



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월08일

(11) 등록번호 10-2120455

(24) 등록일자 2020년06월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 1/38 (2015.01) **H01Q 1/32** (2015.01)
H01Q 3/26 (2006.01)

(52) CPC특허분류
H01Q 1/38 (2018.05)
H01Q 1/32 (2018.05)

(21) 출원번호 10-2019-0101663

(22) 출원일자 2019년08월20일

심사청구일자 2019년08월20일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020090117945 A*

KR1020130130657 A*

KR1020190000320 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

연세대학교 산학협력단

서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)

(72) 발명자

윤영중

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 C131 (신촌동)

차승국

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 C131 (신촌동)

김성희

서울특별시 서대문구 연세로 50, 제3공학관 C131 (신촌동)

(74) 대리인

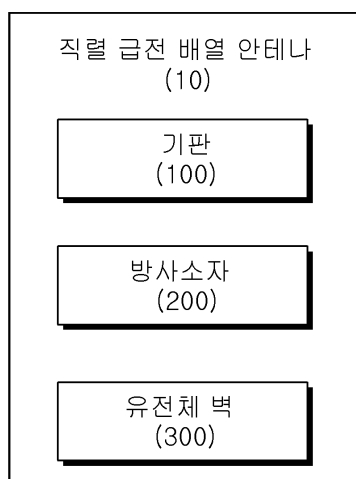
특허법인우인

전체 청구항 수 : 총 10 항

심사관 : 변종길

(54) 발명의 명칭 **광각 특성을 갖는 차량용 레이더 안테나****(57) 요약**

본 실시예들은 유전체 벽을 통하여 방사소자로부터 방사되는 전자기파를 측면으로 집중시키고, 방사되는 전자기파를 기생소자와 커플링시켜 빔폭을 확장하는 직렬 급전 배열 안테나를 제공한다.

대표도 - 도3

(52) CPC특허분류

H01Q 3/26 (2018.05)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 IITP-2019-2014-1-00729

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터

연구사업명 대학 ICT연구센터육성 지원사업

연구과제명 지능형 스펙트럼 엔지니어링 연구센터

기 여 율 1/1

주관기관 인하대학교 산학협력단

연구기간 2019.01.01 ~ 2019.12.31

공지예외적용 : 있음

명세서

청구범위

청구항 1

기관;

상기 기관에 직렬로 배치되며 급전선으로 연결된 복수의 방사소자;

상기 복수의 방사소자의 측면에 배치되며, 상기 방사소자가 방사한 전자기파를 상기 방사소자가 직렬로 배치된 방향의 측면 방향으로 굴절시키는 유전체 벽; 및

상기 복수의 방사소자의 측면에 배치된 상기 유전체 벽에 위치하는 기생소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 유전체 벽이 상기 기관에 적층되고,

상기 유전체 벽의 높이가 높아질수록 상기 전자기파의 빔폭이 확장되고,

상기 유전체 벽의 높이는 리플이 없는 높이 범위에서 설정되는 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 빔폭의 각도가 120° 보다 큰 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 유전체 벽의 유전율과 상기 기관의 유전율이 동일한 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 5

삭제

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 기생소자는 상기 복수의 방사소자 중에서 중앙에 위치하는 방사소자의 측면 방향으로 이격되어 위치하는 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 기생소자의 길이는 상기 복수의 방사소자 중에서 중앙에 위치하는 방사소자의 길이보다 기 설정된 길이만큼 작게 설정되며,

상기 기생소자가 도파기로 동작하는 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 기생소자의 길이는 상기 방사소자의 공진 주파수의 $1/4$ 파장길이를 기준으로 기 설정된 범위 내에서 설정

되는 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 9

제2항에 있어서,

상기 빔폭의 각도가 150° 보다 큰 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 방사소자의 폭을 조절하거나 급전선의 폭을 조절하여 임피던스 매칭을 수행하는 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

청구항 11

제1항에 있어서,

상기 방사소자는 24 GHz에서 동작하는 것을 특징으로 하는 직렬 급전 배열 안테나.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명이 속하는 기술 분야는 직렬 급전 배열 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 이 부분에 기술된 내용은 단순히 본 실시예에 대한 배경 정보를 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것은 아니다.

[0003] 밀리미터 웨이브 대역 안테나는 다양한 분야에 적용된다. 특히 마이크로스트립 패치를 이용한 차량용 레이더 안테나가 활발히 연구되고 있다.

[0004] 차량용 레이더 안테나는 주로 마이크로스트립 직렬 급전 패치 배열 구조로 설계된다. 차량용 전방 감지 레이더와 달리, 측/후방 레이더는 방위각 방향으로 넓은 범위를 감지할 수 있어야 하고, 측/후방 레이더는 넓은 빔폭이 요구된다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 한국등록특허공보 제10-1664389호 (2016.10.04.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예들은 직렬 급전 배열 안테나에 설치된 유전체 벽을 통하여 방사소자로부터 방사되는 전자기파를 측면으로 집중시키고, 방사되는 전자기파를 기생소자와 커플링시켜 빔폭을 확장하는 데 발명의 주된 목적이 있다.

[0007] 본 발명의 명시되지 않은 또 다른 목적들은 하기의 상세한 설명 및 그 효과로부터 용이하게 추론할 수 있는 범위 내에서 추가적으로 고려될 수 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 기관, 상기 기관에 직렬로 배치되며 급전선으로 연결된 복수의 방사소자, 및 상기 복수의 방사소자의 측면에 배치되며 상기 방사소자가 방사한 전자기파를 상기 방사소자가 직렬로 배치된 방향의 측면 방향으로 굴절시키는 유전체 벽을 포함하는 직렬 급전 배열 안테나를 제공한다.

- [0009] 상기 유전체 벽이 상기 기관에 적층되고, 상기 유전체 벽의 높이가 높아질수록 상기 전자기파의 빔폭이 확장될 수 있다.
- [0010] 상기 유전체 벽의 높이는 리플이 없는 높이 범위에서 설정된다.
- [0011] 상기 빔폭의 각도가 120° 보다 크게 확장될 수 있다.
- [0012] 상기 유전체 벽의 유전율은 상기 기관의 유전율과 동일하게 설정될 수 있다.
- [0013] 상기 방사소자가 직렬로 배치된 방향의 측면 방향으로 상기 유전체 벽에 위치하는 기생소자를 포함할 수 있다.
- [0014] 상기 기생소자는 상기 복수의 방사소자 중에서 중앙에 위치하는 방사소자의 측면 방향으로 이격되어 위치할 수 있다.
- [0015] 상기 기생소자의 길이는 상기 복수의 방사소자 중에서 중앙에 위치하는 방사소자의 길이보다 기 설정된 길이만큼 작게 설정되며, 상기 기생소자가 도파기로 동작할 수 있다.
- [0016] 상기 기생소자의 길이는 상기 방사소자의 공진 주파수의 1/4 파장길이를 기준으로 기 설정된 범위 내에서 설정될 수 있다.
- [0017] 상기 빔폭의 각도가 150° 보다 크게 확장될 수 있다.
- [0018] 상기 방사소자의 폭을 조절하거나 급전선의 폭을 조절하여 임피던스 매칭을 수행할 수 있다.
- [0019] 상기 방사소자는 24 GHz에서 동작할 수 있다.

발명의 효과

- [0020] 이상에서 설명한 바와 같이 본 발명의 실시예들에 의하면, 직렬 급전 배열 안테나에 설치된 유전체 벽을 통하여 방사소자로부터 방사되는 전자기파를 측면으로 집중시키고, 방사되는 전자기파를 기생소자와 커플링시켜 빔폭을 확장할 수 있는 효과가 있다.
- [0021] 여기에서 명시적으로 언급되지 않은 효과라 하더라도, 본 발명의 기술적 특징에 의해 기대되는 이하의 명세서에서 기재된 효과 및 그 잠정적인 효과는 본 발명의 명세서에 기재된 것과 같이 취급된다.

도면의 간단한 설명

- [0022] 도 1은 기존의 직렬 급전 배열 안테나를 예시한 도면이다.
- 도 2는 기존의 직렬 급전 배열 안테나의 주파수 특성을 예시한 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나를 예시한 블록도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 유전체 벽을 예시한 형상이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 주파수 특성을 예시한 도면이다.
- 도 6 및 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 방사 특성을 예시한 도면이다.
- 도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 유전체 벽의 높이에 따른 변화를 예시한 도면이다.
- 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나를 예시한 블록도이다.
- 도 11은 본 발명의 다른 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 기생소자를 예시한 형상이다.
- 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 주파수 특성을 예시한 도면이다.
- 도 13 및 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 방사 특성을 예시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0023] 이하, 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지기능에 대하여 이 분야의 기술자에게 자명한 사항으로서 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하고, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다.

- [0024] 차량용 레이더 안테나는 전방 레이더와 측/후방 레이더로 구분된다.
- [0025] 전방 레이더는 주로 장거리 레이더(Long Range Radar, LRR) 및 중거리 레이더(Mid-Range Radar, MRR)로 구현된다. 전방 레이더는 77 GHz 주파수 밴드에서 동작하고 높은 이득이 요구된다.
- [0026] 측/후방 레이더는 단거리 레이더(Short Range Radar, SRR)로 구현된다. 측/후방 레이더는 24 GHz 주파수 밴드 또는 79 GHz 주파수 밴드에서 동작하고 넓은 감지 범위가 요구된다.
- [0027] 본 실시예는 광각 탐지가 가능한 차량용 레이더 안테나로, 직렬 급전 배열 안테나로 구현된다. 직렬 급전 배열 안테나는 기관에 설치된 유전체 벽을 통하여 방사소자로부터 방사되는 전자기파를 측면으로 집중시키고, 방사소자에서 방사되는 전자기파를 기생소자와 커플링시켜 빔폭을 확장하여 150도의 광각을 확보할 수 있다. 본 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나는 비아가 필요없고 단순한 구조로 광각을 구현할 수 있다.
- [0028] 도 1은 기존의 직렬 급전 배열 안테나를 예시한 도면이고, 도 2는 기존의 직렬 급전 배열 안테나의 주파수 특성을 예시한 도면이다.
- [0029] 직렬 급전 배열 안테나는 패치 배열 및 각 패치 급전을 위한 급전선로를 갖는다. 패치 안테나는 유전체 기관 위에 반파장의 길이를 갖는 다각형 또는 원형의 금속 패치가 부착된 인쇄형 안테나이다. 패치 안테나는 공진형 안테나로서 기관의 유전율과 층의 성질에 의존한다.
- [0030] 도 1에서는 1 by 10 패치 배열 구조로 형성된 직렬 급전 배열 안테나를 예시하고 있다. 마이크로스트립 라인 급전 구조이고, 전체 크기는 10 mm x 30 mm, 유전율은 3이고, 높이는 0.127 mm이다. 패치의 개수, 크기 및 유전율은 이에 한정되는 것은 아니고 요구되는 설계에 따라 다양한 수치가 사용될 수 있다. 패치의 크기는 중앙에서 바깥쪽으로 갈수록 작아지도록 설정하고, 패치의 길이는 동일하게 설정한다.
- [0031] 직렬 급전 배열 안테나는 임피던스 정합을 위해 각 패치의 폭을 조정하거나, 급전선로의 폭을 조정한다. 직렬 급전 배열 안테나는 직렬 급전 구조를 통해 면적을 줄일 수 있고, 단순 선폭 조정을 통해 구현이 가능하다.
- [0032] 기존의 직렬 급전 배열 안테나의 빔폭 특성을 보면, 고각 패턴(Elevation Pattern)의 경우 반전력 빔폭(Half Power Beam Width, HPBW)이 10° ~ 15° 각도 범위를 갖고, 방위각 패턴(Azimuth Pattern)의 경우 반전력 빔폭(HPBW)이 75° ~ 85° 각도 범위를 갖는다.
- [0033] 도 2에 도시된 바와 같이 H-plane의 방사 패턴을 보면, 이득이 15.3 dB이고, 반전력 빔폭(HPBW)이 77.0도이고, 측엽 레벨(Side lobe level)은 -30.8 dB이다. E-plane의 방사 패턴을 보면, 이득이 16.1 dB이고, 반전력 빔폭(HPBW)이 10.7도이고, 측엽 레벨(Side lobe level)은 -21.7 dB이다.
- [0034] 기존의 직렬 급전 배열 안테나는 80도 정도의 빔폭 각도로 동작하므로, 광각을 요구하는 측/후방 레이더에 그대로 적용할 수 없다.
- [0035] 본 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나는 기관에 설치된 유전체 벽을 통하여 방사소자로부터 방사되는 전자기파를 측면으로 집중시켜 120도의 광각을 확보한다.
- [0036] 이하에서는 도 3 내지 도 9를 참조하여 직렬 급전 배열 안테나의 유전체 벽을 설명하기로 한다.
- [0037] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나를 예시한 블록도이고, 도 4는 직렬 급전 배열 안테나의 유전체 벽을 예시한 형상이다.
- [0038] 직렬 급전 배열 안테나(10)는 기관(100), 방사소자(200), 및 유전체 벽(300)을 포함한다.
- [0039] 복수의 방사소자(200)는 기관(100)에 직렬로 배치되며 급전선으로 연결된다. 방사소자(200)는 24 GHz에서 동작할 수 있으며, 요구되는 설계에 따라 다양한 주파수에도 동작할 수 있다. 방사소자(200)의 폭을 조절하거나 급전선의 폭을 조절하여 임피던스 매칭을 수행한다.
- [0040] 유전체 벽(300)은 방사되는 전자기파(Field)를 측면으로 집중시킨다. 유전체 벽(300)은 복수의 방사소자(200)의 측면에 배치되며, 방사소자가 방사한 전자기파를 방사소자가 직렬로 배치된 방향의 측면 방향으로 굴절시킨다.
- [0041] 유전체 벽(300)은 기관(100)에 적층된다. 복수의 방사소자(200)와 동일 평면에 적층되고, 유전체 벽(300)의 높이는 방사소자(200)의 높이보다 높게 형성된다. 유전체 벽(300)의 유전율은 기관(100)의 유전율과 동일하게 적용될 수 있다.
- [0042] 도 5는 직렬 급전 배열 안테나의 주파수 특성을 예시한 도면이고, 도 6 및 도 7은 직렬 급전 배열 안테나의 방

사 특성을 예시한 도면이다.

- [0043] 유전체 벽(300)의 높이(H_d)와 간격(D_d)에 따른 성능을 분석한 결과, 유전체 벽의 높이가 높아질수록 전자기파의 빔폭이 확장된다. 빔폭의 각도가 120° 보다 크게 형성될 수 있다.
- [0044] S-파라미터를 관측하면, 다양하게 변화된 높이(H_d)에서 반사 손실(Return Loss)(dB)이 유사함을 알 수 있고, 유효 유전을 변동에 따른 특성으로 인하여 간격(D_d)에 따라 공진 주파수가 변동하는 것을 파악할 수 있다.
- [0045] 유전체를 적층한 결과 높이(D_h)가 증가할수록 빔이 확장되지만, 리플(Ripple)이 증가한다. 방사 패턴에서 리플이 없는 범위에서 유전체 벽의 높이를 설정한다. 방사 패턴은 간격(D_d) 변화에 큰 영향을 받지 않는다.
- [0046] 도 8 및 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 유전체 벽의 높이에 따른 변화를 예시한 도면이다.
- [0047] 도 8을 참조하면, 유전체 벽이 없을 때 방사소자의 전자기파는 직선 방향으로 직진하는 반면에, 유전체 벽이 있을 때 방사소자의 전자기파는 바깥 방향으로 굴절되어 기관에서 수직한 방향을 기준으로 전자기파의 진행 각도가 증가한다.
- [0048] 도 9를 참조하면, E-field 크기는 유전체 벽의 높이(D_h)가 증가할수록 증가하고, 일정 높이를 초과하면 리플이 발생한다. 예컨대, 2.0 mm의 높이에서 리플이 발생했음을 알 수 있다. 유전체 벽의 간격(D_d)이 변하더라도 E-field 크기에 변화가 없음을 알 수 있다.
- [0049] 본 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나는 방사소자에서 방사되는 전자기파를 기생소자와 커플링시켜 빔폭을 확장하여 150도의 광각을 확보한다.
- [0050] 이하에서는 도 10 내지 도 14를 참조하여 직렬 급전 배열 안테나의 기생소자를 설명하기로 한다.
- [0051] 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나를 예시한 블록도이고, 도 11은 직렬 급전 배열 안테나의 기생소자를 예시한 형상이다.
- [0052] 직렬 급전 배열 안테나(20)는 기관(100), 방사소자(200), 유전체 벽(300), 및 기생소자(400)을 포함한다.
- [0053] 복수의 방사소자(200)는 기관(100)에 직렬로 배치되며 급전선으로 연결된다. 방사소자(200)는 24 GHz에서 동작할 수 있으며, 요구되는 설계에 따라 다양한 주파수에도 동작할 수 있다. 방사소자(200)의 폭을 조절하거나 급전선의 폭을 조절하여 임피던스 매칭을 수행한다.
- [0054] 유전체 벽(300)은 방사되는 전자기파(Field)를 측면으로 집중시킨다. 유전체 벽(300)은 복수의 방사소자(200)의 측면에 배치되며, 방사소자가 방사한 전자기파를 방사소자가 직렬로 배치된 방향의 측면 방향으로 굴절시킨다.
- [0055] 기생소자(400)는 방사소자(200) 직렬로 배치된 방향의 측면 방향으로 배치된 유전체 벽(300)에 위치한다. 기생소자(400)는 복수의 방사소자 중에서 중앙에 위치하는 방사소자의 측면 방향으로 이격되어 위치한다. 기생소자(400)는 복수개가 대칭하여 위치할 수 있고, 양측 유전체 벽에 각각 위치할 수 있다.
- [0056] 기생소자(400)는 도파기(Detector)로 동작하며, 전자기파를 측면 방향으로 유도한다.
- [0057] 기생소자(400)의 길이(L_p)는 복수의 방사소자 중에서 중앙에 위치하는 방사소자의 길이보다 기 설정된 길이만큼 작게 설정된다. 기생소자(400)의 길이(L_p)는 방사소자(200)의 공진 주파수의 $1/4$ 파장(λ) 길이를 기준으로 기 설정된 범위 내에서 설정된다. 기생소자(400)의 길이(L_p)는 $1/4$ 파장(λ) 길이보다 약간 작은 값으로 설정될 수 있다. 기생소자(400)의 길이(L_p) 조절을 통하여 빔폭의 각도가 150° 보다 크게 형성될 수 있다.
- [0058] 기생소자(400)의 길이(L_p)를 설정한 후에 기생소자(400)의 간격(D_p)을 설정한다. 기생소자(400)의 간격(D_p)이 증가할수록 빔폭을 확장할 수 있으나 리플이 증가한다. 기 설정된 범위 내에서 적절한 리플을 갖도록 기생소자(400)의 간격(D_p)을 설정할 필요가 있다. 기생소자(400)의 간격(D_p) 조절을 통하여 빔폭의 각도가 150° 보다 크게 형성될 수 있다.
- [0059] 도 12는 본 발명의 다른 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 주파수 특성을 예시한 도면이고, 도 13 및 도 14는 본 발명의 다른 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나의 방사 특성을 예시한 도면이다.

[0060] 기생소자(400)의 길이(L_p)와 간격(D_p)에 따른 성능을 분석한 결과, 기생소자의 길이(L_p)와 간격(D_p)이 증가할수록 빔폭을 확장할 수 있으나 리플이 증가한다. 기생소자의 길이(L_p)와 간격(D_p)이 증가할수록 반전력 빔폭(HPBW)은 증가하고 다시 감소하는 값을 갖는다.

[0061] 본 실시예에 따른 직렬 급전 배열 안테나는 유전체 벽을 통하여 방사되는 전자기파를 측면으로 집중시키고, 방사되는 전자기파를 기생소자와 커플링시켜 빔폭을 확장함으로써, 비아가 필요없고 단순한 구조로 150도 이상의 광각을 구현할 수 있다.

[0062] 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0063] 10, 20: 직렬 급전 배열 안테나

100: 기판

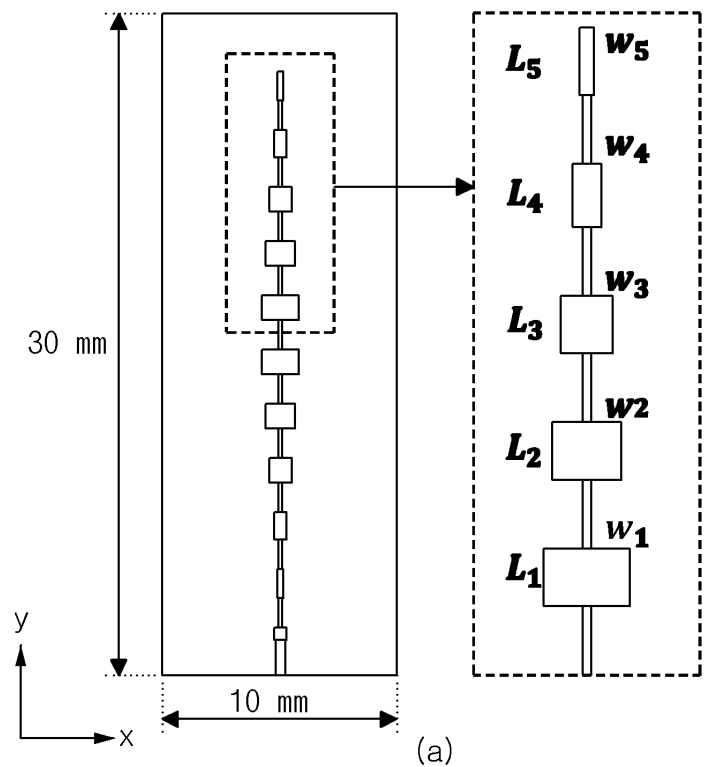
200: 방사소자

300: 유전체 벽

400: 기생소자

도면

도면1

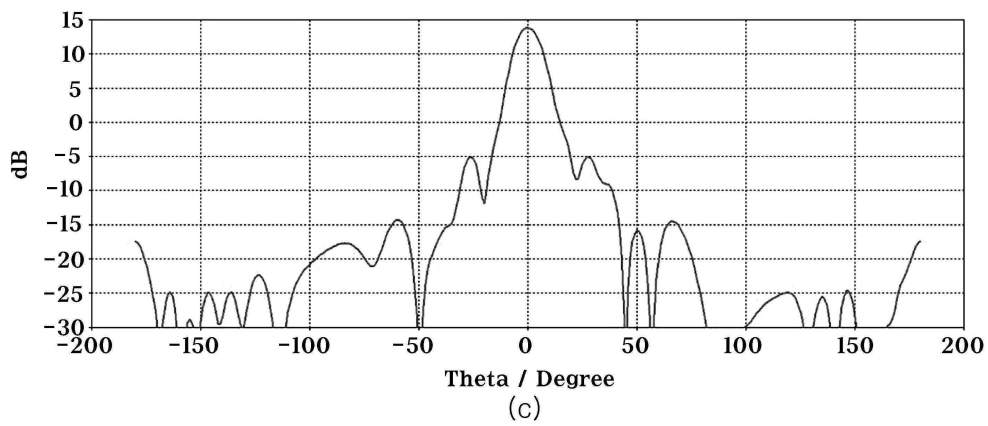
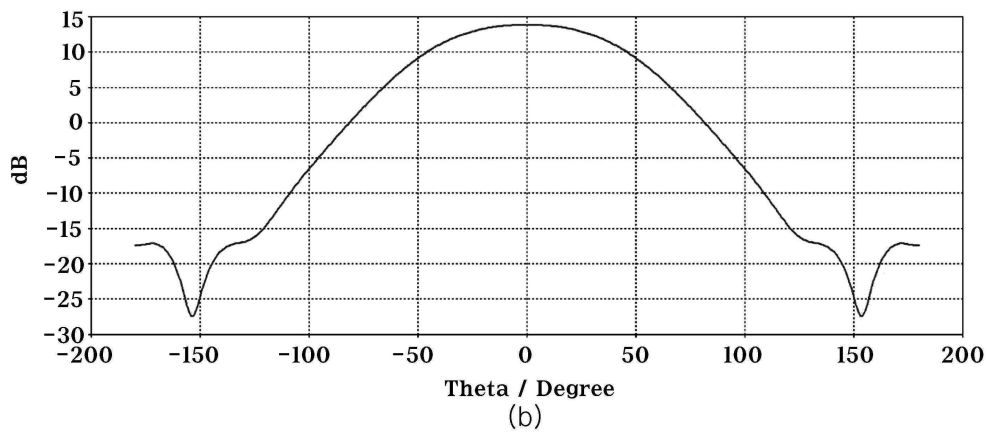
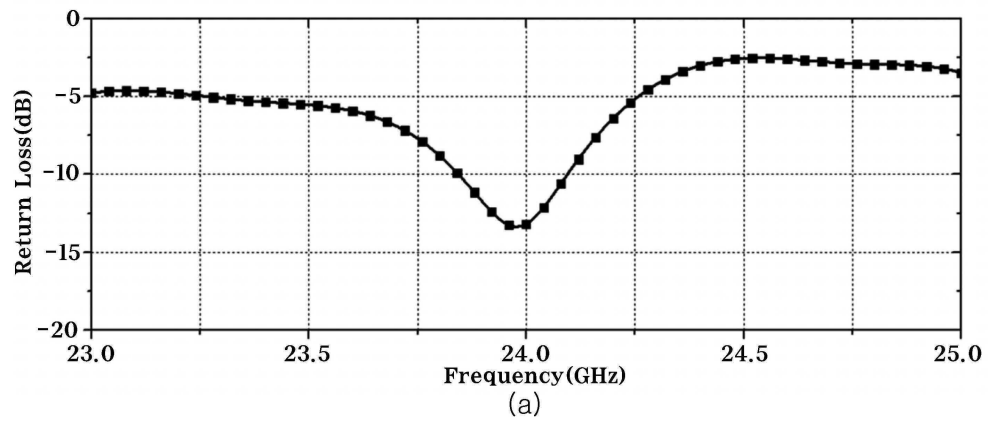


(mm)

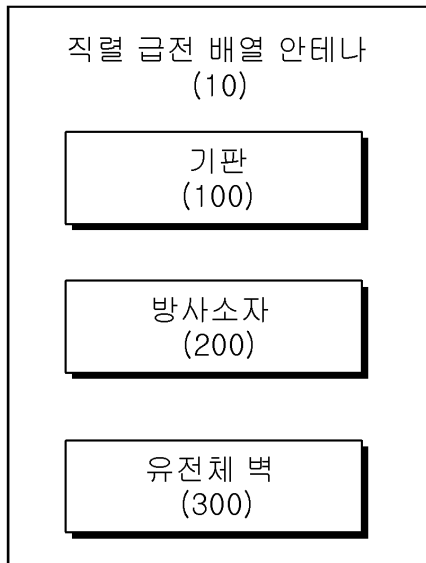
w_1	w_2	w_3	w_4	w_5
1.37	1.1	0.87	0.52	0.2
L_1	L_2	L_3	L_4	L_5
1	1	1	1	1

(b)

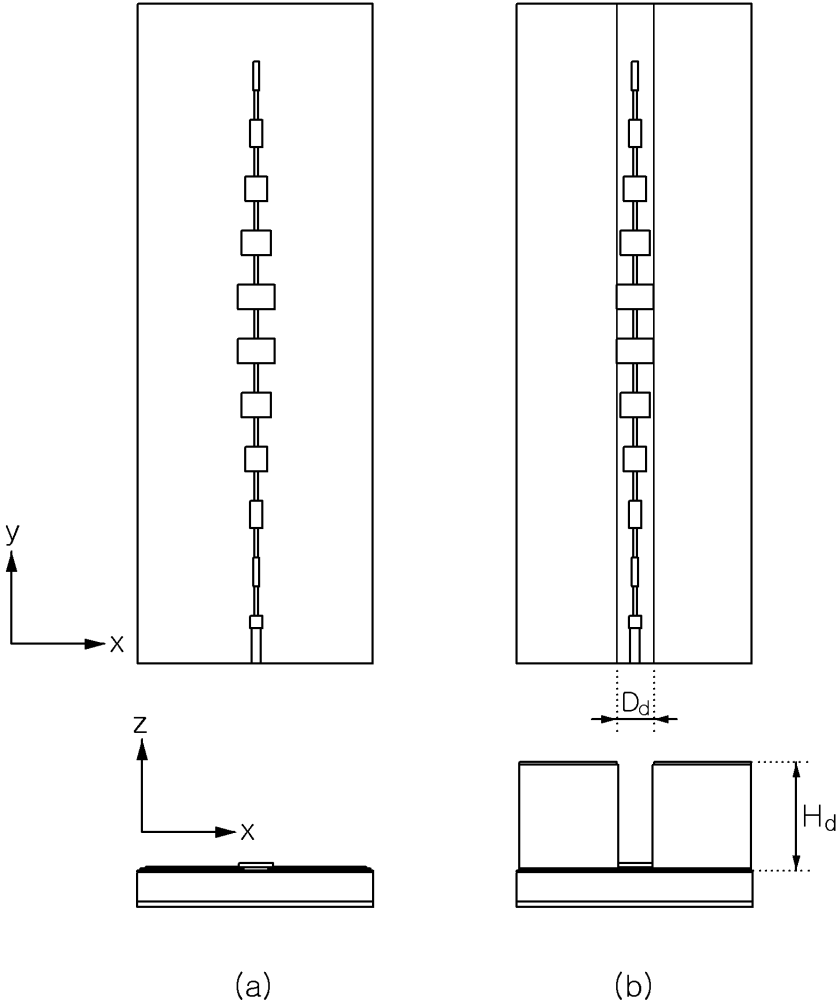
도면2



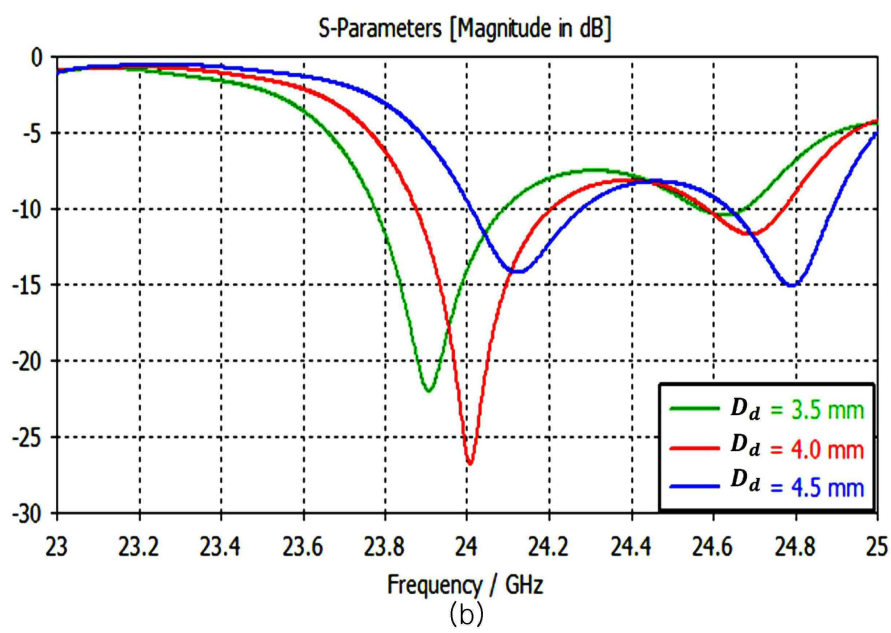
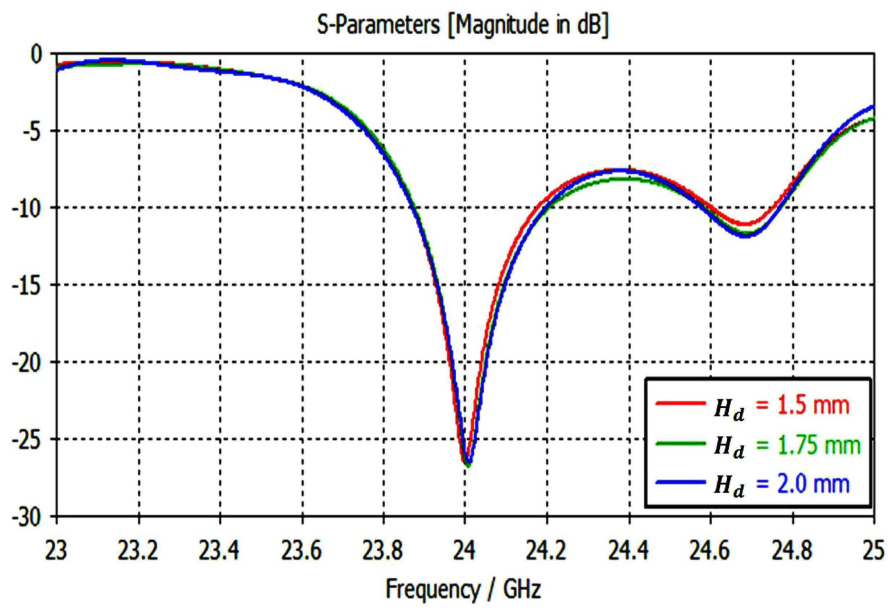
도면3



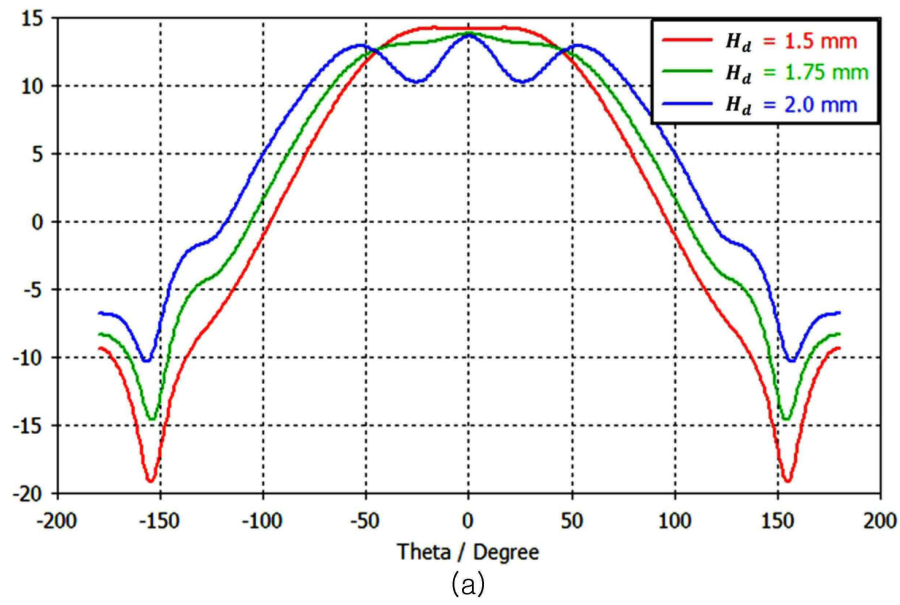
도면4



도면5



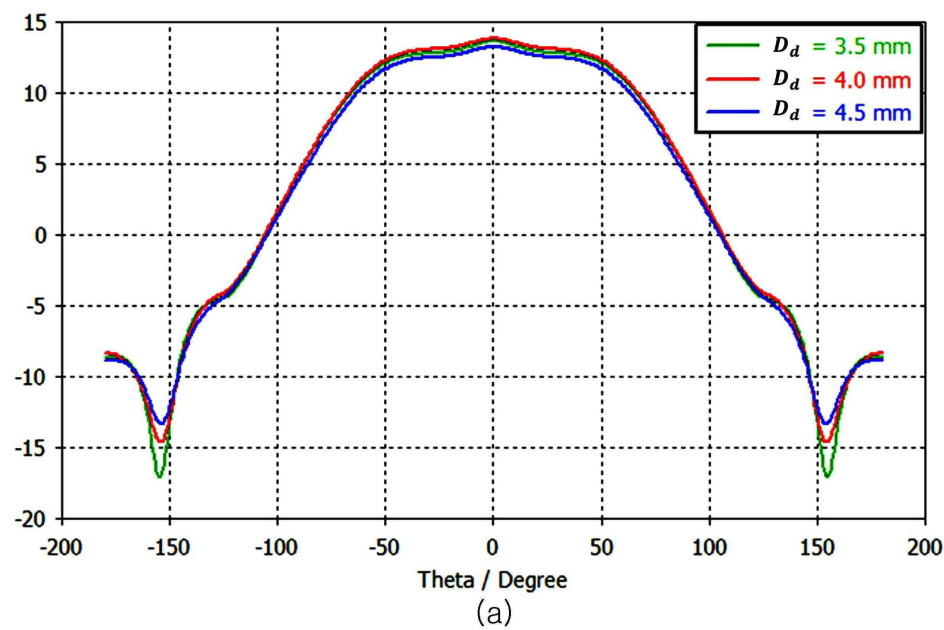
도면6



	H_d	1.5 mm	1.75 mm	2.0 mm
H-plane	Gain	14.1dB	13.8 dB	13.7 dB
	HPBW	107°	124°	41°
E-plane	Gain	14.2 dB	13.8 dB	13.7 dB
	HPBW	12.6°	11.7°	12.1°

(b)

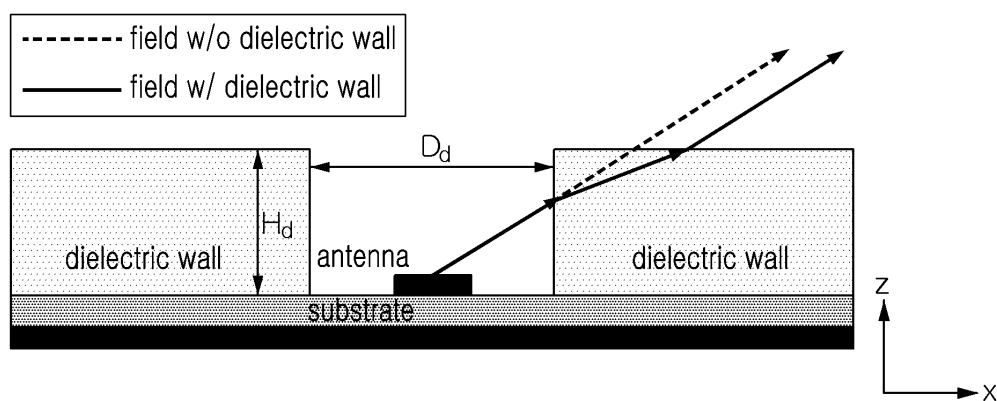
도면7



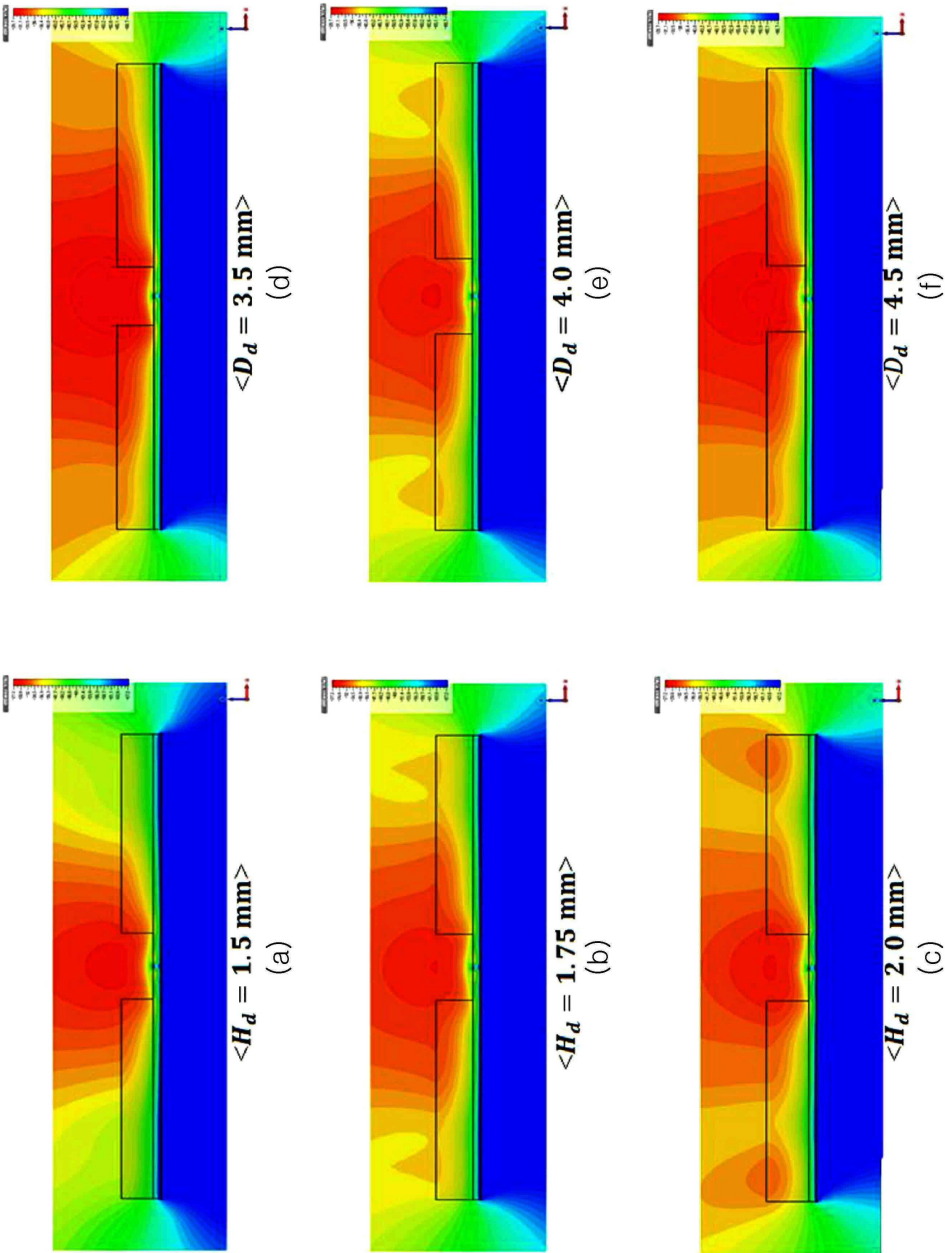
	D_d	3.5 mm	4.0 mm	4.5 mm
H-plane	Gain	13.6 dB	13.8 dB	13.3 dB
	HPBW	124°	124°	123°
E-plane	Gain	13.6 dB	13.8 dB	13.3 dB
	HPBW	11.6°	11.7°	11.9°

(b)

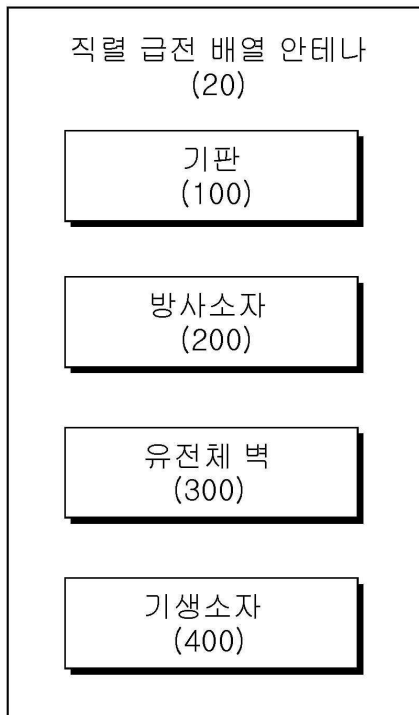
도면8



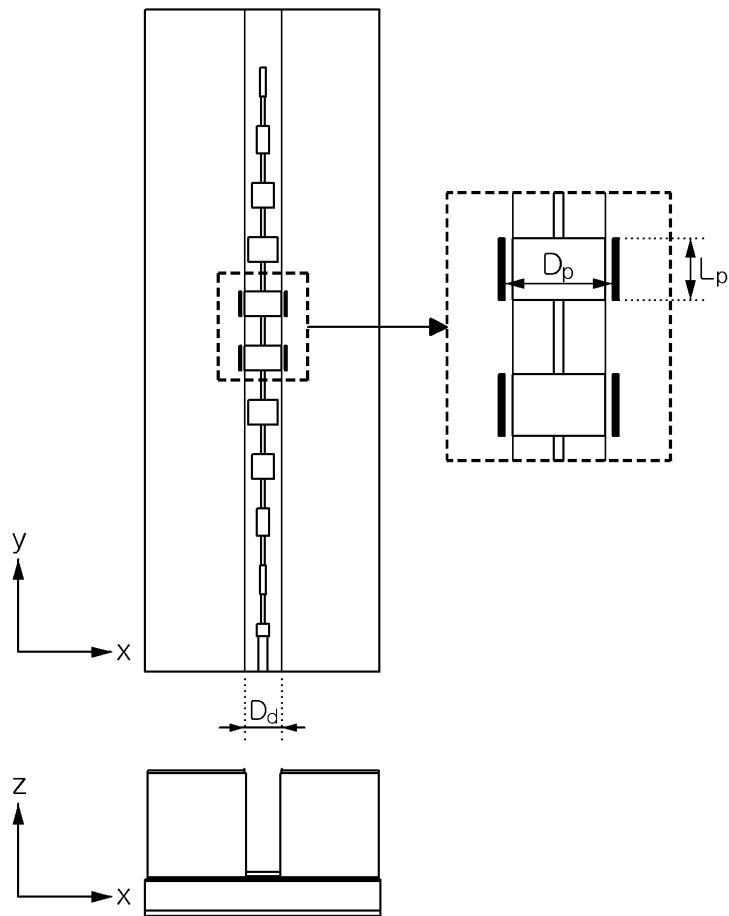
도면9



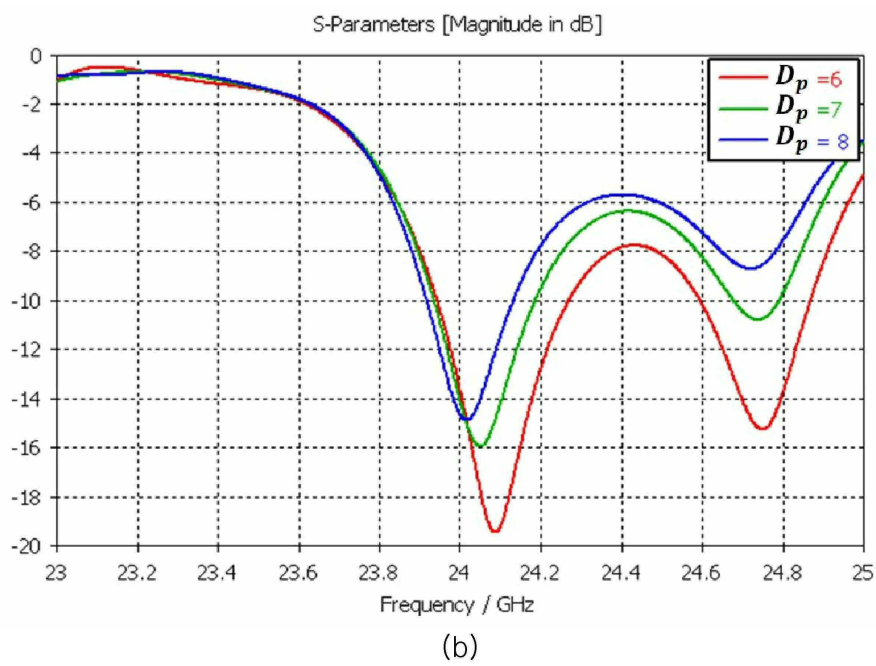
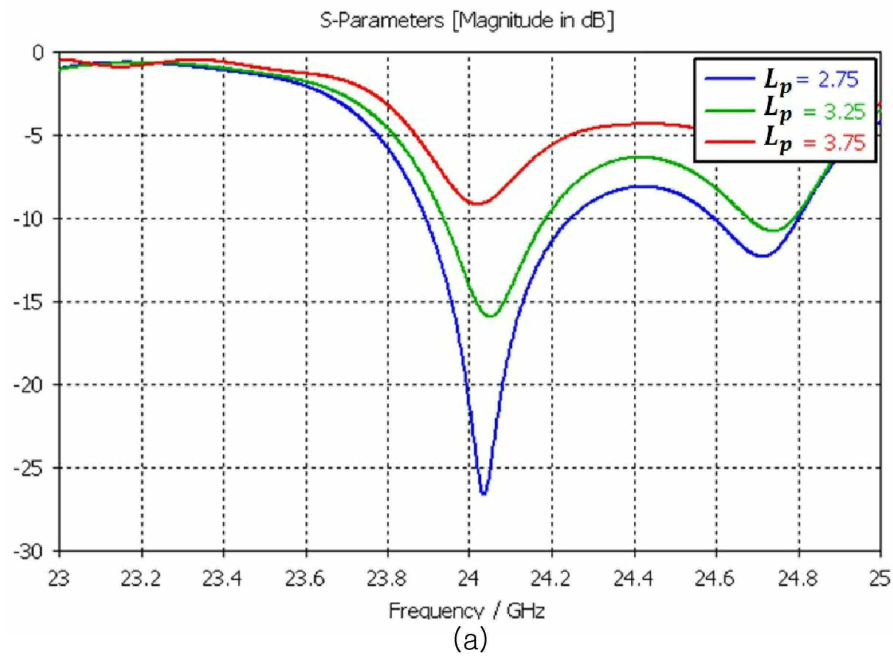
도면10



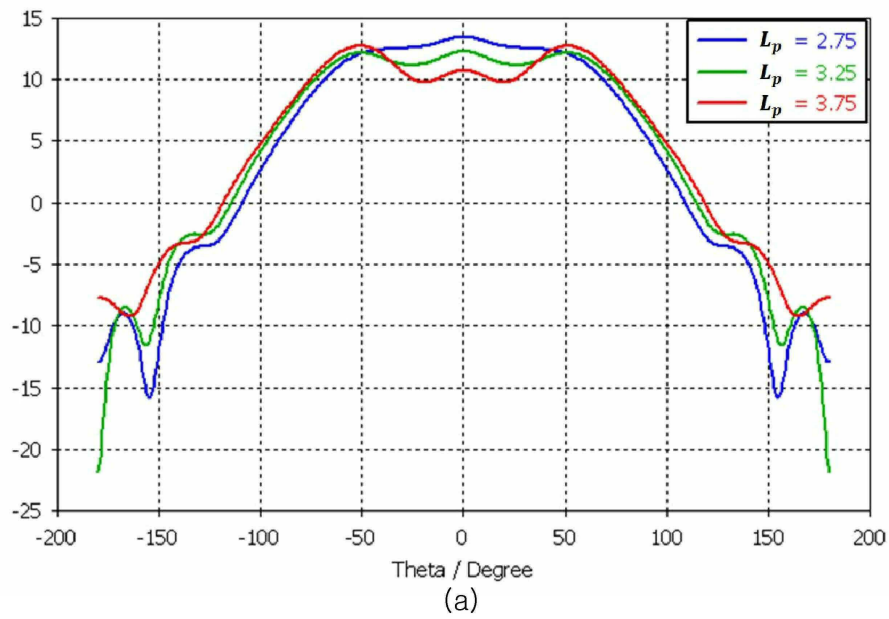
도면11



도면12



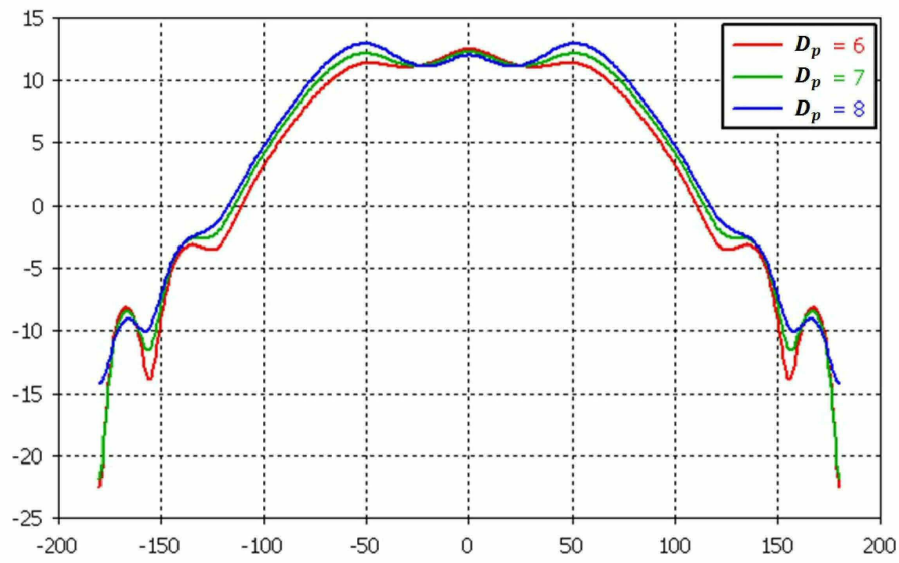
도면13



	L_p	2.75 mm	3.25 mm	3.75 mm
H-plane	Gain	13.4 dB	12.3 dB	12.7 dB
	HPBW	132°	155°	60°
E-plane	Gain	13.4 dB	12.3 dB	13.7dB
	HPBW	10.5°	8.8°	10.7°

(b)

도면14



(a)

	D_p	6.0 mm	7.0 mm	8.0 mm
H-plane	Gain	12.4 dB	12.3 dB	12.9dB
	HPBW	142°	155°	46°
E-plane	Gain	13.3 dB	12.3 dB	13.3dB
	HPBW	9.6°	8.8°	9.5°

(b)