



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월24일
(11) 등록번호 10-2594161
(24) 등록일자 2023년10월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 9/04 (2018.01) H01Q 15/14 (2006.01)
H01Q 21/24 (2018.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 9/0407 (2013.01)
H01Q 15/147 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0064997
(22) 출원일자 2022년05월26일
심사청구일자 2022년05월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100118889 A*
KR102336716 B1*
US20150015449 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김동호
서울특별시 송파구 송파대로 345, 402동 1904호 (가락동, 헬리오시티)
김성주
서울특별시 광진구 능동로23길 22, 203호 (군자동)
(74) 대리인
두호특허법인

전체 청구항 수 : 총 16 항

심사관 : 황철규

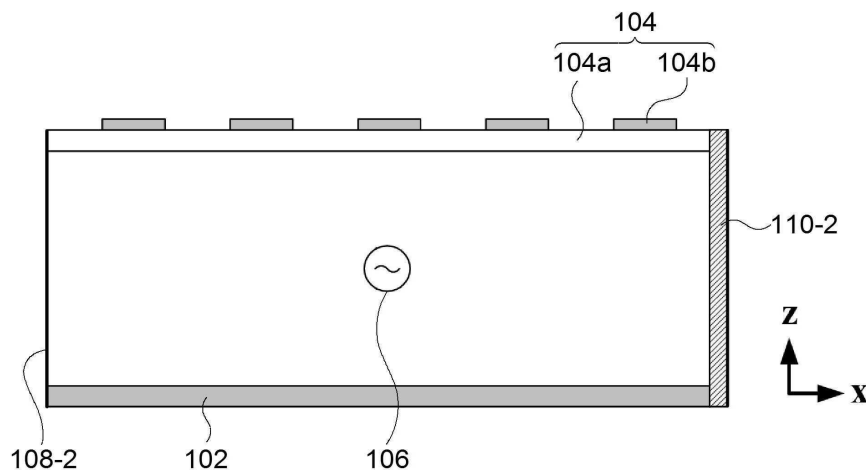
(54) 발명의 명칭 공진기 안테나 및 이를 구비하는 통신 장치

(57) 요약

공진기 안테나 및 이를 구비하는 통신 장치가 개시된다. 개시되는 일 실시예에 따른 공진기 안테나는, 육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나로서, 공진기 안테나의 하면, 하면의 상부에 마련되고, 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면, 공진기 안테나의 내부에서 하면과 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체, 공진기 안테나의 측벽 일부를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖도록 마련되는 제1 반사벽, 및 공진기 안테나의 측벽 나머지를 구성하고, 상기 제1 반사벽과는 다른 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함한다.

대표도 - 도3

100



(52) CPC특허분류

H01Q 21/24 (2018.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711145159
과제번호	2020R1A2C2013466
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	3차원 스마트 빔 성형을 위한 컴팩트 고이득 안테나 개발
기여율	1/1
과제수행기관명	세종대학교
연구기간	2022.03.01 ~ 2023.02.28

명세서

청구범위

청구항 1

육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나로서,

상기 공진기 안테나의 하면;

상기 하면의 상부에 마련되고, 상기 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면;

상기 공진기 안테나의 내부에서 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체;

상기 공진기 안테나의 측벽 일부를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖도록 마련되는 제1 반사벽; 및

상기 공진기 안테나의 측벽 나머지를 구성하고, 상기 제1 반사벽과 다른 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함하고,

상기 방사체는, 수평 편파 성분 및 수직 편파 성분 중 하나 이상을 갖는 전파를 송출하도록 마련되며,

상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파 또는 수평 편파가 되도록 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절되는, 공진기 안테나.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 방사체에서 송출되는 전파는,

상기 방사체에서 송출되어 상기 부분 반사 표면을 바로 투과하는 제1 전파;

상기 방사체에서 송출되고 상기 하면에서 반사되어 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제2 전파;

상기 방사체에서 송출되고 상기 부분 반사 표면에서 반사되고 상기 하면에서 다시 반사되어 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제3 전파; 및

상기 방사체에서 송출되고, 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에서 3회 이상 반사가 이루어진 후 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제4 전파를 포함하고,

상기 제1 전파, 상기 제2 전파, 상기 제3 전파, 및 제4 전파는 기 설정된 타겟 파면에서 동위상이 되도록 마련되는, 공진기 안테나.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제1 전파와 상기 제2 전파의 위상 차이(ϕ_{d1})는 하기 수학식에 의해 산출되고, 상기 위상 차이(ϕ_{d1})가 0이 되도록 마련되는, 공진기 안테나.

(수학식)

$$\phi_{d1} = -2\beta_z h_1 + \phi_{\text{BOTTOM}} + 2\pi(q - 1)$$

β_z : 공진기 안테나 내부에서 z 방향(높이 방향)으로의 파수(wave number)

h_1 : 하면으로부터 방사체까지의 높이

Φ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

q : 임의의 정수

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 방사체에서 송출되는 전파들 중 상기 제1 전파와 상기 제2 전파를 제외한 전파들 간의 위상 차이(Φ_{d2})는 하기 수학식에 의해 산출되고, 상기 위상 차이(Φ_{d2})가 0이 되도록 마련되는, 공진기 안테나.

(수학식)

$$\Phi_{d2} = -2\beta_z h + \Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}} + 2\pi(q - 1)$$

h : 하면으로부터 부분 반사 표면까지의 높이

Φ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 제2 반사벽은,

상기 공진기 안테나에서 제1축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 제2-1 반사벽; 및

상기 공진기 안테나에서 상기 제1축 방향과 수직한 제2축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파가 되도록 하는 제2-2 반사벽을 포함하는, 공진기 안테나.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 상기 제2-1 반사벽의 반사 위상(Φ_y)은 하기 수학식을 통해 산출하는, 공진기 안테나.

(수학식)

$$\Phi_y = 2b \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\pi + \Phi_x - 2\pi}{2a}\right)^2 - \left(\frac{\Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2} - \pi$$

a : 공진기 안테나의 제1축 방향으로의 길이

b : 공진기 안테나의 제2축 방향으로의 길이

h : 공진기 안테나의 제3축 방향(제1축 및 제2축과 각각 수직한 방향)으로의 길이

β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

ϕ_x : 제2-2 반사벽의 반사 위상

ϕ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

ϕ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 상기 제2-2 반사벽의 반사 위상(ϕ_x)은 하기 수학적식을 통해 산출하는, 공진기 안테나.

(수학적식)

$$\phi_x = 2a \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\pi + \phi_y - 2\pi}{2b}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{\text{BOTTOM}} + \phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2} - \pi$$

a : 공진기 안테나의 제1축 방향으로의 길이

b : 공진기 안테나의 제2축 방향으로의 길이

h : 공진기 안테나의 제3축 방향(제1축 및 제2축과 각각 수직한 방향)으로의 길이

β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

ϕ_y : 제2-1 반사벽의 반사 위상

ϕ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

ϕ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

청구항 10

육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나를 포함하는 통신 장치로서,

상기 공진기 안테나는,

상기 공진기 안테나의 하면;

상기 하면의 상부에 마련되고, 상기 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면;

상기 공진기 안테나의 내부에서 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체;

상기 공진기 안테나의 측벽 일부를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖도록 마련되는 제1 반사벽; 및

상기 공진기 안테나의 측벽 나머지를 구성하고, 상기 제1 반사벽과 다른 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함하고,

상기 통신 장치는,

상기 제2 반사벽이 반사 위상이 조절 가능하게 마련된 경우, 상기 제2 반사벽의 반사 위상을 조절하는 제어부를 더 포함하고,

상기 방사체는, 수평 편파 성분 및 수직 편파 성분 중 하나 이상을 갖는 전파를 송출하도록 마련되며,

상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파 또는 수평 편파가 되도록 임의의 반사

위상을 갖거나 반사 위상이 조절되는, 통신 장치.

청구항 11

육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나로서,
 상기 공진기 안테나의 하면;
 상기 하면의 상부에 마련되고, 상기 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면;
 상기 공진기 안테나의 내부에서 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체;
 상기 공진기 안테나의 측벽 일부를 구성하고, 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제1 반사벽; 및
 상기 공진기 안테나의 측벽 나머지를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함하고,
 상기 방사체는, 수평 편파 성분 및 수직 편파 성분 중 하나 이상을 갖는 전파를 송출하도록 마련되며,
 상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파 또는 수평 편파가 되도록 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절되는, 공진기 안테나.

청구항 12

청구항 11에 있어서,
 상기 방사체에서 송출되는 전파는,
 상기 방사체에서 송출되어 상기 부분 반사 표면을 바로 투과하는 제1 전파;
 상기 방사체에서 송출되고 상기 하면에서 반사되어 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제2 전파;
 상기 방사체에서 송출되고 상기 부분 반사 표면에서 반사되고 상기 하면에서 다시 반사되어 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제3 전파; 및
 상기 방사체에서 송출되고, 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에서 3회 이상 반사가 이루어진 후 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제4 전파를 포함하고,
 상기 제1 전파, 상기 제2 전파, 상기 제3 전파, 및 제4 전파는 기 설정된 타겟 파면에서 동위상이 되도록 마련되는, 공진기 안테나.

청구항 13

청구항 12에 있어서,
 상기 제1 전파와 상기 제2 전파의 위상 차이(Φ_{d1})는 하기 수학식에 의해 산출되고, 상기 위상 차이(Φ_{d1})가 0이 되도록 마련되는, 공진기 안테나.

(수학식)

$$\Phi_{d1} = -2\beta_z h_1 + \Phi_{\text{BOTTOM}} + 2\pi(q - 1)$$

β_z : 공진기 안테나 내부에서 z 방향(높이 방향)으로의 파수(wave number)

h_1 : 하면으로부터 방사체까지의 높이

Φ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

q : 임의의 정수

청구항 14

청구항 12에 있어서,

상기 방사체에서 송출되는 전파들 중 상기 제1 전파와 상기 제2 전파를 제외한 전파들 간의 위상 차이(Φ_{d2})는 하기 수학식에 의해 산출되고, 상기 위상 차이(Φ_{d2})가 0이 되도록 마련되는, 공진기 안테나.

(수학식)

$$\Phi_{d2} = -2\beta_z h + \Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}} + 2\pi(q - 1)$$

h: 하면으로부터 부분 반사 표면까지의 높이

Φ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

청구항 11에 있어서,

상기 제1 반사벽은, 상기 공진기 안테나에서 제1축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 제1-1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나에서 상기 제1축 방향과 수직인 제2축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파가 되도록 하는 제1-2 반사벽을 포함하고,

상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나에서 상기 제1축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 제2-1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나에서 상기 제2축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파가 되도록 하는 제2-2 반사벽을 포함하는, 공진기 안테나.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 상기 제1-1 반사벽 및 상기 제2-1 반사벽의 반사 위상(Φ_y)은 하기 수학식을 통해 산출하는, 공진기 안테나.

(수학식)

$$\Phi_y = b \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\Phi_x - \pi}{a}\right)^2 - \left(\frac{\Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2}$$

a : 공진기 안테나의 제1축 방향으로의 길이

b : 공진기 안테나의 제2축 방향으로의 길이

h : 공진기 안테나의 제3축 방향(제1축 및 제2축과 각각 수직인 방향)으로의 길이

β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

ϕ_x : 제1-2 반사벽 및 제2-2 반사벽의 반사 위상

ϕ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

ϕ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

청구항 19

청구항 17에 있어서,

상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파가 되도록 하는 상기 제1-2 반사벽 및 상기 제2-2 반사벽의 반사 위상(ϕ_x)은 하기 수학적식을 통해 산출하는, 공진기 안테나.

(수학적식)

$$\phi_x = a \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\phi_y - \pi}{b}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{\text{BOTTOM}} + \phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2}$$

a : 공진기 안테나의 제1축 방향으로의 길이

b : 공진기 안테나의 제2축 방향으로의 길이

h : 공진기 안테나의 제3축 방향(제1축 및 제2축과 각각 수직한 방향)으로의 길이

β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

ϕ_y : 제1-1 반사벽 및 제2-1 반사벽의 반사 위상

ϕ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

ϕ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

청구항 20

육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나를 포함하는 통신 장치로서,

상기 공진기 안테나는,

상기 공진기 안테나의 하면;

상기 하면의 상부에 마련되고, 상기 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면;

상기 공진기 안테나의 내부에서 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체;

상기 공진기 안테나의 측벽 일부를 구성하고, 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제1 반사벽; 및

상기 공진기 안테나의 측벽 나머지를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함하고,

상기 통신 장치는,

상기 제1 반사벽 및 상기 제2 반사벽 중 하나의 반사 위상을 조절하는 제어부를 더 포함하며,

상기 방사체는, 수평 편파 성분 및 수직 편파 성분 중 하나 이상을 갖는 진파를 송출하도록 마련되며,

상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파 또는 수평 편파가 되도록 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절되는, 통신 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예는 공진기 안테나 및 이를 구비하는 통신 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 부분 반사 표면(Partially Reflective Surface: PRS)은 입사 각도, 입사 편파, 및 사용 주파수에 따라 그 반사 특성이 변화하는 표면 또는 구조체를 의미한다. 그리고, 이러한 부분 반사 표면과 대향하는 면에 일반적으로 접지면을 포함하여 공진기 안테나를 구성하는데, 이러한 공진기 안테나를 FABRY-PEROT 공진기 안테나라고 한다.

[0004] 한편, 편파 변환 기술은 채널 용량을 증가시키고 다양한 전파 간섭 환경에서 신호 성능을 높일 수 있는 장점으로 인해 무선 통신 분야에서 주목을 받고 있는 기술이다. 안테나의 편파를 변환하는 종래의 방법 중 가장 일반적인 것은 급전 안테나에 다이오드 등 RF 소자를 직접 장착하여 급전 소자의 편파를 변환하는 방법이다. 그러나 이러한 방법은 높은 파워를 감당해야 하는 레이더 등 고출력 안테나에는 적합하지 않다.

[0005] 이에 따라, FABRY-PEROT 공진기 안테나의 부분 반사 표면에 RF 소자를 장착하여 편파를 변환시키는 기술이 연구되고 있으나, 이 경우 일정한 정도 이상으로 안테나 이득과 효율을 높이는데 한계가 있게 된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0007] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제10-2018-0066224호(2018.06.18)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 실시예는 안테나 이득을 향상시킬 수 있는 공진기 안테나 및 이를 구비하는 통신 장치를 제공하기 위한 것이다.

[0009] 본 발명의 실시예는 편파 변환이 가능한 공진기 안테나 및 이를 구비하는 통신 장치를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0011] 개시되는 일 실시예에 따른 공진기 안테나는, 육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나로서, 상기 공진기 안테나의 하면; 상기 하면의 상부에 마련되고, 상기 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면; 상기 공진기 안테나의 내부에서 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체; 상기 공진기 안테나의 측면 일부를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖도록 마련되는 제1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나의 측면 나머지를 구성하고, 상기 제1 반사벽과 다른 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함한다.

[0012] 상기 방사체에서 송출되는 전파는, 상기 방사체에서 송출되어 상기 부분 반사 표면을 바로 투과하는 제1 전파; 상기 방사체에서 송출되고 상기 하면에서 반사되어 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제2 전파; 상기 방사체에서 송출되고 상기 부분 반사 표면에서 반사되고 상기 하면에서 다시 반사되어 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제3 전파; 및 상기 방사체에서 송출되고, 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에서 3회 이상 반사가 이루어진 후 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제4 전파를 포함하고, 상기 제1 전파, 상기 제2 전파, 상기 제3 전파, 및 제4 전파는 기 설정된 타겟 파면에서 동위상이 되도록 마련될 수 있다.

[0013] 상기 제1 전파와 상기 제2 전파의 위상 차이(θ_{a1})는 하기 수학적식에 의해 산출되고, 상기 위상 차이(θ_{a1})가 0이 되도록 마련될 수 있다.

[0014] (수학식)

$$\Phi_{d1} = -2\beta_z h_1 + \Phi_{\text{BOTTOM}} + 2\pi(q - 1)$$

[0015] β_z : 공진기 안테나 내부에서 z 방향(높이 방향)으로의 파수(wave number)

[0016] h_1 : 하면으로부터 방사체까지의 높이

[0017] Φ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

[0018] q : 임의의 정수

[0019] 상기 방사체에서 송출되는 전파들 중 상기 제1 전파와 상기 제2 전파를 제외한 전파들 간의 위상 차이(Φ_{d2})는 하기 수학식에 의해 산출되고, 상기 위상 차이(Φ_{d2})가 0이 되도록 마련될 수 있다.

[0020] (수학식)

$$\Phi_{d2} = -2\beta_z h + \Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}} + 2\pi(q - 1)$$

[0021] h : 하면으로부터 부분 반사 표면까지의 높이

[0022] Φ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

[0023] 상기 방사체는, 수평 편파 성분과 수직 편파 성분을 모두 갖는 전파를 송출하도록 마련될 수 있다.

[0024] 상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파 또는 수평 편파가 되도록 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절될 수 있다.

[0025] 상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나에서 제1축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 제2-1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나에서 상기 제1축 방향과 수직인 제2축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파가 되도록 하는 제2-2 반사벽을 포함할 수 있다.

[0026] 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 상기 제2-1 반사벽의 반사 위상(ϕ_y)은 하기 수학식을 통해 산출할 수 있다.

[0027] (수학식)

$$\phi_y = 2b \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\pi + \phi_x - 2\pi}{2a}\right)^2 - \left(\frac{\Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2} - \pi$$

[0028] a : 공진기 안테나의 제1축 방향으로의 길이

[0029] b : 공진기 안테나의 제2축 방향으로의 길이

[0030] h : 공진기 안테나의 제3축 방향(제1축 및 제2축과 각각 수직인 방향)으로의 길이

[0031] β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

[0032] ϕ_x : 제2-2 반사벽의 반사 위상

[0033] Φ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

[0034] Φ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

[0035] 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 상기 제2-2 반사벽의 반사 위상(ϕ_x)은 하기 수학식을 통해 산출할 수 있다.

[0039] (수학식)

$$\phi_x = 2a \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\pi + \phi_y - 2\pi}{2b}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{\text{BOTTOM}} + \phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2} - \pi$$

[0040]

[0041] a : 공진기 안테나의 제1축 방향으로의 길이

[0042] b : 공진기 안테나의 제2축 방향으로의 길이

[0043] h : 공진기 안테나의 제3축 방향(제1축 및 제2축과 각각 수직인 방향)으로의 길이

[0044] β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

[0045] ϕ_y : 제2-1 반사벽의 반사 위상

[0046] ϕ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

[0047] ϕ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

[0048] 개시되는 일 실시예에 따른 통신 장치는, 육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나를 포함하는 통신 장치로서, 상기 공진기 안테나는, 상기 공진기 안테나의 하면; 상기 하면의 상부에 마련되고, 상기 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면; 상기 공진기 안테나의 내부에서 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체; 상기 공진기 안테나의 측벽 일부를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖도록 마련되는 제1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나의 측벽 나머지를 구성하고, 상기 제1 반사벽과 다른 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함하고, 상기 통신 장치는, 상기 제2 반사벽이 반사 위상이 조절 가능하게 마련된 경우, 상기 제2 반사벽의 반사 위상을 조절하는 제어부를 더 포함한다.

[0049] 개시되는 다른 실시예에 따른 공진기 안테나는, 육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나로서, 상기 공진기 안테나의 하면; 상기 하면의 상부에 마련되고, 상기 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면; 상기 공진기 안테나의 내부에서 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체; 상기 공진기 안테나의 측벽 일부를 구성하고, 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나의 측벽 나머지를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함한다.

[0050] 상기 방사체에서 송출되는 전파는, 상기 방사체에서 송출되어 상기 부분 반사 표면을 바로 투과하는 제1 전파; 상기 방사체에서 송출되고 상기 하면에서 반사되어 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제2 전파; 상기 방사체에서 송출되고 상기 부분 반사 표면에서 반사되고 상기 하면에서 다시 반사되어 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제3 전파; 및 상기 방사체에서 송출되고, 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에서 3회 이상 반사가 이루어진 후 상기 부분 반사 표면을 투과하는 제4 전파를 포함하고, 상기 제1 전파, 상기 제2 전파, 상기 제3 전파, 및 제4 전파는 기 설정된 타겟 파면에서 동위상이 되도록 마련될 수 있다.

[0051] 상기 제1 전파와 상기 제2 전파의 위상 차이(ϕ_{d1})는 하기 수학식에 의해 산출되고, 상기 위상 차이(ϕ_{d1})가 0이 되도록 마련될 수 있다.

[0052] (수학식)

$$\phi_{d1} = -2\beta_z h_1 + \phi_{\text{BOTTOM}} + 2\pi(q - 1)$$

[0053] β_z : 공진기 안테나 내부에서 z 방향(높이 방향)으로의 파수(wave number)

[0054] h_1 : 하면으로부터 방사체까지의 높이

[0055] ϕ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

[0056] q : 임의의 정수

[0057] 상기 방사체에서 송출되는 전파들 중 상기 제1 전파와 상기 제2 전파를 제외한 전파들 간의 위상 차이(ϕ_{d2})는 하기 수학식에 의해 산출되고, 상기 위상 차이(ϕ_{d2})가 0이 되도록 마련될 수 있다.

[0059] (수학식)

$$\Phi_{d2} = -2\beta_z h + \Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}} + 2\pi(q - 1)$$

[0060] h : 하면으로부터 부분 반사 표면까지의 높이

[0061] Φ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

[0062] 상기 방사체는, 수평 편파 성분과 수직 편파 성분을 모두 갖는 전파를 송출하도록 마련될 수 있다.

[0063] 상기 제1 반사벽 및 상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파 또는 수평 편파가 되도록 마련될 수 있다.

[0064] 상기 제1 반사벽은, 상기 공진기 안테나에서 제1축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 제1-1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나에서 상기 제1축 방향과 수직인 제2축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파가 되도록 하는 제1-2 반사벽을 포함하고, 상기 제2 반사벽은, 상기 공진기 안테나에서 상기 제1축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 제2-1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나에서 상기 제2축 방향을 따라 마련되고, 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파가 되도록 하는 제2-2 반사벽을 포함할 수 있다.

[0065] 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수평 편파가 되도록 하는 상기 제1-1 반사벽 및 상기 제2-1 반사벽의 반사 위상(ϕ_y)은 하기 수학식을 통해 산출할 수 있다.

[0066] (수학식)

$$\Phi_y = b \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\Phi_x - \pi}{a}\right)^2 - \left(\frac{\Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2}$$

[0067] a : 공진기 안테나의 제1축 방향으로의 길이

[0068] b : 공진기 안테나의 제2축 방향으로의 길이

[0069] h : 공진기 안테나의 제3축 방향(제1축 및 제2축과 각각 수직인 방향)으로의 길이

[0070] β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

[0071] Φ_x : 제1-2 반사벽 및 제2-2 반사벽의 반사 위상

[0072] Φ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

[0073] Φ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

[0074] 상기 공진기 안테나의 내부 공진 모드가 수직 편파가 되도록 하는 상기 제1-2 반사벽 및 상기 제2-2 반사벽의 반사 위상(ϕ_x)은 하기 수학식을 통해 산출할 수 있다.

[0075] (수학식)

$$\Phi_x = a \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\Phi_y - \pi}{b}\right)^2 - \left(\frac{\Phi_{\text{BOTTOM}} + \Phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2}$$

[0076] a : 공진기 안테나의 제1축 방향으로의 길이

[0077] b : 공진기 안테나의 제2축 방향으로의 길이

[0078] h : 공진기 안테나의 제3축 방향(제1축 및 제2축과 각각 수직인 방향)으로의 길이

[0079] β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

[0080] ϕ_y : 제1-1 반사벽 및 제2-1 반사벽의 반사 위상

[0084] Φ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

[0085] Φ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상

[0086] 개시되는 다른 실시예에 따른 통신 장치는, 육면체 형상으로 이루어지는 공진기 안테나를 포함하는 통신 장치로서, 상기 공진기 안테나는, 상기 공진기 안테나의 하면; 상기 하면의 상부에 마련되고, 상기 공진기 안테나의 상면을 구성하는 부분 반사 표면; 상기 공진기 안테나의 내부에서 상기 하면과 상기 부분 반사 표면 사이에 마련되는 방사체; 상기 공진기 안테나의 측벽 일부를 구성하고, 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제1 반사벽; 및 상기 공진기 안테나의 측벽 나머지를 구성하고, 임의의 반사 위상을 갖거나 반사 위상이 조절 가능하게 마련되는 제2 반사벽을 포함하고, 상기 통신 장치는, 상기 제1 반사벽 및 상기 제2 반사벽 중 하나 이상의 반사 위상을 조절하는 제어부를 더 포함한다.

발명의 효과

[0088] 개시되는 실시예에 의하면, 타겟 표면에서 제1 전파, 제2 전파, 제3 전파, 및 제4 전파들이 동위상이 되도록 함으로써, 공진기 안테나의 이득을 향상시킬 수 있게 된다.

[0089] 또한, 육면체 형상의 공진기 안테나에서 측벽의 일부를 금속 반사벽으로 구성하고, 측벽의 나머지를 반사 위상을 조절할 수 있는 반사벽으로 구성함으로써, 공진기 안테나의 내부 공진 모드를 수평 편파 또는 수직 편파로 변환할 수 있게 된다.

[0090] 또한, 공진기 안테나는 육면이 금속 재질의 물질로 둘러 쌓여서 형성(육면이 차폐된 형태로 형성)되기 때문에, 공진기 안테나들을 복수 개 배열하여 안테나 어레이를 형성할 때 각 공진기 안테나 간 간섭이 거의 발생하지 않게 된다. 또한, 안테나 어레이를 형성한 경우, 개별 공진기 안테나의 조립 및 교체가 용이하므로, 안테나 어레이를 구비하는 통신 시스템의 유지 보수 비용을 절감할 수 있게 된다.

[0091] 또한, 공진기 안테나를 정육면체로 하여 좌우 및 상하 대칭하게 형성하는 경우, 수직 편파의 방사 패턴과 수평 편파의 방사 패턴이 동일하게 형성되기 때문에, 공진기 안테나에서 수직 편파 및 수평 편파 중 어느 하나로 편파 변환이 이루어지더라도 동일한 성능을 유지할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0093] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나를 나타낸 사시도

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나에서 A-A' 부분을 절단하여 바라본 평면도

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나에서 B-B' 부분을 절단하여 바라본 측면도

도 4는 본 발명의 일 실시예에서 따른 방사체에서 송출되는 전파가 수평 편파 성분과 수직 편파 성분으로 분해되는 상태를 개략적으로 나타낸 도면

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나에서 전파의 진행 경로를 개략적으로 나타낸 도면

도 6은 본 발명의 일 실시예에서 공진기 안테나의 내부 공진 모드를 나타낸 도면

도 7은 본 발명의 일 실시예에서 제2 반사벽의 반사 위상을 조절하여 공진기 안테나의 내부 공진 모드를 변환하는 상태를 나타낸 도면

도 8은 본 발명의 일 실시예에서 공진기 안테나의 Co-Pol(Co Polarization)과 Cross-Pol(Cross Polarization)의 방사 패턴을 비교한 그래프

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나에서 제2 반사벽의 구성을 개략적으로 나타낸 평면도

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0094] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명하기로 한다. 이하의 상세한 설명은 본 명세서에서 기술된 방법, 장치 및/또는 시스템에 대한 포괄적인 이해를 돕기 위해 제공된다. 그러나 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.

[0095] 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어서, 본 발명과 관련된 공지기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다. 그리고, 후술되는 용어들은

본 발명에서의 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. 상세한 설명에서 사용되는 용어는 단지 본 발명의 실시예들을 기술하기 위한 것이며, 결코 제한적이어서는 안 된다. 명확하게 달리 사용되지 않는 한, 단수 형태의 표현은 복수 형태의 의미를 포함한다. 본 설명에서, "포함" 또는 "구비"와 같은 표현은 어떤 특성들, 숫자들, 단계들, 동작들, 요소들, 이들의 일부 또는 조합을 가리키기 위한 것이며, 기술된 것 이외에 하나 또는 그 이상의 다른 특성, 숫자, 단계, 동작, 요소, 이들의 일부 또는 조합의 존재 또는 가능성을 배제하도록 해석되어서는 안 된다.

- [0096] 한편, 상측, 하측, 일측, 타측 등과 같은 방향성 용어는 개시된 도면들의 배향과 관련하여 사용된다. 본 발명의 실시예의 구성 요소는 다양한 배향으로 위치 설정될 수 있으므로, 방향성 용어는 예시를 목적으로 사용되는 것이지 이를 제한하는 것은 아니다.
- [0097] 또한, 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성 요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성 요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성 요소를 다른 구성 요소로부터 구별하는 목적으로 사용될 수 있다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성 요소는 제2 구성 요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성 요소도 제1 구성 요소로 명명될 수 있다.
- [0099] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나를 나타낸 사시도이고, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나에서 A-A' 부분을 절단하여 바라본 평면도이며, 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나에서 B-B' 부분을 절단하여 바라본 측면도이다.
- [0100] 도 1 내지 도 3을 참조하면, 공진기 안테나(100)는 육면체의 형상으로 이루어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 공진기 안테나(100)는 정육면체의 형상으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 공진기 안테나(100)는 하면(102), 부분 반사 표면(Partially Reflective Surface)(104), 방사체(106), 제1 반사벽(108), 및 제2 반사벽(110)을 포함할 수 있다.
- [0101] 하면(102)은 예를 들어, 접지면일 수 있다. 이 경우, 하면(102)은 공진기 안테나(100)의 그라운드(ground) 역할을 하게 된다. 하면(102)이 접지면인 경우 하면(102)은 도체로 이루어질 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며 하면(102)은 부분 반사 표면으로 이루어질 수도 있다. 즉, 하면(102)은 공진기 안테나(100)의 상면을 구성하는 부분 반사 표면(104)과는 별도의 부분 반사 표면으로 이루어질 수도 있다.
- [0102] 부분 반사 표면(104)은 하면(102)의 상부에서 하면(102)과 일정 거리 이격하여 마련될 수 있다. 즉, 부분 반사 표면(104)은 하면(102)과 마주보며 형성될 수 있다. 부분 반사 표면(104)은 공진기 안테나(100)의 상면을 구성할 수 있다. 부분 반사 표면(104)은 전파의 입사 각도, 입사 편파, 및 사용 주파수 중 하나 이상에 따라 그 반사 특성이 변화하는 표면일 수 있다.
- [0103] 부분 반사 표면(104)은 유전체 기관(104a) 및 도체 패턴(104b)을 포함할 수 있다. 유전체 기관(104a)은 하면(102)의 상부에서 하면(102)과 평행하게 마련될 수 있다. 도체 패턴(104b)은 유전체 기관(104a)의 표면에 형성될 수 있다. 일 예로, 도체 패턴(104b)은 유전체 기관(104a)의 상면에 마련될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 유전체 기관(104a)의 상면 및 하면 중 하나 이상에 마련될 수 있다.
- [0104] 도체 패턴(104b)은 일정 형상의 도체가 유전체 기관(104a)의 표면에 상호 이격되어 마련될 수 있다. 여기서는, 도체 패턴(104b)이 사각형의 형상을 가지는 것으로 도시하였으나, 그 형상이 이에 한정되는 것은 아니다. 즉, 유전체 기관(104a)의 표면에는 도체 패턴(104b)이 형성된 부분과 도체 패턴(104b)이 형성되지 않는 부분이 있을 수 있다. 이를 통해, 부분 반사 표면(104)은 방사체(106)에서 송출되는 전파를 부분적으로 투과 및 반사하게 된다.
- [0105] 방사체(106)는 공진기 안테나(100)의 내부에 마련될 수 있다. 방사체(106)는 하면(102)과 부분 반사 표면(104)의 사이에 마련될 수 있다. 방사체(106)는 급전이 이루어지는 급전부(106a)와 전파를 방사하는 방사부(106b)를 포함할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 방사체(106)는 다이폴 방사체일 수 있으나, 방사체(106)의 타입이 이에 한정되는 것은 아니며 패치 방사체 등 다양한 타입의 방사체가 포함될 수 있다.
- [0106] 일 실시예에서, 방사체(106)는 방위각 방향으로 45° 기울어져 마련될 수 있다. 즉, 방사체(106)는 45° 편파된 전파를 송출하도록 마련될 수 있다. 이 경우, 45° 방향으로 편파된 전기장(E_{45°)은 도 4에 도시된 바와 같이 수평 편파 성분(E_x)과 수직 편파 성분(E_y)으로 분해될 수 있다.

[0107] 도 4를 참조하면, E_{-x} , E_y , E_{45° 는 각각 x축 방향, y축 방향, 45° 방향으로 편파된 전기장을 의미한다. 그리고, H_{-z} 는 -z축 방향으로 편파된 자기장을 의미한다. 또한, k_{-x} , k_y , k_{135° 는 각각 -x축 방향, y축 방향, 135° 방향으로 진행되는 전파의 진행 벡터를 의미한다.

[0108] 방사체(106)에서 방사되는 전파는 45° 방향으로 편파된 전기장(E_{45°)이 135° 방향으로 진행(k_{135°)하게 된다. 여기서, 45° 방향으로 편파된 전기장(E_{45°)은 x축 방향으로 편파된 전기장(E_{-x})과 y축 방향으로 편파된 전기장(E_y)의 합이다. 135° 방향으로 진행되는 전파의 진행 벡터(k_{135°)는 -x축 방향의 진행 벡터(k_{-x})와 y축 방향의 진행 벡터(k_y)의 합이다.

[0109] 한편, 여기서는 방사체(106)가 45° 편파된 전파를 송출하는 것으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 수평 편파 성분과 수직 편파 성분을 모두 갖는 전파를 송출하도록 마련될 수 있다.

[0110] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나에서 전파의 진행 경로를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 5를 참조하면, 방사체(106)에서 송출되는 전파는 제1 전파(R1), 제2 전파(R2), 제3 전파(R3), 및 제4 전파(R4)로 구분될 수 있다.

[0111] 제1 전파(R1)는 방사체(106)에서 송출되어 부분 반사 표면(104)을 직접 투과하는 전파일 수 있다. 즉, 제1 전파(R1)는 방사체(106)에서 송출되고, 부분 반사 표면(104)의 도체 패턴(104b)이 형성되지 않는 부분을 바로 투과하는 전파일 수 있다.

[0112] 제2 전파(R2)는 방사체(106)에서 송출되고 하면(102)에서 반사되어 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파일 수 있다. 제3 전파(R3)는 방사체(106)에서 송출되고 부분 반사 표면(104)에서 반사되고, 하면(102)에서 다시 반사되어 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파일 수 있다. 제4 전파(R4)는 방사체(106)에서 송출되고 하면(102)과 부분 반사 표면(104) 사이에서 3회 이상 반사된 후 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파일 수 있다. 여기서, 제3 전파(R3) 및 제4 전파(R4)는 하면(102)과 부분 반사 표면(104) 사이에서 다중 반사하여 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파일 수 있다.

[0113] 한편, 공진기 안테나(100)를 통해 목표 방향으로 고이득의 빔을 형성하기 위해서는 타겟 과면에서 제1 전파(R1), 제2 전파(R2), 제3 전파(R3), 및 제4 전파(R4)들이 동위상이 되어야 한다. 즉, 제1 전파(R1), 제2 전파(R2), 제3 전파(R3), 및 제4 전파(R4)들의 위상이 타겟 과면에서 동일하게 되면 보강 간섭으로 인해 고이득의 빔을 생성할 수 있게 된다.

[0114] 여기서, 제1 전파(R1)와 제2 전파(R2)의 위상 차이(ϕ_{a1})는 하기 수학식 1에 의해 산출할 수 있다.

[0115] (수학식 1)

$$[0116] \phi_{a1} = -2\beta_z h_1 + \phi_{\text{BOTTOM}} + 2\pi(q - 1)$$

[0117] β_z : 공진기 안테나 내부에서 z 방향으로의 파수(wave number)

[0118] h_1 : 하면으로부터 방사체까지의 높이

[0119] ϕ_{BOTTOM} : 하면의 반사 위상

[0120] q: 임의의 정수

[0121] 여기서, β_z 는 공진기 안테나의 공진 주파수에 의해 결정될 수 있다. 그리고, 방사체(106)에서 송출되고 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파들 중 제1 전파(R1)와 제2 전파(R2)를 제외한 전파들 간의 위상 차이(ϕ_{a2})는 하기 수학식 2에 의해 산출할 수 있다.

[0122] (수학식 2)

$$[0123] \phi_{a2} = -2\beta_z h + \phi_{\text{BOTTOM}} + \phi_{\text{PRS}} + 2\pi(q - 1)$$

[0124] h: 하면으로부터 부분 반사 표면까지의 높이

- [0125] Φ_{PRS} : 부분 반사 표면의 반사 위상
- [0126] 여기서, 제1 전파(R1)와 제2 전파(R2)를 제외한 전파들 간의 위상 차이는 제2 전파(R2)와 제3 전파(R3) 간의 위상 차이, 제3 전파(R3)와 제4 전파(R4) 간의 위상 차이, 및 제4 전파(R4)들 간의 위상 차이를 모두 포함할 수 있다.
- [0127] 예를 들어, 제4 전파(R4)들 간의 위상 차이는 방사체(106)에서 송출되고 하면(102)과 부분 반사 표면(104) 사이에서 3회 반사된 후 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파와 방사체(106)에서 송출되고 하면(102)과 부분 반사 표면(104) 사이에서 4회 반사된 후 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파 간의 위상 차이일 수 있다. 또한, 제4 전파(R4)들 간의 위상 차이는 방사체(106)에서 송출되고 하면(102)과 부분 반사 표면(104) 사이에서 4회 반사된 후 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파와 방사체(106)에서 송출되고 하면(102)과 부분 반사 표면(104) 사이에서 5회 반사된 후 부분 반사 표면(104)을 투과하는 전파 간의 위상 차이일 수 있다.
- [0128] 제1 전파(R1)와 제2 전파(R2)의 위상 차이(Φ_{a1}) 및 제1 전파(R1)와 제2 전파(R2)를 제외한 전파들 간의 위상 차이 (Φ_{a2})를 0(zero)으로 하게 되면, 타겟 파면에서 제1 전파(R1), 제2 전파(R2), 제3 전파(R3), 및 제4 전파(R4)들을 동위상으로 만들 수 있으며, 그로 인해 공진기 안테나(100)의 이득을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0129] 다시 도 1 내지 도 3을 참조하면, 제1 반사벽(108)은 공진기 안테나(100)의 측벽 중 일부를 구성할 수 있다. 제1 반사벽(108)은 하면(102) 및 부분 반사 표면(104) 사이에서 하면(102) 및 부분 반사 표면(104)과 각각 수직하게 마련될 수 있다.
- [0130] 예시적인 실시예에서, 제1 반사벽(108)은 금속으로 이루어질 수 있다. 제1 반사벽(108)은 PEC(Perfect Electric Conductor)로 이루어져 180°의 반사 위상을 제공하도록 마련될 수 있다. 이 경우, 제1 반사벽(108)은 방사체(106)에서 송출되는 전파가 외부로 빠져나가는 것을 방지하게 된다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며 제1 반사벽(108)은 임의의 반사 위상을 갖도록 마련될 수 있다. 즉, 제1 반사벽(108)은 하나 이상의 재질 및 구조 등을 통해 특정 반사 위상을 갖도록 마련될 수 있다.
- [0131] 제1 반사벽(108)은 제1-1 반사벽(108-1) 및 제1-2 반사벽(108-2)을 포함할 수 있다. 제1-1 반사벽(108-1)은 공진기 안테나(100)에서 제1축 방향(예를 들어, x축 방향)을 따라 마련될 수 있다. 제1-2 반사벽(108-2)은 공진기 안테나(100)에서 제1축 방향과 수직한 제2축 방향(예를 들어, y축 방향)을 따라 마련될 수 있다. 제1-1 반사벽(108-1)과 제1-2 반사벽(108-2)은 일변이 연결되어 마련될 수 있다.
- [0132] 제2 반사벽(110)은 공진기 안테나(100)의 측벽 중 다른 일부를 구성할 수 있다. 즉, 제2 반사벽(110)은 제1 반사벽(108)과 함께 공진기 안테나(100)의 측벽을 구성할 수 있다.
- [0133] 공진기 안테나(100)가 육면체 형상으로 이루어진 경우, 공진기 안테나(100)는 4개의 측벽을 포함하게 된다. 이때, 제1 반사벽(108)은 4개의 측벽 중 2개의 측벽을 구성하도록 마련되고, 제2 반사벽(110)은 4개의 측벽 중 다른 2개의 측벽을 구성하도록 마련될 수 있다.
- [0134] 이와 같이, 공진기 안테나(100)는 하면(102)이 하면을 구성하고, 부분 반사 표면(104)이 상면을 구성하며, 제1 반사벽(108)이 2개의 측벽을 구성하고, 제2 반사벽(110)이 2개의 측벽을 구성함으로써, 내부가 육면체로 막혀진 육면체 형태를 가질 수 있다.
- [0135] 예시적인 실시예에서, 제2 반사벽(110)은 반사 위상이 조절 가능하도록 마련될 수 있다. 제2 반사벽(110)은 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수직 편파 또는 수평 편파가 되도록 반사 위상이 조절될 수 있다.
- [0136] 즉, 공진기 안테나(100)가 육면체 형상으로 이루어지고, 육면이 모두 막힌 형태로 제작되는 경우, 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드는 공진기 안테나(100)의 크기와 각 벽면의 반사 위상에 의해 결정되게 된다. 그리고, 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드에 따라 공진기 안테나(100)의 내부에 형성되는 전기장의 분포가 결정되게 된다.
- [0137] 도 6은 본 발명의 일 실시예에서 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드를 나타낸 도면으로, 도 6의 (a)에서는 수직 편파 모드(TE101)를 나타내었고, 도 6의 (b)에서는 수평 편파 모드(TE011)를 나타내었다. 도 5에서 살펴본 바와 같이, 방사체(106)에서 송출하는 전파는 수직 편파 및 수평 편파의 전기장을 모두 포함하기 때문에, 반사 위상을 조절할 수 있는 제2 반사벽(110)을 이용하여 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드를 수직 편파 또는 수평 편파가 되도록 변환할 수 있게 된다.

[0138] 제2 반사벽(110)은 제2-1 반사벽(110-1) 및 제2-2 반사벽(110-2)을 포함할 수 있다. 제2-1 반사벽(110-1)은 공진기 안테나(100)에서 제1축 방향(즉, x축 방향)을 따라 마련될 수 있다. 제2-2 반사벽(110-2)은 공진기 안테나(100)에서 제2축 방향(즉, y축 방향)을 따라 마련될 수 있다. 제2-1 반사벽(110-1)과 제2-2 반사벽(110-2)은 일변이 연결되어 마련될 수 있다. 제2-1 반사벽(110-1)은 제1-1 반사벽(108-1)과 마주보며 상호 평행하게 마련될 수 있다. 제2-2 반사벽(110-2)은 제1-2 반사벽(108-2)과 마주보며 상호 평행하게 마련될 수 있다.

[0139] 제2-1 반사벽(110-1)은 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수평 편파 모드(TE011)가 되도록 반사 위상이 조절될 수 있다. 제2-2 반사벽(110-2)은 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수직 편파 모드(TE101)가 되도록 반사 위상이 조절될 수 있다.

[0140] 구체적으로, 공진기 안테나(100)의 내부에서 공진 주파수(f_{mnq})는 일반적으로 하기 수학식 3에 의해 설정될 수 있다.

[0141] (수학식 3)

[0142]
$$f_{mnq} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\beta_x^2 + \beta_y^2 + \beta_z^2}$$

[0143] β_x : 공진기 안테나 내부에서 x 방향으로의 파수

[0144] β_y : 공진기 안테나 내부에서 y 방향으로의 파수

[0145] β_z : 공진기 안테나 내부에서 z 방향으로의 파수

[0146] c : 빛의 속도

[0147] m, n, q : 임의의 정수

[0148] 그리고, 공진기 안테나(100)의 크기, 제1 반사벽(108), 및 제2 반사벽(110)의 반사 위상을 고려한 공진 주파수(f_{mnq})는 다음의 수학식 4와 같이 변경될 수 있다.

[0149] (수학식 4)

[0150]
$$f_{mnq} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{\pi + \phi_x + 2\pi(m-1)}{2a}\right)^2 + \left(\frac{\pi + \phi_y + 2\pi(n-1)}{2b}\right)^2 + \left(\frac{\phi_{BOTTOM} + \phi_{PRS} + 2\pi(q-1)}{2h}\right)^2}$$

[0151] a : 공진기 안테나의 x축 방향으로의 길이

[0152] b : 공진기 안테나의 y축 방향으로의 길이

[0153] h : 공진기 안테나의 z축 방향으로의 길이(하면으로부터 부분 반사 표면까지의 높이)

[0154] ϕ_y : 공진기 안테나에서 y축 방향에 형성되고 x축 방향을 따라 형성되며 반사 위상 조절이 가능한 반사벽의 반사 위상(즉, 제2-1 반사벽의 반사 위상)

[0155] ϕ_x : 공진기 안테나에서 x축 방향에 형성되고, y축 방향을 따라 형성되며 반사 위상 조절이 가능한 반사벽의 반사 위상(즉, 제2-2 반사벽의 반사 위상)

[0156] 수학식 4에서, 루트 안의 첫 번째 항 괄호 안 및 두 번째 항 괄호 안의 π 는 금속으로 이루어진 제1 반사벽(108)에 의한 반사 위상(즉, 180°의 반사 위상)을 나타낼 수 있다.

[0157] 여기서, 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수평 편파 모드(TE011)(즉, m=0, n=1, q=1)가 되도록 하는 제2-1 반사벽(110-1)의 반사 위상(ϕ_y)은 하기 수학식 5를 통해 산출할 수 있다.

[0158] (수학식 5)

[0159]
$$\phi_y = 2b \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\pi + \phi_x - 2\pi}{2a}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{BOTTOM} + \phi_{PRS}}{2h}\right)^2} - \pi$$

[0160] β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

[0161] 또한, 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수직 편파 모드(TE101)(즉, $m=1, n=0, q=1$)가 되도록 하는 제2-2 반사벽(110-2)의 반사 위상(ϕ_x)은 하기 수학식 6을 통해 산출할 수 있다.

[0162] (수학식 6)

$$\phi_x = 2a \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\pi + \phi_y - 2\pi}{2b}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{BOTTOM} + \phi_{PRS}}{2h}\right)^2} - \pi$$

[0164] 도 7은 본 발명의 일 실시예에서 제2 반사벽(110)의 반사 위상을 조절하여 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드를 변환하는 상태를 나타낸 도면이다.

[0165] 도 7의 (a)에서는 제2-2 반사벽(110-2)의 반사 위상(ϕ_x)을 수학식 6에 따라 조절함으로써 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수직 편파 모드(TE101)로 변환된 상태를 나타내었다.

[0166] 도 7의 (b)에서는 제2-1 반사벽(110-1)의 반사 위상(ϕ_y)을 수학식 5에 따라 조절함으로써 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수평 편파 모드(TE011)로 변환된 상태를 나타내었다.

[0167] 한편, 여기서는 제2 반사벽(110)이 반사 위상이 조절 가능한 것으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 제2-1 반사벽(110-1)이 수학식 5의 반사 위상을 갖도록 하고, 제2-2 반사벽(110-2)이 수학식 6의 반사 위상을 갖도록 고정되어 마련될 수도 있다.

[0168] 개시되는 실시예에 의하면, 타겟 파면에서 제1 전파(R1), 제2 전파(R2), 제3 전파(R3), 및 제4 전파(R4)들이 동 위상이 되도록 함으로써, 공진기 안테나(100)의 이득을 향상시킬 수 있게 된다.

[0169] 또한, 육면체 형상의 공진기 안테나(100)에서 측벽의 일부를 금속 반사벽으로 구성하고, 측벽의 나머지를 반사 위상을 조절할 수 있는 반사벽으로 구성함으로써, 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드를 수평 편파 또는 수직 편파로 변환할 수 있게 된다.

[0170] 또한, 공진기 안테나(100)는 육면이 금속 재질의 물질로 둘러 쌓여서 형성(육면이 차폐된 형태로 형성)되기 때문에, 공진기 안테나(100)들을 복수 개 배열하여 안테나 어레이를 형성할 때 각 공진기 안테나(100) 간 간섭이 거의 발생하지 않게 된다. 또한, 안테나 어레이를 형성한 경우, 개별 공진기 안테나(100)의 조립 및 교체가 용이하므로, 안테나 어레이를 구비하는 통신 시스템의 유지 보수 비용을 절감할 수 있게 된다.

[0171] 또한, 공진기 안테나(100)를 정육면체로 하여 좌우 및 상하 대칭하게 형성하는 경우, 수직 편파의 방사 패턴과 수평 편파의 방사 패턴이 동일하게 형성되기 때문에, 공진기 안테나(100)에서 수직 편파 및 수평 편파 중 어느 하나로 편파 변환이 이루어지더라도 동일한 성능을 유지할 수 있게 된다.

[0173] 도 8은 본 발명의 일 실시예에서 공진기 안테나의 Co-Pol(Co Polarization)과 Cross-Pol(Cross Polarization)의 방사 패턴을 비교한 그래프이다. 도 8의 (a)는 H 평면의 방사 패턴을 비교한 그래프이고, 도 8의 (b)는 E 평면의 방사 패턴을 비교한 그래프이다. 도 8을 참조하면, H 평면과 E 평면 모두 Co-Pol(Co Polarization)(원하는 편파 성분으로 수직 편파 또는 수평 편파)과 Cross-Pol(Cross Polarization)(원하는 편파 성분에 수직하는 원치 않는 편파 성분)의 차이가 약 23dB로 높은 편파 억제율을 나타내는 것을 볼 수 있다.

[0175] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 공진기 안테나(100)에서 제2 반사벽(110)의 구성을 개략적으로 나타낸 평면도이다. 여기서는, 반사 위상 조절이 가능한 제2 반사벽(110)의 구성에 대한 일 예를 도시하였을 뿐, 제2 반사벽(110)의 구성이 이에 한정되는 것은 아니며 그 이외에도 기 공지된 다양한 구성을 통해 제2 반사벽(110)이 반사 위상 조절이 가능하도록 할 수 있음은 물론이다.

[0176] 도 9를 참조하면, 제2 반사벽(110)은 기관(121), 도체 패턴(123), 능동 소자(125), 및 수동 소자(127)를 포함할 수 있다.

[0177] 기관(121)은 플레이트 형태로 마련될 수 있다. 기관(121)은 유전체로 이루어질 수 있다. 기관(121)의 일면(즉, 공진기 안테나(100)의 내부를 향하는 면)은 금속층이 형성될 수 있다.

[0178] 기관(121)의 타면은 주파수 선택 표면(Frequency Selective Surface)을 이룰 수 있다. 즉, 기관(121)의 타면에는 기 설정된 형상의 도체 패턴(123)이 복수 개가 이격되어 형성됨에 따라 주파수 선택 표면을 이룰 수 있다.

여기서는, 도체 패턴(123)이 사각 형상으로 이루어진 것으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 도체 패턴은 그 이외에도 다양한 형상으로 이루어질 수 있다.

- [0179] 능동 소자(125)는 도체 패턴(123) 사이에서 도체 패턴(123)들을 전기적으로 연결할 수 있다. 예를 들어, 능동 소자(125)는 다이오드 또는 버랙터 등이 있을 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0180] 수동 소자(127)는 기관(121)의 타면에서 도체 패턴(123)과 전기적으로 연결될 수 있다. 또한, 수동 소자(127)는 기관(121)에 형성되는 선로를 통해 제어부(129)와 전기적으로 연결될 수 있다.
- [0181] 수동 소자(127)는 인덕터(127a) 및 저항(127b)을 포함할 수 있다. 인덕터(127a)는 제어부(129)와 도체 패턴(123)이 전기적으로 연결될 때 유도되는 교류 전류로 인한 전과의 방사를 방지하는 역할을 할 수 있다. 저항(127b)은 능동 소자(125)에 인가되는 전압의 크기를 조절하는 역할을 할 수 있다.
- [0182] 여기서, 제어부(129)가 입력되는 제어 신호에 따라 능동 소자(125)에 인가하는 전류 또는 전압의 크기와 위상 등을 조절함으로써 제2 반사벽(110)의 반사 위상을 조절할 수 있게 된다.
- [0184] 한편, 여기서는 제1 반사벽(108)이 180°의 반사 위상을 제공하는 금속벽인 것으로 설명하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 제1 반사벽(108)도 제2 반사벽(110)과 마찬가지로 반사 위상의 조절이 가능하도록 마련될 수 있다.
- [0185] 예시적인 실시예에서, 공진기 안테나(100)에서 x축 방향을 따라 마련되는 제1-1 반사벽(108-1)은 제2-1 반사벽(110-1)과 마찬가지로 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수평 편파 모드(TE011)가 되도록 반사 위상이 조절될 수 있다. 또한, 공진기 안테나(100)에서 y축 방향을 따라 마련되는 제1-2 반사벽(108-2)은 제2-2 반사벽(110-2)과 마찬가지로 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수직 편파 모드(TE101)가 되도록 반사 위상이 조절될 수 있다.
- [0186] 이때, 제1-1 반사벽(108-1)과 제2-1 반사벽(110-1)은 동일한 반사 위상을 가질 수 있다. 그리고, 제1-2 반사벽(108-2)과 제2-2 반사벽(110-2)은 동일한 반사 위상을 가질 수 있다.
- [0187] 이 경우, 공진기 안테나(100)의 크기, 제1 반사벽(108), 및 제2 반사벽(110)의 반사 위상을 고려한 공진 주파수(f_{mnq})는 다음의 수학적 식 7과 같이 변경될 수 있다.

[0188] (수학적 식 7)

[0189]
$$f_{mnq} = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\left(\frac{\phi_x + \pi(m-1)}{a}\right)^2 + \left(\frac{\phi_y + \pi(n-1)}{b}\right)^2 + \left(\frac{\phi_{\text{BOTTOM}} + \phi_{\text{PRS}} + 2\pi(q-1)}{2h}\right)^2}$$

- [0190] c : 빛의 속도
- [0191] m, n, q : 임의의 정수
- [0192] a : 공진기 안테나의 x축 방향으로의 길이
- [0193] b : 공진기 안테나의 y축 방향으로의 길이
- [0194] h : 공진기 안테나의 z축 방향으로의 길이
- [0195] ϕ_y : 공진기 안테나에서 y축 방향에 형성되고 x축 방향을 따라 형성되며 반사 위상 조절이 가능한 반사벽의 반사 위상(즉, 제1-1 반사벽 및 제2-1 반사벽의 반사 위상)
- [0196] ϕ_x : 공진기 안테나에서 x축 방향에 형성되고, y축 방향을 따라 형성되며 반사 위상 조절이 가능한 반사벽의 반사 위상(즉, 제1-2 반사벽 및 제2-2 반사벽의 반사 위상)
- [0197] 여기서, 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수평 편파 모드(TE011)(즉, m=0, n=1, q=1)가 되도록 하는 제1-1 반사벽(108-1) 및 제2-1 반사벽(110-1)의 반사 위상(ϕ_y)은 하기 수학적 식 8을 통해 산출할 수 있다.

[0198] (수학식 8)

[0199]

$$\phi_y = b \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\phi_x - \pi}{a}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{\text{BOTTOM}} + \phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2}$$

[0200]

β_0 : 자유 공간 상에서의 파수

[0201]

또한, 공진기 안테나(100)의 내부 공진 모드가 수직 편파 모드(TE101)(즉, m=1, n=0, q=1)가 되도록 하는 제1-2 반사벽(108-2) 및 제2-2 반사벽(110-2)의 반사 위상(ϕ_x)은 하기 수학식 9를 통해 산출할 수 있다.

[0202]

(수학식 9)

[0203]

$$\phi_x = a \sqrt{\beta_0^2 - \left(\frac{\phi_y - \pi}{b}\right)^2 - \left(\frac{\phi_{\text{BOTTOM}} + \phi_{\text{PRS}}}{2h}\right)^2}$$

[0205]

이상에서 본 발명의 대표적인 실시예들을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허 청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

[0207]

100 : 공진기 안테나

102 : 하면

104 : 부분 반사 표면

104a : 유전체 기관

104b : 도체 패턴

106 : 방사체

106a : 급전부

106b : 방사부

108 : 제1 반사벽

108-1 : 제1-1 반사벽

108-2 : 제1-2 반사벽

110 : 제2 반사벽

110-1 : 제2-1 반사벽

110-2 : 제2-2 반사벽

121 : 기관

123 : 도체 패턴

125 : 능동 소자

127 : 수동 소자

127a : 인덕터

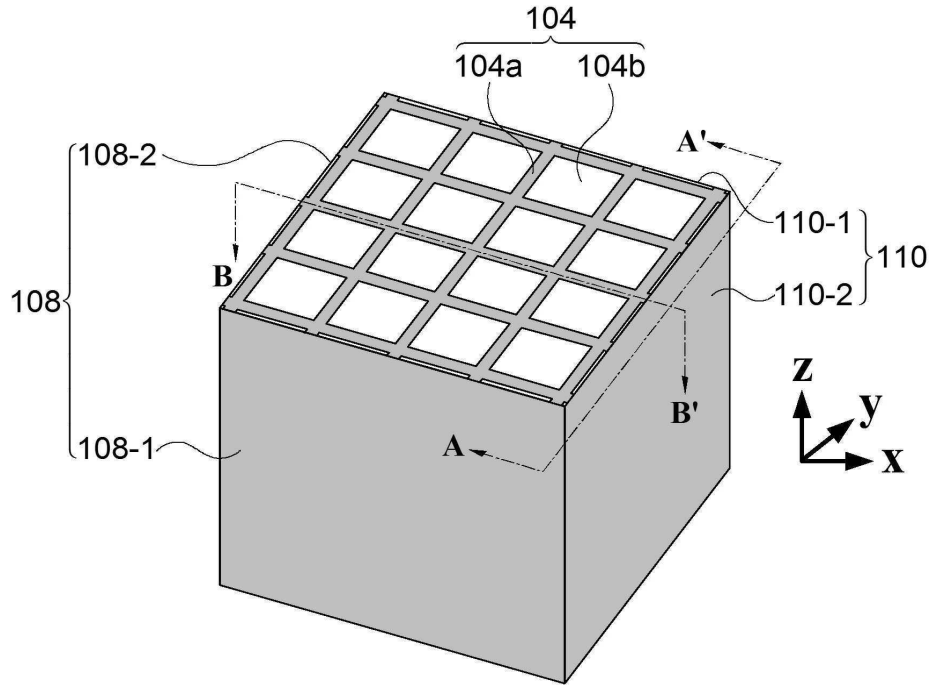
127b : 저항

129 : 제어부

도면

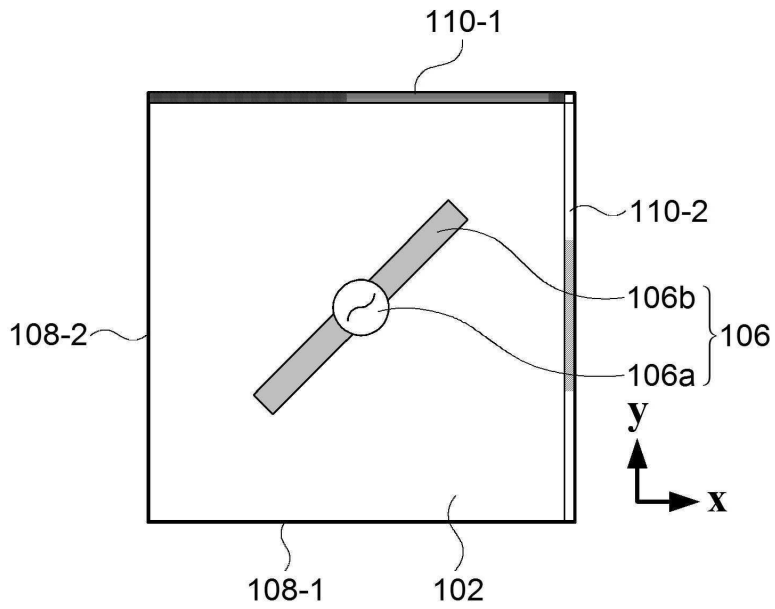
도면1

100



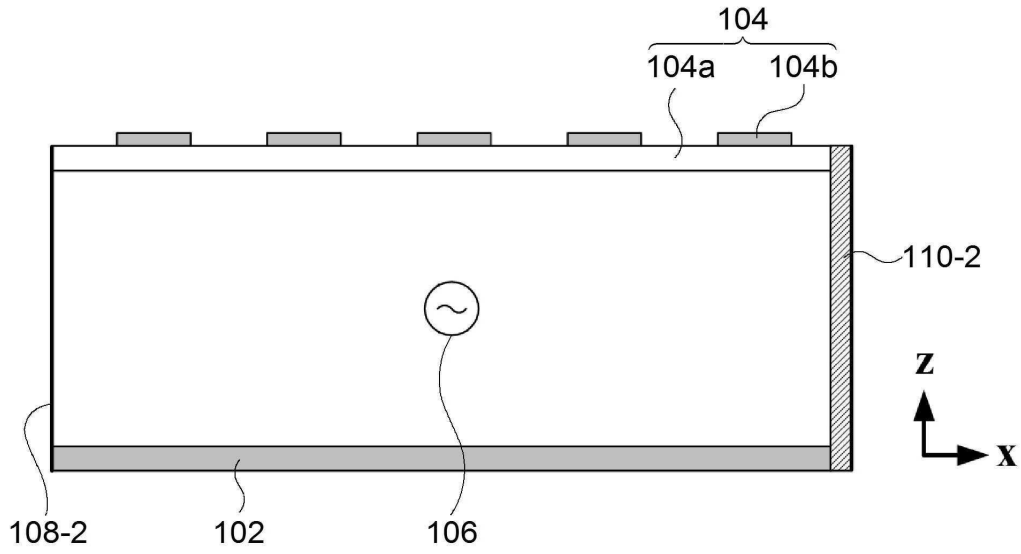
도면2

100

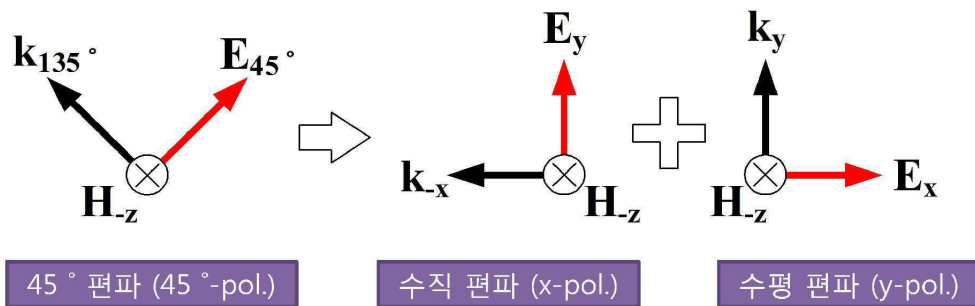


도면3

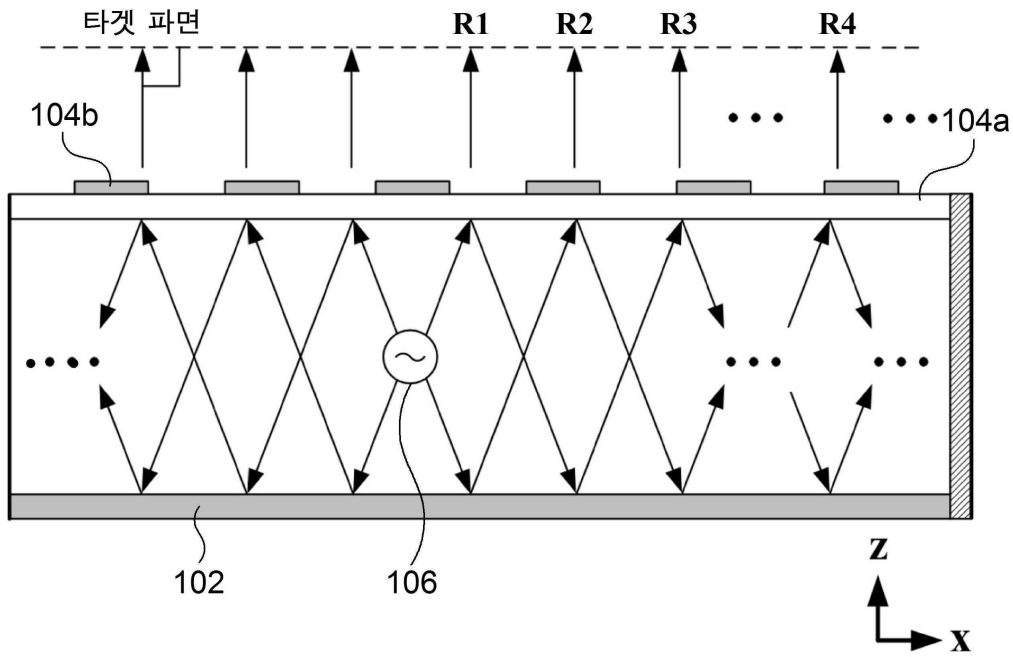
100



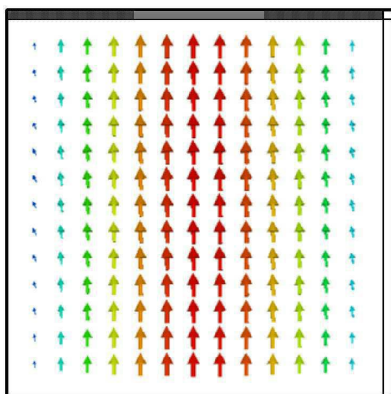
도면4



도면5

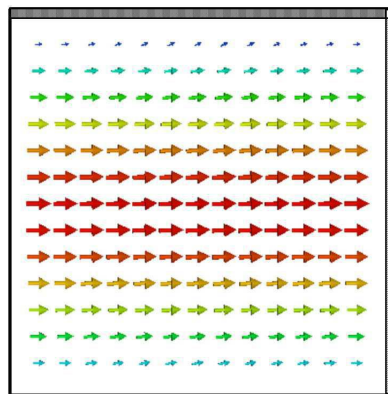


도면6



TE101 모드
(수직 편파)

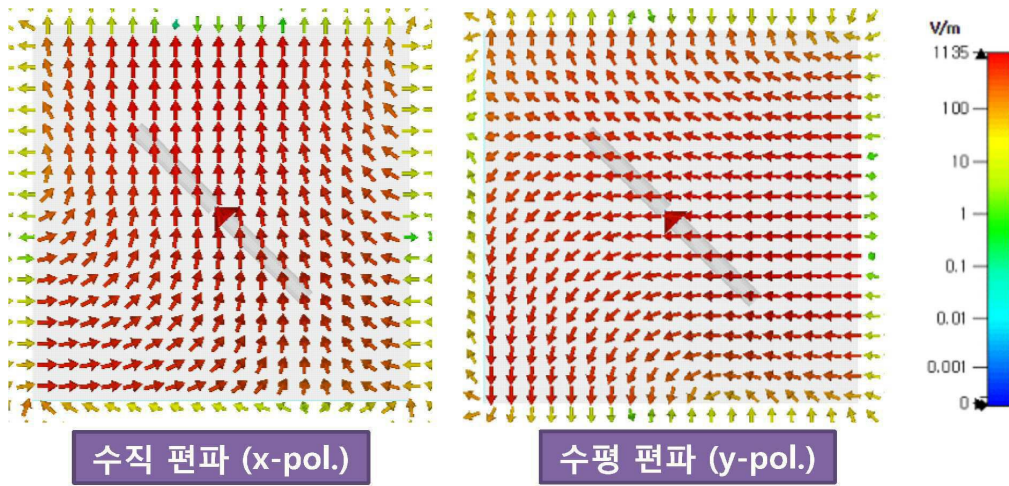
(a)



TE011 모드
(수평 편파)

(b)

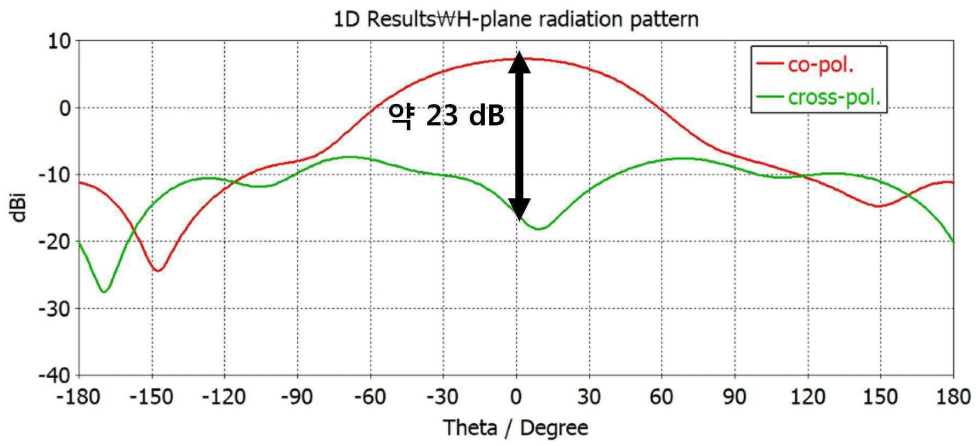
도면7



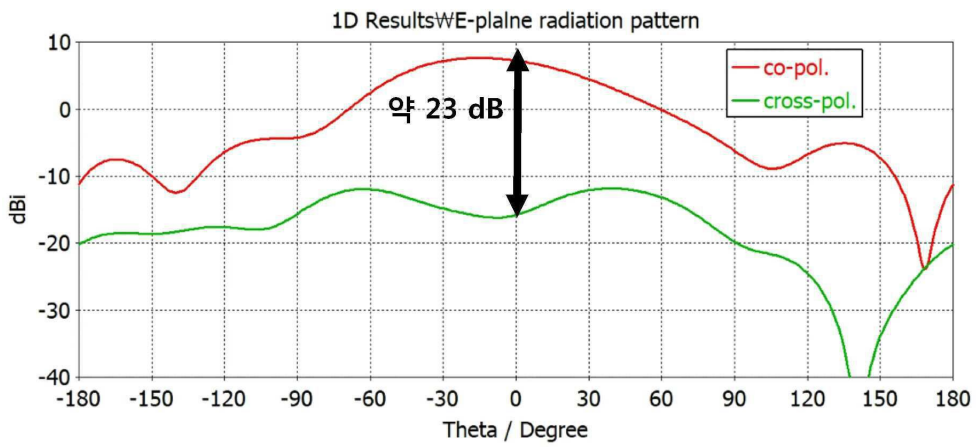
(a)

(b)

도면8



(a)



(b)

도면9

