



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년06월03일
(11) 등록번호 10-2405863
(24) 등록일자 2022년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 15/14 (2006.01) H01Q 1/48 (2015.01)
H04B 17/10 (2014.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 15/14 (2018.05)
H01Q 1/48 (2018.05)
(21) 출원번호 10-2021-0053531
(22) 출원일자 2021년04월26일
심사청구일자 2021년04월26일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020210044729 A
KR1020110060405 A
KR1020100118889 A
KR1020170031527 A

(73) 특허권자
세종대학교산학협력단
서울특별시 광진구 능동로 209 (군자동, 세종대학교)
(72) 발명자
김동호
서울특별시 송파구 송파대로 345, 402동 1904호(가락동, 헬리오시티)
강권구
경기도 부천시 성오로141번길 39-4, 8동 3층 301호(원종동, 신탁주택)
김성주
서울특별시 광진구 능동로23길 22, 203호(군자동)
(74) 대리인
두호특허법인

전체 청구항 수 : 총 21 항

심사관 : 변종길

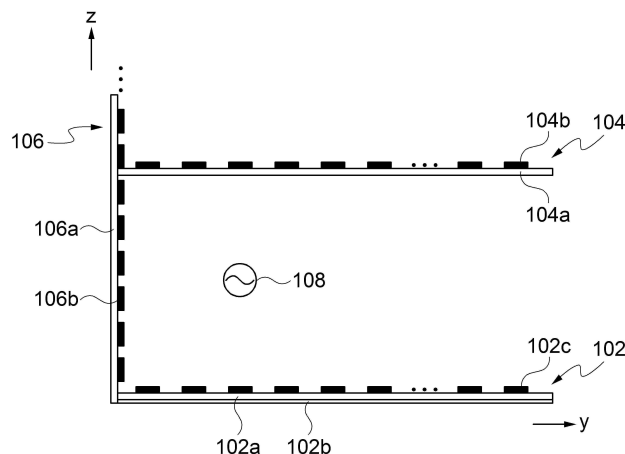
(54) 발명의 명칭 다중 반사 안테나 및 이를 구비하는 통신 장치와 그 전파 해석 방법

(57) 요약

다중 반사 안테나 및 이를 구비하는 통신 장치와 그 전파 해석 방법이 개시된다. 개시되는 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나는, 하면에 접지면을 구비하고, 상면에 복수 개의 제1 단위셀을 구비하는 접지판, 접지판의 상부에서 접지판과 평행하게 마련되고, 일면에 복수 개의 제2 단위셀을 구비하는 제1 반사판, 접지판과 제1 반사판 사이에 마련되는 방사체, 및 접지판과 제1 반사판의 일단에서 접지판과 제1 반사판에 수직하게 마련되는 제2 반사판을 포함한다.

대표도 - 도1

100



(52) CPC특허분류

H04B 17/101 (2015.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711109324
과제번호	2020R1A2C2013466
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명	3차원 스마트 빔 성형을 위한 컴팩트 고이득 안테나 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	세종대학교 산학협력단
연구기간	2020.03.01 ~ 2021.02.28

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

하면에 접지면을 구비하고, 상면에 복수 개의 제1 단위셀을 구비하는 접지판;

상기 접지판의 상부에서 상기 접지판과 평행하게 마련되고, 일면에 복수 개의 제2 단위셀을 구비하는 제1 반사판;

상기 접지판과 상기 제1 반사판 사이에 마련되는 방사체; 및

상기 접지판과 상기 제1 반사판의 일단에서 상기 접지판과 상기 제1 반사판에 수직하게 마련되는 제2 반사판을 포함하는, 다중 반사 안테나.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제2 반사판은,

상기 방사체에서 방사되는 전파를 상기 접지판 및 상기 제1 반사판 사이의 공간으로 반사시키는, 다중 반사 안테나.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제2 반사판은,

도체판으로 이루어지거나 유전체 기판 및 상기 유전체 기판의 일면에 형성되는 도체면으로 이루어지는, 다중 반사 안테나.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 다중 반사 안테나는,

상기 제2 반사판의 일면에 마련되는 복수 개의 제3 단위셀을 포함하는, 다중 반사 안테나.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 제2 반사판을 기준으로 상기 방사체와 좌우 대칭하도록 마련되는 가상의 방사체를 포함하고,

상기 제2 반사판에서 반사되는 전파는 상기 가상의 방사체에서 방사되는 전파로 해석되는, 다중 반사 안테나.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 다중 반사 안테나는,

상기 접지판과 상기 제1 반사판의 타단에서 상기 접지판과 상기 제1 반사판에 수직하게 마련되는 제3 반사판을 더 포함하는, 다중 반사 안테나.

청구항 7

하면에 접지면을 구비하고, 상면에 복수 개의 제1 단위셀을 구비하는 접지판, 상기 접지판의 상부에서 상기 접지판과 평행하게 마련되고, 일면에 복수 개의 제2 단위셀을 구비하는 제1 반사판, 상기 접지판과 상기 제1 반사판 사이에 마련되는 방사체, 및 상기 접지판과 상기 제1 반사판의 일단에서 상기 접지판과 상기 제1 반사판에 수직하게 마련되는 제2 반사판을 포함하는 다중 반사 안테나의 전파 해석 방법으로서,

상기 제2 반사판을 기준으로 상기 방사체와 좌우 대칭하여 가상의 방사체를 마련하는 단계; 및

상기 제2 반사판에서 반사되는 전파를 상기 가상의 방사체에서 방사되는 전파로 해석하는 단계를 포함하는, 전파 해석 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 방사체로부터 방사되는 전파는 상기 접지판 및 상기 제1 반사판 사이에서 상기 방사체를 기준으로 양측으로 진행하면서 다중 반사하고,

상기 가상 방사체로부터 방사되는 전파는 상기 접지판 및 상기 제1 반사판 사이에서 상기 가상 방사체를 기준으로 양측으로 진행하면서 다중 반사하며,

상기 방사체로부터 방사되는 전파 및 상기 가상 방사체로부터 방사되는 전파는 각각 상기 제2 단위셀을 투과하여 기 설정된 타겟 파면에서 동위상이 되도록 하는, 전파 해석 방법.

청구항 9

청구항 8에 있어서,

상기 전파가 투과되는 각 제2 단위셀을 투과 소스들로 설정하고,

인접한 상기 투과 소스 간의 위상 차이(Ψ_d)는 하기 수학식에 의해 설정되는, 전파 해석 방법.

(수학식)

$$\theta_d = \beta \cdot h \tan \alpha \sin \theta$$

β : 자유 공간에서의 위상 상수

h : 접지판으로부터 방사체까지의 높이

α : 전파가 제1 반사판으로 입사할 때 제2 반사판과 이루는 입사 각도

θ : 투과 소스에서 진행하는 전파의 목표 방향 각도

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 방사체 및 상기 가상 방사체로부터 방사되어 일 방향으로 진행하는 전파는,

상기 방사체 및 상기 가상 방사체의 상측으로 방사되고 상기 투과 소스로 입사되어 투과되는 제1 전파 경로, 상

기 방사체 및 상기 가상 방사체의 하측으로 방사되고 상기 접지판의 제1-1 단위셀에서 반사되며 상기 투과 소스로 입사되어 투과되는 제2 전파 경로, 및 상기 방사체 및 상기 가상 방사체의 상측으로 방사되고 상기 제2 단위셀에서 반사되며 상기 접지판의 제1-2 단위셀에서 재반사되고 상기 투과 소스로 입사되어 투과되는 제3 전파 경로를 포함하는, 전파 해석 방법.

청구항 11

청구항 10에서,

상기 제1 전파 경로 및 상기 제2 전파 경로는,

상기 제1-1 단위셀의 반사 위상을 조절하여 상기 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 하는, 전파 해석 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제1-1 단위셀의 반사 위상($\angle \Gamma_{\text{gnd1}}$)은 하기 수학식에 의해 산출되는, 전파 해석 방법.

(수학식)

$$\angle \Gamma_{\text{gnd1}} = \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - 2\phi_d = \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - \beta \cdot 2h \tan \alpha \sin \theta$$

청구항 13

청구항 10에 있어서,

상기 제1 전파 경로 및 상기 제3 전파 경로는,

상기 제1-2 단위셀의 반사 위상을 조절하여 상기 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 하는, 전파 해석 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 제1-2 단위셀의 반사 위상($\angle \Gamma_{\text{gnd2}}$)은 하기 수학식에 의해 산출되는, 전파 해석 방법.

(수학식)

$$\begin{aligned} \angle \Gamma_{\text{gnd2}} &= \beta \cdot 4h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - 4\phi_d - \angle \Gamma_{\text{PRS}} \\ &= \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - \beta \cdot 4h \tan \alpha \sin \theta - \angle \Gamma_{\text{PRS}} \end{aligned}$$

$\angle \Gamma_{\text{PRS}}$: 제1 반사판의 반사 위상

청구항 15

청구항 10에 있어서,

상기 방사체로부터 방사되어 상기 제2 반사판과 반대 방향으로 진행하는 전파와 상기 가상 방사체로부터 방사되어 상기 제2 반사판과 반대 방향으로 진행하는 전파는,

상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 하부에 위치하는 부분의 반사 위상을 위상을 조절하여 상기 타겟 표면에서 동일 위상이 되도록 하는, 전파 해석 방법.

청구항 16

청구항 15에 있어서,

상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 하부에 위치하는 부분의 반사 위상($\angle \Gamma_{wall0}$)은 하기 수학식에 의해 산출하는, 전파 해석 방법.

(수학식)

$$\angle \Gamma_{wall0} = \beta \cdot 5h \tan \alpha \sin \theta = \beta \cdot 2d \tan \alpha \sin \theta$$

d : 방사체 및 가상 방사체로부터 제2 반사판까지의 거리

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 방사체를 기준으로 상기 일 방향과 반대 방향으로 진행하는 전파는, 상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상을 조절하여 상기 타겟 표면에서 동일 위상이 되도록 하는, 전파 해석 방법.

청구항 18

청구항 17에 있어서,

상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상($\angle \Gamma_{wall,2m+2}$)은 하기 수학식에 의해 산출하는, 전파 해석 방법.

(수학식)

$$\angle \Gamma_{wall,2m+2} = \beta \cdot 4(m + 0.5)h \tan \alpha \sin \theta - \angle \Gamma_{wall0}$$

m : 자연수

청구항 19

청구항 16에 있어서,

상기 가상 방사체를 기준으로 상기 일 방향과 반대 방향으로 진행하는 전파는, 상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상을 조절하여 상기 타겟 표면에서 동일 위상이 되도록 하는, 전파 해석 방법.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상 ($\angle \Gamma_{wall, 2m+5}$)은 하기 수학식에 의해 산출하는, 전파 해석 방법.

(수학식)

$$\angle \Gamma_{wall, 2m+5} = \beta \cdot 4(m - 0.5)h \tan \alpha \sin \theta + \angle \Gamma_{wall0}$$

m : 자연수

청구항 21

청구항 1 내지 청구항 6 중 어느 하나의 항에 기재된 다중 반사 안테나를 구비하는 통신 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 실시예는 다중 반사 안테나와 관련된다.

배경 기술

[0003] 접지판 및 접지판의 상부에 형성되는 반사판을 포함하는 다중 반사 안테나는 접지판과 반사판 사이에서 다중 반사를 이용하여 높은 이득을 얻을 있고 간단한 구조를 가지고 있어 무선 통신 분야에서 이목을 끌고 있다. 이러한 다중 반사 안테나에서 안테나의 이득과 빔 방향 제어를 최적화하기 위한 다양한 연구가 시도되고 있다.

[0004] 한편, 다중 반사 안테나는 경사진 방향으로 빔을 형성할 때 급전 안테나를 기준으로 반사판의 한 쪽 부분에서 투과하는 전파에 대한 기여가 적은 문제가 발생한다. 즉, 급전 안테나를 기준으로 타겟 파면(예를 들어, 오른쪽으로 경사진 파면)과 동일 또는 유사한 진행 경로를 가지는 전파(즉, 급전 안테나를 기준으로 오른쪽 경사진 방향으로 진행하는 전파)는 높은 에너지를 전달하나, 타겟 파면과 반대의 진행 경로를 가지는 전파(즉, 급전 안테나를 기준으로 왼쪽 경사진 방향으로 진행하는 전파)는 낮은 에너지를 전달하여 안테나 이득이 저하되는 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 일본등록실용신안공보 제3144173호(2008.07.30)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명의 실시예는 안테나 이득을 향상시킬 수 있는 다중 반사 안테나 및 이를 구비하는 통신 장치와 그 전파 해석 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나는, 하면에 접지면을 구비하고, 상면에 복수 개의 제1 단위셀을 구비하는 접지판; 상기 접지판의 상부에서 상기 접지판과 평행하게 마련되고, 일면에 복수 개의 제2 단위셀을 구비하는 제1 반사판; 상기 접지판과 상기 제1 반사판 사이에 마련되는 방사체; 및 상기 접지판과 상기 제1 반

사판의 일단에서 상기 접지판과 상기 제1 반사판에 수직하게 마련되는 제2 반사판을 포함한다.

[0010] 상기 제2 반사판은, 상기 방사체에서 방사되는 전파를 상기 접지판 및 상기 제1 반사판 사이의 공간으로 반사시킬 수 있다.

[0011] 상기 제2 반사판은, 도체판으로 이루어지거나 유전체 기판 및 상기 유전체 기판의 일면에 형성되는 도체면으로 이루어질 수 있다.

[0012] 상기 다중 반사 안테나는, 상기 제2 반사판의 일면에 마련되는 복수 개의 제3 단위셀을 포함할 수 있다.

[0013] 상기 제2 반사판을 기준으로 상기 방사체와 좌우 대칭하도록 마련되는 가상의 방사체를 포함하고, 상기 제2 반사판에서 방사되는 전파는 상기 가상의 방사체에서 방사되는 전파로 해석될 수 있다.

[0014] 상기 다중 반사 안테나는, 상기 접지판과 상기 제1 반사판의 타단에서 상기 접지판과 상기 제1 반사판에 수직하게 마련되는 제3 반사판을 더 포함할 수 있다.

[0015] 개시되는 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나의 전파 해석 방법은, 하면에 접지면을 구비하고, 상면에 복수 개의 제1 단위셀을 구비하는 접지판, 상기 접지판의 상부에서 상기 접지판과 평행하게 마련되고, 일면에 복수 개의 제2 단위셀을 구비하는 제1 반사판, 상기 접지판과 상기 제1 반사판 사이에 마련되는 방사체, 및 상기 접지판과 상기 제1 반사판의 일단에서 상기 접지판과 상기 제1 반사판에 수직하게 마련되는 제2 반사판을 포함하는 다중 반사 안테나의 전파 해석 방법으로서, 상기 제2 반사판을 기준으로 상기 방사체와 좌우 대칭하여 가상의 방사체를 마련하는 단계; 및 상기 제2 반사판에서 방사되는 전파를 상기 가상의 방사체에서 방사되는 전파로 해석하는 단계를 포함한다.

[0016] 상기 방사체로부터 방사되는 전파는 상기 접지판 및 상기 제1 반사판 사이에서 상기 방사체를 기준으로 양측으로 진행하면서 다중 반사하고, 상기 가상 방사체로부터 방사되는 전파는 상기 접지판 및 상기 제1 반사판 사이에서 상기 가상 방사체를 기준으로 양측으로 진행하면서 다중 반사하며, 상기 방사체로부터 방사되는 전파 및 상기 가상 방사체로부터 방사되는 전파는 각각 상기 제2 단위셀을 투과하여 기 설정된 타겟 파면에서 동위상이 되도록 할 수 있다.

[0017] 상기 전파가 투과되는 각 제2 단위셀을 투과 소스들로 설정하고, 인접한 상기 투과 소스 간의 위상 차이(Ψ_d)는 하기 수학식에 의해 설정될 수 있다.

[0018] (수학식)

[0019]
$$\phi_d = \beta \cdot h \tan \alpha \sin \theta$$

[0020] β : 자유 공간에서의 위상 상수

[0021] h : 접지판으로부터 방사체까지의 높이

[0022] α : 전파가 제1 반사판으로 입사할 때 제2 반사판과 이루는 입사 각도

[0023] θ : 투과 소스에서 진행하는 전파의 목표 방향 각도

[0024] 상기 방사체 및 상기 가상 방사체로부터 방사되어 일 방향으로 진행하는 전파는, 상기 방사체 및 상기 가상 방사체의 상측으로 방사되고 상기 투과 소스로 입사되어 투과되는 제1 전파 경로, 상기 방사체 및 상기 가상 방사체의 하측으로 방사되고 상기 접지판의 제1-1 단위셀에서 반사되며 상기 투과 소스로 입사되어 투과되는 제2 전파 경로, 및 상기 방사체 및 상기 가상 방사체의 상측으로 방사되고 상기 제2 단위셀에서 반사되며 상기 접지판의 제1-2 단위셀에서 재반사되고 상기 투과 소스로 입사되어 투과되는 제3 전파 경로를 포함할 수 있다.

[0025] 상기 제1 전파 경로 및 상기 제2 전파 경로는, 상기 제1-1 단위셀의 반사 위상을 조절하여 상기 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 할 수 있다.

[0026] 상기 제1-1 단위셀의 반사 위상($\angle \Gamma_{\text{gnd}1}$)은 하기 수학식에 의해 산출될 수 있다.

[0027] (수학식)

[0028]
$$\angle \Gamma_{\text{gnd}1} = \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - 2\phi_d = \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - \beta \cdot 2h \tan \alpha \sin \theta$$

[0029] 상기 제1 전파 경로 및 상기 제3 전파 경로는, 상기 제1-2 단위셀의 반사 위상을 조절하여 상기 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 할 수 있다.

[0030] 상기 제1-2 단위셀의 반사 위상($\angle \Gamma_{\text{gnd}2}$)은 하기 수학식에 의해 산출될 수 있다.

[0031] (수학식)

$$\begin{aligned}\angle \Gamma_{\text{gnd}2} &= \beta \cdot 4h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - 4\phi_d - \angle \Gamma_{\text{PRS}} \\ &= \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - \beta \cdot 4h \tan \alpha \sin \theta - \angle \Gamma_{\text{PRS}}\end{aligned}$$

[0032]

[0033] $\angle \Gamma_{\text{PRS}}$: 제1 반사판의 반사 위상

[0034] 상기 방사체로부터 방사되어 상기 제2 반사판과 반대 방향으로 진행하는 전파와 상기 가상 방사체로부터 방사되어 상기 제2 반사판과 반대 방향으로 진행하는 전파는, 상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 하부에 위치하는 부분의 반사 위상을 위상을 조절하여 상기 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 할 수 있다.

[0035] 상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 하부에 위치하는 부분의 반사 위상($\angle \Gamma_{\text{wall}0}$)은 하기 수학식에 의해 산출할 수 있다.

[0036] (수학식)

$$\angle \Gamma_{\text{wall}0} = \beta \cdot 5h \tan \alpha \sin \theta = \beta \cdot 2d \tan \alpha \sin \theta$$

[0037]

[0038] d : 방사체 및 가상 방사체로부터 제2 반사판까지의 거리

[0039] 상기 방사체를 기준으로 상기 일 방향과 반대 방향으로 진행하는 전파는, 상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상을 조절하여 상기 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 할 수 있다.

[0040] 상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상 ($\angle \Gamma_{\text{wall},2m+2}$)은 하기 수학식에 의해 산출할 수 있다.

[0041] (수학식)

$$\angle \Gamma_{\text{wall},2m+2} = \beta \cdot 4(m + 0.5)h \tan \alpha \sin \theta - \angle \Gamma_{\text{wall}0}$$

[0042]

[0043] m : 자연수

[0044] 상기 가상 방사체를 기준으로 상기 일 방향과 반대 방향으로 진행하는 전파는, 상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상을 조절하여 상기 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 할 수 있다.

[0045] 상기 제2 반사판 중 상기 제1 반사판의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상 ($\angle \Gamma_{\text{wall},2m+5}$)은 하기 수학식에 의해 산출할 수 있다.

[0046] (수학식)

$$\angle \Gamma_{\text{wall},2m+5} = \beta \cdot 4(m - 0.5)h \tan \alpha \sin \theta + \angle \Gamma_{\text{wall}0}$$

[0047]

[0048] m : 자연수

발명의 효과

[0050] 개시되는 실시예에 의하면, 접지판과 제1 반사판의 일단에 접지판과 제1 반사판에 수직하게 제2 반사판을 형성하고, 영상법을 통해 각 전파의 경로가 타겟 파면에서 동일 위상을 갖도록 함으로써, 안테나의 이득을 향상시킬 수 있고, 안테나의 위상을 자유롭게 조절하여 빔 방향을 제어할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0052] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나를 나타낸 도면
 도 2는 제2 반사판이 없는 경우 전파의 진행 경로를 개략적으로 나타낸 도면
 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 전파의 진행 경로를 나타낸 도면
 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 제2 전파(RW2)의 해석 방법을 설명하기 위한 도면
 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 영상법을 적용한 상태를 나타낸 도면
 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 가상 방사체로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파의 전파 경로들을 나타낸 도면
 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 접지판을 나타낸 도면
 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 반사판을 나타낸 도면
 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 반사판을 나타낸 도면
 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 반사 위상을 조절하기 위한 상태를 나타낸 도면
 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나의 S11 파라미터를 나타낸 그래프
 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 주파수 대역에 따른 주빔의 방향을 나타낸 그래프
 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 주빔 방향의 이득을 H 평면으로 도시한 그래프
 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 주빔 방향의 이득을 E 평면으로 도시한 그래프
 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 다중 반사 안테나를 나타낸 사시도
 도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 다중 반사 안테나를 나타낸 도면
 도 17은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 다중 반사 안테나의 전파 해석 방법을 나타낸 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0053] 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.

[0054] 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.

[0055] 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.

[0056] 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 목적으

로 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.

- [0058] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나를 나타낸 도면이다. 도 1을 참조하면, 다중 반사 안테나(100)는 접지판(102), 제1 반사판(104), 제2 반사판(106), 및 방사체(108)를 포함한다.
- [0059] 접지판(102)은 하면에 접지면을 구비하고, 상면에 복수 개의 제1 단위셀을 구비할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 접지판(102)은 유전체 기관(102a), 유전체 기관(102a)의 하면에 형성되고 도체로 이루어진 접지면(102b), 및 유전체 기관(102a)의 상면에 형성되고 상호 이격되어 마련되는 복수 개의 제1 단위셀(102c)을 포함할 수 있다.
- [0060] 제1 단위셀(102c)은 도체로 이루어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제1 단위셀(102c)이 사각 형상으로 형성될 수 있으나, 그 형상이 이에 한정되는 것은 아니다. 복수 개의 제1 단위셀(102c) 중 하나 이상의 제1 단위셀(102c)은 반사 위상을 다르게 하기 위해 크기 및 모양 중 하나 이상이 다르게 형성될 수 있다.
- [0061] 제1 반사판(104)은 접지판(102)의 상부에서 접지판(102)과 이격되어 마련될 수 있다. 제1 반사판(104)은 접지판(102)과 평행하게 마련될 수 있다. 제1 반사판(104)은 유전체 기관(104a) 및 유전체 기관(104a)의 일면에 상호 이격되어 마련되는 제2 단위셀(104b)을 포함할 수 있다. 여기서는, 제2 단위셀(104b)이 유전체 기관(104a)의 상면에 형성되는 것으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며 유전체 기관(104a)의 하면에 형성될 수도 있다.
- [0062] 제2 단위셀(104b)은 도체로 이루어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제2 단위셀(104b)은 스트라이프 형상으로 형성될 수 있으나, 그 형상이 이에 한정되는 것은 아니다. 복수 개의 제2 단위셀(104b) 중 하나 이상의 제2 단위셀(104b)은 투과 위상을 다르게 하기 위해 크기 및 모양 중 하나 이상이 다르게 형성될 수 있다.
- [0063] 제2 반사판(106)은 접지판(102) 및 제1 반사판(104)의 일단에 접지판(102) 및 제1 반사판(104)과 수직하게 마련될 수 있다. 제2 반사판(106)은 방사체(108)에서 방사되는 전파를 접지판(102) 및 제1 반사판(104) 사이의 공간으로 다시 반사시키는 역할을 할 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제2 반사판(106)은 유전체 기관(106a) 및 유전체 기관(106a)의 일면에 상호 이격되어 마련되는 제3 단위셀(106b)을 포함할 수 있다.
- [0064] 제3 단위셀(106b)은 도체로 이루어질 수 있다. 예시적인 실시예에서, 제3 단위셀(106b)은 사각 형상으로 형성될 수 있으나, 그 형상이 이에 한정되는 것은 아니다. 복수 개의 제3 단위셀(106b) 중 하나 이상의 제3 단위셀(106b)은 반사 위상을 다르게 하기 위해 크기 및 모양 중 하나 이상이 다르게 형성될 수 있다.
- [0065] 방사체(108)는 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에 마련될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 방사체(108)는 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에서 접지판(102) 및 제1 반사판(104)과 각각 이격되어 마련될 수 있다. 이때, 방사체(108)는 접지판(102) 및 제1 반사판(104)과 각각 동일 거리에 이격되어 마련될 수 있다. 그러나, 이에 한정되는 것은 아니며 방사체(108)는 접지판(102) 상에 마련될 수도 있다.
- [0066] 방사체(108)는 급전을 통해 전파를 방사하도록 마련될 수 있다. 방사체(108)는 접지판(102)에 형성되는 접지면과 전기적으로 연결될 수 있다. 예시적인 실시예에서, 방사체(108)는 다이폴 방사체일 수 있으나, 방사체(108)의 종류 또는 타입이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0067] 방사체(108)에서 전파가 방사되는 경우, 전파는 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에서 다중 반사되면서 진행하게 된다. 즉, 방사체(108)에서 방사되는 전파는 접지판(102)의 제1 단위셀(102c) 및 제1 반사판(104)의 제2 단위셀(104b)에서 각각 반사되어 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이를 진행하게 된다. 이때, 일부의 전파는 제1 반사판(104)을 투과하여 외부로 진행하게 된다.
- [0068] 도 2는 제2 반사판(106)이 없는 경우 전파의 진행 경로를 개략적으로 나타낸 도면이다. 여기서, 제1 반사판(104)과 일정 각도 경사를 가지고 타겟 표면을 형성하는 경우, 방사체(108)를 기준으로 우측으로 다중 반사하며 진행하는 전파는 제1 반사판(104)을 투과하여 타겟 표면에 도달할 때 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에서 진행하는 방향과 동일 또는 유사하기 때문에 높은 에너지를 전달하게 된다.
- [0069] 반면, 방사체(108)를 기준으로 좌측으로 다중 반사하며 진행하는 전파는 제1 반사판(104)을 투과하여 타겟 표면에 도달할 때 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에서 진행하는 방향에서 반대 방향으로 꺾여야 하기 때문에 낮은 에너지를 전달하게 되고 그로 인해 안테나의 이득이 저하되게 된다.
- [0070] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 전파의 진행 경로를 나타낸 도면이다. 도 3을 참조하

면, 개시되는 실시예에서는 접지판(102) 및 제1 반사판(104)의 일단에 접지판(102) 및 제1 반사판(104)과 수직하게 제2 반사판(106)을 형성함으로써, 방사체(108)를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파를 제2 반사판(106)을 통해 접지판(102) 및 제1 반사판(104) 사이의 공간으로 다시 반사시키게 된다.

- [0071] 이 경우, 전파는 접지판(102) 및 제1 반사판(104) 사이의 공간에서 타겟 표면을 향하는 방향과 동일 또는 유사한 방향으로 다시 진행되기 때문에, 제1 반사판(104)을 투과하여 타겟 표면에 도달할 때 높은 에너지를 전달하며, 그로 인해 다중 반사 안테나(100)의 이득을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0072] 이때, 방사체(108)에서 방사되는 전파는 방사체(108)에서 우측으로 방사되어 접지판(102) 및 제1 반사판(104) 사이에서 다중 반사하며 진행하는 제1 전파(RW1)와 방사체(108)에서 좌측으로 방사되고 제2 반사판(106)에서 반사되어 접지판(102) 및 제1 반사판(104) 사이에서 다중 반사하며 진행하는 제2 전파(RW2)로 구분할 수 있다.
- [0074] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 제2 전파(RW2)의 해석 방법을 설명하기 위한 도면이다.
- [0075] 도 4를 참조하면, 제2 반사판(106)을 기준으로 방사체(108)와 반대되는 방향에 가상의 방사체(108')를 마련할 수 있다. 이때, 가상의 방사체(108')는 방사체(108)가 제2 반사판(106)의 반사면(즉, 제3 단위셀(106b)의 표면)으로부터 이격된 거리(d)와 동일하게 제2 반사판(106)의 반사면으로부터 이격될 수 있다. 즉, 제2 반사판(106)을 기준으로 방사체(108)와 좌우 대칭하도록 가상의 방사체(108')를 마련할 수 있다.
- [0076] 그러면, 방사체(108)에서 방사되어 제2 반사판(106)에서 반사되는 전파는 가상의 방사체(108')에서 방사되는 전파로 해석을 할 수 있게 된다. 즉, 영상법을 이용하면 제2 반사판(106)에서 반사되는 전파를 가상의 방사체(108')에서 방사되는 전파로 해석을 할 수 있게 된다.
- [0077] 여기서, 제3 단위셀(106b)의 크기 또는 모양을 다르게 하면 방사체(108)에서 방사되는 전파가 제3 단위셀(106b)에서 반사될 때 반사 계수가 달라지기 때문에, 서로 다른 반사 위상을 가지게 된다. 이 경우, 가상의 방사체(108')에서 방사되는 전파(IW1, IW2)의 초기 위상은 그에 대응하는 제3 단위셀(106b-1, 106b-2)의 반사 위상을 가지는 것으로 해석할 수 있다.
- [0079] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 영상법을 적용한 상태를 나타낸 도면이다. 여기서, 제2 반사판(106)은 개념적으로 사라지게 되는 바, 이를 생략하여 도시하였다. 여기서는 설명의 편의상 전파 경로를 2차원으로 표현하였다.
- [0080] 도 5를 참조하면, 제2 반사판(106)을 기준으로 실제 안테나 영역(Part 1)과 가상 안테나 영역(Part 2)이 좌우 대칭하여 마련될 수 있다. 실제 안테나 영역(Part 1)의 방사체(108)는 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에서 접지판(102) 및 제1 반사판(104)으로부터 각각 일정 높이(h)만큼 이격되어 마련될 수 있다. 또한, 방사체(108)는 제2 반사판(106)과 일정 거리(d)만큼 이격되어 마련될 수 있다. 가상 안테나 영역(Part 2)의 가상 방사체(108')는 제2 반사판(106)을 기준으로 방사체(108)와 좌우 대칭하여 마련될 수 있다.
- [0081] 여기서, 방사체(108)로부터 방사되는 전파(RW1)는 접지판(102) 및 제1 반사판(104) 사이에서 방사체(108)를 기준으로 양측으로 진행하면서 다중 반사하게 된다. 그리고, 가상 방사체(108')로부터 방사되는 전파(RW2)는 접지판(102) 및 제1 반사판(104) 사이에서 가상 방사체(108')를 기준으로 양측으로 진행하면서 다중 반사하게 된다.
- [0082] 또한, 각 전파는 제1 반사판(104)의 제2 단위셀(104b)에서 일부 투과되어 외부로 진행하게 된다. 제2 단위셀(104b)을 투과하여 진행하는 전파(RW3)는 타겟 표면에서 동위상이 되어야 한다. 이때, 전파 해석을 위해 각 제2 단위셀(104b)의 위치를 전파(RW3)의 소스(이하, 투과 소스(Ψ))라 지칭할 수 있음) 위치로 설정할 수 있다. 즉, 각 단위셀(104b)의 위치에서 전파(RW3)가 타겟 표면을 향해 방사되는 것으로 설정할 수 있다. 각 투과 소스(Ψ)는 동일한 간격으로 배치될 수 있다.
- [0083] 투과 소스(Ψ)로부터 방사되는 전파(RW3)는 전파(RW1) 및 전파(RW2) 각각의 초기 위상 및 위상 지연, 접지판(102)의 반사 위상, 제1 반사판(104)의 반사 위상 및 투과 위상을 포함하게 된다. 여기서, 방사체(108)로부터 우측으로 방사되어 제2 단위셀(104b)로 바로 입사되는 곳의 위치를 투과 소스(Ψ_0)라 하고, 투과 소스(Ψ_0)를 기준으로 배열된 위치에 따라 각 투과 소스들을 넘버링 할 수 있다.
- [0084] 한편, 각 투과 소스에서 타겟 표면을 향해 진행하는 전파(RW3)들은 타겟 표면에 이르기까지 경로 길이가 서로 다르므로, 타겟 표면에서 동위상이 되도록 하기 위해서는 인접한 투과 소스 간에 위상 차이가 있어야 한다. 인접한 투과 소스 간의 위상 차이(Ψ_d)는 다음의 수학식 1에 의해 설정될 수 있다.

[0085] (수학식 1)

[0086]
$$\phi_d = \beta \cdot h \tan \alpha \sin \theta$$

[0087] β : 자유 공간에서의 위상 상수

[0088] h : 접지판(102)으로부터 방사체(108)까지의 높이

[0089] α : 제1 반사판(104)으로 입사할 때 제2 반사판(106)과 이루는 입사 각도

[0090] θ : 투과 소스에서 진행하는 전파의 목표 방향 각도

[0091] 또한, 방사체(108)로부터 방사되어 방사체(108)를 기준으로 우측으로 진행하는 전파(RW1)가 제2 단위셀(104b)을 투과하여 형성되는 투과 소스($\Psi_0, \Psi_{-2}, \Psi_{-4}, \Psi_{-6}, \dots$)들의 초기 위상 및 가상 방사체(108')로부터 방사되어 가상 방사체(108')를 기준으로 우측으로 진행하는 전파(RW2)가 제2 단위셀(104b)을 투과하여 형성되는 투과 소스($\Psi_5, \Psi_3, \Psi_1, \Psi_{-1}, \dots$)들의 초기 위상은 접지판(102)의 제1 단위셀(102c)의 반사 위상을 이용하여 타겟 파면에서 동일 위상으로 만들 수 있다.

[0092] 한편, 도 6에 도시된 바와 같이, 가상 방사체(108')로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파는 가상 방사체(108')의 상측으로 방사되고 투과 소스(Ψ_5)로 입사되어 투과되는 제1 전파 경로(P1), 가상 방사체(108')의 하측으로 방사되고 접지판(102)의 제1-1 단위셀(102c-1)에서 반사되며 투과 소스(Ψ_3)로 입사되어 투과되는 제2 전파 경로(P2), 및 가상 방사체(108')의 상측으로 방사되고 투과 소스(Ψ_5)가 위치한 제2 단위셀(104b)에서 반사되며 접지판(102)의 제1-2 단위셀(102c-2)에서 재반사되고 투과 소스(Ψ_1)로 입사되어 투과되는 제3 전파 경로(P3)로 구분될 수 있다.

[0093] 여기서, 접지판(102)의 제1-1 단위셀(102c-1)의 반사 위상을 조절하여 제1 전파 경로(P1)와 제2 전파 경로(P2)가 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 할 수 있다. 즉, 제1-1 단위셀(102c-1)의 반사 위상을 조절하여 타겟 파면에서 제1 전파 경로(P1)와 제2 전파 경로(P2) 간의 위상 차이가 없도록 할 수 있다. 이때, 제1-1 단위셀(102c-1)은 제1 단위셀(102c)들 중 가상 방사체(108')에서 우측 하부로 방사되는 전파가 첫 번째 반사되는 제1 단위셀(102c)일 수 있다.

[0094] 여기서, 접지판(102)의 제1-1 단위셀(102c-1)의 반사 위상($\angle \Gamma_{gnd1}$)은 제1 전파 경로(P1)에 대응하는 투과 소스(Ψ_5)와 제2 전파 경로(P2)에 대응하는 투과 소스(Ψ_3)의 위상 차이로부터 다음의 수학식 2 및 수학식 3과 같이 계산할 수 있다.

[0095] (수학식 2)

[0096]
$$\phi_5 - \phi_3 = -\beta \cdot h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - \left\{ -\beta \cdot h \left(\frac{3}{\cos \alpha} \right) + \angle \Gamma_{gnd1} \right\} - 2\phi_d = 0$$

[0097] (수학식 3)

[0098]
$$\angle \Gamma_{gnd1} = \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - 2\phi_d = \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - \beta \cdot 2h \tan \alpha \sin \theta$$

[0099] 수학식 2는 타겟 파면에서 제1 전파 경로(P1)와 제2 전파 경로(P2) 간의 위상 차이가 0이 되는 것을 나타낸 식이고, 수학식 2를 제1-1 단위셀(102c-1)의 반사 위상($\angle \Gamma_{gnd1}$)으로 정리한 것이 수학식 3이다.

[0100] 또한, 접지판(102)의 제1-2 단위셀(102c-2)의 반사 위상을 조절하여 제1 전파 경로(P1)와 제3 전파 경로(P3)가 타겟 파면에서 동일 위상이 되도록 할 수 있다. 즉, 제1-2 단위셀(102c-2)의 반사 위상을 조절하여 타겟 파면에서 제1 전파 경로(P1)와 제3 전파 경로(P3) 간의 위상 차이가 없도록 할 수 있다. 이때, 제1-2 단위셀(102c-2)은 제1 단위셀(102c)들 중 가상 방사체(108')에서 우측 상부로 방사되는 전파가 제1 반사판(104)에서 반사된 후 다시 반사되는 첫 번째 제1 단위셀(102c)일 수 있다.

[0101] 여기서, 접지판(102)의 제1-2 단위셀(102c-2)의 반사 위상($\angle \Gamma_{gnd2}$)은 제1 전파 경로(P1)에 대응하는 투과 소스(Ψ_5)와 제3 전파 경로(P3)에 대응하는 투과 소스(Ψ_1)의 위상 차이로부터 다음의 수학식 4 및 수학식 5과 같이 계산할 수 있다.

[0102] (수학식 4)

$$\phi_5 - \phi_1 = -\beta \cdot h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - \left\{ -\beta \cdot h \left(\frac{5}{\cos \alpha} \right) + \angle \Gamma_{gnd2} + \angle \Gamma_{PRS} \right\} - 4\phi_d = 0$$

[0103]

[0104] (수학식 5)

$$\begin{aligned} \angle \Gamma_{gnd2} &= \beta \cdot 4h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - 4\phi_d - \angle \Gamma_{PRS} \\ &= \beta \cdot 2h \left(\frac{1}{\cos \alpha} \right) - \beta \cdot 4h \tan \alpha \sin \theta - \angle \Gamma_{PRS} \end{aligned}$$

[0105]

[0106] $\angle \Gamma_{PRS}$: 제1 반사판(104)의 반사 위상

[0107] 수학식 4는 타겟 표면에서 제1 전파 경로(P1)와 제3 전파 경로(P3) 간의 위상 차이가 0이 되는 것을 나타낸 식이고, 수학식 4를 제1-2 단위셀(102c-2)의 반사 위상($\angle \Gamma_{gnd2}$)으로 정리한 것이 수학식 5이다.

[0108] 여기서, 가상 방사체(108')로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파들이 타겟 표면에서 동일 위상을 갖도록 하는 것에 대해 설명하였으나, 방사체(108)로부터 우측으로 진행하는 전파들도 이와 동일 또는 유사한 방식으로 해석할 수 있다.

[0109] 또한, 가상 방사체(108')로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파와 방사체(108)로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파 간에도 타겟 표면에서 동일 위상을 가져야 하는데, 이는 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에 위치하는 제2 반사판(106) 부분(즉, 제2 반사판(106) 중 제1 반사판(104)의 하부에 위치하는 제2 반사판(106) 부분)의 반사 위상($\angle \Gamma_{wall0}$)을 통해 조절할 수 있다.

[0110] 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에 위치하는 제2 반사판(106) 부분의 반사 위상($\angle \Gamma_{wall0}$)은 가상 방사체(108')로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파의 제1 전파 경로(P1)에 대응하는 투과 소스(Ψ_5)와 방사체(108)로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파의 제1 전파 경로(P1)에 대응하는 투과 소스(Ψ_0) 간의 위상 차이로부터 다음의 수학식 6 및 수학식 7과 같이 계산할 수 있다.

[0111] (수학식 6)

$$\phi_5 - \phi_0 = \angle \Gamma_{wall0} - \beta \cdot 5h \tan \alpha \sin \theta = 0$$

[0112]

[0113] (수학식 7)

$$\angle \Gamma_{wall0} = \beta \cdot 5h \tan \alpha \sin \theta = \beta \cdot 2d \tan \alpha \sin \theta$$

[0114]

[0115] 수학식 6은 가상 방사체(108')로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파의 제1 전파 경로(P1)와 방사체(108)로부터 방사되어 우측으로 진행하는 전파의 제1 전파 경로(P1) 간의 위상 차이가 타겟 표면에서 0이 되는 것을 나타낸 식이고, 수학식 7은 수학식 6을 접지판(102)과 제1 반사판(104) 사이에 위치하는 제2 반사판(106) 부분의 반사 위상($\angle \Gamma_{wall0}$)으로 정리한 것이다.

[0116] 한편, 방사체(108)로부터 방사되어 방사체(108)를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파(RW1)가 제2 단위셀(104b)을 통과하여 형성되는 투과 소스($\Psi_2, \Psi_4, \Psi_6, \Psi_8, \dots$)들의 초기 위상 및 가상 방사체(108')로부터 방사되어 가상 방사체(108')를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파(RW2)가 제2 단위셀(104b)을 통과하여 형성되는 투과 소스($\Psi_7, \Psi_9, \Psi_{11}, \Psi_{13}, \dots$)들의 초기 위상은 제2 반사판(106) 중 제1 반사판(104)의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상을 이용하여 타겟 표면에서 동일 위상으로 만들 수 있다. 이때, 제2 반사판(106) 중 제1 반사판(104)의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상은 방사체(108)를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파에 대한 반사 위상과 가상 방사체(108')를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파에 대한 반사 위상으로 구분할 수 있다.

[0117] 여기서, 방사체(108)를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파에 대한 제2 반사판(106) 중 제1 반사판(104)의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상($\angle \Gamma_{wall,2m+2}$)은 투과 소스($\Psi_2, \Psi_4, \Psi_6, \Psi_8, \dots$)들의 초기 위상 및 투과 소스(Ψ_0)의 초기 위상을 이용하여 구할 수 있다. 상기 반사 위상($\angle \Gamma_{wall,2m+2}$)은 다음의 수학적 식 8, 수학적 식 9, 및 수학적 식 10에 의해 나타낼 수 있다.

[0118] (수학적 식 8)

$$\begin{aligned} \phi_{2m+2} - \phi_0 &= -\beta \cdot h \frac{2m+1}{\cos \alpha} + \angle \Gamma_{gnd1} + (k-1)\angle \Gamma_{gnd2} \\ &+ (k-1)\angle \Gamma_{PRS} + \angle \Gamma_{wall,2m+2} + \angle \Gamma_{wall0} - (2m+2)\phi_d + \beta \cdot h \frac{1}{\cos \alpha} = 0 \\ m &= 2k - 1 \quad (k = 1, 2, 3, \dots) \end{aligned}$$

[0119]

[0120] (수학적 식 9)

$$\begin{aligned} \phi_{2m+2} - \phi_0 &= -\beta \cdot h \frac{2m+1}{\cos \alpha} + k\angle \Gamma_{gnd2} + k\angle \Gamma_{PRS} \\ &+ \angle \Gamma_{wall,2m+2} + \angle \Gamma_{wall0} - (2m+2)\phi_d + \beta \cdot h \frac{1}{\cos \alpha} = 0 \\ m &= 2k \quad (k = 1, 2, 3, \dots) \end{aligned}$$

[0121]

[0122] (수학적 식 10)

$$\angle \Gamma_{wall,2m+2} = \beta \cdot 4(m + 0.5)h \tan \alpha \sin \theta - \angle \Gamma_{wall0}$$

[0123]

[0124] 수학적 식 8은 방사체(108)를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파 중 방사체(108)에서 하측으로 방사되는 전파에 대한 것이고, 수학적 식 9는 방사체(108)를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파 중 방사체(108)에서 상측으로 방사되는 전파에 대한 것이다.

[0125] 또한, 가상 방사체(108')를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파에 대한 제2 반사판(106) 중 제1 반사판(104)의 상부에 위치하는 부분의 반사 위상($\angle \Gamma_{wall,2m+5}$)은 투과 소스($\Psi_7, \Psi_9, \Psi_{11}, \Psi_{13}, \dots$)들의 초기 위상 및 투과 소스(Ψ_0)의 초기 위상을 이용하여 구할 수 있다. 상기 반사 위상($\angle \Gamma_{wall,2m+5}$)은 다음의 수학적 식 11, 수학적 식 12, 및 수학적 식 13에 의해 나타낼 수 있다.

[0126] (수학식 11)

$$\begin{aligned}\phi_{2m+5} - \phi_0 &= -\beta \cdot h \frac{2(m-1)+1}{\cos \alpha} + (k-1)\angle \Gamma_{gnd2} \\ &+ (k-1)\angle \Gamma_{PRS} + \angle \Gamma_{wall,2m+5} - (2m+5)\phi_d + \beta \cdot h \frac{1}{\cos \alpha} = 0 \\ m &= 2k-1 \quad (k=1,2,3,\dots)\end{aligned}$$

[0127]

[0128] (수학식 12)

$$\begin{aligned}\phi_{2m+5} - \phi_0 &= -\beta \cdot h \frac{2(m-1)+1}{\cos \alpha} + \angle \Gamma_{gnd1} + (k-1)\angle \Gamma_{gnd2} \\ &+ (k-1)\angle \Gamma_{PRS} + \angle \Gamma_{wall,2m+5} - (2m+5)\phi_d + \beta \cdot h \frac{1}{\cos \alpha} = 0 \\ m &= 2k \quad (k=1,2,3,\dots)\end{aligned}$$

[0129]

[0130] (수학식 13)

$$\angle \Gamma_{wall,2m+5} = \beta \cdot 4(m-0.5)h \tan \alpha \sin \theta + \angle \Gamma_{wall0}$$

[0131]

[0132] 수학식 11은 가상 방사체(108')를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파 중 가상 방사체(108')에서 하측으로 방사되는 전파에 대한 것이고, 수학식 12는 가상 방사체(108)를 기준으로 좌측으로 진행하는 전파 중 가상 방사체(108')에서 상측으로 방사되는 전파에 대한 것이다.

[0133] 개시되는 실시예에 의하면, 접지판(102)과 제1 반사판(104)의 일단에 접지판(102)과 제1 반사판(104)에 수직하게 제2 반사판(106)을 형성하고, 영상법을 통해 각 전파의 경로가 타겟 파면에서 동일 위상을 갖도록 함으로써, 안테나의 이득을 향상시킬 수 있고, 안테나의 위상을 자유롭게 조절하여 빔 방향을 제어할 수 있게 된다.

[0135] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 접지판을 나타낸 도면이다. 도 7을 참조하면, 접지판(102)은 유전체 기판(102a)의 상면에 복수 개의 제1 단위셀(102c)이 상호 이격하여 마련될 수 있다. 여기서는, 제1 단위셀(102c)이 사각 형상인 것으로 도시하였으나, 그 형상이 이에 한정되는 것은 아니다. 방사체(108)는 접지판(102)에서 일정 높이(h)만큼 이격되어 마련될 수 있다.

[0136] 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 제1 반사판을 나타낸 도면이다. 도 8을 참조하면, 제1 반사판(104)은 유전체 기판(104a)의 일면에 복수 개의 제2 단위셀(104b)이 상호 이격하여 마련될 수 있다. 여기서는, 제2 단위셀(104b)이 스트라이프 형상인 것으로 도시하였으나, 그 형상이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0137] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 반사판을 나타낸 도면이다. 도 9를 참조하면, 제2 반사판(106)은 유전체 기판(106a)의 일면에 복수 개의 제3 단위셀(106b)이 상호 이격하여 마련될 수 있다. 여기서는, 제3 단위셀(106b)이 사각 형상인 것으로 도시하였으나, 그 형상이 이에 한정되는 것은 아니다.

[0138] 도 7 및 도 9를 참조하면, 복수 개의 제1 단위셀(102c) 및 제3 단위셀(106b) 각각은 원하는 방향으로 타겟 파면을 형성하기 위해 크기 및 모양이 다르게 형성될 수 있다.

[0139] 한편, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 반사 위상을 조절하기 위한 상태를 나타낸 도면이다. 도 10을 참조하면, 접지판(102)에는 이웃하는 제1 단위셀(102c)을 연결하며 위상 변화 소자(111)가 마련될 수 있다. 위상 변화 소자(111)로는 가변 커패시터가 사용될 수 있다. 위상 변화 소자(111)는 복수 개의 제1 단위셀(102c) 사이에 제1 단위셀(102c)들을 연결하며 마련될 수 있다.

[0140] 또한, 접지판(102)은 제어부(113)와 전기적으로 연결될 수 있다. 제어부(113)는 위상 변화 소자(111)의 커패시턴스를 조절하여 제1 단위셀(102c)들의 반사 위상을 조절할 수 있다.

- [0141] 여기서는, 위상 변화 소자(111)가 복수 개의 제1 단위셀(102c) 사이에 제1 단위셀(102c)들을 연결하며 마련되는 것으로 도시하였으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 위상 변화 소자(111)는 각 제1 단위셀(102c)과 접지면(102b)을 연결하며 마련될 수도 있다. 또한, 제2 반사판(106)에서 제3 단위셀(106b)의 경우도 위상 변화 소자(111) 및 제어부(113)를 통해 제3 단위셀(106b)의 반사 위상을 조절할 수 있다.
- [0143] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나의 S11 파라미터를 나타낸 그래프이고, 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 주파수 대역에 따른 주빔의 방향을 나타낸 그래프이다. 도 11 및 도 12를 참조하면, 다중 반사 안테나(100)는 5GHz 대역에서 공진 주파수를 가지며, 이때 주빔의 방향은 30° 인 것을 볼 수 있다.
- [0144] 또한, 도 13은 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 주빔 방향의 이득을 H 평면으로 도시한 그래프이고, 도 14는 본 발명의 일 실시예에 따른 다중 반사 안테나에서 주빔 방향의 이득을 E 평면으로 도시한 그래프이다. 도 13 및 도 14를 참조하면, 다중 반사 안테나(100)는 주빔의 방향인 30° 에서 높은 이득을 나타내는 것을 볼 수 있다.
- [0146] 도 15는 본 발명의 다른 실시예에 따른 다중 반사 안테나를 나타낸 사시도이다. 여기서는, 도 1에 도시된 실시예와 차이가 나는 부분을 중점적으로 설명하기로 한다.
- [0147] 도 15를 참조하면, 제2 반사판(106)은 별도의 단위셀 없이 이루어질 수 있다. 이때, 제2 반사판(106)은 도체 판으로 이루어질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며 유전체 기관 및 유전체 기관의 일면에 형성되는 도체 면으로 이루어질 수도 있다.
- [0149] 도 16은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 다중 반사 안테나를 나타낸 도면이다. 여기서는, 도 1에 도시된 실시예와 차이가 나는 부분을 중점적으로 설명하기로 한다.
- [0150] 도 16을 참조하면, 다중 반사 안테나(100)는 제3 반사판(110)을 더 포함할 수 있다. 즉, 제2 반사판(106)은 접지판(102) 및 제1 반사판(104)의 일단에서 접지판(102) 및 제1 반사판(104)과 수직하게 마련되고, 제3 반사판(110)은 접지판(102) 및 제1 반사판(104)의 타단에서 접지판(102) 및 제1 반사판(104)과 수직하게 마련될 수 있다.
- [0151] 이 경우, 도 17에 도시된 바와 같이, 제2 반사판(106)을 기준으로 방사체(108)와 반대되는 방향에 가상의 제1 방사체(108'-1)를 마련하고, 제3 반사판(110)을 기준으로 방사체(108)와 반대되는 방향에 가상의 제2 방사체(108'-2)를 마련하여 영상법을 통해 전파 해석을 수행할 수 있다.
- [0153] 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

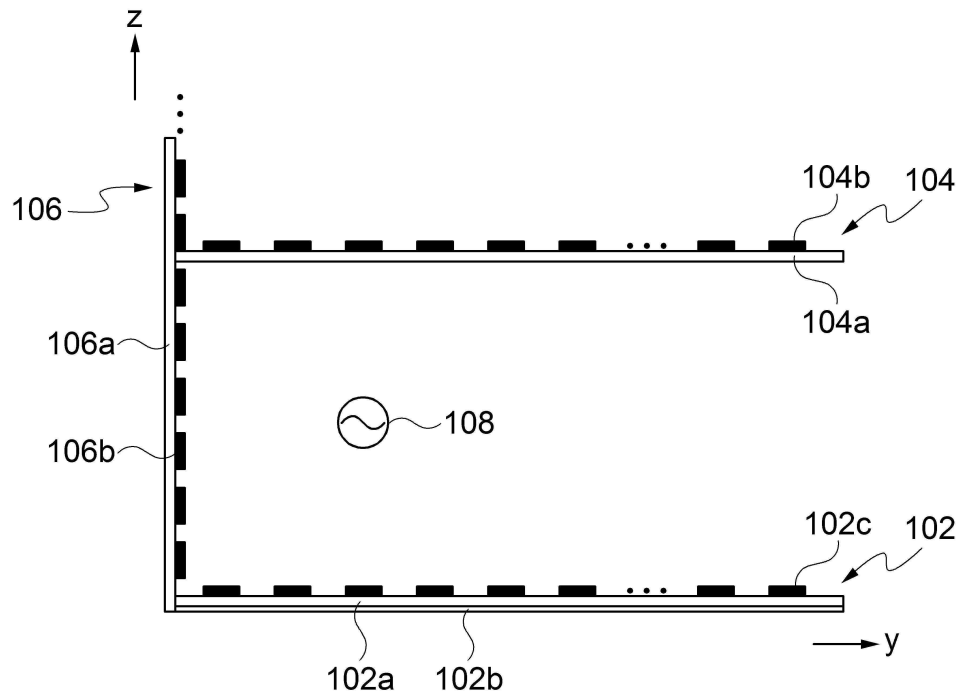
- [0155] 100 : 다중 반사 안테나
- 102 : 접지판
- 102a : 유전체 기관
- 102b : 접지면
- 102c : 제1 단위셀
- 104 : 제1 반사판
- 104a : 유전체 기관
- 104b : 제2 단위셀
- 106 : 제2 반사판
- 106a : 유전체 기관
- 106b : 제3 단위셀

108 : 방사체
 111 : 위상 변화 소자
 113 : 제어부

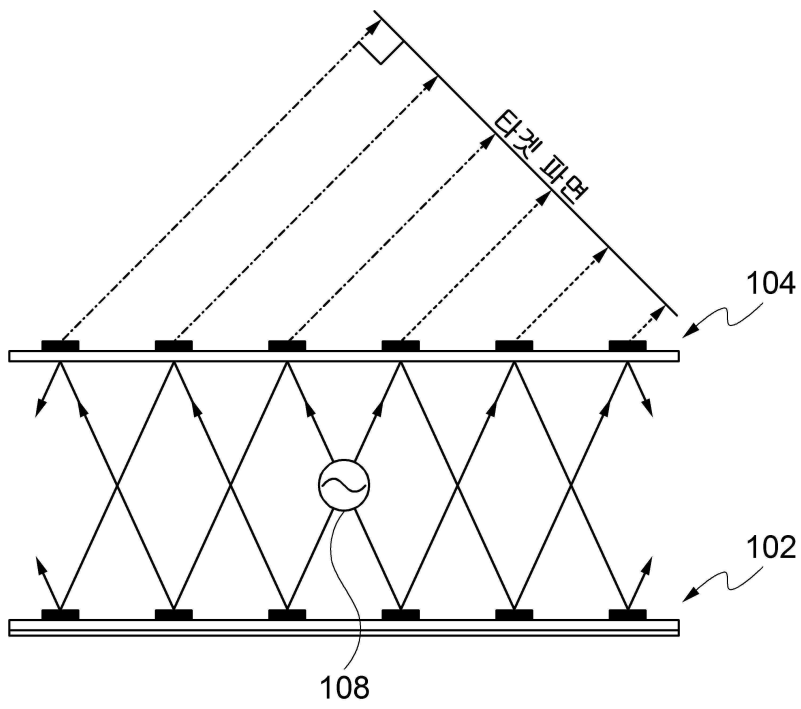
도면

도면1

100

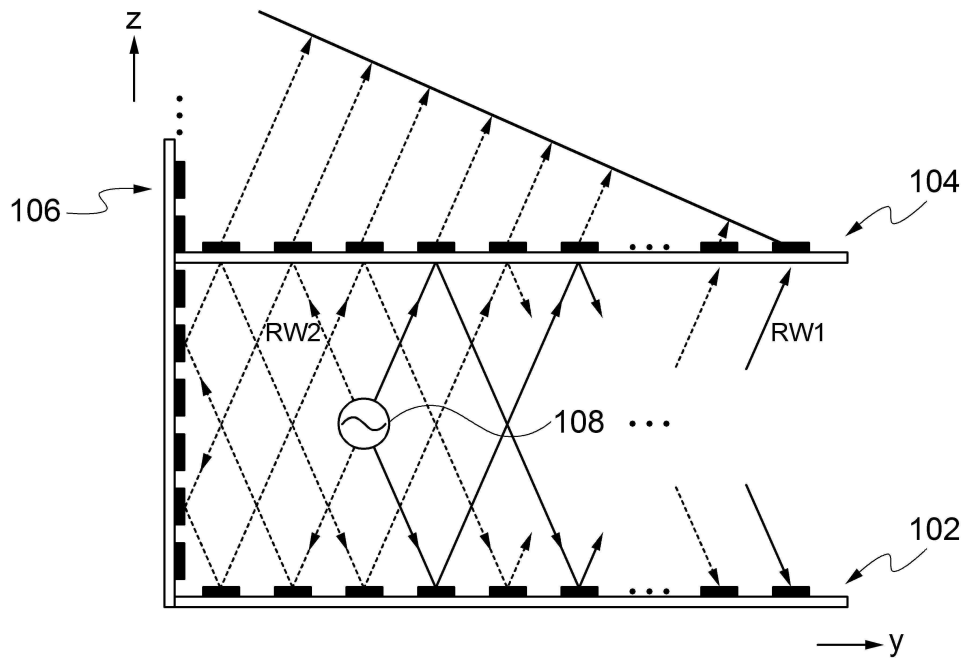


도면2

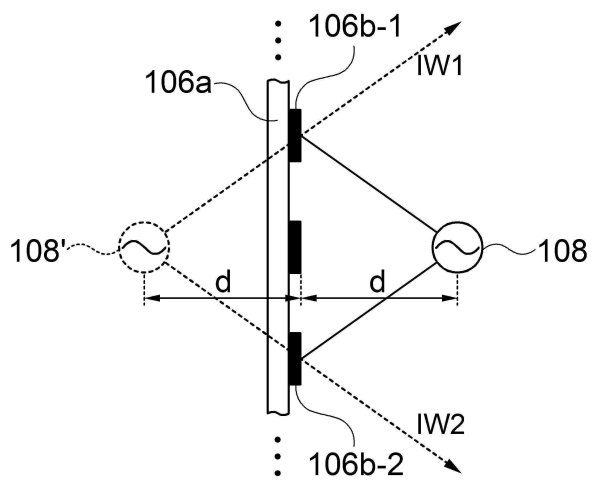


도면3

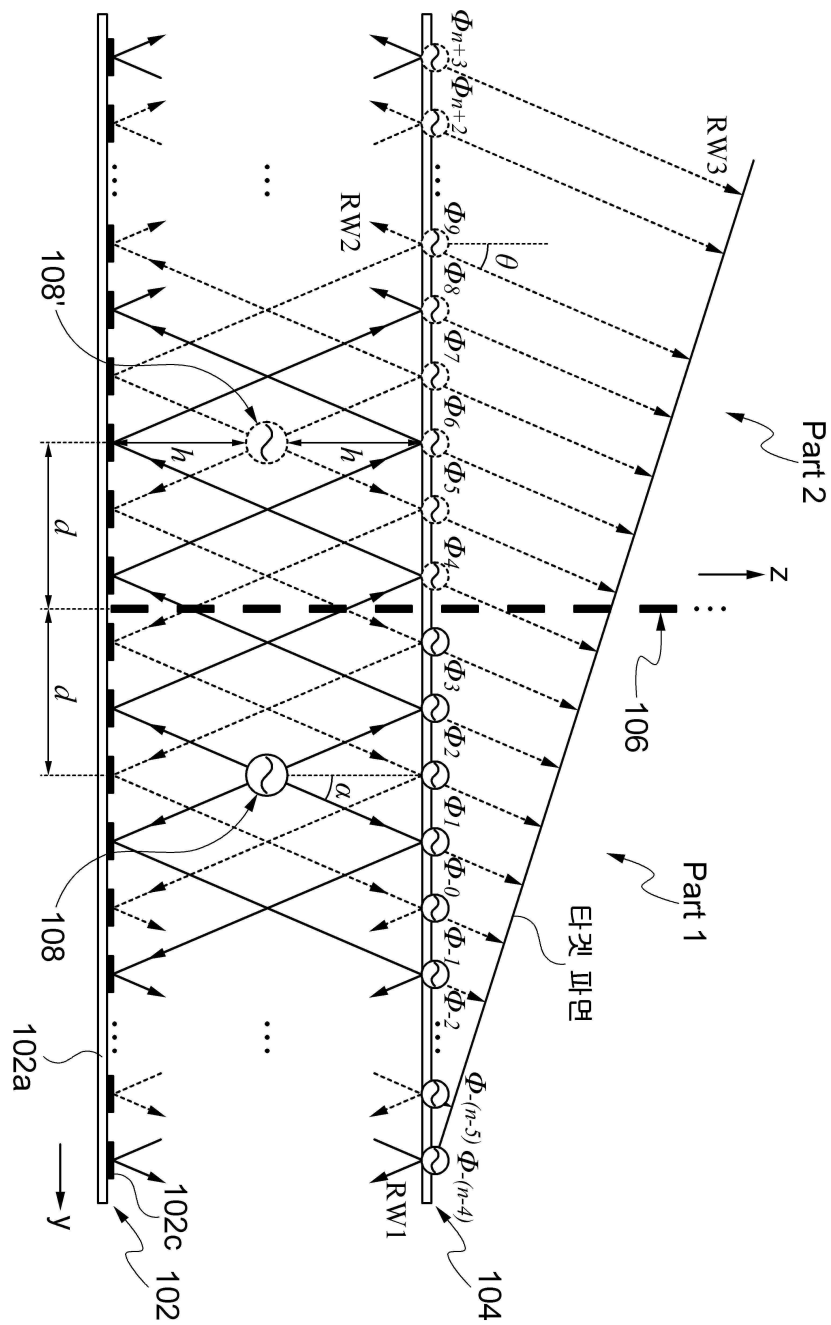
100



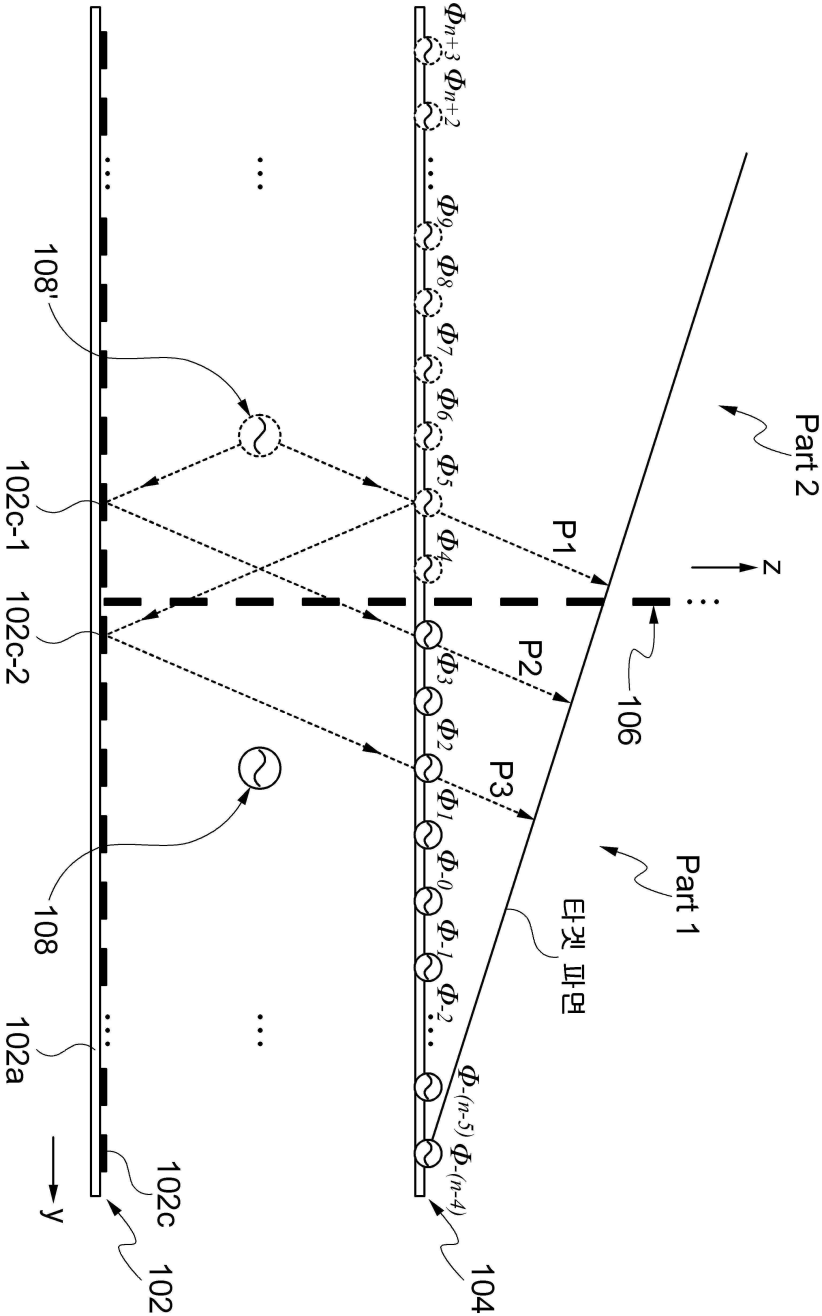
도면4



도면5

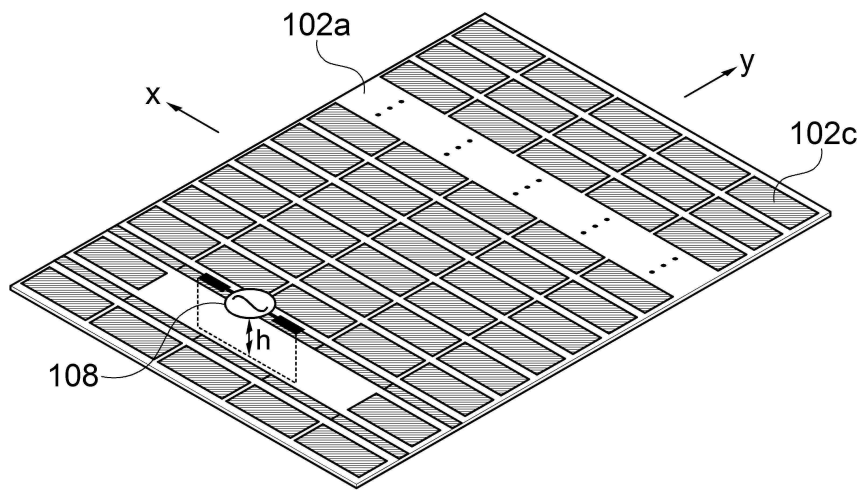


도면6



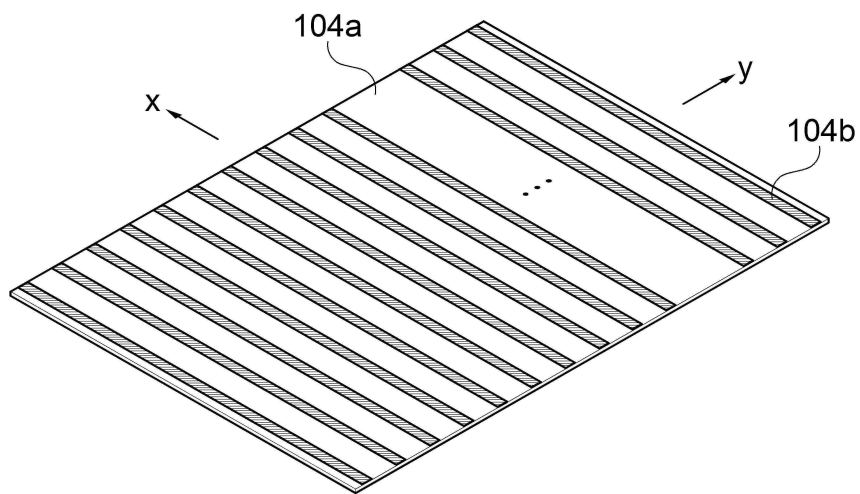
도면7

102



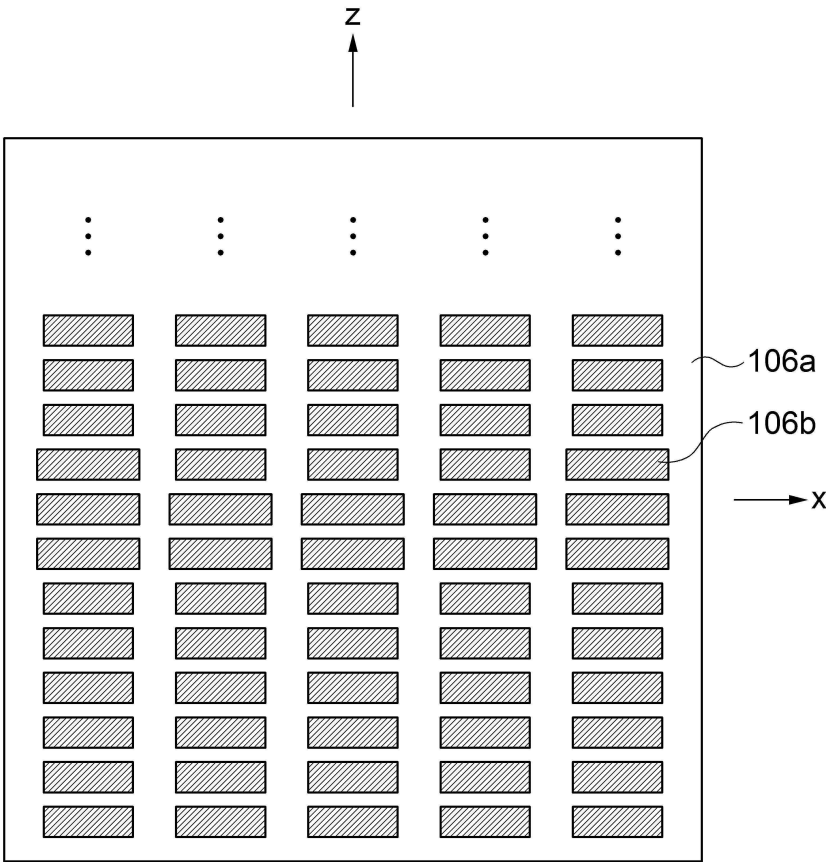
도면8

104



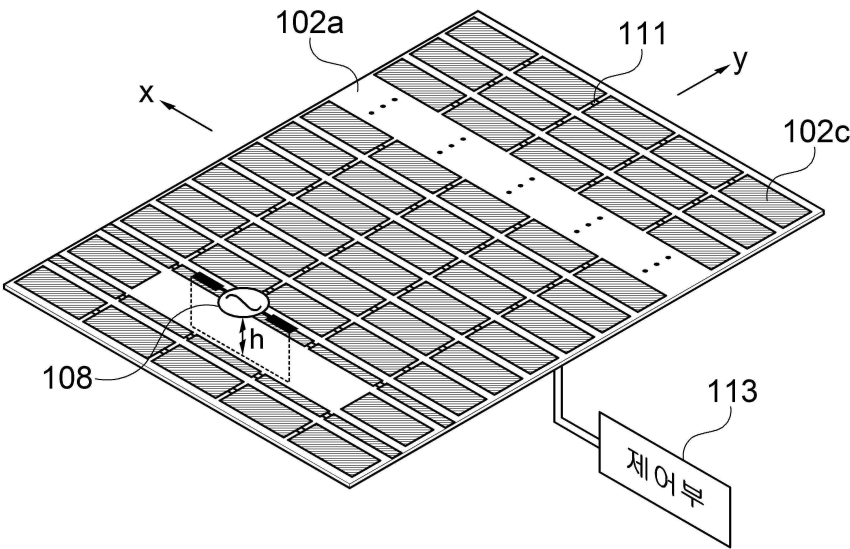
도면9

106

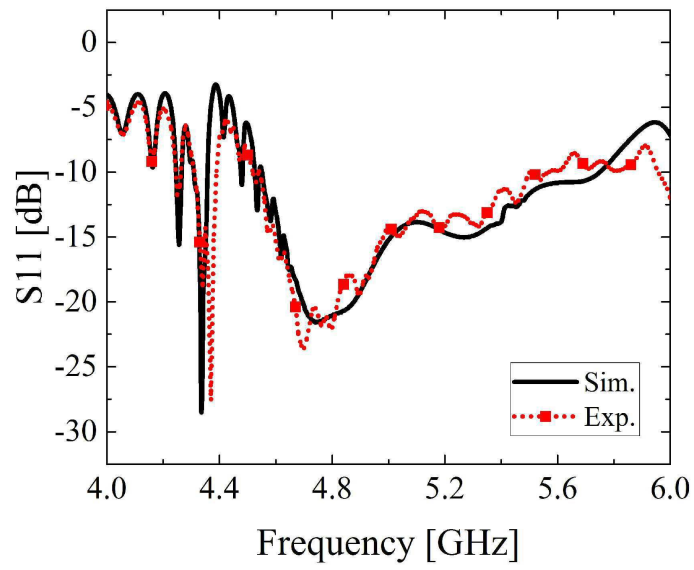


도면10

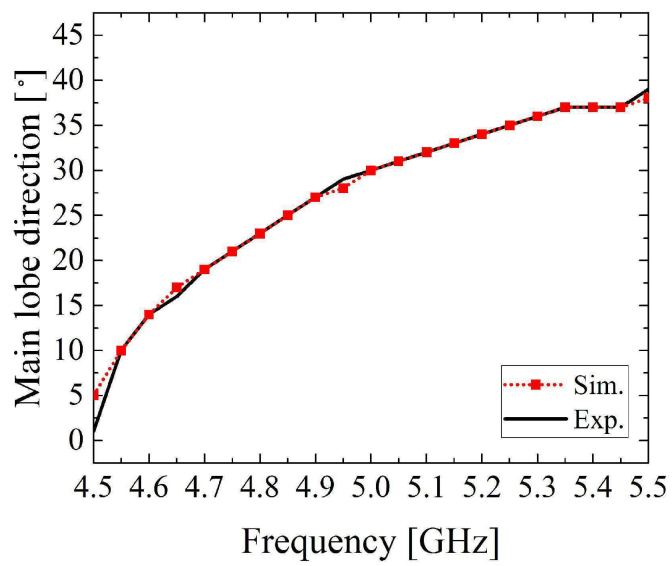
102



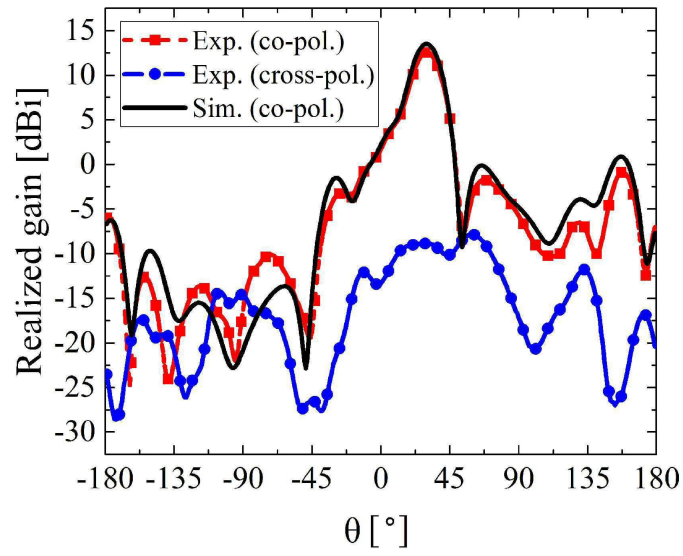
도면11



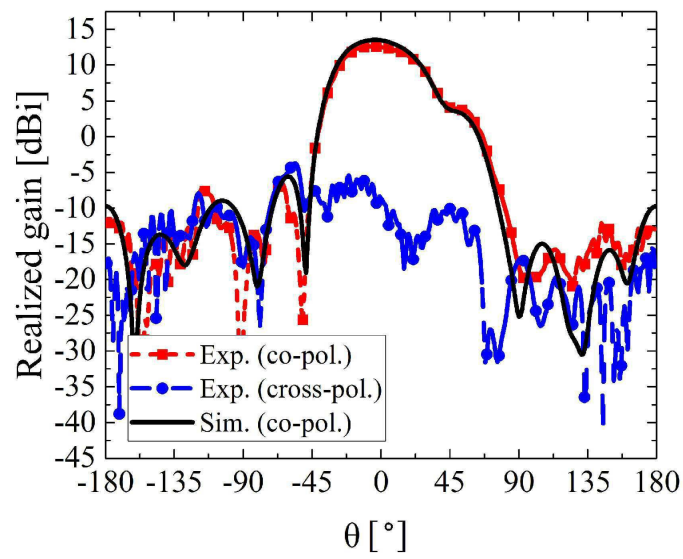
도면12



도면13

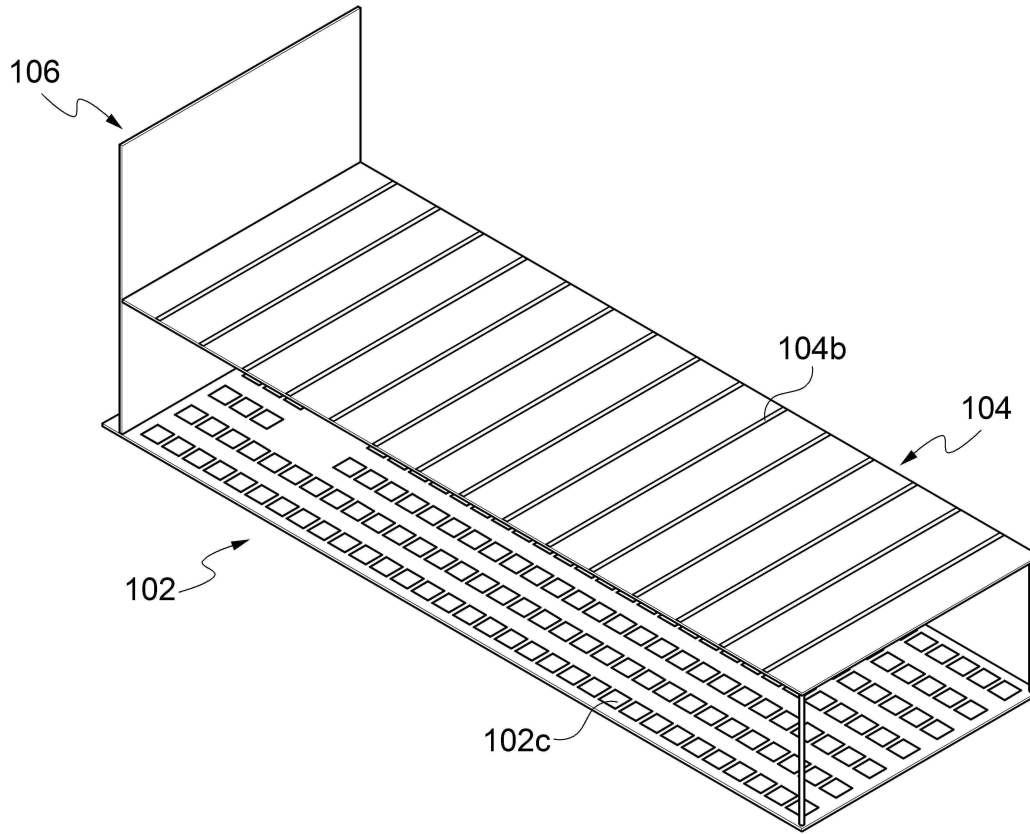


도면14



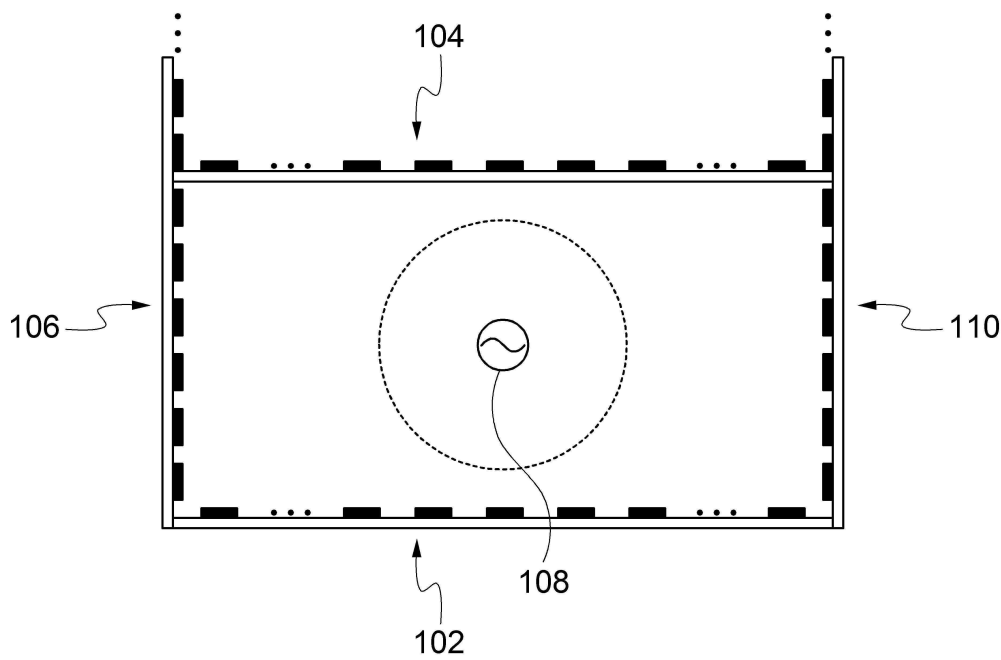
도면15

100



도면16

100



도면17

