



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년09월05일
(11) 등록번호 10-1895721
(24) 등록일자 2018년08월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 21/06 (2018.01) H01Q 9/04 (2018.01)

(73) 특허권자
홍익대학교 산학협력단

(52) CPC특허분류
H01Q 21/06 (2018.05)
H01Q 9/0407 (2013.01)

(72) 발명자
추호성

(21) 출원번호 10-2017-0060105
(22) 출원일자 2017년05월15일
심사청구일자 2017년05월15일

변강일

(56) 선행기술조사문헌
KR1020090046590 A*
US20080094302 A1*

허준

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 격리도 특성 개선을 위한 자성체를 이용한 어레이 안테나

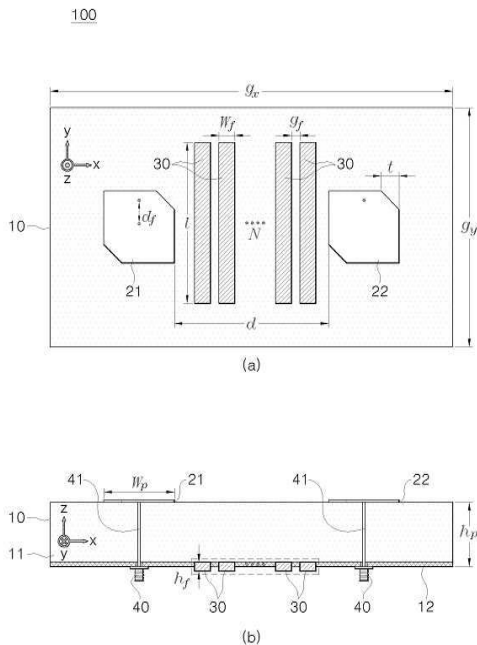
(57) 요약

본 발명은 격리도 특성 개선을 위한 자성체를 이용한 어레이 안테나에 관한 것이다.

본 발명에 따르면, 어레이 안테나는 복수의 홈이 기 설정된 간격으로 형성된 그라운드 패턴이 하부면에 인쇄된 유전체 기판, 상기 유전체 기판의 상부면에 형성되며, 상기 유전체 기판의 중심점을 기준으로 대칭되는 지점에

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



형성되는 제1 패치 및 제2 패치, 상기 복수의 홈과 동일한 형상으로 형성되어 상기 복수의 홈에 삽입되는 자성체, 그리고 상기 유전체 기판의 하부면에 형성되며, 상기 제1 패치 및 제2 패치의 중심점으로부터 기 설정된 거리만큼 이격되는 지점에 각각 형성되어 상기 제1 패치 및 제2 패치에 전력을 공급하는 급전 포트를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나는 종래 어레이 안테나에 비해 상호 커플링 및 백로브의 강도를 크게 낮춤으로써 안테나의 격리도 특성을 개선시키는 장점이 있다. 뿐만 아니라 자성체를 이 용함으로써 유전체 기판의 부피를 종래에 비해 크기 줄일 수 있으므로 안테나의 소형화에 유리한 장점이 있다.

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 14-BR-SS-01
 부처명 미래창조과학부 / 산업통상자원부 / 방위사업청
 연구관리전문기관 민군협력진흥원
 연구사업명 민군겸용기술개발사업
 연구과제명 유전/자성 소재와 메타구조/능동정합소자를 이용한 항재밍 GPS 배열안테나 소형화 기술 개

발

기 여 율 1/2
 주관기관 홍익대학교 산학협력단
 연구기간 2014.12.18 ~ 2017.12.17

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 201501540002
 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

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 홈이 기 설정된 간격으로 형성된 그라운드 패턴이 하부면에 인쇄된 유전체 기판,
 상기 유전체 기판의 상부면에 형성되며, 상기 유전체 기판의 중심점을 기준으로 대칭되는 지점에 형성되는 제1 패치 및 제2 패치,
 상기 복수의 홈과 동일한 형상으로 형성되어 상기 복수의 홈에 삽입되는 자성체, 그리고
 상기 유전체 기판의 하부면에 형성되며, 상기 제1 패치 및 제2 패치의 중심점으로부터 기 설정된 거리만큼 이격되는 지점에 각각 형성되어 상기 제1 패치 및 제2 패치에 전력을 공급하는 급전 포트를 포함하며,
 상기 복수의 홈은,
 각 홈의 폭이 상기 기 설정된 홈 사이의 간격보다 넓게 형성되고,
 상기 각 홈의 폭은 상기 기 설정된 홈 사이의 간격보다 3.5배 내지 5배 사이에 해당하는 길이를 가지는 어레이 안테나.

청구항 2

제1항에 있어서,
 상기 제1 패치 및 제2 패치는,
 사각형으로 형성되며, 4개의 모서리 중에서 대칭되는 두 개의 모서리가 절단된 형태로 형성되는 어레이 안테나.

청구항 3

제1항에 있어서,
 상기 복수의 홈은,
 상기 제1 패치 및 제2 패치로부터 동일한 거리만큼 이격된 위치에 기 설정된 간격으로 형성되는 어레이 안테나.

청구항 4

제1항에 있어서,
 상기 복수의 홈은,
 상기 어레이 안테나에 대하여 폭 방향으로 형성된 어레이 안테나.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,
 상기 복수의 홈은 5개의 홈으로 형성되는 어레이 안테나.

청구항 7

제6항에 있어서,
 상기 각 홈의 폭은 2mm 이고, 상기 각 홈 사이의 간격은 0.5mm 인 어레이 안테나.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 격리도 특성 개선을 위한 자성체를 이용한 어레이 안테나에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 안테나의 부피를 줄임과 동시에 소자간 상호 커플링을 개선하여 통신 성능을 유지하기 위한 자성체를 이용한 어레이 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근 차량, 항공기, 선박 등 다양한 탑재체에 장착되는 안테나의 수가 증가함에 따라 제한된 공간에 다수의 안테나가 배치되고 있다. 이와 같이 좁은 이격 거리에 안테나가 장착될 경우, 근접한 소자간 상호 커플링에 의한 안테나 성능 열화가 발생하여 통신 성능에 문제가 발생하게 된다. 이러한 성능 열화를 방지하기 위하여 다양한 연구가 수행되고 있다.

[0003] 도 1은 종래 어레이 안테나를 나타낸 도면이다. 도 1은 소자간 상호 커플링을 개선하기 위한 종래 어레이 안테나 중 하나로서, 유전체 기판을 골이 진 구조로 제조하여 소자간 상호 커플링을 개선하였다.

[0004] 구체적으로 도 1에 나타난 바와 같이, 종래 어레이 안테나는 저 임피던스 완전 전기 도체(low impedance perfect electric conductor)와 고 임피던스 인공 자기 도체(high impedance artificial magnetic conductor)를 가지는 골이 진 구조를 이용하였다. 이때 골의 구조가 고 임피던스 인공 자기 도체로서 동작하기 위해서는 파장(λ)의 1/4에 해당하는 깊이로 골이 형성되어야 한다.

[0005] 그러므로 유전체 기판의 두께는 최소 파장의 1/4에 해당하는 두께로 형성되어야 하는데, 이로 인해 안테나의 부피가 커지는 문제점이 발생하였다.

[0006] 따라서, 근접 소자간 상호 커플링을 개선하여 통신 성능을 유지함과 동시에 부피를 줄일 수 있는 어레이 안테나 제조 기술이 요구된다.

[0007] 본 발명의 배경이 되는 기술은 한국공개특허 제10-2016-0123490호(2016.10.26.공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 안테나의 부피를 줄임과 동시에 소자간 상호 커플링을 개선하여 통신 성능을 유지하기 위한 자성체를 이용한 어레이 안테나를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0009] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따르면 어레이 안테나는 복수의 홈이 기 설정된 간격으로 형성된 그라운드 패턴이 하부면에 인쇄된 유전체 기판, 상기 유전체 기판의 상부면에 형성되며, 상기 유전체 기판의 중심점을 기준으로 대칭되는 지점에 형성되는 제1 패치 및 제2 패치, 상기 복수의 홈과 동일한 형상으로 형성되어 상기 복수의 홈에 삽입되는 자성체, 그리고 상기 유전체 기판의 하부면에 형성되며, 상기 제1 패치 및 제2 패치의 중심점으로부터 기 설정된 거리만큼 이격되는 지점에 각각 형성되어 상기 제1 패치 및 제2 패치에 전력을 공급하는 급전 포트를 포함한다.

[0010] 상기 제1 패치 및 제2 패치는, 사각형으로 형성되며, 4개의 모서리 중에서 대칭되는 두 개의 모서리가 절단된 형태로 형성될 수 있다.

[0011] 상기 복수의 홈은, 상기 제1 패치 및 제2 패치로부터 동일한 거리만큼 이격된 위치에 기 설정된 간격으로 형성될 수 있다.

[0012] 상기 복수의 홈은, 상기 어레이 안테나에 대하여 폭 방향으로 형성될 수 있다.

[0013] 상기 복수의 홈은, 각 홈의 폭이 상기 기 설정된 홈 사이의 간격보다 넓게 형성될 수 있다.

[0014] 상기 복수의 홈은 5개의 홈으로 형성되며, 상기 각 홈의 폭은 상기 기 설정된 홈 사이의 간격보다 3.5배 내지 5배 사이에 해당하는 길이를 가질 수 있다.

[0015] 상기 각 홈의 폭은 2mm 이고, 상기 각 홈 사이의 간격은 0.5mm 일 수 있다.

발명의 효과

[0016] 이와 같이 본 발명에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나는 종래 어레이 안테나에 비해 상호 커플링 및 백로브의 강도를 크게 낮춤으로써 안테나의 격리도 특성을 개선시키는 장점이 있다.

[0017] 뿐만 아니라 자성체를 이용함으로써 유전체 기관의 부피를 종래에 비해 크기 줄일 수 있으므로 안테나의 소형화에 유리한 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 종래 어레이 안테나를 나타낸 도면이다.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나를 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 자기장 특성을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 임피던스 매칭 특성을 나타낸 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 상호 커플링 강도를 나타낸 그래프이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 전면 방향 이득을 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 능동 소자 패턴을 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 H-필드 분포를 나타낸 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 조향각에 따른 능동 반사 계수를 나타낸 그래프이다.
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 FBR을 나타낸 그래프이다.
- 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 자기 손실 탄젠트 값에 따른 상호 커플링 강도를 나타낸 그래프이다.
- 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 자성체의 폭과 자성체 사이의 간격에 따른 상호 커플링 강도를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0020] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0021] 그러면 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다.
- [0022] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나를 나타낸 도면이다. 도 2의 (a)는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 평면도이고, 도 2의 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 측면도이다.
- [0023] 도 2에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)는 유전체 기관(10), 제1 패치(21) 및 제2 패치(22), 자성체(30)와 급전 포트(40)를 포함한다.
- [0024] 우선 유전체 기관(10)은 유전체(dielectric substance, 11)와 하부면에 인쇄된 그라운드 패턴(ground pattern, 12)을 포함한다. 유전체 기관(10)은 가로(g_x) 및 세로(g_y)길이가 다른 직사각형에 일정한 높이(h_p)를 가지는 직육면체 형상으로 형성될 수 있다.
- [0025] 그리고 그라운드 패턴(12)은 복수의 홈이 기 설정된 간격으로 형성되며, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테

나(100)에 대하여 폭 방향으로 형성된다. 여기서, 복수의 홈은 동일한 폭(w_f)과 길이(1)를 가지는 직사각형으로 형성되며, 각 홈 사이의 간격(g_f)은 서로 동일하다.

[0026] 구체적으로 복수의 홈은 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)로부터 동일한 거리만큼 이격된 위치에 기 설정된 간격으로 형성된다. 즉, 복수의 홈은 제1 패치(21) 및 제2 패치(22) 사이에 기 설정된 간격으로 형성되며, 복수의 홈 전체 크기는 두 패치 사이의 간격보다 작다.

[0027] 예를 들어 그라운드 패턴(12)에 홈이 5개 형성되었다고 가정한다. 이 경우 5개 홈의 폭($5*w_f$)과 5개 홈 사이의 간격($4*g_f$)을 합산한 값은 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)의 에지 사이의 거리(d)보다 작게 형성된다($5w_f+4g_f < d$).

[0028] 그리고 복수의 홈은 각 홈의 폭(w_f)이 기 설정된 홈 사이의 간격(g_f)보다 넓게 형성된다($w_f > g_f$).

[0029] 본 발명의 실시예에 따르면, 복수의 홈은 5개의 홈으로 형성될 수 있다. 또한 각 홈의 폭(w_f)은 기 설정된 홈 사이의 간격(g_f)보다 3.5배 내지 5배 길게 형성될 수 있으며, 4배 길게 형성되는 것이 바람직하다. 구체적으로 각 홈의 폭은 2mm 이고, 각 홈 사이의 간격은 0.5mm일 수 있다.

[0030] 다음으로 제1 패치(21)(patch) 및 제2 패치(22)는 유전체 기판(10)의 상부면에 형성되며, 유전체 기판(10)의 중심점을 기준으로 대칭되는 지점에 형성된다.

[0031] 그리고 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)는 사각형으로 형성되며, 4개의 모서리 중에서 대칭되는 두 개의 모서리가 절단된 형태로 형성된다. 구체적으로 도 2에 나타난 바와 같이, 두 개의 모서리는 두 변의 길이(t)가 동일한 직각 삼각형으로 절단될 수 있다. 이를 통해 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)는 원형 편파를 송수신한다.

[0032] 한편 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)는 서로 이격되어 형성되는데, 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)의 가장자리 사이 거리(d)는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 공진 주파수에 따라 다르게 설정된다.

[0033] 다음으로 자성체(30)는 복수의 홈과 동일한 형상으로 형성되어 복수의 홈에 삽입된다. 즉 자성체(30)의 가로 및 세로 길이는 그라운드 패턴(12)에 형성된 홈과 동일하다. 다만 자성체(30)의 높이(h_f)는 도 2의 (b)에 나타난 바와 같이 그라운드 패턴(12)의 두께보다 크게 형성될 수 있으나, 유전체 기판(10)의 두께보다 작은 값을 가진다.

[0034] 본 발명의 실시예에 따른 자성체(30)는 자기장 안에서 자화하는 물질로서 자성을 지닌 물질을 의미하며, 강자성체, 반강자성체, 페리자성체, 상자성체(30) 및 반자성체를 포함한다.

[0035] 이때 자성체(30)는 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)에서 방사되는 전파간 상호 커플링을 개선한다. 상호 커플링 개선을 위해 자성체(30)의 자기 손실 탄젠트(magnetic losses tangent) 값이 클수록 좋으며, 자기 손실 탄젠트의 값이 1보다 큰 값을 가지는 자성체(30)로 형성되는 것이 바람직하다.

[0036] 여기서 자기 손실 탄젠트($\tan\delta_m$)는 아래의 수학식 1을 통해 연산될 수 있다.

수학식 1

[0037]
$$\tan\delta_m = \frac{\omega\mu'' + \sigma_m}{\omega\mu'}$$

[0038] 여기서 ω 는 자성체의 각주파수를 의미하고, μ' 는 자성체의 투자율(permeability)의 실수부를 의미하고, μ'' 는 자성체의 투자율의 허수부를 의미하고, σ_m 은 자성체의 자기 전도도(magnetic conductivity)를 의미한다.

[0039] 그리고 투자율(μ)은 아래의 수학식 2와 같이 연산될 수 있다.

수학식 2

$$\mu = \mu_0 \mu_r (1 - j \tan \delta_m)$$

[0040]

[0041] 여기서 μ_0 는 자성체의 진공 투자율을 의미하고, μ_r 는 자성체의 상대 투자율을 의미한다.

[0042]

[0043] 다음으로 급전 포트(40)는 유전체 기판(10)의 하부면에 형성된다. 구체적으로 급전 포트(40)는 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)의 중심점으로부터 기 설정된 거리(d_f)만큼 이격되는 지점에 각각 형성되어 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)에 전력을 공급한다.

[0044]

[0045] 이때 급전 포트(40)는 동축 급전선(41)을 통해 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)에 전력을 공급하며, 동축 급전선(41)은 유전체 기판(10)을 통과하여 급전 포트(40)와 제1 패치(21) 및 제2 패치(22)를 연결한다.

[0046]

[0047] 이하에서는 도 3 내지 도 12를 통해 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 시뮬레이션 및 측정 결과를 살펴 보도록 한다.

[0048]

[0049] 도 3 내지 도 12에 나타난 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)는 아래의 표 1과 같은 최적화 값을 통해 형성되었다.

표 1

[0050]

파라미터	최적화 값
자성체의 개수(N)	5개
패치의 에지 사이의 거리(d)	20mm
홈(자성체)의 폭(w_f)	2mm
홈(자성체) 사이의 간격(g_f)	0.5mm
홈(자성체)의 길이(l)	36mm
자성체의 높이(h_f)	1mm
유전체 기판의 높이(h_p)	5mm
유전체 기판의 길이(g_x)	100mm
유전체 기판의 폭(g_y)	50mm
제1 및 제2 패치의 길이(w_p)	20.1mm
패치 절단부의 길이(t)	4.4mm
패치 중심과 급전 포트 사이의 거리(d_f)	4.8mm

[0051]

[0052] 자성체(30)는 상대 투자율이 8이고 자기 손실 탄젠트가 2인 상용 페라이트 시트를 이용하였으며, 유전체는 유전율이 20이고 손실 탄젠트가 0.0035인 성형 세라믹 분말을 이용하였다.

[0053]

[0054] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 자기장 특성을 나타낸 도면이다. 도 3의 (a)는 자성체(30)가 완전 자기 도체(perfect magnetic conductor, PMC)로 형성된 경우의 시뮬레이션 결과이고, 도 3의 (b)는 자성체(30)가 손실 자성 물질(lossy magnetic material)로 형성된 경우의 시뮬레이션 결과이다.

[0055]

[0056] 도 3은 자유 공간과 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 경계가 $z=0$ 에 있다고 가정한 경우의 근거리 자기장(near-field) 분포를 나타낸다.

[0057]

[0058] 도 3 에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)는 자성체(30)가 완전 자기 도체인 손실 자성 물질이든 $z = 2.5 \text{ mm}$ 에서 필드의 최대 진폭이 127.1dBA/m로 거의 동일하다.

[0059]

[0060] 한편 도 3의 (a)와 같이 자성체(30)가 완전 자기 도체로 형성된 경우 $z \leq 0$ 인 영역에 자기장이 형성되지 않는다. 반면 도 3의 (b)와 같이 자성체(30)가 손실 자성 물질로 형성된 경우 손실 자성 물질 내부인 $z = -0.3 \text{ mm}$ 에서 50.2 dBA/m 강도의 자기장이 존재하지만, 손실 자성 물질의 소비 전력(power dissipation)으로 인하여 $z = -0.5 \text{ mm}$ 의 깊이에서 0에 가깝게 급격히 감소하는 것을 알 수 있다. 따라서, 손실 자성 물질을 자성체(30)로 사용하더라도 완전 자기 도체를 사용하는 경우와 유사한 효과를 낼 수 있음을 알 수 있다.

- [0053] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 임피던스 매칭 특성을 나타낸 그래프이다. 도 4는 제1 패치(21)에는 전력이 공급되고 제2 패치(22)에 전력 공급이 차단된 상태에서 제1 패치(21)의 임피던스 매칭 특성을 나타낸다.
- [0054] 도 4에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 임피던스 매칭 특성은 측정값을 실선으로 시뮬레이션값을 파선으로 도시되며, 자성체가 삽입되지 않은 종래 어레이 안테나의 임피던스 특성은 측정값을 점선으로 시뮬레이션값을 일점 쇄선으로 도시된다.
- [0055] 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100) 및 자성체가 삽입되지 않은 종래 어레이 안테나 모두 1.575GHz에서 낮은 임피던스 매칭 값을 나타내고 있음을 알 수 있다. 즉, 본 발명의 실시예에 따른 자성체가 어레이 안테나의 임피던스 매칭 특성에 큰 영향을 끼치지 않음을 알 수 있다.
- [0056] 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 상호 커플링 강도를 나타낸 그래프이다.
- [0057] 도 5에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 패치간 상호 커플링 강도에 대한 시뮬레이션값 및 측정값은 1.575GHz에서 각각 -28.99 dB 및 -29.48 dB로, 자성체가 삽입되지 않은 종래 어레이 안테나의 시뮬레이션값 및 측정값인 -18.94 dB 및 -14.8 dB에 비해 크게 개선되었음을 알 수 있다.
- [0058] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 전면 방향 이득을 나타낸 그래프이다.
- [0059] 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100) 및 자성체가 삽입되지 않은 종래 어레이 안테나 모두 측정값과 시뮬레이션값이 유사함을 알 수 있다. 즉, 자성체의 삽입이 어레이 안테나의 전면 방향 이득(bore-sight gain)에 큰 영향을 미치지 않음을 알 수 있다.
- [0060] 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 능동 소자 패턴을 나타낸 도면이다. 도 7의 (a)는 zx 평면에서의 능동 소자 패턴을 나타내고, 도 7의 (b)는 zy 평면에서의 능동 소자 패턴을 나타낸다.
- [0061] 도 7에 나타난 바와 같이, zx 및 zy 평면에서 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 측정값과 시뮬레이션값에서 반 전력 빔 폭(HPBW)은 102.7° 및 105° 에서 나타난다. 그리고 자성체가 삽입되지 않은 종래 어레이 안테나의 측정값과 시뮬레이션값의 경우, 반 전력 빔 폭(HPBW)은 104.6° 및 105° 에서 나타난다. 이를 통해 자성체의 삽입이 어레이 안테나 상반구의 패턴에 영향을 미치지 않는다는 것을 알 수 있다.
- [0062] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 H-필드 분포를 나타낸 도면이다. 도 8의 (a)는 자성체가 삽입되지 않은 종래 어레이 안테나의 H-필드 분포를 나타내고, 도 8의 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 H-필드 분포를 나타낸다.
- [0063] 도 10의 (a)에 나타난 바와 같이, 종래 어레이 안테나는 제2 패치 근처인 P_1 ($x = 2.5, z = 4.9$)에서 9.4 dBA/m의 값을 가지는 필드가 형성된다. 그리고, 그라운드 패턴 중심인 P_2 ($x = 0, z = 0$)에서 -4.7 dBA/m 강도의 필드가 형성된다.
- [0064] 반면 도 10의 (b)에 나타난 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)는 P_1 및 P_2 에서 필드의 강도가 각각 6.6 dBA/m와 -7.5 dBA/m로서, 종래 어레이 안테나에 비해 감소하였음을 알 수 있다. 뿐만 아니라 ($x = 0, z = -30$)에서 그라운드 패턴(12) 아래의 전계 강도가 -13.8 dBA/m에서 -15.2 dBA/m로 감소되었음을 알 수 있다.
- [0065] 이와 같은 결과를 통해 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)는 자성체(30)로 인하여 FBR 값이 향상될 뿐만 아니라 상호 커플링이 개선됨을 알 수 있다.
- [0066] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 조향각에 따른 능동 반사 계수를 나타낸 그래프이다.
- [0067] 도 9에 나타난 바와 같이, 종래 어레이 안테나의 시뮬레이션에 따른 능동 반사 계수가 0.1에서 0.32로 급격히 증가함으로써 안테나 이득을 감소시킬 수 있다. 반면, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 시뮬레이션 결과의 경우 능동 반사 계수는 전체 범위에서 0.2 미만으로 유지됨을 알 수 있다.
- [0068] 측정 결과 역시 시뮬레이션 결과와 유사한 경향을 나타내며, 이와 같은 능동 반사 계수의 개선을 통해 음영각(scan blindness)을 방지할 수 있음을 알 수 있다.
- [0069] 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 FBR을 나타낸 그래프이다. 도 10은 0° 에서 80° 까지의 조향각에 따른 FBR(front-to-back ratio) 변화를 보여준다.

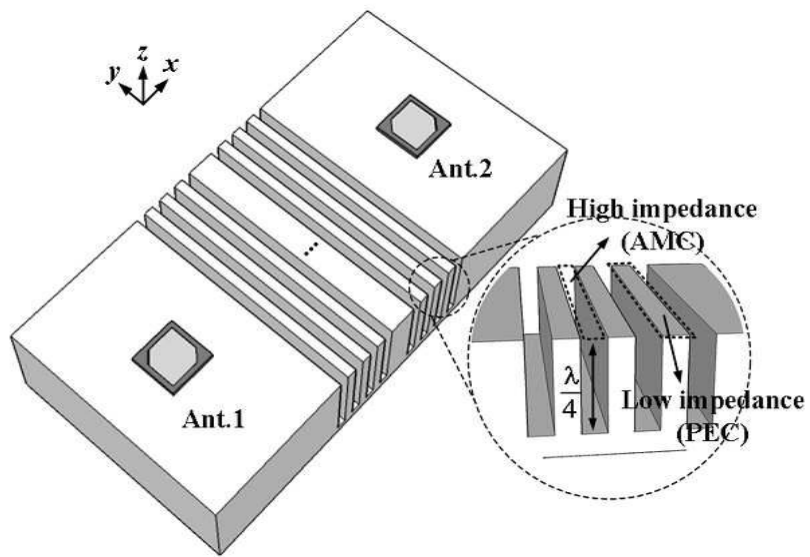
- [0070] 도 10에 나타난 바와 같이, 조향각이 0° 에서 80° 로 증가함에 따라 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 FBR이 종래 어레이 안테나에 비해 크게 증가함을 알 수 있다.
- [0071] 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 자기 손실 탄젠트 값에 따른 상호 커플링 강도를 나타낸 그래프이다.
- [0072] 도 11은 자기 손실 탄젠트($\tan \delta_m$)의 값이 10⁻⁵에서 4인 구간에서 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나(100)의 상호 커플링 및 전면 방향 이득을 나타낸다. 도 11에 나타난 바와 같이, 전면 방향 이득은 자기 손실 탄젠트 값의 변화와 무관하게 일정한 크기를 가지는 반면, 상호 커플링 강도는 자기 손실 탄젠트의 값이 10⁻¹보다 큰 구간에서 낮아진다. 따라서 자성체(30)의 자기 손실 탄젠트 값이 10⁻¹보다 큰 경우 어레이 안테나(100)의 상호 커플링이 크게 개선됨을 알 수 있다.
- [0073] 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나의 자성체의 폭과 자성체 사이의 간격에 따른 상호 커플링 강도를 나타낸 그래프이다. 도 12의 (a)는 자성체(30)의 폭에 따른 상호 커플링 강도를 나타내고, 도 12의 (b)는 자성체(30) 사이의 간격에 따른 상호 커플링 강도를 나타낸다.
- [0074] 도 12에 나타난 바와 같이, 전면 방향 이득은 자성체(30)의 폭과 간격이 증가함에 따라 감소하는 경향을 보인다. 이러한 전면 방향 이득 감소는 자성체(30)가 패치에 근접하여 패치간 에지의 거리보다 자성체(30)의 폭과 간격의 합이 커질 때 발생함을 나타낸다. 따라서, 상호 커플링 강도가 최소가 되는 지점 및 전면 방향 이득을 유지할 수 있는 폭 2 mm 및 간격 0.5 mm에서 안테나의 효율 및 성능이 높아짐을 확인할 수 있다.
- [0075] 본 발명의 실시예에 따르면, 본 발명의 실시예에 따른 어레이 안테나는 종래 어레이 안테나에 비해 상호 커플링 및 백로브의 강도를 크게 낮춤으로써 안테나의 격리도 특성을 개선시키는 장점이 있다.
- [0076] 뿐만 아니라 자성체를 이용함으로써 유전체 기판의 부피를 종래에 비해 크기 줄일 수 있으므로 안테나의 소형화에 유리한 장점이 있다.
- [0077] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

- | | |
|--------------------|-------------|
| [0078] 10 : 유전체 기판 | 11 : 유전체 |
| 12 : 그라운드 패턴 | 21 : 제1 패치 |
| 22 : 제2 패치 | 30 : 자성체 |
| 40 : 급전 포트 | 41 : 동축 급전선 |
| 100 : 어레이 안테나 | |

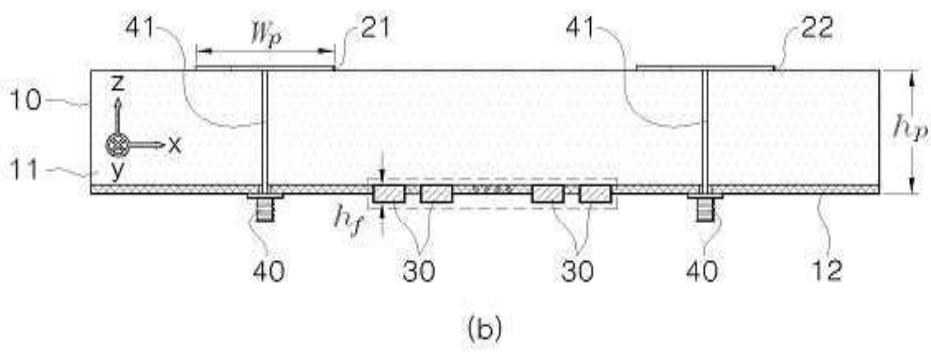
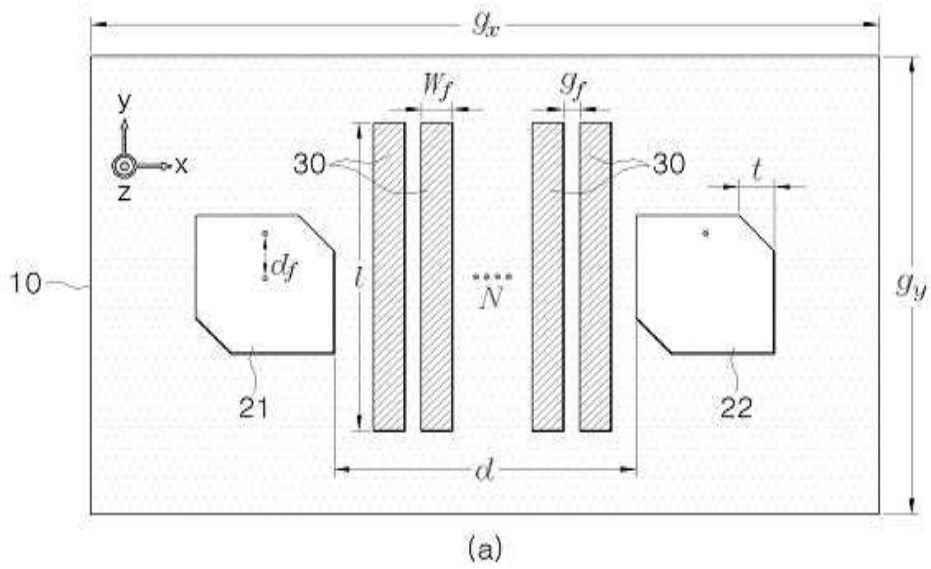
도면

도면1

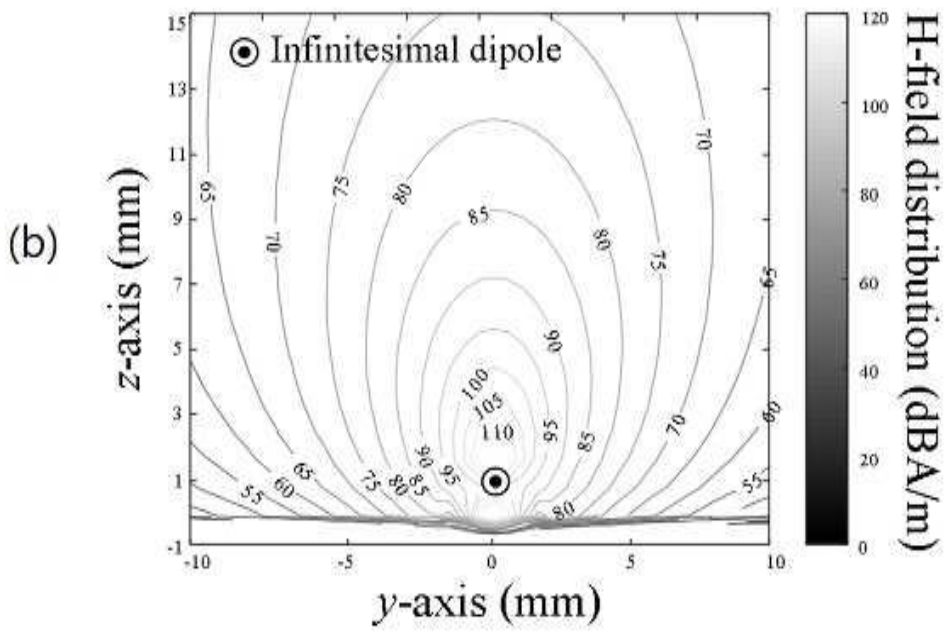
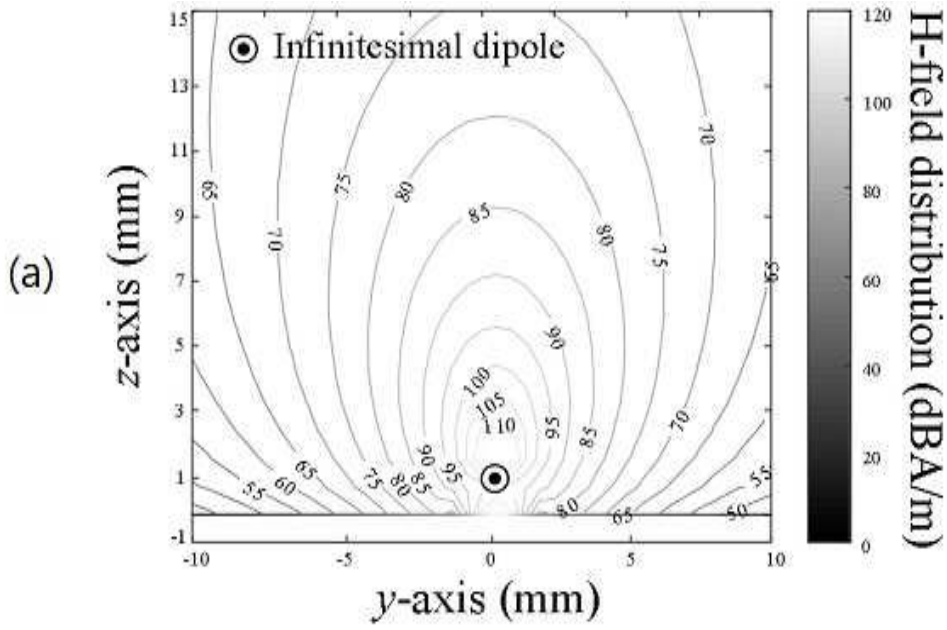


도면2

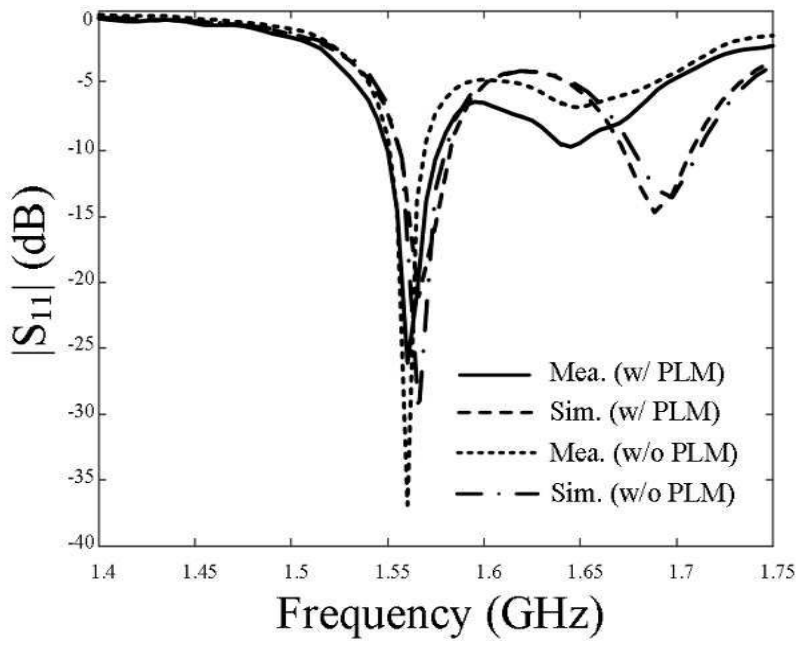
100



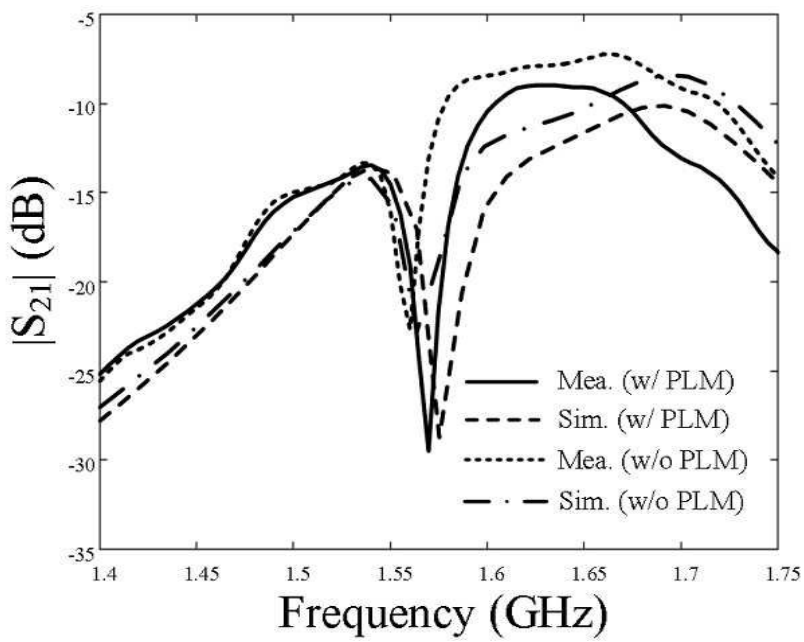
도면3



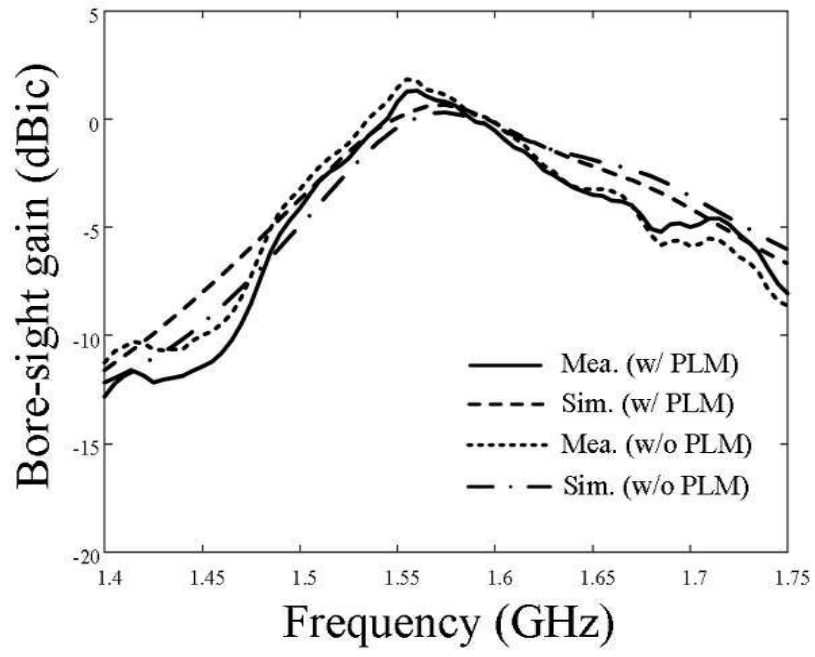
도면4



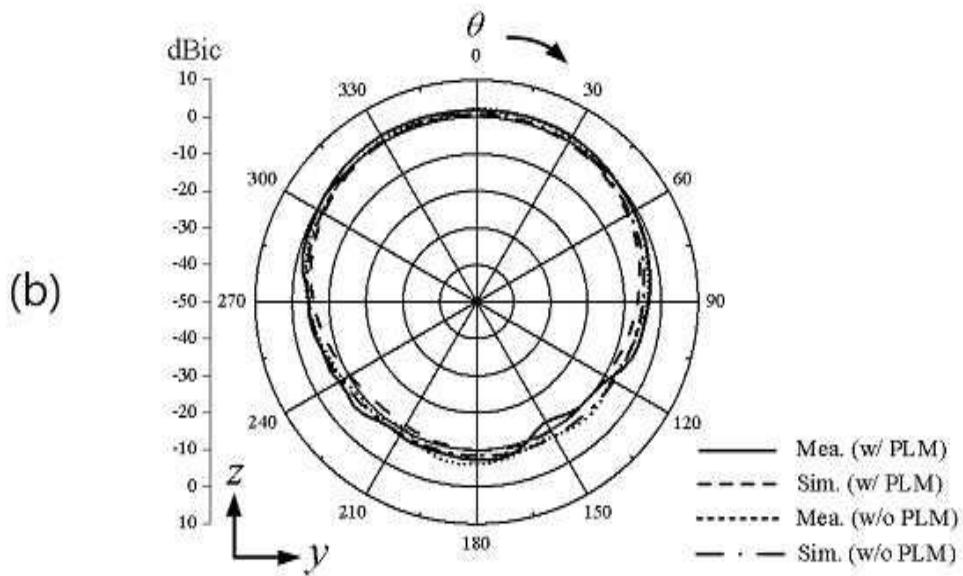
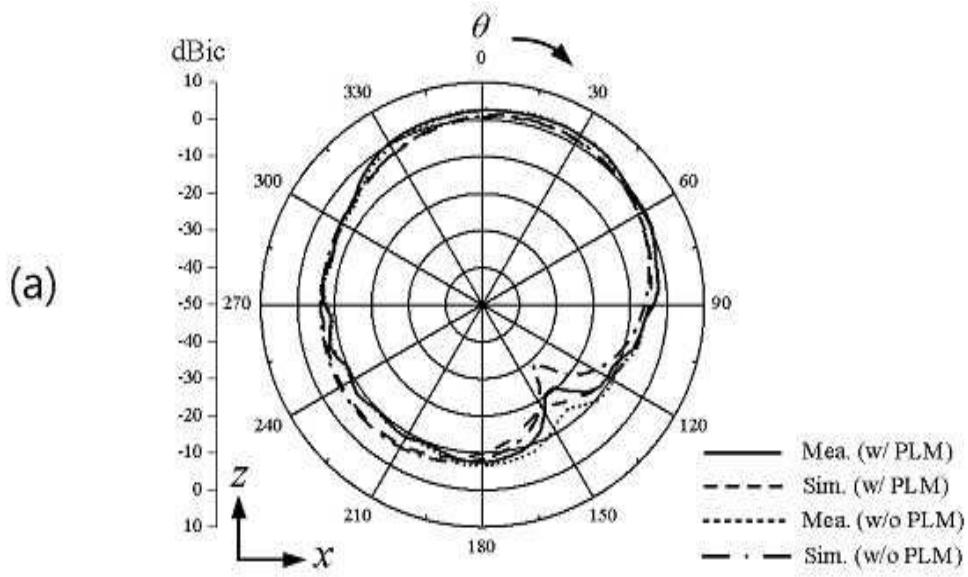
도면5



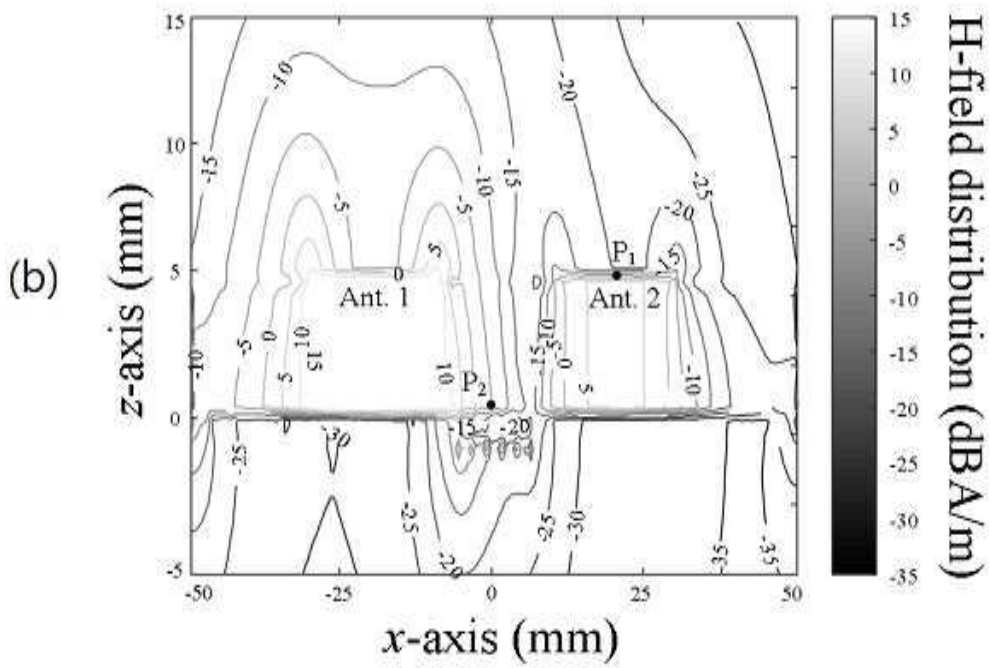
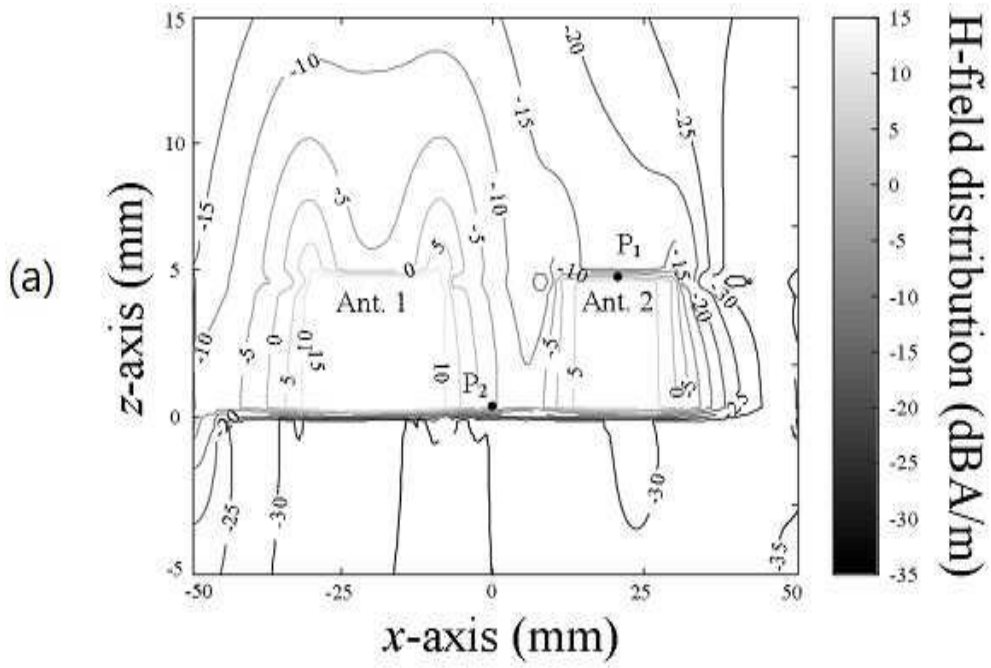
도면6



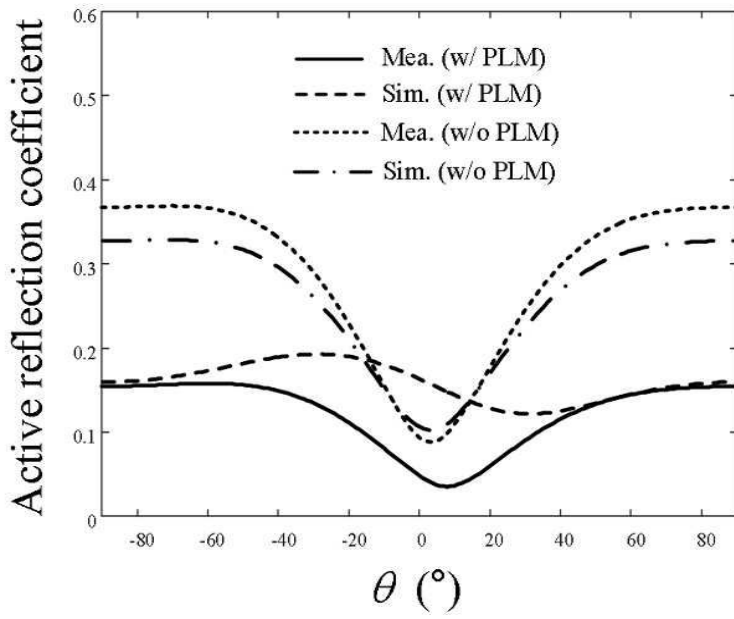
도면7



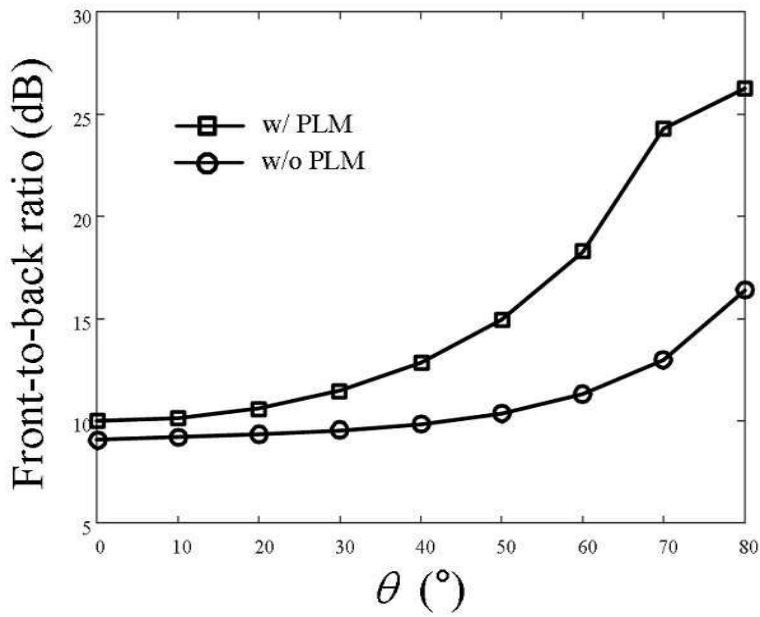
도면8



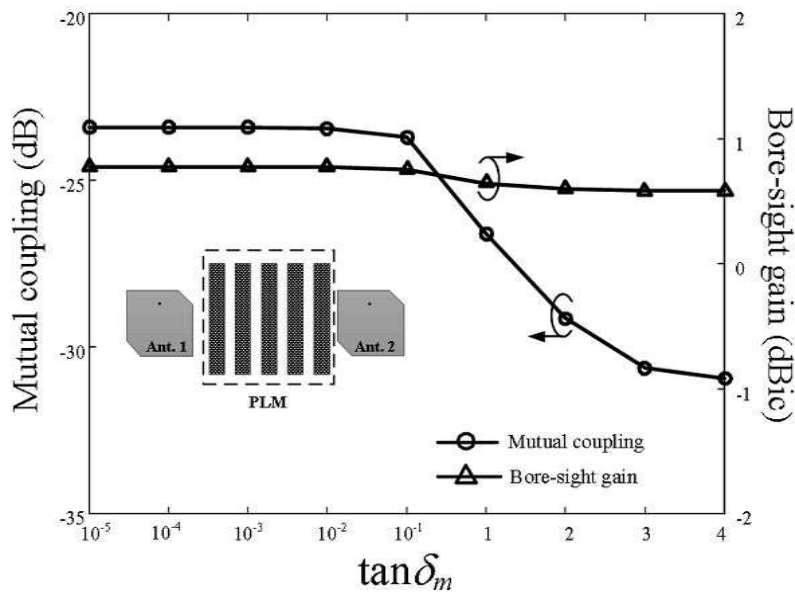
도면9



도면10



도면11



도면12

