



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.
H01Q 1/38 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0016243
(43) 공개일자 2007년02월08일

(21) 출원번호 10-2005-0070572
(22) 출원일자 2005년08월02일
심사청구일자 2005년08월02일

(71) 출원인 충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 궁동 220번지 충남대학교

(72) 발명자 우중명
대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 108-201
김완기
대전광역시 대덕구 중리동 368-7

(74) 대리인 이은철

전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나

(57) 요약

본 발명은 3차원 구조의 만(卍)자형 마이크로스트립 패치 안테나에 관한 것으로서, 방사효율 저하 및 유전손실로 인한 이득의 저하 없이 소형화시킬 수 있는 안테나를 제공함에 그 목적이 있다.

이러한 특징적인 목적을 달성하기 위한 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나는, 소정의 유전율을 가지는 유전체; 상기 유전체 밑에 위치하는 접지판(10); 및 상기 유전체 위에 위치하되, 만(卍)자 평판(22)과, 상기 만자 평판(22)의 날개(24) 각각의 단부에서 접지판(10) 방향으로 연장된 아이리스(26)와, 상기 아이리스(26)의 단부에서 만자형 패치(20) 안쪽으로 연장된 접이부(28)로 이루어진 만자형 패치(20); 로 구성된다.

대표도

도 1b

특허청구의 범위

청구항 1.

만(卍)자형 마이크로스트립 패치 안테나에 있어서,

소정의 유전율을 가지는 유전체;

상기 유전체 밑에 위치하는 접지판(10); 및

상기 유전체 위에 위치하되, 만(卍)자 평판(22)과, 상기 만자 평판(22)의 날개(24) 각각의 단부에서 접지판(10) 방향으로 연장된 아이리스(26)와, 상기 아이리스(26)의 단부에서 만자형 패치(20) 안쪽으로 연장된 접이부(28)로 이루어진 만자형 패치(20); 를 포함하여, 안테나의 소형화가 구현되는 것을 특징으로 하는 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 만자 평판(20)은,

만(卍)자 형태를 구성하는 날개(24)가 상이한 폭(W_1 , W_2) 및 상이한 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 만자 평판(20)은,

그 중앙 근방에 급전점(FP)을 포함하는 것을 특징으로 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 날개(24), 아이리스(26) 및 접이부(28)는,

서로에 대해 수직하게 절곡되어 있는 것을 특징으로 하는 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나.

청구항 5.

제 1 항에 있어서,

상기 날개(24)는,

제 1 날개(24A)와 제 2 날개(24B)가 서로 대칭의 특성을 갖으며,

제 3 날개(24C)와 제 4 날개(24D)가 서로 대칭의 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나.

청구항 6.

제 1 항에 있어서,

상기 접이부(28)는,

상기 날개(24)와 평행한 위치에 있는 것을 특징으로 하는 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 마이크로스트립 패치 안테나에 관한 것으로서, 특히 GPS(Global Positioning System)에서 중심주파수 1.575 GHz 대역의 원형편파 마이크로스트립 패치 안테나에 있어서 그 길이(L)를 고정하고 폭(W)을 줄이면 급전점이 패치의 중앙으로 이동된다는 특성에 착안하여 일반적인 평면형 원형편파 안테나에 비해 소형으로 제작 가능한 3차원 구조의 만(卍)자형 마이크로스트립 패치 안테나에 관한 것이다.

마이크로스트립 패치 안테나는 저층의 구조로 가볍고 제작이 용이하여 GPS(중심주파수 1.575 GHz)에 많이 사용된다. 하지만, 최근 무선통신 시스템의 소형화 추세에 따라 이에 사용되는 안테나의 소형화에 대한 요구가 더욱 커지고 있는데 반해 그 크기가 과장에 기인하는 특성으로 인해 소형화에 대한 문제점을 가지고 있다.

이러한 문제점을 극복하기 위해 고유전율의 유전체를 사용하는 방법이 있지만 이러한 경우 방사효율의 저하 및 유전손실로 인한 이득의 저하가 발생하는 또 다른 문제점이 야기된다. 따라서 슬릿, 단락 핀, 아이리스 등을 사용하거나 패치 자체의 구조적 변형을 통한 소형화 방법들에 대한 연구가 진행되어 왔다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

본 발명은, 상기와 같은 문제점들을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 패치면의 길이(Length)를 고정하고 폭(Width)을 점차적으로 줄일 경우 안테나의 공진주파수(Resonant Frequency)는 상향되고 그 급전점은 패치면의 중심으로 이동하게 된다는 특성을 고려하여, 방사효율의 저하 및 유전손실로 인한 이득의 저하가 없는 소형화 가능한 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 패치 안테나를 제공함에 그 특징적인 목적이 있다.

발명의 구성

도 1a를 참조하면, 본 발명에 따른 3차원 구조의 만자형 마이크로스트립 안테나(이하, '3차원 안테나'라 한다)는 유전체, 접지판(10) 및 만(卍)자형 패치(20)로 구성된다.

유전체(미도시)는 소정의 유전율을 갖는 육면체로서 접지판(10) 및 만자형 패치(20) 사이에서 이들을 지지하는 기능을 제공한다. 본 실시예에서 유전체(10)의 유전율과 그 형상은 다양하게 설정될 수 있는 바, 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다.

접지판(10)은 금속재질로서 유전체(미도시) 밑에 위치하여 통상의 접지(Ground, GND) 기능을 제공한다. 본 실시예에서 접지판(10)은 다양한 형상으로 설정될 수 있는 바, 본 발명이 그 형상에 한정되는 것은 아니다.

상기 유전체 위에 위치하는 금속재질의 만자형 패치(20)는, 본 발명의 특징적인 양상에 따라 도 1b에 도시된 바와 같이, 그 상부에 서로 상이한 폭(W_1 , W_2)을 갖는 만(卍)자 평판(22)과, 만자 평판(22)의 날개(24; 24A, 24B, 24C, 24D) 각각의 단부에서 접지판(10) 방향으로 연장된 아이리스(26; 26A, 26B, 26C, 26D)와, 아이리스(26)의 단부에서 만자형 패치(20) 안쪽으로 상기 날개(24)와 평행하게 연장된 접이부(28; 28A, 28B, 28C, 28D)로 이루어진다.

여기에서 만자 평판(22)의 중앙 근방에는 급전점(Feeding Point, FP)이 위치하고 있다. 이 급전점(FP)은 안테나의 공진주파수 설정에 따라 그 위치가 달라질 수 있는데, 이에 대해서는 하기에서 설명하기로 한다. 그리고, 이들 만자 평판(22), 날개(24), 아이리스(26) 및 접이부(28)는 그 각각이 개별적으로 결합되는 것이 아니라, 도 1c에 도시된 바와 같이 일체로 형

성된 상태에서 날개(24), 아이리스(26) 및 접이부(28)가 서로에 대해 수직하게 절곡되는 것으로 이해하는 것이 바람직하다. 그리고, 본 실시예에서 제 1 날개(24A)와 제 2 날개(24B), 또한 제 3 날개(24C)와 제 4 날개(24D)는 서로 대칭의 특성을 갖는 것으로 설정하겠으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

참고적으로 이와 같이 절곡된 구조는 소위 폴디드(Folded) 구조라 일컬어지며, 이에 관련된 내용은 본 발명자가 'ISAP'에 발표한 논문("Miniaturization Of Micro Strip Antenna Using Folded Structure", p985~p988, 2004년)에 게재되어 있다. 아울러, 본 발명에서 이용하는 아이리스(Iris)에 관해서는 본 발명자가 '마이크로파 및 전파학술대회'에서 발표한 논문("Iris를 이용한 마이크로스트립패치 안테나의 소형화에 관한 연구", p523~p526, 2003년)에 게재되어 있다.

상술한 바와 같은 특징적인 구조와 기능을 갖는 3차원 안테나에 있어서, 도 2a 에 도시된 바와 같이, 만자형 패치(20)를 $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ 의 크기로, W_1 및 W_2 를 각각 7 mm, 8 mm로, 접이부(28)의 길이(L_1, L_2)를 14 mm로, 그리고 만자 평판(22)로부터 접지판(10) 사이의 거리를 9 mm로, 아이리스(26)의 길이를 7.5 mm로 설정하게 되면, 안테나의 반사손실이 -15.8 dB, -10 dB 대역폭이 36 MHz로 나타난다. 또한, 이에 따른 방사패턴 및 축비(x-y-z)에 대한 특성으로, 도 2b 내지 도 2c 에 도시된 바와 같이 이득은 1.83 dBd이고, 축비는 1.55 dB이며, HPBW는 'x'축 편파의 경우 'z-x' 플레인(Plane)에서 92° , 'z-y' 플레인에서 130° 로 나타난다. 이러한 설정의 3차원 안테나인 경우 일반적인 원형편파 마이크로스트립 패치 안테나(크기: $76\text{ mm} \times 83\text{ mm}$)에 비해 약 90.1%의 면적 축소 효과를 얻을 수 있다.

본 실시예에서, 아이리스(26)는 그 길이가 길수록 그리고 접지판(10)에 가까울수록 본 발명이 목적하는 소형화 효과가 증대되며, 전술한 논문에서도 볼 수 있듯이 아이리스(26)를 삽입하는 경우 섭동(攝動, Perturbation)효과에 의해 만자형 패치(20)의 중앙부 보다 날개(24) 단부 근방에서 소형화 효과가 증대된다.

물론, 본 실시예에서 설정한 수치들은 서두에서 언급했다시피 GPS(Global Positioning System)의 대역(1.575 GHz)에 적용하기 위해 실험적으로 설정된 것이므로, 본 발명이 이들 수치에 한정되는 것이 아님은 자명하다할 것이다.

이하에서는 비교예 및 그에 따른 도면들을 참조하여, 본 발명자가 창안한 본 발명의 소형화 가능한 3차원 안테나를 구현하기 위해 고려되었던 제반 기술들을 순차적으로 살펴봄과 아울러 이를 통해 본 안테나가 어떠한 장점을 갖게 되는지를 상세히 살펴본다.

[제 1 비교예]

제 1 비교예로서, 안테나의 소형화를 목적으로 일반적인 평면형 마이크로스트립 패치 안테나를 설계하였다. 도 3a 를 참조하면, 제 1 비교예에 의한 안테나는 그 중심주파수를 GPS에서 사용되는 1.575 GHz로 맞추기 위해서, 유전율(ϵ_r)이 1.06 인 유전체(미도시)의 높이를 9 mm로, 안테나의 크기($W \times L$)를 $82\text{ mm} \times 82\text{ mm}$ 로 설계되었으며, 이때의 반사손실은 -27.7 dB, -10 dB 대역폭이 31 MHz로 나타난다.

이와 같은 초기 설정 상태에서 도 3b 에 도시된 바와 같이, 안테나의 길이(L)를 82 mm로 고정시키고, 폭(W)을 좌우 양단에서 3 mm의 변화량(ΔW)으로 감소시켜 이에 따른 특성 변화를 살펴보면 다음과 같다.

먼저, 급전점(FP)을 고정시킨 상태에서 패치면의 폭(W)을 감소시키면 도 3c 에 나타난 바와 같이 공진주파수가 증가하되 패치의 폭이 40 mm가 될때까지 110 MHz(7%)의 선형적 증가 특성을 보이지만, 이보다 더 감소시키게 될 경우 공진주파수가 급격히 상향되고 임피던스 매칭이 어렵게 된다. 다시 말해, 패치의 폭이 40 mm($\lambda/5$, λ :파장) 이하로 좁혀졌을 시 패치 면적의 소형화 효과가 증가하는 반면 임피던스 매칭이 어려워지므로 안테나가 바람직한 기능을 유지하지 못함을 의미한다.

한편, 중심주파수를 1.575 GHz로 고정시킨 상태에서 전술한 바와 같이 폭(W)을 감소시킬 경우, 폭(W)이 좁아질수록 급전점(FP)의 위치가 도 3c 에 나타난 바와 같이 패치면의 중앙 부분으로 이동한다. 이는 공진주파수가 패치의 폭(W)에 반비례하기 때문이며, 또한 주지된 바와 같이 폭(W)이 좁아지면 입력 임피던스의 리액턴스 중 캐패시터 성분이 증가하는 현상에도 기인한다.

따라서, 동일한 공진주파수에서 패치의 폭이 좁아지면 급전점(FP)을 패치 중앙부로 이동시켜 리액턴스의 인덕턴스 성분을 증가시키는 방법으로 임피던스 매칭을 구현할 수 있게 된다.

이와 같은 일련의 현상은 패치의 폭이 좁아지면 그만큼 방사 개구율이 줄어들어 빔광각화에 의한 이득 저하가 야기되는 것에 반하여, 급전점(FP)을 중앙 부분, 다시 말해 패치의 중심점으로 이동시킴으로써 제 1 비교예의 정방형 패치를 다른 형태로 변형 설계할 수 있다는 가능성을 보여준다.

[제 2 비교예]

제 2 비교예로서, 제 1 비교예에서 고찰한 패치의 변형 설계에 관한 가능성을 바탕으로, 도 4a 및 도 4b 에 도시된 바와 같이 패치의 형태를 'ㄱ'자형 및 'ㅊ'자형으로 변형시켜 그에 따른 특성 변화를 살펴본다.

먼저, 패치의 폭이 줄어들면 공진주파수가 상향되고 결과적으로 동일 주파수에서의 공진 길이가 길어지게 됨을 고려하여, 도 4a 에 도시된 바와 같이 패치의 양단을 패치의 길이 방향과 직각이 되게 서로 반대되는 방향으로 연장시키고, 이 상태에서 1.575 GHz의 중심주파수를 갖도록 최적화시켰을 때, 도시된 바와 같이 패치의 크기가 55 mm × 55 mm로 되어 공진 길이 축소 효과를 얻을 수 있다.

다음으로, 안테나의 폭(W)을 줄이면 주파수의 변화뿐만 아니라 급전점의 위치 또한 중심점 부분으로 이동하게 됨을 고려하여, 도 4b 에 도시된 바와 같이 두개의 마이크로스트립 패치 안테나를 서로 직각이 되도록 결합시킨 'ㅊ'자형 구조로 제작한다. 이때의 축비는 1.06 dB로서 원형편파 안테나의 특성을 잘 나타내었고, 그 결과 'ㄱ'자형과 'ㅊ'자형의 구조를 결합시키면 안테나의 소형화를 구현할 수 있음을 확인할 수 있다.

도 4c 는 시뮬레이션 툴인 'CST Microwave Studio 4.0'을 통해 'ㄱ'자형 구조를 갖는 안테나의 전력 밀도 분포를 나타내고 있다. 주지된 바와 같이 일반적인 안테나인 경우 길이 방향 양단에서 전력 밀도가 최대인 반면에, 본 비교예의 'ㄱ'자형 안테나는 도 4c 에 나타난 바와 같이 안테나의 공진 길이 방향 양단에서 전력 밀도분포가 최대로 나타나고 있음을 확인할 수 있다. 이는 'ㄱ'자형 구조 변형을 통해 시뮬레이션이 아닌 실제적으로 안테나의 소형화를 꾀할 수 있음을 의미한다.

[제 3 비교예]

제 3 비교예를 통해 본 발명에서 구현한 만(卍)자 평판(22)의 특성을 살펴보면 다음과 같다. 제 3 비교예는 전체적으로 중심주파수 1.575 GHz에서 패치의 형태를 정방형으로 하고 두 폭(W_1 , W_2)과 급전점(FP)의 위치를 조절하여 두 편파의 90° 위상차를 야기시킨 원형편파 마이크로스트립 패치 안테나로서, 도 5a 를 참조하면, 패치의 크기를 59 mm × 59 mm로, W_1 은 13 mm, W_2 는 15.5 mm로 설정되어 있으며, 이때의 반사손실은 -14.1 dBd, -10 dBd 대역폭은 59 MHz(3.7%)로, 이득은 3.76 dBd, 축비는 1.73 dB로 양호한 특성을 나타낸다. 이러한 설정의 제 3 비교예에 따른 안테나는 일반적인 평면형 원형편파 마이크로스트립 패치 안테나(크기 : 76 mm × 83 mm)에 비해 약 44.8 %의 면적 축소 효과를 보인다.

첨부된 도 5b 는 제 3 비교예에 따른 만(卍)자형 안테나의 전력 밀도 분포를 나타내고 있으며, 도 5c 는 공진 길이에 따른 장축과 단축을 나타내고 있다.

본 비교예에서 안테나의 전체적인 외곽을 정사각형(정방형, 正方形)으로 제한한 이유는 패치면의 가로와 세로의 길이 차에 의한 원형편파 특성을 갖는 안테나가 구현되는 것이 아니라 폭(W_1 , W_2)에 의해 구현되기 때문이다.

상술한 바와 같은 비교예들을 종합해 보면, 일반적인 마이크로스트립 패치 안테나의 길이를 고정시키고 폭을 줄이면 주파수는 상향되고 급전점은 중앙으로 이동하는 특성을 이용하여 폭이 좁은 마이크로스트립 패치 안테나, 즉 제 3 비교예에서와 같은 만(卍)자형 패치 구조의 안테나가 구현될 수 있음을 보여주고 있다.

따라서, 이러한 기술적 사상을 근간으로 창안된 본 발명의 3차원 안테나는, 아이리스 및 폴디드 구조를 통해 안테나의 소형화라는 그 특징적인 목적을 달성하고 있다.

이상으로 본 발명의 기술적 사상을 예시하기 위한 바람직한 실시예와 관련하여 설명하고 도시하였지만, 본 발명은 이와 같이 도시되고 설명된 그대로의 구성 및 작용에만 국한되는 것이 아니며, 기술적 사상의 범주를 일탈함이 없이 본 발명에 대해 다수의 변경 및 수정이 가능함을 당업자들은 잘 이해할 수 있을 것이다. 따라서, 그러한 모든 적절한 변경 및 수정과 균등물들도 본 발명의 범위에 속하는 것으로 간주되어야 할 것이다.

발명의 효과

상술한 바와 같은 특징적인 구성과 기능을 갖는 본 발명에 의하면, 방사효율의 저하 및 유전 손실로 인한 이득의 저하가 없는 소형화된 마이크로스트립 패치 안테나를 제공할 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

도 1a 는 본 발명에 따른 마이크로스트립 패치 안테나를 나타내는 평면도.

도 1b 는 본 발명에 따른 만자형 패치를 나타내는 투영도.

도 1c 는 도 1b 의 전개도.

도 2a 는 본 발명에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 수치적 설정 상태를 나타내는 예시도.

도 2b 는 도 2a 의 설정에 의한 마이크로스트립 패치 안테나의 'x'축 편파 방사 패턴도.

도 2c 는 도 2a 의 설정에 의한 마이크로스트립 패치 안테나의 'y'축 편파 방사 패턴도.

도 2d 는 도 2a 의 설정에 의한 마이크로스트립 패치 안테나의 축비를 나타내는 그래프.

도 3a 는 제 1 비교예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나를 나타내는 평면도.

도 3b 는 제 1 비교예에 따른 패치면의 폭 변화를 나타내는 예시도.

도 3c 는 제 1 비교예의 폭 변화에 의한 공진주파수 및 급전점의 이동 변화를 나타내는 그래프.

도 4a 및 도 4b 는 제 2 비교예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나를 나타내는 평면도.

도 4c 는 도 4a 의 마이크로스트립 패치 안테나에 의한 전력 밀도 분포를 나타내는 시뮬레이션 결과화면.

도 5a 는 제 3 비교예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나를 나타내는 평면도.

도 5b 는 제 3 비교예에 의한 전력 밀도 분포를 나타내는 시뮬레이션 결과화면.

도 5c 는 제 3 비교예에 따른 마이크로스트립 패치 안테나의 장축 및 단축을 도시한 도면.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

10 : 접지판 20 : 만(卍)자형 패치

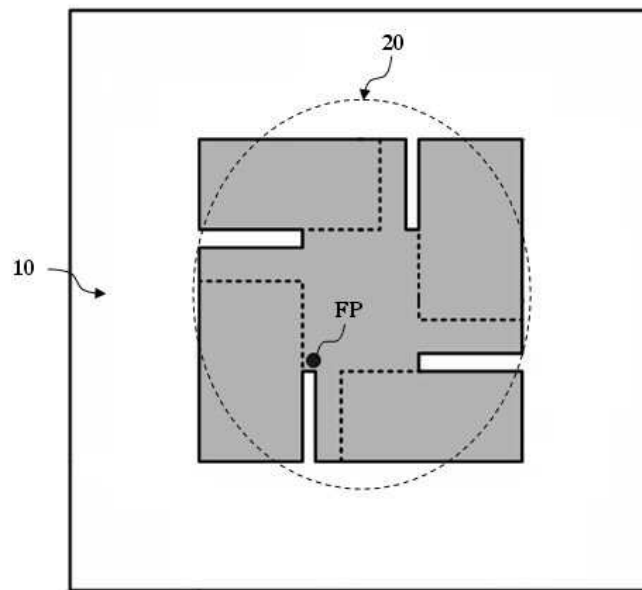
22 : 만(卍)자 평판 24 : 날개

26 : 아이리스 28 : 접이부

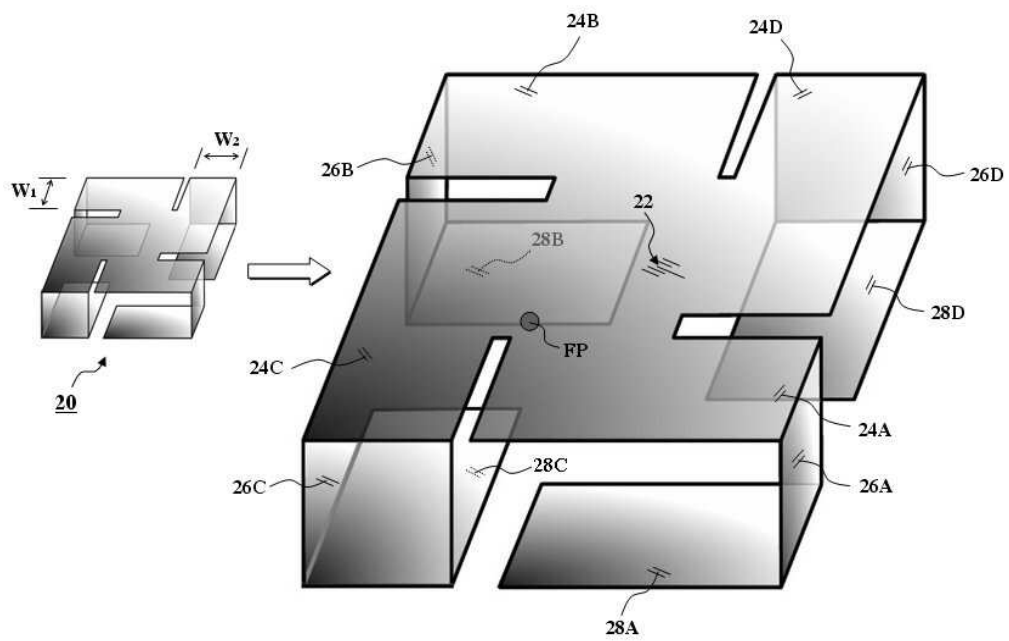
FP : 급전점

도면

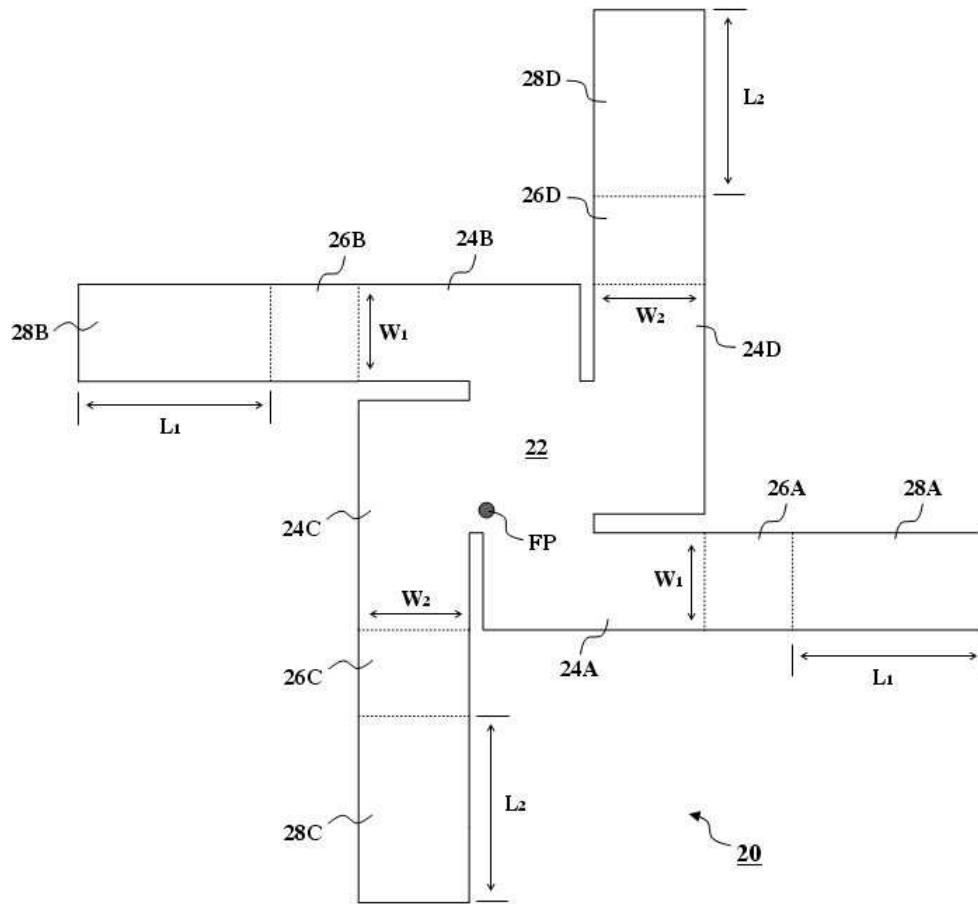
도면1a



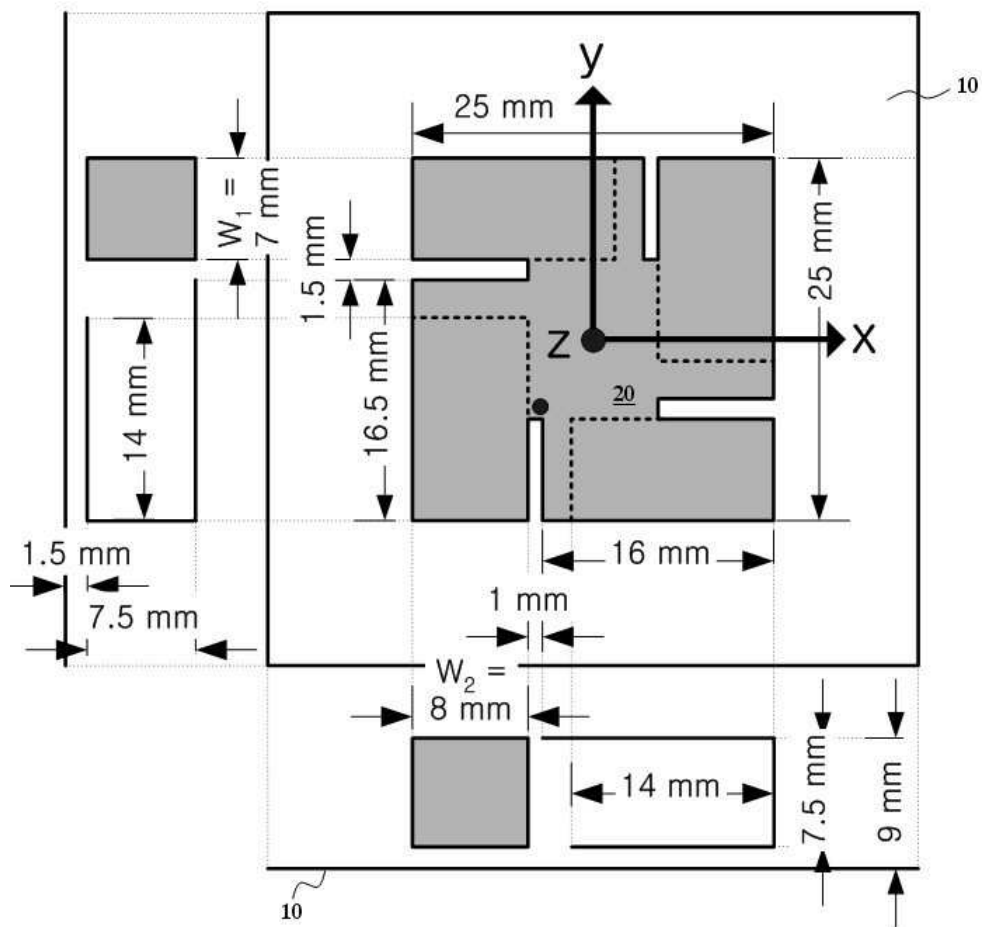
도면1b



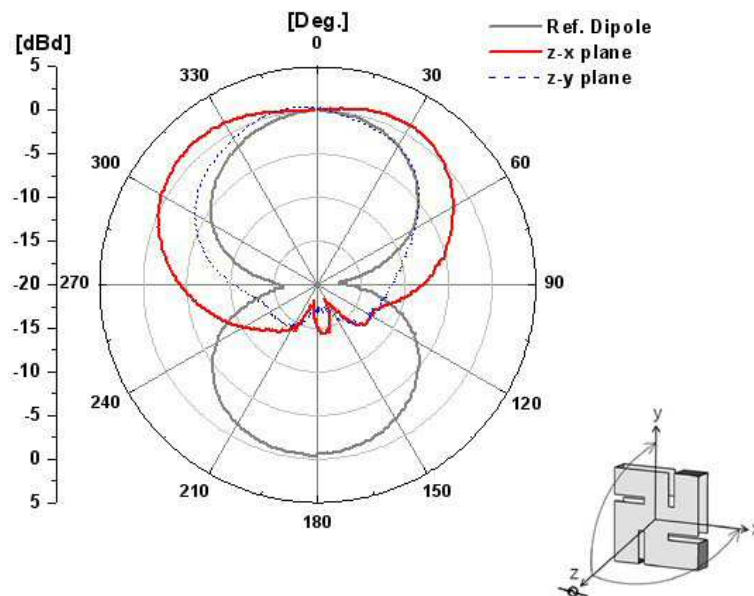
도면1c



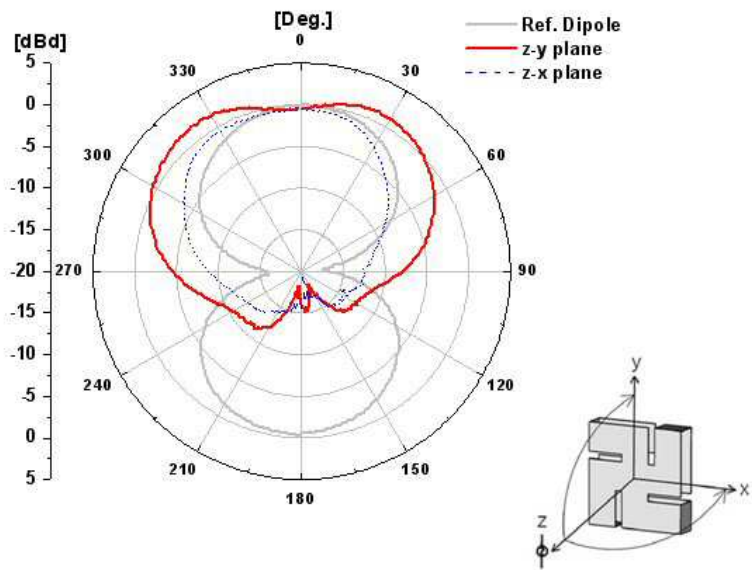
도면2a



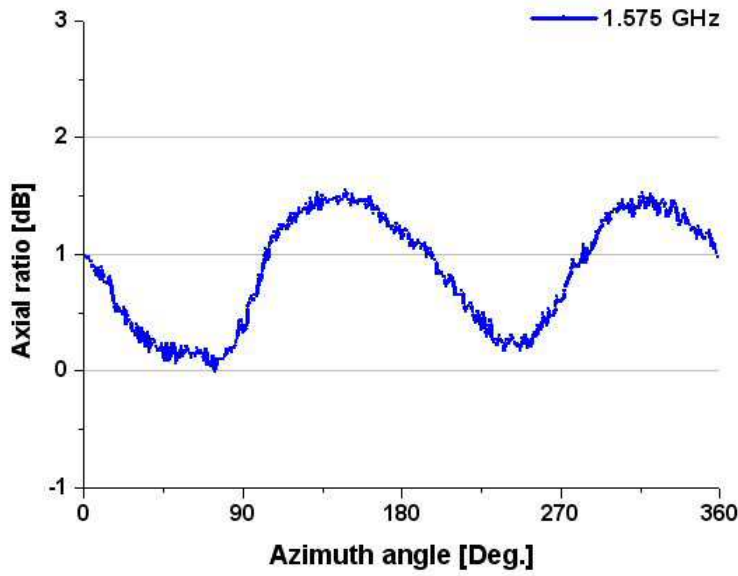
도면2b



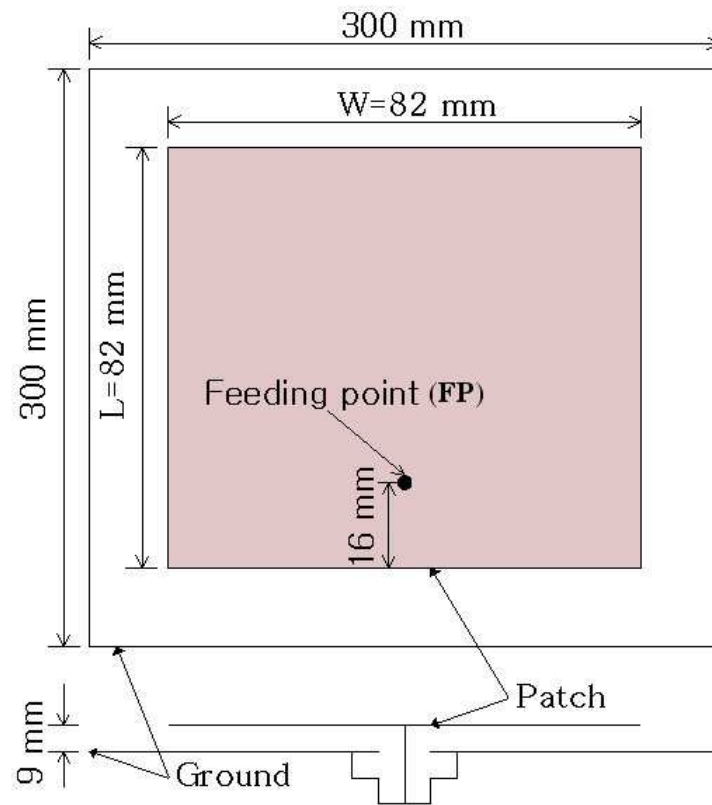
도면2c



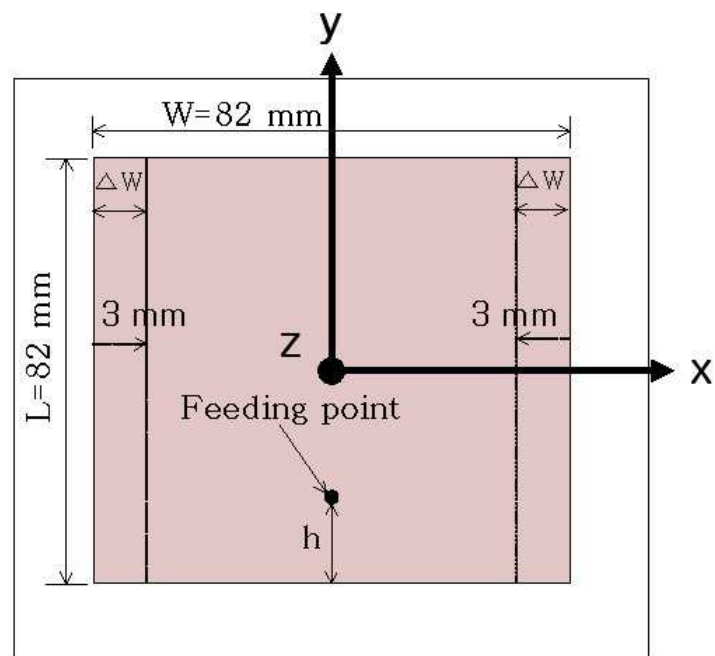
도면2d



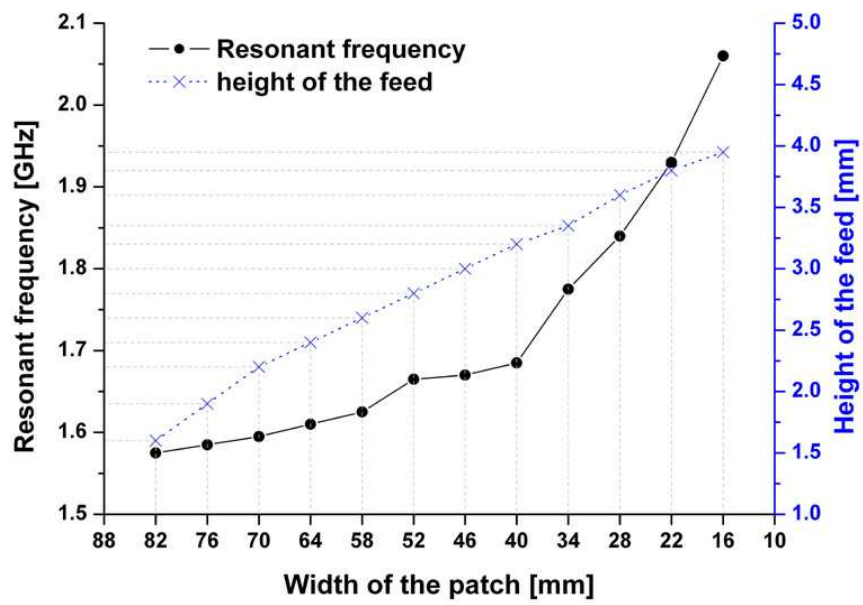
도면3a



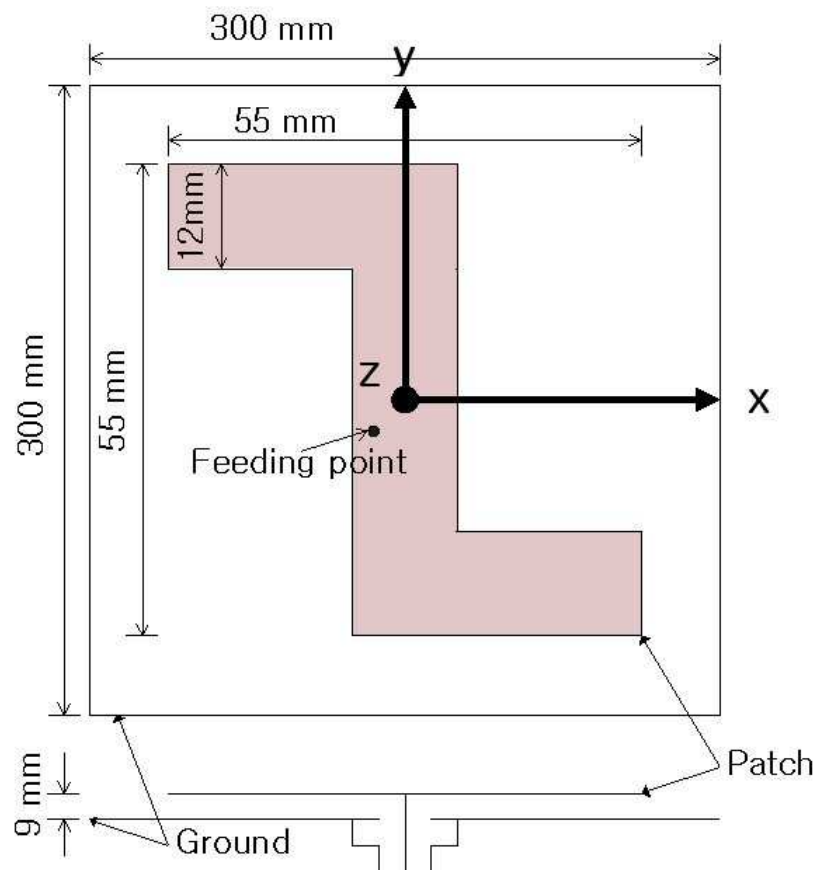
도면3b



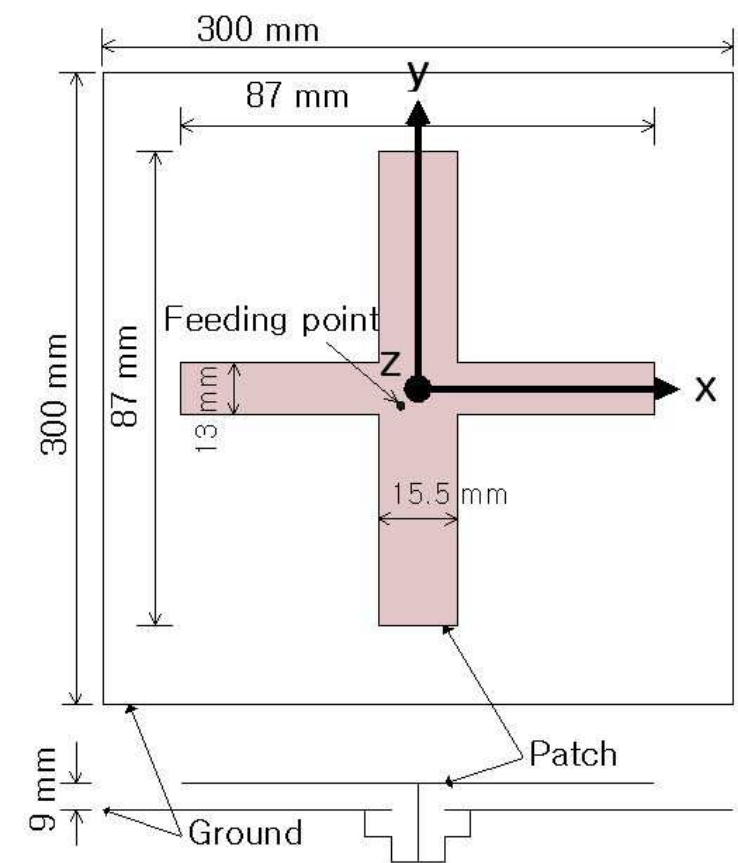
도면3c



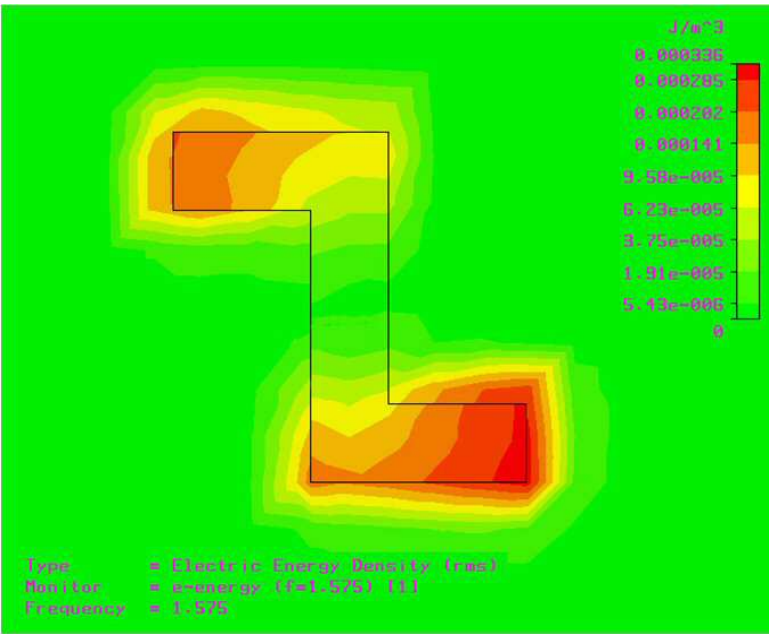
도면4a



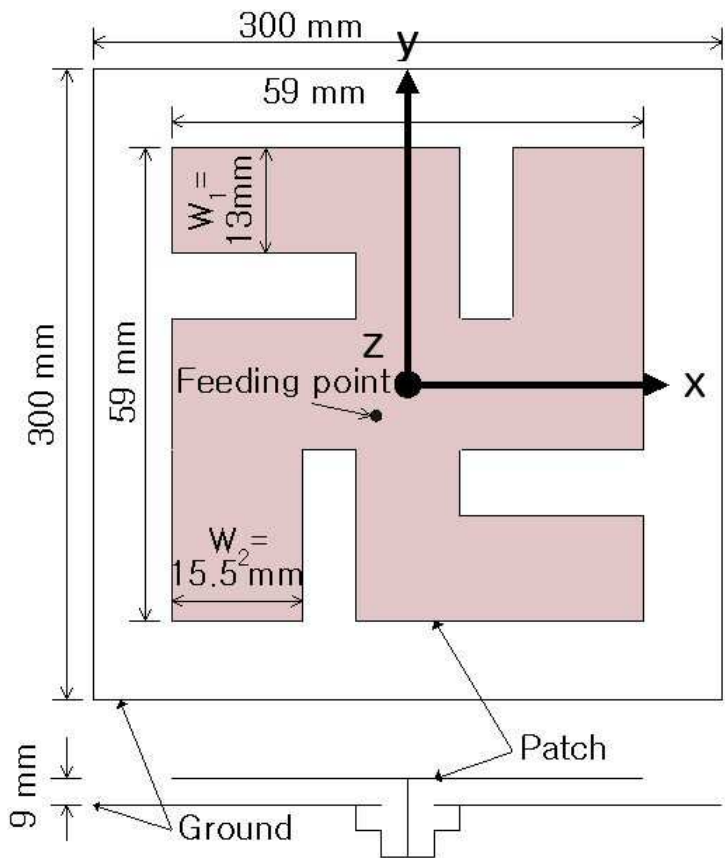
도면4b



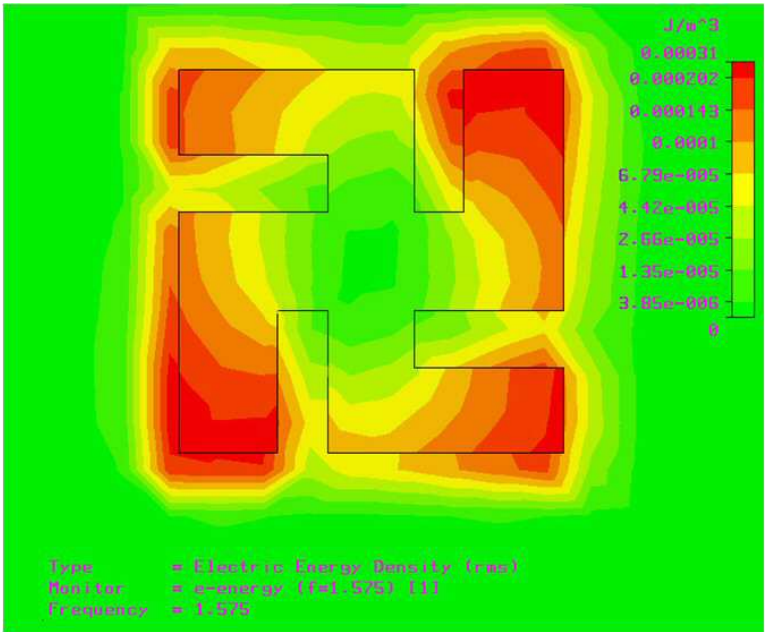
도면4c



도면5a



도면5b



도면5c

