



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월01일
(11) 등록번호 10-1864070
(24) 등록일자 2018년05월28일

- | | |
|---|---|
| <p>(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 21/06 (2018.01) H01Q 13/02 (2006.01)
H01Q 21/28 (2018.01) H01Q 5/25 (2014.01)</p> <p>(52) CPC특허분류
H01Q 21/064 (2013.01)
H01Q 13/0258 (2013.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2017-0027046</p> <p>(22) 출원일자 2017년03월02일
심사청구일자 2017년03월02일</p> <p>(56) 선행기술조사문헌
EP00257881 A2*
KR1020070034749 A*
JP3810366 B2*
KR101212219 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌</p> | <p>(73) 특허권자
국방과학연구소</p> <p>(72) 발명자
추호성</p> <p>박종언</p> <p>(74) 대리인
(뒷면에 계속)
한양특허법인</p> |
|---|---|

전체 청구항 수 : 총 3 항

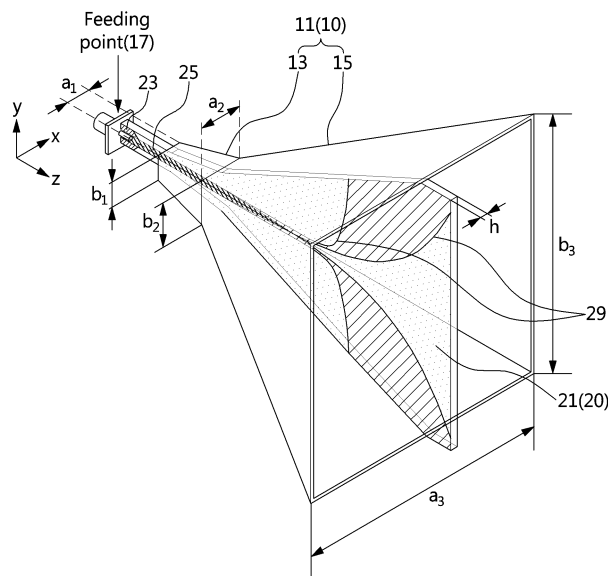
심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나

(57) 요약

본 발명은 혼 안테나를 표준 안테나로 사용하고, 비발디 안테나(20)를 혼 안테나(10)의 급전으로 사용하며, 혼 안테나(10)는 비발디 안테나(20)의 외곽을 감싸는 구조로 된다. 본 발명은 소형화가 가능하고, 지향성을 향상시켜 고주파수 대역에서 이득을 향상시키며 저주파수 대역에서 더 향상된 임피던스 정합이 가능한 이점이 있다.

대표도 - 도1



- (52) CPC특허분류
H01Q 21/28 (2018.05)
H01Q 5/25 (2015.01)
- (72) 발명자
임태홍

박영주

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 201600040003
부처명 방위사업청
연구관리전문기관 국방과학연구소
연구사업명 국방특화연구센터사업
연구과제명 위성 탑재용 신호정보 수집 기술 연구
기 여 율 1/1
주관기관 홍익대학교 산학협력단
연구기간 2015.10.15 ~ 2017.12.15

명세서

청구범위

청구항 1

혼 안테나를 표준 안테나로 사용하고,
 비발디 안테나를 혼 안테나의 급전으로 사용하며,
 상기 혼 안테나는 단면이 직사각형인 피라미드 형상 혼을 포함하며,
 상기 비발디 안테나는 상기 혼 내부에 삽입된 구조이고,
 상기 비발디 안테나는
 상기 혼 내부에 삽입된 유전체 기관; 및
 상기 유전체 기관에 인쇄된 발룬, 전송 라인 및 방사부를 포함하며,
 상기 유전체 기관은 양면이 상기 혼과 이격되게 상기 혼 내부에 삽입되고,
 상기 방사부가 상기 혼과 전기적으로 연결되며,
 상기 방사부는 곡률을 형성하고,
 상기 방사부의 곡률은

$$f_1(z) = c_1 e^{c_2(z-(l_1+l_3))} - c_3$$

$f_2(z) = c_4 e^{c_5(z-(l_1+l_3))} + c_6$ 로 설계하는 것을 특징으로 하는 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나.

[여기서, $C_1, C_2 \dots C_6$ 은 모델링에 사용된 계수(설계값)이고, z 는 위치 z 이고, l_1 은 발룬의 길이, l_3 는 전송 라인의 길이이다.]

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 혼은 길이방향 외면이 소정의 경사를 갖는 첫 번째 섹션과 상기 첫 번째 섹션의 경사에 비해 상대적으로 큰 경사를 갖는 두 번째 섹션을 포함하는 단면이 직사각형인 피라미드 형상인 것을 특징으로 하는 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 방사부는 상기 혼의 개구면으로부터 소정길이 돌출된 것을 특징으로 하는 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나.

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 저주파 대역의 정합과 고주파 대역의 이득을 향상시킴과 동시에 안테나를 소형화할 수 있도록 한 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 비발디 안테나는 유전체 기판을 이용하여 제작하며 급전선은 마이크로 스트립 라인(microstrip line)을 통해 형성한다. 비발디 안테나는 제작이 용이하고 광대역 특성이 있어, 레이더 시스템, 자동차 통신 시스템 등의 어플리케이션에서 주로 적용된다.

[0003] 혼 안테나는 안테나 이득 측정을 위한 표준 안테나이며, 저주파수 대역에서 부피가 큰 형상을 가지게 된다. 혼 안테나는 측정용, 접시 안테나의 급전용 등의 어플리케이션에서 주로 사용된다.

[0004] 비발디 안테나 및 혼 안테나는 많은 응용 분야에서 널리 채택되었지만, 안테나 크기의 소형화에 대한 요구가 증가하면서 기술적인 문제가 발생하고 있다. 예를 들어, 빔 분할, 낮은 전후방비(FBR, Front-to-Back Ratio), 이득 저하 및 고주파 대역과 저주파 대역의 패턴 왜곡에서 임피던스 부정합 등의 문제가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 특허문헌 1: 한국등록특허 제0701312호(2006.08.21 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 비발디 안테나와 혼 안테나의 장점을 혼용하여 저주파 대역의 임피던스 정합과 고주파 대역의 이득을 향상시킴과 동시에 안테나를 소형화할 수 있도록 한 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따르면, 본 발명은 혼 안테나를 표준 안테나로 사용하고, 비발디 안테나를 혼 안테나의 급전으로 사용한다.
- [0008] 상기 혼 안테나는 단면이 직사각형인 피라미드 형상 혼을 포함하며, 상기 비발디 안테나는 상기 혼 내부에 삽입된 구조이다.
- [0009] 상기 비발디 안테나는 상기 혼 내부에 삽입된 유전체 기관과, 상기 유전체 기관에 인쇄된 발룬, 전송 라인 및 방사부를 포함한다.
- [0010] 상기 유전체 기관은 양면이 상기 혼과 이격되게 상기 혼 내부에 삽입된다.
- [0011] 상기 방사부가 상기 혼과 전기적으로 연결된다.
- [0012] 상기 방사부는 곡률을 형성한다.
- [0013] 상기 방사부의 곡률은
- [0014]
$$f_1(z) = c_1 e^{c_2(z-(l_1+l_3))} - c_3$$
- [0015]
$$f_2(z) = c_4 e^{c_3(z-(l_1+l_3))} + c_6$$
로 설계한다.
- [0016] 상기 혼은 길이방향 외면이 소정의 경사를 갖는 첫 번째 섹션과 상기 첫 번째 섹션의 경사에 비해 상대적으로 큰 경사를 갖는 두 번째 섹션을 포함하는 단면이 직사각형인 피라미드 형상이다.
- [0017] 상기 방사부는 상기 혼의 개구면으로부터 소정길이 돌출된다.
- [0018] 상기 첫 번째 섹션의 길이(l_4), 상기 두 번째 섹션의 길이(l_5), 상기 방사부가 상기 혼의 개구면으로부터 돌출된 길이(l_6)를 조절하여 이득 특성을 개선한다.
- [0019] 상기 안테나를 등가 회로로 모델링할 수 있으며 안테나의 모드를 분석 추출할 수도 있다.

발명의 효과

- [0020] 본 발명은 혼 안테나에 비발디 안테나를 혼용하여 소형화가 가능하고, 혼 안테나가 비발디 안테나의 외곽을 감싸는 구조 및 지향성 향상을 통해 고주파수 대역에서 이득을 향상시키며, 혼의 길이 및 방사부의 곡률을 최적의 상태로 설계하여 저주파수 대역에서 더 나은 임피던스 정합이 가능한 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시예에 의한 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나의 사시도.
- 도 2는 본 발명의 실시예에 의한 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나의 측면도.
- 도 3은 본 발명의 실시예의 안테나의 반사 계수를 시뮬레이션 및 측정된 그래프.
- 도 4는 본 발명의 실시예의 안테나의 이득을 시뮬레이션 및 측정하여 나타낸 그래프.
- 도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예의 안테나를 zx 및 zy평면에서 시뮬레이션하고 방사패턴을 측정된 그래프. [(a)와 (b)는 1GHz, (c)와 (d)는 2GHz, (e)와 (f)는 3GHz, (g)와 (h)는 4GHz, (i)와 (j)는 5GHz]
- 도 7은 본 발명의 실시예의 안테나의 등가 회로 모델.
- 도 8은 도 7의 안테나의 등가 모델 회로를 EM 시뮬레이션하여 입력 임피던스와 등가 회로 모델의 저항(Resistance)을 나타낸 그래프.
- 도 9는 도 7의 안테나의 등가 모델 회로를 EM 시뮬레이션하여 입력 임피던스와 등가 회로 모델의 리액턴스(Reactance)를 나타낸 그래프.
- 도 10은 본 발명의 실시예의 안테나의 개방 단면 a3, b3에서 Ey-필드 크기를 측정된 그래프. [실험 주파수: 2GHz]

도 11은 본 발명의 실시예의 안테나의 개방 단면 a3, b3에서 Ey-필드 크기를 측정한 그래프. [실험 주파수: 4GHz]

도 12는 본 발명의 실시예의 안테나의 EM 시뮬레이션한 AA', BB', CC'에서 Ey-필드 분포 및 EM 시뮬레이션과 모드 조합을 비교하여 DD'에 대한 Ey-필드 분포 크기를 나타낸 그래프. [실험 주파수: 2GHz]

도 13은 본 발명의 실시예의 안테나의 EM 시뮬레이션한 AA', BB', CC'에서 Ey-필드 분포 및 EM 시뮬레이션과 모드 조합을 비교하여 DD'에 대한 Ey-필드 분포 크기를 나타낸 그래프. [실험 주파수: 4GHz]

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 이하 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0023] 본 발명의 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나는, 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 비발디 안테나(20)를 혼 안테나(10)의 급전으로 사용하여 안테나를 소형화한다.
- [0024] 또한, 고주파에서 향상된 이득을 위해 혼 안테나(10)가 비발디 안테나(20)의 외곽을 감싸는 구조가 된다. 이를 위해 혼 안테나(10)의 혼(11) 내부에 비발디 안테나(20)를 삽입 배치한다.
- [0025] 혼(11)은 동판으로 제작되며 단면이 직사각형인 피라미드 형상으로 된다.
- [0026] 피라미드 형상 혼(11)은 길이방향 외면 경사도에 따라 첫 번째 섹션(13)과 두 번째 섹션(15)으로 구분되며, 첫 번째 섹션(13)의 외면 경사에 비해 두 번째 섹션(15)의 외면 경사가 더 크게 형성된다.
- [0027] 첫 번째 섹션(13)은 필요한 고주파 주파수까지 임피던스 매칭을 향상시키기 위해 면적이 작고, 두 번째 섹션(15)은 저주파 주파수에 필요한 이득을 얻기 위해 필요한 개구 면적이 선형적으로 증가하는 형상으로 된다.
- [0028] 그에 따라, 혼(11)의 개구 면적은 첫 번째 섹션(13)과 두 번째 섹션(15)의 경사도에 의해 선형적으로 증가하며, 혼(11)의 개구 면적 증가는 이득 향상과 연결된다.
- [0029] 본 실시예에서 혼(11)의 개구 면적 $a_1 \times b_1$ 은 첫 번째 섹션(13)에서 혼의 길이 l_4 에 대해 $a_2 \times b_2$ 까지 선형적으로 증가하고, 혼(11)의 길이가 l_5 인 두 번째 섹션(15)에서 $a_3 \times b_3$ 까지 증가한다.
- [0030] 비발디 안테나(20)는 평면 형상의 유전체 기판(21)에 발룬(23), 전송 라인(25), 방사부(29)를 인쇄하여 제작된다. 유전체 기판(21)은 유전율 $\epsilon_r=4.4$, $\tan \zeta=0.018$ 인 FR4 기판일 수 있다.
- [0031] 발룬(23), 전송 라인(25), 방사부(29)는 두께 1mm인 FR4 기판상의 금속 표면을 에칭하여 제작되고, 혼(11)은 두께 0.4mm인 동판을 구부려 제작할 수 있다.
- [0032] 비발디 안테나(20)는 방사부(29)가 혼 안테나(10)와 전기적으로 연결된다.
- [0033] 비발디 안테나(20)는 유전체 기판(21)의 양면이 혼(11)과 이격되게 혼(11) 내부에 삽입 배치된다.
- [0034] 발룬(23)은 혼 안테나(10)의 급전부(Feeding point)(17)에 연결된다. 발룬(23)은 길이가 l_1 이며, 두 번째 섹션(15)의 단일 종단 동축 피드와 전송 라인(25) 간의 전환으로 작동한다.
- [0035] 발룬(23)의 접지면은 전송 라인(25)과 연결되는 부분에서 임피던스 정합 향상을 위해 테이퍼진(tapered) 구조를 갖는다. 본 실시예에서 발룬(23)의 접지면 너비는 l_2 길이에 대해 b_1 에서 t 까지 선형으로 테이퍼진 구조를 갖는다. b_1 은 첫 번째 섹션(13)의 개구면의 세로 길이이고, t 는 전송 라인(25)을 형성하는 마이크로 스트립 라인의 폭이다.
- [0036] 전송 라인(25)을 형성하는 마이크로 스트립 라인의 폭(t)은 기본 마이크로 스트립 라인 방정식을 사용하여 결정한다.
- [0037] 전송 라인(25)은 발룬(23)의 입력 전력을 임피던스 정합을 통해 방사부(29)에 전달한다. 방사부(29)가 혼 안테나(10)와 전기적으로 연결된다. 방사부(29)는 혼(11)의 두 번째 섹션(15)의 개구면으로부터 소정길이(l_6) 돌출된다.
- [0038] 방사부(29)는 소형화된 안테나에서 전기적 길이를 길게 하기 위해 소정의 곡률을 형성한다. 이러한 방사부(29) 곡률은 더 나은 임피던스 정합을 수행한다.

[0039] 방사부(29)는 유전체 기판(21)에 두 개가 인쇄되고 중앙을 기준으로 세로로 대칭되게 배치되어 TE10 모드를 향상시킨다.

[0040] TE10 모드는 Dominant Mode이며 광대역 주파수 특성을 가지며 직선편파가 적용된다.

[0041] 위치 z 에서 임피던스는 하기의 수식 $Z(z)$ 에 의해 나타낼 수 있다. $Z(z)$ 는 z 의 함수이고, $1n$ 은 테이퍼진 전송 라인 부분의 함수이다.

$$Z(z) = Z_0 e^{a(z-l_1)}$$

[0042] 수식 (1a)

[0043] 여기서, $l_1 < z < l_1 + l_3$ 이고,

$$a = \frac{1}{l_3} 1n\left(\frac{Z_L}{Z_0}\right)$$

[0044] 수식 (1b)

[0045] 이다.

[0046] 반파장으로써 b_3 의 폭에 의해 결정되는 로우 엔드 주파수가 공진 안테나로 동작하여 저주파 특성을 향상시키기 위해, 방사부의 곡률은 하기의 지수함수 수식 $f_1(z)$, $f_2(z)$ 에 의해 설계된다.

$$f_1(z) = c_1 e^{c_2(z-(l_1+l_3))} - c_3$$

[0047] 수식 (2a)

$$f_2(z) = c_4 e^{c_5(z-(l_1+l_3))} + c_6$$

[0048] 수식 (2b)

[0049] 여기서, $C_1, C_2 \dots C_6$ 은 모델링에 사용된 계수이고, z 는 위치 z 이고, l_1 은 발룬(23)의 길이, l_3 는 전송 라인(25)의 길이이다.

[0050] 상술한 구조를 갖는 안테나는 첫 번째 섹션 길이(l_4), 두 번째 섹션의 길이(l_5), 방사부(29)가 혼(11)의 두 번째 섹션(15)의 개구면으로부터 돌출된 길이(l_6)를 조절하여 이득 특성을 개선할 수 있다.

[0052] 이하에서는 본 발명의 실시예의 작용을 설명하기로 한다.

[0053] 아래의 표 1은 본 발명의 실시예에 의한 안테나 측정값이다.

표 1

매개변수 또는 함수	최적화된 값 또는 곡선
a_1	1mm
b_1	5mm
a_2	29mm
b_2	13mm
a_3	98mm
b_3	65mm
h	1mm
l_1	10mm
l_2	0.5mm

[0054]

l_3	42.5mm
l_4	15mm
l_5	60mm
l_6	9.5mm
t	2mm
C_1	0.115
C_2	0.035
C_3	1.115
C_4	3.23×10^{-9}
C_5	0.23
C_6	1

- [0055] 도 3에는 본 발명의 실시예에 의한 안테나의 반사 계수를 시뮬레이션 및 측정된 그래프가 도시되어 있고, 도 4에는 본 발명의 실시예의 안테나의 이득을 시뮬레이션 및 측정하여 나타낸 그래프가 도시되어 있다.
- [0056] 도 3에 도시된 바에 의하면, 1GHz 및 5GHz에서 각각 -11dB 및 -9.1dB의 측정값을 보여주며, 전체 주파수 범위의 반사 계수는 -3dB 보다 작다.
- [0057] 도 4에 도시된 바에 의하면, 1GHz 에서 5.24dBi 및 5GHz에서 5.35dBi로 향상된 이득을 보여주며 기존의 비발디 안테나 및 비슷한 크기의 혼 안테나보다 이득이 높음이 확인된다.
- [0058] 이득은 3.5GHz 이하의 저주파수 범위에서 시뮬레이션과 일치한다. 3.5GHz 이상에서 약간의 불일치가 관찰되는 것은 고주파수 범위에서 매우 민감한 안테나의 시뮬레이션과 제작 사이의 오차로 인한 것이다.
- [0059] 도 3 및 도 4로부터, 저주파수의 개선은 비발디 안테나의 전기적 길이를 확대하여 임피던스 정합을 이룬 것에 의해 이루어지고, 고주파수의 이득 향상은 혼 안테나의 높은 지향성 특성을 채택하여 이루어짐을 확인할 수 있다.
- [0061] 도 5 및 도 6은 본 발명의 실시예의 안테나를 zx 및 zy평면에서 시뮬레이션하고 방사패턴을 측정된 그래프를 나타낸 것이다. [(a)와 (b)는 1GHz, (c)와 (d)는 2GHz, (e)와 (f)는 3GHz, (g)와 (h)는 4GHz, (i)와 (j)는 5GHz]
- [0062] 도 5 및 도 6에 도시된 바에 의하면, 고주파 영역에서 지향성을 향상시키기 때문에 방사패턴은 zy 평면에서 주파수가 증가함에 따라 더 좁아짐이 확인된다.
- [0064] 상기한 실시예의 안테나는 저주파수 대역의 비발디 안테나의 동작을 확인하기 위해 등가 회로로 모델링하거나, 고주파수 대역의 혼 안테나 특성을 확인하기 위해 모드 분해법으로 안테나의 모드를 분석 및 추출하는 방법을 적용하여 안테나의 동작원리를 분석할 수 있다.
- [0065] 도 7은 본 발명의 실시예의 안테나의 등가 회로 모델을 나타낸 것이다.
- [0066] 도 7은 저주파수에서 본 발명의 실시예의 안테나의 동작원리를 검사하기 위한 등가 회로 모델이다.
- [0067] 인덕턴스(inductance) LF는 길이 l_1 의 발룬(23)과 SMA 커넥터를 나타내기 위해 삽입된다. 길이 l_3 인 전송 라인(25)은 임피던스가 수식 $Z(z)$ 에 근거하는 위치 z 에 사용된다.
- [0069] 도 8은 도 7의 안테나의 등가 모델 회로를 EM 시뮬레이션하여 입력 임피던스와 등가 회로 모델의 저항(Resistance)을 나타낸 그래프이고, 도 9는 안테나의 등가 모델 회로를 EM 시뮬레이션하여 입력 임피던스와 등가 회로 모델의 리액턴스(Reactance)를 나타낸 그래프이다.
- [0070] 도 8 및 도 9에 도시된 바에 의하면, 등가 회로와 시뮬레이션의 두 곡선이 서로 잘 일치하며, 1GHz와 2GHz에서 약 50Ω의 입력저항을 나타낸다. 첫 번째 요소(L_1, C_1, R_1)는 1GHz 이하에서의 공진을 나타내며, 두 번째 요소(L_2, C_2, R_3)와 세 번째 요소(L_1, C_1, R_1)는 1.36GHz, 2.16GHz가 나타났다.
- [0071] 도 8 및 도 9의 그래프에 나타난 입력 임피던스 특징은, 본 발명의 실시예의 안테나의 저주파수 대역에서의 동

작원리가 기존의 비발디 안테나의 동작원리와 유사함을 보여준다.

[0073] 도 10은 본 발명의 실시예의 안테나의 개방 단면 a3, b3에서 Ey-필드 크기를 측정할 그래프이고[주파수: 2GHz], 도 11은 본 발명의 실시예의 안테나의 개방 단면 a3, b3에서 Ey-필드 크기를 측정할 그래프[주파수: 4GHz]이다.

[0074] a3, b3에서의 Ey-필드 모드 분해는 데이터 피팅 방법으로 수행된다.

[0075] 비발디 안테나에 인쇄된 두 개의 방사부는 고주파 대역에서 전면 방향 이득(bore-sight again)을 증가시킨다.

[0076] 안테나의 모드를 정확하게 분석하기 위해 AA', BB', CC', DD'에서 Ey-필드 크기를 검사한다. Ey-필드 크기의 모드 분해는 하기 수식인 고조파 함수의 비선형 최소제곱법을 사용하여 수행한다.

$$\sum_{m=1}^{K_m} A_m \sin(B_m x) \quad \text{수식 (3a)}$$

$$\sum_{n=0}^{K_n} C_n \cos(D_n y) \quad \text{수식 (3b)}$$

[0079] 여기서, $B_m = \frac{m\pi}{a_3}$ 이고, $D_n = \frac{n\pi}{b_3}$ 이다.

[0080] 계수 Bm과 Dn은 x축 및 y축을 따른 모드의 고유값을 나타내고, Am, Cn이 사용할 모드의 계수이다. Am은 사인 함수 계수 A1, A2, A3...로 사용되고, Cn은 코사인 함수 계수 C1, C2, C3...로 사용된다.

[0081] 2GHz 및 4GHz에서 Ey-필드 크기는 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이, AA', BB', CC'선을 따라 일정하기 때문에 아래의 도 12 및 도 13에서 보여주는 필드의 모드가 가정된다.

[0082] 도 12는 본 발명의 실시예의 안테나의 EM 시뮬레이션한 AA', BB', CC'에서 Ey-필드 분포 및 EM 시뮬레이션과 모드 조합을 비교하여 DD'에 대한 Ey-필드 분포 크기를 나타낸 그래프이고[주파수: 2GHz], 도 13은 본 발명의 실시예의 안테나의 EM 시뮬레이션한 AA', BB', CC'에서 Ey-필드 분포 및 EM 시뮬레이션과 모드 조합을 비교하여 DD'에 대한 Ey-필드 분포 크기를 나타낸 그래프[주파수: 4GHz]이다.

[0083] 도 12 및 도 13에 도시된 바에 의하면, EM 모드를 사용하여 계산된 필드는 점선으로 표시되고 분해 모드 조합으로 얻은 Ey-필드는 실선으로 표시된다.

[0084] 도 12 및 도 13에 도시된 DD'를 관찰하여 x축을 따라 사인 곡선을 나타내는 첫번째 m을 결정하는 것이 중요하다. 결과 코사인 함수 계수는 C0가 C1, C2, ...에 비해 지배적이고 전술한 수식 (3a)의 계수로 병합된다.

[0085] 한편, 사인 함수 계수 A1, A3...는 의미있는 값을 가지지만, A2, A4...는 대칭으로 인해 거의 무시할 수 있다.

[0086] 결과, 도 12에 도시된 바와 같이, 2GHz의 필드는 TE10 모드 A1의 크기가 다른 모드보다 큰 TE10 모드, TE30 모드, TE50 모드로 분해될 수 있다.

[0087] 반면, 도 13에 도시된 바와 같이, 4GHz에서 지배적 모드 TE10 모드는 TE50 모드, TE90 모드와 같은 다른 고차 모드를 무시하기에 Ey-필드가 충분히 크다.

[0088] 상기한 DD'의 모드 분해 결과, 강화된 TE10 모드로 인해 특히 고주파 대역에서 혼 안테나에 의해 지향성이 향상되었음이 확인된다.

[0089] 상기한 결과는 본 발명의 안테나가 TE10 모드를 강화함에 의해 특히 고주파 대역에서 지향성을 향상시킴을 증명한다.

[0091] 상술한 결과로부터, 본 발명의 비발디 급전 하이브리드 혼 안테나는 소형화가 가능하고, 지향성을 향상시켜 저주파수 대역에서는 안티포탈 비발디 안테나 특성으로부터 저주파수 이득을 개선하였으며, 고주파수 대역에서는

혼안테나 특성을 가져 이득 향상이 있음을 확인할 수 있다.

[0092] 이와 같이, 본 발명은 혼 안테나에 비발디 안테나를 혼용하여 소형화가 가능하고, 혼 안테나가 비발디 안테나의 외곽을 감싸는 구조 및 지향성을 향상시켜 고주파수 대역에서 이득을 향상시키며, 혼의 길이 및 방사부의 곡률을 최적의 상태로 설계하여 저주파수 대역에서 더 나은 임피던스 정합이 가능함을 알 수 있다.

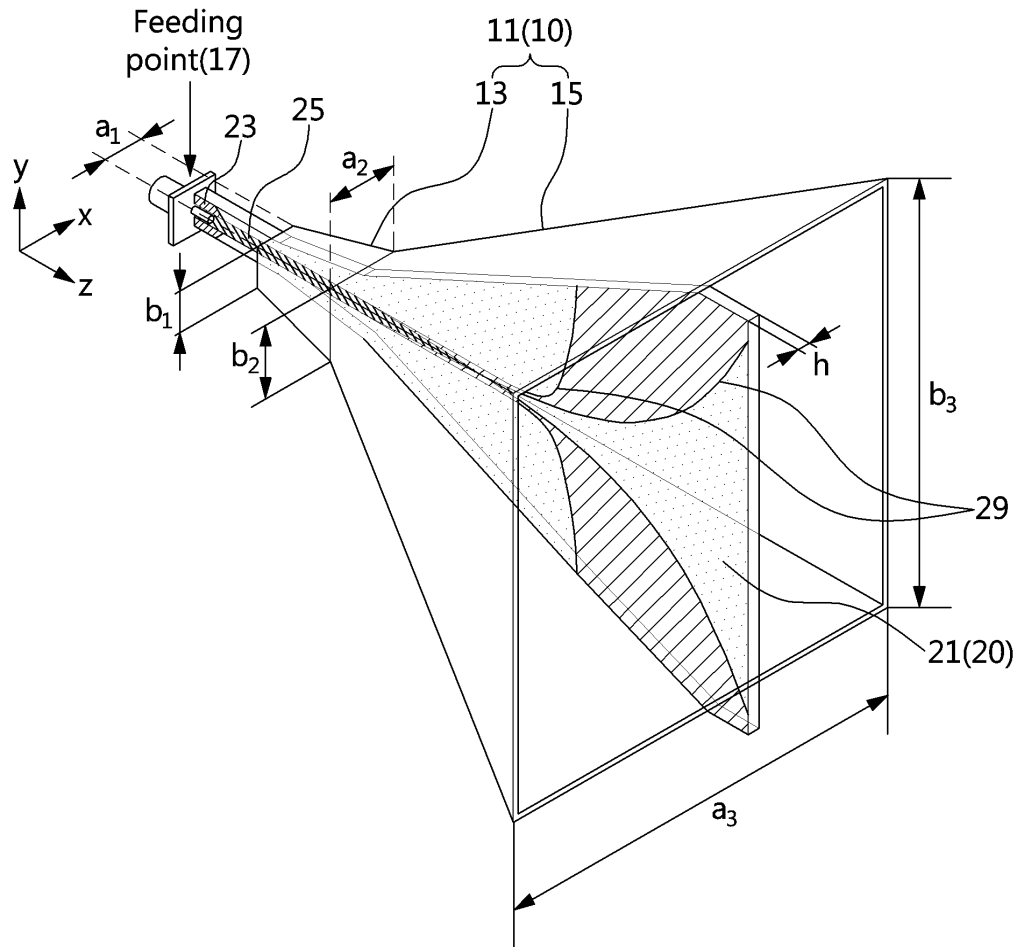
[0094] 본 발명은 도면과 명세서에 최적의 실시예들이 개시되었다. 여기서, 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 설명하기 위한 목적에서 사용된 것이지 의미 한정이나 특허청구범위에 기재된 본 발명의 범위를 제한하기 위하여 사용된 것은 아니다. 그러므로 본 발명은 기술분야의 통상의 지식을 가진 자라면, 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 권리범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

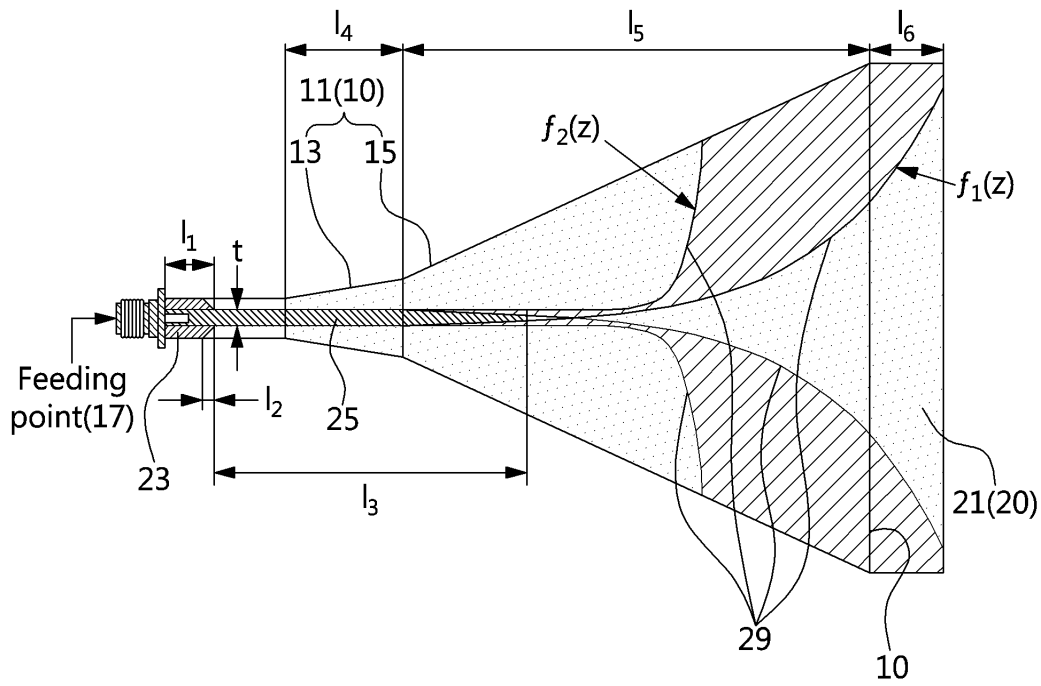
- | | | |
|--------|-------------|-------------|
| [0095] | 10: 혼 안테나 | 11: 혼 |
| | 13: 첫 번째 섹션 | 15: 두 번째 섹션 |
| | 17: 급전부 | 20: 비발디 안테나 |
| | 21: 유전체 기관 | 23: 발룬 |
| | 25: 전송 라인 | 29: 방사부 |

도면

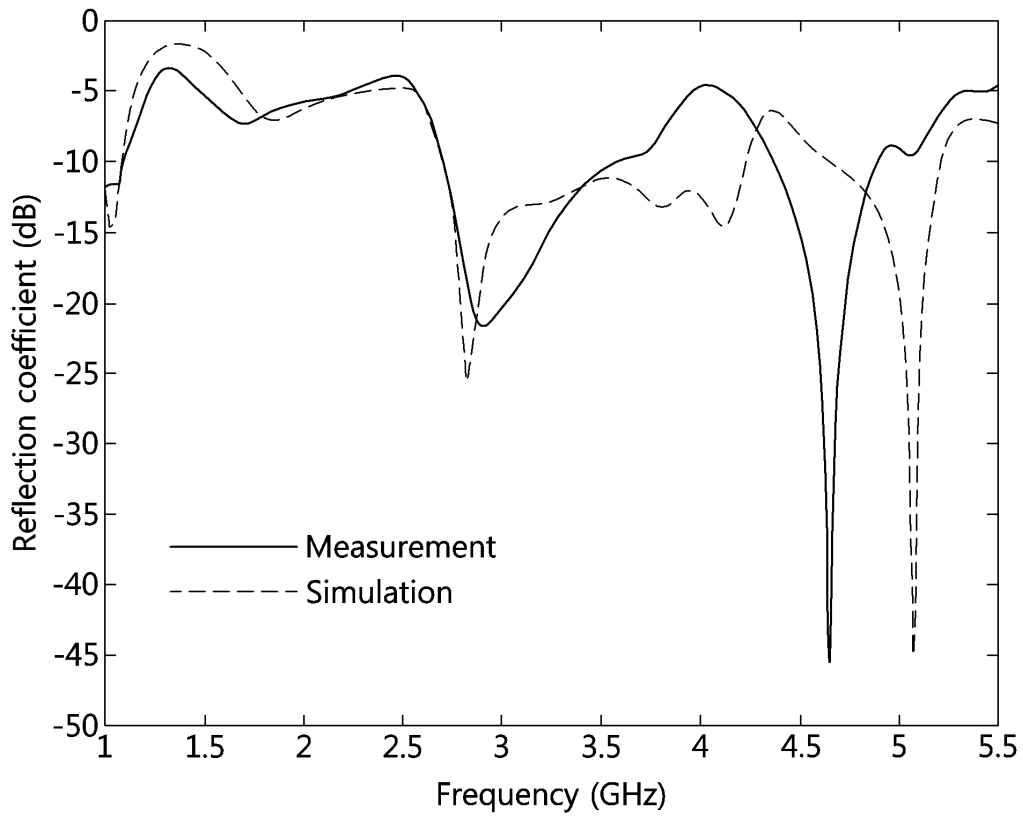
도면1



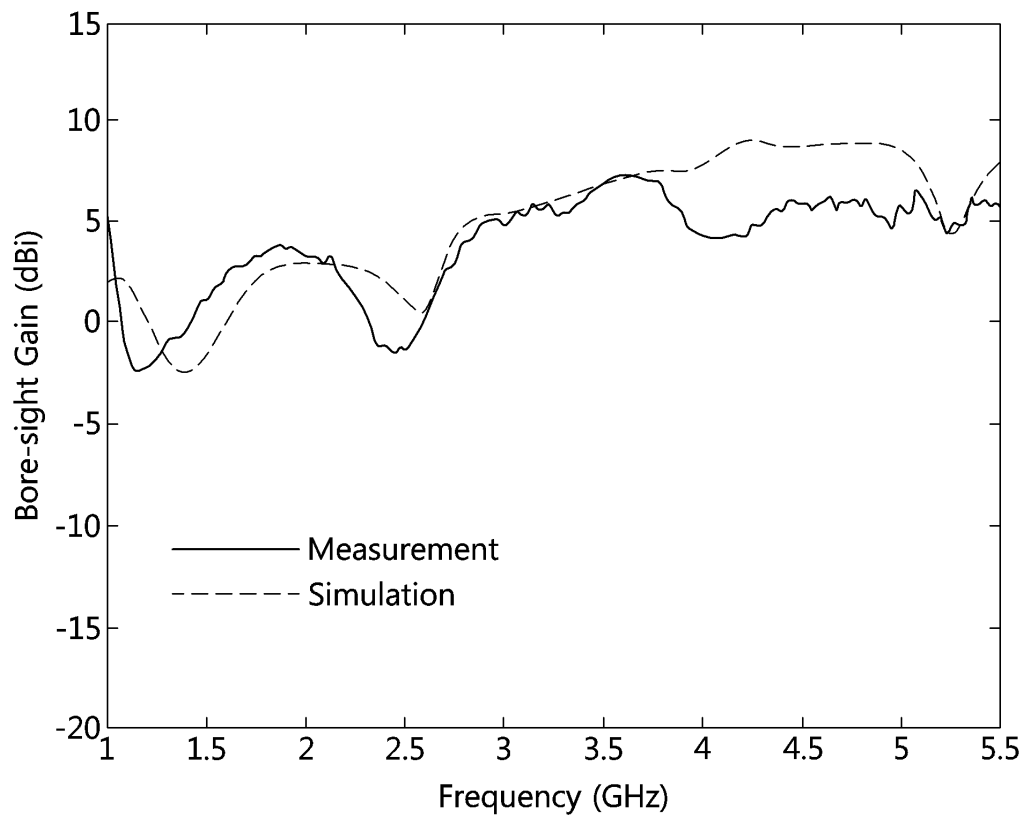
도면2



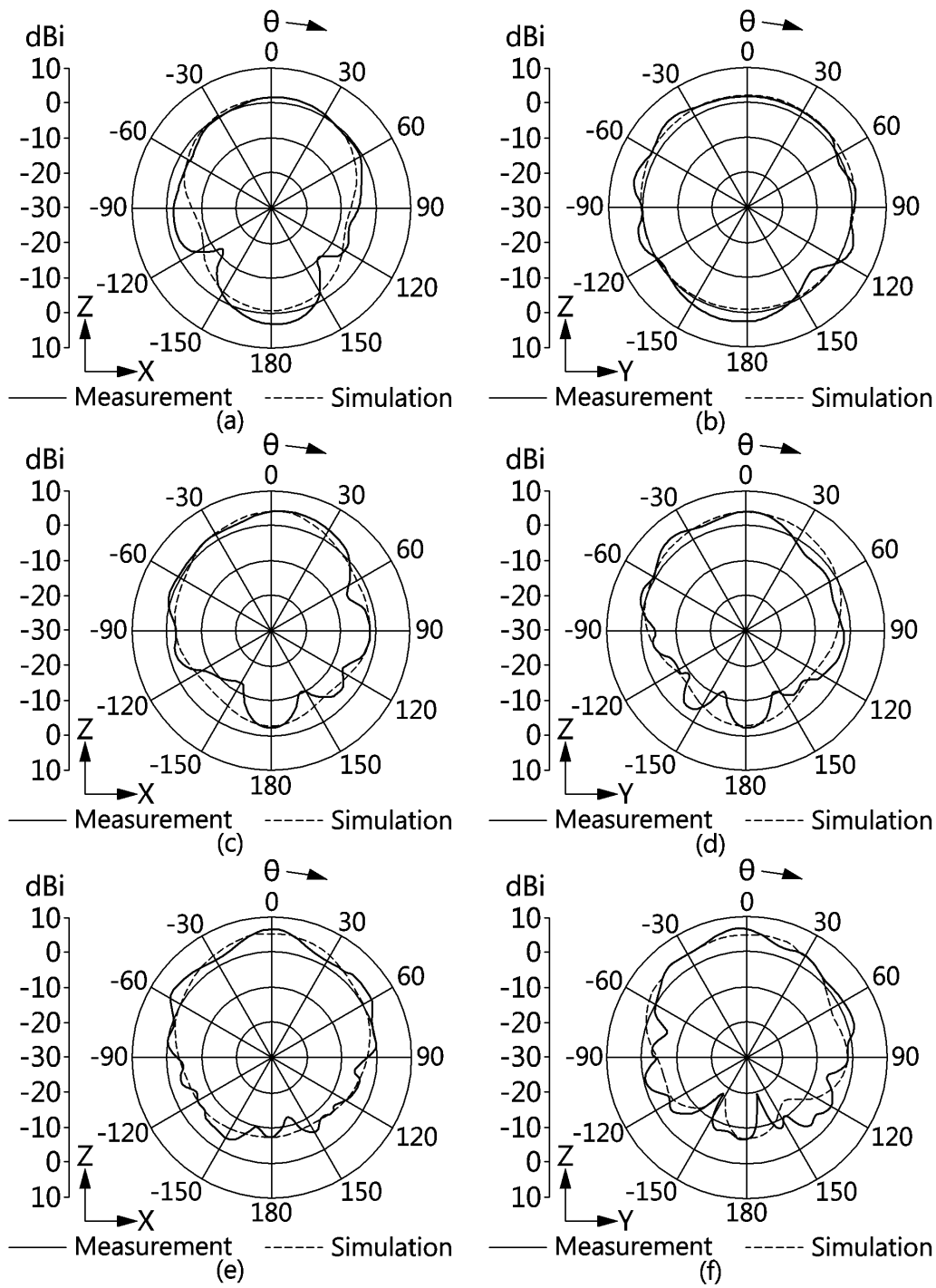
도면3



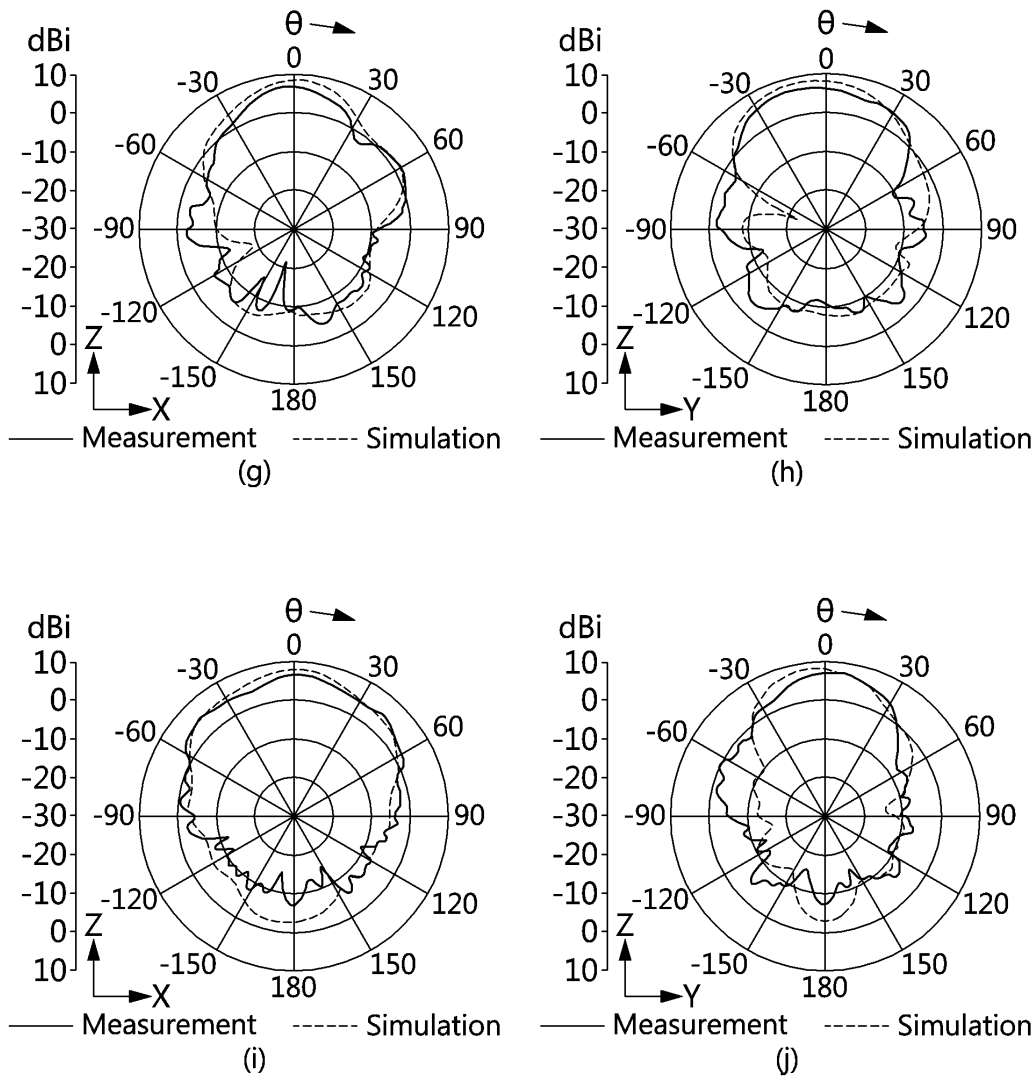
도면4



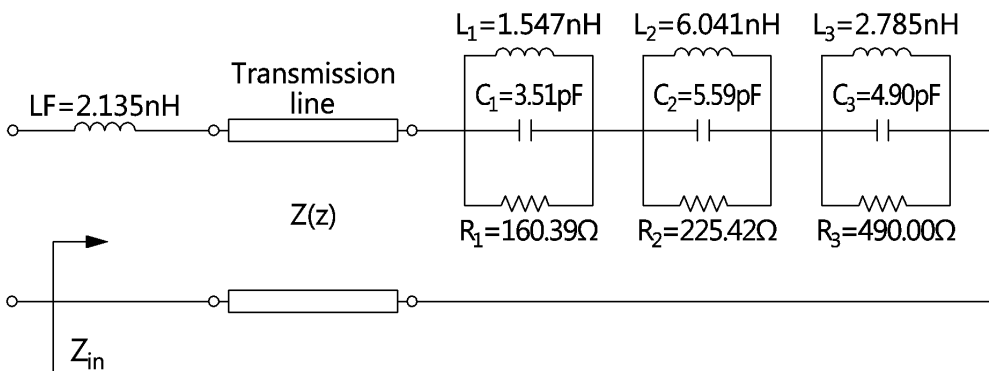
도면5



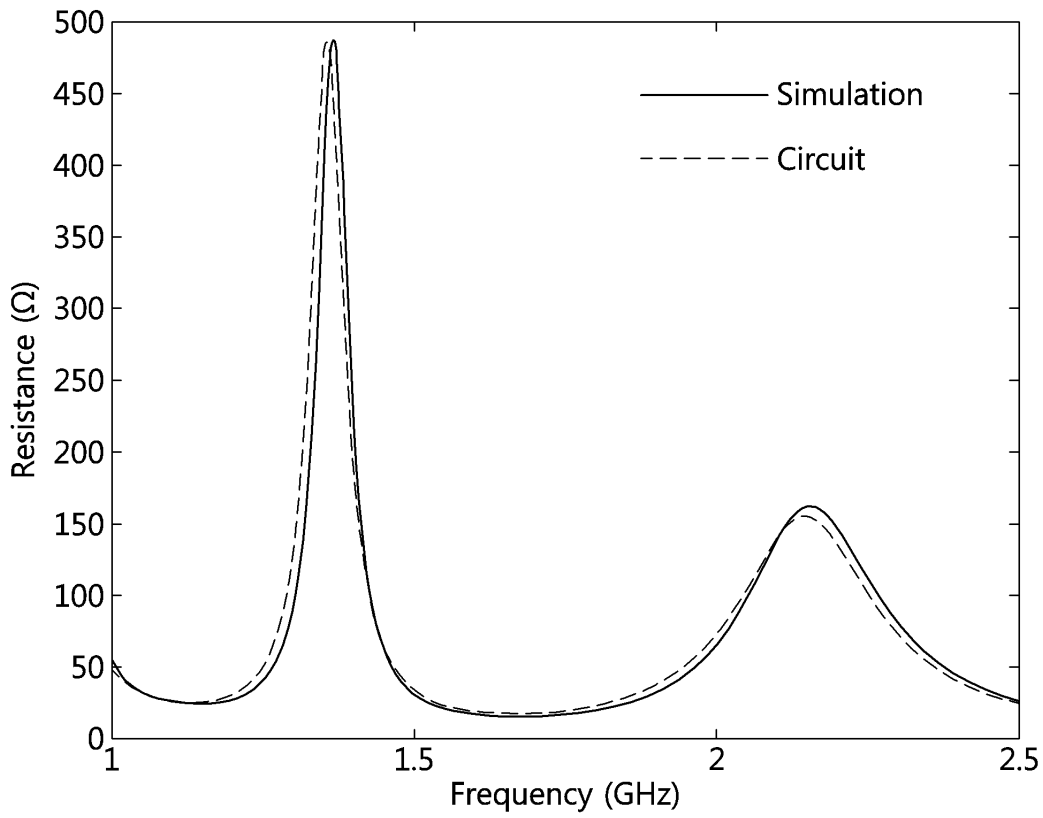
도면6



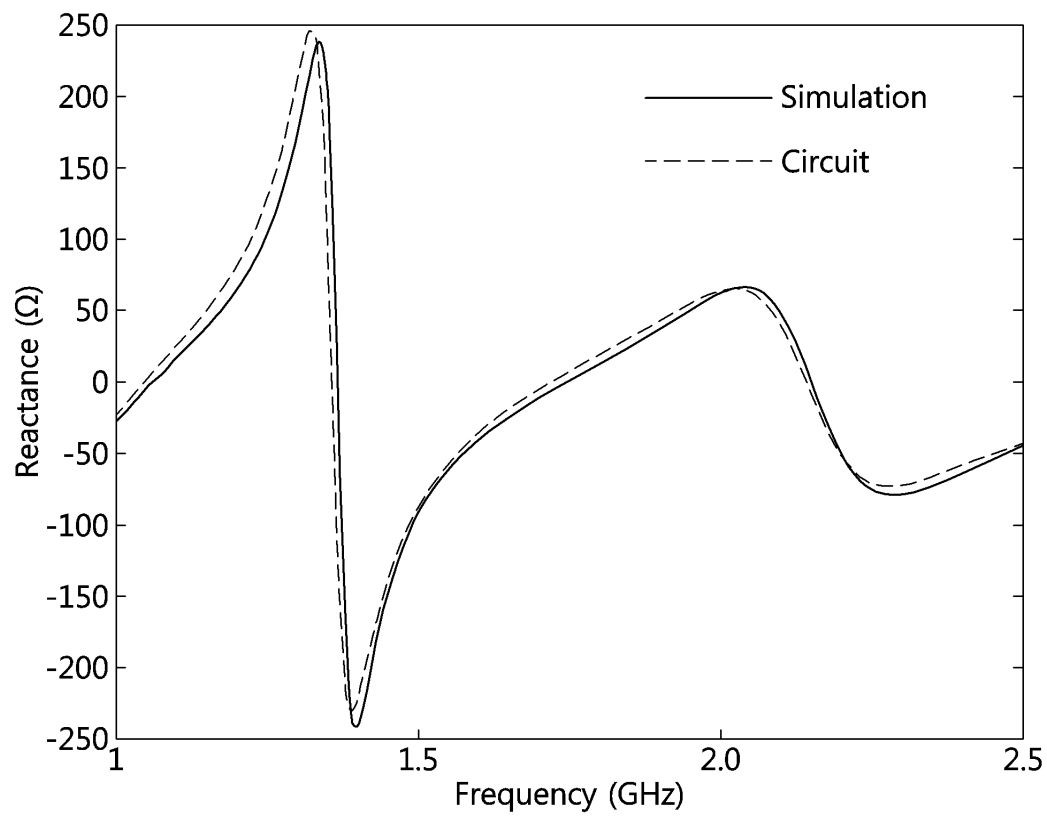
도면7



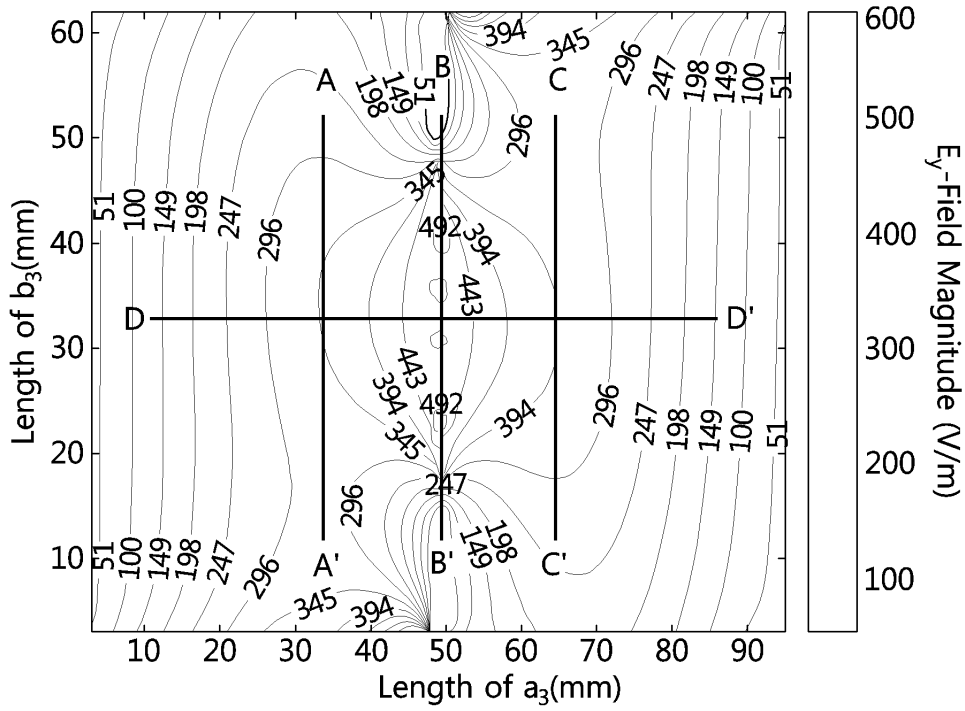
도면8



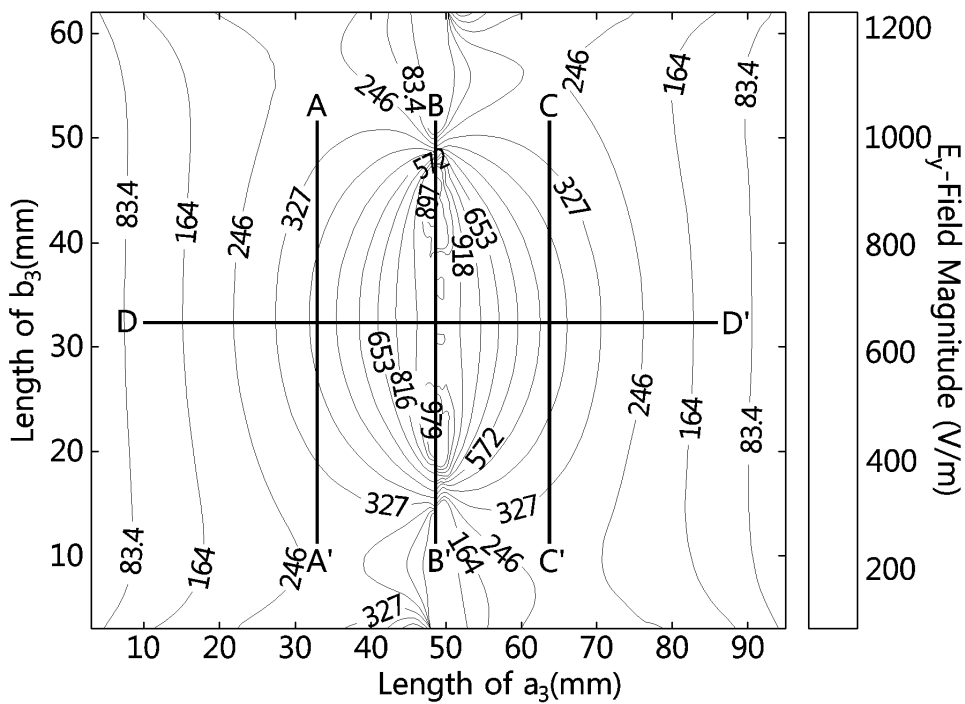
도면9



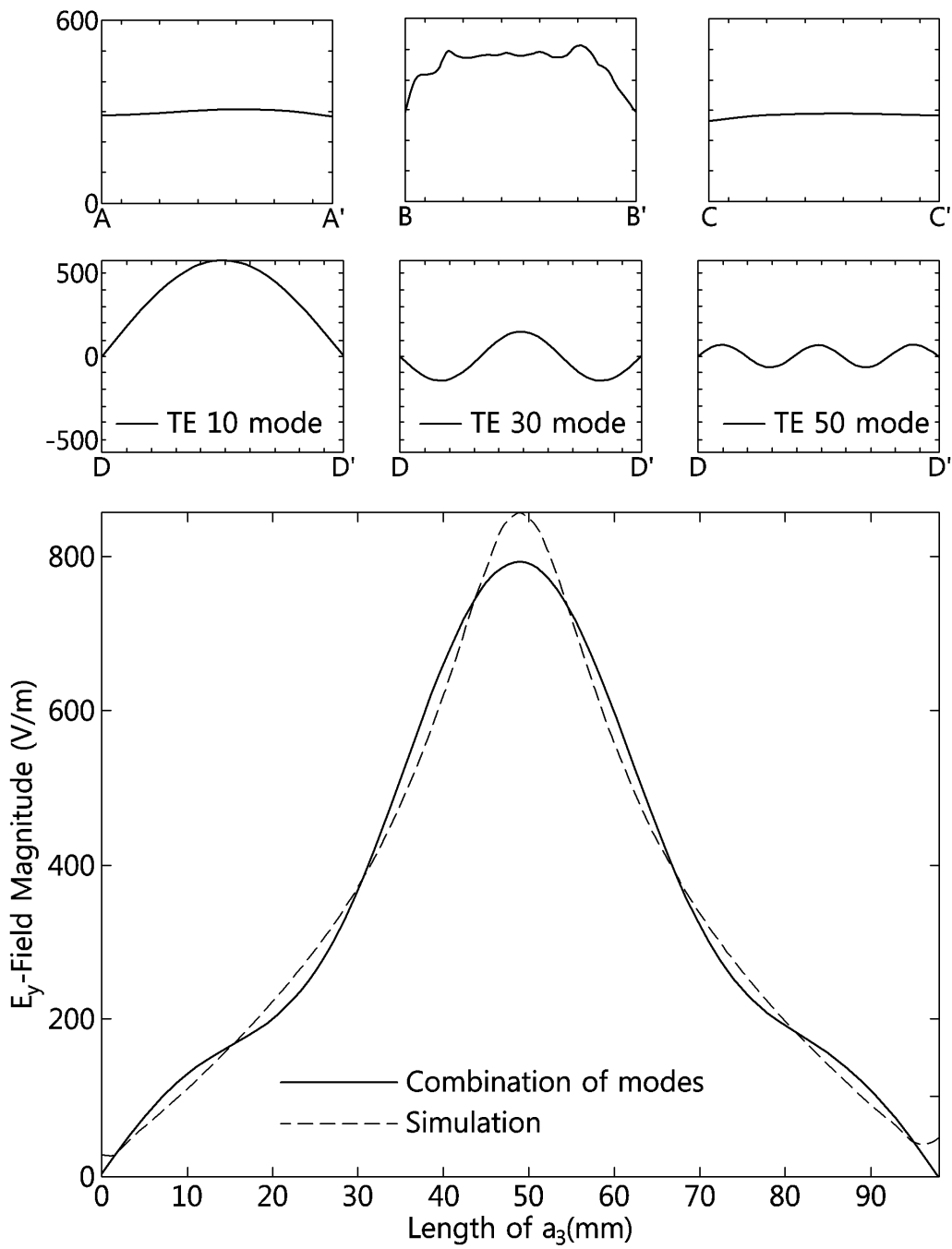
도면10



도면11



도면12



도면13

