

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국



(43) 국제공개일  
2009년 8월 27일 (27.08.2009)

PCT

(10) 국제공개번호  
WO 2009/104872 A2

- (51) 국제특허분류:  
H01Q 1/24 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2009/000520
- (22) 국제출원일: 2009년 2월 3일 (03.02.2009)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2008-0015244 2008년 2월 20일 (20.02.2008) KR
- (71) 출원인 (US 을(를) 제외한 모든 지정국에 대하여): 주식회사 이엠파블유안테나 (E.M.W. ANTENNA CO., LTD.) [KR/KR]; 서울시 금천구 가산동 459-24, 153-803 Seoul (KR). 포항공과대학교 산학협력단 (POHANG UNIV. OF SCIENCE INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION) [KR/KR]; 경상북도 포항시 남구 효자동 산 31 포항공과대학교내, 790-784 Gyeongbuk (KR).
- (72) 발명자; 결
- (75) 발명자/출원인 (US 에 한하여): 유명훈 (RYOU, Byung Hoon) [KR/KR]; 서울 서초구 방배동 1008-2 번지 레미안 방배 아트힐 109동 1403호, 137-060 Seoul (KR). 성원모 (SUNG, Won Mo) [KR/KR]; 경기도 시

흥시 정왕동 대림 4 단지 1303 동 401 호, 429-450 Gyeonggi-do (KR). 장경덕 (JANG, Kyung Duk) [KR/KR]; 대구 수성구 범물동 영남아파트 106 동 905 호, 706-100 Daegu (KR). 박위상 (PARK, Wee Sang) [KR/KR]; 경북 포항시 남구 지곡동 756 번지 교수숙소 4 동 1194 호, 790-834 Gyeongbuk (KR).

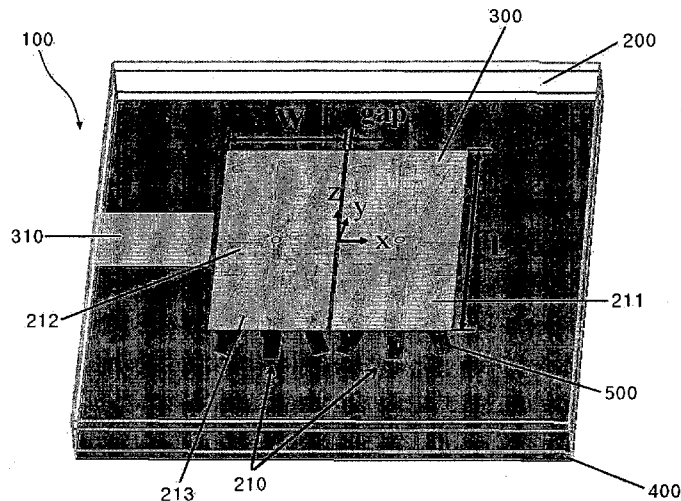
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 유럽 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METAMATERIAL ANTENNA USING A MAGNETO-DIELECTRIC MATERIAL

(54) 발명의 명칭: 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나

[Fig. 1]



(57) Abstract: The invention relates to the size reduction of an antenna using a magneto-dielectric material for a CRLH-TL (Composite Right/Left Handed Transmission Line) antenna. In particular, the invention provides a small and low profile metamaterial antenna attained by performing SRR (Split Ring Resonator) magnetization on a dielectric material and applying the magneto-dielectric material to the CRLH-TL antenna that is composed of patches and vias. Even further, the invention provides a metamaterial antenna using a magneto-dielectric material, the antenna comprising: a substrate which is made up of a magneto-dielectric material and which has an SRR structure inserted thereto; patches with a CRLH-TL structure formed at a predetermined distance above the substrate; and a ground plane formed at a predetermined distance below the substrate.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]



WO 2009/104872 A2



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, **공개:**  
TD, TG).

— 국제조사보고서 없이 공개하며 보고서 접수 후 이를  
별도 공개함 (규칙 48.2(g))

---

본 발명은 CRLH-TL 안테나에 자석 유전체(magneto-dielectric material)를 이용하여 안테나의 크기를 소형화하는 것에 관한 것으로 특히, 패치(patch)와 비아(via)를 이용하여 구현한 CRLH-TL 안테나에 SRR을 이용하여 유전체를 자화시켜 크기를 소형화하는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나를 제공할 수 있다. 보다 상세히, 본 발명은, SRR(Split Ring Resonator) 구조가 삽입되어 자석 유전체가 구현된 기판; 상기 기판과 소정 간격 이격되어 상부에 형성되는 CRLH-TL(Composite Right/Left Handed Transmission Line) 구조의 패치; 및 상기 기판과 소정 간격 이격되어 하부에 형성되는 접지를 포함하는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나를 제공한다.

## 명세서

### 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 CRLH-TL 안테나에 자석 유전체(magneto-dielectric material)를 이용하여 안테나의 크기를 소형화하는 것에 관한 것으로 특히, 패치(patch)와 비아(via)를 이용하여 구현한 CRLH-TL 안테나에 SRR을 이용하여 유전체를 자화시켜 크기를 소형화하는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 최근 메타머티리얼(metamaterial)을 이용하여 안테나를 설계하는 연구가 급증하고 있다. 메타머티리얼이란 특정 단위 구조를 주기적으로 배열하여 자연계에 존재하지 않는 전자기적 성질을 가지는 물질을 나타낸다.
- [3] 여러 종류의 메타머티리얼 중 유전율과 투자율의 값을 임의로 조정할 수 있는 메타머티리얼이 많은 관심을 받고 있다. 대표적으로 Negative Refractive Index(NRI), Left-Handed Material(LHM)라 불리는 물질은 유효 유전율과 투자율이 모두 음의 값을 가지는 물질로 전기장, 자기장, 전파 진행 방향이 왼손 법칙을 따른다. 이러한 메타머티리얼의 특징을 안테나에 적용하여 안테나의 성능을 향상시킬 수 있다.
- [4] 안테나에 응용되는 메타머티리얼 구조는 Composite Right/Left Handed Transmission Line(CRLH-TL) 구조가 대표적이다. 이 구조의 특징 중 하나인 0차 공진 모드는 전파 상수가 0이 되는 공진 모드로 파장이 무한대가 되고 전파 전송에 따른 위상지연이 발생하지 않는다. 이 모드의 공진 주파수는 CRLH-TL 구조의 파라미터들이 결정을 하므로 안테나의 길이에 의존하지 않아 안테나의 소형화에 매우 유리하다.
- [5] 물론 1차 공진 모드를 이용하여 안테나를 만들 수도 있는데, 이는 일반적인 패치 안테나와 동일한 방사 패턴을 가지면서 공진 주파수는 매우 낮게 설계될 수 있다.
- [6] 최근 들어서는 투자율을 증가시킬 수 있는 자석 유전체에 관한 관심이 증가하고 있다. 안테나의 크기를 소형화시키는 전통적인 방법으로 고유전율의 기판을 사용하는 방법이 있다. 하지만 고유전율의 기판에 에너지가 갇히게 되어 안테나의 효율이 낮아지고 대역폭이 좁아지는 등의 부작용도 가지고 있다. 반면, 투자율이 높은 기판을 사용하였을 경우는 이러한 문제를 해결할 수 있음과 동시에 안테나의 소형화도 이룰 수 있다.
- [7] 자석 유전체를 만들기 위해서는 외부에 인가되는 자기장(magnetic field)에 응답하는 금속 구조물을 일반 기판에 삽입하여 구현한다. 주로 이용되는 구조는

Split Ring Resonator(SRR)로서, 외부 자계에 의해 SRR에 전류가 유기되고 그에 의해 자계가 생성됨으로써 외부자계와 상응하여 투자율에 변화를 주게 된다. 투자율은 공진하는 특성을 보이는데, 공진 주파수 아래 대역에서는 투자율 값이 1보다 크게 되고 공진 주파수에서 플라즈마(plasma) 주파수 사이에서는 음의 투자율 값을 가지며 플라즈마 주파수 이상에서는 1보다 작은 양의 값을 가진다. 자석 유전체로 사용되는 대역은 공진 주파수 이하 영역이다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [8] 상기 문제점을 해결하기 위하여 안출된 본 발명은 CRLH-TL 안테나에 자석 유전체(magneto-dielectric material)를 이용하여 안테나의 크기를 소형화하는 것에 관한 것으로 특히, 패치(patch)와 비아(via)를 이용하여 구현한 CRLH-TL 안테나에 SRR을 이용하여 유전체를 자화시켜 크기를 소형화하는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 기술적 해결방법

- [9] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, SRR(Split Ring Resonator) 구조가 삽입되어 자석 유전체가 구현된 기판; 상기 기판과 소정 간격 이격되어 상부에 형성되는 CRLH-TL(Composite Right/Left Handed Transmission Line) 구조의 패치; 및 상기 기판과 소정 간격 이격되어 하부에 형성되는 접지를 포함하는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나를 제공한다.
- [10] 바람직하게는, 상기 기판, 패치 및 접지는 비아를 통하여 상호 연결되는 자석 유전체를 이용한다.
- [11] 또한, 상기 기판은 2개의 유닛 셀로 이루어진 SRR 구조를 포함하며, 상기 SRR 구조의 한 유닛 셀은 8개의 SRR이 방사상으로 배치되어 형성된다.
- [12] 또한, 상기 SRR 구조의 한 유닛 셀은 상대적으로 길이가 긴 제 1 SRR 6개가 상기 기판(200)의 세로 방향으로 방사형으로 배치되고, 길이가 짧은 제 2 SRR이 가로로 배치되며, 상기 제 1 및 제 2 SRR은 기판의 위 아래면에 상호 마주보도록 형성된다.
- [13] 또한, 기판의 위 아래면에 상호 마주보도록 형성되는 상기 제 1 및 제 2 SRR의 양 말단은 기판을 관통하는 비아를 통하여 연결된다.
- [14] 또한, 상기 기판의 아랫면에 형성되는 제 1 및 제 2 SRR의 중앙부에는 슬롯이 형성된다.
- [15] 또한, 상기 패치는 2개의 유닛 셀(unit-cell)로 이루어진 CRLH-TL 구조의 안테나이다.
- [16] 또한, 상기 패치는 급전선(feed line)인 마이크로스트립 라인과 소정 간격 이격되어 커플급전된다.
- [17] 또한, 본 발명은 상기 메타머티리얼 안테나를 포함하는 무선통신단말기를 제공한다.

## 유리한 효과

- [18] 이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명은 CRLH-TL 안테나에 자석 유전체(magneto-dielectric material)를 이용하여 안테나의 크기를 소형화하는 것에 관한 것으로 특히, 패치(patch)와 비아(via)를 이용하여 구현한 CRLH-TL 안테나에 SRR을 이용하여 유전체를 자화시켜 크기를 소형화하는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나를 제공할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

- [19] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나를 도시한 도면.
- [20] 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 자석 유전체로 이루어진 기판을 도시한 도면.
- [21] 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 SRR 구조를 도시한 도면.
- [22] 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 안테나에서의 자계의 생성 방향을 나타낸 도면.
- [23] 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 제 1 SRR의 주파수에 따른 투자율 변화를 나타낸 도면.
- [24] 도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 제 2 SRR의 주파수에 따른 투자율 변화를 나타낸 도면.
- [25] 도 7은 SRR 사용 유무에 따른 반사손실을 비교한 그래프.
- [26] 도 8은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 0차 공진 모드에서 SRR의 표면 전류(surface current)를 표시한 도면.
- [27] 도 9는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 안테나에 생성된 자계 방향을 나타낸 도면.
- [28] 도 10은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 SRR 구조를 사용하여 실제 제작된 안테나를 나타낸 사진.
- [29] 도 11은 실제 제작된 안테나의 측정된 반사 손실과 시뮬레이션된 반사 손실을 나타낸 그래프.
- [30] 도 12는 실제 제작된 안테나의 측정된 방사패턴을 나타낸 도면.

## 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [31] 본 발명과 본 발명의 동작성의 이점 및 본 발명의 실시예에 의하여 달성되는 목적을 충분히 이해하기 위해서는 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 첨부 도면 및 첨부 도면에 기재된 내용을 참조하여야만 한다.
- [32] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예를 설명함으로써, 본 발명을 상세히 설명한다. 각 도면에 제시된 동일한 참조부호는 동일한 부재를 나타낸다.
- [33] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나를 도시한 도면이다.

- [34] 도 1을 참조하면, 본 발명의 CRLH-TL 구조의 메타머티리얼 안테나(100)는 SRR(Split Ring Resonator) 구조(210)를 이용하여 구현된 자석 유전체를 기판(200)으로 하여 상기 기판(200) 상에 패치(300)가 형성된다.
- [35] 보다 상세히, 상기 메타머티리얼 안테나(100)는 3개의 층으로 이루어지며, 최상층의 윗면에 패치(300)가 형성되고, 중간층에는 기판(200)의 위아래 양면을 이용하여 SRR 구조(210)가 구현된다. 최하층은 접지(400)로 동작하며, 상기 3개의 층은 비아(500)로 연결된다.
- [36] 상기 패치(300)는 2개의 유닛 셀(unit-cell)로 구현된 CRLH-TL 안테나이며 상기 패치(300)의 하단부에는 한 유닛 셀 당 8개의 SRR(211, 212)로 SRR 구조(210)가 형성되어 유전체를 자화시키며, 상기 유전체를 기판(200)으로 사용한다.
- [37] 상기 메타머티리얼 안테나(100)의 크기는  $L = 25 \text{ mm}$ ,  $W = 12.4 \text{ mm}$ ,  $\text{gap} = 0.2 \text{ mm}$  이고 사용된 비아의 반경은  $0.3 \text{ mm}$  이다. 기판은 Rogers RT/duroid 5880 기판을 사용하였으며 위아래 기판의 두께는  $1.55 \text{ mm}$  (62 mil), 중간 기판의 두께는  $0.508 \text{ mm}$  (20 mil)이고, 크기는 가로 세로  $55 \text{ mm}$ 이다. 안테나의 급전은 너비  $8 \text{ mm}$  인 마이크로스트립 라인(microstrip line; 310)으로 이루어진다.
- [38] 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 자석 유전체로 이루어진 기판을 도시한 도면이고, 도 3은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 SRR 구조를 도시한 도면이다.
- [39] 도 2 및 도 3을 참조하면, 상기 SRR 구조(210)는 상대적으로 길이가 긴 제 1 SRR(211)과 길이가 짧은 제 2 SRR(212)로 구성되며, 상기 제 1 SRR(211) 6개가 상기 기판(200)의 세로 방향으로 방사형으로 놓여 있고, 상기 제 2 SRR(212)이 가로로 배치된다. 도 3의 (a)는 제 1 SRR(211)을 (b)는 제 2 SRR(212)의 구조를 나타낸다.
- [40] 상기 제 1 및 제 2 SRR(211, 212)는 기판의 위 아래면에 대칭되도록 형성되며, 기판을 중심으로 마주보는 각 SRR(211, 212)의 양 말단은 기판을 관통하는 비아(500)를 통하여 연결된다.
- [41] 한편, 상기 기판의 아랫면에 형성되는 제 1 및 제 2 SRR(211, 212)의 중앙부에는 슬롯(slot; 213)이 형성된다.
- [42] 상기 SRR의 크기는  $L_{\text{large\_srr}} = 11 \text{ mm}$ ,  $L_{\text{small\_srr}} = 4.5 \text{ mm}$ ,  $w_{\text{srr}} = 2 \text{ mm}$ ,  $\text{gap\_srr} = 0.2 \text{ mm}$ ,  $h_{\text{srr}} = 1.55 \text{ mm}$ ,  $\text{via\_r} = 0.3 \text{ mm}$ 이다.
- [43] 도 4는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 안테나에서의 자계의 생성 방향을 나타낸 도면이다.
- [44] 상기 SRR 구조(210)가 자계에 응답을 하기 위해서는 SRR 구조(210)와 자계 방향이 수직으로 놓일 필요가 있다.
- [45] 도 4를 참조하면, 패치(300)와 비아(500)를 이용하여 구현한 CRLH-TL 메타머티리얼 안테나(100)는 자계가 비아(500)를 중심으로 회전하는 방향으로 형성된다. 따라서 상기 제 1 및 제 2 SRR(211, 212)을 비아(500)를 중심으로 방사형으로 배치를 하는 것이 효과적이다.

- [46] 시뮬레이션을 통해 상기 SRR의 동작 특성을 살펴보았다. 시뮬레이션에는 CST Microwave Studio 2006B가 사용되었다.
- [47] 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 제 1 SRR의 주파수에 따른 투자율 변화를 나타낸 도면이다.
- [48] 도 5를 참조하면, 제 1 SRR(211)은 4.37 GHz에서 공진 특성을 보였다. 이보다 낮은 주파수에서는 투자율의 값이 1보다 크게 되고 높은 주파수에서는 투자율이 음수가 되었다가 1보다 작은 양수로 바뀌는 것을 확인할 수 있었다. 자석 유전체로 이용되는 주파수 범위는 SRR의 공진 주파수보다 낮은 주파수 대역으로 이대역에서의 투자율 값은 1보다 크다.
- [49] 도 6은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 제 2 SRR의 주파수에 따른 투자율 변화를 나타낸 도면이다.
- [50] 도 6을 참조하면, 상기 제 2 SRR(212)은 7.91 GHz에서 공진 특성을 나타내었으며 투자율의 변화양상은 상기 제 1 SRR(211)과 동일하다.
- [51] CRLH-TL 안테나에 SRR을 사용하지 않은 경우와 사용한 경우에 대하여 안테나의 공진 주파수 변화를 살펴보았다. 급전선(feed line)인 마이크로스트립 라인(310)과 패치(300) 사이는 0.3 mm의 간격을 두어 커플 급전하였다.
- [52] 표 1

SRR 유무	$f_{-1}$ (GHz)	$f_0$ (GHz)
무	1.4224	2.0604
유	1.3209	1.5674

- [53] 위 표 1을 보면 SRR을 사용한 경우가 사용하지 않은 경우에 대하여 0차 공진 주파수와 -1차 공진 주파수 모두 주파수 감소 효과를 얻을 수 있음을 알 수 있다. 0차 공진 모드인 경우 23.9%의 주파수 감소 효과를 얻을 수 있었다. 이때의 안테나 크기는 SRR을 사용하지 않은 경우  $0.1717 \lambda_0 \times 0.1717 \lambda_0 \times 0.0176 \lambda_0$  ( $\lambda_0$ : 자유공간에서의 파장)이고, SRR을 이용한 안테나의 크기는  $0.1306 \lambda_0 \times 0.1306 \lambda_0 \times 0.0134 \lambda_0$ 로서 약 42.14%의 면적 감소 효과를 얻을 수 있었다.
- [54] 도 7은 SRR 사용 유무에 따른 반사손실을 비교한 그래프이다.
- [55] 도 8은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 0차 공진 모드에서 SRR의 표면 전류(surface current)를 표시한 도면이다.
- [56] 도 8을 참조하면, (a)는 위에서 아래로 내려다 보았을 때 SRR의 윗면에 흐르는 전류의 모습이고, (b)는 아래에서 위로 올려다 보았을 때 SRR의 아랫면에 흐르는 전류의 모습이다. 비아(500)의 전류는 패치에서 접지(400) 방향으로 향하고 있으므로 자계의 방향은 위에서 내려다 보았을 때 도 9에서와 같이 시계방향이다. 이때, SRR에 흐르는 전류의 방향을 보면 SRR에 의해 생기는

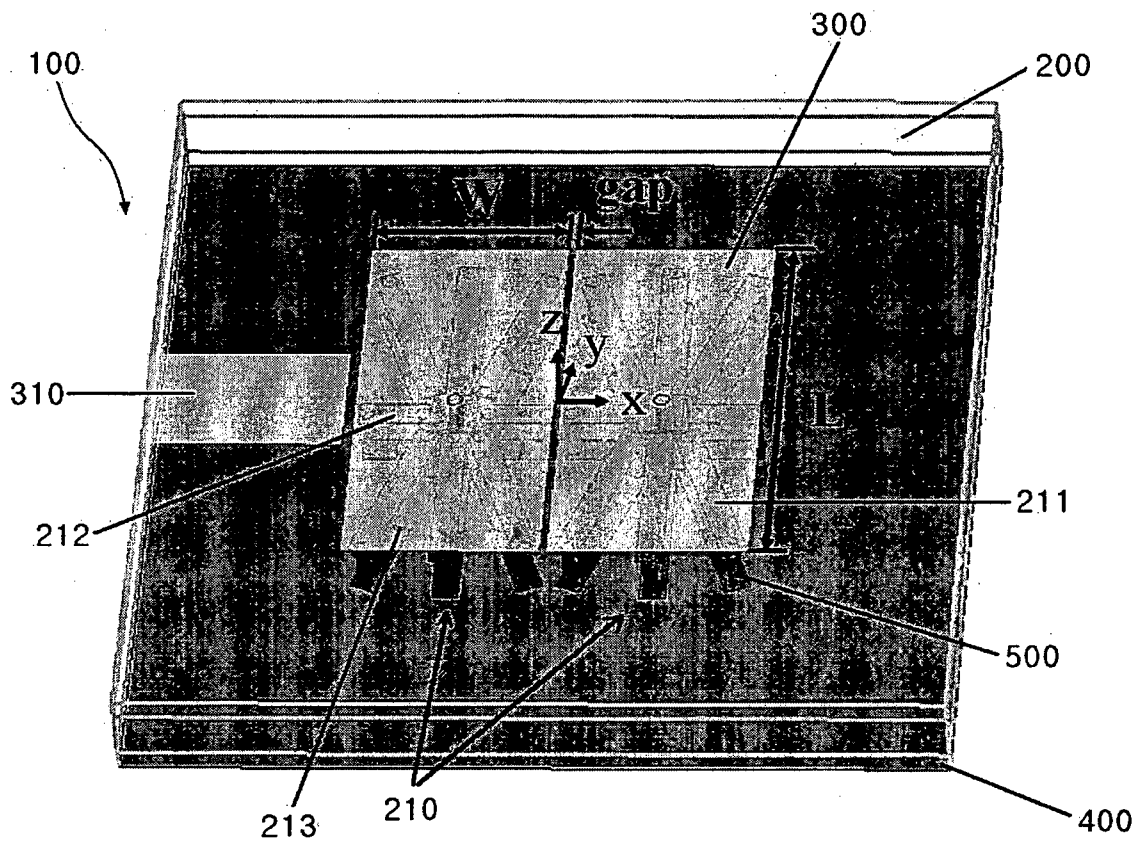
자계의 방향이 비아(500)에 의한 자계와 동일한 방향이 되리라는 것을 알 수가 있다. 따라서 강화된 자계에 의하여 투자율이 증가하게 되고 안테나의 공진 주파수가 감소하게 된다.

- [57] 도 10은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따라 SRR 구조를 사용하여 실제 제작된 안테나를 나타낸 사진이다.
- [58] 도 10을 참조하면, 급전선(feed line)과 패치(300) 사이의 간격을 0.5 mm로 조절하여 안테나의 매칭을 이루었다.
- [59] 도 11은 실제 제작된 안테나의 측정된 반사 손실과 시뮬레이션된 반사 손실을 나타낸 그래프이다.
- [60] 도 11을 참조하면, 시뮬레이션 결과와 측정된 반사 손실 사이에는 일부 차이가 있으나, 이는 안테나의 제작과정에서 생기는 오차로 볼 수가 있다. 안테나 제작 시 위아래로 평면형인 SRR 구조로 인하여 비아(500) 부분이 조금 튀어나오게 되고 따라서 기판(200) 사이에 공극이 조금 발생하게 된다. 이러한 공극에 의한 오차 때문에 반사손실에서 주파수 대역의 오차가 생긴 것이라 판단된다. 측정된 안테나의 대역폭은 1.883 ~ 1.892 GHz (0.48 %) 이다.
- [61] 도 12는 실제 제작된 안테나의 측정된 방사패턴을 나타낸 도면이다.
- [62] 도 12를 참조하면, (a)는 x-z 평면에서의 E-plane (b)는 x-y 평면에서의 H-plane을 나타낸다.
- [63] 위 방사패턴은 0차 공진 모드 안테나의 방사패턴인 모노폴 방사패턴을 나타낸다. 측정된 안테나의 gain은 0.534 dBi 이고 효율은 51.7 % 이다.
- [64] 본 발명은 도면에 도시된 일 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 본 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 등록청구범위의 기술적 사상에 의해 정해져야 할 것이다.
- [65]
- [66]

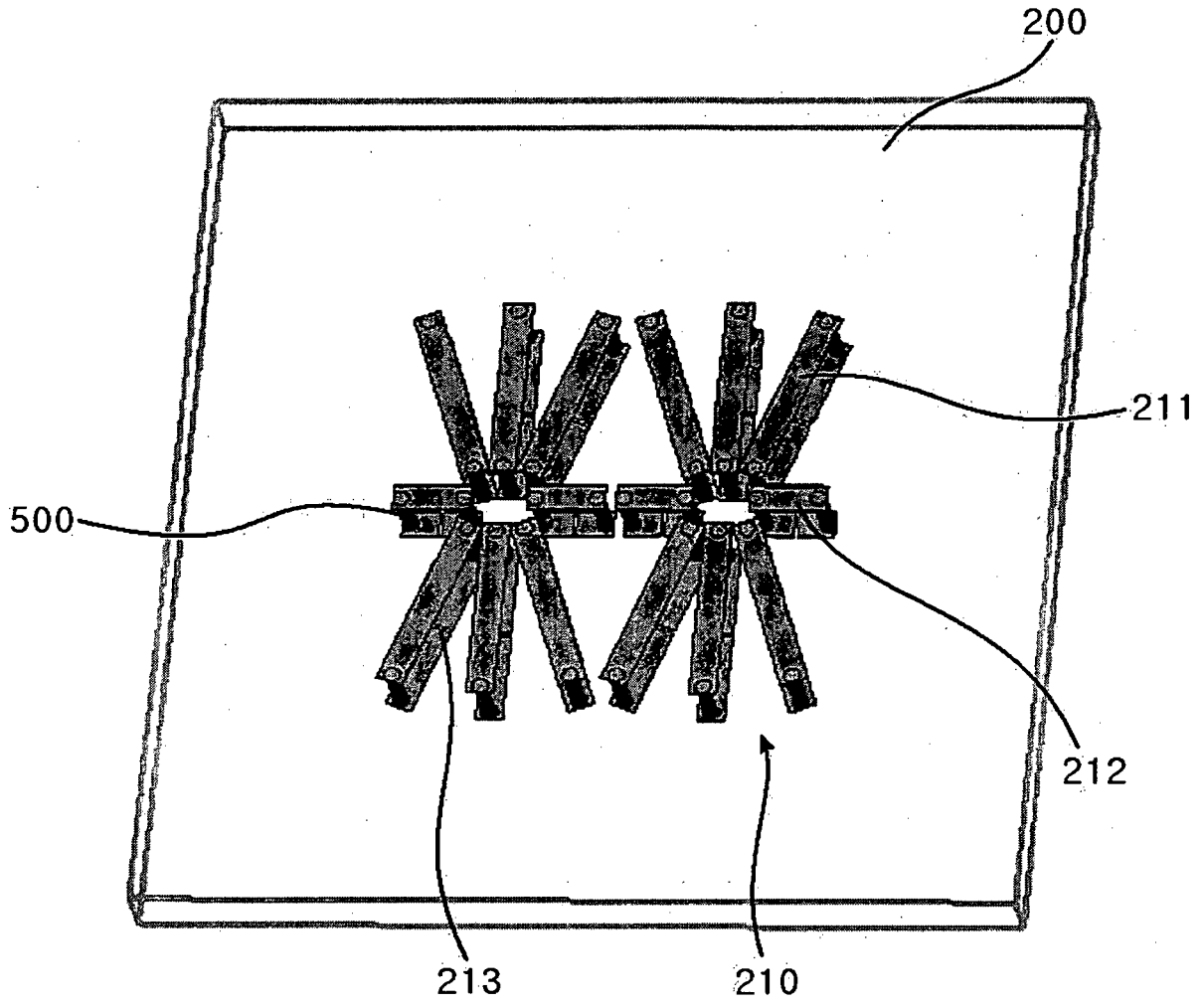
## 청구범위

- [1] SRR(Split Ring Resonator) 구조가 삽입되어 자석 유전체가 구현된 기판; 상기 기판과 소정 간격 이격되어 상부에 형성되는 CRLH-TL(Composite Right/Left Handed Transmission Line) 구조의 패치; 및 상기 기판과 소정 간격 이격되어 하부에 형성되는 접지를 포함하는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나.
- [2] 제 1항에 있어서, 상기 기판, 패치 및 접지는 비아를 통하여 상호 연결되는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나.
- [3] 제 1항에 있어서, 상기 기판은 2개의 유닛 셀로 이루어진 SRR 구조를 포함하며, 상기 SRR 구조의 한 유닛 셀은 8개의 SRR이 방사상으로 배치되어 형성되는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나.
- [4] 제 3항에 있어서, 상기 SRR 구조의 한 유닛 셀은 상대적으로 길이가 긴 제 1 SRR 6개가 상기 기판(200)의 세로 방향으로 방사형으로 배치되고, 길이가 짧은 제 2 SRR이 가로로 배치되며, 상기 제 1 및 제 2 SRR은 기판의 위 아래면에 상호 마주보도록 형성되는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나.
- [5] 제 4항에 있어서, 기판의 위 아래면에 상호 마주보도록 형성되는 상기 제 1 및 제 2 SRR의 양 말단은 기판을 관통하는 비아를 통하여 연결되는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나.
- [6] 제 4항에 있어서, 상기 기판의 아랫면에 형성되는 제 1 및 제 2 SRR의 중앙부에는 슬롯이 형성되는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나.
- [7] 제 1항에 있어서, 상기 패치는 2개의 유닛 셀(unit-cell)로 이루어진 CRLH-TL 구조의 안테나인 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나.
- [8] 제 1항에 있어서, 상기 패치는 급전선(feed line)인 마이크로스트립 라인과 소정 간격 이격되어 커플급전되는 자석 유전체를 이용한 메타머티리얼 안테나.
- [9] 제 1항 내지 제 8항 중 어느 한 항의 메타머티리얼 안테나를 포함하는 무선통신단말기.

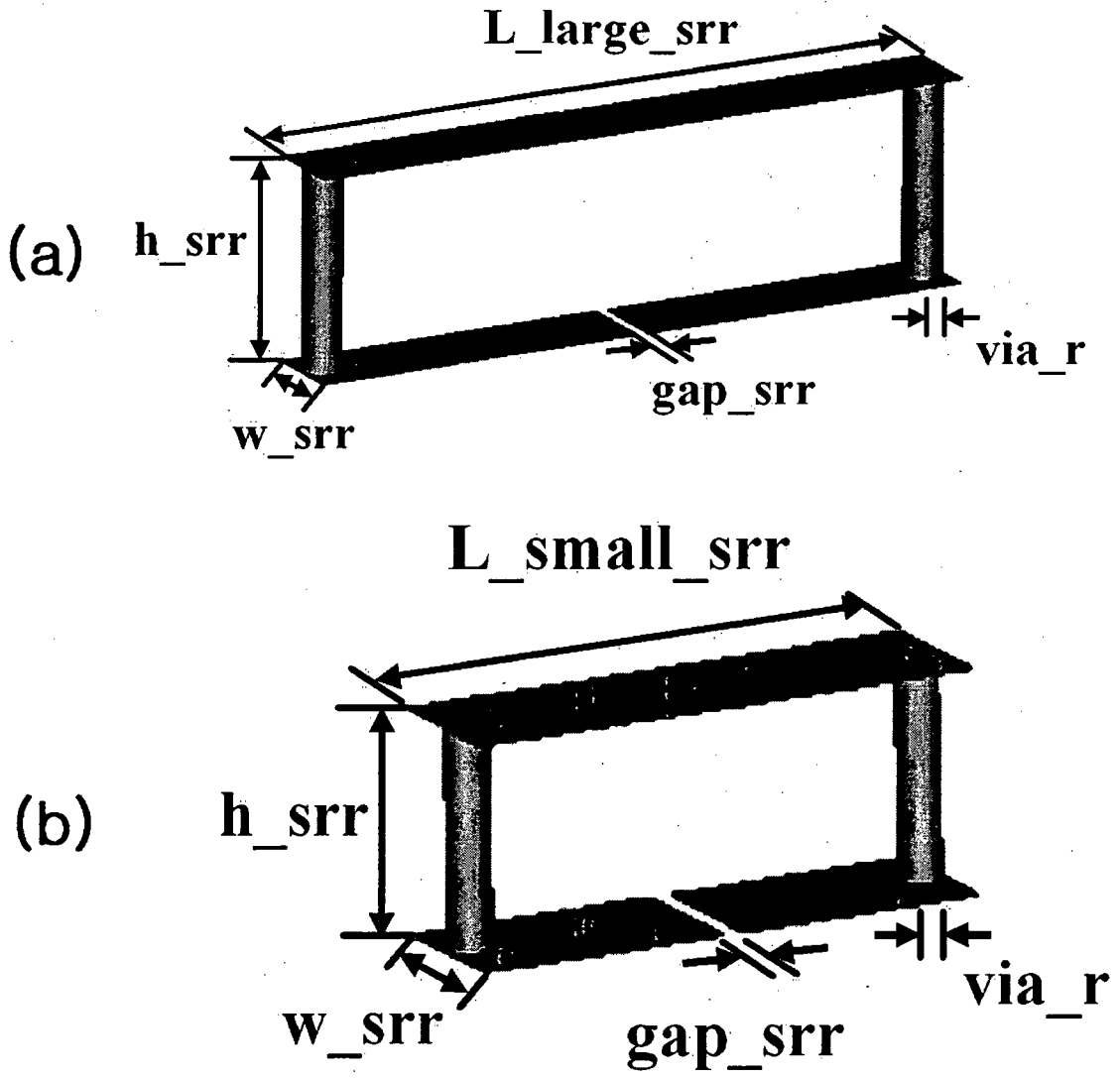
[Fig. 1]



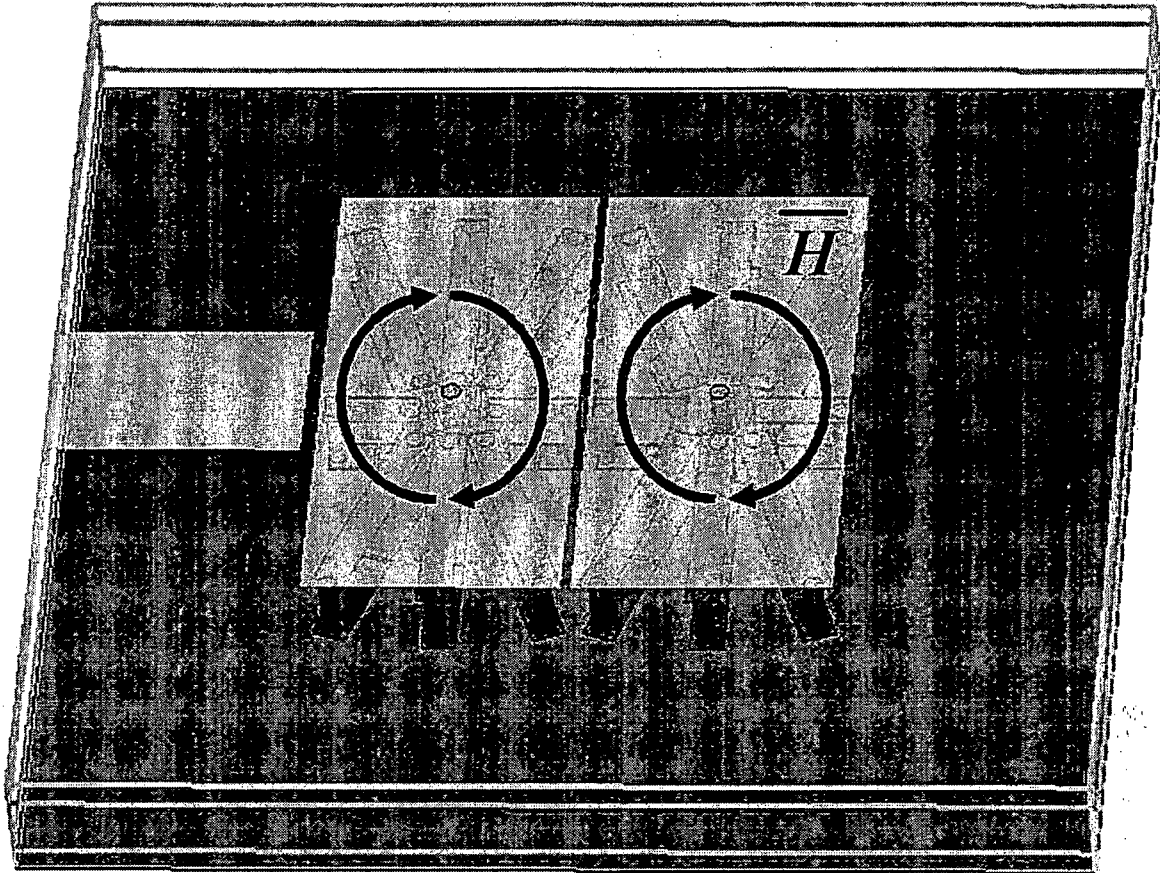
[Fig. 2]



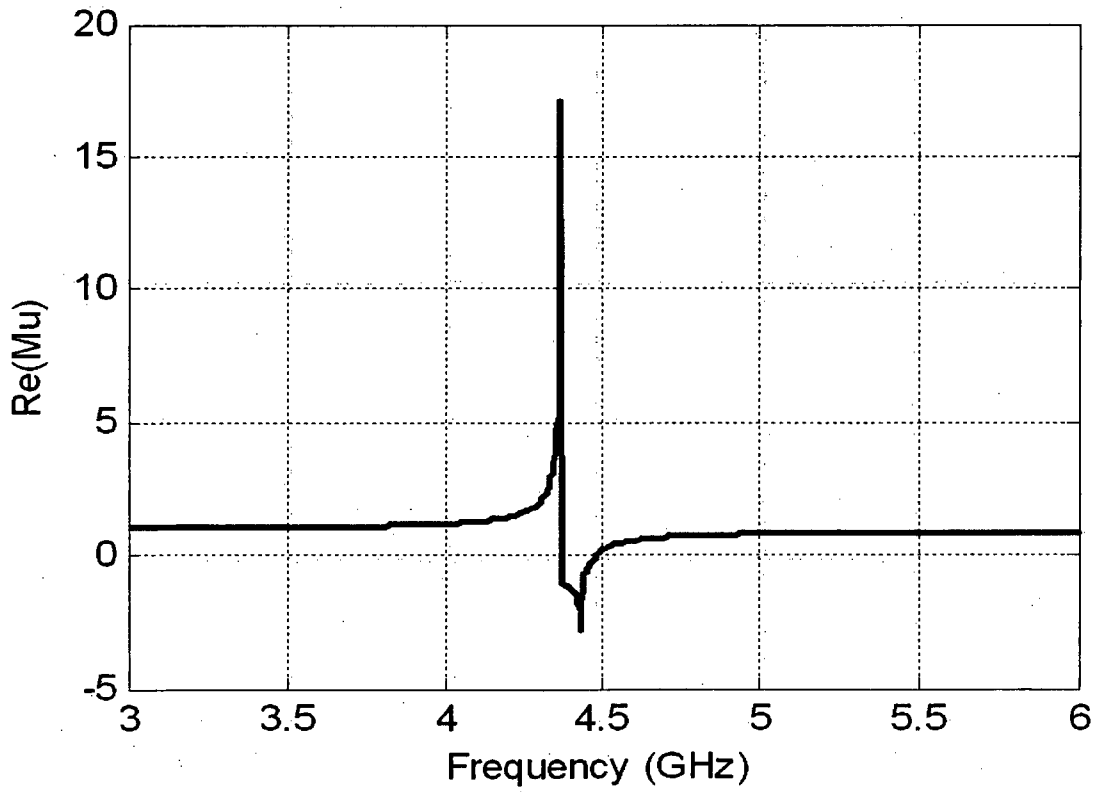
[Fig. 3]



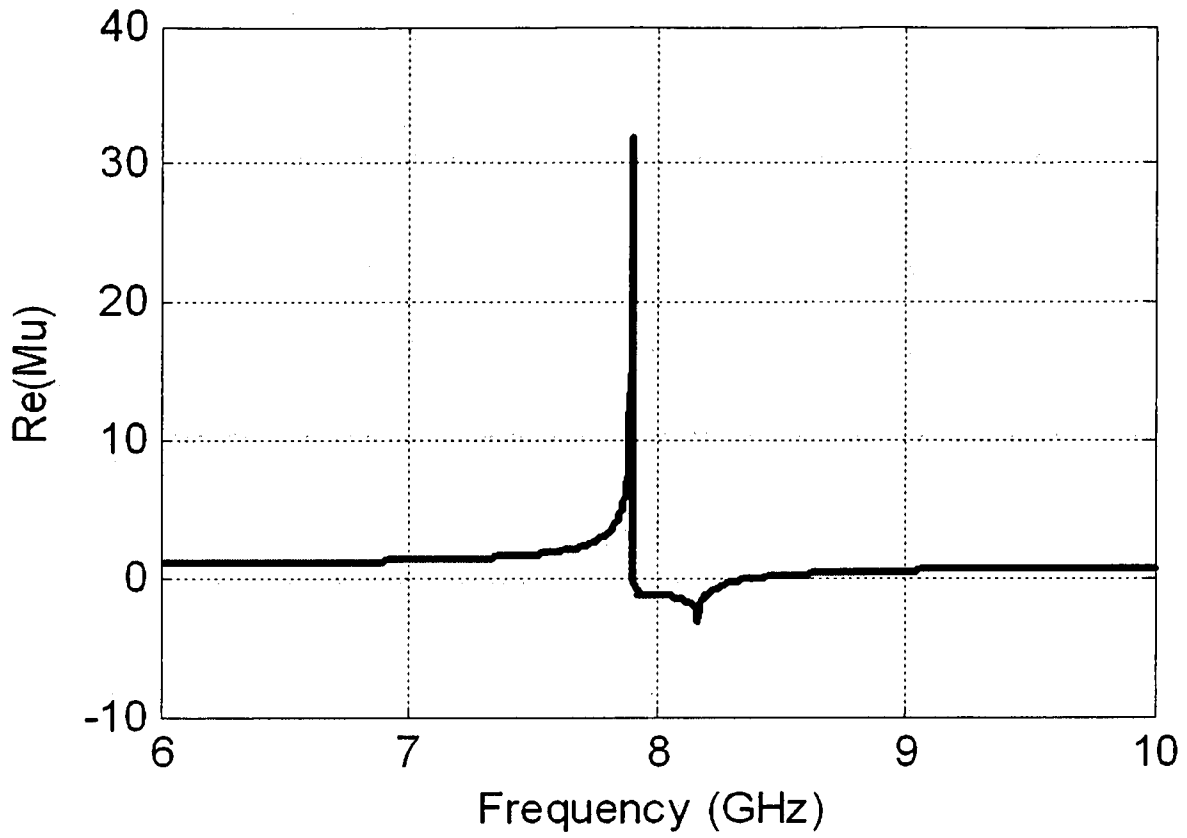
[Fig. 4]



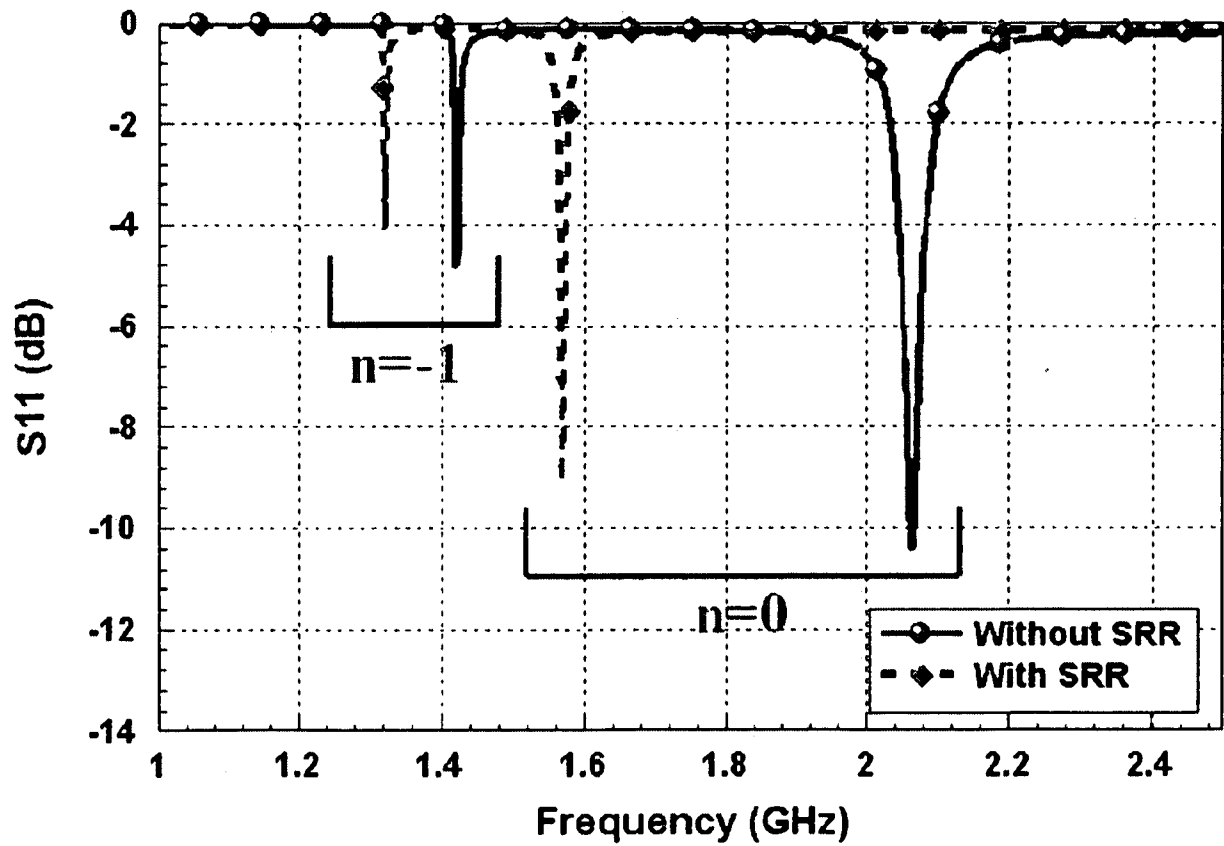
[Fig. 5]



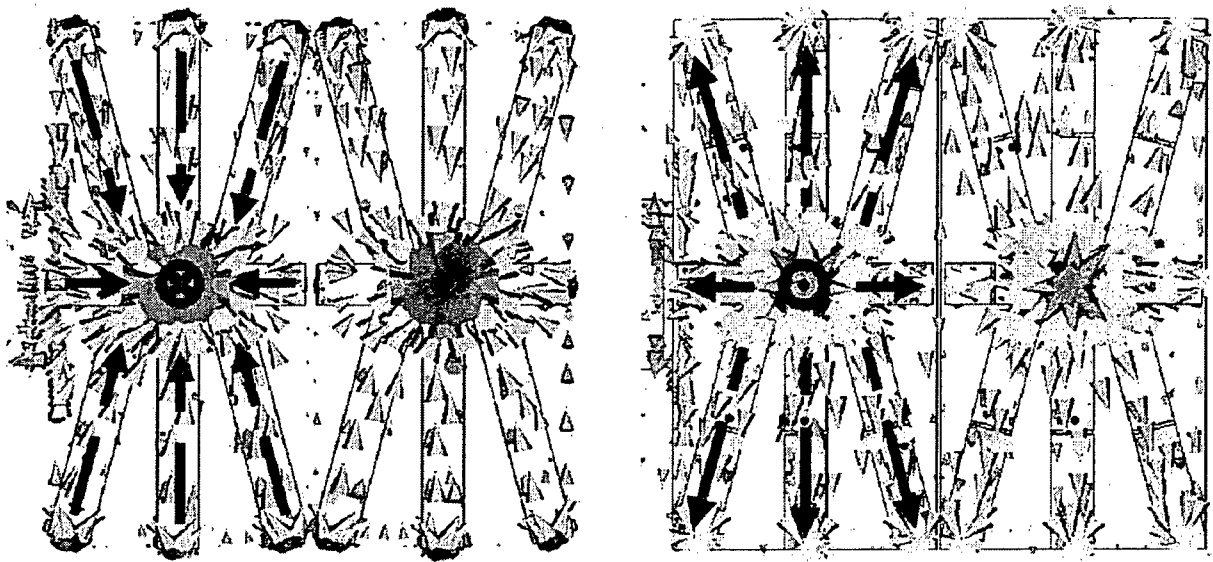
[Fig. 6]



[Fig. 7]



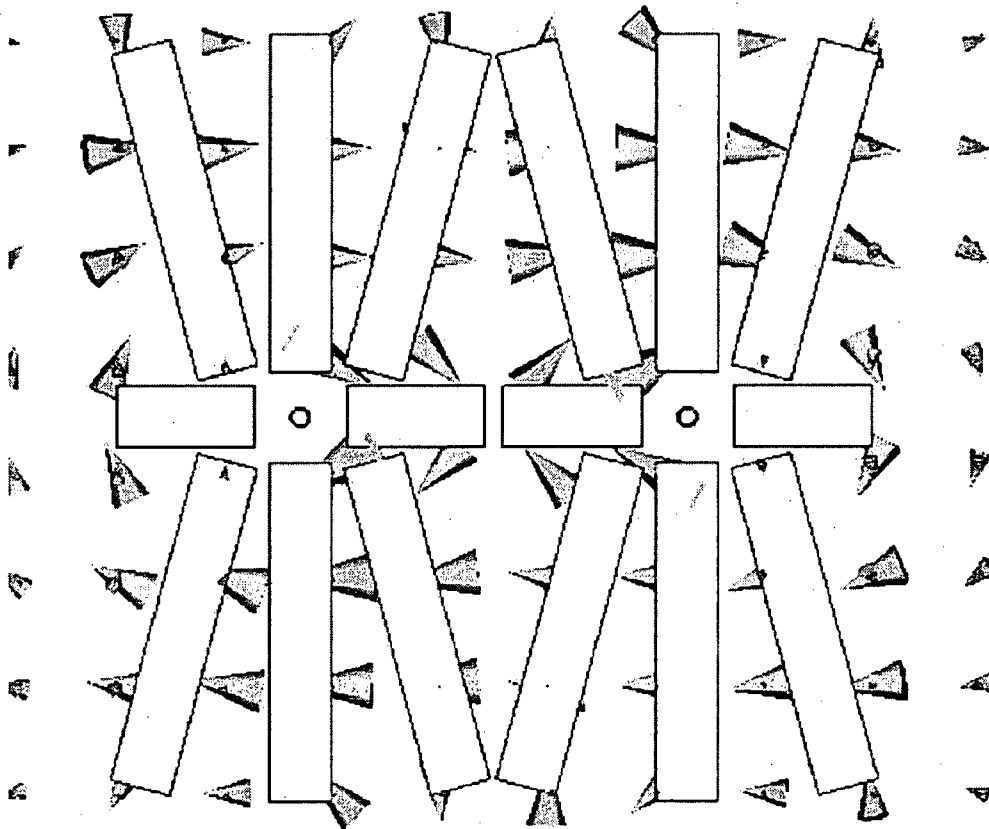
[Fig. 8]



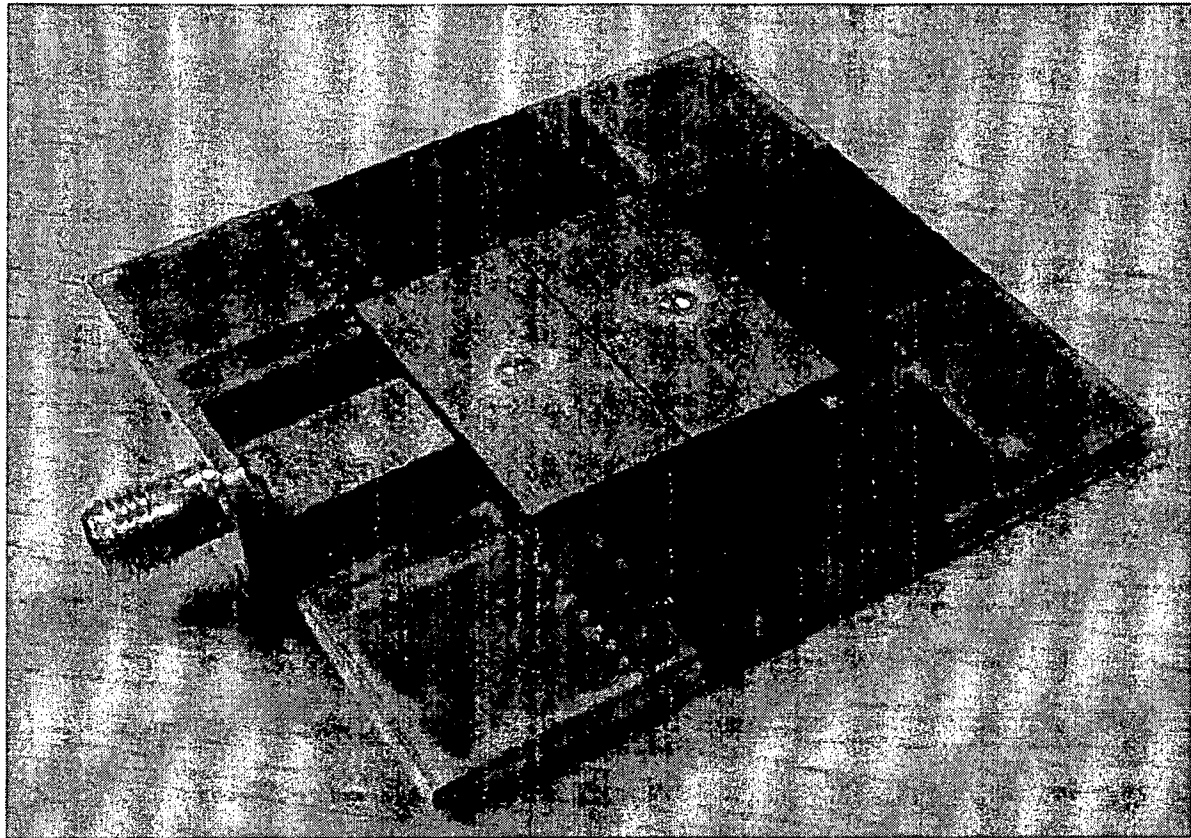
(a)

(b)

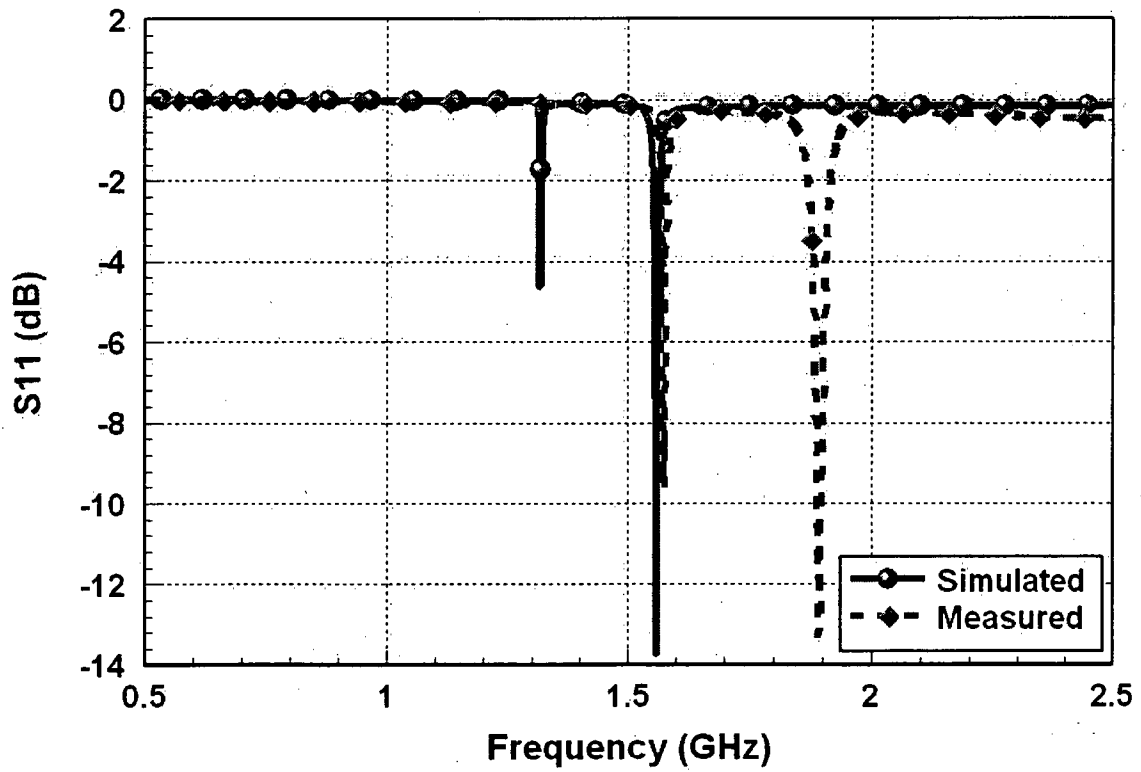
[Fig. 9]



[Fig. 10]



[Fig. 11]



[Fig. 12]

