



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월10일
(11) 등록번호 10-1489577
(24) 등록일자 2015년01월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 1/46 (2006.01) H01Q 1/24 (2006.01)
H01Q 5/10 (2014.01) G01S 19/01 (2010.01)
(21) 출원번호 10-2013-0054357
(22) 출원일자 2013년05월14일
심사청구일자 2013년05월14일
(65) 공개번호 10-2014-0134452
(43) 공개일자 2014년11월24일
(56) 선행기술조사문헌
KR100820140 B1*
KR1020090130922 A*
JP2001060823 A
KR1020030044171 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
홍익대학교 산학협력단

(72) 발명자
추호성

손석보

변강일

(74) 대리인
특허법인태백

전체 청구항 수 : 총 2 항

심사관 : 나병운

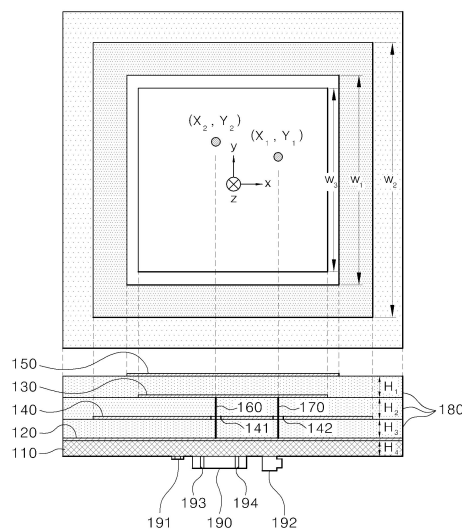
(54) 발명의 명칭 CRPA 배열을 위한 듀얼 밴드 GPS 안테나

(57) 요약

본 발명은 간접 급전 구조를 갖는 CRPA 배열을 위한 듀얼 밴드 GPS 안테나에 관한 것으로, 상측에 접지면이 형성된 기판; 상기 접지면에 형성된 접지판; 상기 기판과 이격되어 형성되는 급전 패치; 상기 기판과 상기 급전 패치 사이에 이격되어 위치하며, 상기 급전 패치로부터 전자기장을 통해 전력을 공급받는 제1 방사 패치; 및 상기 급전 패치를 기준으로 상기 제1 방사 패치가 있는 측의 반대 측에 상기 급전 패치와 이격되어 위치하며, 상기 급전 패치로부터 전력을 공급받는 제2 방사 패치를 포함한다.

이와 같이 본 발명에 따르면, 작은 공간에서 CRPA 배열 안테나의 GPS L1 밴드 및 L2 밴드에서 격리도(isolation) 특성을 향상시킬 수 있으며, 배열되는 안테나 모듈 사이의 격리도 성능을 향상시킴으로써 방사 이득을 높일 수 있으며 패턴 왜곡을 최소화할 수 있다.

대표도 - 도1a



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 NIPA-2013-H0301-13-2007
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 정보통신산업진흥원(NIPA)
연구사업명 대학 IT 연구센터
연구과제명 에너지-IT 융합 핵심기술 연구
기 여 율 1/1
주관기관 홍익대학교 산학협력단
연구기간 2009.03.01 ~ 2014.12.31

특허청구의 범위

청구항 1

상측에 접지면이 형성된 기판;

상기 접지면에 형성된 접지판;

상기 기판과 이격되어 형성되는 급전 패치;

상기 기판과 상기 급전 패치 사이에 이격되어 위치하며, 상기 급전 패치로부터 전자기장을 통해 전력을 공급받는 제1 방사 패치;

상기 급전 패치를 기준으로 상기 제1 방사 패치가 있는 측의 반대 측에 상기 급전 패치와 이격되어 위치하며, 상기 급전 패치로부터 전력을 공급받는 제2 방사 패치; 및

상기 기판의 하측에 원형편파 특성을 가진 칩커플러를 포함하고,

상기 급전 패치는,

상기 기판과 제1 비아 및 제2 비아를 통해 연결되며,

상기 기판, 제1 방사 패치, 급전 패치 및 제2 방사 패치 사이에 유전 물질로 채워져 있으며,

상기 유전 물질은,

세라믹으로 이루어진 복수의 서브 기판이 적층된 구조이고, 상기 제1 방사 패치, 급전 패치 및 제2 방사 패치가 상기 복수의 서브 기판 위에 인쇄되어 있고,

상기 제1 방사 패치는 GPS L2 밴드를 통해 전파를 송수신하고, 상기 제2 방사 패치는 GPS L1 밴드를 통해 전파를 송수신하는 듀얼 밴드 GPS 안테나.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 급전 패치의 중심을 기준으로 상기 제1 비아 및 제2 비아가 이루는 각도는 90° 를 형성하는 듀얼 밴드 GPS 안테나.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 듀얼 밴드 GPS(Global positioning system) 안테나에 관한 것으로서, 보다 상세하게는 간접 급전 구조를 갖는 CRPA(Controlled reception pattern antenna) 배열을 위한 듀얼 밴드 GPS 안테나에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 현대를 살아가는 많은 사람에게 휴대용 디지털 통신기기들은 하나의 필수 요소가 되었다. 소비자들은 언제 어디서나 자신이 원하는 다양한 고품질의 서비스를 제공받고 싶어한다. 또한, 소비자들의 휴대용 디지털 통신기기의 선택에 있어 휴대성과 디자인 그리고 다양한 기능은 매우 중요한 요소이다. 따라서 휴대용 디지털 통신기기는 추가적인 주변 기기의 구성이 없어야 하고 작은 크기를 가지면서도 다양한 기능을 제공하여야 한다. 하지만, 무선 통신 장치를 구현하는데 있어서 안테나의 효율은 물리적 크기에 의존하기 때문에 제약으로 작용한다. 일반적으로 안테나는 통신기기의 내부에 실장되어야 하고, 주변의 간섭을 최소한으로 받아야만 복잡한 전파 송수신 역할을 충실히 만족할 수 있다.

[0003] 무선 통신 장치에 사용되는 패치 안테나는 평면형 형태의 안테나로써 경량화, 집적화, 배열이 용이하고, 공정이 간단하여 경제적이므로 현재 RF 분야에서 가장 널리 사용되고 있는 안테나 중 하나이다. 특히 모바일 장치, 자동차, 선박 및 항공기와 같은 움직이는 물체의 위치 및 시간 정보를 제공하는 다양한 애플리케이션에 있어서 GPS 안테나는 중요한 위치를 차지한다.

[0004] 그러나 GPS 위성 신호보다 강한, 예를 들면 다중 경로 신호와 같은 원치 않는 방해 요소의 파워로 인해 GPS 시스템은 움직이는 물체의 정확한 위치를 추적하지 못할 수 있다. 이러한 점을 방지하기 위하여, 방해 요소의 근원지 방향으로 적합한 패턴 널(adaptive pattern null)을 위치시킴으로써 SNR(signal noise ratio)을 증가시키는 CRPA(controlled reception pattern antenna) 배열에 관한 연구가 활발하다.

[0005] CRPA 배열의 안테나 동작에 있어서 각각의 GPS 안테나가 낮은 고도각(low-elevation angle)에서 위성 신호를 받기 위해서는 다중 주파수 동작, 원형 편파 특성 및 와이드 빔 고도 범위(wide-beam elevation coverage) 등이 요구된다. 상기 요구를 만족시키기 위해 다양한 형태, 예를 들면 나선형, 원뿔 형의 안테나 방사기가 연구되고 있는데, 상기 방사기의 물리적 특징들이 작은 CRPA 배열에서는 걸림돌이 되는 것이 현실이다. 즉 수 밀리의 높이와 수 센티미터 직경의 안테나만이 가능하기 때문이다. 마이크로 스트립 패치 안테나는 낮은 프로파일 특성으로 인해 최근 많이 연구되는 형태의 안테나이다. 그런데 기존의 기술에 의하면 이득 저하(gain degradation), 패턴 왜곡(pattern distortions) 및 기대 이하의 원형 편파 특성을 야기하는 상호 결합 효과(mutual coupling effect)에 대한 고려 없이 안테나가 설계되었다.

[0006] 본 발명의 배경이 되는 기술은 대한민국 공개특허공보 제10-2005-0005934호(2005.01.21 공개)에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 따라서 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 복수의 안테나 모듈이 배열되는 CRPA 배열의 패치 안테나에서 상호 결합 효과(mutual coupling effect)를 최소화시키는, 간접 급전 구조의 격리도(isolation)가 향상된 CRPA 배열의 듀얼 밴드 패치 안테나를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0008] 이러한 기술적 과제를 이루기 위한 본 발명의 실시예에 따른 CRPA 배열을 위한 듀얼 밴드 GPS 안테나는, 상측에 접지면이 형성된 기관; 상기 접지면에 형성된 접지판; 상기 기관과 이격되어 형성되는 급전 패치; 상기 기관과 상기 급전 패치 사이에 이격되어 위치하며, 상기 급전 패치로부터 전자기장을 통해 전력을 공급받는 제1 방사 패치; 및 상기 급전 패치를 기준으로 상기 제1 방사 패치가 있는 측의 반대 측에 상기 급전 패치와 이격되어 위치하며, 상기 급전 패치로부터 전력을 공급받는 제2 방사 패치를 포함한다.

[0009] 또한, CRPA 배열을 위한 듀얼 밴드 GPS 안테나는, 상기 기관, 제1 방사 패치, 급전 패치 및 제2 방사 패치 사이에 유전 물질로 채워질 수 있다.

[0010] 또한, 상기 유전 물질은, 세라믹으로 이루어진 복수의 서브 기관(180)이 적층된 구조이고, 상기 제1 방사 패치, 급전 패치 및 제2 방사 패치가 상기 복수의 서브 기관 위에 인쇄될 수 있다.

[0011] 또한, 상기 제1 방사 패치는 GPS L2 밴드를 통해 전파를 송수신하고, 상기 제2 방사 패치는 GPS L1 밴드를 통해

전파를 송수신할 수 있다.

- [0012] 또한, 상기 기관은, 하측에 원형 편파 특성을 가진 칩커플러를 더 포함할 수 있다.
- [0013] 또한, 상기 급전 패치는, 상기 기관과 제1 비아 및 제2 비아를 통해 연결될 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 급전 패치의 중심을 기준으로 상기 제1 비아 및 제2 비아가 이루는 각도는 90° 를 형성할 수 있다.

발명의 효과

- [0015] 이와 같이 본 발명에 따르면, 작은 공간에서 CRPA 배열 안테나의 GPS L1 밴드 및 L2 밴드에서 격리도 (isolation) 특성을 향상시킬 수 있다.
- [0016] 또한, 배열되는 안테나 모듈 사이의 격리도 성능을 향상시킴으로써 방사 이득을 높일 수 있으며 패턴 왜곡을 최소화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 CRPA 배열에 사용되는 단일의 듀얼 밴드 GPS 안테나 모듈의 XY-평면에서의 평면도 및 단면도이다.
- 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 5개 안테나 모듈을 포함하는 CRPA 배열의 안테나의 구성도이다.
- 도 2a는 본 발명의 실시예에 따른 CRPA 배열의 시뮬레이션에서의 메쉬 트라이앵글(mesh triangles)을 나타내는 시뮬레이션 화면이다.
- 도 2b는 본 발명의 실시예에 따른 CRPA 배열로 제작된 안테나의 실제 사진이다.
- 도 3은 본 발명의 실험예에 따른 칩커플러 특성들의 측정치 그래프이다.
- 도 4는 본 발명의 실험예에 따른 반사 계수에 관한 그래프이다.
- 도 5는 본 발명의 실험예에 따른 조준 중심방향(bore-sight)의 안테나 이득(gain of the antenna)에 관한 그래프이다.
- 도 6a은 본 발명의 실험예에 따른 ZX-평면에서의 L1 밴드 방사 패턴에 관한 그래프이다.
- 도 6b는 본 발명의 실험예에 따른 ZY-평면에서의 L1 밴드 방사 패턴에 관한 그래프이다.
- 도 6c는 본 발명의 실험예에 따른 ZX-평면에서의 L2 밴드 방사 패턴에 관한 그래프이다.
- 도 6d는 본 발명의 실험예에 따른 ZY-평면에서의 L2 밴드 방사 패턴에 관한 그래프이다.
- 도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 최적화된 안테나의 등가 회로 모델의 회로도이다.
- 도 7b는 본 발명의 실시예에 따른 최적화된 안테나의 입력 임피던스에 관한 그래프이다.
- 도 7c 본 발명의 실시예에 따른 최적화된 안테나의 결합 계수에 관한 도면이다.
- 도 8a는 본 발명의 실험예에 따른 L1 밴드 H-필드 분포도이다.
- 도 8b는 본 발명의 실험예에 따른 L2 밴드 H-필드 분포도이다.
- 도 9a는 본 발명의 필드 테스트 결과에 따른 GPS 위성의 위치도이다.
- 도 9b는 본 발명의 필드 테스트 결과에 따른 SNR의 측정치에 관한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 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.
- [0019] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이

어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

- [0020] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명을 상세히 설명하기로 한다.
- [0021] 도 1a는 본 발명의 실시예에 따른 CRPA 배열에 사용되는 단일의 듀얼 밴드 GPS 안테나 모듈의 XY-평면에서의 평면도 및 단면도이다.
- [0022] 도 1a를 참조하면, 듀얼 GPS 안테나는 기관(110), 접지판(120), 급전 패치(130), 제1 방사 패치(140), 제2 방사 패치(150), 제1 비아(160) 및 제2 비아(170)를 포함한다. 또한 듀얼 GPS 안테나는 칩커플러(190)를 더 포함할 수 있다.
- [0023] 여기서 본 발명의 실시예로서 기관(110)은 FR-4 기관(FR4 substrate)일 수 있다. 기관의 재질인 세라믹은 비유전율(이하 유전율)이 4.5 이상이고, 손실 탄젠트값이 0.02일 수 있다.
- [0024] 도 1a를 참조하면, 칩커플러(190)와 같은 소자들이 구비되는 면이 아래를 향하도록 기관(110)을 위치시킬 경우, 기관(110)의 상측면이 접지면에 해당된다. 접지면상에는 접지판(120)이 형성된다. 접지판(120)의 형성은 마이크로 스트립 패치 안테나의 특성 중의 하나이다. 기관(110)의 상측에 이격되어 급전 패치(130)가 형성된다. 그리고 기관(110)과 급전 패치(130) 사이에 이격되어 제1 방사 패치(140)가 형성된다. 급전 패치(130)를 기준으로 제1방사 패치가 있는 측의 반대 측에 급전 패치(130)와 이격되어 제2 방사 패치(150)가 형성된다. 즉 급전 패치(130)를 중심으로 일측에 제1 방사 패치(140)가 타측에 제2 방사 패치(150)가 급전 패치(130)와 행하게 이격되어 형성된다. 바꿔 말하면 제1 방사 패치(140)와 제2 방사 패치(150) 사이에 샌드위치 형태로 급전 패치(130)가 위치하는 기하학적 구조를 가진다.
- [0025] 도 1a를 참조하면, 본 발명의 하나의 실시예로서 듀얼 밴드 GPS 안테나에 포함되는 기관(110), 제1 방사 패치, 급전 패치(130) 및 제2 방사 패치(150) 사이에는 유전 물질로 이루어진 서브 기관(180)이 형성될 수 있다. 또한 상기 유전 물질로서 세라믹을 사용할 수 있다. 패치 사이의 유전 물질은 패치와 패치 사이에 하나의 서브 기관(180)으로 하여 복수의 세라믹 기관을 제작하여 적층함으로써 구현할 수 있다.
- [0026] 또한, 제1 방사 패치(140), 급전 패치(130) 및 제2 방사 패치(150)는 상기 복수의 서브 기관(180) 상에 인쇄되어 구현될 수 있다. 즉 세라믹 재질의 서브 기관(180)을 제작하여, 서브 기관(180) 상에 패치를 프린트하고, 이렇게 제작된 복수의 서브 기관(180)을 적층함으로써 본 발명의 하나의 실시예에 따른 듀얼 밴드 GPS 안테나를 제작할 수 있다. 서브 기관(180)의 유전 상수는 안테나 개구(antenna aperture) 크기 및 배열되는 안테나 모듈 사이의 상호 결합 계수를 고려하여 선택될 수 있다.
- [0027] 도 1a를 참조하면, 본 발명의 하나의 실시예로서 제1 방사 패치(140)는 GPS L2 밴드를 통해 전파를 송수신하고, 제2 방사 패치는 GPS L1 밴드를 통해 전파를 송수신 할 수 있다.
- [0028] 또한, 제1 방사 패치(140)는 GPS L2 밴드에서, 제2 방사 패치(150)는 GPS L1 밴드에서 공진할 수 있도록 구성될 수 있다. 그리고 제1 방사 패치(140)와 제2 방사 패치(150)는 이들 사이에 위치한 급전 패치(130)와 전자기적으로 결합(link)되어 있다. 여기서 GPS L1 밴드는 상용 밴드로서 GPS 위성이 1,575.42 MHz 주파수의 신호를 송신하는 밴드이며, GPS L2 밴드는 군사용으로서 GPS 위성이 1,227.6 MHz 주파수의 신호를 송신하는 밴드이다.
- [0029] 도 1a를 참조하면, 제1 방사 패치(140)는 사각형 형상이며, 제1 방사 패치(140)의 하나의 모서리(W_2)는 GPS L2 밴드에서의 반파장의 길이에 대응된다. 제2 방사 패치(150)도 같은 형상이며, 제2 방사 패치(150)의 하나의 모서리(W_1)는 GPS L1 밴드에서의 반파장의 길이에 대응된다. 즉, 모서리 길이(W_2 , W_1)는 GPS L1 또는 GPS L2 밴드에서 각각 공진을 얻기 위해 책정된다.
- [0030] 급전 패치(130)는 방사 패치에 전력을 공급하는데, 본 발명의 실시예에서 급전 패치(130)는 제1 방사 패치(140) 및 제2 방사 패치(150)에 전력을 공급한다. 제1 방사 패치(140) 및 제2 방사 패치(150)는 급전 패치(130)와 유선 회로적으로 연결되어 있는 대신에 무선 전자기적으로 결합되어 있기 때문에 전자기장을 통해 급전 패치(130)로부터 전력을 공급받을 수 있다. 급전 패치(130)와 제1 방사 패치(140) 및 제2 방사 패치(150) 사이의 결합력은 급전 패치(130)의 하나의 모서리 길이(W_3) 및 서브 기관(180)의 높이(H_1 , H_2 및 H_3)에 따라 달라질 수 있다.

- [0031] 도 1a를 참조하면, 본 발명의 실시예로서 듀얼 밴드 GPS 안테나의 급전 패치(130)는 기관(110)과 제1 비아(160) 및 제2 비아(170)를 통해 연결될 수 있다. 제1 비아(160) 및 제2 비아(170)는 급전 패치(130)와 기관(110) 사이에 형성되며, 각각의 비아는 전도성을 가진 연결선 형태로 이루어진다. 따라서 제1 방사 패치(140)면에는 상기 비아가 통과할 수 있도록 제1 비아(160) 및 제2 비아(170)에 대응하는 제1 비아홀(141) 및 제2 비아홀(142)이 형성되어 있다.
- [0032] 도 1a를 참조하면, XY-평면에서 급전 패치(130) 상의 제1 비아(160)가 있는 위치인 제1 비아 위치(X_2, Y_2), 제2 비아(170)가 있는 제2 비아 위치(X_1, Y_1)를 급전 위치(feeding position)라고 한다. 비아(160, 170)의 일단은 기관에 연결되고 그 타단은 급전 위치인 제1 비아 위치 및 제2 비아 위치에서 급전 패치(130)와 연결된다. 급전 패치(130)의 중심을 원점으로 가정할 경우, 원점을 시작점으로 하고 종점을 제1 비아 위치(X_2, Y_2)로 하는 제1 벡터와 원점을 시작점으로 하고 종점을 제2 비아 위치(X_1, Y_1)로 하는 제2 벡터를 구성할 수 있다. 여기서 제1 벡터와 제2 벡터가 형성하는 사잇각이 90° 가 되도록 할 수 있는데, 이를 통상 2-포트 급전 구조(two-port feed network)를 위한 원형 편파 기술(circular polarization technique)이라고 한다.
- [0033] 도 1a를 참조하면, 본 발명의 실시예로서 듀얼 밴드 GPS 안테나의 기관은 원형편파 특성을 가진 칩커플러(190))를 더 포함할 수 있다. 칩커플러(190)는 입력 포트(192), 종단 포트(termination)(191) 및 두 개의 출력 포트(193, 194))로 구성되는 총 4개의 포트를 포함한다. 입력 포트(192)는 안테나의 총 반사 계수의 관찰 지점이며, 종단 포트(191)는 50Ω 의 부하와 연결될 수 있다. 이상적으로 칩커플러(190)는 90° 위상차로 각 출력 포트(193, 194)에 공급되는 파워의 절반을 공급한다. 두 개의 출력 포트는 제1 비아(160) 및 제2 비아(170)와 각각 연결된다.
- [0034] 칩커플러(190)는 광대역 원형 편파 특성을 얻기 위해 사용되며, 그 특성은 정교한 성능 평가로부터 측정된다. 본 발명의 실시예로서 칩커플러(190)는 FR4 기관의 하측면에 구비될 수 있다. 칩커플러(190)는 복수의 비아를 통해 급전 패치(130)와 연결된다.
- [0035] 도 1b는 본 발명의 실시예에 따른 5개 안테나 모듈을 포함하는 CRPA 배열의 안테나의 구성도이다.
- [0036] 도 1b를 참조하면, 본 발명의 실시예에 따른 CRPA 배열의 안테나는 5개의 안테나 모듈 및 원형의 플랫폼을 포함한다. 5개 안테나 모듈의 회로 기관은 원 모양으로 일체를 이루면서 지름 150mm의 원형의 플랫폼 위에 적층된다.
- [0037] 도 1b에서, 복수의 안테나 모듈은 주어진 공간에서 최대의 격리도를 유지하기 위해 플랫폼의 바깥 주변에 위치한다. 인접하는 모듈간의 평균 격리도는 두 개의 밴드에서 약 18.36dB이다.
- [0038] 도 2a는 본 발명의 실험에 따라 FEKO EM 시뮬레이터에 인가된 CRPA 배열의 메쉬 트라이앵글의 구성도이다. 그리고 도 2b는 본 발명의 실시예에 따라 제작된 CRPA 배열의 안테나의 사진이다.
- [0039] 본 발명의 실시예에 따르면 짧은 시뮬레이션 시간 안에 안테나 성능을 측정하기 위해, 전류 밀도를 고려하여 메쉬 트라이앵글의 크기가 재조정된다. 예를 들면, 낮은 전류 밀도 때문에 배열 플랫폼을 위해 생긴 메쉬 트라이앵글이 채택되는 반면, 급전 패치(130) 가까운 영역에서는 밀집한 메쉬 트라이앵글이 사용된다.
- [0040] 결과적으로, 전체 안테나 배열의 기하학적 구조는 약 5500개의 메쉬 트라이앵글로 재구성되며, 각 주파수 포인트 당 약 10분의 시뮬레이션 시간이 소요된다.
- [0041] EM 시뮬레이션에서, 칩커플러(190)의 두 개의 급전 핀에 해당하는 두 개의 포트에 의해 안테나는 여기된다. 모든 입력 포트의 입력 파워는 동일한 것으로 가정하고, 포트 간의 위상차는 90° 로 세트된다. 이는 칩커플러의 이상적인 동작이다.
- [0042] 패턴 왜곡, 이득 감소 및 격리도와 같은 배열 특성들은 50Ω 부하를 포함하는 나머지 4개의 다른 안테나 모듈을 배치함으로써 관찰될 수 있다.
- [0043] 당업자가 원하는 대역에서의 원형 편파 특성을 얻는 과정에서 안테나의 복사 이득을 향상시키기 위해, EM 소프트웨어에서 개발된 FEKO EM 시뮬레이터와 관련된 유전 알고리즘(genetic algorithm)을 사용함으로써 안테나 파라미터들은 최적화된다.
- [0044] 작은 CRPA 배열에 대한 본 발명의 안테나 적합성을 검증하기 위해, 다섯 개의 최적화된 안테나들이 세라믹 기관 상에 제조되고, 15cm 지름의 회로 플랫폼의 바깥 주변에 원형으로 배열된다.

[0045] 이하에서는 도 3을 통하여 안테나의 특성 실험에 대해 설명한다.

[0046] 안테나의 특성들, 예를 들면 반사계수, 복사이득 및 패턴 들은 무반향실에서 측정된다. 그리고 GPS L1 밴드에서 실제 GPS 위성 신호에 대해 수신되는 노이즈 대비 시그널 비(signal noise ratio: SNR)를 측정하기 위해 필드 테스트가 수행된다.

수학식 1

$$\overline{S_{c,ideal}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \begin{bmatrix} 0 & j & 1 & 0 \\ j & 0 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & j \\ 0 & 1 & j & 0 \end{bmatrix}$$

[0047]

수학식 2

$$\overline{S_{a,sim}} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix}$$

[0048]

수학식 3

$$|\Gamma_{c,ideal}| = \frac{1}{2} \{(-S_{11} + S_{22}) + j(S_{12} + S_{21})\}$$

[0049]

[0050] 수학식 1은 칩커플러(190) 동작에 관한 이상적인 산란 행렬(scattering matrix)을 나타낸다 수학식 2는 2개 포트 급전 구조의 안테나에 관한 시뮬레이션된 산란 행렬을 나타낸다. 상기 수학식에서, 입력 포트의 반사 계수는 수학식 3에 의해 계산된다. 그러나 전력 반사(power reflection), 디비전(division) 및 격리도(isolation)와 같은 칩커플러(190)의 실제 특성들은 도 3에 나타낸 것처럼 주파수에 관한 함수이다. 따라서, 하기 수학식 4와 같이 측정 데이터를 본 발명에 관한 새로운 산란 행렬로 바꿔 쓸 수 있다. 상기 행렬은 입력 반사 계수를 수정하기 위한 4-포트 네트워크로 Ansoft사의 Designer 프로그램에 의해 조정된다.

수학식 4

$$\overline{S_{c,meas}} = \begin{bmatrix} 0.29 & j0.51 & 0.20 & 0.07 \\ j0.51 & 0.29 & 0.07 & 0.20 \\ 0.20 & 0.07 & 0.29 & -0.23+j0.46 \\ 0.07 & 0.20 & j0.51 & 0.29 \end{bmatrix}$$

[0051]

수학식 5

$$\text{Cost 1} = \frac{1}{2} \left(\frac{1}{N_\varphi N_\theta} \sum_{\theta=1}^{N_\theta} \sum_{\varphi=1}^{N_\varphi} G_{L1}(\varphi, \theta) + \frac{1}{N_\varphi N_\theta} \sum_{\theta=1}^{N_\theta} \sum_{\varphi=1}^{N_\varphi} G_{L2}(\varphi, \theta) \right)$$

[0052]

[0053]

이하 유전 알고리즘(genetic algorithm)에 의한 듀얼 밴드 GPS 안테나 배열의 최적화에 대해 설명한다.

[0054]

임피던스 매칭 특성 뿐만 아니라 방사 이득(radiation gain)을 향상시키기 위해서, 본 발명의 실시예에서 안테나 구조는 FEKO EM 시뮬레이터와 유전 알고리즘(genetic algorithm)에 의해 최적화된다. 본 발명의 최적화에 사용되는 비용 함수(cost function)는 수학식 5와 같다. 그리고 상기 비용 함수는 본 발명의 안테나의 평균 원형 편파 이득(circular polarization gain: CP gain)을 증가시키기 위해 정의된다.

[0055]

수학식 5에서, G_{L1} 및 G_{L2} 는 상반구에서의 GPS L1 및 GPS L2 밴드 각각에 대한 원형 편파 이득(circular polarization gain: CP gain)을 나타내고, N_φ 및 N_θ 은 φ 및 θ 의 평가값의 갯수를 나타낸다. 본 발명에서 배열되는 안테나 모듈 간의 상호 결합이 12dB, 즉 반전력 빔폭(half power beam width: HPBW)보다 큰 경우는 제외되어 있다.

표 1

[0056]

Parameters	W_1	W_2	W_3	X_1	X_2	Y_1	Y_2	H_1	H_2	H_3	H_4
Values(mm)	23.7	31.2	21.0	5.5	-2.2	2.5	4.3	2.5	2.5	2.5	0.8

[0057]

상기 표 1은 최적화된 안테나의 파라미터 값을 나타낸다.

[0058]

표 1을 참조하면, 도 1a에 나타난 바와 같이 W_1 은 제2 방사 패치(150)의 모서리의 길이를, W_2 는 제1 방사 패치(140)의 모서리의 길이를 그리고 W_3 은 급전 패치(130)의 모서리의 길이를 나타낸다. 또한, (X_1, Y_1) 는 제2 비아의 위치를, (X_2, Y_2) 는 제1 비아의 위치를 나타낸다. 또한, H_1, H_2 및 H_3 는 각각 서브 기관(180)의 두께를, H_4 는 기관(110)의 두께를 나타낸다.

[0059]

본 발명의 실시예에서 W_2 로 표시되는 L2 패치(제1 방사 패치(140))의 모서리 길이는 L2 GPS 밴드에서 유효 파장의 반파장이 되도록 최적화된다. 그러나 L1 방사 패치(제2 방사 패치(150))는 반파장과 비교해서 약간 작은 길이(W_1)인데, 이는 L1 패치는 공진 길이로서 대각선 패치 길이를 사용하기 때문이다.

[0060]

상기 두 개의 급전 위치는 그들간의 포지션 벡터가 92.7° 차이의 각도를 갖도록 최적화된다. 이로 인하여 안테나는 출력 포트의 90° 위상차를 갖는 칩커플러(190)와 상매치를 잘 이룬다.

[0061]

이하 듀얼 밴드 GPS 안테나에 대한 성능 실험 및 분석에 대해 설명한다.

[0062]

안테나의 성능을 검증하기 위해, 최적화된 안테나는 삼부 세라믹의 세라믹 기관을 사용하여 제작될 수 있다. 본 발명의 실시예에서 안테나는 절삭기계를 사용하여 늦쇠 재질로 만들어진 회로 플랫폼에 적층되며, 측정은 전체 무반향실(15.2 m(W)×7.9m(L)×7.9m(H))에서 행해진다.

[0063]

도 4는 본 발명의 실험예에 따른 안테나의 측정 및 시뮬레이션 방사 계수를 도시한다.

[0064]

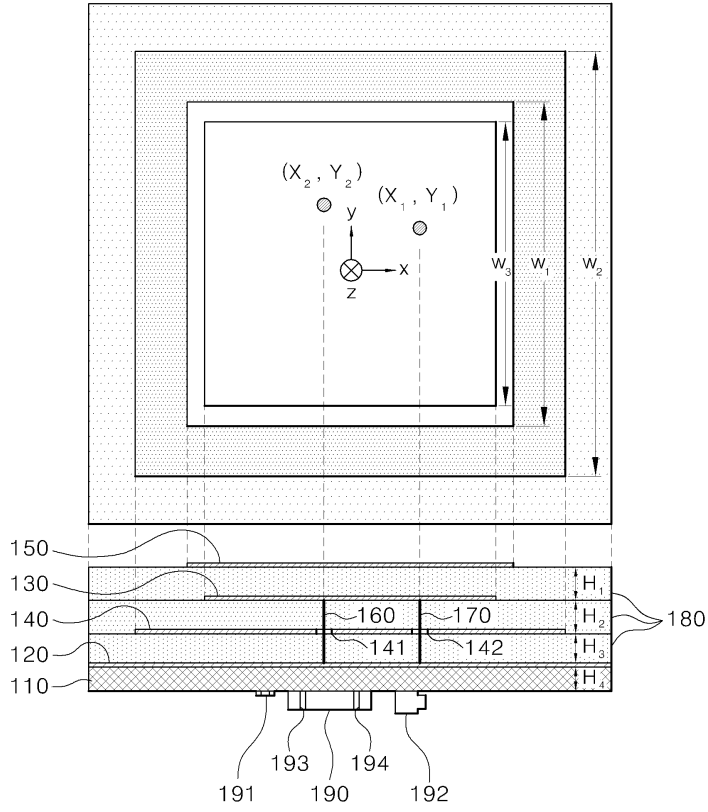
도 4에서, 성긴 파선은 이상적인 커플러의 경우에 시뮬레이션으로 예상되는 방사 계수($S_{c,ideal}$)를, 촘촘한 파선은 실제의 커플러의 경우에 시뮬레이션으로 예상되는 방사 계수($S_{c,meas}$)를 나타낸다. 도 4를 참조하면, 측정치와 시

시물레이션 값의 유사성을 실선을 통해 알 수 있다. 측정치는 수정된 산란 행렬을 사용하여 개선의 여지가 있다.

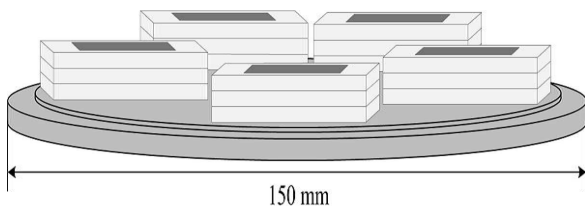
- [0065] 도 5는 주파수 함수로서 조준 중심방향(bore-sight)의 안테나 이득(gain of the antenna)의 측정치 및 시물레이션 값을 나타낸다.
- [0066] 도 5를 참조하면, 안테나가 L1 밴드에서는 0 dBic을, L2 밴드에서는 -1.8 dBic 을 가지는 것을 알 수 있다.
- [0067] 도 6은 시물레이션 값과 비교하여 방사 패턴의 측정치를 도시하는 방사 패턴 분포도이다. 여기서 실선은 측정치를 파선은 시물레이션 값을 나타낸다.
- [0068] 특히 도 6a는 본 발명의 실험예에 따른 ZX-평면에서의 L1 밴드 방사 패턴을 도시하고, 도 6b는 본 발명의 실험예에 따른 ZY-평면에서의 L1 밴드 방사 패턴을 도시한다.
- [0069] 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 1.5754 GHz 주파수에서 반전력 빔폭(HPBW)이 각각 117도 및 138도이 되는 ZX-평면 및 ZY-평면의 방사 패턴이 도시되어 있다.
- [0070] 도 6c는 본 발명의 실험예에 따른 ZX-평면에서의 L2 밴드 방사 패턴을, 도 6d는 ZY-평면에서의 L2 밴드 방사 패턴을 도시한다.
- [0071] 도 6c 및 도 6d를 참조하면, 주파수 1.2276 GHz 에서 반전력 빔폭이 각각 96도 및 112도임을 알 수 있다. 도 6c 및 도 6d를 참조하여 본 발명의 실시예를 관찰하면, 안테나는 두 개의 주파수 밴드에서 어떠한 심각한 이득 저하 또는 패턴 왜곡없이 90° 보다 큰 HPBW를 만족한다. 이는 CRPA 배열 응용에 있어서 상용에 적합하다.
- [0072] 도 7a는 본 발명의 실시예에 따른 최적화된 안테나의 등가 회로 모델의 회로도이다.
- [0073] 도 7a를 참조하면, 안테나의 작동 원리를 분석하고, 회로적 관점에서 본 발명의 듀얼 패치 구조를 설명하기 위해, 데이터 맞춤 방법(data fitting method)에 의해 하나의 등가 회로 모델에 관한 실시예를 통해 동일한 임피던스 응답을 얻을 수 있다. 상기 등가 모델 및 상세한 파라미터 값은 도 7a에 도시되어 있다. 도 7a에서 급전 패치(130), L1 패치 및 제2 방사 패치(150)를 나타내는 세 개의 회로는 비록 물리적으로는 분리되어 있어도, 상기 회로들은 유도 결합 계수(inductive coupling coefficient) K_1 또는 K_2 에 의해 상호 결합되어 있다. 여기서 Z_{in} 은 입력 임피던스(input impedance)이다.
- [0074] 도 7b는 본 발명의 실험예로서 등가 회로 모델의 입력 임피던스(input impedance)를 EM 시물레이션의 등가 임피던스와 비교하여 도시하고 있다.
- [0075] 도 7b를 참조하면, 실선은 실수부인 저항의 시물레이션 값을, 성긴 파선은 실수부인 등가 회로의 저항값을, 촘촘한 파선은 허수부인 리액턴스의 시물레이션 값을, 일점 쇄선은 허수부인 등가 회로의 리액턴스 값을 나타내는데, 등가 회로 모델의 입력 임피던스와 EM 시물레이션의 등가 임피던스는 대체로 서로 일치하는 것을 알 수 있다.
- [0076] 도 7c는 본 발명의 실험예로서 주파수 도메인에서 KVL에 의한 메쉬 방정식의 해법에 의해 계산되는 등가 회로 모델의 결합 계수를 EM 시물레이션의 결합 계수와 비교하여 도시하고 있다. 여기서 K_1 은 급전패치와 제1 방사 패치(140) 사이의 유도 결합 계수를, K_2 는 급전 패치(130)와 제2 방사 패치(150) 사이의 유도 결합 계수를 나타낸다.
- [0077] 예상대로, 제1 방사 패치(140)는 1.575 GHz 주파수에서 0.6의 K_1 값으로 급전 패치(130)와 강하게 결합되어 있고, 제2 방사 패치(150)는 급전패치와 1.2276 GHz 주파수에서 0.35의 K_2 값으로 결합되어 있다.
- [0078] 도 8은 필드 관점에서 안테나를 분석하기 위해, 각 밴드(L1 band 및 L2 band)에서 단면(Y=0)의 H-필드 분포를 나타낸다.
- [0079] 도 8을 참조하면, 등가 회로 모델에서 관찰되듯이, 1.575 GHz 주파수에서 제1 방사 패치(140), 급전 패치(130) 및 제2 방사 패치(150)에 강한 H-필드 분포가 존재하는 것을 확인할 수 있다. 또한, 급전 패치(130), 제2 방사 패치(150) 및 접지에 있어서 1.2276 GHz 주파수에서 강한 필드를 관찰할 수 있다.
- [0080] 이하 필드 테스트에 대해 설명한다.
- [0081] 안테나가 GPS 수신기와 기능적으로 어떻게 동작하는지 알아보기 위해, 본 발명의 하나의 실험예로서 GPS 위성으로부터 수신되는 L 밴드 GPS 신호의 SNR 값을 측정하기 위한 필드 테스트를 수행하였다.

도면

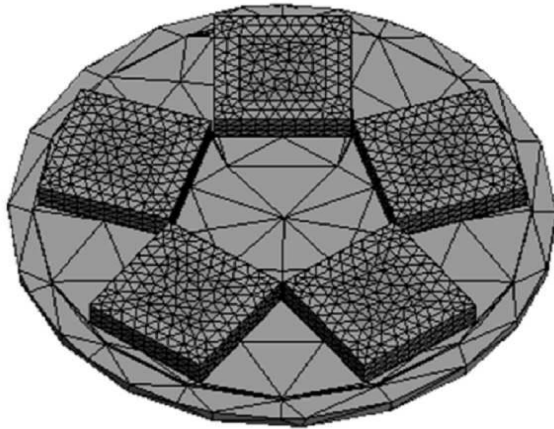
도면1a



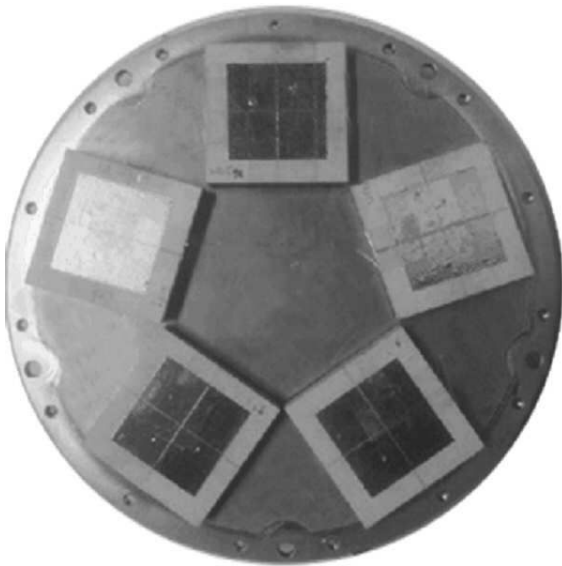
도면1b



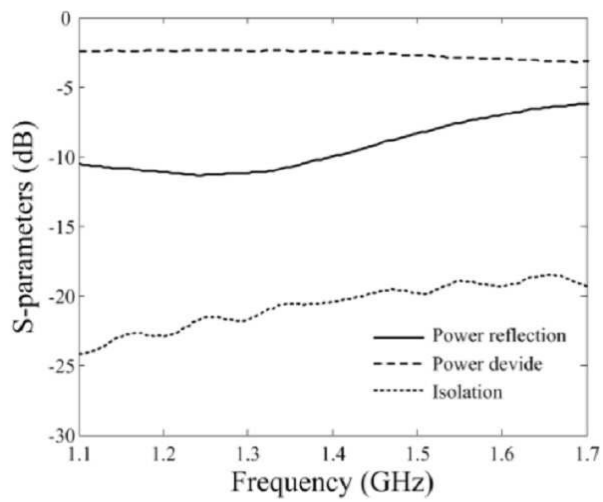
도면2a



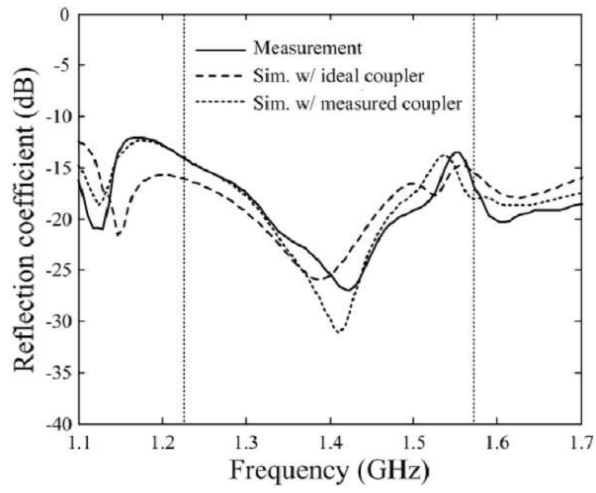
도면2b



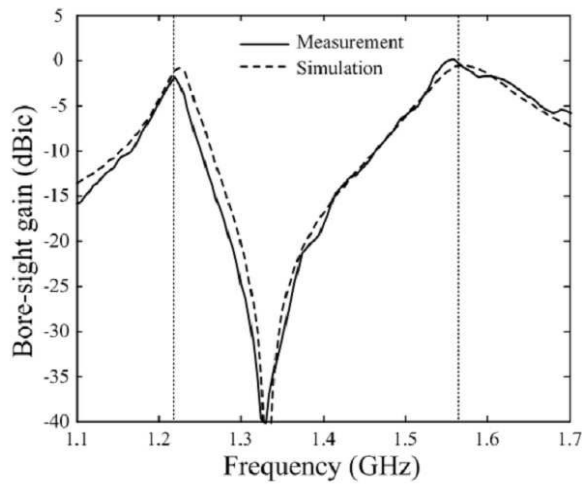
도면3



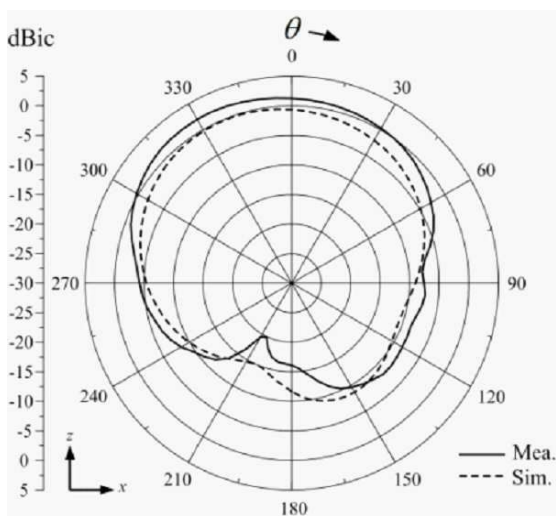
도면4



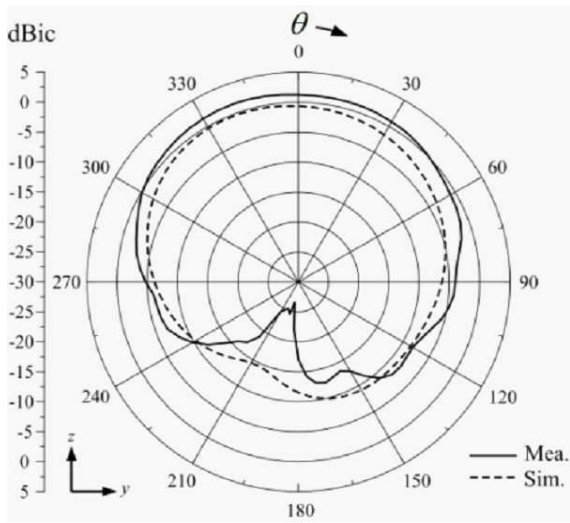
도면5



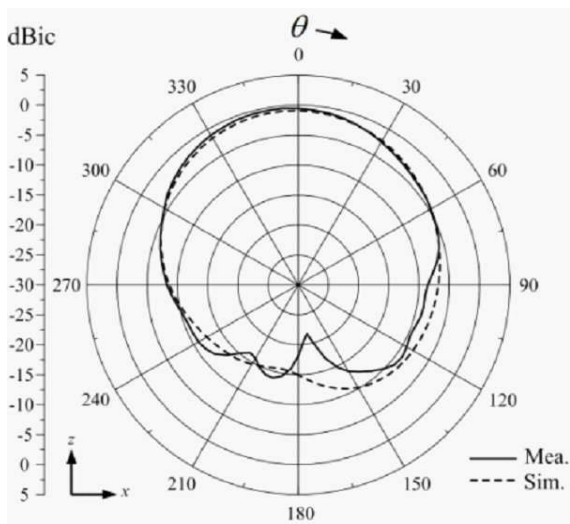
도면6a



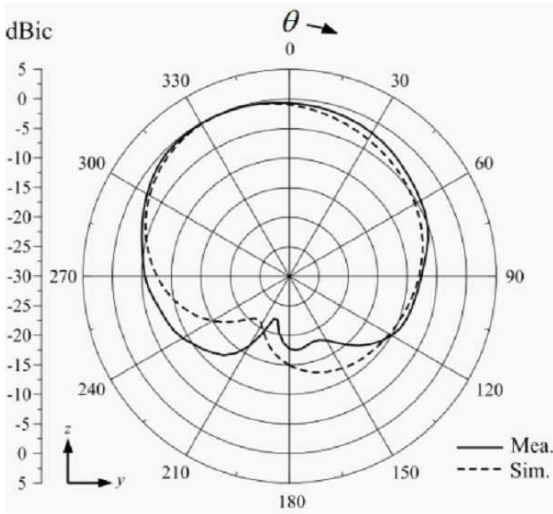
도면6b



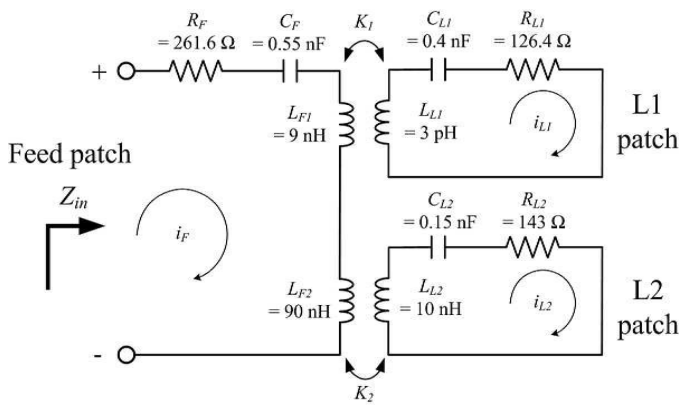
도면6c



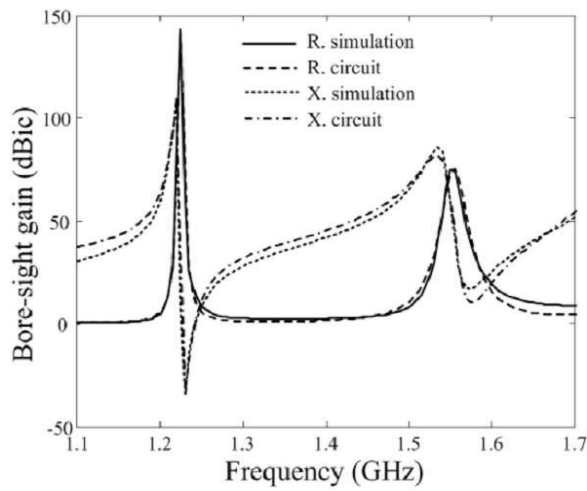
도면6d



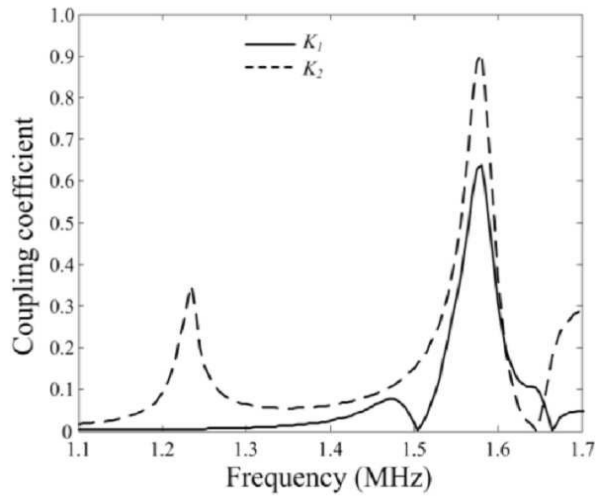
도면7a



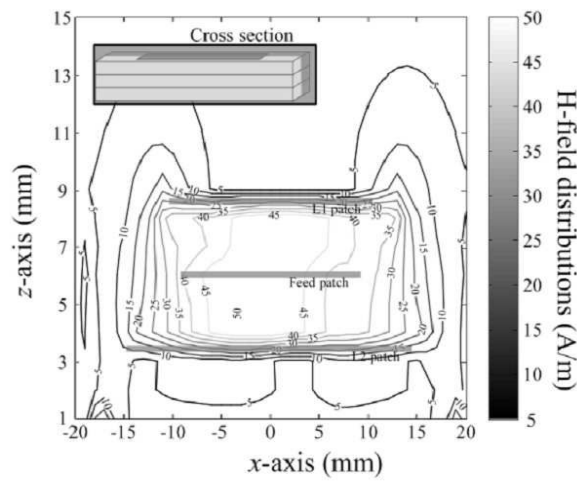
도면7b



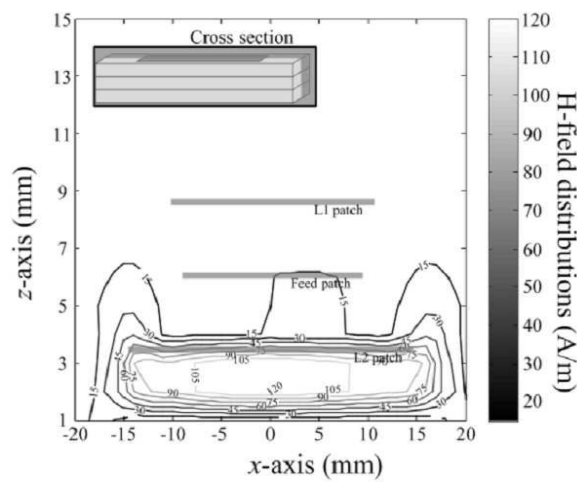
도면7c



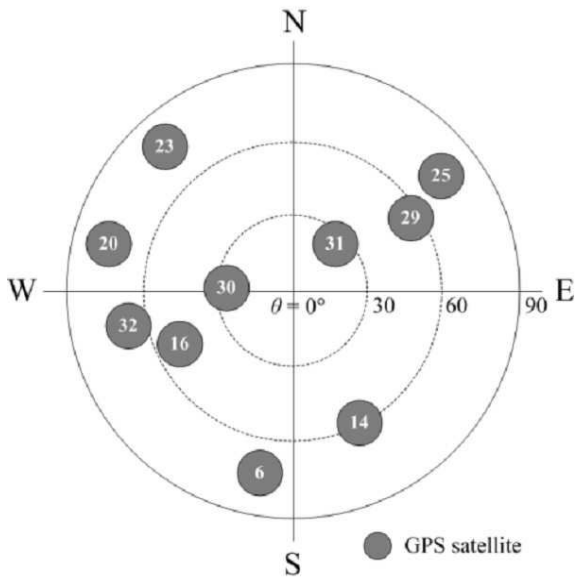
도면8a



도면8b



도면9a



도면9b

