



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2017-0108365
(43) 공개일자 2017년09월27일

- | | |
|--|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 3/46 (2006.01) H01Q 15/02 (2006.01)
H01Q 19/06 (2006.01) H01Q 21/30 (2006.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01Q 3/46 (2013.01)
H01Q 15/02 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2016-0032132</p> <p>(22) 출원일자 2016년03월17일
심사청구일자 없음</p> | <p>(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
인하대학교 산학협력단
인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)</p> <p>(72) 발명자
고승태
경기도 부천시 원미구 부흥로 237, 1320동 202호 (중동, 그린타운 한신아파트)
오정석
인천광역시 남구 인화로 100 인하대학교 하이테크센터 801호 (용현동)
이영주
서울특별시 광진구 광나루로46길 52, 우신아파트 동 201호(구의동)</p> <p>(74) 대리인
권혁록, 이정순</p> |
|--|---|

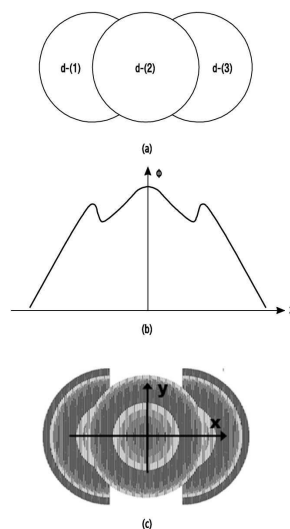
전체 청구항 수 : 총 26 항

(54) 발명의 명칭 무선 통신 시스템에서 빔을 송신하기 위한 방법 및 장치

(57) 요약

본 개시는 LTE(Long Term Evolution)와 같은 4G(4th generation) 통신 시스템 이후 보다 높은 데이터 전송률을 지원하기 위한 5G(5th generation) 또는 pre-5G 통신 시스템에 관련된 것이다. 본 개시에 따르면, 무선 통신 시스템에서의 송신단 장치는, 안테나 소자들을 이용하여 빔을 조향하도록 구성된 안테나 어레이(array)와, 제1 초점 및 제2 초점을 포함하는 렌즈를 포함하고, 상기 렌즈는, 상기 제1 초점 또는 상기 제2 초점을 통과하는 상기 조향된 빔의 위상 오류를 보상하여 평면 파를 가지는 빔을 생성하도록 구성된다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

H01Q 19/062 (2013.01)

H01Q 21/30 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

무선 통신 시스템에서의 송신단 장치에 있어서,
안테나 소자들을 이용하여 빔을 조향하도록 구성된 안테나 어레이(array)와,
제1 초점 및 제2 초점을 포함하는 렌즈를 포함하고,
상기 렌즈는, 상기 제1 초점 또는 상기 제2 초점을 통과하는 상기 조향된 빔의 위상 오류를 보상하여 평면 파를 가지는 빔을 생성하도록 구성되는 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,
상기 렌즈의 형태는 평면(planar) 형태인 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,
상기 빔은 각각의 상기 안테나 소자들로부터 방사되는 각각의 신호의 위상이 변화되는 것에 의해 조향되는 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,
상기 렌즈는 상기 제1 초점을 가지는 제1 서브 렌즈와, 상기 제2 초점을 가지는 제2 서브 렌즈와, 제3 초점을 가지는 제3 서브 렌즈가 인접하여 구성되고,
각각의 상기 제1 서브 렌즈, 상기 제2 서브 렌즈 및 상기 제3 서브 렌즈는 원형의 평면 형태인 장치.

청구항 5

제 4항에 있어서,
적어도 두 개의 상기 제1 서브 렌즈, 상기 제2 서브 렌즈 및 상기 제3 서브 렌즈의 크기는 서로 다른 장치.

청구항 6

제 4항에 있어서,
상기 제1 초점, 상기 제2 초점 및 상기 제3 초점은 일직선 상에 위치하지 않는 장치.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 렌즈는 상기 제1 초점을 가지는 제1 서브 렌즈와, 상기 제2 초점을 가지는 제2 서브 렌즈와, 제3 초점을 가지는 제3 서브 렌즈가 인접하여 구성되고,

상기 제1 서브 렌즈는 원형의 평면 형태이고, 상기 제2 서브 렌즈 및 상기 제3 서브 렌즈는 분할된(segmented) 원형의 평면 형태인 장치.

청구항 8

제 1항에 있어서,

상기 렌즈는 복수 개의 유닛 셀들로 구성되고,

상기 복수 개의 유닛 셀들 중 제1 일부의 유전율과 상기 복수 개의 유닛 셀들 중 제2 일부의 유전율은 서로 다른 장치.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 렌즈의 위상 프로파일(phase profile)은 상기 제1 초점 및 상기 제2 초점 각각에 대응되는 두 개의 극대값을 가지는 장치.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 렌즈에 제어 신호를 송신하는 제어부를 더 포함하고,

상기 제2 초점은 상기 제어 신호에 의해 활성화되는 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 제2 초점의 상기 렌즈에서의 위치는, 상기 제어 신호에 기반하여 변화하는 장치.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 렌즈가 각각의 층(layer)이 복수 개의 유닛 셀들을 포함하는 복수 개의 층들로 이루어진 경우, 상기 제어부는, 상기 제어 신호에 의해 상기 층들 사이에 삽입된 적어도 하나의 인덕터 값 또는 적어도 하나의 캐패시터 값을 변화시키고,

상기 제2 초점의 상기 렌즈에서의 위치는 상기 적어도 하나의 인덕터 값 또는 적어도 하나의 캐패시터 값에 따라 변화하는 장치.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 렌즈가 각각의 층이 액정(liquid crystal) 패널로 구성된 복수 개의 층들로 이루어진 경우, 상기 제어부는, 상기 제어 신호에 의해 상기 패널 사이의 전압을 변화시키고,

상기 제2 초점의 상기 렌즈에서의 위치는 상기 전압에 따라 변화하는 장치.

청구항 14

무선 통신 시스템에서의 송신단의 동작 방법에 있어서,
안테나 어레이(array)에 의해, 안테나 소자들을 이용하여 빔을 조향하는 과정을 포함하고,
렌즈에 포함된 제1 초점 또는 제2 초점을 통과하는 상기 조향된 빔의 위상 오류를 보상하여 평면 파를 가지는 빔을 생성하는 과정을 포함하는 방법.

청구항 15

제 14항에 있어서,
상기 렌즈의 형태는 평면(planar) 형태인 방법.

청구항 16

제 14항에 있어서,
상기 빔은 각각의 상기 안테나 소자들로부터 방사되는 각각의 신호의 위상이 변화되는 것에 의해 조향되는 방법.

청구항 17

제 14항에 있어서,
상기 렌즈는 상기 제1 초점을 가지는 제1 서브 렌즈와, 상기 제2 초점을 가지는 제2 서브 렌즈와, 제3 초점을 가지는 제3 서브 렌즈가 인접하여 구성되고,
각각의 상기 제1 서브 렌즈, 상기 제2 서브 렌즈 및 상기 제3 서브 렌즈는 원형의 평면 형태인 방법.

청구항 18

제 17항에 있어서,
적어도 두 개의 상기 제1 서브 렌즈, 상기 제2 서브 렌즈 및 상기 제3 서브 렌즈의 크기는 서로 다른 방법.

청구항 19

제 17항에 있어서,
상기 제1 초점, 상기 제2 초점 및 상기 제3 초점은 일직선 상에 위치하지 않는 방법.

청구항 20

제 14항에 있어서,
상기 렌즈는 상기 제1 초점을 가지는 제1 서브 렌즈와, 상기 제2 초점을 가지는 제2 서브 렌즈와, 제3 초점을 가지는 제3 서브 렌즈가 인접하여 구성되고,
상기 제1 서브 렌즈는 원형의 평면 형태이고, 상기 제2 서브 렌즈 및 상기 제 3 서브 렌즈는 분할된(segmented)

원형의 평면 형태인 방법.

청구항 21

제 14항에 있어서,

상기 렌즈는 복수 개의 유닛 셀들로 구성되고,

상기 복수 개의 유닛 셀들 중 제1 일부의 유전율과 상기 복수 개의 유닛 셀들 중 제2 일부의 유전율은 서로 다른 방법.

청구항 22

제 14항에 있어서,

상기 렌즈의 위상 프로파일(phase profile)은 상기 제1 초점 및 상기 제2 초점 각각에 대응되는 두 개의 극대값을 가지는 방법.

청구항 23

제 14항에 있어서,

상기 렌즈에 제어 신호를 송신하는 과정을 포함하고,

상기 제2 초점은 상기 제어 신호에 의해 활성화 되는 방법.

청구항 24

제23항에 있어서,

상기 제2 초점의 상기 렌즈에서의 위치는, 상기 제어 신호에 기반하여 변화하는 방법.

청구항 25

제24항에 있어서,

상기 렌즈가 각각의 층(layer)이 복수 개의 유닛 셀들을 포함하는 복수 개의 층들로 이루어진 경우, 상기 제어 신호에 의해 상기 층들 사이에 삽입된 적어도 하나의 인덕터 값 또는 적어도 하나의 캐패시터 값을 변화시키는 과정을 포함하고,

상기 제2 초점의 상기 렌즈에서의 위치는 상기 적어도 하나의 인덕터 값 또는 적어도 하나의 캐패시터 값에 따라 변화하는 방법.

청구항 26

제24항에 있어서,

상기 렌즈가 각각의 층이 액정(liquid crystal) 패널로 구성된 복수 개의 층들로 이루어진 경우, 상기 제어 신호에 의해 상기 패널 사이의 전압을 변화시키는 과정과,

상기 제2 초점의 상기 렌즈에서의 위치는 상기 전압에 따라 변화하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 무선 통신 시스템에서 빔을 송신하기 위한 것이다.

배경 기술

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

[0004] 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 5G 통신 시스템은 초고주파(mmWave) 대역(예를 들어, 60기가(60GHz) 대역과 같은)에서의 구현이 고려되고 있다. 초고주파 대역에서의 전파의 경로손실 완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 5G 통신 시스템에서는 빔포밍(beamforming), 거대 배열 다중 입출력(massive MIMO), 전 차원 다중 입출력(Full Dimensional MIMO, FD-MIMO), 어레이 안테나(array antenna), 아날로그 빔 형성(analog beamforming), 및 대규모 안테나 (large scale antenna) 기술들이 논의되고 있다.

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

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

[0007] 최근 밀리미터 웨이브(mmWave)를 활용하여 초당 기가 바이트 급의 데이터를 송수신할 수 있는 무선 통신 방식이 주목받고 있다. 밀리미터 웨이브를 사용할 경우, 공기중의 손실을 보상하기 위해 높은 이득의 안테나가 요구된다. 높은 이득을 얻고 다양한 방향으로 빔을 송신하기 위해 렌즈를 이용한 위상 배열 안테나가 이용될 수 있다. 그러나, 렌즈는 특정 방향으로 송신된 빔만을 집중시켜 이득을 증폭시킬 수 있으므로, 다양한 방향으로 송신된 빔이 높은 이득으로 도달할 수 있는 커버리지(coverage)가 좁다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 따라서, 본 개시에서는 무선 통신 시스템에서 빔을 효과적으로 송신하기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

[0010] 본 개시의 실시 예들은 다양한 방향으로 송신된 빔이 높은 이득으로 도달할 수 있는 커버리지(coverage)를 넓히기 위한 방법 및 장치를 제공한다.

[0011] 본 개시의 실시 예들은 복수 개의 초점을 가지는 렌즈를 구성하는 방법 및 장치를 제공한다.

[0012] 본 개시의 실시 예들은 렌즈에서 초점을 적응적으로 생성하거나 초점의 위치를 적응적으로 변경하는 방법 및 장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0014] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 개시의 일 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서의 송신단 장치는, 안테나 소

자들을 이용하여 빔을 조향 하도록 구성된 안테나 어레이(array)와, 제1 초점 및 제2 초점을 포함하는 렌즈를 포함하고, 상기 렌즈는, 상기 제1 초점 또는 상기 제2 초점을 통과하는 상기 조향된 빔의 위상 오류를 보상하여 평면 파를 가지는 빔을 생성하도록 구성된다.

- [0015] 본 개시의 다른 실시 예에 따른 무선 통신 시스템에서의 송신단의 동작 방법은, 안테나 어레이(array)에 의해, 안테나 소자들을 이용하여 빔을 조향하는 과정을 포함하고, 상기 빔은 제1 초점 및 제2 초점을 포함하는 렌즈를 통해 송신되고, 상기 렌즈는, 상기 제1 초점 또는 상기 제2 초점을 통과하는 상기 조향된 빔의 위상 오류를 보상하여 평면 파를 가지는 빔을 생성하도록 구성된다.

발명의 효과

- [0017] 본 개시의 실시 예들에 따른 송신단 장치는 복수 개의 초점을 가지는 렌즈를 통해 보다 높은 이득으로 보다 넓은 커버리지를 가지는 빔을 제공할 수 있다.
- [0018] 또한, 본 개시의 실시 예들에 따른 송신단 장치는 렌즈의 초점을 적응적으로 생성시키거나 이동시켜 보다 높은 이득을 가지는 빔을 다양한 방향으로 송신할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0020] 도 1은 본 개시에 따른 무선 백홀 시스템(wireless backhaul system)을 나타낸다.
- 도 2는 공기 중에서 주파수에 따른 전파 감쇄 정도(attenuation level)를 나타내는 그래프이다.
- 도 3은 본 개시에 따른 파라볼라 안테나(parabolic antenna)의 일 예를 나타낸다.
- 도 4는 본 개시에 따른 빔 조향 가능한 위상 배열 안테나(beam steerable phased array antenna)의 일 예를 나타낸다.
- 도 5는 PCB(printed circuit board)의 손실로 인해 위상 배열 안테나의 이득이 감소하는 것을 나타낸다.
- 도 6은 본 개시에 따라 백홀 장비(backhaul device)에서 렌즈를 사용할 경우 안테나 이득이 증가하는 것을 나타낸다.
- 도 7은 본 개시에 따라 단일 초점을 가지는 렌즈의 위상 프로파일(phase profile)의 일 예를 나타낸다.
- 도 8은 단조(monotonic) 위상 프로파일을 가지는 렌즈를 통해 빔을 송신할 경우 조향되는 빔의 각도에 따른 안테나 이득을 나타낸다.
- 도 9는 본 개시의 일 실시 예에 따라 복수 개의 초점을 가지는 렌즈의 위상 프로파일을 나타낸다.
- 도 10은 본 개시의 다른 실시 예에 따라 복수 개의 초점을 가지는 렌즈의 다른 예와 위상 프로파일을 나타낸다.
- 도 11은 본 개시의 일 실시 예에 따라 비단조(non-monotonic) 위상 프로파일을 가지는 렌즈를 통해 빔을 송신할 경우 조향되는 빔의 각도에 따른 안테나 이득을 나타낸다.
- 도 12는 본 개시의 다른 실시 예에 따라 비단조(non-monotonic) 위상 프로파일을 가지는 렌즈를 통해 빔을 송신할 경우 조향되는 빔의 각도에 따른 안테나 이득을 나타낸다.
- 도 13 및 도 14는 본 개시의 실시 예에 따라 렌즈를 구성하는 복수 개의 서브 렌즈(sub-lens)간의 교차 영역(intersection area)을 나타낸다.
- 도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따라 렌즈를 구성하는 복수 개의 서브 렌즈들로부터 얻을 수 있는 초점 지도(map of focal points)를 나타낸다.
- 도 16은 본 개시의 일 실시 예에 따라 렌즈를 구성하는 유닛 셀들을 나타낸다.
- 도 17은 본 개시의 일 실시 예에 따른 적응적 렌즈(adaptive lens)를 나타낸다.
- 도 18은 본 개시의 일 실시 예에 따른 송신단의 블록 구성도이다.

도 19는 본 개시의 일 실시 예에 따라 송신단 장치에서 빔을 송신하는 과정을 나타내는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0021] 이하 첨부된 도면을 참조하여 다양한 실시 예들의 동작 원리를 상세히 설명한다. 하기에서 다양한 실시 예들을 설명에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 그리고 후술되는 용어들은 다양한 실시 예들에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0022] 이하 설명에서 사용되는 제어 정보를 지칭하는 용어, 망 객체(network entity)들을 지칭하는 용어, 장치의 구성 요소를 지칭하는 용어 등은 설명의 편의를 위해 예시된 것이다. 따라서, 본 발명이 후술되는 용어들에 한정되는 것은 아니며, 동등한 기술적 의미를 가지는 다른 용어가 사용될 수 있다.
- [0023] 이하 사용되는 '~부', '~기' 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어나 소프트웨어, 또는, 하드웨어 및 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.
- [0025] 도 1은 본 개시에 따른 무선 백홀 시스템(wireless backhaul system)을 나타낸다.
- [0026] 도 1에 따르면, 무선 백홀 시스템은 송신단 110 및 수신단 101, 103, 105, 107을 포함한다. 송신단 110은 기지국 또는 서버일 수 있다. 또한, 각각의 수신단 101, 103, 105, 107은 송신단 110과 통신하는 전자 장치일 수 있다. 전자 장치는, 예를 들면, 스마트폰(smartphone), 태블릿 PC(tablet personal computer), 이동 전화기(mobile phone), 영상 전화기, 전자책 리더기(e-book reader), 데스크탑 PC(desktop personal computer), 랩탑 PC(laptop personal computer), 넷북 컴퓨터(netbook computer), 워크스테이션(workstation), 서버, PDA(personal digital assistant), PMP(portable multimedia player), MP3 플레이어, 모바일 의료기기, 카메라(camera), 또는 웨어러블 장치(wearable device) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 도시된 것과 반대로, 송신단 110이 수신단의 기능을 수행할 수 있고, 각각의 수신단 101, 103, 105, 107이 송신단의 기능을 수행할 수 있다. 각각의 수신단 101, 103, 105, 107은 기지국일 수 있다. 송신단 110과 각각의 수신단 101, 103, 105, 107에 도시된 선은, 예를 들면, 무선 백홀 링크를 의미할 수 있다. 송신단 110은 각각의 수신단 101, 103, 105, 107과의 무선 백홀 링크를 이용하여 데이터를 송수신 할 수 있다. 또한, 도시되어 있지 않지만, 수신단 101, 103, 105, 107간에도 무선 백홀 링크가 형성될 수 있으며, 각각의 수신단 101, 103, 105, 107은 무선 백홀 링크를 통해 상호 간에 데이터를 송수신 할 수 있다. 한정된 주파수 자원을 효율적으로 사용하고, 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, 송신단 110은 초고주파(mmWave, 밀리미터파) 대역을 이용하여 무선 백홀 링크를 통해 데이터를 송신할 수 있다. 도 1에서, 송신단 110이 각각의 수신단 101, 103, 105, 107과의 무선 백홀 링크를 통해 전송하는 데이터의 속도가 도시되어 있다. 그러나, 도시된 데이터 전송 속도는 예시적인 것이고, 송신단 110은 각각의 수신단 101, 103, 105, 107이 요구하는 데이터 속도를 만족하도록 데이터를 송신할 수 있다.
- [0027] 송신단 110이 초고주파 대역을 이용하여 무선 백홀 링크를 통해 데이터를 송수신할 경우, 전파의 경로 손실(path loss)완화 및 전파의 전달 거리를 증가시키기 위해, 빔포밍(beam forming)이 활용될 수 있다. 빔포밍은, 예를 들면, 안테나에서 송신되는 빔이 특정 방향으로 집중 되도록 하기 위해, 빔을 조향(steer)하는 것을 포함할 수 있다. 빔포밍을 위해, 송신단 110은 안테나를 통해 송수신되는 신호들 각각의 위상 및 크기를 조절할 수 있다. 이하 본 특허 문서에서, '빔을 송신하거나 수신한다' 및 '전파를 송신하거나 수신한다'는 동일하거나 유사한 의미로 사용될 수 있다.
- [0029] 도 2는 공기 중에서 주파수에 따른 전파 감쇄 정도(attenuation level)를 나타내는 그래프이다.
- [0030] 도 2를 참고하면, 그래프 200의 가로축은 주파수를 나타낸다. 그래프 200의 가로축의 주파수의 단위는 기가 헤르츠(GHz)이다. 그래프 200의 세로축은 거리에 따른 감쇄 정도를 나타낸다. 전파 감쇄 정도는, 예를 들면, 전파가 1m 진행(propagate)할 때마다 전파의 전력 감소 정도를 의미할 수 있다. 그래프 200의 세로축의 단위는 데시벨(dB)이다.
- [0031] 그래프 200은 전파의 주파수가 증가할수록 공기 중에서 전파 감쇄 정도가 증가하는 것을 나타낸다. 다시 말해서, 전파의 주파수와 전파 감쇄 정도는 양의 상관 관계(positive correlation)에 있음을 그래프 200을 통해

알 수 있다.

[0032] 도 2에서, 전파의 주파수가 증가할수록 대략적으로 공기 중에서 전파 감쇄 정도가 증가하나, 단조 증가(monotonic increase)하지는 않는다. 다시 말해서, 일정한 범위의 주파수 대역에서 전파 감쇄 정도가 급격하게 증가하였다가 감소하는 구간이 존재한다. 그래프 200은 대략 20GHz에서 30GHz까지의 주파수 대역과, 50GHz에서 70GHz까지의 주파수 대역에서 전파의 감쇄 정도가 급격하게 증가하는 것을 나타낸다.

[0033] 도 1과 같은 무선 백홀 시스템에서의 기지국은, 한정된 주파수 자원을 효율적으로 이용하고 높은 데이터 전송률을 달성하기 위해, mmWave 대역을 이용하여 데이터를 송수신할 수 있다. mmWave 대역은, 대략 60GHz 대역에 대응될 수 있다. 기지국에서 송신되는 신호는 안테나에서 안테나 이득만큼 전력이 증폭되어 공기 중으로 전파되고, 전파된 신호는 공기 중에서 해당 신호의 주파수에 대응하는 감쇄 정도만큼 전력이 감소되어 수신을 위한 단말 또는 기지국에 도달할 수 있다. 그러나, 기지국이 mmWave 대역(다시 말해서, 60GHz)을 이용하여 신호를 전송할 경우, 도 2의 그래프에서와 같이 공기 중에서 높은 전파 감쇄를 직면하고, 신호는 낮은 전력으로 수신을 위한 기지국 또는 단말에 도달하여 높은 데이터 전송률을 달성하지 못할 수 있다. 따라서, mmWave 대역을 이용하여 데이터를 송수신하는 경우 높은 전파 감쇄 정도를 보상하기 위해, 안테나의 이득을 높이는 것이 요구된다.

[0035] 도 3은 본 개시에 따른 파라볼라 안테나(parabolic antenna)의 일 예를 나타낸다.

[0036] 파라볼라 안테나는, 반사경 310과 안테나 330을 포함한다. 반사경 310은 포물선(parabolic) 형태이며, 입사되는 전파를 반사할 수 있다. 반사경 310이 포물선 형태를 가짐으로써, 파라볼라 안테나에 입사된 전파는 반사되어 반사경 310의 초점, 다시 말해서, 포물선의 초점에 집중될 수 있다. 또한, 파라볼라 안테나의 초점 위치에서 방사된 전파는 반사경 310에 의해 반사되어, 안테나의 축(포물선의 축)과 평행하게 방사될 수 있다.

[0037] 안테나 330은 전파를 방사하거나, 전파를 수신할 수 있다. 안테나 330에서 전파가 방사되거나 수신되는 부분은 반사경 310의 초점에 위치한다. 따라서, 파라볼라 안테나는 전파를 특정 방향으로 방사하거나, 수신된 전파를 한곳으로 집중시킬 수 있다. 이에 따라, 파라볼라 안테나는 높은 안테나 이득을 가질 수 있다. 예를 들어, 직경 30cm 내지 40cm의 반사경 310을 가지는 파라볼라 안테나는 40 데시벨(decibel, dB)의 안테나 이득을 가질 수 있다.

[0038] 상술한 바와 같이, 파라볼라 안테나는 안테나 이득이 높기 때문에, mmWave 대역을 이용하여 데이터를 송수신하는 경우라도 공기 중에서 일어나는 높은 전파 감쇄를 효율적으로 보상할 수 있다. 그러나, 파라볼라 안테나는 특정 방향으로 전파를 송수신할 수 있을 뿐, 특정 방향이 아닌 다른 방향으로 전파를 송수신하는 데에는 어려움이 있다. 다시 말해서, 파라볼라 안테나는 다양한 방향에 위치하는 장치들과 신호를 송수신하는 포인트-투-멀티-포인트(point-to-multi-point) 접근이 용이하지 않을 수 있다. 파라볼라 안테나가 높은 이득으로 빔을 송신할 수 있는 커버리지는 좁다.

[0040] 도 4는 본 개시에 따른 빔 조향 가능한 위상 배열 안테나(beam steerable phased array antenna)의 일 예를 나타낸다.

[0041] 특정 방향으로의 빔을 송신할 수 있는 파라볼라 안테나와 달리, 다양한 방향으로 빔을 조향하여 송신할 수 있는 안테나의 일 예로서, 본 실시 예에서 위상 배열 안테나가 제공된다. 하나의 위상 배열 안테나는 복수 개의 안테나 소자(antenna element)들이 배열을 이루어 구성될 수 있다. 각각의 안테나 소자들은 대응되는 위상 이동기(phase shifter)를 구비하고 있다. 안테나로부터 송신될 신호는 여러 개의 개별적인(individual) 동상의 서브 신호(in-phase sub signal)들로 나누어 질 수 있고, 각각의 동상의 서브 신호들은 각각의 위상 이동기를 통과하여 위상 이동된다. 위상 이동된 신호들은 각각의 위상 이동기에 대응되는 안테나 소자에 의해 송신될 수 있다. 위상 이동기는 전기적 신호에 의하여 형상이 변화될 수 있고, 변화된 형상의 위상 이동기는 각각의 안테나 소자에서 송신되는 서브 신호의 경로 길이나 송신 매질의 전파 상수를 변화시켜 각 신호의 위상을 이동시킬 수 있다. 각각의 안테나 소자에서 송신되는 서브 신호들은 위상 배열 안테나에서 송신되는 전체 빔을 형성한다. 다시 말해서, 위상 배열 안테나에서 송신되는 전체 빔은 각각 위상 이동된 서브 신호들을 포함하고, 각각의 서브 신호들의 위상을 조절하는 것에 의해 전체 빔의 방향을 결정할 수 있다. 위상 배열 안테나에서 각각의 안테나 소자들은 고정된 위치를 가지지만, 각각의 안테나 소자들에 대응되는 위상 이동기에 의해 서브 신호들의 위상을

변화시킴으로써 위상 배열 안테나는 송신되는 전체 빔을 조향할 수 있다.

- [0042] 도 4의 (a)는 위상 배열 안테나 450과, 위상 배열 안테나 450에 의해 조향된 빔 410을 나타낸다. 도 4의 (a)에서, 각각의 타원은 위상 배열 안테나 450에 의해 특정 방향으로 조향된 빔 410을 나타낸다. 각도 430은 안테나에 수직인 방향을 기준으로 빔이 조향된 각도를 나타낸다. 위상 배열 안테나 450은 각각의 안테나 소자에서 송신되는 서브 신호들의 위상을 조절하여 각도 430을 다양하게 변화시킬 수 있고, 다양한 방향으로 빔을 조향하여 송신할 수 있다. 도 4의 (a)에서는 빔 410이 위상 배열 안테나와 수직인 방향을 기준으로 왼쪽으로 각도 410만큼 조향된 것이 나타나 있다. 그러나, 도 4(a)에 도시된 빔이 조향된 각도 410은 예시적인 것이고, 다양한 정도의 각도로 조향될 수 있다. 또한, 위상 배열 안테나에서 각각의 안테나 소자들은 평면적으로 배열될 수 있으므로, 안테나가 송신하는 빔 410은 좌우 방향뿐만 아니라 앞, 뒤 방향으로도 조향될 수 있다.
- [0043] 도 4의 (b)는 위상 배열 안테나 450의 방사 패턴을 나타낸다. 보다 상세하게는, 도 4의 (b)는 위상 배열 안테나 450이 송신하는 빔의 방향을 위상 배열 안테나 450의 수직 방향으로 조향하였을 경우의 방사 패턴을 나타낸다. 도 4의 (b)에서 위상 배열 안테나 450 위에 도시된 다양한 모양의 도형들 470은 다양한 방향으로 방사되는 빔의 파워를 나타낸다. 도 4의 (b)에서는 위상 배열 안테나 450이 송신하는 빔의 방향을 수직 방향으로 조향하였기 때문에, 수직 방향으로 방출된 빔의 파워가 가장 큰 것으로 도시되어 있다. 그러나, 위상 배열 안테나 450이 조향하는 빔의 방향에 따라 가장 높은 파워를 가지는 빔의 방향은 다양하게 변경될 수 있다.
- [0045] 도 5는 PCB(printed circuit board)의 손실로 인해 위상 배열 안테나의 이득이 감소하는 것을 나타낸다.
- [0046] 위상 배열 안테나는 복수 개의 안테나 소자들이 배열을 이루어 구성될 수 있다. 각각의 안테나 소자들은, 예를 들면, PCB 위에서 배열을 이루어 위상 배열 안테나를 구성할 수 있다. 도 5의 (a)에서와 같이, 각각의 안테나 소자들은 PCB에서 전송 선로(transmission line)에 의해 연결될 수 있고, 전송 선로를 통해 RFIC(radio frequency integrated circuit, RFIC)에 연결될 수 있다.
- [0047] 일반적으로, 위상 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자들의 수가 증가할수록 전체 위상 배열 안테나의 이득이 증가한다. 안테나의 이득은, 예를 들면, 안테나에 의해 송신되는 신호의 전력이 안테나에 의해 증폭되는 비율로 정의될 수 있다. 그러나, 안테나의 이득은 다양하게 정의될 수 있다. 도 5의 (b)는 위상 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자들의 수와 전체 위상 배열 안테나의 이득과의 관계를 나타낸 그래프이다. 도 5의 (b)에서, 가로축은 위상 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자들의 수를 나타내고, 세로축은 안테나의 이득을 데시벨(dB)단위로 나타내었다. 도 5의 (b)에 따르면, 전송 선로에서 손실이 존재하지 않는 이상적인 경우에는, 위상 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자들의 수에 관계 없이 안테나 소자들의 수가 증가할수록 전체 위상 배열 안테나의 이득이 증가한다. 그러나, 실제적인 경우에는, PCB에서 사용되는 전송 선로를 통해 신호가 이동할 때 손실, 다시 말해서, 전송 선로 손실(PCB line loss)이 발생할 수 있다. 위상 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자들의 수가 증가할수록, PCB에서 사용되는 전송 선로의 길이가 길어지게 되므로, 전체 위상 배열 안테나에서 전송 선로에 의한 손실이 증가한다. 도 5의 (b)에 나타난 예에 따르면, 전송 선로 손실에 의해, 이상적인 경우(570)에 비해 전송 선로의 손실이 존재하는 경우(530) 안테나의 이득이 더 작은 것을 알 수 있다. 위상 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자의 개수가 256개일 때 안테나의 이득이 가장 크며, 안테나 소자의 개수가 256개를 넘을 경우 안테나 소자의 증가에 따른 안테나 이득의 증가에 비해 전송 선로 손실이 더 크기 때문에 안테나 이득이 감소하는 것을 알 수 있다. 도 5의 (b)에 따르면, 위상 배열 안테나의 이득은 전송 선로 손실로 인해 상한이 존재하므로, 위상 배열 안테나를 구성하는 안테나 소자의 개수를 늘리는 것 이외에 안테나 이득을 높이는 것이 요구된다.
- [0049] 도 6은 본 개시에 따라 백홀 장비(backhaul device)에서 렌즈를 사용할 경우 안테나 이득이 증가하는 것을 나타낸다.
- [0050] 도 6의 (a)는 백홀 장비 610과 렌즈 630을 도시한다. 백홀 장비 610과 렌즈 630은, 예를 들면, 기지국 110에 포함될 수 있다. 백홀 장비 610은 빔을 송신하거나 빔을 수신할 수 있으며, 이를 위해 적어도 하나의 안테나를 포함할 수 있다. 적어도 하나의 안테나는, 예를 들면, 위상 배열 안테나일 수 있다. 백홀 장비 610은 적어도 하나의 안테나를 이용하여 모든 방향으로 방사하는 빔을 송신할 수 있다. 또한, 백홀 장비 610은 위상 배열 안테나를 이용하여 빔을 조향할 수 있고, 특정 방향으로 빔을 송신할 수 있다.
- [0051] 렌즈 630은 렌즈 630에 입사된 빔을 집중시킬 수 있다. 다시 말해서, 렌즈 630으로 빔이 입사될 경우 렌즈 630

은 빔이 다른 방향으로 퍼지는 것을 방지할 수 있다. 렌즈 630은 백홀 장비 610의 전방에 위치할 수 있다. 도 6의 (a)에서, 렌즈 630은 평면 형태로 도시되어 있지만, 이는 예시적인 것이고, 렌즈 630은 다양한 형태를 가질 수 있다. 렌즈 630에 빔이 입사될 경우, 렌즈 630은 빔을 집중시켜 특정 방향으로의 빔의 수신 파워를 높일 수 있다. 다시 말해서, 렌즈 630은 PCB 전송 선로 손실로 인해 감소한 안테나의 이득을 보상할 수 있다.

[0052] 도 6의 (b)는 렌즈를 사용하지 않았을 경우와 렌즈를 사용한 경우의 안테나 이득을 비교한 그래프이다. 도시된 그래프에서 가로축은 송신단과 수신단 사이의 거리를 나타내고, 세로축은 데이터 전송률을 나타낸다. 거리와 데이터 전송률의 단위는 각각, 예를 들면, 미터(meter)와 초당 기가 바이트(Gb/s)일 수 있다. 곡선 650은 렌즈를 사용하지 않았을 경우 송신단과 수신단 사이의 거리에 따른 데이터 전송률을 나타내고, 곡선 670은 렌즈를 사용한 경우 송신단과 수신단 사이의 거리에 따른 데이터 전송률을 나타낸다. 곡선 650 및 곡선 670에 따르면, 동일한 데이터 전송률에서, 렌즈를 사용한 경우 송신단과 수신단 사이의 거리가 더 먼 것을 알 수 있다. 다시 말해서, 렌즈를 사용한 경우 송신단과 수신단 사이의 거리가 더 먼 상태에서도 동일한 데이터 전송률이 달성될 수 있고, 안테나의 이득이 더 크다.

[0054] 도 7은 본 개시에 따라 단일 초점을 가지는 렌즈의 위상 프로파일(phase profile)의 일 예를 나타낸다.

[0055] 일반적으로, 안테나에서 송신된 빔은 파면이 곡면 형태이다. 파면은 안테나에서 송신된 빔에 포함된 각 전파 성분에서 위상이 같은 지점을 연결하여 형성된 면을 의미한다. 안테나에서 송신된 빔에 포함된 각 전파 성분은 파면에 수직인 방향으로 진행한다. 안테나에서 송신된 빔의 파면은 곡면 형태이므로, 빔에 포함된 전파 성분들은 파면에 수직이 되는 여러 방향으로 퍼질 수 있다. 위상 배열 안테나를 통해 빔을 특정 방향으로 송신하는 경우에도, 빔의 파면은 곡면이므로, 다른 방향으로 퍼지는 전파 성분이 존재할 수 있다. 빔에서의 전파 성분들이 다른 방향으로 퍼지는 것을 방지하고, 빔을 특정 방향으로 집중시켜 수신되는 빔의 파워를 증가시키기 위해, 렌즈가 사용될 수 있다. 다시 말해서, 안테나가 렌즈를 통해 빔을 송신할 경우 다른 방향으로 송신되는 빔을 특정 방향으로 집중시킬 수 있다.

[0056] 구체적으로, 렌즈는 렌즈의 각 부분에 입사되는 전파 성분들의 위상을 다른 값으로 보상해주어 렌즈를 통과한 빔이 특정 방향으로 집중되도록 할 수 있다. 안테나가 렌즈를 통해 빔을 방사하는 경우, 안테나에서 방사되는 빔은 곡면의 파면을 가지므로, 특정 시간에 렌즈의 각 부분에 입사되는 전파 성분들의 위상은 서로 다르다. 렌즈는 렌즈를 통과한 빔의 파면이 평면이 되도록 렌즈의 각 부분에 입사된 전파 성분들의 위상을 다른 값으로 보상해줄 수 있다. 다시 말해서, 렌즈는 렌즈를 통과한 빔이 평면 파(plane wave)가 되도록 렌즈의 각 부분에 입사된 전파 성분들의 위상 값을 보상해 줄 수 있다. 평면 파에서 각 전파 성분은 평면인 파면에 수직인 방향으로 진행하므로, 각 전파 성분은 동일한 방향으로 진행하게 된다. 따라서, 렌즈는 안테나에서 방사된 빔이 평면 파가 되도록 하여 빔을 구성하는 각 전파 성분들이 다른 방향으로 퍼지지 않고 동일한 방향으로 진행하게 함으로써 빔을 특정 방향으로 집중시킬 수 있다.

[0057] 도 7의 (a)는 렌즈의 각 부분이 렌즈의 중심에서 떨어진 거리에서 입사된 전파 성분에 대해 보상하는 위상을 나타내는 그래프이다. 본 실시 예에서의 렌즈의 위상 프로파일에 따르면, 렌즈의 중심에서 보상되는 전파 성분의 위상 값이 가장 크고, 렌즈의 중심에서 멀어질수록 보상되는 전파 성분의 위상 값이 가장 작다. 다시 말해서, 본 실시 예에서 렌즈의 프로파일은 렌즈의 중심에서 극대(local maximum) 값을 가진다. 이하, 본 개시에서, 도 7의 (a)와 같은 그래프를 '위상 프로파일(phase profile)'이라 정의한다. 도 7의 (a)는 렌즈의 위상 프로파일을 렌즈의 각 부분이 렌즈의 중심에서 떨어진 일차원적인 거리에 따라 나타내었지만, 렌즈는 3차원의 형상일 수 있으므로 렌즈의 위상 프로파일을 다양한 방식으로 나타낼 수 있다. 일 예로, 도 7의 (b)와 같이 위상 프로파일을 2차원적으로 나타낼 수 있다. 도 7의 (b)는 도 7의 (a)에 도시된 위상 프로파일을 갖는 렌즈의 위상 프로파일을 2차원으로 나타낸 것이다. 도 7의 (b)에서 각각의 동심원들의 경계는 렌즈에서 동일한 위상을 보상하는 위치들을 연결한 선을 의미한다. 도 7의 (b)에 따르면, 원형인 렌즈의 위상 프로파일은 렌즈의 중심에서 가장 큰 값의 위상을 보상하고, 렌즈의 중심에서 멀어질수록 작은 값의 위상을 보상함을 알 수 있다.

[0058] 일 실시 예는 도 7의 (a)와 같은 위상 프로파일을 가지는 렌즈의 중심에 위상 배열 안테나의 빔을 조향하여 송신한 것을 가정한다. 특정 시간에 렌즈의 각 부분에 도달한 전파 성분의 위상은 렌즈의 중심 부분에서 가장 느리고, 렌즈의 중심에서 멀어질수록 빠르다. 이 경우, 렌즈가 렌즈의 중심에 도달한 전파 성분의 위상을 크게 보상하고, 렌즈의 중심에서 먼 부분에 도달한 전파 성분의 위상을 작게 보상하면 렌즈를 통과한 빔의 파면이 평면이 되도록 할 수 있다. 따라서, 안테나에서 렌즈의 중심으로 조향되어 송신된 빔이 도 7의 (a)와 같은 위상 프로파일을 가지는 렌즈를 통과할 경우, 평면 파를 형성하여 특정 방향으로 집중될 수 있다. 이 때, 평면 파의 파

면은 안테나와 렌즈의 중심을 잇는 일직선에 수직일 수 있다. 다른 실시 예는 도 7의 (a)와 같은 위상 프로파일을 가지는 렌즈의 중심이 아닌 부분에 위상 배열 안테나의 빔을 조향하여 송신한 것을 가정한다. 빔이 조향된 렌즈의 부분은 렌즈의 중심이 아니므로, 렌즈의 위상 프로파일이 극대 값을 가지지 않는다. 이 경우, 특정 시간에 렌즈의 각 부분에 도달한 전파 성분의 위상은 빔이 조향된 렌즈의 부분에서 가장 느리고, 빔이 조향된 렌즈의 부분에서 멀어질수록 빠르다. 따라서, 렌즈가 빔이 조향된 렌즈의 부분에 도달한 전파 성분의 위상을 크게 보상하고, 빔이 조향된 렌즈의 부분에서 먼 부분에 도달한 전파 성분의 위상을 작게 보상하면 렌즈를 통과한 빔의 파면이 평면이 되도록 할 수 있다. 그러나, 렌즈가 도 7의 (a)와 같은 위상 프로파일을 가지기 때문에, 빔이 조향된 렌즈의 부분에서 가장 큰 위상 값이 보상되지 않는다. 다시 말해서, 도 7의 (a)와 같은 위상 프로파일을 가지는 렌즈는 위상 프로파일이 극대 값을 갖는 렌즈의 중심으로 송신된 빔에 대해 빔을 집중시킬 수 있다.

[0059] 상술한 바에 따르면, 위상 배열 안테나를 이용하여 렌즈의 프로파일이 극대 값을 갖는 렌즈의 부분에 빔을 조향하여 송신할 경우, 렌즈를 통과한 빔은 평면 파를 형성하게 되고 빔은 안테나와 렌즈의 부분을 잇는 직선 방향으로 집중될 수 있다. 즉, 렌즈의 프로파일이 극대 값을 갖는 렌즈의 부분은 빔을 집중 시키는 초점에 해당할 수 있다. 이하, 본 개시에서 렌즈의 프로파일이 극대 값을 갖는 렌즈의 부분과 렌즈의 초점은 동일한 의미로 사용될 수 있다.

[0061] 도 8은 단조(monotonic) 위상 프로파일을 가지는 렌즈를 통해 빔을 송신할 경우 조향되는 빔의 각도에 따른 안테나 이득을 나타낸다. 이하 본 개시에서, '단조 위상 프로파일을 가지는 렌즈'는 렌즈의 위상 프로파일의 극대 값이 하나인 경우를 의미한다.

[0062] 도 8의 (a)는 위상 배열 안테나 830과 위상 배열 안테나 830 앞에 위치하는 렌즈 810을 나타낸다. 렌즈 810은 렌즈 810의 각 부분에 입사되는 전파 성분들의 위상을 보상해주어 렌즈를 통과한 빔이 특정 방향으로 집중되도록 할 수 있다. 렌즈 810 내부에 도식된 위상 프로파일은 대응되는 렌즈의 부분의 위치에서 보상되는 전파 성분의 위상을 나타낸다. 위상 프로파일에 따르면, 렌즈 810은 렌즈의 중심에서 보상하는 전파 성분의 위상 값이 가장 크고, 렌즈의 중심에서 멀어질수록 보상하는 전파 성분의 위상 값이 작아진다. 다시 말해서, 렌즈 810의 초점은 렌즈 810의 중심에 위치한다. 렌즈 810의 위상 프로파일은, 도 7의 (b)에 도식된 위상 프로파일과 동일할 수 있다. 렌즈 810은 원형으로 도식되어 있으나, 이는 예시적인 것이고, 다양한 형태를 가질 수 있다.

[0063] 위상 배열 안테나 830은 조향 가능한 빔을 송신할 수 있다. 위상 배열 안테나 830은 위상 배열 안테나 830을 구성하는 각각의 안테나 소자에서 송신되는 서브 신호의 위상을 조절하여, 위상 배열 안테나 830이 송신하는 전체 빔을 조향할 수 있다. 위상 배열 안테나 830은 송신 빔을 다양한 방향으로 조향할 수 있다. 예를 들어, 위상 배열 안테나 830은 렌즈 810의 중심으로 빔을 조향하여 송신할 수 있고, 또는 렌즈 810의 중심이 아닌 부분으로 빔을 조향하여 송신할 수 있다. 본 실시 예에서, 위상 배열 안테나 830이 위상 배열 안테나 830과 수직인 방향으로 빔을 조향하여 송신할 경우 송신한 빔이 렌즈 810의 중심을 통과하도록 도식되었다. 또한, 각도 850은 위상 배열 안테나 830의 수직인 방향을 기준으로 송신 빔이 조향된 정도를 나타낸다.

[0064] 위상 배열 안테나 830이 위상 배열 안테나 830에 수직인 방향으로 빔을 송신할 경우, 송신된 빔은 렌즈 810의 중심을 통과한다. 다시 말해서, 위상 배열 안테나 830이 송신한 빔은 렌즈 810의 초점을 통과한다. 렌즈 810의 초점에서 렌즈 810의 위상 프로파일은 극대 값을 가지므로, 위상 배열 안테나 830이 송신한 빔을 구성하는 각 전파 성분의 위상이 적절하게 보상되어 렌즈를 통과한 빔이 평면 파가 될 수 있다. 위상 배열 안테나 830이 위상 배열 안테나 830에 수직인 방향으로 빔을 송신할 경우 렌즈에 의해 빔을 집중시킬 수 있고, 높은 안테나 이득을 얻을 수 있다.

[0065] 반면, 위상 배열 안테나 830이 각도 850를 변경하여 빔을 송신할 경우, 위상 배열 안테나 830에서 송신된 빔은 렌즈의 초점을 통과하지 않아 평면 파가 될 수 없고, 상대적으로 낮은 이득만을 얻을 수 있다. 도 8의 (b)는 빔의 조향 각도 850에 따라 안테나에서 얻을 수 있는 이득을 나타낸다. 도 8의 (b)의 가로축은 빔의 조향 각도를 나타내고, 세로축은 안테나의 이득을 데시벨 단위로 나타낸 것이다. 곡선 870은 각도 850이 위상 배열 안테나 830의 빔이 수직 방향으로 조향 되도록 설정된 경우 얻을 수 있는 안테나 이득을 나타낸다. 도 8의 (b)에 따르면, 각도 850의 값이 크게 변경될 수록, 안테나의 이득이 빠르게 감소하는 것을 알 수 있다.

[0066] 상술한 예시들에 따르면, 위상 배열 안테나 830이 렌즈 810의 초점 방향으로 빔을 송신할 경우, 높은 이득을 달성할 수 있지만, 렌즈 810의 초점이 아닌 방향으로 빔을 송신할 경우, 상대적으로 낮은 이득을 얻을 수 있다. 다시 말해서, 위상 배열 안테나 830이 렌즈 810을 이용하여 PCB에서 발생하는 전송 선로 손실을 보상할 수 있는

높은 안테나 이득을 획득하는 경우, 높은 안테나 이득으로 데이터를 전송할 수 있는 커버리지(coverage)가 좁다. 따라서, 본 개시에서는 렌즈를 이용하여 특정 방향에서 높은 안테나 이득을 얻는 것뿐만 아니라, 높은 안테나 이득을 얻을 수 있는 범위를 증가시키기 위한 방법이 제공된다.

[0068] 도 9는 본 개시의 일 실시 예에 따라 복수 개의 초점을 가지는 렌즈의 위상 프로파일을 나타낸다.

[0069] 위상 배열 안테나가 렌즈의 초점 방향으로 빔을 조향하여 송신할 경우, 송신된 빔은 렌즈를 통과하여 평면 파를 형성하므로 높은 안테나 이득을 얻을 수 있다. 반면, 위상 배열 안테나가 렌즈의 초점에서 멀리 떨어진 방향으로 빔을 조향하여 송신할 경우, 상대적으로 낮은 안테나 이득을 얻을 수 있다. 다시 말해서, 위상 배열 안테나가 단일한 초점을 가지는 렌즈를 통해 빔을 송신할 경우 다양한 방향으로 높은 안테나 이득을 얻을 수 없다. 그러나, 렌즈에 복수 개의 초점이 존재한다면, 위상 배열 안테나가 복수 개의 초점이 렌즈에서 위치하는 다양한 방향으로 빔을 조향하여 송신하여도 높은 안테나 이득을 얻을 수 있다. 복수 개의 초점을 가지는 렌즈는, 예를 들면, 도 9의 (a)에 도시된 것처럼 각각 하나의 초점을 가지는 서브 렌즈(sub lens)가 인접하는 것에 의해 구성될 수 있다. 각각의 서브 렌즈는, 예를 들면, 도 7의 (a)에 도시된 것과 동일한 위상 프로파일을 가질 수 있다. 도 9의 (a)에서는 각각의 서브 렌즈가 원형의 평면 형태인 것으로 도시하나, 이는 예시적인 것이고, 각 서브 렌즈는 다양한 형태를 가질 수 있다. 또한, 도 9의 (a)에서는 세 개의 서브 렌즈가 인접한 것을 도시하지만, 인접하는 서브 렌즈의 수는 세 개보다 많을 수도, 적을 수도 있다.

[0070] 도 9의 (b)는 렌즈가 도 9의 (a)와 같이 구성될 경우에 렌즈의 위상 프로파일을 나타낸다. 도 9의 (a)에서, 가로축은 렌즈에서 수평 방향으로 떨어진 거리를 나타내며, 세로축은 각각의 거리에서 렌즈가 보상할 수 있는 전파 성분의 위상을 나타낸다. 렌즈를 구성하는 각각의 서브 렌즈의 위상 프로파일은 도 7의 (a)와 같이 하나의 극대 값을 가진다. 따라서, 세 개의 서브 렌즈로 구성된 렌즈의 위상 프로파일은 도 9의 (b)에서와 같이 세 개의 극대 값을 가질 수 있고, 이에 따라 세 개의 초점을 가질 수 있다. 렌즈의 위상 프로파일이 도 9의 (b)와 같은 경우, 위상 배열 안테나가 렌즈의 초점이 존재하는 렌즈의 중심 방향으로 빔을 송신하는 경우뿐만 아니라, 렌즈의 다른 초점이 존재하는 다른 방향으로 빔을 송신하는 경우에도 높은 안테나 이득이 획득될 수 있다. 다시 말해서, 렌즈의 중심이 아닌 방향으로 송신된 빔이 렌즈를 통과한 후 평면 파를 형성하도록 빔을 구성하는 전파 성분들의 위상이 적절하게 보상됨으로써, 렌즈의 중심 방향뿐만 아니라 다른 방향으로 송신된 빔이 높은 안테나 이득을 획득할 수 있다.

[0072] 도 10은 본 개시의 다른 실시 예에 따라 복수 개의 초점을 가지는 렌즈의 다른 예와 위상 프로파일을 나타낸다.

[0073] 복수 개의 초점을 가지는 렌즈는, 다른 예를 들면, 도 10의 (a)에 도시된 것처럼 각각 하나의 초점을 가지는 서브 렌즈가 인접하는 것에 의해 구성될 수 있다. 도 10의 (a)에 따르면, 렌즈를 구성하는 서브 렌즈들 중 가운데에 위치하는 서브 렌즈는 원형의 평면 형태이고, 가운데에 위치하는 서브 렌즈의 양 옆에 위치하는 서브 렌즈들은 각각 분할된(segmented) 원형의 평면 형태이다. 설명의 편의를 위해, 이하 가운데에 위치하는 서브 렌즈는 '제1 서브 렌즈'로, 제1 서브 렌즈 양 옆에 위치하는 서브 렌즈는 각각 왼쪽부터 '제2 서브 렌즈' 및 '제3 서브 렌즈'로 정의한다. 본 실시 예에서, 제2 서브 렌즈 및 제3 서브 렌즈는 각각 제1 서브 렌즈의 일부일 수 있다.

[0074] 제1 서브 렌즈는, 예를 들면, 도 7의 (a)에 도시된 것과 동일한 위상 프로파일을 가질 수 있다. 제2 서브 렌즈 및 제3 서브 렌즈는, 제1 서브 렌즈의 일부이므로, 제2 서브 렌즈 및 제3 서브 렌즈 각각의 위상 프로파일은 제1 서브 렌즈의 위상 프로파일의 일부를 포함할 수 있다. 도 10의 (a)에서는 세 개의 서브 렌즈가 인접한 것을 도시하지만, 인접하는 서브 렌즈의 수는 세 개보다 많을 수도, 적을 수도 있다. 예를 들면, 제2 서브 렌즈의 좌측에는 제2 서브 렌즈와 동일한 모양의 다른 서브 렌즈가 인접해 있을 수 있고, 제3 서브 렌즈의 우측에는 제3 서브 렌즈와 동일한 모양의 다른 서브 렌즈가 인접해 있을 수 있다. 제1 서브 렌즈, 제2 서브 렌즈 및 제3 서브 렌즈는 모두 동일한 평면에 존재할 수 있다.

[0075] 도 10의 (b)는 렌즈가 도 10의 (a)와 같이 구성될 경우에 렌즈의 위상 프로파일을 나타낸다. 도 10의 (b)에서, 가로축은 제1 서브 렌즈의 중심에서 떨어진 거리를 나타내고, 세로축은 각각의 거리에서 렌즈가 보상할 수 있는 전파 성분의 위상을 나타낸다. 렌즈를 구성하는 각각의 제1 서브 렌즈, 제2 서브 렌즈 및 제3 서브 렌즈의 위상 프로파일은 각각 하나의 극대 값을 가진다. 따라서, 세 개의 서브 렌즈로 구성된 위상 프로파일은 도 10의 (b)에서와 같이 세 개의 극대 값을 가질 수 있고, 이에 따라 세 개의 초점을 가질 수 있다. 렌즈의 위상 프로파일

이 도 10의 (b)와 같은 경우, 위상 배열 안테나가 렌즈의 초점이 존재하는 렌즈의 중심 방향으로 빔을 송신하는 경우뿐만 아니라, 렌즈의 다른 초점이 존재하는 다른 방향으로 빔을 송신하는 경우에도 높은 안테나 이득이 획득될 수 있다. 다시 말해서, 렌즈의 중심이 아닌 방향으로 송신된 빔이 렌즈를 통과한 후 평면 파를 형성하도록 빔을 구성하는 전파 성분들의 위상이 적절하게 보상됨으로써, 렌즈의 중심 방향뿐만 아니라 다른 방향으로 송신된 빔이 높은 안테나 이득을 획득할 수 있다. 도 9의 (b)와 비교하면, 렌즈의 중심 이외의 부분에 존재하는 렌즈의 초점이 렌즈의 중심에서 떨어진 거리가 상이하므로, 높은 안테나 이득을 얻을 수 있는 송신 빔의 방향이 상이할 수 있다. 다시 말해서, 높은 안테나 이득을 얻을 수 있는 범위가 상이할 수 있다.

[0076] 도 10의 (c)는 도 10의 (b)에 도시된 위상 프로파일을 갖는 렌즈의 위상 프로파일을 2차원으로 나타낸 것이다. 도 10의 (c)에서 각각의 원 또는 분할된 원의 경계는 렌즈에서 동일한 위상을 보상하는 위치들을 연결한 선을 의미한다. 도 10의 (c)에 따르면, 렌즈의 위상 프로파일은 제1 렌즈, 제2 렌즈 및 제3 렌즈의 중심에서 가장 큰 값의 위상을 보상하고, 중심에서 멀어질수록 작은 값의 위상을 보상함을 알 수 있다.

[0078] 도 11은 본 개시의 일 실시 예에 따라 비단조(non-monotonic) 위상 프로파일을 가지는 렌즈를 통해 빔을 송신할 경우 조향되는 빔의 각도에 따른 안테나 이득을 나타낸다. 이하 본 개시에서, '비단조 위상 프로파일을 가지는 렌즈'는 렌즈의 위상 프로파일의 극대 값이 복수 개인 경우를 의미한다.

[0079] 도 11의 (a)는 위상 배열 안테나 1130과 위상 배열 안테나 1130 앞에 위치하는 렌즈 1110을 나타낸다. 본 실시 예에서, 렌즈 1110은 도 9의 (a)에 도시된 렌즈와 동일하다. 다시 말해서, 렌즈 1110은 각각 하나의 초점을 가지는 원형의 평면 서브 렌즈가 인접하는 것에 의해 구성될 수 있다. 렌즈 1110은 도 9의 (b)에 도시된 것과 같은 위상 프로파일을 가진다. 위상 프로파일에 따르면, 렌즈 1110은 각각의 서브 렌즈들의 중심에서 보상하는 전파 성분의 위상 값이 가장 크고, 중심에서 멀어질수록 보상하는 전파 성분의 위상 값이 작아진다. 다시 말해서, 렌즈 1110은 세 개의 초점을 가지며, 각 초점은 렌즈 1110을 구성하는 각각의 서브 렌즈의 중심에 위치한다. 이하, 설명의 편의를 위해, 렌즈 1110의 가운데에 위치하는 서브 렌즈의 초점을 제1 초점, 제1 초점을 포함하는 서브 렌즈의 좌측에 위치한 서브 렌즈의 초점을 제2 초점, 제1 초점을 포함하는 서브 렌즈의 우측에 위치한 서브 렌즈의 초점을 제3 초점이라 정의한다.

[0080] 위상 배열 안테나 1130은 조향 가능한 빔을 송신할 수 있다. 본 실시 예에서, 위상 배열 안테나 1130이 위상 배열 안테나 1130과 수직인 방향으로 빔을 조향하여 송신할 경우 송신한 빔이 렌즈 1110의 가운데에 위치하는 서브 렌즈의 중심, 즉 렌즈 1110의 중심을 통과하도록 도시되었다. 또한, 각도 1150은 위상 배열 안테나 1130의 수직인 방향을 기준으로 송신 빔이 조향된 정도를 나타낸다.

[0081] 위상 배열 안테나 1130이 위상 배열 안테나 1130에 수직인 방향으로 빔을 송신할 경우, 송신된 빔은 렌즈 1110의 중심을 통과한다. 다시 말해서, 위상 배열 안테나 1130이 송신한 빔은 제1 초점을 통과한다. 제1 초점에서 렌즈 1110의 위상 프로파일은 극대 값을 가지므로, 위상 배열 안테나 1130이 송신한 빔을 구성하는 각 전파 성분의 위상이 적절하게 보상되어 렌즈를 통과한 빔이 평면 파가 될 수 있다. 위상 배열 안테나 1130이 위상 배열 안테나 1130에 수직인 방향으로 빔을 송신할 경우 렌즈에 의해 빔을 집중시킬 수 있고, 높은 안테나 이득을 얻을 수 있다. 또한, 도 9의 경우와 달리, 위상 배열 안테나 1130이 각도 1150을 변경하여 빔을 송신하는 경우에도, 제2 초점 및 제3 초점에 의해 렌즈를 통과한 빔이 집중될 수 있고, 높은 안테나 이득이 획득될 수 있다.

[0082] 도 11의 (b)는 빔의 조향 각도 1150에 따라 안테나에서 얻을 수 있는 이득을 나타낸다. 도 11의 (b)에서, 가로축은 빔의 조향 각도 1150을, 세로축은 빔의 조향 각도 1150에 따라 안테나에서 얻을 수 있는 이득을 데시벨 단위로 나타낸 것이다. 도 11의 (b)에서, 실선으로 도시된 그래프는 렌즈 1110을 이용하여 빔을 송신할 경우 빔의 조향 각도 1150에 따라 획득될 수 있는 안테나의 이득을 나타내고, 점선으로 도시된 그래프는 단조 위상 프로파일을 가지는 렌즈, 예를 들면, 렌즈 810을 이용하여 빔을 송신할 경우 빔의 조향 각도 1150에 따라 획득될 수 있는 안테나의 이득을 나타낸다. 각각의 그래프에서 가장 오른쪽에 도시된 포물선은 위상 배열 안테나의 수직 방향으로 빔을 조향하였을 경우 획득될 수 있는 안테나 이득을 나타낸다. 도 11의 (b)에 따르면, 위상 배열 안테나 1130이 렌즈 1110을 이용하여 빔을 송신할 경우 빔의 조향 각도 1150을 변경하여도 렌즈 1110의 중심 이외의 부분에 존재하는 제2 초점 또는 제3 초점에 의해 상대적으로 높은 이득이 달성될 수 있으나, 위상 배열 안테나 1130이 렌즈 810을 이용하여 빔을 송신할 경우 각도 1150의 변경에 따라 빔이 조향되는 방향이 렌즈 810의 단일 초점에서 멀어질수록 안테나의 이득이 빠르게 감소한다.

- [0084] 도 12는 본 개시의 다른 실시 예에 따라 비단조(non-monotonic) 위상 프로파일을 가지는 렌즈를 통해 빔을 송신할 경우 조향되는 빔의 각도에 따른 안테나 이득을 나타낸다.
- [0085] 도 12의 (a)는 위상 배열 안테나 1230과 위상 배열 안테나 1230 앞에 위치하는 렌즈 1230을 나타낸다. 본 실시 예에서, 렌즈 1210은 도 10의 (a)에 도시된 렌즈와 동일하다. 다시 말해서, 렌즈 1210은 제1 서브 렌즈, 제2 서브 렌즈 및 제3 서브 렌즈로 구성될 수 있다. 렌즈 1210은 도 10의 (b)에 도시된 것과 같은 위상 프로파일을 가진다. 위상 프로파일에 따르면, 렌즈 1210은 각각의 서브 렌즈들의 중심에서 보상하는 전파 성분의 위상 값이 가장 크고, 중심에서 멀어질수록 보상하는 전파 성분의 위상 값이 작아진다. 다시 말해서, 렌즈 1210은 세 개의 초점을 가지며, 각 초점은 렌즈 1110을 구성하는 각각의 서브 렌즈의 중심에 위치한다.
- [0086] 위상 배열 안테나 1230은 조향 가능한 빔을 송신할 수 있다. 본 실시 예에서, 위상 배열 안테나 1230이 위상 배열 안테나 1230과 수직인 방향으로 빔을 조향하여 송신할 경우 송신한 빔이 제1 서브 렌즈의 중심을 통과하도록 도시되었다. 또한, 각도 1250은 위상 배열 안테나 1230의 수직인 방향을 기준으로 송신 빔이 조향된 정도를 나타낸다.
- [0087] 위상 배열 안테나 1230이 위상 배열 안테나 1230에 수직인 방향으로 빔을 송신할 경우, 송신된 빔은 제1 서브 렌즈의 중심을 통과한다. 다시 말해서, 위상 배열 안테나 1130이 송신한 빔은 렌즈 1210의 초점들 중 하나를 통과한다. 제1 서브 렌즈의 중심에서 렌즈 1210의 위상 프로파일은 극대 값을 가지므로, 위상 배열 안테나 1230이 송신한 빔을 구성하는 각 전파 성분의 위상이 적절하게 보상되어 렌즈를 통과한 빔이 평면 파가 될 수 있다. 이에 따라, 위상 배열 안테나 1230이 위상 배열 안테나 1230에 수직인 방향으로 빔을 송신할 경우 렌즈에 의해 빔을 집중시킬 수 있고, 높은 안테나 이득을 얻을 수 있다. 또한, 도 11의 경우와 같이, 위상 배열 안테나 1230이 각도 1250을 변경하여 빔을 송신하는 경우에도, 제2 서브 렌즈의 초점 및 제3 서브 렌즈의 초점에 의해 렌즈를 통과한 빔이 집중될 수 있고, 높은 안테나 이득이 획득될 수 있다.
- [0088] 도 12의 (b)는 빔의 조향 각도 1250에 따라 안테나에서 얻을 수 있는 이득을 나타낸다. 도 12의 (b)에서, 실선으로 도시된 그래프는 렌즈 1210을 이용하여 빔을 송신할 경우 빔의 조향 각도 1250에 따라 획득될 수 있는 안테나의 이득을 나타내고, 점선으로 도시된 그래프는 단조 위상 프로파일을 가지는 렌즈, 예를 들면, 렌즈 810을 이용하여 빔을 송신할 경우 빔의 조향 각도 1250에 따라 획득될 수 있는 안테나의 이득을 나타낸다. 각각의 그래프에서 가장 오른쪽에 도시된 포물선은 위상 배열 안테나 1230의 수직 방향으로 빔을 조향하였을 경우 획득될 수 있는 안테나 이득을 나타낸다. 도 12의 (b)에 따르면, 위상 배열 안테나 1230이 렌즈 1210을 이용하여 빔을 송신할 경우 빔의 조향 각도 1250을 변경하여도 제1 서브 렌즈의 중심 이외의 부분에 존재하는 초점들에 의해 상대적으로 높은 이득이 달성될 수 있으나, 위상 배열 안테나 1230이 렌즈 810을 이용하여 빔을 송신할 경우 각도 1250의 변경에 따라 빔이 조향되는 방향이 렌즈 810의 단일 초점에서 멀어질수록 안테나의 이득이 빠르게 감소한다. 도 11의 (b)와 비교하면, 렌즈 1110 및 렌즈 1210에 포함된 초점들간의 거리 및 위상 프로파일이 상이하므로, 조향되는 빔의 각도에 따라 얻을 수 있는 안테나 이득이 변화하는 양상이 상이하다.
- [0090] 상술한 예시들에 따르면, 위상 배열 안테나가 복수 개의 초점을 가지는 렌즈를 이용하여 빔을 송신할 경우 높은 안테나 이득으로 데이터를 전송할 수 있는 커버리지(coverage)가 단일한 초점을 가지는 렌즈를 이용하여 빔을 송신하는 경우보다 넓다.
- [0092] 도 13 및 도 14는 본 개시의 실시 예에 따라 렌즈를 구성하는 복수 개의 서브 렌즈(sub-lens)간의 교차 영역(intersection area)을 나타낸다.
- [0093] 복수 개의 초점을 가지는 렌즈는, 예를 들면, 각각 하나의 초점을 가지는 서브 렌즈가 인접하는 것에 의해 구성될 수 있다. 렌즈는 도 9의 (a)에서와 같이 세 개의 서브 렌즈가 인접하여 구성될 수 있으며, 각각의 서브 렌즈는 평면 렌즈로서 완벽한 원형(complete circle)일 수 있다. 또한, 렌즈는 도 10의 (a)에서와 같이 하나의 완벽한 원형의 평면 렌즈와, 두 개의 분할된 원형의 서브 렌즈가 인접하는 것에 의해 구성될 수 있다. 도 10의 (a)에서의 렌즈는 완벽한 원형의 서브 렌즈 세 개가 중첩(intersect)되어 구성된 것으로도 볼 수 있다. 서브 렌즈들이 중첩될 경우 중첩된 부분에서 각각의 서브 렌즈의 위상 프로파일 또한 중첩될 수 있다. 중첩된 부분은 가공되어 전체 렌즈가 동일한 평면에 위치할 수 있다. 도 10의 (a)와 같이 원형의 평면 서브 렌즈들이 중첩될 경우 중첩된 부분은 타원과 유사한 형태일 수 있다. 그러나, 복수 개의 초점을 가지는 렌즈를 구성하기 위해 사용되는 서브 렌즈의 형태는 다양할 수 있다. 예를 들면, 렌즈는 복수 개의 사각형 모양의 서브 렌즈가 인접하는

것에 의해 구성될 수 있다. 또한, 도 10의 (a)와 유사하게, 각각의 사각형의 서브 렌즈는 중첩되어 하나의 렌즈를 구성할 수 있다. 도 13은 사각형의 서브 렌즈가 중첩되어 하나의 렌즈를 구성한 일 예를 나타낸다. 도 13에는 세 개의 사각형의 서브 렌즈가 중첩된 것으로 나타나 있지만, 렌즈를 구성하기 위해 사용되는 서브 렌즈의 수는 제한이 없다. 또한, 도 13과 다른 방법으로 사각형의 서브 렌즈들이 중첩될 수 있다. 도 13과 같이 사각형의 서브 렌즈들이 중첩될 경우 중첩된 교차 영역 1310은 직사각형의 형태가 된다. 세 개의 사각형의 서브 렌즈들이 중첩될 경우, 두 개의 교차 영역 1310 및 교차 영역 1330이 존재할 수 있고, 전체 렌즈는 도 13과 같은 위상 프로파일을 가질 수 있다. 도 13에 따르면 렌즈를 구성하는 각각의 사각형의 서브 렌즈의 중심에서 위상 프로파일은 극대 값을 가지고, 각각의 사각형의 서브 렌즈의 중심에서 멀어질수록 렌즈가 보상하는 전파 성분의 위상 값이 작아진다.

[0094] 상술한 예시들에서, 복수 개의 초점을 가지는 렌즈는 서브 렌즈들이 일렬로 배열되어 인접하거나 중첩됨으로써 구성될 수 있다. 이 경우, 복수 개의 초점을 가지는 렌즈에서 각 초점들은 일직선상에 위치하게 된다. 그러나, 렌즈는 3차원 공간에 존재할 수 있으므로, 렌즈를 구성하는 서브 렌즈들은 일렬로 배열되지 않을 수 있다. 이에 따라, 복수 개의 초점을 포함하는 렌즈에서 각 초점들은 일직선상에 위치하지 않을 수 있다. 도 14는 렌즈를 구성하는 서브 렌즈들 각각의 초점이 일직선 상에 배열되지 않도록 하면서 서브 렌즈들을 공간상에서 동일한 평면에 위치하도록 배치하여 렌즈를 구성한 것을 일 예를 나타낸다. 도 14에서, 렌즈는 다섯 개의 팔각형의 평면 서브 렌즈들로 구성될 수 있다. 각각의 서브 렌즈의 위상 프로파일은, 예를 들면, 서브 렌즈의 중심에서 극대 값을 가지고, 서브 렌즈의 중심에서 멀어질수록 렌즈가 보상하는 전파 성분의 위상 값이 작아질 수 있다. 네 개의 팔각형의 서브 렌즈들은 순환적(cyclic)으로 인접하도록 배열될 수 있고, 하나의 서브 렌즈가 네 개의 서브 렌즈들의 중심에 추가로 위치하여 각각의 네 개의 서브 렌즈들과 중첩될 수 있다. 팔각형의 서브 렌즈들이 서로 중첩된 경우, 중첩된 교차 영역 1410은 육각형일 수 있다. 도 14와 같이 서브 렌즈들을 중첩하여 렌즈를 구성한 경우 교차 영역 1410에서 각각의 서브 렌즈의 위상 프로파일 또한 중첩될 수 있다. 중첩된 부분은 가공되어 전체 렌즈가 동일한 평면에 위치할 수 있다. 도 14와 같이 렌즈가 구성된 경우, 렌즈에서의 초점들은 일직선상에만 위치하지 않으므로, 위상 배열 안테나는 수평 방향뿐만 아니라 수직 방향으로 빔을 조향하여 송신하여도 높은 안테나 이득을 달성할 수 있다.

[0096] 도 15는 본 개시의 다양한 실시 예들에 따라 렌즈를 구성하는 복수 개의 서브 렌즈들로부터 얻을 수 있는 초점 지도(map of focal points)를 나타낸다. 초점 지도는 복수 개의 초점을 가지는 렌즈에서 각각의 초점이 존재하는 위치를 도시한 것을 의미한다. 초점 지도를 통해 위상 배열 안테나가 렌즈를 이용해 빔을 송신할 경우 높은 안테나 이득을 얻을 수 있는 커버리지 영역을 예측할 수 있다.

[0097] 도 15의 (a)는 여섯 개의 원형의 서브 렌즈가 인접하여 구성된 렌즈 1510과 렌즈 1510의 초점 지도를 나타낸다. 렌즈 1510을 구성하는 각각의 서브 렌즈의 크기는 동일하다. 렌즈 1510의 초점들은 렌즈 1510을 구성하는 각각의 서브 렌즈의 중심에 위치할 수 있다. 렌즈 1510에 포함된 각각의 초점을 점으로 표시하고, 각 점들을 점선으로 연결하면 도 15의 (a)와 같은 초점 지도가 그려질 수 있다.

[0098] 도 15의 (b)는 다섯 개의 원형의 서브 렌즈가 인접하여 구성된 렌즈 1530과 렌즈 1530의 초점 지도를 나타낸다. 렌즈 1530을 구성하는 다섯 개의 서브 렌즈들 중 네 개의 서브 렌즈의 크기는 동일하나, 나머지 하나의 서브 렌즈의 크기는 다른 서브 렌즈의 크기에 비해 작다. 렌즈 1530은 크기가 동일한 네 개의 서브 렌즈들이 순환적으로 배열되고, 나머지 하나의 서브 렌즈가 순환적으로 배열된 렌즈들의 가운데에서 네 개의 서브 렌즈들과 인접하도록 위치됨으로써 구성될 수 있다. 렌즈 1530의 초점들은 렌즈 1530을 구성하는 각각의 서브 렌즈의 중심에 위치할 수 있다. 렌즈 1530에 포함된 각각의 초점을 점으로 표시하고, 각 점들을 점선으로 연결하면 도 15의 (b)와 같은 초점 지도가 그려질 수 있다.

[0099] 도 15의 (c)는 다섯 개의 원형의 서브 렌즈가 인접하여 구성된 렌즈 1550과 렌즈 1550의 초점 지도를 나타낸다. 렌즈 1550의 초점들은 렌즈 1550을 구성하는 각각의 서브 렌즈의 중심에 위치할 수 있다. 렌즈 1550을 구성하는 다섯 개의 서브 렌즈들은 일렬로 배열되어 있다. 다시 말해서, 렌즈 1550에 포함된 초점들은 모두 일직선 상에 위치한다. 도 15의 (c)에서, 렌즈 1550을 구성하는 서브 렌즈들의 크기는 가운데에 위치하는 서브 렌즈를 중심으로 대칭되는 위치에 있는 서브 렌즈들 간에 동일하다. 렌즈 1550의 양 끝에 위치하는 두 개의 서브 렌즈들은 가장 큰 크기를 가지고, 가운데에 위치하는 서브 렌즈는 가장 작은 크기를 가지며, 나머지 두 개의 서브 렌즈들은 중간 크기를 가진다. 렌즈 1530에 포함된 각각의 초점을 점으로 표시하고, 각 점들을 점선으로 연결하면 도 15의 (c)와 같은 초점 지도가 그려질 수 있다. 도 15의 (c)에 따르면, 렌즈 1550에 포함된 초점들의 초점간 거

리가 넓은 구간과 좁은 구간이 모두 존재한다.

- [0101] 도 16은 본 개시의 일 실시 예에 따라 렌즈를 구성하는 유닛 셀(unit cell)들을 나타낸다.
- [0102] 도 16에는 위상 배열 안테나 1630과, 위상 배열 안테나 앞에 위치하는 렌즈 1610, 위상 배열 안테나가 빔을 조향하는 각도 1650, 위상 배열 안테나가 빔을 송신하는 방향 1670 및 1690이 도시되어 있다. 본 실시 예에서, 렌즈 1610은 원형의 평면 형태인 것을 가정한다. 도 16에는 렌즈 1610의 측면이 도시되어 있다.
- [0103] 일 예로, 렌즈 1610은 복수 개의 유닛 셀들로 구성될 수 있다. 도 16에서, 렌즈 1610을 구성하는 각각의 유닛 셀이 사각형으로 표현되어 있다. 또한, 도 16에서, 렌즈를 구성하는 유닛 셀들이 수평 방향으로 배열되어 하나의 층을 이루고 있다. 그러나, 이는 예시적인 것이고, 렌즈 1610은 유닛 셀들이 복수 개의 층을 이루어 구성될 수 있다. 렌즈 1610이 복수 개의 유닛 셀의 층으로 구성된 경우, 각 층들 사이에는 가변 인덕터, 가변 캐패시터 같은 가변 소자가 삽입될 수 있다. 렌즈 1610을 구성하는 복수 개의 유닛 셀들은 각각 서로 다른 유전율을 가질 수 있다. 도 16은 렌즈 1610을 구성하는 유닛 셀들의 유전율이 각각 ϵ_0 , ϵ_1 , ϵ_2 , ϵ_3 , ϵ_4 인 것을 나타낸다. 유닛 셀의 유전율에 따라, 유닛 셀에 입사된 빔의 각 전파 성분이 보상받는 위상 값이 달라질 수 있다. 구체적으로, 유닛 셀의 유전율 값이 클수록, 유닛 셀에 입사되는 빔의 전파 성분이 보상받는 위상 값이 크다. 일 예로, 렌즈 1610의 중심에 위치하는 유닛 셀의 유전율 값이 가장 크고, 렌즈 1610의 중심에서 멀어질수록 유닛 셀의 유전율 값이 작아질 경우, 렌즈 1610의 위상 프로파일은 도 7의 (b)의 형태를 가질 수 있다. 다시 말해서, 렌즈 1610의 위상 프로파일은 렌즈의 중심에서 극대 값을 가지고, 렌즈의 중심에 초점이 위치한다. 도 7의 (b)에서, 렌즈 1610의 중심으로부터 수평 방향으로 같은 거리에 있는 유닛 셀들은 동일한 유전율을 가지고, 렌즈 1610의 중심에서 멀어질수록 유닛 셀들의 유전율 값을 작아질 수 있다. 다른 예로, 방향 1690에 존재하는 유닛 셀의 유전율 ϵ_2 값이 가장 크고, 방향 1690에 존재하는 유닛 셀에서 멀어질수록 유전율 값이 작아질 경우, 유전율 ϵ_2 를 가지는 유닛 셀에 초점이 위치하게 된다.
- [0104] 위상 배열 안테나 1630은 빔을 조향하여 방향 1670으로 빔을 송신할 수 있다. 또한, 위상 배열 안테나 1630은 빔을 조향하는 각도 1650을 변경하여 방향 1690으로 빔을 송신할 수 있다. 렌즈 1610은 방향 1670으로 조향되어 송신된 빔에 대해, 렌즈를 통과한 빔이 방향 1670과 수직인 파면을 가지는 평면 파가 되도록 서로 다른 유닛 셀에 도달한 각 전파 성분의 위상을 보상하는 유닛 셀들로 구성될 수 있다. 또한, 렌즈 1610은 방향 1690으로 조향되어 송신된 빔에 대해, 렌즈를 통과한 빔이 방향 1690과 수직인 파면을 가지는 평면 파가 되도록 서로 다른 유닛 셀에 도달한 각 전파 성분의 위상을 보상하는 유닛 셀들로 구성될 수 있다. 다시 말해서, 렌즈 1610을 구성하는 유닛 셀들의 유전율 값은 방향 1670으로 송신된 빔이 렌즈 1610에 도달하는 부분에 초점을 가지도록 설정될 수 있고, 방향 1690으로 송신된 빔이 렌즈 1610에 도달하는 부분에 초점을 가지도록 설정될 수도 있다. 렌즈 1610을 구성하는 유닛 셀들의 유전율 값들이 어떻게 설정되었는지에 따라 렌즈 1610의 초점의 위치가 달라질 수 있다.
- [0106] 도 17은 본 개시의 일 실시 예에 따른 적응적 렌즈(adaptive lens)를 나타낸다.
- [0107] 일 예로, 렌즈는 복수 개의 유닛 셀들로 구성될 수 있다. 렌즈를 구성하는 유닛 셀들은 층을 형성할 수 있고, 렌즈는 복수 개의 유닛 셀들의 층들이 쌓여 있는 것 같은 구조를 가질 수 있다. 유닛 셀들의 층들 사이에는 가변 인덕터 및/또는 가변 캐패시터와 같은 가변 소자들이 삽입될 수 있다. 가변 소자들의 값은 제어 신호에 의해 변경될 수 있다. 가변 소자의 값에 따라, 해당 가변 소자가 위치하는 유닛 셀에 입사된 전파 성분의 위상이 다르게 바뀔 수 있다. 다시 말해서, 렌즈는 제어 신호에 의해 유닛 셀들의 층들 사이에 존재하는 가변 소자들의 값을 다양하게 변경하여 렌즈의 위상 프로파일을 다양하게 변경할 수 있다.
- [0108] 다른 예로, 렌즈는 액정(liquid crystal) 패널들이 층을 이루어 구성될 수 있다. 액정 패널 층들 사이에는 특정 유전율을 가지는 유전체가 삽입될 수 있다. 또한, 액정 패널 층들 사이에는 유전체의 삽입 없이 공기층만이 존재할 수 있다. 액정 패널의 층들 사이에는 제어 신호에 의해 전압이 부가될 수 있다. 액정 패널의 층들 사이에 부가된 전압에 따라, 전압이 부가된 부분에서의 층 사이의 유전율이 변경될 수 있다. 다시 말해서, 렌즈는 제어 신호에 의해 렌즈의 각 부분에 위치하는 액정 패널 층 사이에 전압을 다양하게 부가하여, 렌즈의 위상 프로파일을 변경할 수 있다.

- [0109] 이하, 제어 신호에 의해 렌즈를 구성하는 유닛 셀들의 층들 사이에 위치한 가변 소자들의 값이 변경되거나, 렌즈를 구성하는 액정 패널 층들 사이에 전압이 부가되어 렌즈의 위상 프로파일이 변경되는 것을 '렌즈의 활성화'라 정의한다. 또한, 활성화될 수 있는 렌즈를 '적응적 렌즈'라 정의한다. 활성화된 렌즈에 제어 신호를 차단하는 것을 '비활성화'라고 정의한다. 렌즈는 제어 신호에 의해 활성화되어 복수 개의 초점들을 가지거나, 활성화 상태에서 제어 신호의 변경에 의해 복수 개의 초점들 중 적어도 하나의 초점의 위치가 다른 곳으로 이동할 수 있다.
- [0110] 도 17의 (a)는 비활성 상태의 렌즈에서 위상 배열 안테나의 빔이 조향되는 방향에 따라 획득될 수 있는 이득을 나타낸다. 본 실시 예에서, 비활성 상태에서 렌즈의 초점이 하나인 것이 가정된다. 도 17의 (a)에 따르면, 렌즈의 초점은 렌즈에서 위상 배열 안테나의 수직 방향에 위치한다. 빔 1710 및 빔 1730은 각각 위상 배열 안테나에서 렌즈의 초점 방향으로 송신된 빔과, 렌즈의 초점 방향에서 각도 θ 만큼 벗어난 방향으로 송신된 빔을 나타낸다. 또한, 빔 1710 및 빔 1730에서 각각의 빔에 대응되는 타원의 크기는, 예를 들면, 각각의 빔이 렌즈를 통과한 후의 빔의 파워를 나타낼 수 있다. 도 17의 (a)에서, 빔 1710은 렌즈의 초점을 통과하므로 렌즈를 통과한 후 빔의 파워가 상대적으로 큰 반면, 빔 1730은 렌즈의 초점이 아닌 곳을 통과하므로 렌즈를 통과한 후 빔의 파워가 상대적으로 작다.
- [0111] 도 17의 (b)는 활성 상태의 렌즈에서 위상 배열 안테나의 빔이 조향되는 방향에 따라 획득될 수 있는 이득을 나타낸다. 도 17의 (b)에 따르면, 렌즈는 렌즈의 중심에 위치한 본래의 초점뿐만 아니라, 제어 신호에 의해 활성화되어 각도 θ 의 방향에 존재하는 초점 또한 포함한다. 도 17의 (b)에서, 렌즈의 중심에 위치한 초점 방향으로 조향되어 송신된 빔뿐만 아니라, 각도 θ 의 방향으로 조향되어 송신된 빔 1750 또한 렌즈를 통과한 후 상대적으로 높은 파워를 가질 수 있다.
- [0112] 적응적 렌즈는 위상 배열 안테나가 빔을 조향하는 방향으로 렌즈의 초점을 적응적으로 이동시켜 위상 배열 안테나가 조향하는 빔의 방향에 관계없이 높은 안테나 이득을 얻도록 할 수 있다. 다시 말해서, 적응적 렌즈가 사용될 경우 위상 배열 안테나가 높은 이득을 얻을 수 있는 커버리지를 넓힐 수 있다.
- [0113] 본 실시 예에서, 적응적 렌즈는 유닛 셀들의 층들 사이에 삽입된 가변 소자의 값을 변경하거나, 액정 패널의 층들 사이에 부가하는 전압의 값을 변경하는 것에 구현되는 것으로 설명되었다. 그러나, 이는 예시적인 것이고, 적응적 렌즈는 제어 신호에 의해 렌즈의 위상 프로파일이 바뀔 수 있도록 다양한 방식으로 구현될 수 있다.
- [0115] 도 18은 본 개시의 일 실시 예에 따른 송신단 장치의 블록 구성도이다.
- [0116] 도 18에서, 송신단 장치는 통신부 1830, 제어부 1810, 안테나 어레이 1850, 렌즈 1870, 저장부 1890을 포함할 수 있다. 그러나, 송신단 장치의 범위는 상술한 구성요소만을 포함하도록 제한되지 않는다. 예를 들면, 송신단 장치는 통신부 1830, 제어부 1810, 안테나 어레이 1850, 렌즈 1870, 저장부 1890 이외에 다른 구성요소를 포함할 수 있다. 또한, 송신단 장치는 통신부 1830, 제어부 1810, 안테나 어레이 1850, 렌즈 1870, 저장부 1890 중 일부 구성요소만을 포함할 수 있다. 예를 들면, 송신단 장치는 빔을 직접적으로 제어하고 송신하는 부분인 제어부 1810, 안테나 어레이 1850, 렌즈 1870만을 포함할 수 있고, 렌즈 1870이 적응적 렌즈가 아닌 경우, 제어부 1810이 생략되어 송신단 장치는 안테나 어레이 1850, 렌즈 1870만을 포함할 수도 있다.
- [0117] 통신부 1830은 무선 채널을 통해 신호를 송수신하기 위한 기능들을 수행한다. 나아가, 통신부 1830은 송신 필터, 수신 필터, 증폭기, 믹서, 오실레이터, DAC, ADC 등을 포함할 수 있다. 또한, 통신부 1830은 다수의 무선 주파수(radio frequency, 이하 RF) 체인들을 포함할 수 있다. 나아가, 통신부 1830은 빔포밍을 수행할 수 있다. 빔포밍을 위해, 통신부 1830은 적어도 하나의 안테나 1950 또는 안테나 요소들을 통해 송수신되는 신호들 각각의 위상 및 크기를 조절할 수 있다. 나아가, 통신부 1830은 서로 다른 다수의 무선 접속 기술들을 지원하기 위해 다수의 통신 모듈들을 포함할 수 있다. 통신부 1830은 상술한 바와 같이 신호를 송신 및 수신한다. 이에 따라, 통신부 1830은 송신부, 수신부 또는 송수신부로 지칭될 수 있다. 또한, 송신단 장치는 다른 장치의 구성요소로 포함될 수 있다. 예를 들면, 송신단 장치는 기지국에 포함될 수 있다.
- [0118] 제어부 1810은 송신단 장치의 전반적인 동작들을 제어한다. 예를 들어, 제어부 1810은 통신부 1830을 통해 신호를 송수신한다. 또한, 제어부 1810은 저장부 1890에 데이터를 기록하고, 읽는다. 이를 위해, 제어부 1810은 적어도 하나의 프로세서를 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어부 1810은 통신을 위한 제어를 수행하는 CP 및 응용 프로그램 등 상위 계층을 제어하는 AP를 포함할 수 있다. 제어부 1810은 렌즈 1870에 제어 신호를 송신하여, 렌즈 1870을 활성화시킬 수 있다. 다시 말해서, 제어부 1810은 렌즈 1870에 제어 신호를 송신하여 렌즈가 복수

개의 초점들을 가지도록 하거나, 렌즈의 복수 개의 초점들 중 적어도 하나의 초점의 위치를 다른 곳으로 이동시킬 수 있다. 또한, 제어부 1810은 렌즈 1870이 각각의 층(layer)이 복수 개의 유닛 셀들을 포함하는 복수 개의 층들로 이루어진 경우, 제어 신호를 이용하여 복수 개의 층들 사이에 삽입된 적어도 하나의 인덕터 값 또는 적어도 하나의 캐패시터 값을 변화시킬 수 있다. 변화된 적어도 하나의 인덕터 값 또는 적어도 하나의 캐패시터 값에 따라, 렌즈 1870에서 초점의 위치가 변화할 수 있다. 제어부 1810은 렌즈 1870이 각각의 층이 액정(liquid crystal)패널로 구성된 복수 개의 층들로 이루어진 경우, 제어 신호를 이용하여 패널 사이의 전압을 변화시킬 수 있다. 변화된 전압에 따라, 렌즈 1870에서 초점의 위치가 변화할 수 있다. 제어부 1810은 안테나 어레이 1850을 제어할 수 있다.

[0119] 안테나 어레이 1850은 복수 개의 안테나 소자들로 구성될 수 있다. 안테나 어레이 1850은 안테나 소자들을 이용하여 빔을 조향할 수 있다. 각각의 안테나 소자들은 대응되는 위상 이동기를 구비할 수 있다. 안테나 어레이 1850에서 송신되는 빔은, 예를 들면, 빔을 구성하는 서브 신호들 각각이 안테나 소자들에 의해 위상이 이동되는 것에 의해 조향될 수 있다.

[0120] 렌즈 1870은 안테나 어레이 1850에서 송신되는 빔을 특정 방향으로 집중시킬 수 있다. 렌즈 1870은 복수 개의 유닛 셀들로 구성될 수 있다. 구체적으로, 렌즈 1870은 복수 개의 유닛 셀들이 층을 이루어, 각각의 층이 쌓여 있는 구조로 이루어 질 수 있다. 유닛 셀들의 층들 사이에는 적어도 하나의 캐패시터 또는 적어도 하나의 인덕터가 삽입될 수 있다. 또한, 렌즈 1870은 각각의 층이 액정(liquid crystal)패널로 구성된 복수 개의 층들로 이루어질 수 있다. 패널 사이에는 전압이 부가될 수 있다. 렌즈 1870은 다양한 형태를 가질 수 있다. 예를 들면, 렌즈 1870은 평면일 수 있고, 원형의 평면일 수 있고, 분할된 원형의 평면일 수 있다. 또한, 렌즈 1870은 사각형의 형태일 수 있고, 팔각형의 형태일 수 있다. 본 개시에서 렌즈 1870의 형태는 상술한 예시들로 제한되지 않는다.

[0121] 렌즈 1870은 복수 개의 초점을 가질 수 있다. 일 예로, 렌즈 1870은 각각 하나의 초점을 가지는 복수 개의 서브 렌즈가 인접하거나 중첩되는 것에 의해 복수 개의 초점을 가질 수 있다. 각각의 서브 렌즈들의 크기는 서로 다를 수 있다. 다른 예로, 렌즈 1870은 렌즈 1870을 구성하는 복수 개의 유닛 셀들 각각이 다른 값의 유전율을 가지는 것에 의해 복수 개의 초점을 가질 수 있다. 복수 개의 유닛 셀들 중 제1 일부에 포함된 유닛 셀들 각각의 유전율은 서로 같을 수 있고, 복수 개의 유닛 셀들 중 제2 일부에 포함된 유닛 셀들 각각의 유전율은 서로 같을 수 있지만, 제1 일부의 유전율과 제2 일부의 유전율은 서로 다를 수 있다. 또 다른 예로, 렌즈 1870의 적어도 하나의 초점이 제어 신호에 의해 활성화되어 렌즈 1870이 복수 개의 초점을 가질 수 있다. 렌즈 1870이 복수 개의 유닛 셀들이 층을 이루어, 각각의 층이 쌓여 있는 구조로 이루어진 경우, 송신단 장치는 유닛 셀들의 층들 사이에 삽입된 적어도 하나의 캐패시터 또는 적어도 하나의 인덕터 값을 변경하여 렌즈 1870의 적어도 하나의 초점을 활성화 시키거나, 활성화된 초점을 이동시킬 수 있다. 또한, 렌즈 1870이 각각의 층이 액정(liquid crystal)패널로 구성된 복수 개의 층들로 이루어진 경우, 송신단 장치는 패널 사이의 전압을 변경하여 렌즈 1870의 적어도 하나의 초점을 활성화 시키거나, 활성화된 초점을 이동시킬 수 있다. 렌즈 1870에서 복수 개의 초점은 일직선 상에 위치하지 않을 수 있다. 다시 말해서, 복수 개의 초점은 2차원 평면 또는 3차원상에 위치하여 다양한 방향으로 조향되는 빔을 커버할 수 있다.

[0122] 렌즈 1870에서 각 초점은, 초점 방향으로 조향된 빔의 위상 오류(phase error)를 보상할 수 있다. 위상 오류는 렌즈 1870을 통과한 후의 빔이 평면 파가 되도록 빔의 각 전파성분에서 보상되어야 하는 위상을 의미한다. 렌즈 1870의 초점으로 조향된 빔은 위상 오류가 적절하게 보상되어 렌즈 1870을 통과한 후의 빔이 평면 파가 될 수 있다. 렌즈 1870은 초점 방향으로 조향된 빔의 위상 오류를 보상하도록 위상 프로파일을 가질 수 있다. 렌즈 1870의 위상 프로파일은 렌즈 1870의 각각의 초점에서 극대 값을 가진다.

[0123] 저장부 1890은 송신단의 동작을 위한 기본 프로그램, 응용 프로그램, 설정 정보 등의 데이터를 저장한다. 특히, 저장부 1890은 송신단과의 시그널링을 위한 데이터, 다시 말해, 송신단으로부터의 메시지를 해석하기 위한 데이터를 저장할 수 있다. 그리고, 저장부 1890은 제어부 1810의 요청에 따라 저장된 데이터를 제공한다.

[0125] 도 19는 본 개시의 일 실시 예에 따라 송신단 장치에서 빔을 송신하는 과정을 나타내는 흐름도이다. 본 실시 예에서, 송신단 장치는 안테나 소자들을 이용하여 빔을 조향하는 안테나 어레이(array)와, 제1 초점 및 제2 초점을 포함하는 렌즈를 포함할 수 있다.

[0126] 도 19의 (a)는 렌즈를 통해 송신단 장치의 안테나 어레이가 빔을 송신하는 과정을 나타내는 흐름도이다.

- [0127] 단계 1910에서, 렌즈의 제2 초점이 제어 신호에 의해 활성화 될 수 있는지 여부를 판단한다. 다시 말해서, 렌즈가 적응적 렌즈인지 여부를 판단한다.
- [0128] 단계 1910에서 렌즈가 적응적 렌즈로 판단된 경우, 단계 1920으로 이동하여, 송신단 장치는 렌즈에 제어 신호를 송신한다. 제어 신호에 의해 제2 초점은 렌즈에서 송신단 장치가 빔을 송신하고자 하는 방향에 있는 위치에 생성되거나, 빔을 송신하고자 하는 방향에 있는 위치로 이동할 수 있다.
- [0129] 그 후, 단계 1930으로 이동하여 송신단 장치는 안테나 어레이에 의해, 안테나 소자들을 이용하여 빔을 조향한다. 안테나 어레이에서 빔은 렌즈에서 빔을 송신하고자 하는 방향에 있는 위치로 생성되거나 이동한 초점 쪽으로 조향될 수 있다. 안테나 어레이에서 송신된 빔은, 예를 들면, 빔을 구성하는 서브 신호들 각각이 안테나 소자들에 의해 위상이 이동되는 것에 의해 조향될 수 있다. 안테나 어레이는 빔이 조향된 방향으로 빔을 송신할 수 있고, 송신된 빔은 렌즈를 통과한 후 특정 방향으로 진행할 수 있다.
- [0130] 단계 1910에서, 렌즈의 제2 초점이 제어 신호에 의해 활성화 될 수 없는 것으로 판단된 경우, 다시 말해서, 렌즈가 적응적 렌즈가 아닌 경우, 단계 1930으로 이동하여 송신단 장치는 안테나 어레이에 의해, 안테나 소자들을 이용하여 빔을 조향한다. 빔은 복수 개의 초점을 가지는 렌즈를 통해 송신되어 다양한 방향으로 조향된 경우에도 높은 이득을 가질 수 있다. 다시 말해서, 복수 개의 초점을 가지는 렌즈를 통해 빔이 송신될 경우 빔이 높은 이득으로 도달할 수 있는 커버리지가 높다.
- [0131] 도 19의 (a)는 렌즈를 통해 송신단 장치의 안테나 어레이가 빔을 송신할 때 렌즈가 적응적 렌즈인 경우와 아닌 경우를 하나의 흐름도에 나타내었다. 그러나, 이는 설명의 편의를 위한 것이고, 각각의 경우에 대해 별도의 흐름도가 구현될 수 있다. 예를 들면, 렌즈가 적응적 렌즈가 아닌 경우, 안테나 어레이가 빔을 송신하는 과정은 단계 1930만을 포함할 수 있다. 또한, 렌즈가 적응적 렌즈일 경우, 안테나 어레이가 빔을 송신하는 과정은 단계 1920 및 단계 1930만을 포함할 수 있다.
- [0133] 도 19의 (b)는 적응적 렌즈에서 제어 신호에 의해 초점이 생성되거나 초점이 이동되는 과정을 나타내는 흐름도이다.
- [0134] 단계 1940에서, 송신단 장치는 적응적 렌즈가 각각의 층이 복수 개의 유닛 셀들을 포함하는 복수 개의 층들로 이루어져 있는지 여부를 판단한다. 본 실시 예에서 적응적 렌즈가 각각의 층이 복수 개의 유닛 셀들을 포함하는 복수 개의 층들로 이루어져 있지 않은 경우 적응적 렌즈는 각각의 층이 액정(liquid crystal)패널로 구성된 복수 개의 층들로 이루어진 것으로 가정한다. 그러나, 이는 예시적인 것이고, 적응적 렌즈는 제어 신호에 의해 렌즈의 위상 프로파일이 바뀔 수 있도록 다양한 방식으로 이루어질 수 있다.
- [0135] 단계 1940에서, 적응적 렌즈가 각각의 층이 복수 개의 유닛 셀들을 포함하는 복수 개의 층들로 이루어져 있는 것으로 판단된 경우, 단계 1960으로 이동하여, 송신단 장치는 제어 신호에 의해 유닛 셀들의 층들 사이에 삽입된 적어도 하나의 인덕터 값 또는 적어도 하나의 커패시터 값을 변화시킨다. 적어도 하나의 제2 초점의 적응적 렌즈에서의 위치는 적어도 하나의 인덕터 값 또는 적어도 하나의 커패시터 값에 따라 생성되거나, 변화할 수 있다.
- [0136] 단계 1940에서, 적응적 렌즈가 각각의 층이 복수 개의 유닛 셀들을 포함하는 복수 개의 층들로 이루어져 있지 않은 것으로 판단된 경우, 다시 말해서, 적응적 렌즈가 각각의 층이 액정(liquid crystal)패널로 구성된 복수 개의 층들로 이루어진 경우, 단계 1950으로 이동하여, 송신단 장치는 액정 패널의 층 사이의 전압을 변화시킨다. 적어도 하나의 제2 초점의 적응적 렌즈에서의 위치는 전압에 따라 생성되거나, 변화할 수 있다.
- [0138] 본 개시의 청구항 또는 명세서에 기재된 실시 예들에 따른 방법들은 하드웨어, 소프트웨어, 또는 하드웨어와 소프트웨어의 조합의 형태로 구현될(implemented) 수 있다.
- [0139] 그러한 소프트웨어는 컴퓨터 판독 가능 저장 매체에 저장될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 저장 매체는, 적어도 하나의 프로그램(소프트웨어 모듈), 전자 장치에서 적어도 하나의 프로세서에 의해 실행될 때 전자 장치가 본 개시의 방법을 실시하게 하는 명령어들(instructions)을 포함하는 적어도 하나의 프로그램을 저장한다.
- [0140] 이러한 소프트웨어는, 휘발성(volatile) 또는 (ROM: Read Only Memory)과 같은 불휘발성(non-volatile) 저장 장치의 형태로, 또는 램(RAM: random access memory), 메모리 칩(memory chips), 장치 또는 집적 회로

(integrated circuits)와 같은 메모리의 형태로, 또는 콤팩트 디스크 롬(CD-ROM: Compact Disc-ROM), 디지털 다목적 디스크(DVDs: Digital Versatile Discs), 자기 디스크(magnetic disk) 또는 자기 테이프(magnetic tape) 등과 같은 광학 또는 자기적 판독 가능 매체에, 저장될 수 있다.

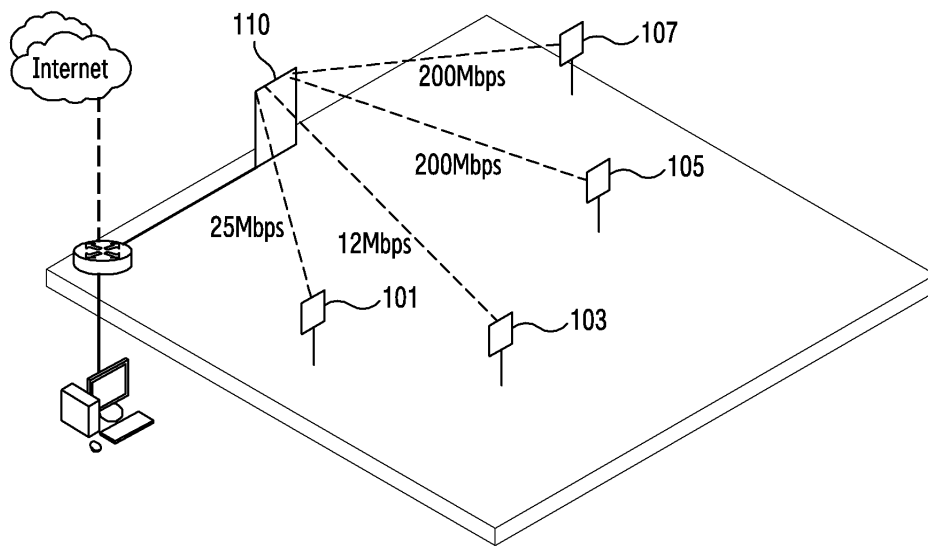
[0141] 저장 장치 및 저장 미디어는, 실행될 때 일 실시 예들을 구현하는 명령어들을 포함하는 프로그램 또는 프로그램들을 저장하기에 적절한 기계-판독 가능 저장 수단의 실시 예들이다. 실시 예들은 본 명세서의 청구항들 중 어느 하나에 청구된 바와 같은 장치 또는 방법을 구현하기 위한 코드를 포함하는 프로그램, 및 그러한 프로그램을 저장하는 기계-판독 가능 저장 매체를 제공한다. 나아가, 그러한 프로그램들은 유선 또는 무선 연결을 통해 전달되는 통신 신호와 같은 어떠한 매체에 의해 전자적으로 전달될 수 있으며, 실시 예들은 동등한 것을 적절히 포함한다.

[0142] 상술한 구체적인 실시 예들에서, 발명에 포함되는 구성 요소는 제시된 구체적인 실시 예에 따라 단수 또는 복수로 표현되었다. 그러나, 단수 또는 복수의 표현은 설명의 편의를 위해 제시한 상황에 적합하게 선택된 것으로서, 상술한 실시 예들이 단수 또는 복수의 구성 요소에 제한되는 것은 아니며, 복수로 표현된 구성 요소라 하더라도 단수로 구성되거나, 단수로 표현된 구성 요소라 하더라도 복수로 구성될 수 있다.

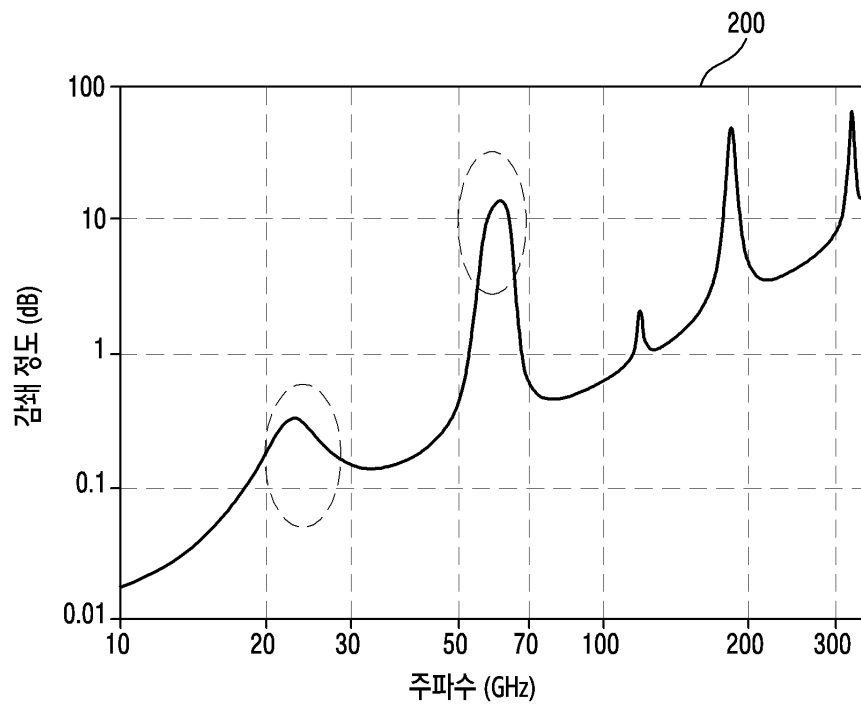
[0143] 한편, 발명의 설명에서는 구체적인 실시 예에 관해 설명하였으나, 다양한 실시 예들이 내포하는 기술적 사상의 범위에서 벗어나지 않는 한도 내에서 여러 가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니 되며 후술하는 청구범위뿐만 아니라 이 청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

도면

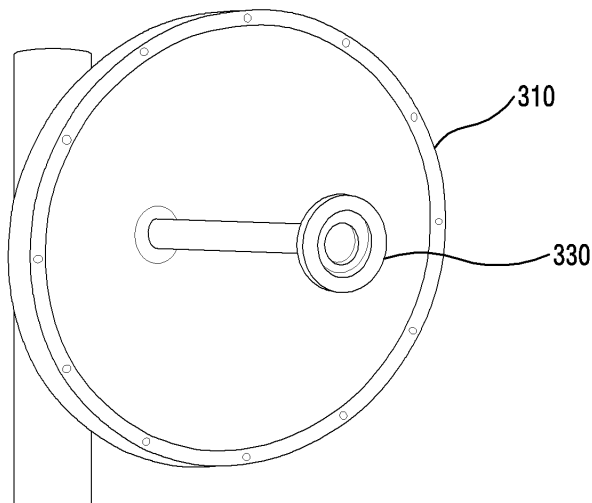
도면1



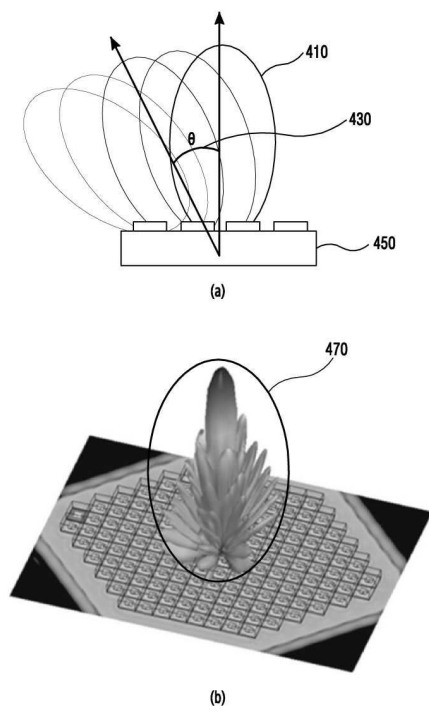
도면2



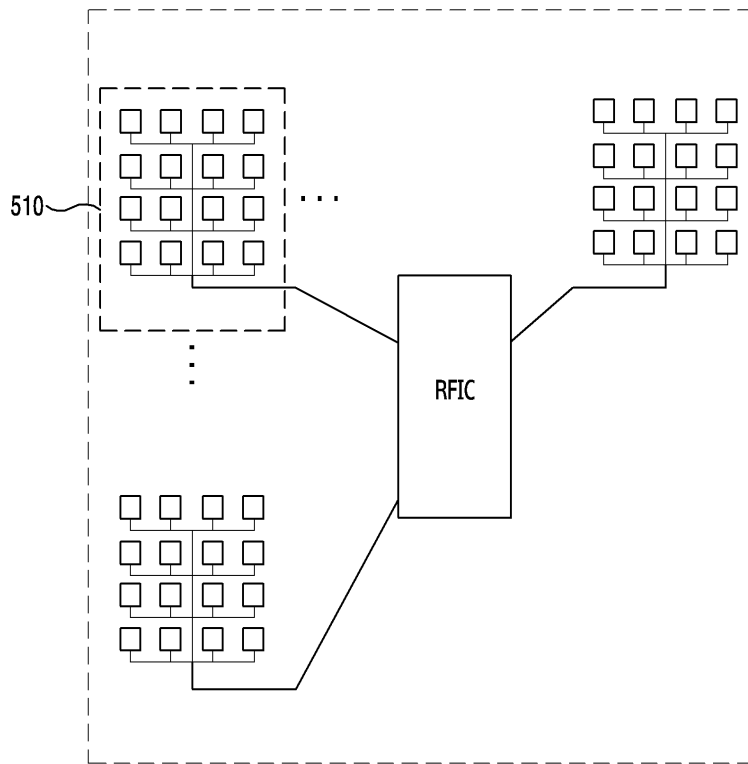
도면3



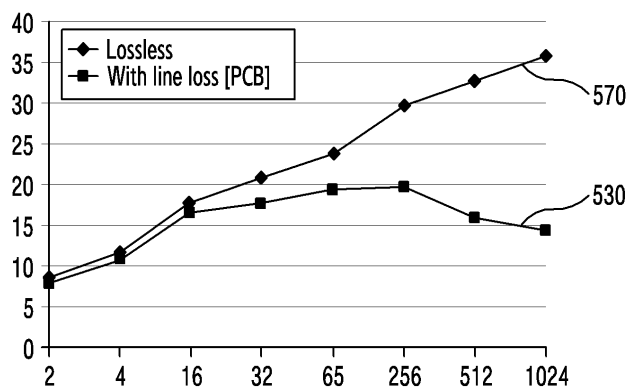
도면4



도면5

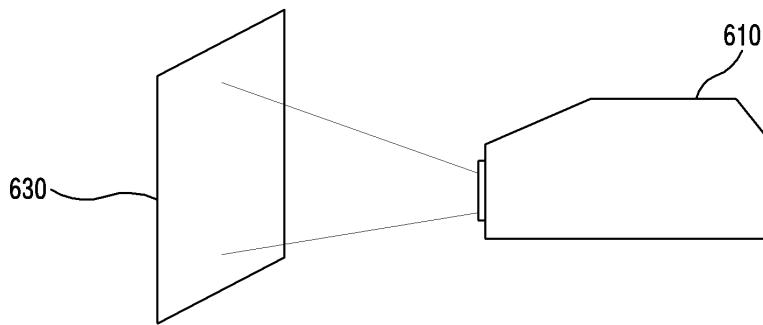


(a)

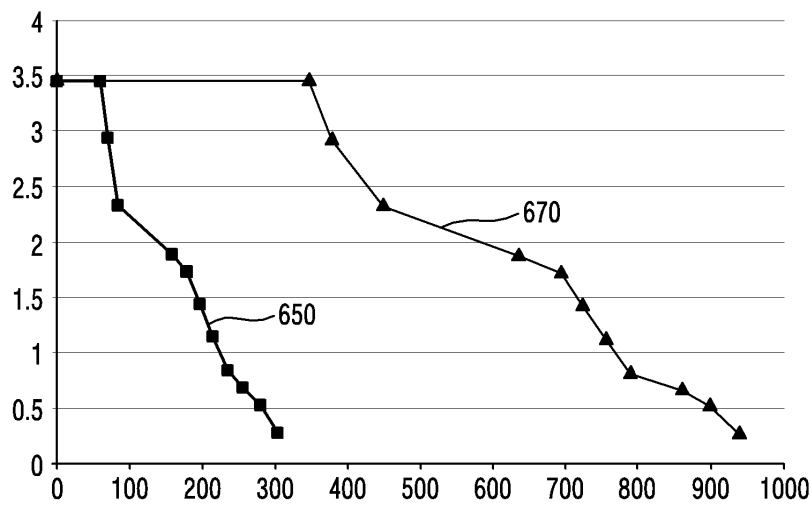


(b)

도면6

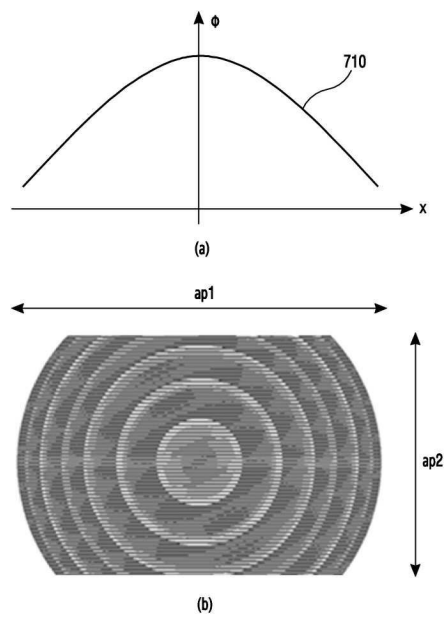


(a)

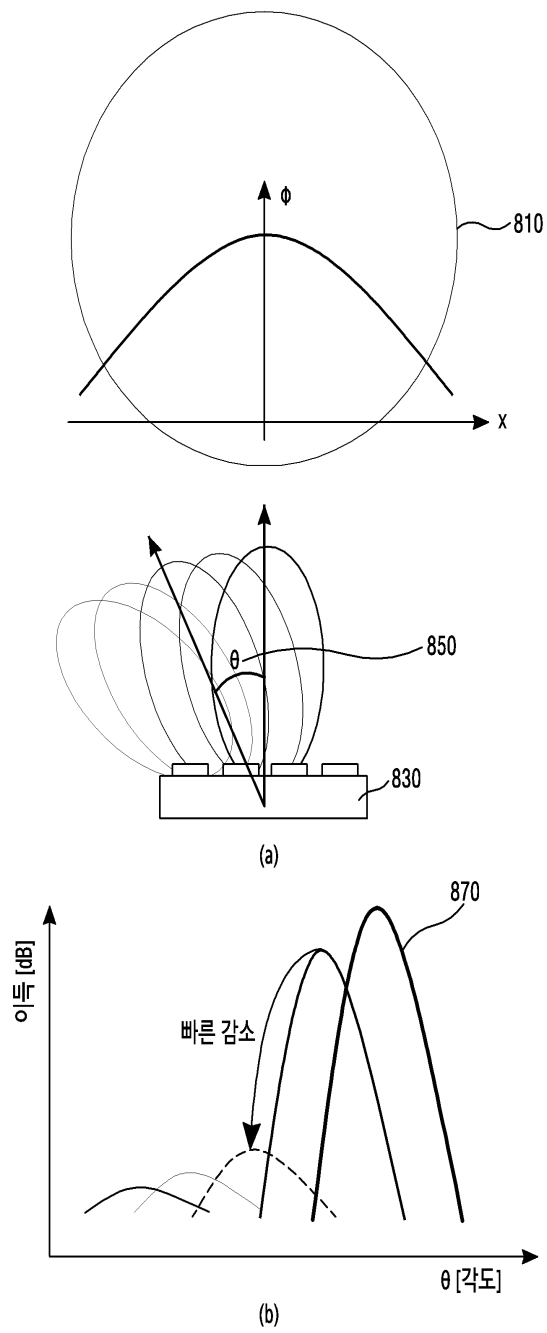


(b)

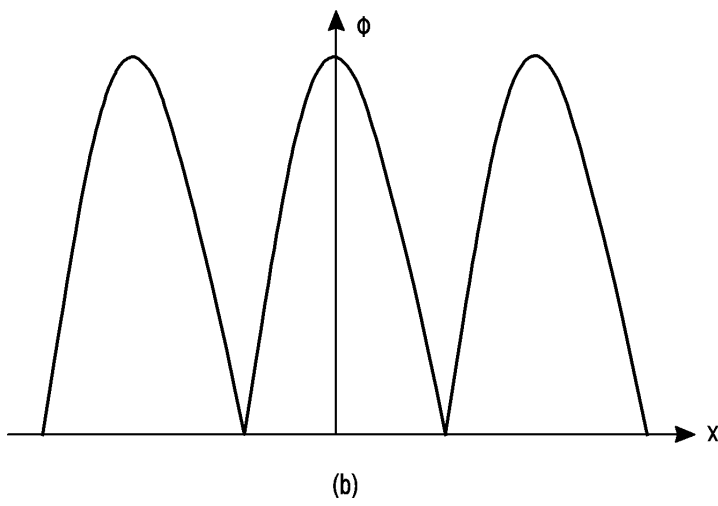
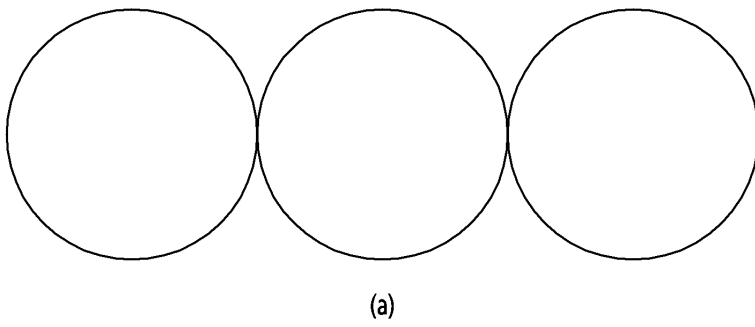
도면7



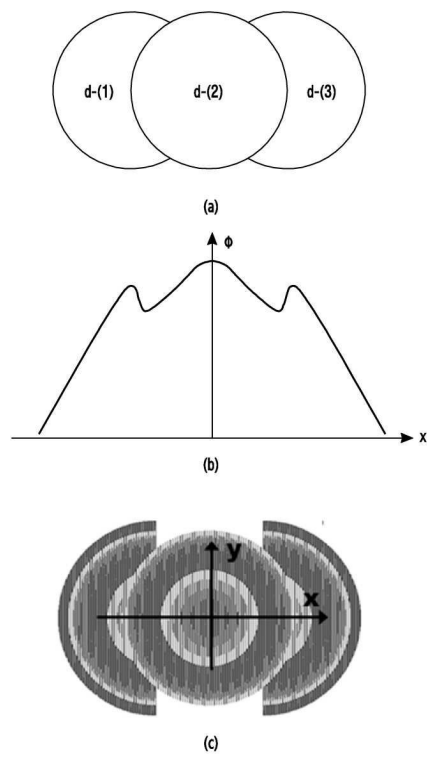
도면8



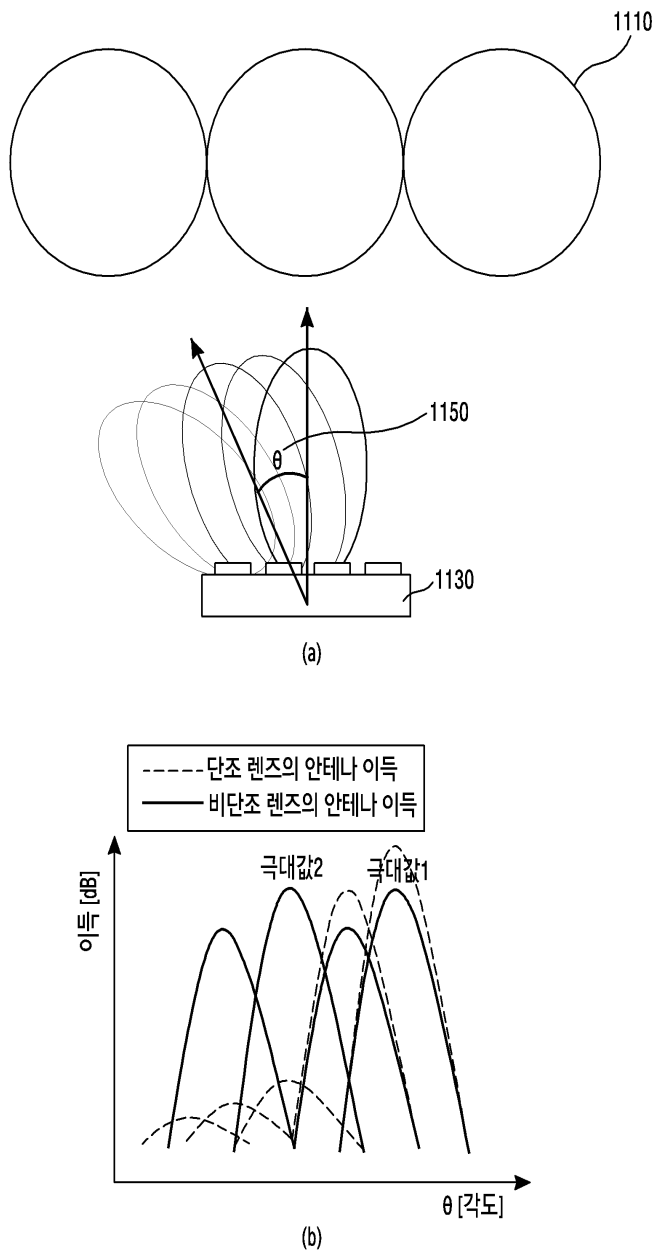
도면9



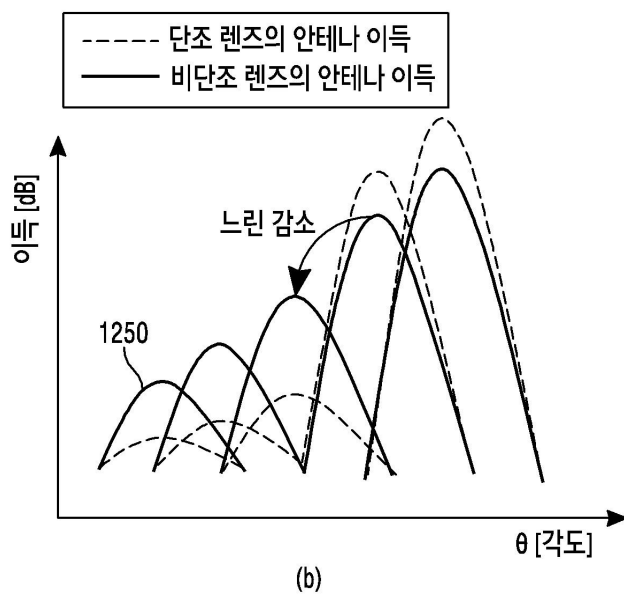
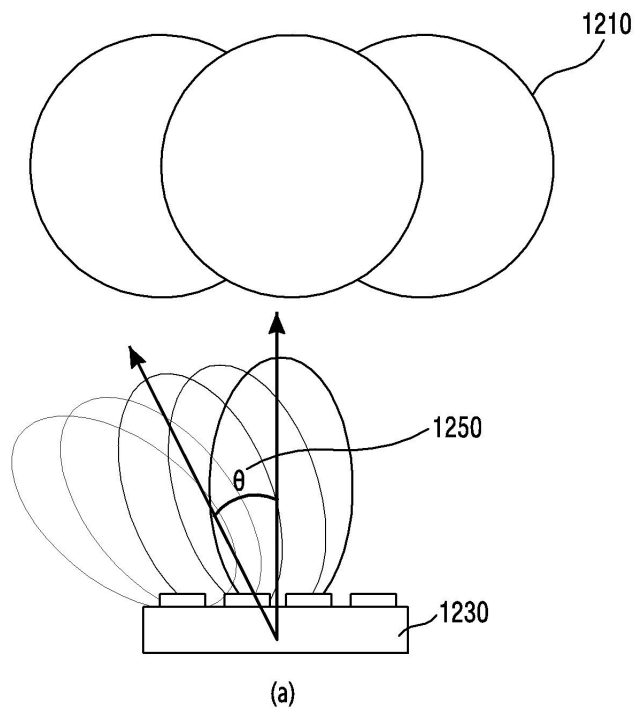
도면10



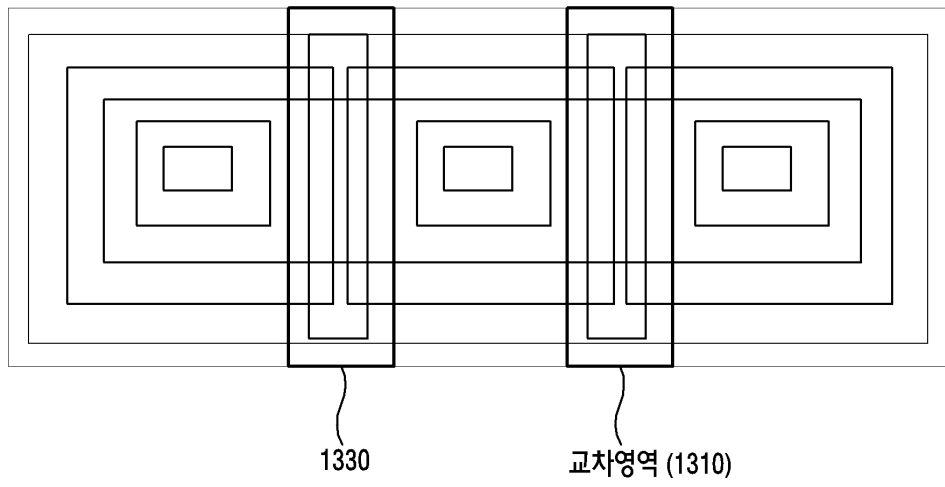
도면11



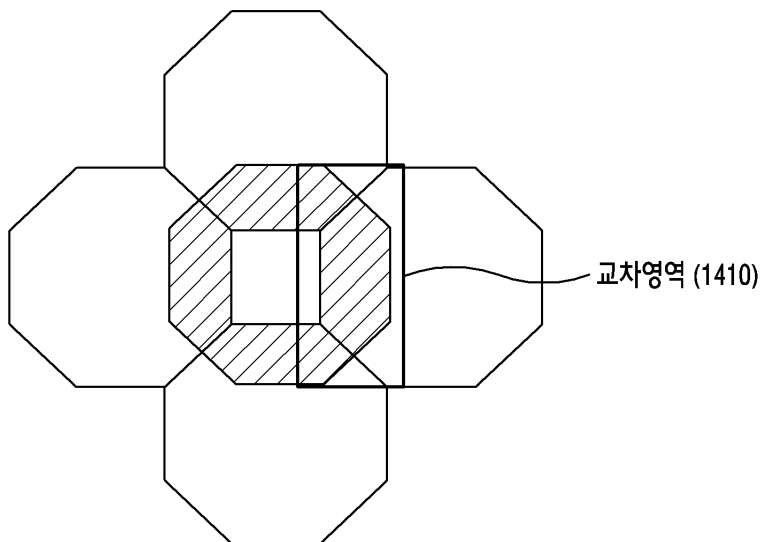
도면12



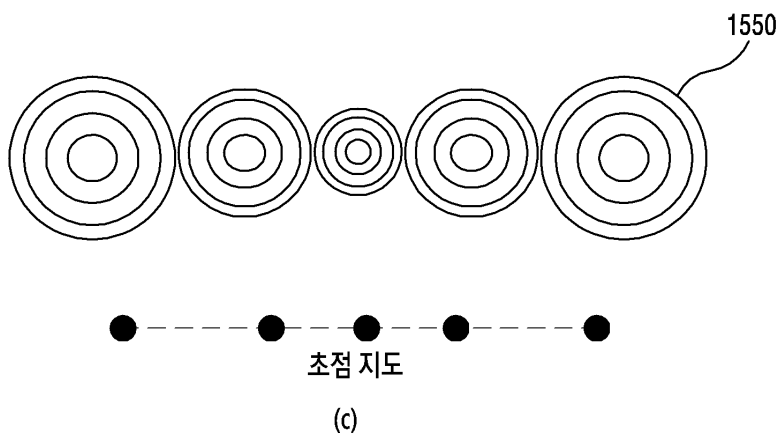
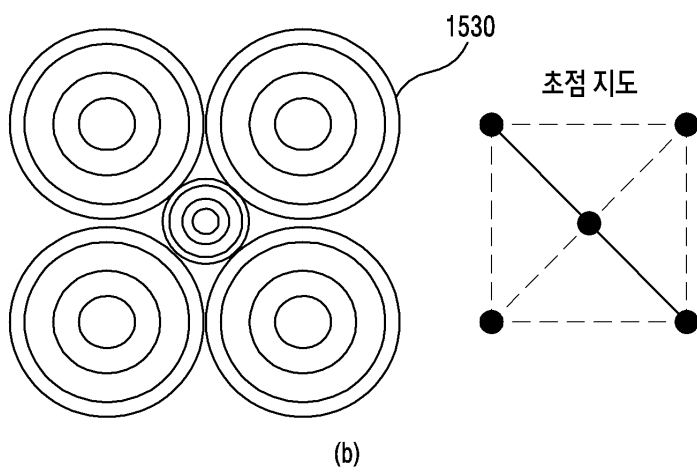
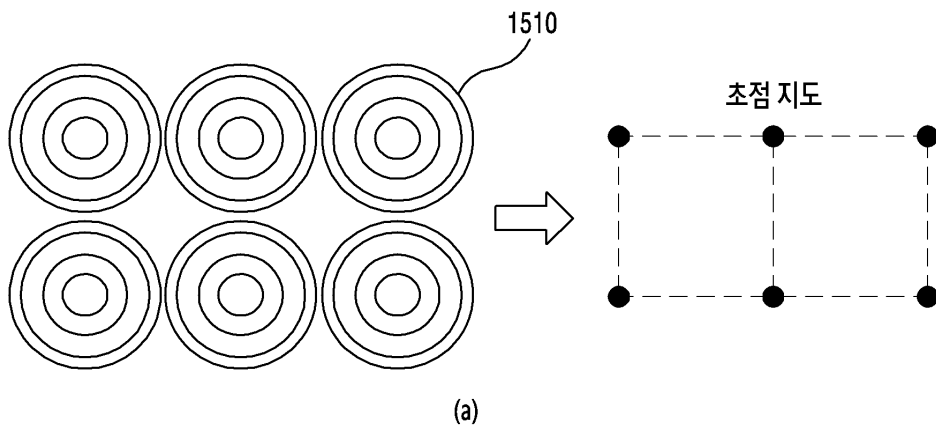
도면13



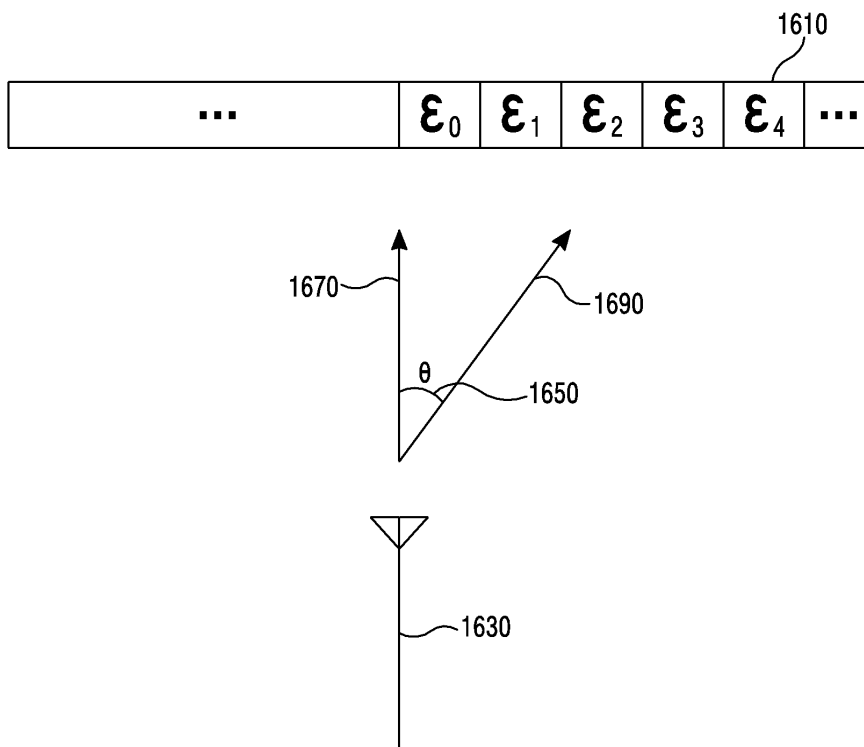
도면14



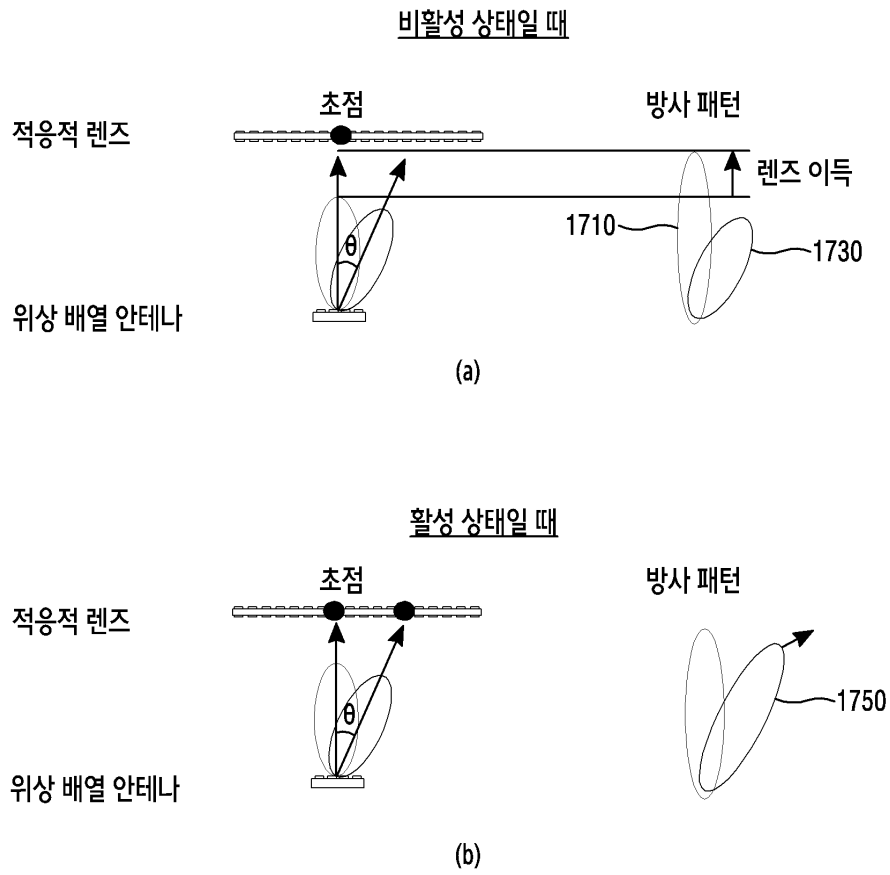
도면15



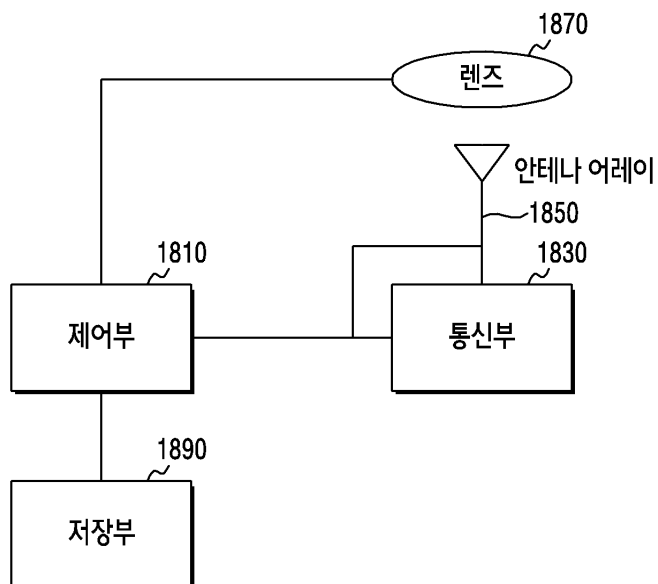
도면16



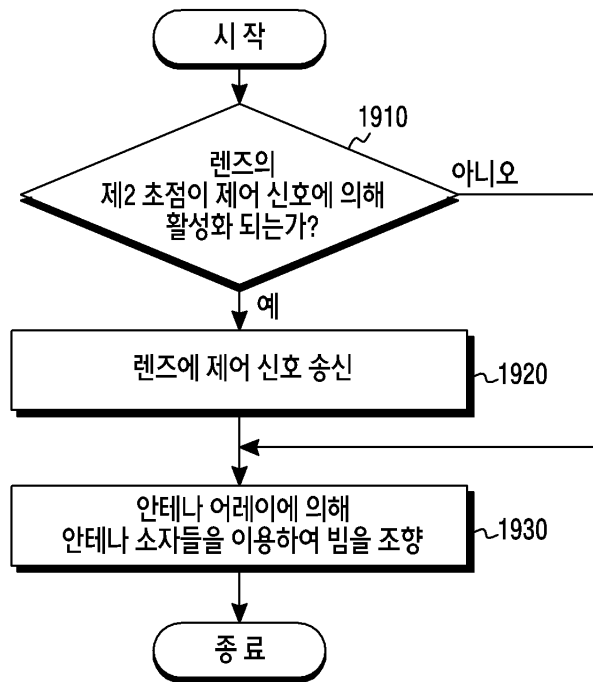
도면17



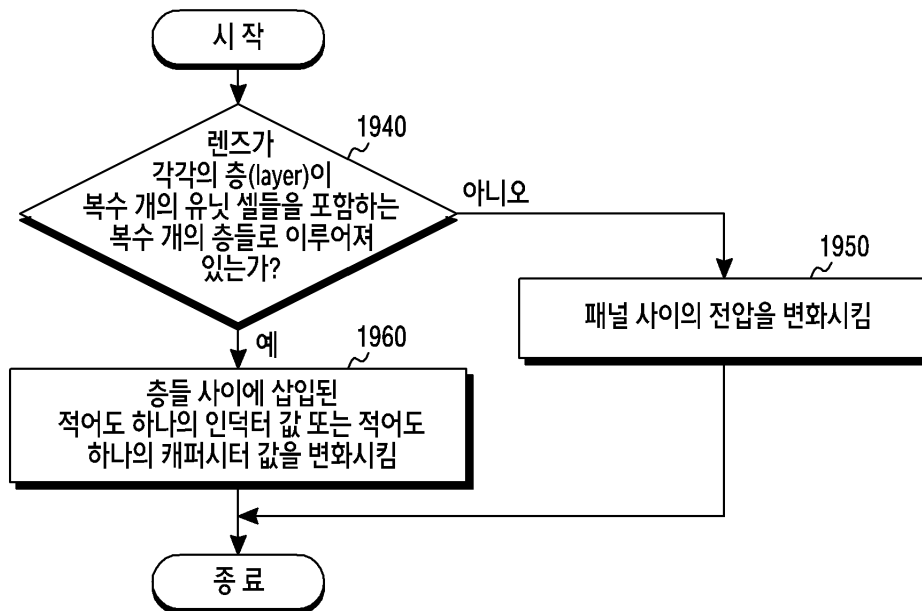
도면18



도면19



(a)



(b)