(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년05월25일
(11) 등록번호 10-2114632
(24) 등록일자 2020년05월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 3/30 (2006.01) *H01Q 9/04* (2018.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 3/30 (2013.01)
H01Q 9/0407 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0034438
(22) 출원일자 2019년03월26일
심사청구일자 2019년03월26일
(56) 선행기술조사문헌
JP2004535720 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
홍익대학교 산학협력단
서울특별시 마포구 와우산로 94 (상수동)
경희대학교 산학협력단
경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 (서천동, 경희대학교 국제캠퍼스내)
(72) 발명자
이정해
서울특별시 용산구 서빙고로 67, 102동 1001호(용산동5가, 파크타워)
이재곤
경상남도 창원시 마산회원구 양덕서로 30, 103동 3304호(양덕동, 메트로시티)
이범선
경기도 용인시 기흥구 신촌로47번길 11, 307동 1602호(보정동, 신촌마을 포스홈타운2단지)
(74) 대리인
김연권

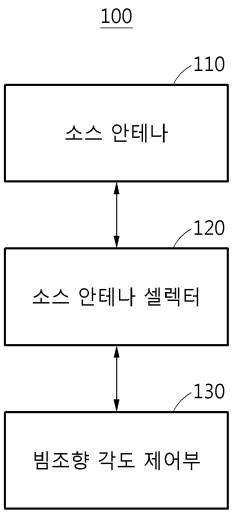
전체 청구항 수 : 총 13 항 심사관 : 나병윤

(54) 발명의 명칭 **소스 재배치를 이용한 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 설계 장치**

(57) 요 약

본 발명은 어레이 소스를 이용하여 패시브(passive) 즉, 고정되어 있는 메타표면을 이용하여 간단하게 빔조향/멀티빔 고이득 안테나를 구현하는 기술로서, 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치는 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치되는 복수개의 소스 안테나, 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택하는 소스 안테나 셀렉터, 및 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하는 빔조향 각도 제어부를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도1



(56) 선행기술조사문헌
JP2015534760 A*
KR101772206 B1*
JP2015139063 A
KR101278918 B1
KR1020100045824 A
WO2008050441 A1
JP2007522735 A
JP2018074456 A

KR101433094 B1
KR1020100118889 A
KR1020070089588 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 IITP-2017-2016-0-00291
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 대학ICT연구센터육성지원사업
연구과제명 LOS/NLOS 환경에서 3차원 선택적 공간 무선전력전송 기술연구
기 여 율 1/2
주관기관 경희대학교 산학협력단
연구기간 2018.07.01 ~ 2019.04.30
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2015R1A6A1A03031833
부처명 교육부
연구관리전문기관 한국연구재단
연구사업명 대학중점연구소지원사업
연구과제명 메타물질 융합 핵심요소기술 연구
기 여 율 1/2
주관기관 홍익대학교 산학협력단
연구기간 2015.09.01 ~ 2024.08.31

공지예외적용 : 있음

명 세 서

청구범위

청구항 1

패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치되는 복수개의 소스 안테나;

상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택하는 소스 안테나 셀렉터; 및

상기 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하는 빔조향 각도 제어부

를 포함하고,

상기 패시브 메타표면(passive metasurface)은, 0도의 조향 각도와 소스의 위치가 가운데 위치하였을 때를 동위상을 형성하는 구조를 기준으로 설계되는 것을 특징으로 하는

빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 빔조향 각도 제어부는,

상기 적어도 2개의 소스 안테나만 전원을 인가하고, 상기 전원이 인가되는 소스 안테나의 위상을 각각 설정하여 상기 위상 차이를 조절하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 소스 안테나는,

평면 타입의 패치 안테나, 슬롯(slot) 타입의 개구면 안테나, 및 다이폴(dipole) 안테나 중에서 적어도 하나를 포함하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 복수개의 소스 안테나의 전체 개수는 고이득 안테나의 빔조향 각도 및 크기를 고려하여 설계되는 것을 특징으로 하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 복수개의 소스 안테나는,

상기 복수개의 소스 안테나 세트의 개수가 방사되는 빔의 개수에 비례하도록 설계되는 것을 특징으로 하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치.

청구항 7

패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치되는 복수개의 소스 안테나;

상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택하는 소스 안테나 셀렉터; 및

상기 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하는 빔조향 각도 제어부

를 포함하고,

상기 패시브 메타표면(passive metasurface)의 크기, 상기 패시브 메타표면(passive metasurface)과 어레이 소스 간 간격은 개구 효율을 고려하여 결정되는 것을 특징으로 하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치.

청구항 8

패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치되는 복수개의 소스 안테나를 유지하는 단계;

상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택하는 단계; 및

상기 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하는 단계

를 포함하고,

상기 패시브 메타표면(passive metasurface)은, 0도의 조향 각도와 소스의 위치가 가운데 위치하였을 때를 동위상을 형성하는 구조를 기준으로 설계되는 것을 특징으로 하는

빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 빔조향 각도를 제어하는 단계는,

상기 적어도 2개의 소스 안테나만 전원을 인가하는 단계; 및

상기 전원이 인가되는 소스 안테나의 위상을 각각 설정하여 상기 위상 차이를 조절하는 단계

를 포함하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법.

청구항 10

복수개의 소스 안테나를 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치하는 단계;

상기 복수개의 소스 안테나와 전기적으로 연결되는 일측에 상기 복수의 소스 안테나를 제어하기 위한 프로세서를 배치하는 단계

를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 일부 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하도록 동작하며,

상기 패시브 메타표면(passive metasurface)은, 0도의 조향 각도와 소스의 위치가 가운데 위치하였을 때를 동위상을 형성하는 구조를 기준으로 설계되는 것을 특징으로 하는 것을 특징으로 하는

빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 설계 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 프로세서는,

상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택하고, 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 상기 빔조향 각도를 제어하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 설계 방법.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 복수개의 소스 안테나를 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치하는 단계는,

평면 타입의 패치 안테나, 슬롯(slot) 타입의 개구면 안테나, 및 다이폴(dipole) 안테나 중에서 적어도 하나를 상기 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치하는 단계

를 포함하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 설계 방법.

청구항 13

복수개의 소스 안테나를 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치하는 단계;

상기 복수개의 소스 안테나와 전기적으로 연결되는 일측에 상기 복수의 소스 안테나를 제어하기 위한 프로세서를 배치하는 단계

를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 일부 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔 조향 각도를 제어하도록 동작하며,

상기 복수개의 소스 안테나의 전체 개수는 고이득 안테나의 빔조향 각도 및 크기를 고려하여 설계되는 것을 특징으로 하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 설계 방법.

청구항 14

삭제

청구항 15

제10항에 있어서,

상기 복수개의 소스 안테나는,

상기 복수개의 소스 안테나 세트의 개수가 방사되는 빔의 개수에 비례하도록 설계되는 것을 특징으로 하는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 설계 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 어레이 소스를 이용하여 패시브(passive) 즉, 고정되어 있는 메타표면을 이용하여 간단하게 빔조향/멀티빔 고이득 안테나를 구현하는 기술로서, 구체적으로는 어레이 소스 중 적어도 2개의 소스를 스위치 온(switch on) 시키고 소스의 위치와 어레이 소스간의 위상을 조절함으로써 빔조향 및 멀티빔을 구현하는 기술적 사상에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 고이득 안테나는 5G 이동통신, RF 무선전력전송, 위성통신 등에 널리 사용되고 있는 안테나 구조이다.

[0003] 특히, 고이득 안테나를 통해 구현이 가능한 빔조향 및 멀티빔 기능들은 어플리케이션에 적용하기 위해 필수 불가결한 기능들로서, 이러한 기능들을 제공하는 고이득 안테나의 사용량이 증가하고 있다.

[0004] 반면, 기존 2차원 위상 어레이 안테나(2 dimensional phased array antenna)는 여러 단점들로 인해 사용량이 현저하게 줄고 있는 추세이다. 예를 들어, 기존 2차원 위상 어레이 안테나는 피딩 네트워크(feeding network)의 복잡함과 손실 문제, 고가의 다수개의 phase shifter 사용해야 하는 단점이 있다.

[0005] 이러한 문제를 해소하기 위해, 근래에는 에어 피딩(air feeding) 방식의 트랜스밋 어레이(transmitarray) 안테나가 그 대안으로 각광을 받고 있다. 그럼에도 불구하고, 이러한 transmitarray 안테나는 빔조향 및 멀티빔 구현을 위해서 액티브 메타표면(active metasurface)을 이용해야만 한다.

[0006] 그러나, 액티브 메타표면(active metasurface)을 이용하는 경우에는 투과 계수의 크기와 위상을 변화시켜야만 하는데, 이로 인해 시스템이 매우 복잡해 지는 문제점이 여전히 존재한다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국등록특허 제10-1052042호 "MEMS 스위치를 통해 위상변위기를 제어하는 위상배열 안테나의 빔조향 제어장치"

(특허문헌 0002) 한국등록특허 제10-1803208호 "단일 방사체 다중 급전을 이용한 빔조향 안테나"

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 패시브 메타표면(passive metasurface)을 이용하면서 어레이 소스 안테나 중에 2개의 소스 안테나의 위치와 사용되는 2개의 소스의 위상 차이를 발생시켜 빔조향을 구현함으로써 매우 간단한 구조로 안테나를 설계하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 본 발명은 경로 손실을 보상할 수 있는 높이가 낮은 고이득 안테나를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치는 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치되는 복수개의 소스 안테나, 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택하는 소스 안테나 셀렉터, 및 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하는 빔조향 각도 제어부를 포함할 수 있다.

[0011] 일실시예에 따른 상기 빔조향 각도 제어부는, 상기 적어도 2개의 소스 안테나만 전원을 인가하고, 상기 전원이 인가되는 소스 안테나의 위상을 각각 설정하여 상기 위상 차이를 조절할 수 있다.

[0012] 일실시예에 따른 상기 소스 안테나는, 평면 타입의 패치 안테나, 슬롯(slot) 타입의 개구면 안테나, 및 다이폴(dipole) 안테나 중에서 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0013] 일실시예에 따른 상기 복수개의 소스 안테나의 전체 개수는 고이득 안테나의 빔조향 각도 및 크기를 고려하여 설계될 수 있다.

[0014] 일실시예에 따른 상기 패시브 메타표면(passive metasurface)은, 0도의 조향 각도와 소스의 위치가 가운데 위치하였을 때를 동위상을 형성하는 구조를 기준으로 설계될 수 있다.

[0015] 일실시예에 따른 상기 복수개의 소스 안테나는, 상기 복수개의 소스 안테나 세트의 개수가 방사되는 빔의 개수에 비례하도록 설계될 수 있다.

[0016] 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치에 있어서, 상기 패시브 메타표면(passive metasurface)의 크기, 상기 패시브 메타표면(passive metasurface)과 어레이 소스 간 간격은 개구 효율을 고려하여 결정될 수 있다.

[0017] 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법은 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치되는 복수개의 소스 안테나를 유지하는 단계, 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택하는 단계, 및 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하는 단계를 포함할 수 있다.

[0018] 일실시예에 따른 상기 빔조향 각도를 제어하는 단계는, 상기 적어도 2개의 소스 안테나만 전원을 인가하는 단계, 및 상기 전원이 인가되는 소스 안테나의 위상을 각각 설정하여 상기 위상 차이를 조절하는 단계를 포함할 수 있다.

[0019] 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 설계 방법은, 복수개의 소스 안테나를 패시브 메타표면

(passive metasurface)에 배치하는 단계, 상기 복수개의 소스 안테나와 전기적으로 연결되는 일측에 상기 복수의 소스 안테나를 제어하기 위한 프로세서를 배치하는 단계를 포함하고, 상기 프로세서는 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 일부 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하도록 동작할 수 있다.

[0020] 일실시예에 따른 상기 프로세서는, 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택하고, 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 상기 빔조향 각도를 제어할 수 있다.

[0021] 일실시예에 따른 상기 복수개의 소스 안테나를 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치하는 단계는, 평면 타입의 패치 안테나, 슬롯(slot) 타입의 개구면 안테나, 및 다이폴(dipole) 안테나 중에서 적어도 하나를 상기 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치하는 단계를 포함할 수 있다.

[0022] 일실시예에 따른 상기 복수개의 소스 안테나의 전체 개수는 고이득 안테나의 빔조향 각도 및 크기를 고려하여 설계될 수 있다.

[0023] 일실시예에 따른 상기 패시브 메타표면(passive metasurface)은, 0도의 조향 각도와 소스의 위치가 가운데 위치하였을 때를 동위상을 형성하는 구조를 기준으로 설계될 수 있다.

[0024] 일실시예에 따른 상기 복수개의 소스 안테나는, 상기 복수개의 소스 안테나 세트의 개수가 방사되는 빔의 개수에 비례하도록 설계될 수 있다.

발명의 효과

[0025] 일실시예에 따르면, 패시브 메타표면(passive metasurface)을 이용하면서 어레이 소스 안테나 중에 2개의 소스 안테나의 위치와 사용되는 2개의 소스의 위상 차이를 발생시켜 빔조향을 구현함으로써 매우 간단한 구조로 안테나를 설계할 수 있다.

[0026] 일실시예에 따르면, 경로 손실을 보상할 수 있는 높이가 낮은 고이득 안테나를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치를 설명하는 블록도이다.

도 2는 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 원리를 나타내는 도면이다.

도 3은 2개의 소스 위치와 소스 간의 위상차이로 인한 tangential 전계의 위상(Solid line)과 메타표면에 의해서 보상되는 위상(Dashed line)을 나타낸 결과이다.

도 4는 본 발명에서 메타표면을 통과한 tangential 전계의 위상 결과이다.

도 5는 본 발명과 기존 위상 어레이(phased array) 안테나 간의 빔 조향 특성을 나타낸 결과이다.

도 6은 본 발명에서 중첩의 원리를 이용하여 dual beam 형성하는데 필요한 안테나 개념도와, 본 발명과 기존 위상 어레이(phased array) 안테나 간의 듀얼빔(dual beam) 특성을 나타낸 결과이다.

도 7은 본 발명의 모의실험과 측정결과를 나타낸 빔조향 이득 결과이다.

도 8은 본 발명의 모의실험과 측정결과를 나타낸 멀티빔 이득 결과이다.

도 9는 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법을 설명하는 블록도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0028] 본 명세서에 개시되어 있는 본 발명의 개념에 따른 실시예들에 대해서 특정한 구조적 또는 기능적 설명들은 단지 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 설명하기 위한 목적으로 예시된 것으로서, 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 형태로 실시될 수 있으며 본 명세서에 설명된 실시예들에 한정되지 않는다.

[0029] 본 발명의 개념에 따른 실시예들은 다양한 변경들을 가할 수 있고 여러 가지 형태들을 가질 수 있으므로 실시예들을 도면에 예시하고 본 명세서에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명의 개념에 따른 실시예들을 특정한 개시형태들에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 변경, 균등물, 또는 대체물을 포함한다.

[0030] 제1 또는 제2 등의 용어를 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만, 예를 들어 본 발명의 개념에 따른 권리 범위로부터 이탈되지 않은 채, 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소는 제1 구성요소로도 명명될 수 있다.

[0031] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다. 구성요소들 간의 관계를 설명하는 표현들, 예를 들어 "~사이에"와 "바로~사이에" 또는 "~에 직접 이웃하는" 등도 마찬가지로 해석되어야 한다.

[0032] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 설시된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것이 존재함으로 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0033] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의미를 갖는 것으로 해석되어야 하며, 본 명세서에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0035] 이하, 실시예들을 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다. 그러나, 특허출원의 범위가 이러한 실시예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일한 참조 부호는 동일한 부재를 나타낸다.

[0036] 도 1은 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치(100)를 설명하는 블록도이다.

[0037] 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치(100)는 패시브 메타표면(passive metasurface)을 이용하면서 어레이 소스 안테나 중에 2개의 소스 안테나의 위치와 사용되는 2개의 소스의 위상 차이를 발생시켜 빔조향을 구현함으로써 매우 간단한 구조로 설계될 수 있다.

[0038] 이를 위해, 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치(100)는 복수개의 소스 안테나(110), 소스 안테나 셀렉터(120), 및 빔조향 각도 제어부(130)를 포함할 수 있다.

[0039] 일실시예에 따른 소스 안테나(110)는 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치될 수 있다.

[0040] 일실시예에 따른 소스 안테나(110)는 복수개의 소스 안테나 세트의 개수가 방사되는 빔의 개수에 비례하도록 설계될 수 있다.

[0041] 패시브 메타표면(passive metasurface)은 투과 계수의 크기와 위상이 고정되어 있는 메타표면으로서, 투과 계수의 크기와 위상을 변화시켜야 하는 액티브 메타표면(active metasurface)에 대비된다.

[0042] 특히, 패시브 메타표면(passive metasurface)의 크기, 패시브 메타표면(passive metasurface)과 어레이 소스 간 간격은 개구 효율을 고려하여 결정될 수 있다.

[0043] 또한, 소스 안테나 각각은 평면 타입의 패치 안테나, 슬롯(slot) 타입의 개구면 안테나, 및 다이폴(dipole) 안테나가 사용될 수 있다.

[0044] 복수개의 소스 안테나(110)는 전원인가(on/off)가 개별적으로 가능한 소스 안테나들을 포함할 수 있다.

[0045] 복수개의 소스 안테나의 전체 개수는 고이득 안테나의 빔조향 각도 및 크기를 고려하여 설계될 수 있다. 그러나, 본 명세서에서는 복수개의 소스 안테나(110)가 8개의 소스 안테나들을 포함하는 것으로 실시예를 설명한다.

[0046] 일실시예에 따른 소스 안테나 셀렉터(120)는 복수개의 소스 안테나(110) 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택할 수 있다.

[0047] 일실시예에 따르면, 8개의 소스 안테나들 중에서, 2개 내지는 8개의 소스 안테나가 선택될 수 있다. 그러나, 본 명세서에서는 설명의 편의를 위해 2개의 소스 안테나를 선택하는 실시예에 대해서 설명한다.

[0048] 2개의 소스 안테나를 선택하기 위해서, 소스 안테나 셀렉터(120)는 빔조향 각도를 고려할 수 있다. 빔조향 각도를 다양하고 섬세하게 제어하기 위해, 선택된 2개의 소스 안테나의 위상이 각각 조절될 수 있다. 2개의 소스 안테나에 대해 위상이 다르게 설정되는 경우, 동일한 위치에서 소스 안테나가 선택 되더라도 다른 빔조향 각도를 나타낼 수 있다.

[0049] 이를 위해, 일실시예에 따른 빔조향 각도 제어부(130)는 복수개의 소스 안테나 중에서 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어할 수 있다.

[0050] 일례로, 빔조향 각도 제어부(130)는 8개의 소스 안테나들 중에서 특정 위치의 소스 안테나 2개만 전원을 인가할 수 있다. 또한, 전원이 인가되는 2개의 소스 안테나에 대한 위상을 각각 설정함으로써, 2개의 소스 안테나에 대해 위상 차이를 조절할 수 있다.

[0051] 도 2는 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 원리를 나타내는 도면이다.

[0052] 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치는 투과 계수의 크기와 위상이 고정되어 있는 패시브 메타표면(201, passive metasurface) 상에 8개의 소스 안테나가 패치의 형태로 배치될 수 있다.

[0053] 각각의 소스 안테나는 포트(202)를 통해 제어장치와 전기적으로 연결될 수 있다. 즉, port 0 내지 port 8은 제어장치로부터 전달되는 on/off 제어 신호를 각각의 소스 안테나로 전달하여 소스 안테나의 on/off를 제어할 수 있다.

[0054] 아래 표 1과 같이 8개의 소스 안테나 중에 2개의 소스 안테나만 switch on되어 전원이 인가될 수 있다. 또한, 전원이 인가된 소스 안테나의 각각은 원하는 빔 조향 각도를 형성하기 위해서 위상이 설정될 수 있다.

[0056] [표 1]

[0057]

빔 조향각도 0도	Power	Off	Off	Off	On	On	Off	Off	Off
	Phase				0	0			
빔 조향각도 10도	Power	Off	Off	On	On	Off	Off	Off	Off
	Phase			0	30				
빔 조향각도 20도	Power	Off	Off	On	On	Off	Off	Off	Off
	Phase			100	0				
빔 조향각도 30도	Power	Off	On	On	Off	Off	Off	Off	Off
	Phase		60	0					
빔 조향각도 40도	Power	On	On	Off	Off	Off	Off	Off	Off
	Phase	0	0						
빔 조향각도 50도	Power	On	On	Off	Off	Off	Off	Off	Off
	Phase	80	0						

[0059] 패시브 메타표면(passive metasurface)은, 0도의 조향 각도와 소스의 위치가 가운데 위치하였을 때를 동위상을 형성하는 구조를 기준으로 설계될 수 있다.

[0060] 예를 들어, 4번째와 5번째 소스 안테나만 전원이 인가된 상태에서 각각의 소스 안테나에 0도의 위상이 설정되는 경우, 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치는 0도의 빔 조향각도의 특성을 나타낼 수 있다.

[0061] 또 다른 예로, 3번째와 4번째 소스 안테나만 전원이 인가된 상태에서 3번째 소스 안테나에는 0도, 4번째 소스 안테나에는 30도의 위상이 설정되는 경우, 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치는 10도의 빔 조향각도의 특성을 나타낼 수 있다.

[0062] 이와 같이 전원이 인가되는 소스 안테나의 조합과 이때 각 소스 안테나에 설정되는 위상을 달리하여 다양한 빔 조향각도의 설정이 가능하다.

[0063] [표 1]에서는 10도 간격으로 빔 조향각도를 나타내고 있으나, 각 소스 안테나의 위상을 세밀하게 설정하는 경우 빔 조향각도를 보다 정밀하게 설정할 수 있다.

[0064] 도 3은 2개의 소스 위치와 소스 간의 위상차이로 인한 tangential 전계의 위상(Solid line)과 메타표면에 의해서 보상되는 위상(Dashed line)을 나타낸 그래프(300)이다.

[0065] 그래프(300)는 포지션(position)에 대비한 위상(phase)을 나타내는 것으로서, 에서 보는 바와 같이, 소스 안테나들 간의 간격(㎜)에 따라 각 port에서 나타나는 위상의 특징을 보여준다.

[0066] 전원이 인가되는 소스 안테나에 설정된 두 가지의 위상을 합한 것이 메타표면을 투과한 위상이고 이는 도 4에 나타내었다.

[0067] 도 4는 본 발명에서 메타표면을 통과한 tangential 전계의 위상 결과이다.

[0068] 도 4에서 보는 바와 같이, 빔 조향 각도는 위상의 기울기로 조절할 수 있는데 0도에서 50도까지 빔을 조향 했을 때의 메타표면을 통과한 tangential 전계의 위상을 모의 실험으로 구할 수 있다.

[0069] 도 5는 본 발명과 기존 위상 어레이(phased array) 안테나 간의 빔 조향 특성을 나타낸 결과이다.

[0070] 도면부호 510은 8개의 방사소자가 동작하는 기존 phased array 안테나의 개념도로서, 8개의 방사소자 중 2개의 소스만 동작하고 passive 메타표면으로 이루어진 형태를 나타낸다. 또한, 도면부호 520은 기존 phased array 안테나와 본 발명 안테나의 빔 조향 특성을 모의실험한 결과를 나타낸 것이며, 0도 조향각도에서 3.6dB, 40도 조향각도에서 1.7dB 본 발명 안테나의 이득이 증가함을 알 수 있다.

[0071] 도 6은 본 발명에서 중첩의 원리를 이용하여 dual beam 형성하는데 필요한 안테나 개념도와, 본 발명과 기존 위상 어레이(phased array) 안테나 간의 듀얼빔(dual beam) 특성을 나타낸 결과이다.

[0072] 구체적으로, 도면부호 610과 같이 중첩의 원리를 이용하여 2개의 조향각도를 위한 4개의 소스 안테나에 전원을 인가하여, 스위치 온(switch on) 시키면 도면부호 620과 같이 듀얼 빔(dual beam)을 형성할 수 있다. 또한, 형성된 듀얼 빔의 결과는 기존 위상 어레이(phased array)를 이용한 듀얼 빔의 특성보다 약 1dB 이득 향상이 있는 것을 확인할 수 있다.

[0073] 도 7은 본 발명의 모의실험과 측정결과를 나타낸 빔조향 이득 결과이고, 도 8은 본 발명의 모의실험과 측정결과를 나타낸 멀티빔 이득 결과이다.

[0074] 먼저, 도면부호 710과 도면부호 810은 빔조향 및 멀티빔을 위한 본 발명의 모의실험결과와 측정결과를 나타내는 것이며, 두 결과가 매우 일치함을 알 수 있다.

[0075] 도 9는 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법을 설명하는 블록도이다.

[0076] 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법은 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치되는 복수개의 소스 안테나를 유지할 수 있다(단계 901).

[0077] 다음으로, 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법은 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택할 수 있다(단계 902).

[0078] 또한, 일실시예에 따른 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법은 복수개의 소스 안테나 중에서 상기 선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어할 수 있다(단계 903).

[0079] 특히, 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치의 동작 방법은 빔조향 각도를 제어하기 위해, 적어도 2개의 소스 안테나만 전원을 인가할 수 있다. 또한, 전원이 인가되는 소스 안테나의 위상을 각각 설정하여 위상 차이를 조절할 수 있다.

[0080] 이러한 특징을 갖는 빔조향 멀티빔 고이득 안테나 장치를 설계하기 위해서는, 복수개의 소스 안테나를 패시브 메타표면(passive metasurface)에 배치하고, 복수개의 소스 안테나와 전기적으로 연결되는 일측에 상기 복수의 소스 안테나를 제어하기 위한 프로세서를 배치할 수 있다. 또한, 이 때의 프로세서는 상기 복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 일부 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절하여 빔조향 각도를 제어하도록 동작할 수 있다.

[0081] 결국, 본 발명을 이용하면 패시브 메타표면(passive metasurface)을 이용하면서 어레이 소스 안테나 중에 2개의 소스 안테나의 위치와 사용되는 2개의 소스의 위상 차이를 발생시켜 빔조향을 구현함으로써 매우 간단한 구조로 안테나를 설계할 수 있다. 또한, 경로 손실을 보상할 수 있는 높이가 낮은 고이득 안테나를 제공할 수 있다.

[0083] 이상에서 설명된 장치는 하드웨어 구성요소, 소프트웨어 구성요소, 및/또는 하드웨어 구성요소 및 소프트웨어 구성요소의 조합으로 구현될 수 있다. 예를 들어, 실시예들에서 설명된 장치 및 구성요소는, 예를 들어, 프로세서, 콘트롤러, ALU(arithmetic logic unit), 디지털 신호 프로세서(digital signal processor), 마이크로컴퓨터, FPA(field programmable array), PLU(programmable logic unit), 마이크로프로세서, 또는 명령(instruction)을 실행하고 응답할 수 있는 다른 어떠한 장치와 같이, 하나 이상의 범용 컴퓨터 또는 특수 목적 컴퓨터를 이용하여 구현될 수 있다. 처리 장치는 운영 체제(OS) 및 상기 운영 체제 상에서 수행되는 하나 이상의 소프트웨어 애플리케이션을 수행할 수 있다. 또한, 처리 장치는 소프트웨어의 실행에 응답하여, 데이터를

접근, 저장, 조작, 처리 및 생성할 수도 있다. 이해의 편의를 위하여, 처리 장치는 하나가 사용되는 것으로 설명된 경우도 있지만, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는, 처리 장치가 복수 개의 처리 요소(processing element) 및/또는 복수 유형의 처리 요소를 포함할 수 있음을 알 수 있다. 예를 들어, 처리 장치는 복수 개의 프로세서 또는 하나의 프로세서 및 하나의 콘트롤러를 포함할 수 있다. 또한, 병렬 프로세서(parallel processor)와 같은, 다른 처리 구성(processing configuration)도 가능하다.

[0084] 소프트웨어는 컴퓨터 프로그램(computer program), 코드(code), 명령(instruction), 또는 이들 중 하나 이상의 조합을 포함할 수 있으며, 원하는 대로 동작하도록 처리 장치를 구성하거나 독립적으로 또는 결합적으로(collectively) 처리 장치를 명령할 수 있다. 소프트웨어 및/또는 데이터는, 처리 장치에 의하여 해석되거나 처리 장치에 명령 또는 데이터를 제공하기 위하여, 어떤 유형의 기계, 구성요소(component), 물리적 장치, 가상 장치(virtual equipment), 컴퓨터 저장 매체 또는 장치, 또는 전송되는 신호 파(signal wave)에 영구적으로, 또는 일시적으로 구체화(embody)될 수 있다. 소프트웨어는 네트워크로 연결된 컴퓨터 시스템 상에 분산되어서, 분산된 방법으로 저장되거나 실행될 수도 있다. 소프트웨어 및 데이터는 하나 이상의 컴퓨터 판독 가능 기록 매체에 저장될 수 있다.

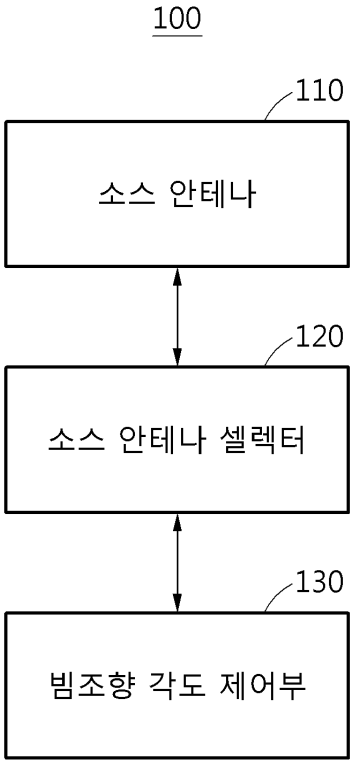
[0085] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0086] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

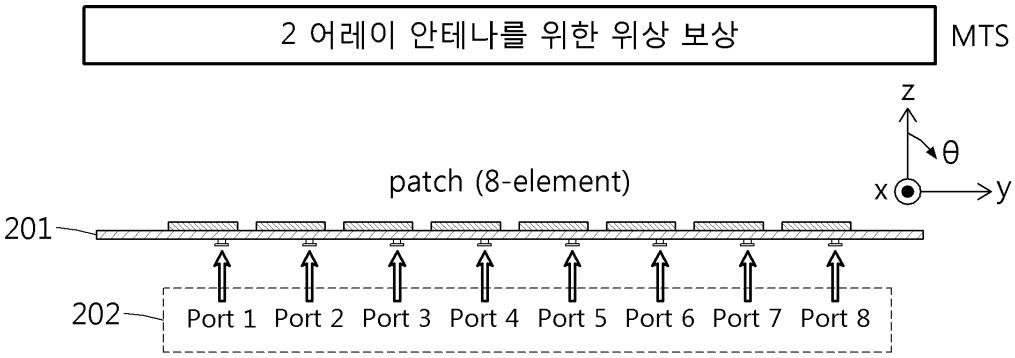
[0087] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

도면

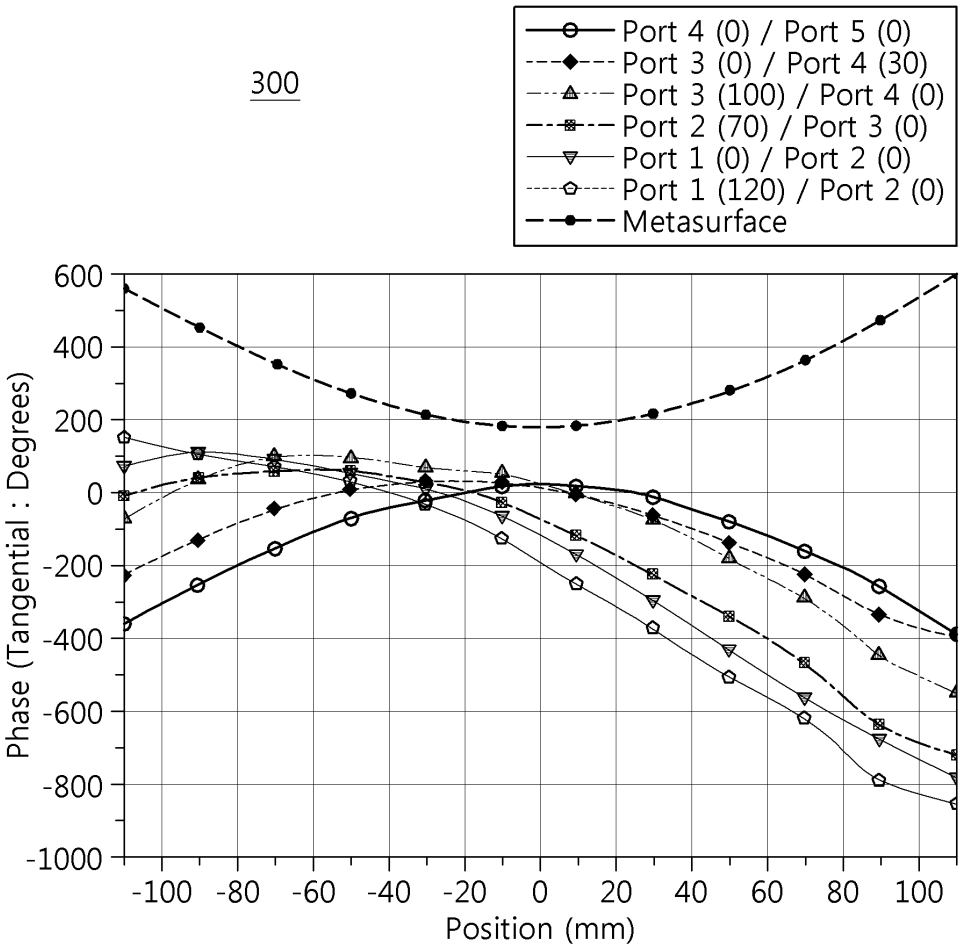
도면1


100
110
소스 안테나
120
소스 안테나 셀렉터
130
빔조향 각도 제어부

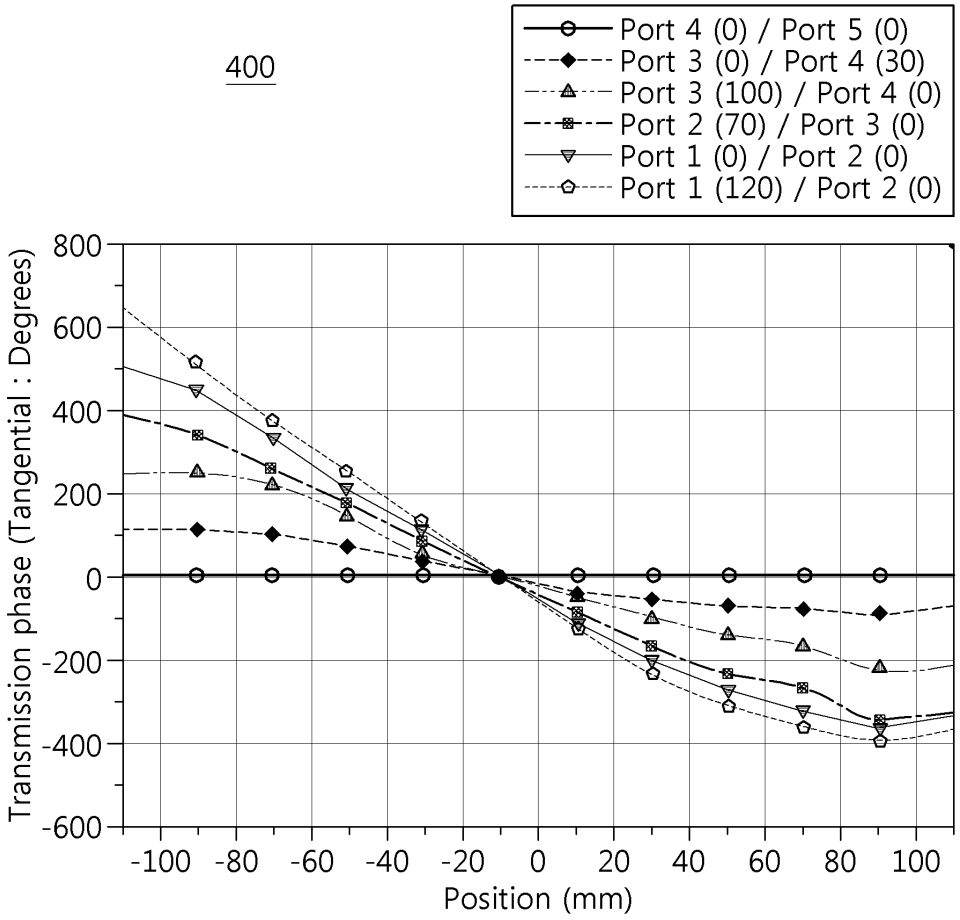
도면2


2 어레이 안테나를 위한 위상 보상
MTS
z
θ
x
y
patch (8-element)
201
202
Port 1
Port 2
Port 3
Port 4
Port 5
Port 6
Port 7
Port 8

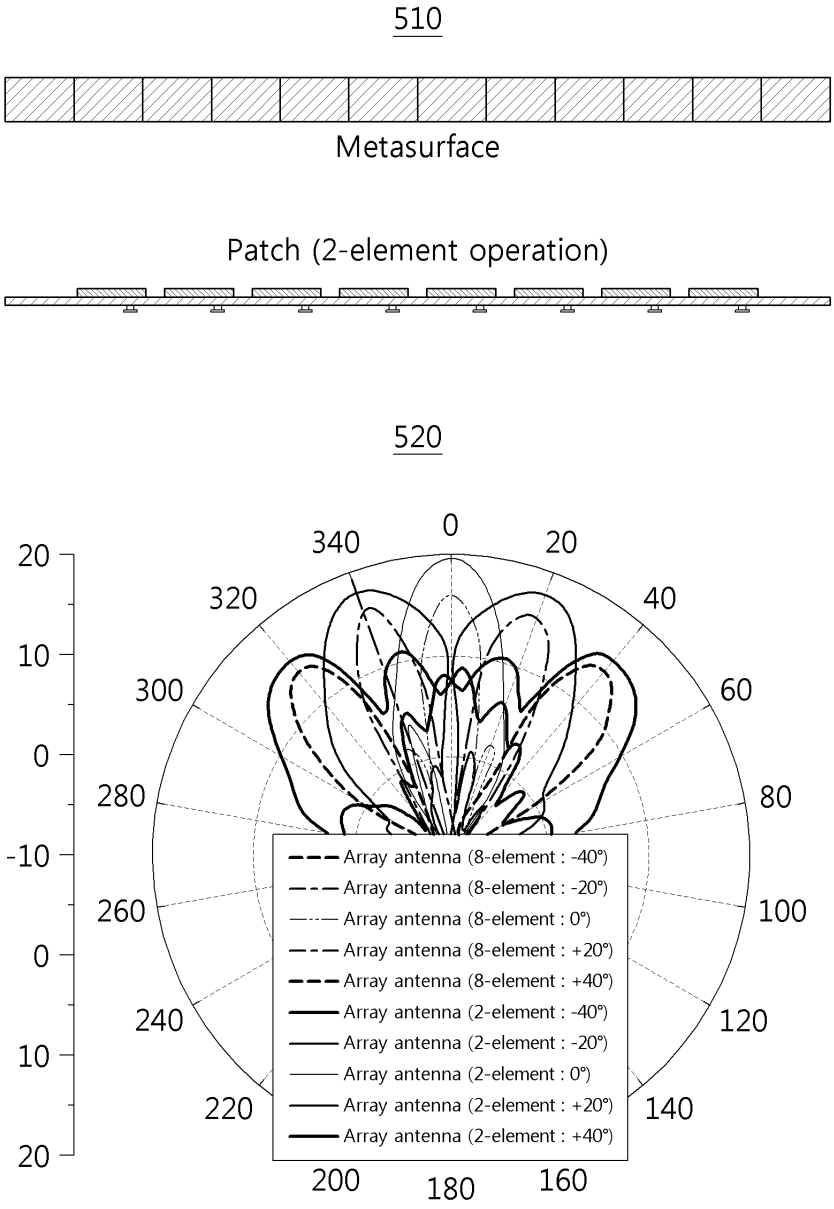
도면3


300
Port 4 (0) / Port 5 (0)
Port 3 (0) / Port 4 (30)
Port 3 (100) / Port 4 (0)
Port 2 (70) / Port 3 (0)
Port 1 (0) / Port 2 (0)
Port 1 (120) / Port 2 (0)
Metasurface
Phase (Tangential : Degrees)
600
400
200
0
-200
-400
-600
-800
-1000
-100
-80
-60
-40
-20
0
20
40
60
80
100
Position (mm)

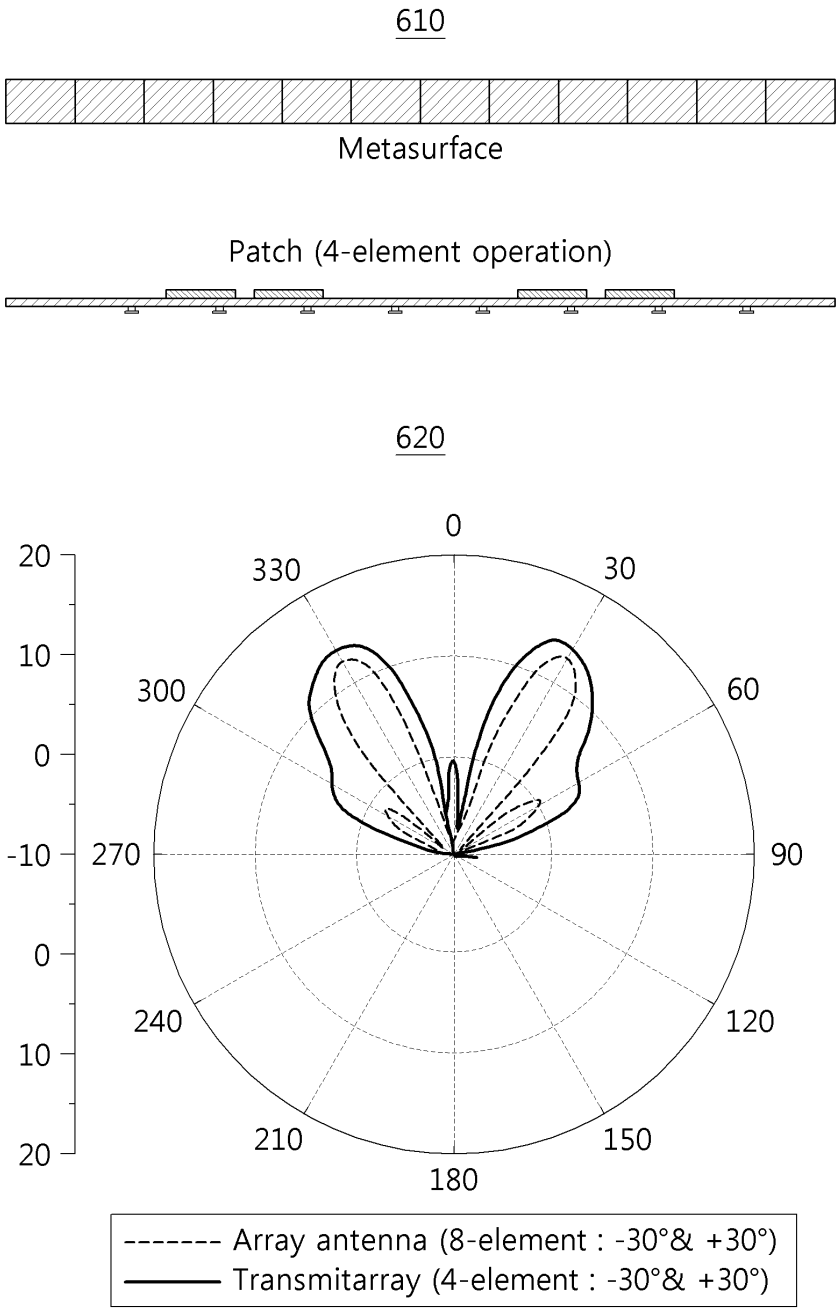
도면4


400
Port 4 (0) / Port 5 (0)
Port 3 (0) / Port 4 (30)
Port 3 (100) / Port 4 (0)
Port 2 (70) / Port 3 (0)
Port 1 (0) / Port 2 (0)
Port 1 (120) / Port 2 (0)
Transmission phase (Tangential : Degrees)
800
600
400
200
0
-200
-400
-600
-100
-80
-60
-40
-20
0
20
40
60
80
100
Position (mm)

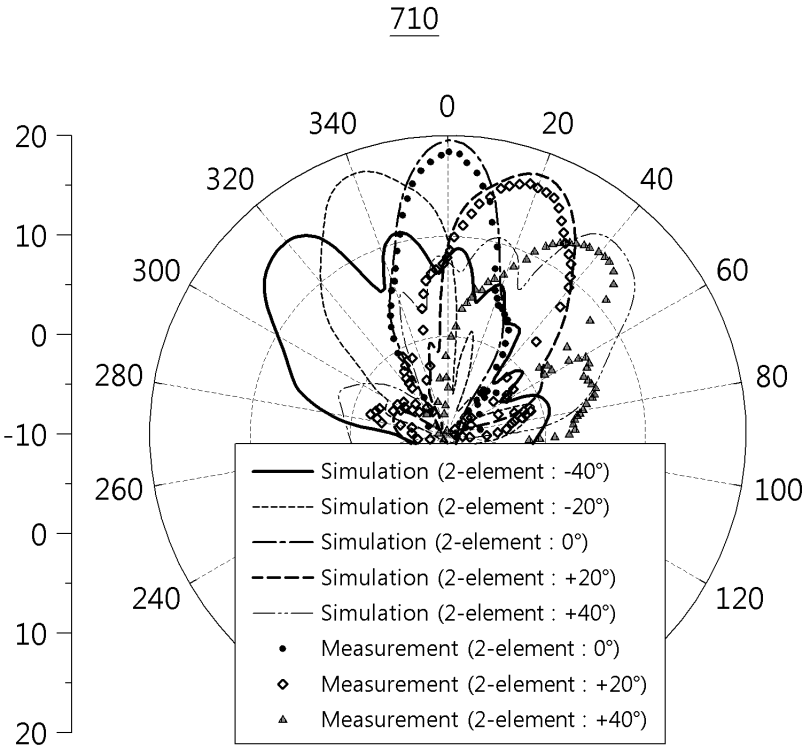
도면5


510
Metasurface
Patch (2-element operation)
520
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
20
10
0
-10
0
10
20
Array antenna (8-element : -40°)
Array antenna (8-element : -20°)
Array antenna (8-element : 0°)
Array antenna (8-element : +20°)
Array antenna (8-element : +40°)
Array antenna (2-element : -40°)
Array antenna (2-element : -20°)
Array antenna (2-element : 0°)
Array antenna (2-element : +20°)
Array antenna (2-element : +40°)

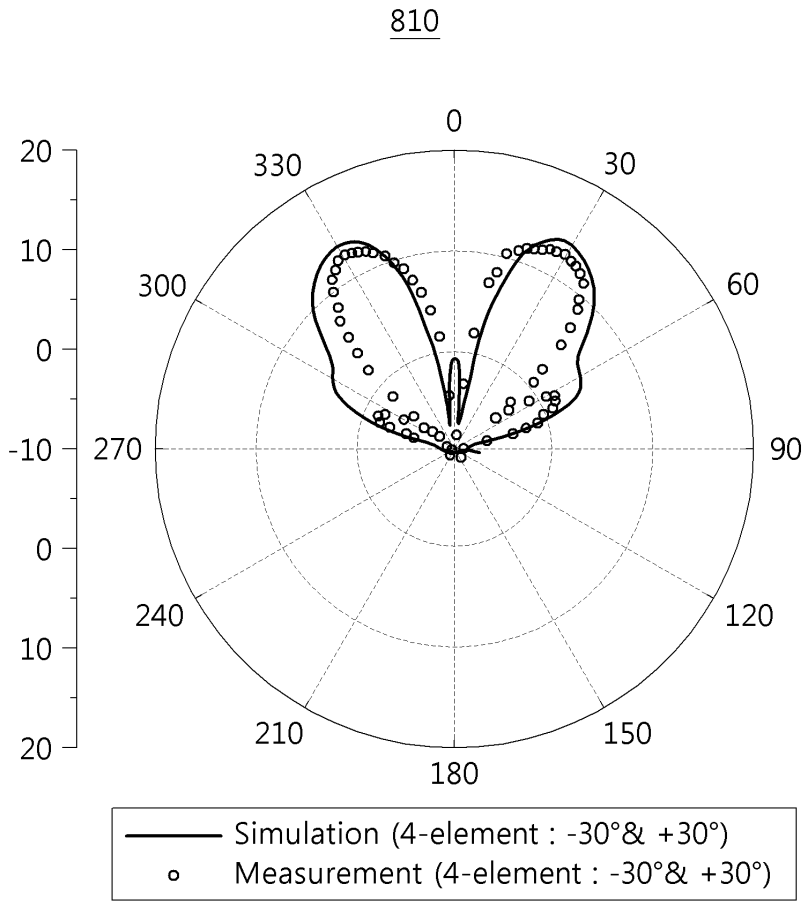
도면6


610
Metasurface
Patch (4-element operation)
620
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
20
10
0
-10
0
10
20
------- Array antenna (8-element : -30°& +30°)
——— Transmitarray (4-element : -30°& +30°)

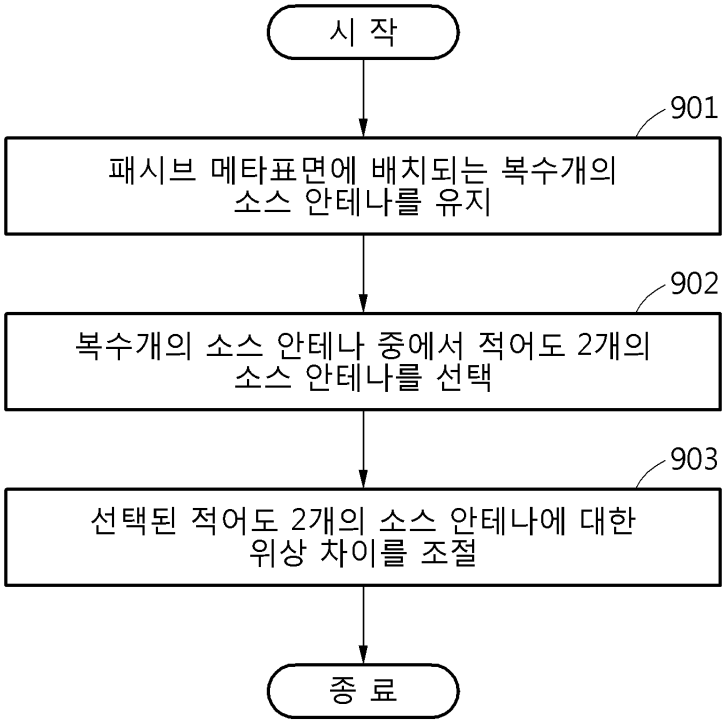
도면7


710
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
220
240
260
280
300
320
340
20
10
0
-10
0
10
20
Simulation (2-element : -40°)
Simulation (2-element : -20°)
Simulation (2-element : 0°)
Simulation (2-element : +20°)
Simulation (2-element : +40°)
Measurement (2-element : 0°)
Measurement (2-element : +20°)
Measurement (2-element : +40°)

도면8


810
0
30
60
90
120
150
180
210
240
270
300
330
20
10
0
-10
0
10
20
Simulation (4-element : -30°& +30°)
Measurement (4-element : -30°& +30°)

도면9


시 작
901
패시브 메타표면에 배치되는 복수개의 소스 안테나를 유지
902
복수개의 소스 안테나 중에서 적어도 2개의 소스 안테나를 선택
903
선택된 적어도 2개의 소스 안테나에 대한 위상 차이를 조절
종 료