은 랜덤 액세스 구성 정보를 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널, 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 사용자로 송신한다. 종래의 랜덤 액세스 구성 정보와 비교할 경우, 상기 랜덤 액세스 채널 구성 및 프리앰블 시퀀스 구성 정보 뿐만 아니라, 이 랜덤 액세스 구성 정보는 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계, 혹은 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계를 추가적으로 포함할 것이다.
- [0247] 상기 UE는 풀링으로 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차를 검출하고, 그리고 나서 최적 UE 수신 빔을 결정한다. 다음 과정들에서, 상기 UE는 이 방향 빔을 사용하여 신호들을 수신한다.
- [0248] 두 번째 과정에서, 상기 검출된 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차 및 상기 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계, 혹은 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계를 기반으로, 상기 UE는 해당하는 프리앰블 시퀀스들 및 자원들을 사용한다. 동일한 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차는 다수의 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들에 상응할 수 있다.
- [0249] 도 8에 도시되어 있는 바와 같이, 상기 UE는 다른 방향들에서 송신 빔들을 사용하여 동일한 혹은 다른 프리앰블 시퀀스들을 송신한다. 동일한 프리앰블 시퀀스들을 송신할 때, 시퀀스는 프리앰블 시퀀스들의 해당하는 집합으로부터 랜덤하게 선택되고, 그리고 나서 각 빔 방향에서 송신되지만; 다른 프리앰블 시퀀스들을 송신할 때, 상기 프리앰블 시퀀스들의 해당하는 집합은 다수의 서로 소 서브 집합(disjoint subset)들로 분할되고, 1개의 프리앰블 시퀀스는 각 서브 집합으로부터 선택되고, 그리고 나서 각 빔 방향에서 송신된다. 일 예로, 도 8에 도시되어 있는 바와 같은 예제에서, 상기 UE가 3개의 다른 방향들에서 빔들을 사용하여 프리앰블 시퀀스들을 송신할 경우, 유용한 프리앰블 시퀀스들의 집합 Σ 은 3개의 서로 소 서브 집합들 Σ_1 , Σ_2 , Σ_3 로 분할된다. 상기 3개의 서브 집합들은 다음과 같은 조건들을 만족한다:

$$\Sigma_1 \cap \Sigma_2 \cap \Sigma_3 = \emptyset$$

[0250]

$$\Sigma_1 \cup \Sigma_2 \cup \Sigma_3 = \Sigma$$

[0251]

[0252] 상기 조건들은 완화될 수 있다. 즉, 두 번째 수학적식에서, 상기 서브 집합들은 프리앰블 시퀀스들의 집합 Σ 의 서브 집합으로 병합되고, 따라서 프리앰블 시퀀스들의 다른 파트는 일 예로 비경쟁 랜덤 액세스 프로세스를 위해 예약된다.

[0253] 상기 UE가 제1 방향에서 빔들을 사용하여 프리앰블 시퀀스를 송신할 때, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 서브 집합 Σ_1 로부터 랜덤하게 선택되고; 상기 UE가 제2 방향에서 빔들을 사용하여 프리앰블 시퀀스를 송신할 경우, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 서브 집합 Σ_2 로부터 랜덤하게 선택되고; 상기 UE가 제3 방향에서 빔들을 사용하여 프리앰블 시퀀스를 송신할 경우, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 서브 집합 Σ_3 로부터 랜덤하게 선택된다.

[0254] 상기와 같은 2개의 송신 방식들은 고유한 이점들 및 불리한 점들을 가진다. 동일한 프리앰블 시퀀스들이 사용될 때, 각 UE는 각 랜덤 액세스 동안 오직 1개의 프리앰블 시퀀스만을 선택하는 것을 필요로 하고, 따라서 상기 프리앰블 시퀀스들의 사용율이 높고, 상기 기지국에 의해 각 프리앰블 시퀀스에서 수행되는 상관 검출은 낮은 복잡도를 가지지만; 상기 기지국이 상기 UE에 의한 송신의 타이밍을 알지 못하기 때문에 더 긴 프리앰블 시퀀스들이 필요로 된다. 한편, 다른 프리앰블 시퀀스들이 사용될 때, 상기 기지국의 검출 복잡도는 높지만, 보다 짧은 프리앰블 시퀀스들이 사용될 수 있다.

[0255] 다음으로, 상기 기지국은 상기 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행하고, 차동 빔 기반 수신 방식으로 빔 방향 및 상기 빔 방향의 편차를 결정한다. 도 8에 도시되어 있는 바와 같이, 상기 두 번째 과정에서 프리앰블 시퀀스들의 송신 동안, 상기 기지국은 2개의 어레이들을 사용하여 검출을 수행하며, 여기서 1개의 어레이는 상기 종래의 빔 웨이트 계수를 상기 수신 빔들의 웨이트 계수로서 사용한다. 일 예로, 다음과 같은 빔 웨이트 계수가 사용된다:

$$w_{\text{sum}}^{R1} = [1, e^{\frac{j2\pi \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi(N_{\text{sum}}^{\text{BS}}-1) \sin(\theta)d}{\lambda}}]^T$$

[0256]

[0257] 여기서, $N_{\text{sum}}^{\text{BS}}$ 는 상기 기지국의 수신 어레이에서 사용되는 안테나들의 개수이고, θ 는 상기 합 빔의 중심 방향이다. 도시되어 있는 바와 같이, 상기의 합 빔 웨이트 계수는 상기 어레이들 중 1개에 대한 웨이트 계수로서 사용된다. 다른 1개의 어레이는 동일한 방향을 합 빔으로 가지고, 상기 합 빔과 상관되는 빔을 웨이트 계수로서 사용한다. 바람직한 방식은 다음과 같이 상기 합 빔의 차동 빔을 사용하는 것이다:

$$w_{\text{dif}}^{R1} = [1, e^{\frac{j2\pi \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi\left(\frac{N_{\text{dif}}^{\text{BS}}}{2}-1\right) \sin(\theta)d}{\lambda}}, -e^{\frac{j2\pi\left(\frac{N_{\text{dif}}^{\text{BS}}}{2}\right) \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, -e^{\frac{j2\pi(N_{\text{dif}}^{\text{BS}}-1) \sin(\theta)d}{\lambda}}]^T$$

[0258]

[0259] 여기서, $N_{\text{dif}}^{\text{BS}}$ 는 상기 웨이트 계수로서 차동 빔을 사용하는 수신 어레이에서 사용되는 안테나들의 개수이다. 2개의 어레이들에 포함되어 있는 안테나들의 개수는 동일하거나 다를 수 있지만, 이 실시예에서는

$$N_{\text{sum}}^{\text{BS}} = N_{\text{dif}}^{\text{BS}} = N_{\text{BS}}/2$$

라고 가정하기로 한다. 즉, 2개의 어레이들에서 사용되는 안테나들의 개수는 동일하다. 상기 전체 어레이에 포함되는 안테나들의 개수 N_{BS} 를 조정함으로써, 상기 빔들의 폭이 조정될 수 있고, 따라서 상기 빔들의 커버리지가 조정된다. 도 8에서 상기 합 빔 어레이 및 차동 빔 어레이 각각은 도 6의 다수의 안테나 어레이들로 구성될 수 있다는 것에 유의하여야만 할 것이다.

[0260] 도 12는 상기 기지국이 상기 수신 신호를 프로세싱하는 플로우를 도시하고 있다. 상기 합 빔 어레이 및 차동 빔 어레이는 상기 수신 신호들의 프리앰블 시퀀스들에서 상관 검출을 수행하고, 프리앰블 시퀀스 검출 및 결정 모

들은 상기 2개의 어레이들로부터의 상관 검출의 결과를 포괄적으로 고려하여 상기 프리앰블 시퀀스가 검출되는지 여부를 결정할 수 있다. 바람직한 결정 방식은 다음과 같다: 상기 합 빔 어레이 및 차동 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과들로부터 획득되는 상관 요소에 따라 포괄적인 결정이 이루어진다. 일 예로, 특정 시점에서 상기 합 빔 어레이의 상관 검출 모듈에 의해 출력되는, 특정 프리앰블 시퀀스에 대한 상관 검출의 결과가 R_{sum}^1 이고, 상기 동일한 시점에서 상기 차동 빔 어레이의 상관 검출 모듈에 의해 출력되는, 상기 동일한 프리앰블 시퀀스에 대한 상관 검출의 결과가 R_{dif}^1 라고 가정할 경우, 상기 결정 근거는 다음과 같다: $R_{sum}^1 > \eta_3$ 이고 $R_{dif}^1 > \eta_3$, 혹은 $R_{sum}^1 > \eta_4$, 혹은 $R_{dif}^1 > \eta_4$ 일 경우, 이 프리앰블 시퀀스가 검출된다고 결정되고; 그렇지 않을 경우, 이 프리앰블 시퀀스가 검출되지 않는다고 결정된다. 여기서, η_3 와 η_4 는 각각 제3 검출 임계값 및 제4 검출 임계값이고, $\eta_3 \leq \eta_4$ 의 조건을 만족한다. 상기 결정 근거는 다음과 같다: 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 상기 합 빔의 에너지 분포와 상기 차동 빔의 에너지 분포는 서로 상보적(complementary)이다. 즉, 상기 합 빔의 수신 에너지가 최대일 때, 상기 차동 빔의 수신 에너지는 영(0)이지만; 상기 합 빔의 수신 에너지가 영일 때, 상기 차동 빔의 수신 에너지는 최대이다. 상기 두 가지 상황들은 각각 상기 빔 방향이 상기 UE에 맞춰지는 경우 및 상기 차동 빔의 피크(peak) 방향이 상기 UE에 맞춰지는 경우에 상응한다. 이 경우, 상기 차동 빔 및 합 빔에 대해서, 보다 큰 임계값이 상기 프리앰블 시퀀스가 검출되는지 여부를 결정하기 위한 근거로서 사용되어야만 한다. 그렇지 않을 경우, 보다 작은 임계값이 상기 2개의 어레이들로부터의 검출 결과들을 결정하기 위해 사용되어야만 한다. 상기 제3 검출 임계값 η_3 및 상기 제4 검출 임계값 η_4 은 상기 셀 반경, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신 동안 상기 UE 및 기지국에 의한 빔포밍을 위해 사용되는 안테나들의 개수, 상기 프리앰블 시퀀스의 길이와 같은 요소들에 의해 결정된다.

[0261] 상기 상관 검출 모듈로부터 출력된 결과가 프리앰블 시퀀스가 검출되지 않음을 나타낼 경우, 다음 과정들은 실행되지 않을 것이다; 상기 상관 검출 모듈이 하나 혹은 그 이상의 프리앰블 시퀀스들을 검출하였을 경우, 빔 방향 편차 검출이 상기 검출된 프리앰블 시퀀스들 각각에서 수행된다, 즉, 수신 방향과 어레이 빔 방향간의 편차는 상기 합 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과 및 상기 차동 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과에 따라 획득된다. 특히, 상기 차동 빔 방식의 상기와 같은 설명들에 따라, 상기 차동 빔의 수신된 신호들과 상기 합 빔의 수신된 신호들간의 비와 상응하는 빔 방향 각 편차들간의 특업 테이블이 생성될 수 있고, 각 편차는 상기 2개의 어레이들에 의해 실제로 수신되는 에너지의 비에 따라 결정된다. 이 각 편차는 다음 과정들에서 상기 기지국 수신 빔 방향을 정정하기 위해 사용될 것이다. 게다가, 상기 검출된 프리앰블 시퀀스들 및 자원들을 기반으로, 또한 상기 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로부터 상기 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로의 매핑 관계를 기반으로, 상기 기지국은 최적 송신 빔 방향 및 그 각 편차를 결정할 수 있다. 이 각 편차는 다음 과정들에서 상기 기지국 송신 빔 방향을 정정하기 위해 사용될 것이다.

[0262] 상기 검색 시간을 감소시키고 빔 커버리지를 보장하기 위해서, 상기 기지국은 하나 혹은 그 이상의 더 넓은 합/차동 빔 어레이들을 사용하여 다른 방향들에서 스캔(scan)한다. 도 13은 다수의 빔들을 사용하여 스캐닝함으로써 프리앰블 시퀀스들의 검출의 성공 비율을 증가시키는 시스템을 도시하고 있다. 도 13에 도시되어 있는 바와 같이, 셀은 3개의 서브-셀들로 분할되고, 여기서 각 서브-셀은 120°의 범위를 커버하고, 다른 서브-셀들은 서로 독립적이라고 간주될 수 있다. 상기 서브-셀 1에 의해 커버되는 120°의 범위에 대해서, 커버리지 내 수신(in-coverage reception)은 각각이 30°의 폭을 가지는 4개의 빔들로 구성되는 빔 페어들에 의해 실현된다. 각 빔 페어는 동일한 방향에서 1개의 합 빔과 1개의 차동 빔을 포함한다. 다른 빔 방향들에서 빔 페어들은 시간 분할로 구별된다. 일 예로, 각 방향에서의 기간(duration)이 T 이고, 상기 스캐닝을 위한 타이밍은 도 14에 도시되어 있다.

[0263] 도 14에서, 빔 1 내지 빔 4는 1개의 서브-셀을 커버하는 4개의 수신 빔 방향들, 즉 해당하는 합 빔 방향들을 나타낸다. 각 방향에서 상기 수신 빔 페어의 기간은 T 이고, 각 빔 방향은 이를 기반으로 스캔된다. 스캐닝의 다음 주기는 상기 4개의 방향들에서의 스캐닝이 완료된 후에 시작된다. 상기 각 방향에서의 수신 빔들은 하나 혹은 그 이상의 랜덤 액세스 서브-채널들을 수신한다.

[0264] 상기 특정 프리앰블 시퀀스의 송신이 이 과정에서 검출된 후, 이 프리앰블 시퀀스를 수신하기 위한 빔 방향 및

해당하는 방향 각 편차가 결정될 수 있다. 게다가, 상기 검출된 프리엠블 시퀀스 및 자원을 기반으로, 상기 기지국은 최적의 송신 빔 방향 및 해당하는 방향 각 편차를 결정할 수 있다. 다음 과정들에서, 더 작은 폭을 가지는 빔들이 송신 및 수신 빔들로 사용된다. 일 예로, 도 13에 도시되어 있는 바와 같은 예제에서, 상기 두 번째 과정에서 상기 프리엠블 시퀀스를 검출하기 위해 사용되는 빔들은 30°의 폭을 가지고; 보다 좁은 빔들이 상기 랜덤 액세스의 다음 과정들에서 신호들을 수신 및 송신하기 위해 사용된다. 일 예로, 상기 기지국의 안테나 어레이 엘리먼트들의 개수를 증가시킴으로써, 상기 빔 폭은 30°로 조정되어 세 번째 과정에서의 RAR의 송신과, 네 번째 과정에서의 Msg3의 수신과, 다섯 번째 과정에서의 충돌 해결 방식의 송신을 실현할 수 있다.

[0265] 보다 넓은 빔들을 사용하여 상기 프리엠블 시퀀스를 검출하고, 차동 수신 방법을 사용하여 상기 빔 방향 편차를 검출함으로써, 상기 기지국 측에서 최적 빔들은 종래의 빔 폴링 방식에 비해 더 빨리 검색될 수 있다. 게다가, 더 좁은 빔들을 사용하고, 상기 차동 빔에 의해 검출된 빔 방향 편차에 따라 상기 빔 방향을 조정함으로써, 다음 과정들에서 상기 수신 신호 대 잡음 비가 증가될 수 있고, 이는 상기 랜덤 액세스 프로세스의 성능을 개선시키는 데 유리하다. 게다가, 상기 빔 방향의 조정은 또한 충돌 확률을 감소시키는 데 유리하다.

[0266] 상기 두 번째 과정에서 프리엠블 시퀀스를 검출할 때, 상기 기지국은 상기 프리엠블 시퀀스의 수신 신호 세기에 따라 최적 사용자 송신 빔 방향을 결정할 수 있고, 상기 세 번째 과정에서 상기 사용자에게 다운로드 제어 채널, 다운로드 공유 채널, 혹은 다운로드 브로드캐스트 채널을 통해 상기 최적 사용자 송신 빔 방향을 알려줄 수 있다. 다음 과정들에서, 상기 사용자는 이 방향 빔을 사용하여 신호들을 송신한다.

[0267] 빔 방향 폴링을 기반으로 하는 종래의 랜덤 액세스 프로세스와 비교할 경우, 이 실시예의 방식들에서, 상기 기지국 측에서 최적 빔 방향은 빨리 결정될 수 있고, 따라서 충돌 확률은 감소된다. 따라서, 이 실시예에서 상기 방식들을 사용하여, 상기 랜덤 액세스 프로세스의 성능이 개선될 수 있다. 하지만, 상기 검출 속도를 증가시키기 위해 더 큰 빔을 가지는 차동 빔들이 상기 프리엠블 시퀀스의 검출 동안 사용되기 때문에, 상기 셀 커버리지는 종래의 빔 검출 폴링 방식과 비교할 때 약간 낮아진다. 상기 셀 커버리지를 증가시키기 위해, 더 긴 프리엠블 시퀀스가 사용될 수 있다. 일 예로, 도 13의 예제에서, 상기 빔 방향 폴링 방식에 대해서, 120°의 서브-셀이 10°의 폭을 가지는 빔들에 의해 커버되고, 동일한 길이의 프리엠블 시퀀스들이 사용될 경우, 상기 지원 가능한 셀 반경은 보다 작은 폭을 가지는 상기 빔들의 에너지가 도 13의 예제보다 더 집중화되기 때문에 더 커지고, 서브-셀에서의 빔 방향들의 스캐닝은 도 13의 예제에서의 빔 방향들의 스캐닝의 3배이다. 상기 셀 커버리지 측면에서 상기 차동 빔 방식의 단점들을 보완하기 위해, 상기 프리엠블 시퀀스의 길이는 종래의 방식의 프리엠블 시퀀스의 길이의 2배가 되도록 설정된다. 종래 방식의 빔 스캐닝 주기가 여전히 이 실시예에서의 빔 스캐닝 주기의 1.5배일지라도, 이 실시예에서 제공되는 방식에서 2개의 어레이들이 상관 검출을 위해 사용되는 것을 고려할 경우, 상기 셀 커버리지는 종래 방식에 근사화될 것이고, 혹은 상기 프리엠블 시퀀스의 길이가 증가된 후 보다 좋은 성능이 실현될 것이다. 상기 프리엠블 시퀀스가 다음과 같은 2개의 방식들에서 길어질 수 있다: 1: 동일한 프리엠블 시퀀스들을 반복하는 방식, 2: 보다 긴 프리엠블 시퀀스를 설계하는 방식.

[0268] 실시예 2:

[0269] 이 실시예는 기지국 측 및 사용자 장치 측 둘 다에서 안테나 어레이들이 방향 상호적일 때 상기 기지국 측에서 차동 빔 방식을 채택하고, 상기 사용자 장치가 종래 폴링 방식을 채택하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들을 설명할 것이다. 상기 기지국에 포함되는 안테나 포트들의 개수가 2일 경우, 1개의 포트는 송신 및 수신 합 빔 시퀀스들을 위해 사용되고, 이에 반해 나머지 1개의 포트는 송신 및 수신 차동 빔 시퀀스들을 위해 사용된다; 상기 기지국에 포함되는 안테나 포트들의 개수가 3보다 크거나 같을 경우, 상기 안테나 포트들은 2개의 파트들로 임의로 분류될 수 있고, 1개의 파트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이고, 나머지 1개의 파트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이다. 상기 시스템 구성은 실시예 1과 유사하다. 상기 기지국과 사용자 장치 각각은 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 구조로 제공되고; 상기 기지국은 차동 송신 방식을 채택하고, 상기 사용자 장치는 종래의 폴링 방식을 채택한다.

[0270] 첫 번째 과정에서, 상기 기지국은 동기 신호 시퀀스를 송신하고, 상기 사용자 장치는 상기 수신된 신호에 대한 상관 검출을 수행한다. 상기 기지국이 차동 방식으로 동기 신호를 송신할 때, 상기 동기 신호 시퀀스는 2개의 파트들로 분할될 수 있고, 여기서 제1 파트는 합 빔에 의해 송신되고, 제2 파트는 차동 빔에 의해 송신되고; 이 방식에 상응하는 상기 동기 신호 시퀀스의 구조가 도 9에 도시되어 있다. 또한 동일한 동기 신호 시퀀스들이 다른 자원들로 송신될 수 있고, 이 방식에 상응하는 동기 신호 시퀀스가 도 11에 도시되어 있다.

[0271] 상기 사용자 장치는 도 10의 동기 신호 시퀀스 검출 플로우를 채택한다. 즉, 동기 신호 시퀀스가 먼저 검출되고, 상기 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출될 경우, 빔 방향이 추가적으로 검출된다. 상기 사용자 장치는

폴링으로 상기 사용자 장치에 대한 최적 수신 빔 방향을 결정한다. 다음 과정들에서, 상기 사용자 장치는 이 방향 빔을 사용하여 신호들을 송신 및 수신한다. 이후에, 상기 기지국은 랜덤 액세스 구성 정보를 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널, 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 상기 사용자 장치로 송신한다.

[0272] 두 번째 과정에서, 상기 사용자 장치는 프리앰블 시퀀스를 송신하고, 상기 기지국은 상기 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행하고, 그리고 나서 차동 빔 수신 방식으로 빔 방향 및 그 각 편차를 결정한다. 상기 사용자 장치는 프리앰블 시퀀스들의 집합으로부터 프리앰블 시퀀스를 랜덤하게 선택하고, 그리고 나서 상기 첫 번째 과정에서 획득된 최적 빔으로 상기 프리앰블 시퀀스를 송신한다. 상기 기지국은 동일한 개수의 안테나들을 가지는 2개의 어레이들을 사용하여 검출을 수행하고, 여기서 1개의 어레이는 합 수신 빔들을 사용하고, 이와는 달리 나머지 1개의 어레이는 차동 수신 빔들을 사용한다. 각 수신 어레이에 포함되어 있는 안테나들의 개수를 조정함으로써, 상기 기지국은 빔들의 폭을 조정할 수 있고, 따라서 빔들의 커버리지를 조정할 수 있다. 도 12는 상기 기지국이 수신된 신호를 프로세싱하는 플로우를 도시하고 있다.

[0273] 상관 검출 모듈로부터 출력된 상기 결과가 프리앰블 시퀀스가 검출되지 않음을 나타낼 경우, 다음 과정들은 실행되지 않을 것이다; 상기 상관 검출 모듈이 프리앰블 시퀀스들을 검출하였을 경우, 빔 방향 편차 검출이 상기 검출된 프리앰블 시퀀스들 각각에서 수행된다, 즉, 수신 방향과 어레이 빔 방향간의 편차는 상기 합 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과 및 상기 차동 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과에 따라 획득된다. 특히, 상기 차동 빔 방식의 상기와 같은 설정들에 따라, 상기 차동 빔의 수신된 신호들과 상기 합 빔의 수신된 신호들간의 비와 상응하는 빔 방향 각 편차들간의 특업 테이블이 생성될 수 있고, 각 편차는 상기 2개의 어레이들에 의해 실제로 수신되는 신호들의 비에 따라 결정된다. 이 각 편차는 다음 과정들에서 상기 기지국 빔 방향을 정정하기 위해 사용될 것이다.

[0274] 상기 검색 시간을 감소시키고 빔 커버리지를 보장하기 위해서, 상기 기지국은 하나 혹은 그 이상의 더 넓은 합/차동 빔 어레이들을 사용하여 다른 방향들에서 스캔한다. 상기 특정 프리앰블 시퀀스의 송신이 이 과정에서 검출된 후, 이 프리앰블 시퀀스를 수신하기 위한 최적 빔 방향 및 상응하는 방향 각 편차가 결정될 수 있다. 다음 랜덤 액세스 과정들에서, 더 작은 폭을 갖는 빔들이 송신 및 수신 빔들로서 사용된다. 일 예로, 상기 기지국의 안테나 어레이 엘리먼트들의 개수를 증가시키고 상기 빔 폭을 감소시킴으로써, 상기 세 번째 과정에서의 RAR 송신과, 상기 네 번째 과정에서의 Msg3 수신과, 상기 다섯 번째 과정에서의 충돌 해결 방식의 송신을 실현하는 것 역시 가능하게 된다.

[0275] 빔 방향 폴링을 기반으로 하는 종래의 랜덤 액세스 프로세스와 비교할 경우, 이 실시예의 방식들에서, 상기 기지국 측에서 상기 최적 빔 방향은 빨리 결정될 수 있고, 따라서 충돌 확률이 감소된다. 따라서, 이 실시예에서의 방식들을 사용하여, 상기 랜덤 액세스 프로세스의 성능이 개선될 수 있다.

[0276] 상기 실시예 1 및 실시예 2에서 제공되는 방식들은 경쟁-기반 랜덤 액세스 프로세스에 적용 가능하고, 차동 수신 방식에서 상기 기지국에 의한 상기 기지국 측에서의 최적 빔 방향의 결정은 또한 비경쟁 랜덤 액세스 프로세스에 적용 가능하다. 특히, 상기 사용자 장치는 상기 기지국의 다른 송신 빔 방향들 및 각 편차들을 기반으로 상기 할당된 프리앰블 시퀀스를 송신한다; 상기 기지국은 합 빔 어레이 및 차동 빔 어레이로 상기 프리앰블 시퀀스를 수신하고, 그리고 나서 상기 검출된 최대 상관을 가지는 방향 및 해당하는 빔 방향 편차를 검출한다. 상기 기지국은 상기 검출된 프리앰블 시퀀스 및 자원을 기반으로 상기 빔 방향을 조정하고, 그리고 나서 더 좁은 빔들을 사용하여 랜덤 액세스 응답을 송신한다. 상기 랜덤 액세스 응답을 수신할 경우, 상기 사용자 장치는 상기 비경쟁 랜덤 액세스 프로세스를 완료하고, 그리고 나서 상기 기지국의 다음 스케줄링을 대기한다.

[0277] 도 24는 본 발명의 다른 특정 실시예에 따른 기지국 장치에서 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법의 개략적 플로우 차트이며, 다음과 같은 과정들을 포함한다.

[0278] 과정 S301: 기지국은 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하고; 과정 S302: 적어도 2개의 상관 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스가 수신되고; 과정 S303: 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과, 상기 사용자 빔 방향의 각 편차는 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로 결정되고, 폴링으로 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과, 상기 기지국 빔 방향의 각 편차가 결정된다; 과정 S304: 기지국 빔들은 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 조정된다; 과정 S305: 랜덤 액세스 응답과 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보는 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 송신된다; 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여, 데이터 송신 및 수신은 그 사용자 빔들이 상기 지시 정보를 기반으로 조정된 사용자 장치와 수행된다.

- [0279] 바람직하게, 상기 과정 S302는 특히: 차동 빔 송신 방식으로 적어도 2개의 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0280] 바람직하게, 상기 과정 S302는 과정 S3021(도시되어 있지 않음) 및 과정 S3022(도시되어 있지 않음)를 포함한다. 상기 과정 S3021에서, 상기 기지국 장치는 차동 빔 송신 방식으로 상기 사용자 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신한다. 상기 과정 S3022에서, 기지국 시퀀스 상관 검출이 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행되어 상기 초기 액세스 데이터에 포함되어 있는 프리앰블 시퀀스 및 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정할 수 있다.
- [0281] 여기서, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 사용자 장치에 의해 차동 빔 송신 방식으로 다른 직교 시간-도메인 자원들, 다른 직교 주파수 자원들 혹은 다른 직교 코드워드들을 가지는 동일한 시간-주파수 자원들에서 송신된다.
- [0282] 특히, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 사용자 장치에 의해 각각 합 빔 및 차동 빔으로 다른 직교 시간-도메인 자원들에서 하나 혹은 그 이상의 안테나 어레이들에서 송신되거나; 혹은 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 사용자 장치에 의해 각각 합 빔 및 차동 빔으로 다른 직교 주파수 자원들 혹은 직교 코드워드들을 가지는 동일한 시간-주파수 자원들에서 다수의 안테나 어레이들에서 송신된다.
- [0283] 바람직하게, 상기 과정 S303에서, 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행된 프리앰블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차가 결정된다. 이 경우는 상기 사용자 장치의 안테나 어레이들이 안테나 상호적일 경우의, 즉 상기 사용자 장치의 송신 빔 방향 및 수신 빔 방향이 동일할 경우의 프로세싱 방식이다.
- [0284] 바람직하게, 상기 과정 S303에서, 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행된 프리앰블 시퀀스 상관 검출의 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차가 결정된다; 그리고, 상기 과정 S305에서, 랜덤 액세스 응답 및 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 송신 빔 방향 및 상기 사용자 송신 빔 방향의 각 편차가 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로 송신된다. 이 경우는 상기 사용자 장치의 안테나 어레이들이 안테나 상호적이지 아닐 경우의, 즉 상기 사용자 장치의 송신 빔 방향 및 수신 빔 방향이 다른 경우의 프로세싱 방식이다.
- [0285] 바람직하게, 상기 과정 S306에서, 상기 기지국은 그 사용자 빔들이 상기 지시 정보를 기반으로 조정된 사용자 장치에 의해 송신된 메시지 3과 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 송신된 충돌 해결 방식을 수신한다.
- [0286] 도 24에 상응하는, 도 25는 본 발명의 특정 실시예에 따른 사용자 장치에서 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 방법의 개략적 플로우 차트이다.
- [0287] 과정 S401: 사용자 장치는 적어도 2개의 상관 사용자 빔들에서, 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신한다; 과정 S402: 동기 신호 시퀀스 상관 검출이 상기 초기 액세스 데이터에 대해 수행되고, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차가 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라 결정된다; 과정 S403: 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차에 따라 사용자 빔들이 조정된다; 과정 S404: 상기 기지국 장치로 프리앰블 시퀀스가 송신된다; 과정 S405: 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신이 수행된다.
- [0288] 바람직하게, 상기 과정 S401은 특히: 상기 사용자 장치가 적어도 2개의 사용자 빔들에서, 차동 빔 수신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하는 과정을 포함한다.
- [0289] 바람직하게, 상기 사용자 장치는 다른 직교 시간-도메인 자원들, 다른 직교 주파수 자원들 혹은 다른 직교 코드워드들을 가지는 동일한 시간-주파수 자원들에서 차동 빔 수신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신한다.
- [0290] 특히, 상기 사용자 장치는 다른 직교 시간-도메인 자원들에서 하나 혹은 그 이상의 안테나 어레이들에서 차동 빔 수신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하거나; 혹은 상기 사용자 장치는 다른 직교 주파수 자원들 혹은 다른 직교 코드워드들을 가지는 동일한 시간-주파수 자원들에서 다수의 안테나 어레이들에서 차동 빔 수신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신한다.
- [0291] 바람직하게, 상기 기지국 장치에서 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하는 과정 S401 후에, 상기 방법은 과정 S406 (도시되어 있지 않음) 및 과정 S407 (도시되어 있지 않음)을 포함한다. 상기 과정 S406에서, 상기 기지국 장치에 의해 송신되는 랜덤 액세스 구성 정보가 수신되고, 상기 랜덤 액세스 구성 정보는 기지국 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들의 매핑 관

계, 혹은 기지국 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들로의 매핑 관계를 포함한다. 상기 과정 S407에서, 폴링에 의해 결정된 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차와 함께 상기 랜덤 액세스 구성 정보를 기반으로, 해당하는 프리앰블 시퀀스가 결정된다.

- [0292] 바람직하게, 상기 과정 S404에서, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 사용하여 상기 기지국 장치로 송신된다.
- [0293] 바람직하게, 상기 과정 S402는 과정 S4021 (도시되어 있지 않음)과, 과정 S4022 (도시되어 있지 않음) 및 과정 S4023 (도시되어 있지 않음)을 포함한다. 상기 과정 S4021에서, 동기 신호 시퀀스 상관 검출이 상기 합 빔으로 수신된 초기 액세스 데이터에 대해 수행되어 임의의 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 제3 결과를 결정할 수 있다. 상기 과정 S4022에서, 동기 신호 시퀀스 상관 검출이 상기 차동 빔으로 수신된 초기 액세스 데이터에 대해 수행되어 이 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 제4 결과를 결정할 수 있다. 상기 과정 S4023에서, 상기 상관 검출의 제3 결과 및/혹은 상기 상관 검출의 제4 결과가 제2 결정 조건을 만족한다고 결정될 경우, 상기 초기 액세스 데이터는 상기 동기 신호 시퀀스를 포함한다고 결정된다.
- [0294] 여기서, 상기 제2 결정 조건은 다음 중 적어도 하나를 포함한다:
- [0295] 상기 상관 검출의 제3 결과가 제5 검출 임계값을 초과하고, 상기 상관 검출의 제4 결과가 상기 제5 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0296] 상기 상관 검출의 제3 결과가 제6 검출 임계값을 초과할 경우;
- [0297] 상기 상관 검출의 제4 결과가 상기 제6 임계값을 초과할 경우,
- [0298] 여기서, 상기 제3 검출 임계값은 상기 제4 검출 임계값 보다 크지 않다.
- [0299] 바람직하게, 상기 과정 S402는 과정 S4024 (도시되어 있지 않음)를 포함한다. 상기 과정 S4024에서, 상기 상관 검출의 제3 결과 및 상기 상관 검출의 제4 결과를 기반으로, 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차가 결정된다.
- [0300] 바람직하게, 상기 과정 S404에서, 프리앰블 시퀀스가 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치로 송신된다; 상기 과정 S405에서, 상기 기지국 장치에 의해 송신된 랜덤 액세스 응답이 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 수신되고, 메시지 3이 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치로 송신되고, 상기 기지국 장치에 의해 송신된 충돌 해결 방식이 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 수신된다.
- [0301] 바람직하게, 상기 과정 S402에서, 최대 에너지를 가지는 사용자 수신 빔 방향 및 상기 사용자 수신 빔 방향의 각 편차가 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라 결정된다; 상기 과정 S403에서, 사용자 수신 빔들은 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 수신 빔 방향 및 상기 사용자 수신 빔 방향의 각 편차에 따라 조정된다. 이 경우는 상기 사용자 장치의 안테나 어레이들이 안테나 상호적이지 아닐 경우의, 즉 상기 사용자 장치의 송신 빔 방향 및 수신 빔 방향이 다를 경우의 프로세싱 방식이다.
- [0302] 바람직하게, 상기 방법은 과정 S408 (도시되어 있지 않음)을 더 포함한다. 상기 과정 S408 에서, 상기 기지국 장치에 의해 송신된 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향 및 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보가 수신될 때, 사용자 송신 빔들은 상기 지시 정보를 기반으로 조정된다.
- [0303] 바람직하게, 상기 사용자 장치가 차동 빔 송신 방식으로 상기 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 차동 빔 수신 방식으로 수신할 때, 기지국 송신 빔 방향 편차 검출이 상기 차동 빔 송신 방식으로 송신된 초기 액세스 데이터에 대해 수행되어 최대 에너지를 가지는 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차를 결정할 수 있다.
- [0304] 바람직하게, 상기 방법은 과정 S409 (도시되어 있지 않음)을 더 포함한다. 상기 과정 S409 에서, 상기 기지국 송신 빔 방향 편차 검출에 의해 결정된, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향의 각 편차와 함께 상기 기지국 장치에 의해 송신된, 상기 수신된 랜덤 액세스 구성 정보를 기반으로, 해당하는 프리앰블 시퀀스가 결정된다.
- [0305] 실시예 3:
- [0306] 이 실시예에서, 차동 빔들을 기반으로 하는 랜덤 액세스 프로세스가 특정 시스템 파라미터 설정들과 함께 설명

될 것이다. 상기 시스템 설정은 실시예 1과 유사하다. 기지국 및 사용자 장치 둘다 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 구조를 채택한다. 이 실시예는 상기 기지국 측과 사용자 장치 측이 방향 상호적이지 아닐 때 상기 사용자 장치가 차동 송신 방식을 채택하고, 상기 기지국이 종래의 폴딩 방식을 채택하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 플로우를 설명할 것이다. 상기 사용자의 안테나 포트들의 개수가 2일 경우, 1개의 포트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용되고, 이에 반해 나머지 1개의 포트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용된다; 상기 사용자의 안테나 포트들의 개수가 3을 초과하거나 같을 경우, 상기 안테나 포트들은 2개의 파트들로 임의로 분류될 수 있고, 1개의 파트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이고, 이에 반해 나머지 1개의 파트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이다.

[0307] 이 실시예는 상기 사용자 장치가 많은 안테나들을 구비하고 있을 경우 차동 방식을 사용하는 랜덤 액세스 프로세스를 설명할 것이다. 상기 시스템 구성은 실시예 3과 유사하다. 상기 기지국 및 사용자 장치 각각에는 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 구조가 제공되고; 상기 사용자 장치는 차동 송신 방식을 사용하여 상기 랜덤 액세스 프로세스를 완료할 수 있다.

[0308] 상기 사용자 장치를 위해 구비되는 안테나 어레이가 많은 안테나 어레이 엘리먼트들로 구성될 때, 상기 사용자 장치는 더 작은 폭을 가지는 빔들을 생성할 수 있다. 이 경우, 상기 빔 커버리지를 보장하기 위해, 도 15에 도시되어 있는 바와 같이, 다른 방향들에서 다수의 빔들이 연속적으로 사용되어야 할 필요가 있다. 도 15에서, 2개의 오버랩된 빔들은 동일한 방향에서 합/차동 빔들의 페어를 나타내고, 상기 사용자 장치는 합/차동 빔들의 6개의 페어들을 사용하여 공간 커버리지를 실현한다.

[0309] 첫 번째 과정에서, 상기 기지국은 다른 방향들에서 송신 빔들을 사용하여 동일한 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들을 송신한다. 동일한 동기 신호 시퀀스들을 송신할 때, 시퀀스는 동기 신호 시퀀스들의 집합으로부터 랜덤하게 선택되고, 그리고 나서 각 빔 방향에서 송신되지만; 다른 동기 신호 시퀀스들을 송신할 때, 상기 동기 신호 시퀀스들의 집합은 다수의 서로 소 서브 집합들로 분할되고, 1개의 동기 신호 시퀀스는 각 서브 집합으로부터 선택되고, 그리고 나서 각 빔 방향에서 송신된다.

[0310] 일 예로, 상기 기지국이 3개의 다른 방향들에서 빔들을 사용하여 동기 신호 시퀀스들을 송신할 경우, 유용한 동기 신호 시퀀스들의 집합 Φ 은 3개의 서로 소 서브 집합들 Φ_1, Φ_2, Φ_3 로 상기 3개의 서브 집합들은 다음과 같은 조건들을 만족한다:

[0311]
$$\Phi_1 \cap \Phi_2 \cap \Phi_3 = \emptyset$$

[0312]
$$\Phi_1 \cup \Phi_2 \cup \Phi_3 = \Phi$$

[0313] 상기 기지국이 제1 방향에서 빔들을 사용하여 프리앰블 시퀀스를 송신할 때, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 서브 집합 Φ_1 로부터 랜덤하게 선택되고; 상기 기지국이 제2 방향에서 빔들을 사용하여 프리앰블 시퀀스를 송신할 경우, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 서브 집합 Φ_2 로부터 랜덤하게 선택되고; 상기 기지국이 제3 방향에서 빔들을 사용하여 프리앰블 시퀀스를 송신할 경우, 상기 프리앰블 시퀀스는 상기 서브 집합 Φ_3 으로부터 랜덤하게 선택된다.

[0314] 상기 사용자 장치는 2개의 어레이들을 사용하여 검출을 수행하고, 여기서 1개의 어레이는 종래의 빔 웨이트 계수를 수신 빔의 웨이트 계수로서 사용한다. 일 예로, 다음과 같은 빔 웨이트 계수가 사용된다:

[0315]
$$w_{sum}^{R_2} = \left[1, e^{\frac{j2\pi \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi(N_{sum}^{UE}-1) \sin(\theta)d}{\lambda}} \right]^T$$

[0316] 여기서, N_{sum}^{UE} 는 상기 사용자 장치의 수신 어레이에서 사용되는 안테나들의 개수이고, θ 는 상기 합 빔의 중심 방향이다. 도시되어 있는 바와 같이, 상기의 합 빔 웨이트 계수는 상기 어레이들 중 1개에 대한 웨이트 계수로서 사용된다. 다른 1개의 어레이는 동일한 방향을 합 빔으로 가지고, 상기 합 빔과 상관되는 빔을 웨이트 계수로서 사용한다. 바람직한 방식은 다음과 같이 상기 합 빔의 차동 빔을 사용하는 것이다:

[0317]

$$W_{\text{dif}}^{R_2} = \left[1, e^{\frac{j2\pi \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi \left(\frac{N_{\text{dif}}^{\text{UE}}}{2} - 1\right) \sin(\theta)d}{\lambda}}, -e^{\frac{j2\pi \left(\frac{N_{\text{dif}}^{\text{UE}}}{2}\right) \sin(\theta)d}{\lambda}}, \dots, -e^{\frac{j2\pi (N_{\text{dif}}^{\text{UE}} - 1) \sin(\theta)d}{\lambda}} \right]^T$$

[0318]

여기서, $N_{\text{dif}}^{\text{UE}}$ 는 상기 웨이트 계수로서 차동 빔을 사용하는 수신 어레이에서 사용되는 안테나들의 개수이다. 2개의 어레이들에 포함되어 있는 안테나들의 개수는 동일하거나 다를 수 있지만, 이 실시예에서는 $N_{\text{sum}}^{\text{UE}} = N_{\text{dif}}^{\text{UE}} = N_{\text{UE}}/2$ 라고 가정하기로 한다. 즉, 2개의 어레이들에서 사용되는 안테나들의 개수는 동일하고, 여기서 N_{UE} 는 상기 사용자 장치의 안테나 어레이에 포함되어 있는 안테나들의 전체 개수이다. 상기 전체 어레이에 포함되는 안테나들의 개수 N_{UE} 를 조정함으로써, 상기 빔들의 폭이 조정될 수 있고, 따라서 상기 빔들의 커버리지가 조정된다.

[0319]

도 16은 상기 사용자 장치가 상기 수신 신호를 프로세싱하는 플로우를 도시하고 있다. 상기 합 빔 어레이 및 차동 빔 어레이는 상기 수신 동기 신호 시퀀스에서 상관 검출을 수행하고, 동기 신호 시퀀스 검출 및 결정 모듈은 상기 2개의 어레이들로부터의 상관 검출의 결과를 포괄적으로 고려하고, 상기 동기 신호 시퀀스가 검출되는지 여부를 결정한다. 바람직한 결정 방식은 다음과 같다: 상기 합 빔 어레이 및 차동 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과들로부터 획득되는 상관 요소에 따라 포괄적인 결정이 이루어진다. 일 예로, 특정 시점에서 상기 합 빔 어레이의 상관 검출 모듈에 의해 출력되는, 특정 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 결과가 R_{sum}^2 이고, 상기 동일한 시점에서 상기 차동 빔 어레이의 상관 검출 모듈에 의해 출력되는, 상기 동일한 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출의 결과가 R_{dif}^2 라고 가정할 경우, 상기 결정 근거는 다음과 같다: $R_{\text{sum}}^2 > \eta_5$ 이고 $R_{\text{dif}}^2 > \eta_5$, 혹은 $R_{\text{sum}}^2 > \eta_6$, 혹은 $R_{\text{dif}}^2 > \eta_6$ 일 경우, 이 동기 신호 시퀀스가 검출된다고 결정되고;

그렇지 않을 경우, 이 동기 신호 시퀀스가 검출되지 않는다고 결정된다. 여기서, η_5 와 η_6 는 각각 제5 검출 임계값 및 제5 검출 임계값이고, $\eta_5 \leq \eta_6$ 의 조건을 만족한다. 상기 결정 근거는 다음과 같다: 도 2에 도시되어 있는 바와 같이, 상기 합 빔의 에너지 분포와 상기 차동 빔의 에너지 분포는 서로 상보적(complementary)이다. 즉, 상기 합 빔의 수신 에너지가 최대일 때, 상기 차동 빔의 수신 에너지는 영(0)이지만; 상기 합 빔의 수신 에너지가 영일 때, 상기 차동 빔의 수신 에너지는 최대이다. 상기 두 가지 상황들은 각각 상기 빔 방향이 상기 기지국에 맞춰지는 경우 및 상기 차동 빔의 피크(peak) 방향이 상기 기지국에 맞춰지는 경우에 상응한다. 이 경우, 상기 차동 빔 및 합 빔에 대해서, 보다 큰 임계값이 상기 프리앰블 시퀀스가 검출되는지 여부를 결정하기 위한 근거로서 사용되어야만 한다. 그렇지 않을 경우, 보다 작은 임계값이 상기 2개의 어레이들로부터의 검출 결과들을 결정하기 위해 사용되어야만 한다. 상기 제5 검출 임계값 η_5 및 상기 제6 검출 임계값 η_6 은 상기 셀 반경, 상기 동기 신호 시퀀스의 송신 동안 상기 사용자 장치 및 기지국에 의한 빔포밍을 위해 사용되는 안테나들의 개수, 상기 프리앰블 시퀀스의 길이와 같은 요소들에 의해 결정된다.

[0320]

상기 상관 검출 모듈로부터 출력된 결과가 동기 신호 시퀀스가 검출되지 않음을 나타낼 경우, 다음 과정들은 실행되지 않을 것이다; 상기 상관 검출 모듈이 하나 혹은 그 이상의 동기 신호 시퀀스들을 검출하였을 경우, 빔 방향 편차 검출이 상기 검출된 동기 신호 시퀀스들 각각에서 수행된다, 즉, 수신 방향과 어레이 빔 방향간의 편차는 상기 합 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과 및 상기 차동 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과에 따라 획득된다. 특히, 상기 차동 빔 방식의 상기과 같은 설명들에 따라, 상기 차동 빔의 수신된 신호들과 상기 합 빔의 수신된 신호들간의 비와 상응하는 빔 방향 각 편차들간의 록업 테이블이 생성될 수 있고, 각 편차는 상기 2개의 어레이들에 의해 실제로 수신되는 신호들의 비에 따라 결정된다. 이 각 편차는 다음 과정들에서 상기 수신 빔 방향을 정정하기 위해 사용될 것이다. 게다가, 상기 사용자 장치는 또한 상기 기지국의 최적 송신 빔 방향을 결정할 수 있다.

[0321]

그리고 나서, 상기 기지국은 랜덤 액세스 구성 정보를 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널, 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 상기 사용자 장치로 송신한다. 종래의 랜덤 액세스 구성 정보와 비교할 경우, 상기 랜덤 액세스 채널 구성 정보와 프리앰블 시퀀스 구성 정보 뿐만 아니라, 상기 랜덤 액세스 구성 정보는 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들의 매핑 관계를 추가적으로 포

함할 것이다.

[0322] 상기 두 번째 과정에서, 상기 검출된 최적 기지국 송신 빔 방향 및 상기 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들의 매핑 관계를 기반으로, 상기 사용자 장치는 해당하는 프리앰블 시퀀스들 및 자원들을 사용한다. 동일한 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차가 다수의 프리앰블 시퀀스들 및 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 시간-주파수 자원들에 상응할 수 있다는 것에 유의하여야만 할 것이다. 상기 사용자 장치는 차동 방식으로 상기 프리앰블 시퀀스를 송신한다. 특히:

[0323] 1. 프리앰블 시퀀스는 2개의 파트들로 분할되고, 여기서 제1 파트는 합 빔에 의해 송신되고, 제2 파트는 차동 빔에 의해 송신된다. 도 17은 이 구조를 사용하는 랜덤 액세스 채널을 도시하고 있다.

[0324] 도 17의 구조에서, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스는 동일한 프리앰블 시퀀스에 속한다는 것에 유의하여야만 할 것이다. 하지만, 상기 합 빔 시퀀스, 즉 도 17의 프리앰블 시퀀스의 앞의 1/2 파트는 합 빔으로 송신되고, 빔포밍 웨이트 계수는 다음과 같다:

[0325]
$$w_{\text{sum}}^{T_2} = [1, e^{\frac{j2\pi \sin(\varphi)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi(N_{\text{UE}}-1) \sin(\varphi)d}{\lambda}}]^T$$

[0326] 여기서, N_{UE} 는 상기 사용자에게 의한 빔포밍을 위해 사용되는 안테나들의 개수를 나타내고, φ 는 상기 빔포밍의 방향을 나타낸다. 도 18에서 뒤의 1/2의 파트, 즉 차동 시퀀스는 차동 빔에 의해 송신되고, 빔포밍 웨이트 계수는 다음과 같다:

[0327]
$$w_{\text{diff}}^{T_2} = [1, e^{\frac{j2\pi \sin(\varphi)d}{\lambda}}, \dots, e^{\frac{j2\pi(\frac{N_{\text{UE}}}{2}-1) \sin(\varphi)d}{\lambda}}, -e^{\frac{j2\pi(\frac{N_{\text{UE}}}{2}) \sin(\varphi)d}{\lambda}}, \dots, -e^{\frac{j2\pi(N_{\text{UE}}-1) \sin(\varphi)d}{\lambda}}]^T$$

[0328] 상기 프리앰블 시퀀스 검출 방식은 상관 검출이고, 상기 상관 검출에서 상기 합 빔 시퀀스에서 수행되는 상관 검출의 결과는 상기 합 빔의 수신된 신호로서 사용될 수 있고, 상기 차동 시퀀스에서 수행되는 상관 검출의 결과는 상기 차동 빔의 수신된 에너지로서 사용될 수 있다. 이 프리앰블 시퀀스 송신 방식을 사용하여, 상기 UE가 프리앰블 시퀀스 및 빔 송신 검출 편차를 검출하는 플로우가 도 18에 도시되어 있다.

[0329] 도 18에서, 상기 기지국은 상기 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행하고, 상기 합 빔 시퀀스에서 수행된 상관 검출의 결과와 상기 차동 빔 시퀀스에서 수행된 상관 검출의 결과를 각 프리앰블 시퀀스에서 각각 출력한다. 상기 합 빔 및 차동 빔은 빔 방향에서 동일할지라도 빔 특성들이 다르기 때문에, 상기 검출의 결과들은 단일 임계값에 의해 결정될 수 없다. 결정하는 바람직한 방법은 다음과 같다: 상기 합 빔 시퀀스 파트 및 특정 프리앰블 시퀀스에 대해 수행되는 상관 검출의 결과가 R_s^2 이고, 상기 차동 빔 시퀀스 파트 및 동일한 프리앰블 시퀀스에

대해 수행되는 상관 검출의 결과가 R_d^2 라고 가정될 경우, 이 프리앰블 시퀀스는 다음과 같은 조건들 a. $R_s^2 > \eta_7, R_d^2 > \eta_7$; b. $R_s^2 > \eta_8$; c. $R_d^2 > \eta_8$ 중 하나가 만족될 때 검출된다고 고려된다. 여기서, η_7 및 η_8 은 각각 제7 검출 임계값 및 제8 검출 임계값이고, $\eta_7 \leq \eta_8$ 조건을 만족한다. 상기 제7 검출 임계값 η_7 및 제8 검출 임계값 η_8 은 상기 셀 반경, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신 동안 상기 사용자 장치 및 기지국에 의한 빔포밍을 위해 사용되는 안테나들의 개수, 상기 프리앰블 시퀀스의 길이와 같은 요소들에 의해 결정된다.

[0330] 특정 프리앰블 시퀀스가 검출될 경우, 이 프리앰블 시퀀스에서 수행되는 상관 검출의 해당 결과들은 합 빔 에너지 및 차동 빔 에너지로서 사용되고, 에너지 비가 계산되고, 따라서 사용자 장치 송신 빔 방향의 편차가 상기 차동 빔 방식의 원리에 따라 획득될 수 있다.

[0331] 2. 동일한 프리앰블 시퀀스들이 다른 자원들로 송신된다. 일 예로, 동일한 프리앰블 시퀀스들이 2개의 연속적인 랜덤 액세스 서브-채널들로 송신된다. 여기서, 제1 랜덤 액세스 서브-채널은 합 빔에 의한 송신을 수행하고, 제2 랜덤 액세스 서브-채널은 차동 빔에 의한 송신을 수행한다. 도 19는 이런 방식으로 랜덤 액세스 채널의 구조를 도시하고 있다.

[0332] 도 19에서, 제1 랜덤 액세스 서브-채널은 합 빔에 의한 송신을 수행하고, 제2 랜덤 액세스 서브-채널은 차동 빔

에 의한 송신을 수행한다. 이런 방식으로, 도 19의 프리앰블 시퀀스를 검출하는 플로우 차트가 계속 사용될 수 있다. 즉, 프리앰블 시퀀스가 먼저 검출되고, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출될 경우 송신 빔의 각 편차가 추가적으로 검출된다.

- [0333] 3. 동일한 혹은 다른 프리앰블 시퀀스들이 다른 안테나 어레이들로 송신된다. 일 예로, 동일한 프리앰블 시퀀스들이 2개의 안테나 어레이들로 송신된다. 여기서, 제1 안테나 어레이는 합 빔에 의한 송신을 수행하고, 제2 안테나 어레이는 차동 빔에 의한 송신을 수행한다.
- [0334] 이런 식으로, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스가 각각 직교 코드워드들을 가지는 동일한 주파수 자원들로 송신될 수 있거나, 혹은 상기 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스가 각각 직교 코드워드들 혹은 비직교 코드워드들을 가지는 다른 주파수 자원들로 송신될 수 있다.
- [0335] 이런 식으로, 도 19의 프리앰블 시퀀스를 검출하는 플로우차트가 계속 사용될 수 있다. 즉, 프리앰블 시퀀스가 먼저 검출되고, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출될 경우 송신 빔의 각 편차가 추가적으로 검출된다. 다른 방향들에서 빔 페어들에 의해 송신되는 프리앰블 시퀀스들은 동일할 수 있거나, 혹은 다를 수 있다. 동일한 프리앰블 시퀀스들을 송신할 때, 상기 사용자 장치는 해당하는 프리앰블 시퀀스 자원 풀로부터 프리앰블 시퀀스들을 랜덤하게 선택하고, 그리고 나서 이 프리앰블 시퀀스들을 송신하지만; 다른 빔 방향들에서 다른 프리앰블 시퀀스들을 송신할 때, 유용한 프리앰블 시퀀스 자원 풀은 다수의 서로 소 자원 풀 서브 집합들로 분할되고, 각 빔 방향은 1개의 자원 풀 서브 집합에 상응한다. 사용자가 프리앰블 시퀀스들을 송신할 때, 상기 사용자는 각 자원 풀 서브 집합으로부터 1개의 프리앰블 시퀀스를 랜덤하게 선택하고, 그리고 나서 상기 프리앰블 시퀀스들을 해당하는 빔 페어들로 송신한다.
- [0336] 상기 기지국은 폴링으로 상기 사용자 장치의 최적 송신 빔 방향과 그 각 편차 뿐만 아니라, 상기 기지국에 대한 최적 수신 빔 방향 및 해당하는 프리앰블 시퀀스를 검출한다. 상기 검출된 프리앰블 시퀀스들 및 자원들을 기반으로, 또한 상기 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로부터 기지국 송신 빔 방향으로의 매핑 관계를 기반으로, 상기 기지국은 최적 송신 빔 방향을 결정할 수 있다.
- [0337] 세 번째 과정에서, 상기 기지국은 RAR을 송신할 필요가 있다. 상기 RAR에 기본적으로 포함되어야만 하는, 랜덤 액세스 프리앰블 시퀀스 식별자, 타이밍 어드밴스 명령, C-RNTI, 상기 UE가 다음에 업링크 송신을 수행하기 위해 할당되는 시간-주파수 자원들 이외에, 이 RAR은 상기 기지국에 의해 검출되는 최적 사용자 송신 빔 방향 및 그 각 편차를 추가적으로 포함하고, 따라서 상기 사용자 장치가 기지국 방향을 조정하는 것이 편리하다. 상기 사용자 빔 방향의 각 편차에 대한 정보의 전달은 룩업 테이블로 실현될 수 있다. 즉, 가능한 각 편차들이 정량화되고, 그리고 나서 해당 룩업 테이블이 생성된다. 상기 송신 빔의 각 편차를 검출할 경우, 상기 기지국은 이 각 편차를 정량화하고, 상기 룩업 테이블로부터 해당하는 인덱스를 검색하고, 상기 인덱스를 상기 RAR과 함께 상기 사용자 장치로 송신한다. 상기 사용자 장치는 첫 번째 과정에서 결정된 방향-조정된 더 좁은 빔들을 사용하여 상기 해당 RAR을 수신한다.
- [0338] 특히, 상기 사용자 장치가 다른 방향들에서 빔들을 사용하여 동일한 프리앰블 시퀀스들을 송신할 경우, 상기 기지국은 상기 수신된 에너지를 추정하여 가장 높은 수신 에너지를 가지는 타임 슬롯을 획득하고, 그리고 나서 이 타임 슬롯 내에서 사용자 송신 빔 방향의 편차를 추정하고, RAR을 통해 상기 사용자 장치로 상기 타임 슬롯의 인덱스와 상기 송신 빔 방향의 편차의 정량화된 값을 송신한다. 상기 RAR을 수신할 경우, 상기 사용자 장치는 상기 타임 슬롯의 인덱스에 따라 상기 최적 송신 빔 방향을 알게 되고, 상기 각 편차 값에 따라 다음 신호 송신을 위한 최적의 좁은 빔들을 선택한다.
- [0339] 상기 사용자 장치가 다른 방향들에서 사용자 빔들을 사용하여 다른 프리앰블 시퀀스들을 송신할 경우, 상기 기지국은 수신된 에너지를 추정하여 가장 높은 에너지를 가지는 프리앰블 시퀀스를 획득하고, 이 프리앰블 시퀀스에 상응하는 송신 빔 방향의 각 편차를 추정한다. 이 경우에서, 상기 기지국은 상기 RAR을 통해 프리앰블 시퀀스 식별자(상기 RAR에 포함되는 원래의 필드)와, 상기 송신 빔 방향의 편차의 정량화된 값을 송신할 필요가 있다. 상기 RAR을 수신할 경우, 상기 사용자 장치는 상기 프리앰블 시퀀스 식별자에 따라 상기 최적 송신 빔 방향을 알게 되고, 상기 각 편차 값에 따라, 다음 신호 송신을 위한 최적의 좁은 빔들을 선택한다.
- [0340] 네 번째 과정에서, 상기 사용자 장치는 상기 빔 방향을 조정하고, 더 작은 폭을 가지는 빔들을 사용하여 Msg3을 송신한다. 다섯 번째 과정에서, 상기 사용자 장치는 상기 첫 번째 과정에서 결정된 최적 빔들을 사용하여 상기 기지국에 의해 송신되는 충돌 해결 방식을 수신하고, 따라서 상기 수신된 신호 대 잡음비가 증가된다.
- [0341] 상기 빔 폴링을 기반으로 하는 종래의 랜덤 액세스 방식과 비교할 경우, 상기 사용자 장치 측에서 상기 차동 빔

송신 방식을 사용하는 랜덤 액세스 프로세스는 최적 빔 페어를 검색하는데 필요로 되는 시간을 단축시킬 수 있다. 이는 각 편차가 상기 차동 빔 방식으로 더 높은 정확도로 결정될 수 있기 때문에, 상기 사용자 장치는 더 넓은 빔들을 사용하여 동기 신호 시퀀스를 수신하고 프리앰블 시퀀스를 송신할 수 있고, RAR에서 전달되는 상기 각 편차 정보를 사용하여 빔 방향을 조정할 수 있고, 다음 과정들에서 더 좁은 빔들을 사용하여 신호들을 수신 및 송신할 수 있다. 따라서, 상기 사용자 장치 측에서 폴링에 의한 프리앰블 시퀀스 송신들의 개수는 현저하게 감소될 수 있다.

[0342] 실시예 4:

[0343] 이 실시예는 기지국 측 및 사용자 장치 측 둘 다에서의 안테나 어레이들이 방향 상호적일 때, 상기 기지국 측에서 종래의 폴링 방식을 채택하고, 상기 사용자 장치가 차동 빔 방식을 채택하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들을 설명할 것이다. 상기 시스템 구성은 실시예 3과 유사하다. 상기 기지국 및 사용자 장치 각각에는 안테나 어레이를 기반으로 하는 구조가 제공되고, 상기 기지국은 종래의 폴링 방식을 채택하고, 상기 사용자 장치는 차동 송신 방식을 채택한다. 상기 사용자의 안테나 포트들의 개수가 2일 경우, 1개의 포트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용되고, 이에 반해 다른 1개의 포트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용된다; 상기 사용자의 안테나 포트들의 개수가 3보다 크거나 같을 경우, 상기 안테나 포트들은 2개의 파트들로 임의로 분류될 수 있고, 1개의 파트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이고, 이에 반해 나머지 1개의 파트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이다.

[0344] 첫 번째 과정에서, 상기 기지국은 동기 신호 시퀀스를 송신하고, 상기 사용자 장치는 상기 수신된 신호에 대한 상관 검출을 수행한다. 상기 기지국은 다른 방향들에서 송신 빔들을 사용함으로써 동일한 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들을 송신한다. 동일한 동기 신호 시퀀스들을 송신할 때, 시퀀스는 동기 신호 시퀀스들의 집합으로부터 랜덤하게 선택되고, 그리고 나서 각 빔 방향에서 송신되지만; 다른 동기 신호 시퀀스들을 송신할 때, 상기 동기 신호 시퀀스들의 집합은 다수의 서로 소 서브 집합들로 분할되고, 1개의 동기 신호 시퀀스는 각 서브 집합으로부터 선택되고, 그리고 나서 각 빔 방향에서 송신된다.

[0345] 상기 사용자 장치는 동일한 개수의 안테나들을 가지는 2개의 어레이들을 사용하여 검출을 수행하고, 여기서 1개의 어레이는 합 빔을 상기 웨이트 계수로서 사용하고, 이에 반해 다른 1개의 어레이는 해당하는 차동 빔을 상기 웨이트 계수로서 사용한다. 각 어레이에 포함되어 있는 안테나들의 개수를 조정함으로써 상기 빔들의 폭이 조정될 수 있고, 따라서 상기 빔들의 커버리지가 조정된다. 도 16은 상기 사용자 장치가 상기 수신된 신호를 프로세싱하는 플로우를 도시하고 있다.

[0346] 상기 상관 검출 모듈로부터 출력된 결과가 동기 신호 시퀀스가 검출되지 않음을 나타낼 경우, 다음 과정들은 실행되지 않을 것이다; 상기 상관 검출 모듈이 하나 혹은 그 이상의 동기 신호 시퀀스들을 검출하였을 경우, 빔 방향 편차 검출이 상기 검출된 동기 신호 시퀀스들 각각에서 수행된다, 즉, 수신 방향과 어레이 빔 방향간의 편차는 상기 합 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과 및 상기 차동 빔 어레이로부터의 상관 검출의 결과에 따라 획득된다. 특히, 상기 차동 빔 방식의 상기와 같은 설명들에 따라, 상기 차동 빔의 수신된 신호들과 상기 합 빔의 수신된 신호들간의 비와 상응하는 빔 방향 각 편차들간의 록업 테이블이 생성될 수 있고, 각 편차는 상기 2개의 어레이들에 의해 실제로 수신되는 신호들의 비에 따라 결정된다. 이 각 편차는 다음 과정들에서 상기 빔 방향을 정정하기 위해 사용될 것이다. 다음 과정들에서, 상기 사용자 장치는 이 방향 빔을 사용하여 신호들을 송신 및 수신한다. 그리고 나서, 상기 기지국은 랜덤 액세스 구성 정보를 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널, 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 상기 사용자로 송신한다.

[0347] 두 번째 과정에서, 상기 사용자 장치는 프리앰블 시퀀스를 송신하고, 상기 기지국은 상기 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행한다. 상기 사용자 장치는 프리앰블 시퀀스들의 집합으로부터 1개의 프리앰블 시퀀스를 선택하고, 상기 첫 번째 과정에서 획득된 보다 작은 폭을 가지는 최적 빔으로 이 프리앰블 시퀀스를 송신한다. 상기 기지국은 도 8의 프리앰블 시퀀스를 검출하는 플로우를 채택한다. 즉, 상기 프리앰블 시퀀스가 먼저 검출되고, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출될 경우, 빔 방향이 추가적으로 검출된다. 상기 기지국은 폴링으로 최적 기지국 수신 빔 방향을 결정한다. 다음 과정들에서, 상기 기지국은 이 빔 방향을 사용하여 신호들을 송신 및 수신한다.

[0348] 세 번째, 네 번째, 다섯 번째 과정들에서, 상기 사용자 장치 및 기지국은 상기 첫 번째 과정 및 두 번째 과정에서 결정된 최적의 보다 좁은 빔들을 별도로 사용하여 RAR의 송신 및 수신, Msg3의 송신 및 수신, 충돌 해결 방식의 송신 및 수신을 실현한다.

- [0349] 상기 빔 폴딩을 기반으로 하는 종래의 랜덤 액세스 방식과 비교할 경우, 상기 사용자 장치 측에서 상기 차동 빔 송신 방식을 사용하는 랜덤 액세스 프로세스는 최적 빔 페어를 검색하는데 필요로 되는 시간을 단축시킬 수 있다. 이는 각 편차가 상기 차동 빔 방식으로 더 높은 정확도로 결정될 수 있기 때문에, 상기 사용자 장치는 동기 신호 시퀀스를 수신하고 프리앰블 시퀀스를 송신할 때 더 넓은 빔들을 사용할 수 있고, 상기 RAR에서 전달되는 상기 각 편차 정보를 사용하여 빔 방향을 조정할 수 있고, 다음 과정들에서 더 좁은 빔들을 사용하여 신호들을 수신 및 송신할 수 있다. 따라서, 상기 사용자 장치의 폴딩에 의한 프리앰블 시퀀스 송신들의 개수는 현저하게 감소될 수 있다.
- [0350] 상기 실시예 3 및 실시예 4에서의 방식들은 경쟁-기반 랜덤 액세스 프로세스에 적용 가능하고, 사용자 장치가 차동 방식으로 프리앰블 시퀀스를 송신하고, 기지국이 상기 프리앰블 시퀀스를 검출하고 송신 빔 방향의 편차를 추정하고, 상기 사용자로 랜덤 액세스 응답을 통해 나타내는 방식은 비경쟁 랜덤 액세스 프로세스에도 적용 가능하다는 것에 유의하여야만 할 것이다. 다만 차이점은: 상기 사용자 장치가 상기 기지국에 대한 다른 최적 송신 빔 방향들을 기반으로 상기 할당된 프리앰블 시퀀스들을 사용하고; 상기 사용자 장치가 상기 세 번째 과정에서 랜덤 액세스 응답 및 상기 빔 방향 편차와 같은 정보를 수신한 후 랜덤 액세스 프로세스가 종료되지만, 상기 사용자 장치는 상기 기지국과의 다음 통신을 위해 상기 빔 방향을 계속 조정할 것이라는 것이다.
- [0351] 실시예 5:
- [0352] 이 실시예는 기지국 장치 및 사용자 장치가 방향 상호적이 아닐 때 상기 송신기 측 및 수신기 측 둘 다 차동 빔 송신 방식을 채택하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들을 설명할 것이다. 상기 시스템 구성은 실시예 1과 유사하다. 상기 사용자 장치와 기지국은 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 구조를 채택한다. 상기 기지국 및 사용자에 대해, 안테나 포트들의 개수가 2일 경우, 1개의 포트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용되고, 이에 반해 다른 1개의 포트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용된다; 상기 안테나 포트들의 개수가 3보다 크거나 같을 경우, 상기 안테나 포트들은 임의적으로 2개의 파트들로 분류될 수 있고, 그 중 1개의 파트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이고, 이에 반해 나머지 1개의 파트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이다.
- [0353] 첫 번째 과정에서, 상기 기지국은 동기 신호 시퀀스를 송신하고, 상기 사용자 장치는 상기 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행한다. 상기 사용자 장치의 빔 스캐닝 주기 및 상기 기지국의 빔 스캐닝 주기는 서브 프레임들 단위로 고려되고, 동기 신호 시퀀스를 송신하기 위한 기지국의 채널 구조가 정의되어 있다. 일 예로, 상기 사용자 장치의 스캐닝 주기가 N_0 일 경우, 상기 사용자 장치는 N_0 개의 빔 방향들을 스캔하여 전체 공간의 커버리지를 실현하는 것이 필요로 되고; 상기 기지국의 스캐닝 주기가 N_b 일 경우, 상기 기지국은 N_b 개의 빔 방향들을 스캔하여 전체 공간의 커버리지를 실현하는 것이 필요로 된다. 이 경우, 기지국은, 도 20에 도시되어 있는 바와 같이, $N_b N_0$ 번 동기 신호 시퀀스를 송신하여 1번의 차동 빔 폴딩을 완료하는 것이 필요로 된다. 종래의 방식들과 비교할 경우, 상기 수신기 측과 송신기 측 둘 다 차동 송신 방식을 채택하기 때문에, 상기 기지국 장치의 스캐닝 주기와 상기 사용자 장치의 스캐닝 주기 모두가 감소될 수 있고, 따라서 보다 넓은 빔들을 사용하여 상기 커버리지가 실현될 수 있다. 결과적으로, 상기 기지국 장치 및 사용자 장치에 의해 빔 페어들을 선택하는데 필요로 되는 시간과 상기 동기 신호 시퀀스를 송신하는 데 필요로 되는 시간이 감소된다. 지원되는 셀 반경을 증가시키기 위해서, 동일한 시퀀스들이 동일한 동기 신호 시퀀스로 반복적으로 송신될 수 있다.
- [0354] 상기 기지국은 차동 방식으로 상기 동기 신호를 송신한다. 상기 기지국은 실시예 1에서 설명된 바와 같이 상기 차동 방식으로 동기 신호 시퀀스들을 송신한다. 즉, 동기 신호 시퀀스는 동일하게 2개의 파트들로 분할되고, 여기서 제1 파트는 합 빔으로 송신되고, 제2 파트는 차동 빔으로 송신되거나; 혹은 동일한 동기 신호 시퀀스들이 각각 합 빔 및 차동 빔으로 직교 시간-주파수 자원들에서 2개의 다른 안테나 포트들에서 송신되거나; 혹은 동일하거나 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들이 각각 합 빔 및 차동 빔으로 2개의 다른 안테나 어레이들에서 송신된다. 상기 합 빔에 의해 송신되는 시퀀스는 합 빔 시퀀스라 칭해지고, 상기 차동 빔에 의해 송신되는 시퀀스는 차동 빔 시퀀스라 칭해진다. 프리앰블 시퀀스를 2개의 파트들로 송신하는 방식에서, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스는 동일한 시퀀스가 될 수 있거나(즉, 동일한 시퀀스가 반복되어 동기 신호 시퀀스를 생성하거나), 혹은 동기 신호 시퀀스가 2개의 파트들로 분할된다.
- [0355] 상기 사용자 장치는 실시예 3에서의 차동 방식과 유사한 차동 방식을 사용하여, 즉 2개의 안테나 어레이들을 사용하여 수신을 수행한다. 여기서, 제1 안테나 어레이는 합 빔 수신을 채택하고, 제2 안테나 어레이는 차동 빔 수신을 채택한다. 상기 사용자 장치는 먼저 상기 동기 신호 시퀀스에 대해 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신

호 시퀀스의 송신이 검출되었을 경우 최대 수신 에너지를 가지는 송신/수신 빔 페어를 결정하고, 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차 뿐만 아니라, 최적 사용자 수신 빔 방향 및 그 각 편차를 추정한다. 다음 과정들에서, 상기 사용자 장치는 이 수신 빔 방향을 사용하여 신호들을 수신한다.

[0356] 상기 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출을 수행할 때, 상기 사용자 장치는 합 빔 수신 어레이 및 차동 빔 수신 어레이 각각에 대해 상관 검출을 수행하고, 그리고 나서 상기 상관 검출의 결과들에 따라, 포괄적으로 상기 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출되는지 여부를 결정한다. 상기 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출된 후, 상기 합 빔 수신 어레이의 수신 에너지와 상기 차동 빔 수신 어레이의 수신 에너지의 최대 값을 가지는 빔 방향 페어가 선택되고 추가적으로 프로세싱된다. 수신 빔 방향의 편차를 결정하기 위해서, 상기 차동 빔 수신 어레이에 대해 수행된 상관 검출의 결과와 상기 합 빔 수신 어레이에 대해 수행된 상관 검출의 결과의 비가 계산되고, 그리고 나서 상기 수신 빔 방향의 편차가 룩업 테이블에 따라 결정된다. 송신 빔 방향의 편차를 결정하기 위해서, 상기 합 빔 수신 어레이 및 차동 빔 수신 어레이에 의해 수신된 차동 시퀀스 상관 검출 값들과 상기 합 빔 수신 어레이 및 차동 빔 수신 어레이에 의해 수신된 합 시퀀스 상관 검출 값들의 비가 계산되고, 그리고 나서 상기 송신 빔 방향의 편차가 룩업 테이블에 따라 결정된다.

[0357] 다음으로, 상기 기지국은 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널, 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 상기 사용자 장치로 랜덤 액세스 구성 정보를 송신한다. 종래의 랜덤 액세스 구성 정보와 비교할 경우, 상기 랜덤 액세스 채널 구성 정보와 프리앰블 시퀀스 구성 정보 뿐만 아니라, 이 랜덤 액세스 구성 정보는 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계, 혹은 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계를 더 포함할 것이다.

[0358] 두 번째 과정에서, 상기 검출된 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차를 기반으로, 또한 상기 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계, 혹은 기지국 송신 빔 방향으로부터 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로의 매핑 관계를 기반으로, 상기 UE는 해당 프리앰블 시퀀스들 및 자원들을 사용한다. 동일한 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차가 상기 프리앰블 시퀀스들에 의해 점유되는 다수의 프리앰블 시퀀스들 및 시간-주파수 자원들에 해당할 수 있다는 것에 유의하여야만 할 것이다. 상기 사용자의 빔 스캐닝 주기 및 상기 기지국의 빔 스캐닝 주기는 서브 프레임들 단위로 고려되고, 프리앰블 시퀀스들을 송신하기 위한 사용자의 랜덤 액세스 채널 구조가 정의되어 있다. 일 예로, 상기 사용자 장치의 스캐닝 주기가 N_A 일 경우, 상기 사용자 장치는 N_A 개의 빔 방향들을 스캔하여 전체 공간을 커버하는 것이 필요로 되고; 상기 기지국의 스캐닝 주기가 N_B 일 경우, 상기 기지국은 N_B 개의 빔 방향들을 스캔하여 전체 공간을 커버하는 것이 필요로 된다. 따라서, 상기 사용자 장치는, 도 21에 도시되어 있는 바와 같이, 상기 랜덤 액세스 채널을 $N_B N_A$ 개의 랜덤 액세스 서브-채널들로 분할하는 것이 필요로 된다. 종래의 방식들과 비교할 경우, 상기 수신기 측과 송신기 측 둘 다 차동 송신 방식을 채택하기 때문에, 상기 기지국의 스캐닝 주기와 상기 사용자 장치의 스캐닝 주기 모두가 감소될 수 있고, 따라서 보다 넓은 빔들을 사용하여 상기 커버리지가 실현될 수 있다. 결과적으로, 상기 기지국 장치 및 사용자 장치에 의해 빔 페어들을 선택하는데 필요로 되는 시간과 상기 프리앰블 시퀀스를 송신하는 데 필요로 되는 시간이 감소된다. 지원되는 셀 반경을 증가시키기 위해서, 동일한 시퀀스들이 동일한 프리앰블 시퀀스로 반복적으로 송신될 수 있다.

[0359] 상기 사용자 장치는 실시예 3에서의 차동 방식으로 프리앰블 시퀀스들을 송신한다. 즉, 프리앰블 시퀀스는 동일하게 2개의 파트들로 분할되고, 여기서 제1 파트는 합 빔으로 송신되고, 제2 파트는 차동 빔으로 송신되거나; 혹은 동일한 프리앰블 시퀀스들이 각각 합 빔 및 차동 빔으로 직교 시간-주파수 자원들에서 2개 혹은 그 이상의 다른 안테나 포트들에서 송신되거나; 혹은 동일하거나 혹은 다른 프리앰블 시퀀스들이 각각 합 빔 및 차동 빔으로 2개의 안테나 어레이들에서 송신된다. 상기 합 빔에 의해 송신되는 시퀀스는 합 빔 시퀀스라 칭해지고, 상기 차동 빔에 의해 송신되는 시퀀스는 차동 빔 시퀀스라 칭해진다. 프리앰블 시퀀스를 2개의 파트들로 송신하는 방식에서, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스는 동일한 시퀀스가 될 수 있거나(즉, 동일한 시퀀스가 반복되어 프리앰블 시퀀스를 생성하거나), 혹은 프리앰블 시퀀스가 2개의 파트들로 분할된다.

[0360] 상기 기지국은 실시예 1에서의 차동 방식과 유사한 차동 방식을 사용하여, 즉 2개의 안테나 어레이들을 사용하여 수신을 수행한다. 여기서, 제1 안테나 어레이는 합 빔 수신을 채택하고, 제2 안테나 어레이는 차동 빔 수신을 채택한다. 상기 기지국은 먼저 상기 프리앰블 시퀀스에 대해 상관 검출을 수행하고, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출되었을 경우 최대 수신 에너지를 가지는 송신/수신 빔 페어를 결정하고, 최적 사용자 송신 빔 방향 및 그 각 편차 뿐만 아니라, 최적 기지국 수신 빔 방향 및 그 각 편차를 추정한다. 게다가, 상기 검출된 프리앰블 시퀀스들 및 자원들과, 상기 프리앰블 시퀀스들 및 자원들로부터 상기 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차로

의 매핑 관계를 기반으로, 상기 기지국은 최적 송신 빔 방향 및 그 각 편차를 결정할 수 있다.

- [0361] 상기 프리앰블 시퀀스에 대한 상관 검출을 수행할 때, 상기 기지국은 합 빔 수신 어레이 및 차동 빔 수신 어레이 각각에 대해 상관 검출을 수행하고, 그리고 나서 상기 상관 검출의 결과들에 따라, 포괄적으로 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출되는지 여부를 결정한다. 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출된 후, 상기 합 빔 수신 어레이의 수신 에너지와 상기 차동 빔 수신 어레이의 수신 에너지의 최대 값을 가지는 빔 방향이 선택되고 추가적으로 프로세싱된다. 수신 빔 방향의 편차를 결정하기 위해서, 상기 차동 빔 수신 어레이에 대해 수행된 상관 검출의 결과와 상기 합 빔 수신 어레이에 대해 수행된 상관 검출의 결과의 비가 계산되고, 그리고 나서 상기 수신 빔 방향의 편차가 룩업 테이블에 따라 결정된다. 송신 빔 방향의 편차를 결정하기 위해서, 상기 합 빔 수신 어레이 및 차동 빔 수신 어레이에 의해 수신된 차동 시퀀스 상관 검출 값들과 상기 합 빔 수신 어레이 및 차동 빔 수신 어레이에 의해 수신된 합 시퀀스 상관 검출 값들의 비가 계산되고, 그리고 나서 상기 송신 빔 방향의 편차가 룩업 테이블에 따라 결정된다.
- [0362] 세 번째 과정에서, 상기 기지국은, 상기 두 번째 과정에서 결정된 최적 송신 방향 및 그 각 편차에 따라, 더 작은 폭을 가지는 빔들을 선택하여 랜덤 액세스 응답을 송신한다. 이 랜덤 액세스 응답은, 프리앰블 시퀀스 식별자와, 상기 사용자 장치와 기지국간의 지연 추정에 의해 결정되는 타이밍 어드밴스 명령과, C-RNTI 및 상기 UE가 다음 번에 업링크 송신을 수행하기 위해 할당된 시간-주파수 자원들 뿐만 아니라, 상기 사용자 장치에 대한 최적 송신 빔 방향 및 상기 송신 빔 방향의 편차를 더 포함한다. 여기서, 최대 수신 에너지를 가지는 송신 빔 방향은 빔 ID로 나타내지고, 상기 송신 빔 방향의 편차는 정량화되어 룩업 테이블에 의해 나타내진다. 해당하는 인덱스만을 송신함으로써, 상기 사용자 장치는 상기 인덱스를 사용하여 상기 룩업 테이블로부터 상기 방향 편차를 리드한다. 상기 사용자 장치는 상기 첫 번째 과정에서 결정된 최적 방향에서 더 작은 폭을 가지는 빔들을 사용하여 신호들을 수신한다.
- [0363] 네 번째 과정에서, 상기 세 번째 과정에서 결정된 최적 송신 빔 방향에 따라, 상기 사용자 장치는 더 작은 빔을 가지는 빔들을 사용하여 Msg3를 송신한다. 상기 기지국은 상기 두 번째 과정에서 결정된 최적 방향에서 더 작은 폭을 가지는 빔들을 사용하여 상기 Msg3를 수신한다.
- [0364] 다섯 번째 과정에서, 상기 기지국은 상기 두 번째 과정에서 결정된 최적 빔 방향에서 더 작은 폭을 가지는 빔들을 사용하여 충돌 해결 방식을 송신한다. 상기 사용자 장치는 상기 첫 번째 과정에서 결정된 최적 방향에서 더 좁은 빔들을 사용하여 상기 충돌 해결 방식을 수신하여 상기 랜덤 액세스 프로세스를 완료하고, 이후 상기 기지국에 의한 업링크 자원 할당을 대기한다.
- [0365] 빔 풀링을 기반으로 하는 종래의 랜덤 액세스 방식과 비교할 경우, 이 실시예에서 제공되는 차동 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 방식은 최적 송신/수신 빔 페어를 검출하는데 필요로 되는 시간을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 결과적으로, 상기 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 지연이 감소되고, 따라서 사용자 경험이 개선된다. 특히, 송신 및 수신이 상기 최적 빔 페어에 의해 실현될 때, 10°의 폭을 가지는 빔들이 필요로 되고, 16개의 안테나 어레이 엘리먼트들로 구성되는 균일 선형 어레이(uniform linear array)가 사용될 수 있다; 그리고 수신 및 송신이 차동 방식으로 실현될 때, 8개의 안테나 어레이 엘리먼트들로 구성되는 균일 선형 어레이가 사용되고, 그 분해 가능 범위(resolvable range)는 30°이다. 따라서, 빔 풀링을 기반으로 하는 종래의 랜덤 액세스 방식과 비교할 때, 기지국의 스캐닝 주기 및 사용자의 스캐닝 주기는 둘 다 1/3씩 감소될 수 있다. 따라서, 상기 동기 신호 시퀀스의 송신, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신 및 상기 최적 빔 페어의 검색을 위해 필요로 되는 시간이 1/9씩 감소될 수 있다. 셀 커버리지 측면에서의 단점들을 보완하기 위해서, 상기 프리앰블 시퀀스는 차동 빔 방식으로 반복적으로 사용될 필요가 있다. 일 예로, 상기 안테나들의 개수가 1/2씩 감소되기 때문에, 수신 에너지가 1/4씩 감소되고, 따라서 상기 프리앰블 시퀀스는 에너지에서의 차이를 보완하기 위해 4번 반복적으로 송신될 필요가 있다. 이 경우, 상기 동기 신호 시퀀스의 송신, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신 및 상기 최적 빔 페어의 검색을 위해 필요로 되는 시간은 여전히 상기 종래의 빔 풀링 방식에 비해 4/9이고, 따라서 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 효율이 현저하게 개선된다.
- [0366] 이 실시예에서 제공되는 차동 빔들을 기반으로 하는 랜덤 액세스 방식에서, 송신 충돌이 발생할 때, 더 낮은 우선 순위를 가지는 사용자 장치가 보다 빨리 실패를 트리거할 수 있다. 일 예로, 동일한 수신 스캐닝 빔 방향에서, 동일한 프리앰블 시퀀스를 송신하는 다수의 사용자 장치들이 존재한다. 여기서, 1개의 사용자 장치는 다수의 실패된 액세스 시도들로 인해 더 높은 송신 전력을 가지고, 이에 반해 다른 사용자 장치는 소수의 시도들로 인해 더 낮은 송신 전력을 가진다. 이 경우, 차동 수신을 기반으로 하는 기지국은 해당하는 프리앰블 시퀀스를 검출할 것이지만, 추정된 방향 편차는 더 높은 전력을 가지는 사용자 장치의 방향으로 보다 지향된다. 전력에서

의 차이가 더 커지리 경우, 상기 차동 빔 수신 방식에 의해 추정되는 빔 방향은 더 높은 전력을 가지는 사용자 방향에 더 가까워진다. 상기 빔 방향을 조정하고, 더 좁은 빔들을 사용하여 상기 랜덤 액세스 응답을 송신함으로써, 저전력 사용자의 빔포밍 이득이 낮아진다. 결과적으로, 상기 수신된 에너지가 낮고, 상기 랜덤 액세스 응답의 수신에서의 저전력 사용자의 성능이 열악하거나, 혹은 저전력 사용자는 상기 랜덤 액세스 응답을 수신하는 것이 불가능하다. 상기 저전력 사용자가 상기 랜덤 응답을 시간 외에 수신할 경우, 상기 송신 전력은 상기 프리앰블 시퀀스를 재송신하기 위해 증가될 것이고, 새로운 랜덤 액세스 프로세스가 개시될 것이다. 이 경우, 고전력 사용자는 영향을 적게 받는다. 상기의 설명으로부터, 차동 빔들을 기반으로 하는 랜덤 액세스 프로세스는 충돌을 보다 빨리 해결할 수 있고, 충돌 해결시 효율성을 개선시킬 수 있다.

[0367] 실시예 6:

[0368] 이 실시예는 기지국 장치 및 사용자 장치 둘 다의 안테나 어레이들이 방향 상호적이지 아닐 때 송신기 측 및 수신기 측 둘 다 차동 빔 송신 방식을 채택하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들을 설명할 것이다. 상기 시스템 구성은 실시예 5와 유사하다. 상기 사용자 장치와 기지국 장치는 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 구조를 채택한다. 기지국 및 사용자에 대해, 안테나 포트들의 개수가 2일 경우, 1개의 포트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용되고, 이에 반해 다른 1개의 포트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위해 사용된다; 상기 안테나 포트들의 개수가 3보다 크거나 같을 경우, 상기 안테나 포트들은 임의적으로 2개의 파트들로 분류될 수 있고, 그 중 1개의 파트는 합 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이고, 이에 반해 나머지 1개의 파트는 차동 빔 시퀀스들을 송신 및 수신하기 위한 것이다.

[0369] 첫 번째 과정에서, 상기 기지국은 동기 신호 시퀀스를 송신하고, 상기 사용자 장치는 상기 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행한다. 상기 사용자의 빔 스캐닝 주기와 상기 기지국의 빔 스캐닝 주기는 서브 프레임들의 단위로 고려되고, 동기 신호 시퀀스들을 송신하기 위한 기지국의 채널 구조가 정의되어 있다. 상기 기지국은 차동 방식으로 동기 신호들을 송신한다. 상기 기지국은 실시예 1에서 설명된 바와 같이 상기 차동 방식으로 동기 신호 시퀀스들을 송신한다. 즉, 동기 신호 시퀀스는 동일하게 2개의 파트들로 분할되고, 여기서 제1 파트는 합 빔으로 송신되고, 제2 파트는 차동 빔으로 송신되거나; 혹은 동일한 동기 신호 시퀀스들이 각각 합 빔 및 차동 빔으로 직교 시간-주파수 자원들에서 2개의 다른 안테나 포트들에서 송신되거나; 혹은 동일하거나 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들이 각각 합 빔 및 차동 빔으로 2개의 다른 안테나 어레이들에서 송신된다. 상기 합 빔에 의해 송신되는 시퀀스는 합 빔 시퀀스라 칭해지고, 상기 차동 빔에 의해 송신되는 시퀀스는 차동 빔 시퀀스라 칭해진다. 프리앰블 시퀀스를 2개의 파트들로 송신하는 방식에서, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스는 동일한 시퀀스가 될 수 있거나(즉, 동일한 시퀀스가 반복되어 동기 신호 시퀀스를 생성하거나), 혹은 동기 신호 시퀀스가 2개의 파트들로 분할된다.

[0370] 상기 사용자 장치는 실시예 3에서의 차동 방식과 유사한 차동 방식을 사용하여, 즉 2개의 안테나 어레이들을 사용하여 수신을 수행한다. 여기서, 제1 안테나 어레이는 합 빔 수신을 채택하고, 제2 안테나 어레이는 차동 빔 수신을 채택한다. 상기 사용자는 상기 동기 신호 시퀀스에 대해 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출되었을 경우 최대 수신 에너지를 가지는 송신/수신 빔 페어를 결정하고, 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차 뿐만 아니라, 최적 사용자 수신 빔 방향 및 그 각 편차를 추정한다. 다음 과정들에서, 상기 사용자 장치는 이 빔 방향을 사용하여 신호들을 송신 및 수신한다. 상기 동기 신호 시퀀스에 대한 상관 검출을 수행할 때, 상기 사용자는 합 빔 수신 어레이 및 차동 빔 수신 어레이 각각에 대해 상관 검출을 수행하고, 그리고 나서 상기 상관 검출의 결과들에 따라, 포괄적으로 상기 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출되는지 여부를 결정한다. 상기 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출된 후, 상기 합 빔 수신 어레이의 수신 에너지와 상기 차동 빔 수신 어레이의 수신 에너지의 최대 값을 가지는 빔 방향 페어가 선택되고 추가적으로 프로세싱된다. 수신 빔 방향의 편차를 결정하기 위해서, 상기 차동 빔 수신 어레이에 대해 수행된 상관 검출의 결과와 상기 합 빔 수신 어레이에 대해 수행된 상관 검출의 결과의 비가 계산되고, 그리고 나서 상기 수신 빔 방향의 편차가 룩업 테이블에 따라 결정된다.

[0371] 다음으로, 상기 기지국은 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널, 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 상기 사용자로 랜덤 액세스 구성 정보를 송신한다.

[0372] 두 번째 과정에서, 상기 사용자 장치는 프리앰블 시퀀스들의 집합으로부터 프리앰블 시퀀스를 랜덤하게 선택하고, 상기 첫 번째 과정에서 획득된 최적 빔들로 상기 프리앰블 시퀀스를 송신한다. 상기 기지국은 실시예 1의 차동 방식과 유사한 차동 방식, 즉 2개의 안테나 어레이들을 사용하여 수신을 수행한다. 여기서, 제1 안테나 어레이는 합 빔 수신을 채택하고, 제2 안테나 어레이는 차동 빔 수신을 채택한다. 상기 기지국은 상기 프리앰블

시퀀스에 대해 상관 검출을 수행하고, 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출되었을 경우 최대 수신 에너지를 가지는 수신 빔을 결정하고, 최적 기지국 수신 빔 방향 및 그 각 편차를 추정한다. 다음 과정들에서, 상기 기지국은 이 방향을 사용하여 신호들을 송신 및 수신한다. 상기 프리앰블 시퀀스에 대해 상관 검출을 수행할 때, 상기 기지국은 각각 합 빔 수신 어레이 및 차동 빔 수신 어레이에서 상관 검출을 수행하고, 그리고 나서 상기 상관 검출의 결과들에 따라, 포괄적으로 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출되는지 여부를 결정한다. 상기 프리앰블 시퀀스의 송신이 검출된 후, 상기 합 빔 수신 어레이의 수신 에너지와 차동 빔 수신 어레이의 수신 에너지의 최대 합을 가지는 빔 방향 페어가 선택되고, 그리고 나서 추가적으로 프로세싱된다. 수신 빔 방향의 편차를 결정하기 위해서, 상기 차동 빔 수신 어레이에서 수행된 상관 검출의 결과와 상기 합 빔 수신 어레이에서 수행된 상관 검출의 결과의 비가 계산되고, 그리고 나서 상기 수신 빔 방향의 편차가 룩업 테이블에 따라 결정된다.

[0373] 세 번째 과정과, 네 번째 과정 및 다섯 번째 과정에서, 상기 사용자 장치 및 기지국 장치는 별도로 상기 첫 번째 과정 및 두 번째 과정에서 결정된 최적의 더 좁은 빔들을 사용하여 RAR의 송신 및 수신, Msg3의 송신 및 수신, 충돌 해결 방식의 송신 및 수신을 실현한다.

[0374] 빔 풀링을 기반으로 하는 종래의 랜덤 액세스 방식과 비교할 경우, 이 실시예에서 제공되는 차동 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스 방식은 최적 송신/수신 빔 페어를 검출하는데 필요로 되는 시간을 효율적으로 감소시킬 수 있다. 결과적으로, 초기 액세스 및 랜덤 액세스 프로세스들의 지연이 감소되고, 사용자 경험이 개선된다. 추가적으로, 이 실시예에서 제공되는 차동 빔들을 기반으로 하는 랜덤 액세스 방식에서, 송신 충돌이 발생할 때, 더 낮은 우선 순위를 가지는 사용자 장치가 보다 빨리 실패를 트리거할 수 있다.

[0375] 상기 사용자 장치 및 기지국 장치가 차동 빔들을 사용하여 프리앰블 시퀀스를 송신 및 수신할지 여부는 실제 시나리오에 따라 조정될 수 있다는 것에 유의하여야만 할 것이다. 게다가, 실시예 5 및 실시예 6에서 제공되는 방식들이 경쟁-기반 랜덤 액세스 프로세스에 적용될 수 있다고 할지라도, 첫 번째 과정과, 두 번째 과정 및 세 번째 과정에서의 방식들은 비경쟁 랜덤 액세스 프로세스에도 적용될 수 있다. 다만 차이점은: 상기 사용자 장치가 상기 기지국 장치에 대한 다른 최적 송신 빔 방향들을 기반으로 상기 할당된 프리앰블 시퀀스들을 사용하고; 상기 사용자 장치가 상기 기지국 장치로부터 상기 랜덤 액세스 응답 및 빔 조정 정보를 수신한 후 랜덤 액세스 프로세스가 종료되지만, 상기 사용자 장치 및 기지국 장치는 다음 통신을 위해 상기 빔 방향 편차에 따라 상기 빔들을 계속 조정할 것이라는 것이다.

[0376] 실시예 7:

[0377] 이 실시예는 송신 측 및 수신측 둘 다 차동 빔 송신 방식을 채택하는 초기 액세스 프로세스를 설명할 것이다. 상기 시스템 구성은 실시예 1과 유사하다. 사용자 장치와 기지국은 둘 다 안테나 어레이를 기반으로 하는 송신 구조를 채택한다.

[0378] 첫 번째 과정에서, 상기 기지국은 기본 동기 신호(Primary Synchronization Signal: PSS) 시퀀스를 송신하고, 상기 사용자 장치는 수신된 신호에 대해 상관 검출을 수행한다. 상기 사용자의 빔 스캐닝 주기와 상기 기지국의 빔 스캐닝 주기는 서브 프레임들의 단위로 고려되고, 기본 동기 신호를 송신하기 위한 기지국의 채널 구조는 정의되어 있다. 상기 기지국은 차동 방식으로 상기 기본 동기 신호를 송신한다. 상기 기지국은 실시예 1에서 설명된 바와 같이 상기 차동 방식을 사용하여 송신을 수행한다. 즉, 동기 신호 시퀀스는 동일하게 2개의 파트들로 분할되고, 여기서 제1 파트는 합 빔으로 송신되고, 제2 파트는 차동 빔으로 송신되거나; 혹은 동일한 동기 신호 시퀀스들이 각각 합 빔 및 차동 빔으로 직교 시간-주파수 자원들에서 2개의 다른 안테나 포트들에서 송신되거나; 혹은 동일하거나 혹은 다른 동기 신호 시퀀스들이 각각 합 빔 및 차동 빔으로 2개의 다른 안테나 어레이들에서 송신된다. 상기 합 빔에 의해 송신되는 시퀀스는 합 빔 시퀀스라 칭해지고, 상기 차동 빔에 의해 송신되는 시퀀스는 차동 빔 시퀀스라 칭해진다. 프리앰블 시퀀스를 2개의 파트들로 송신하는 방식에서, 합 빔 시퀀스 및 차동 빔 시퀀스는 동일한 시퀀스를 채택할 수 있거나(즉, 동일한 시퀀스가 반복되어 동기 신호 시퀀스를 생성하거나), 혹은 동기 신호 시퀀스가 2개의 파트들로 분할된다.

[0379] 상기 사용자 장치는 실시예 3에서의 차동 방식과 유사한 차동 방식을 사용하여, 즉 2개의 안테나 어레이들을 사용하여 수신을 수행한다. 여기서, 제1 안테나 어레이는 합 빔 수신을 채택하고, 제2 안테나 어레이는 차동 빔 수신을 채택한다. 상기 사용자는 먼저 상기 동기 신호 시퀀스에 대해 상관 검출을 수행하고, 상기 기본 동기 신호 시퀀스의 송신이 검출되었을 경우 최대 수신 에너지를 가지는 송신/수신 빔 페어를 결정하고, 최적 기지국 송신 빔 방향 및 그 각 편차 뿐만 아니라, 최적 사용자 수신 빔 방향 및 그 각 편차를 추정한다. 다음 과정들에서, 상기 사용자 장치는 이 빔 방향을 사용하여 신호들을 수신한다.

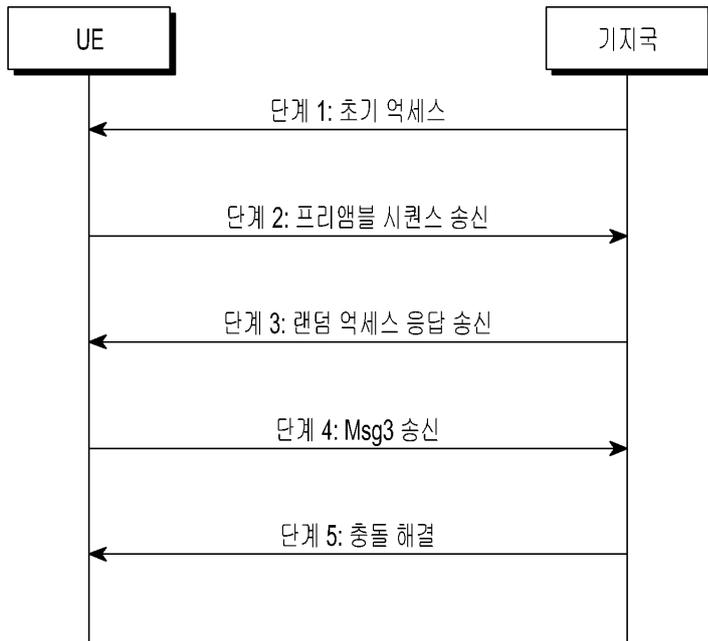
- [0380] 두 번째 과정에서, 상기 기지국 장치는 보다 좁은 빔들을 사용하여 폴링으로, 상기 기본 동기 신호 보다는, 보조 동기 신호(Secondary Synchronization Signal: SSS), 향상된 동기 신호(Enhanced Synchronization Signal: ESS) 등과 같은 다른 동기 신호들을 송신한다. 상기 사용자 장치는 상기 첫 번째 과정에서 결정된 최적의 더 좁은 빔들을 사용하여 이런 동기 신호들을 수신한다.
- [0381] 세 번째 과정에서, 상기 기지국은 다운링크 제어 채널, 다운링크 공유 채널, 다운링크 브로드캐스트 채널, 혹은 상위 계층 시그널링 구성을 통해 상기 사용자로 랜덤 액세스 구성 정보를 송신한다. 이제, 상기 초기 액세스 프로세스가 완료된다.
- [0382] 도 26은 본 발명의 특정 실시예에 따른 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 기지국 장치의 개략적 구조 다이어그램이다.
- [0383] 제1 송신 모듈(510)은 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하도록 구성되고; 제1 수신 모듈(520)은 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하도록 구성되고; 제1 결정 모듈(530)은 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과, 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되고; 제1 조정 모듈(540)은 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 빔들을 조정하도록 구성되고; 제1 송수신기 모듈(550)은 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하도록 구성된다.
- [0384] 도 27은 본 발명의 특정 실시예에 따른 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 사용자 장치의 개략적 구조 다이어그램이다.
- [0385] 제2 송신 모듈(610)은 적어도 2개의 상관 기지국 빔들에서 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하도록 구성되고; 제2 결정 모듈(620)은 상기 초기 액세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되고; 제3 결정 모듈(630)은 상기 결정된 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라, 해당하는 프리앰블 시퀀스와 상기 프리앰블 시퀀스에 의해 점유되는 시간-주파수 자원을 결정하도록 구성되고; 제3 송신 모듈(640)은 상기 기지국 장치로 상기 프리앰블 시퀀스를 송신하도록 구성되고; 제2 송수신기 모듈(650)은 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신을 수행하도록 구성된다.
- [0386] 도 28은 본 발명의 다른 특정 실시예에 따른 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 기지국 장치의 개략적 구조 다이어그램이다.
- [0387] 제4 송신 모듈(710)은 사용자 장치로 동기 신호 시퀀스를 송신하도록 구성되고; 제2 수신 모듈(720)은 적어도 2개의 상관 사용자 빔들에서 상기 사용자 장치에 의해 송신된 프리앰블 시퀀스를 수신하도록 구성되고; 제4 결정 모듈(730)은 상기 프리앰블 시퀀스를 기반으로 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과, 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하고, 폴링으로 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과, 상기 기지국 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되고; 제2 조정 모듈(740)은 상기 최대 에너지를 가지는 기지국 빔 방향과 상기 기지국 빔 방향의 각 편차에 따라 기지국 빔들을 조정하도록 구성되고; 제5 송신 모듈(750)은 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여 상기 사용자 장치로, 랜덤 액세스 응답과 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 나타내는 지시 정보를 송신하도록 구성되고; 제3 송수신기 모듈(760)은 상기 조정된 기지국 빔들을 사용하여, 그 사용자 빔들이 상기 지시 정보를 기반으로 조정된 사용자 장치와 데이터 송신 및 수신을 수행하도록 구성된다.
- [0388] 도 29는 본 발명의 다른 특정 실시예에 따른 다수의 안테나 포트들 및 다수의 빔들을 기반으로 하는 초기 액세스 및 랜덤 액세스를 위한 사용자 장치의 개략적 구조 다이어그램이다.
- [0389] 제6 송신 모듈(810)은 적어도 2개의 상관 사용자 빔들에서 기지국 장치에 의해 송신된 초기 액세스 데이터를 수신하도록 구성되고; 제5 결정 모듈(820)은 상기 초기 액세스 데이터에 대해 동기 신호 시퀀스 상관 검출을 수행하고, 상기 동기 신호 시퀀스 상관 검출의 결과에 따라, 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차를 결정하도록 구성되고; 제3 조정 모듈(830)은 상기 최대 에너지를 가지는 사용자 빔 방향과 상기 사용자 빔 방향의 각 편차에 따라 사용자 빔들을 조정하도록 구성되고; 제6 송신 모듈(840)은 상기 기지국 장치로 프리앰블 시퀀스를 송신하도록 구성되고; 제4 송수신기 모듈(850)은 상기 조정된 사용자 빔들을 사용하여 상기 기지국 장치와 데이터 송신을 수행하도록 구성된다.

[0390] 상기 실시예 방법들에서의 과정들 중 전부 또는 일부가 프로그램들로 관련 하드웨어를 명령함으로써 구현될 수 있다는 것은 해당 기술 분야의 당업자에게 이해될 수 있다. 상기 프로그램들은 컴퓨터 리드 가능 저장 매체에 저장될 수 있으며, 실행될 때 상기 방법 실시예들의 과정들 중 하나 혹은 그 조합을 포함할 수 있다.

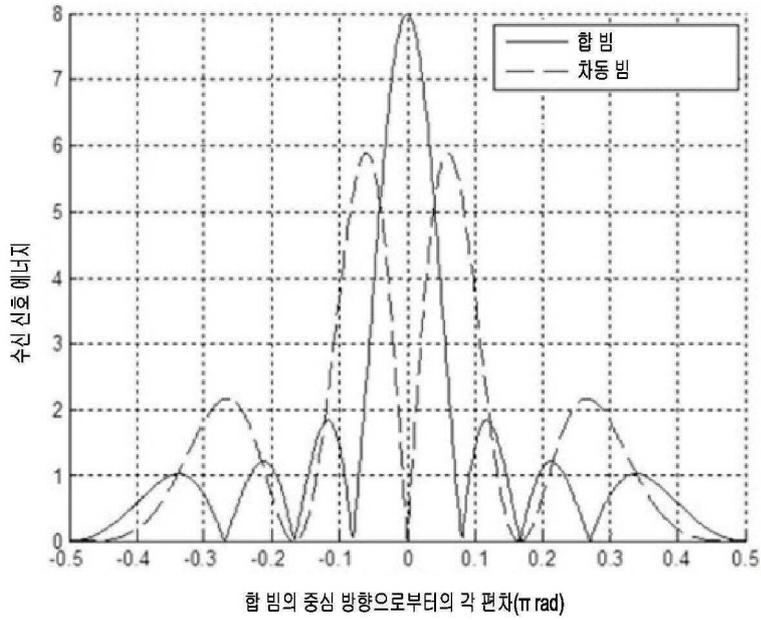
[0391] 상기한 바와 같은 설명들은 본 발명의 일부 구현들일 뿐이다. 해당 기술 분야의 당업자에게는, 본 발명의 원리를 벗어남이 없이 다양한 개선들 및 수정들이 이루어질 수 있으며, 이러한 개선들 및 수정들은 본 발명의 보호 범위에 속하는 것으로 간주될 것이라는 것에 유의하여야만 한다.

도면

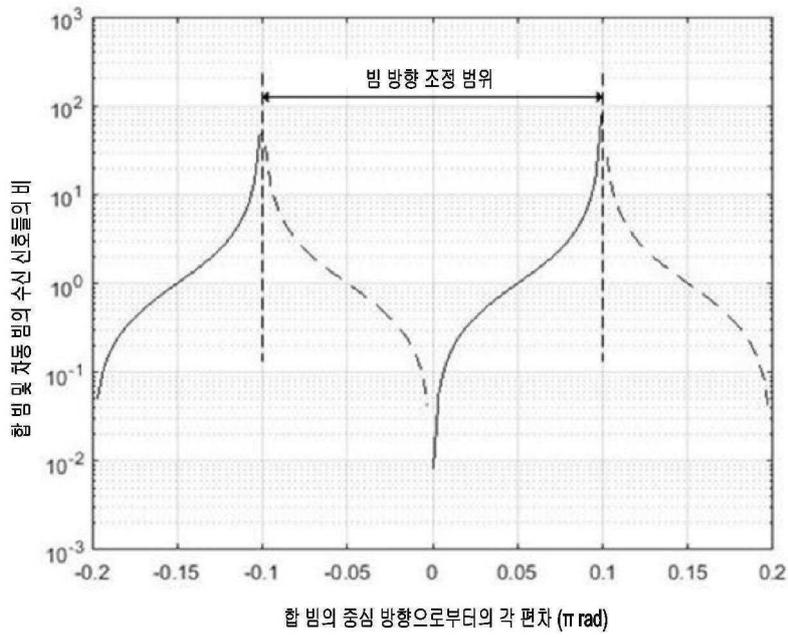
도면1

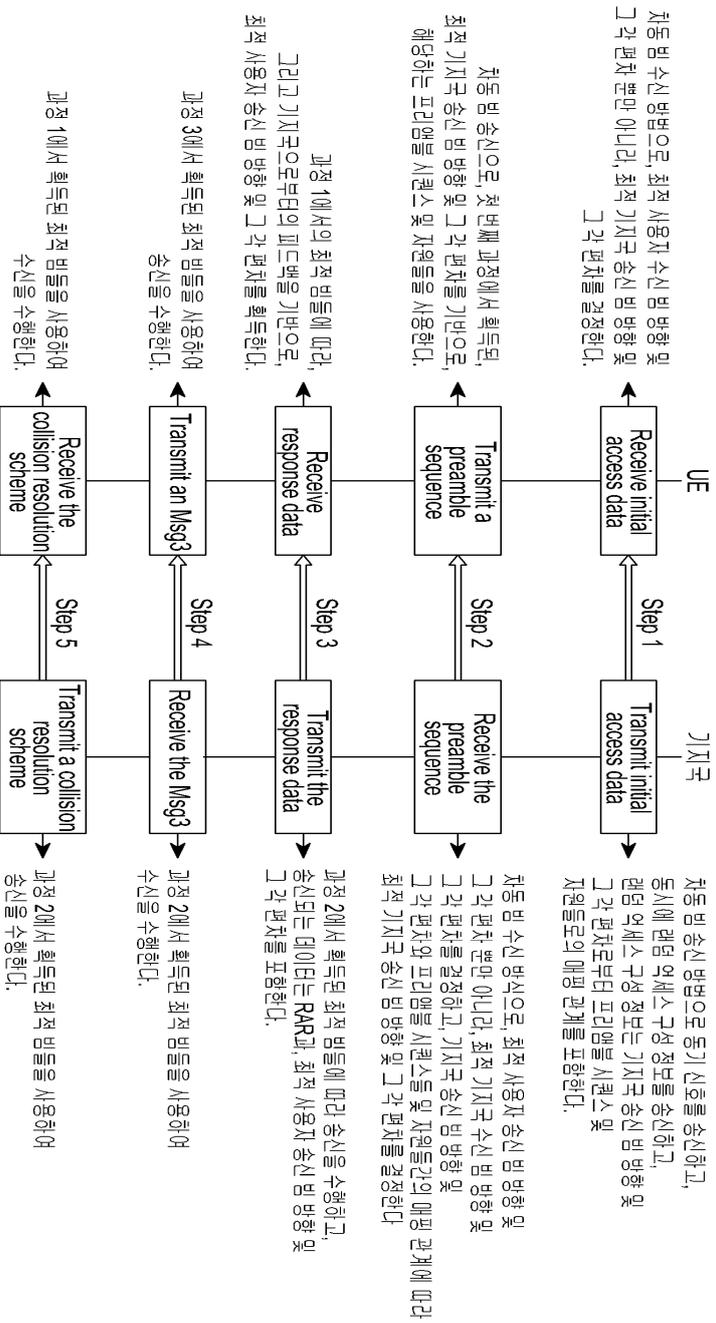


도면2



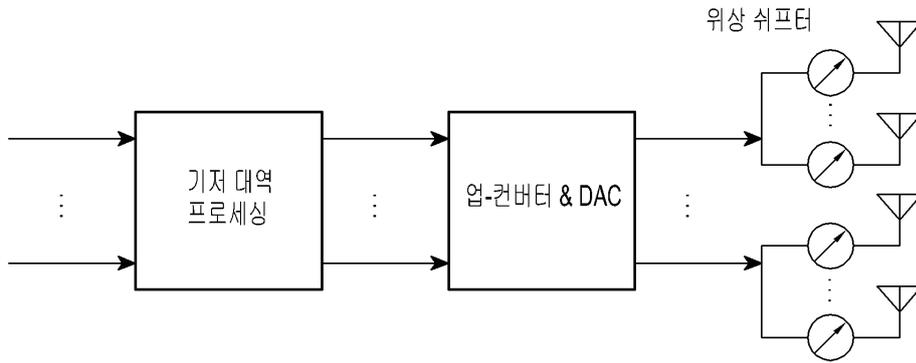
도면3



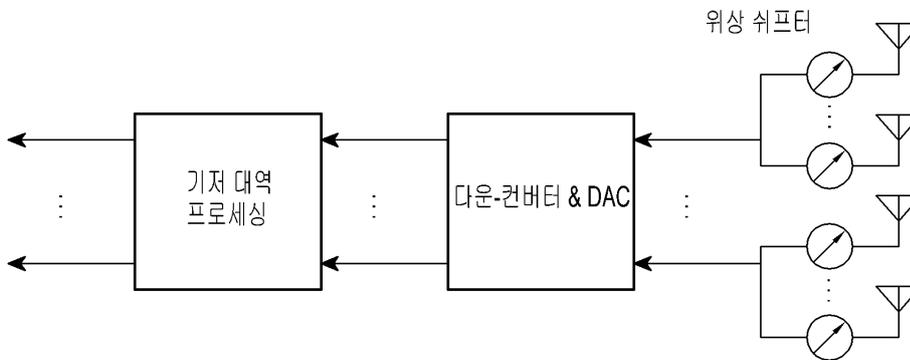


도면4

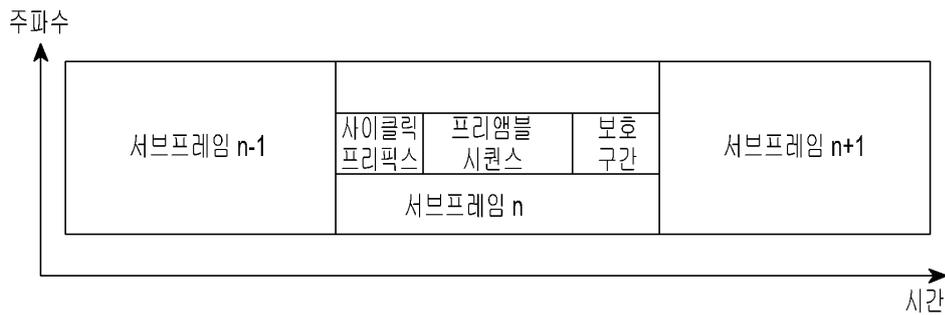
도면5



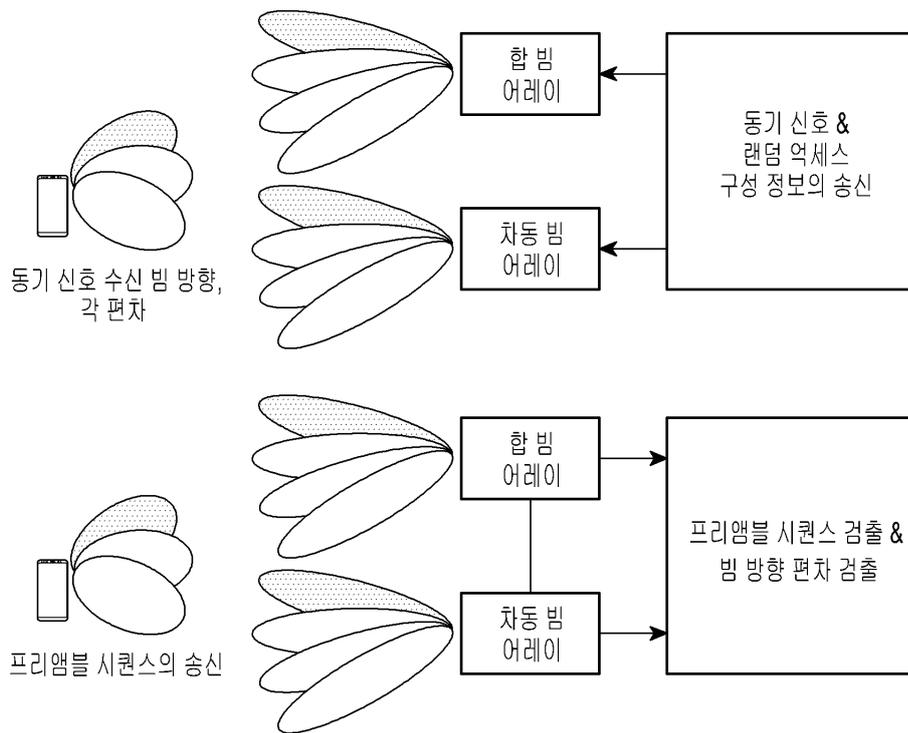
도면6



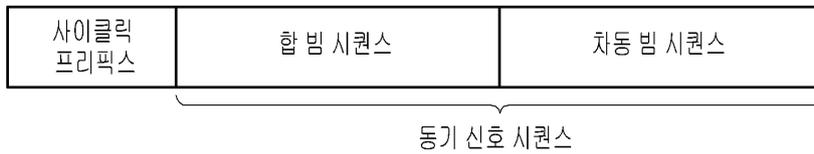
도면7



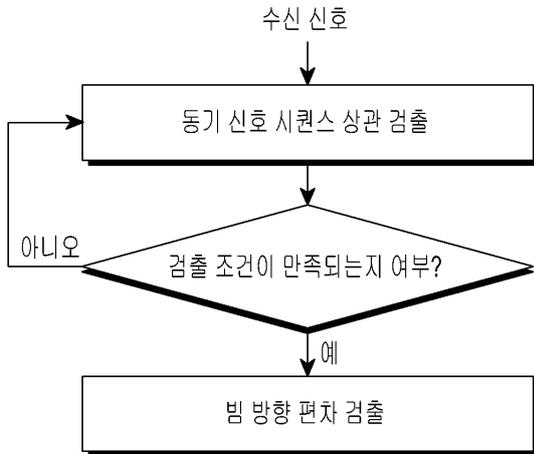
도면8



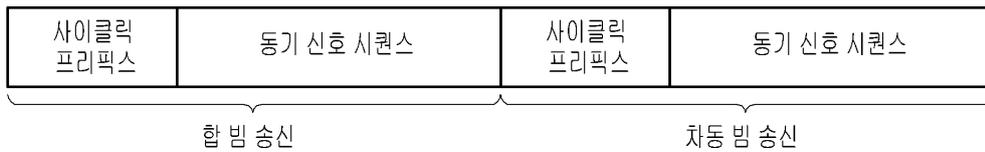
도면9



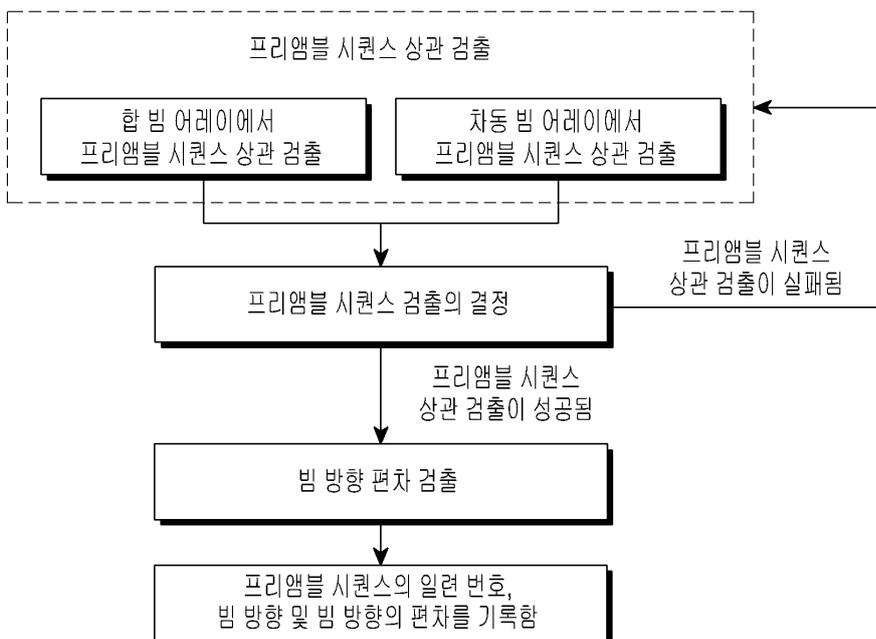
도면10



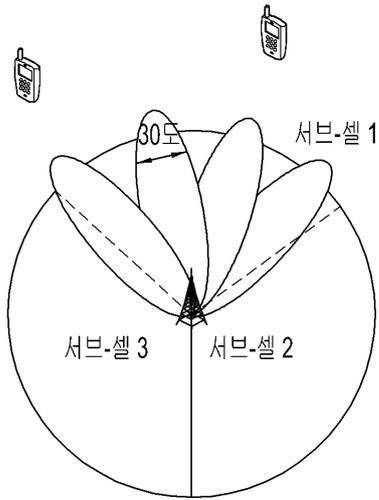
도면11



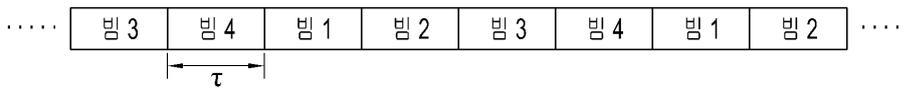
도면12



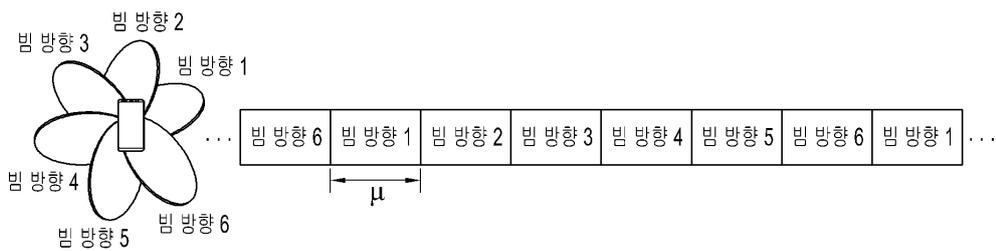
도면13



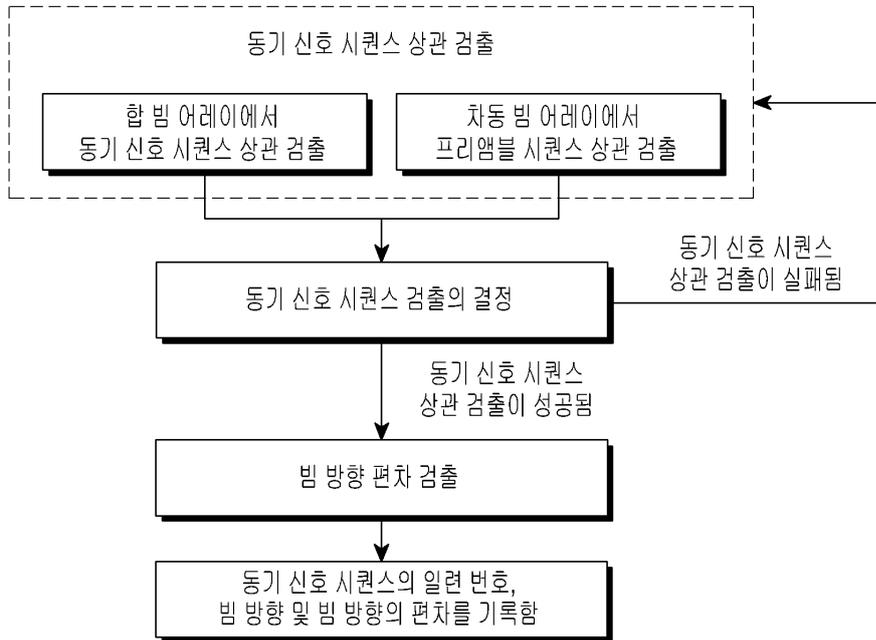
도면14



도면15



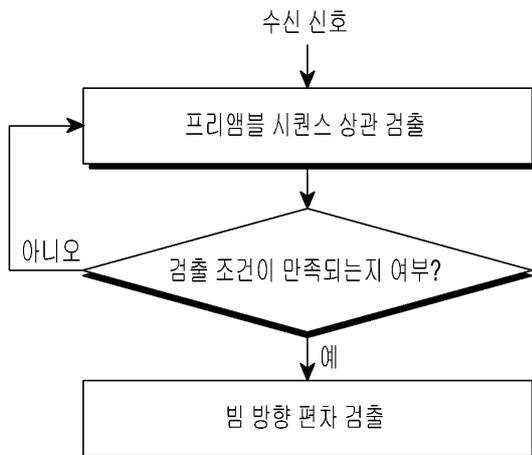
도면16



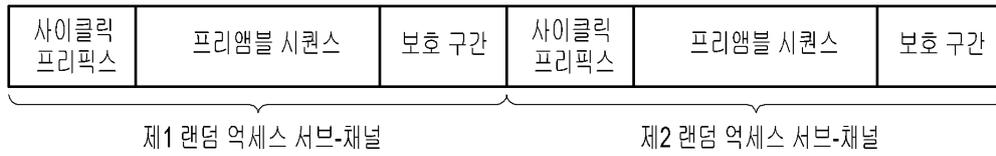
도면17



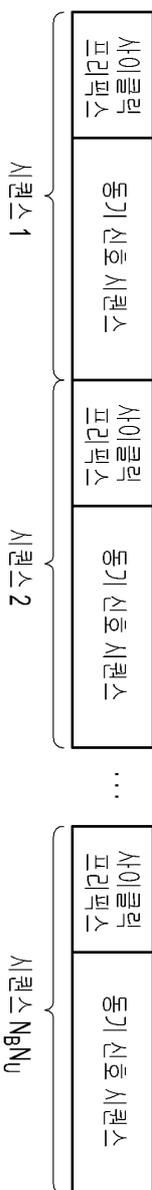
도면18



도면19



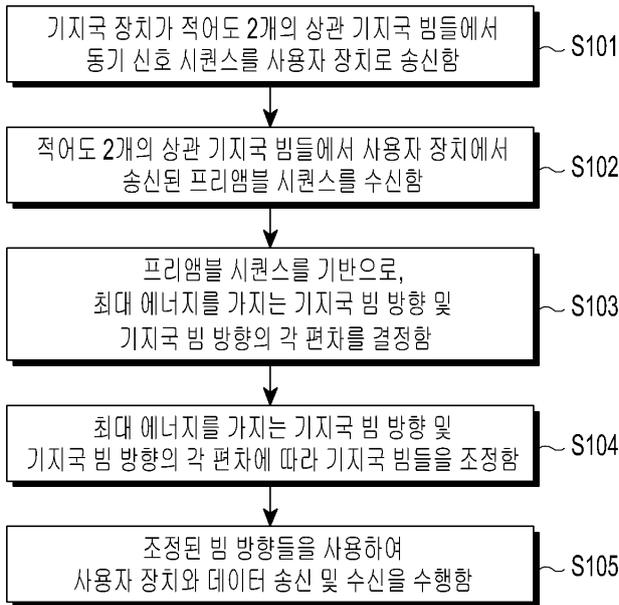
도면20



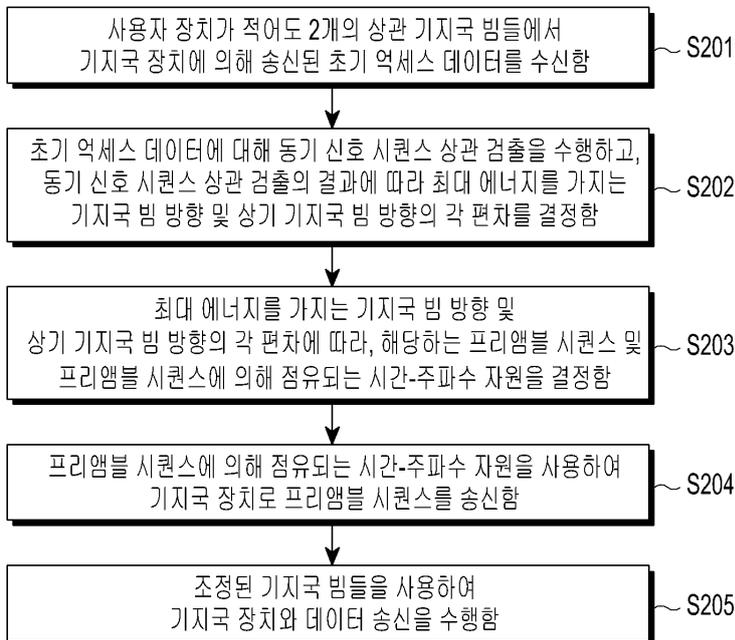
도면21



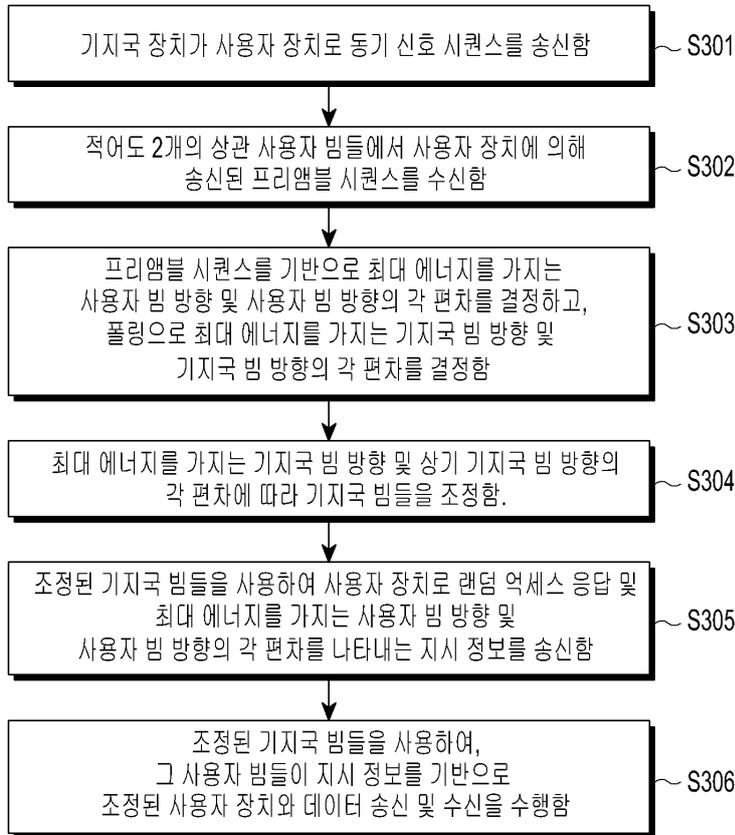
도면22



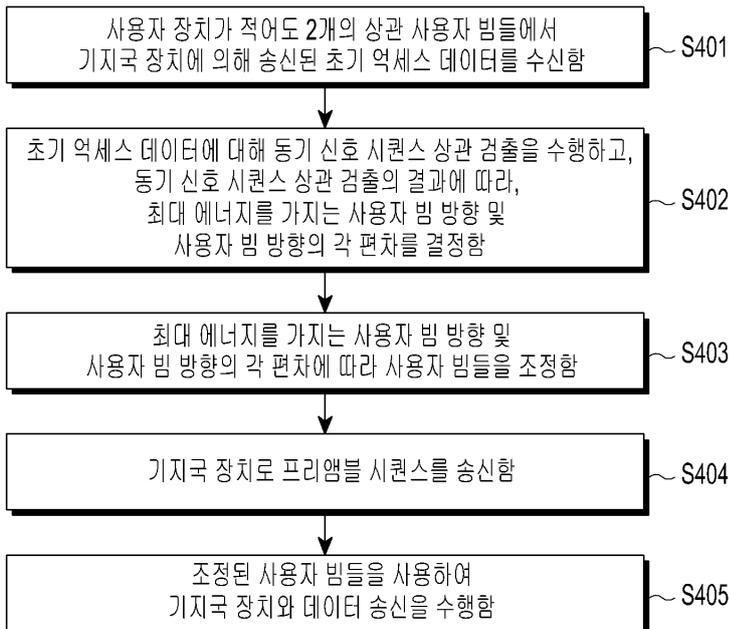
도면23



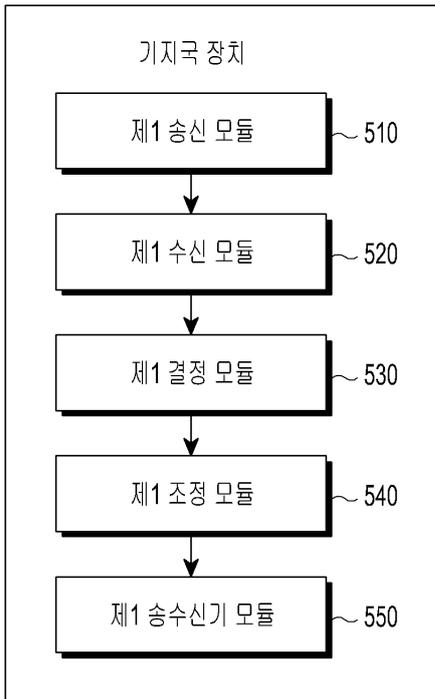
도면24



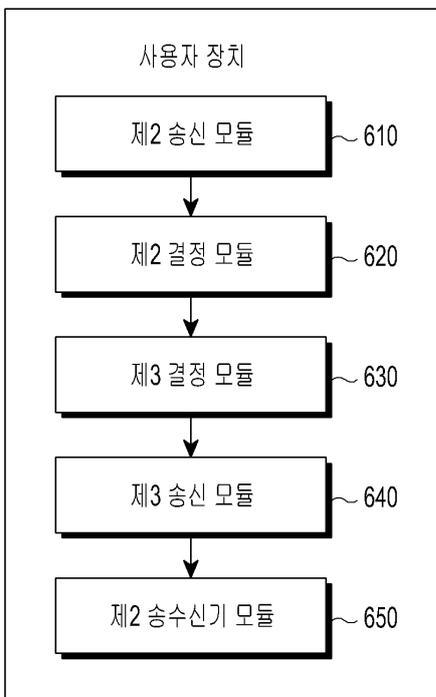
도면25



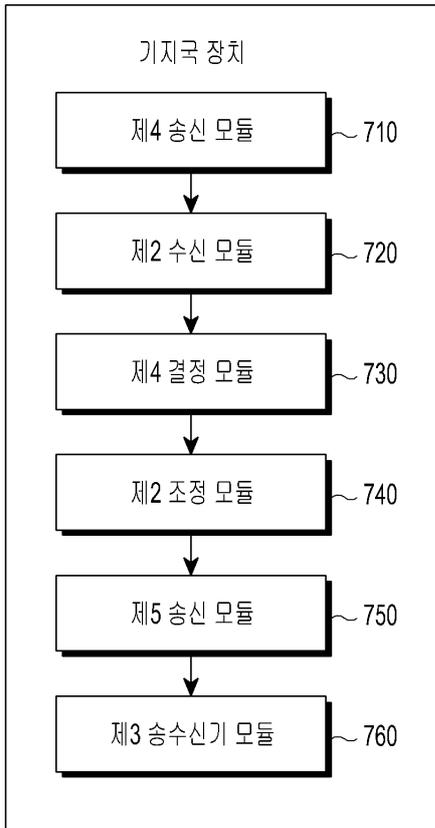
도면26



도면27



도면28



도면29

