



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0002035  
(43) 공개일자 2019년01월08일

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| (51) 국제특허분류(Int. Cl.)<br>H01Q 1/12 (2015.01) H01Q 1/28 (2006.01)<br>H01Q 5/25 (2014.01) H01Q 9/04 (2018.01) | (71) 출원인<br>홍익대학교 산학협력단   |
| (52) CPC특허분류<br>H01Q 1/125 (2018.05)<br>H01Q 1/28 (2013.01)   | (72) 발명자<br>추호성           |
| (21) 출원번호 10-2017-0082349   |                           |
| (22) 출원일자 2017년06월29일<br>심사청구일자 2017년06월29일   | 변강일                       |
|   | (뒷면에 계속)                  |
|   | (74) 대리인<br>방영석, 강태훈, 나선균 |

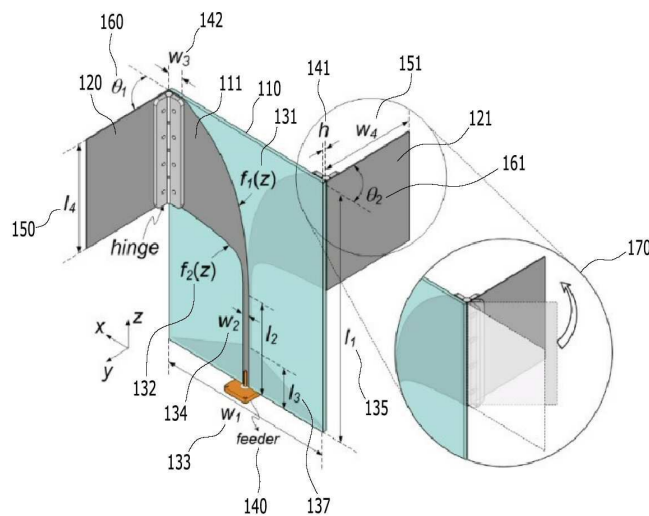
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 **힌지를 이용하여 편파 특성을 변경할 수 있는 안테나**

**(57) 요약**

힌지를 이용하여 동작 중에도 편파 특성을 변경할 수 있는 비발디 안테나가 개시된다. 개시된 비발디 안테나는 유전체 기판 및 그 위에 형성된 제1 방사체가 비발디 안테나를 구성하고, 제2 방사체는 비발디 안테나를 구성하는 두 개의 테이퍼 슬롯의 양 끝단에서 힌지를 이용하여 유전체 기판과 연결된다. 제2 방사체는 힌지를 이용하여 유전체 기판과의 각도를 변경할 수 있고, 유전체 기판과 제2 방사체가 형성하는 각도가 변경됨에 따라 안테나의 편파 특성이 변경된다.

**대표도 - 도1**



- (52) CPC특허분류 강맹창  
*H01Q 5/25* (2015.01)  
*H01Q 9/0407* (2013.01)  
*H01Q 9/0428* (2013.01)  
 (72) 발명자  
 임태홍

이 발명을 지원한 국가연구개발사업  
 과제고유번호 201501540002  
 부처명 교육부  
 연구관리전문기관 한국연구재단  
 연구사업명 대학중점연구소지원사업  
 연구과제명 메타물질 융합 핵심요소기술 연구  
 기 여 율 1/1  
 주관기관 홍익대학교 산학협력단  
 연구기간 2016.09.01 ~ 2017.08.31

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

제1 방사체가 형성된 유전체 기관; 및  
상기 제1 유전체 기관과 힌지를 이용하여 결합되는, 제2 방사체;  
를 포함하고,  
상기 제1 유전체 기관과 상기 제2 방사체가 형성하는 각도는 상기 힌지를 이용하여 변경 가능한 안테나.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,  
상기 제1 방사체와 상기 유전체 기관은 비발디(vivaldi) 안테나를 구성하는 안테나.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,  
상기 힌지는 상기 비발디 안테나를 구성하는 두 개의 테이퍼 슬롯의 양 끝단 사이에 위치하는 안테나.

#### 청구항 4

제1항에 있어서,  
상기 유전체 기관은 직사각형 형상인 안테나.

#### 청구항 5

제1항에 있어서  
상기 제1 방사체는 상기 유전체 기관의 양쪽에서 테이퍼 슬롯 개구 형성을 위해 서로 반대 방향으로 넓어지는 형상인 안테나.

#### 청구항 6

제1항에 있어서,  
상기 유전체 기관과 상기 제2 방사체가 형성하는 각도가 변경됨에 따라 상기 안테나의 편파 특성이 변경되는 안테나.

#### 청구항 7

제1항에 있어서,  
상기 제2 방사체는 직사각형 형상인 안테나.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 하기의 실시예들은 비발디 안테나에 관한 것으로, 구체적으로는 힌지를 이용하여 편파 특성을 변경할 수 있는 비발디 안테나에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 비발디 안테나는 1979년 P. J. Gibson이 개발한 안테나로, 유전체 기관 위에 금속 재질의 방사체가 형성된 안테나

나이다. 방사체는 빔이 형성되는 슬롯 부분을 지수 또는 선형 구조를 이용하여 점진적으로 테이퍼(taper)시켜 구성되며, 광대역 특성을 가진다.

[0003] 비발디 안테나는 넓은 대역폭, 낮은 교차편파 및 높은 지향성 패턴 등의 특징으로 인하여 UWB(Ultra Wide Band)통신, 벽 투과 레이더(through-wall radar), GPR(Ground Penetrating Radar), 항공기 SAR(Synthetic Aperture Radar) 및 전자전 장비 등을 포함한 다양한 무선 센서 분야에 널리 사용된다.

[0004] 한편, 안테나의 편파란 안테나에서 방사된 전자파의 진행 방향을 기준으로 전기장(Electric Field)의 극성 방향을 의미한다. 안테나로부터 방사된 전자파는 선형, 원형, 타원형의 편파 특성을 가질 수 있다.

[0005] 전송 장치와 수신 장치가 서로 신호를 교환하기 위해서는 동일한 편파 특성을 가지는 안테나를 사용해야 하며, 레이더 등을 이용하여 물체를 감지하는 경우에도 수신되는 전자파의 편파 특성과 동일한 편파 특성을 가지는 안테나를 사용해야 한다.

[0006] 그러나, 종래의 안테나 기술로는 특정 편파를 가지는 안테나를 설계할 수 있을 뿐, 안테나 동작 중에 해당 안테나의 편파 특성을 변경할 수는 없어 서로 다른 편파 특성을 가진 여러 가지의 전자파를 수신하기 위해서는 각각의 편파 특성을 가진 별개의 안테나들을 사용해야만 했다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0007] 하기의 실시예들의 목적은 설치된 안테나의 동작중에 해당 안테나의 편파 특성을 변경하는 것이다.

[0008] 하기의 실시예들의 목적은 비발디 안테나의 편파 특성을 변경하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0009] 예시적 실시예에 따르면, 제1 방사체가 형성된 유전체 기판 및 상기 유전체 기판과 힌지를 이용하여 결합되는 제2 방사체를 포함하고, 상기 유전체 기판과 상기 제2 방사체가 형성하는 각도는 상기 힌지를 이용하여 변경 가능한 안테나가 제공된다.

[0010] 여기서, 상기 제1 방사체와 상기 유전체 기판은 비발디(vivaldi) 안테나를 구성할 수 있다.

[0011] 그리고, 상기 힌지는 상기 비발디 안테나를 구성하는 두 개의 테이퍼 슬롯의 양 끝단 사이에 위치할 수 있다.

[0012] 또한, 상기 유전체 기판은 직사각형 형상일 수 있다.

[0013] 여기서, 상기 제1 방사체는 상기 유전체 기판의 양쪽에서 테이퍼 슬롯 개구 형성을 위해 서로 반대 방향으로 넓어질 수 있다.

[0014] 그리고, 상기 유전체 기판과 상기 제2 방사체가 형성하는 각도가 변경됨에 따라 상기 안테나의 편파 특성이 변경될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 제2 방사체는 직사각형 형상일 수 있다.

#### 발명의 효과

[0016] 하기의 실시예들에 따르면, 설치된 안테나의 동작 중에 해당 안테나의 편파 특성을 변경할 수 있다.

[0017] 하기의 실시예들에 따르면, 비발디 안테나의 편파 특성을 변경할 수 있다.

#### 도면의 간단한 설명

[0018] 도 1은 예시적 실시예에 따라 힌지를 이용한 비발디 안테나의 구조를 도시한 도면이다.

도 2는 제1 유전체 기판과 제2 유전체 기판 사이의 각도에 따른 편파 특성과 이득을 나타낸다.

도 3은 편파 특성과 관련된 전류 비를 나타낸 도면이다.

도 4는 힌지를 이용하여 서로 연결된 제1 유전체 기판과 제2 유전체 기판 사이의 각도를 변경하는 것을 도시한 도면이다.

도 5는 주파수에 따른 반사 계수 및 이득을 도시한 도면이다.

도 6은 안테나에서 방사된 전자파의 주파수에 따른 축비(axial ratio)를 도시한 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0019] 이하, 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0020] 도 1은 예시적 실시예에 따라 힌지를 이용한 비발디 안테나의 구조를 도시한 도면이다.

[0021] 예시적 실시예에 따른 비발디 안테나는 제1 방사체(111)가 형성된 유전체 기관(110) 및 제2 방사체(120, 121)를 포함한다. 유전체 기관(110)과 제2 방사체 (120, 121)는 힌지를 이용하여 연결되며, 유전체 기관(110)과 제2 방사체(120, 121) 사이의 각도는 힌지를 이용하여 변경 가능하다.

[0022] 도 1에 도시된 실시예에서, 유전체 기관(110)과 제1 방사체(111)는 비발디(vivaldi) 안테나를 구성한다. 유전체 기관(110)은 직사각형 형상이고, 제1 방사체(111)의 외곽선은 비선형 함수로 정의되는 곡선(131, 132)이다.

[0023] 일측에 따르면, 제1 방사체(111)의 상단 곡선을 정의하는  $f_1(z)$  는 하기 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

[0025] [수학식 1]

[0027] 
$$f_1(z) = 0.001e^{0.4z}$$

[0029] 또한, 제1 방사체(111)의 하단 곡선을 정의하는  $f_2(z)$  는 하기 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

[0031] [수학식 2]

[0033] 
$$f_2(z) = 0.194e^{0.06z}$$

[0035] 수학식 1, 2에서  $z$ 는 제1 방사체(111)의 하단을 '0'으로 하고, 제1 방사체(111)의 하단으로부터 상단 방향으로 증가하는 값이다. 또한,  $f_1(z)$ ,  $f_2(z)$  의 값은 제1 방사체(111)의 중앙으로부터 좌측 방향으로의 좌표를 나타낸다.

[0036] 도 1에 도시된 방사체(111)는 앞면과 뒷면의 두 개의 면을 가진다. 도1에서는 제1 방사체(111)가 앞면의 좌측에만 형성된 것처럼 도시되었으나, 유전체 기관(110)의 뒷쪽에도 제1 방사체(111)와 유사한 방사체가 형성될 수 있다. 이 경우, 비발디 안테나는 유전체 기관(110)의 피더(140)가 위치하는  $z$ 축을 중심으로 점대칭 형상을 가질 수 있다.

[0037] 결과적으로 제1 방사체(111)는 유전체 기관(110)의 양쪽(앞쪽 및 뒷쪽)에서 테이퍼 슬롯 개구 형성을 위해 서로 반대 방향으로 넓어지는 형상일 수 있다.

[0039] 일측에 따르면, 제2 방사체(120, 121)은 핀지를 이용하여 유전체 기관(120)과 결합된다. 일측에 따르면, 유전체

기관(110)과 제2 방사체(120, 121)를 연결하는 힌지는 비발디 안테나를 구성하는 두 개의 테이퍼 슬롯의 양 끝단 사이에 위치할 수 있다.

[0040] 도 1에서는 제2 방사체(120, 121)가 직사각형 형상이나, 다른 실시예에 따르면, 제2 방사체(120, 121)의 외곽선은 곡선을 포함할 수도 있다.

[0041] 도 1에 도시된 실시예에서, 유전체 기관(110)과 제2 방사체(120, 121) 사이의 각도는 힌지를 이용하여 변경 가능하다. 또한, 유전체 기관(110)과 제2 방사체(120, 121)가 형성하는 각도가 변경됨에 따라 도 1에 도시된 비발디 안테나의 편파 특성이 변경된다.

[0043] 도 2는 유전체 기관과 제2 방사체 사이의 각도에 따른 편파 특성과 이득을 나타낸다.

[0044] 도 2에서,  $\theta_1$  은 유전체 기관(110)으로부터 연장된 면과 좌측 제2 방사체(120) 사이의 각도(160)를 나타내고,  $\theta_2$  :는 유전체 기관(110)으로부터 연장된 면과 우측 제2 방사체(121) 사이의 각도(161)를 나타낸다.

[0045] 도 2에서, 등고선을 통해 나타낸 값은 도 1에 도시된 비발디 안테나를 이용하여 방사된 전자파의 가로 세로 비(AR: axial ratio)를 나타내며, 이는 곧 도 1에 도시된 비발디 안테나의 편파 특성이라고 할 수 있다.

[0046] 도 2를 참고하면, 방사된 전자파의 가로 세로 비는  $\theta_1$  이 90도이고,  $\theta_2$  :가 90인 경우 0.782를 나타내며,  $\theta_1$  이 -77도이고,  $\theta_2$  :가 -78도인 경우 -0.797을 나타낸다. 일반적으로, 방사된 전자파의 가로 세로 비가 '1'인 경우에는 완전한 원형 편파 특성을 보이는 것으로, 가로 세로 비가 '0.7' 정도인 경우 원형 편파 특성을 나타내는 것으로 볼 수 있으므로, 도 1에 도시된 비발디 안테나는 원형 편파 특성을 나타낼 수 있는 것으로 볼 수 있다.

[0047] 또한, 가로 세로 비가 '0.5' 정도인 경우 타원 편파 특성을 나타내는 것으로 볼 수 있으므로, 도 1에 도시된 비발디 안테나는  $\theta_1$  ,  $\theta_2$  :의 각도에 따라 타원 편파 특성을 나타낼 수도 있다.

[0048] 뿐만 아니라, 가로 세로 비가 '0'인 경우에는 선형 편파 특성을 나타내는 것으로 볼 수 있으므로, 도 1에 도시된 비발디 안테나는  $\theta_1$  ,  $\theta_2$  :의 각도에 따라 선형 편파 특성을 나타낼 수도 있다.

[0049] 또한, 가로 세로 비가 '+' 값은 물론 '-'값도 가질 수 있으므로, 우선회 원형 편파(RHCP: Right Hand Circular Polarization) 특성 및 좌선회 원형 편파(LHCP: Left Hand Circular Polarization)특성을 나타낼 수도 있다.

[0051] 도 2에서, 색깔을 이용하여 나타낸 값은 도 1에 도시된 비발디 안테나의 엔드 파이어 방향(end-fire direction)에서의 이득을 나타낸다. 또한, P2, P3, P4, ..., P9로 표시된 사각형의 마커는 각각 가로 세로 비가 '0.7', '0.5', '0.3', ..., '-0.7'인 경우의 최대 이득을 나타낸다.

[0053] 도 2에서 도시된 바와 같이, 주어진 가로 세로 비에 대한 최대 이득은 대각선상에 분포되지 않는다. 따라서, 최대 이득을 위해서는 제1 유전체 기관(110)으로부터 연장된 면과 제2 유전체 기관(120, 121) 사이의 각도  $\theta_1$  ,  $\theta_2$  :를 비대칭적으로 제어해야 한다는 것을 의미한다. 예를 들어, 가로 세로 비가 '0.5'이면  $\theta_1$  은 19도,  $\theta_2$  :는 86도로 설정할 때 P3에서 최대 이득 5.6dBi가 나타날 수 있다. 이는 유전체 기관(110), 제2 방사체(120, 121)의 두께와 기관 하부에 부착된 발룬(balun)으로 인하여 안테나 각 부분에서 유도된 전류의 위상이 중심에서 벗어나기 때문이다. 이러한 편향된 위상은  $\theta_1$  을 비대칭으로 조정하여 보상할 수 있다.

[0055] 참고로, 도 1에 도시된 비발디 안테나의 주요한 설계 파라미터는 아래와 같이 결정될 수 있다.

[0056] 1) 유전체 기판(110)의 유전율  $\epsilon_r$  은 4.5이고, 손실탄젠트  $\tan\delta$  의 값은 0.02 이다. 유전체 기판(110)의 너비  $w_1$  (133)는 70mm이고, 높이  $l_1$  (135)는 133mm이다.

[0057] 2) 제1 방사체(111)는 유전체 기판(110)위에 금속 재질로 형성되며, 제1 방사체(111)의 외곽선(131, 132)은 하기 수학식에 따라 정의될 수 있다.

[0059] [수학식 3]

[0061] 
$$f_1(z) = 0.001e^{0.4z}$$

[0062] 
$$f_2(z) = 0.194e^{0.06z}$$

[0064] 3) 트윈 라인 피드로 사용되는 평행 스트립의 너비  $w_2$  (134)는 2.5mm이고, 길이  $l_2$ 는 60mm이다.

[0065] 4) 발룬의 모양은 변수  $l_3$  (137)에 의해 결정되며, 그 길이는 11mm이다.

[0066] 5) 제2 방사체(120, 121)의 너비  $w_4$  (151)는 58mm이고, 높이  $l_4$  (150)는 51.2mm이다.

[0067] 6) 힌지 플레이트는 너비  $w_3$  (142)가 6.5mm이고, 높이는  $l_4$  (150)가 되도록 설계된다.

[0068] 7) 제2 방사체(120, 121)의 너비  $w_4$  (151)는 동작 주파수 대역의 중심인 3GHz에서 반파장(half wavelength)이 되도록 설계되었으며, 비발디 안테나의 개구길이(Aperture length)는  $w_1 + 2w_4$  로 계산되며, 이는 동작 주파수 대역의 최소값에서 반파장의 길이이다.

[0069] 8) 유전체 기판의 높이  $h$  (141)는 1.6mm이다.

[0071] 도 3은 편파 특성과 관련된 전류 비를 나타낸 도면이다. 가로축은 제1 유전체 기판(110)으로부터 연장된 면과 제2 방사체 (120) 사이의 각도  $\theta_1$  을 나타낸다.

[0072] 실선은 방사된 전자파의 가로 세로비(AR: Axial Ratio)를 나타내고, 그래프의 우측면을 이용하여 참조된다. 또한 점선은 X축과 Y축 방향으로 유도된 전류(electric current)의 크기를 나타내고, 그래프의 좌측면을 이용하여 참조된다.

[0073] 시뮬레이션 결과에서 x 성분과 y성분은 도 3의 삽입된 도면에서  $J_x$ 와  $J_y$ 라고 표시된다. 또한,  $|J_y|/|J_x|$  는 방사된 전자파의 '가로 세로 비'와 비교된다.

[0074] 도 3에서  $\theta_1$  이 '0'도인경우  $|J_y|$  의 값은 0에 근접하고, 비발디 안테나에서 방사된 전자파의 '가로 세로 비' 는 35.3dB로 선형 편파 특성을 나타낸다.  $\theta_1$  의 절대값이 증가함에 따라  $|J_y|/|J_x|$  의 비도 1에 근접한다.

따라서, 비발디 안테나에서 방사된 전자파의 '가로 세로 비'는 3dB 미만으로, 원형 편파 특성을 나타낸다.

- [0076] 도 4는 힌지를 이용하여 서로 연결된 유전체 기판과 제2 방사체 사이의 각도를 변경하는 것을 도시한 도면이다.
- [0077] 도 4의 (a)는 힌지를 이용하여 유전체 기판(410)과 제2 방사체(411, 412) 사이의 각도를 '180'도로 유지한 것을 도시한 도면이며, 이 경우 유전체 기판(410)으로부터 연장된 면과 제2 방사체(411, 412) 사이의 각도는 '0'도이다.
- [0078] 도 4의 (b)는 힌지를 이용하여 유전체 기판(410)과 제2 방사체(411, 412) 사이의 각도를 '135'도로 유지한 것을 도시한 도면이며, 이 경우 유전체 기판(410)으로부터 연장된 면과 제2 방사체(411, 412) 사이의 각도는 '45'도이다.
- [0079] 도 4의 (c)는 힌지를 이용하여 유전체 기판(410)과 제2 방사체(411, 412) 사이의 각도를 '90'도로 유지한 것을 도시한 도면이며, 이 경우 유전체 기판(410)으로부터 연장된 면과 제2 방사체(411, 412) 사이의 각도는 '90'도이다.
- [0080] 완전 무반사실에서 임피던스 매칭과 방사특성을 측정된 결과, 도 4의 (a)에서  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 의 틸트 각도는 '0'도로 조절되고, 이 경우 방사된 전자파의 '가로 세로 비'는 0.01로서 선형 편파의 특성을 가진다. 도 4의 (b)에서  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 의 틸트 각도는 '45'도로 조절되고, 이 경우 방사된 전자파의 '가로 세로 비'는 0.49 로서 타원 편파의 특성을 가진다. 또한, 도 4의 (c)에서  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 의 틸트 각도는 '90'도로 조절되고, 이 경우 방사된 전자파의 '가로 세로 비'는 0.78로서 우선회 원형 편파(RHCP)의 특성을 가진다.
- [0082] 도 5는 주파수에 따른 반사 계수 및 이득을 도시한 도면이다.
- [0083] 도 5의 가로축은 주파수를 나타내고, 세로축은 측정된 반사 계수(reflection coefficient) 및 엔드 파이어(end-fire) 방향의 이득을 나타낸다. 실선, 점선 및 가는 점선은  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 가 '90'도, '45'도, '0'도로서 비발디 안테나에서 방사된 전자파가 원형 편파, 타원 편파, 선형 편파의 특성을 가지는 경우를 나타낸다.
- [0084] 도 5에서, 틸트각  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 가 '0'도인 경우 비발디 안테나는 선형 편파 특성을 가지며 10dB 정합 대역폭은 4.6GHz를 중심으로 1.4GHz ~ 6GHz에 위치한다. 틸트각  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 가 '45'도인 경우 비발디 안테나는 타원 편파 특성을 가지며 10dB 정합 대역폭은 4.6GHz를 중심으로 1.4GHz ~ 6GHz에 위치하고, 틸트각  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 가 '90'도인 경우 비발디 안테나는 우선회 원형 편파 특성을 가지며 10dB 정합 대역폭은 4.6GHz를 중심으로 1.5GHz ~ 6GHz에 위치한다.
- [0085] 도 5를 참고하면, 틸트 각이 변화해도 비발디 안테나의 임피던스 매칭 특성에는 영향을 주지 않는다는 사실을 알 수 있다.
- [0087] 도 6은 안테나에서 방사된 전자파의 주파수에 따른 축비(axial ratio)를 도시한 도면이다. 도 6의 가로축은 주파수를 나타내고, 세로축은 방사된 전자파의 '가로 세로 비'를 나타낸다. 실선, 점선 및 가는 점선은  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 가 '90'도, '45'도, '0'도로서 비발디 안테나에서 방사된 전자파가 선형 편파, 타원 편파, 원형 편파의 특성을 가지는 경우를 나타낸다.
- [0088] 도 6을 참고하면, 비발디 안테나에서 방사된 전자파의 '가로 세로 비'는 틸트 각이 커짐에 따라 감소하는 경향이 있다.
- [0089] 예를 들어, 3GHz를 기준으로 살펴보면  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 가 '0'도인 경우 방사된 전자파의 '가로 세로 비'는 48.5dB이



나,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 가 '45'도 인 경우 방사된 전자파의 '가로 세로 비'는 6.8dB로,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$ 가 '90'도 인 경우 방사된 전자파의 '가로 세로 비'는 2.4dB까지 감소한다.

[0090] 도 6에 도시된 바를 참고하면, 도 1에 도시된 비발디 안테나의 편파 특성은 힌지를 접거나 펼침으로써 유연하게 조정될 수 있음을 알 수 있다.

[0092] 실시예에 따른 방법은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 실시예를 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 실시예의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0094] 이상과 같이 실시예들이 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 해당 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 상기의 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 예를 들어, 설명된 기술들이 설명된 방법과 다른 순서로 수행되거나, 및/또는 설명된 시스템, 구조, 장치, 회로 등의 구성요소들이 설명된 방법과 다른 형태로 결합 또는 조합되거나, 다른 구성요소 또는 균등물에 의하여 대치되거나 치환되더라도 적절한 결과가 달성될 수 있다.

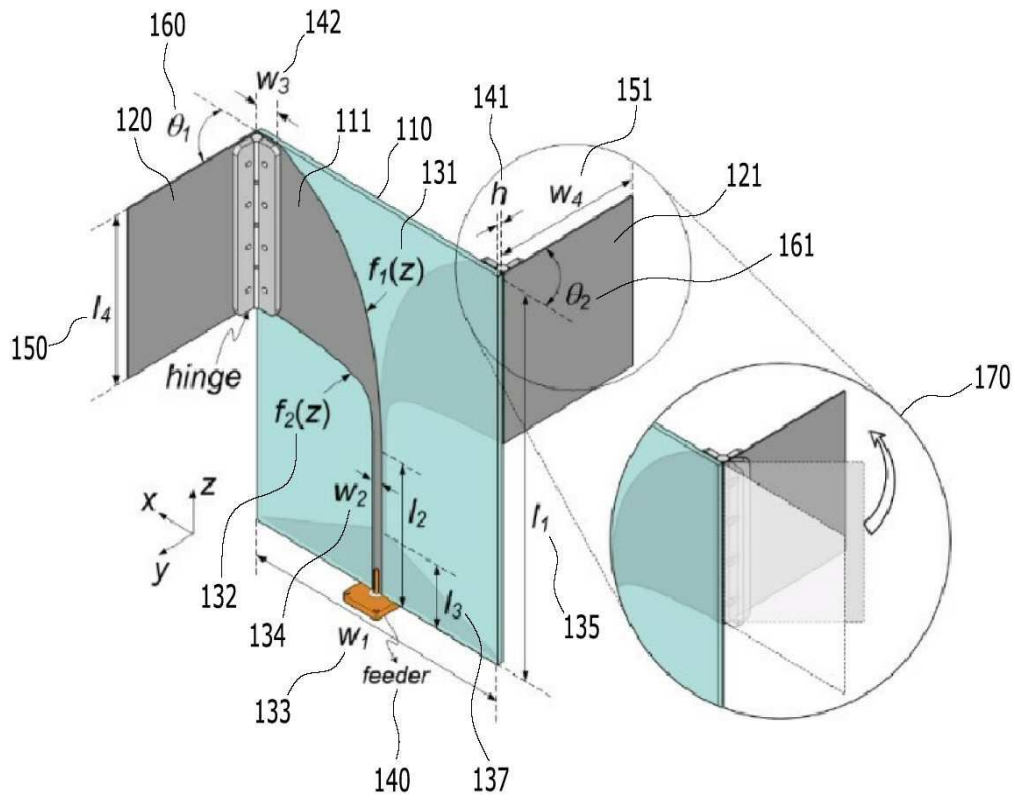
[0095] 그러므로, 다른 구현들, 다른 실시예들 및 특허청구범위와 균등한 것들도 후술하는 특허청구범위의 범위에 속한다.

**부호의 설명**

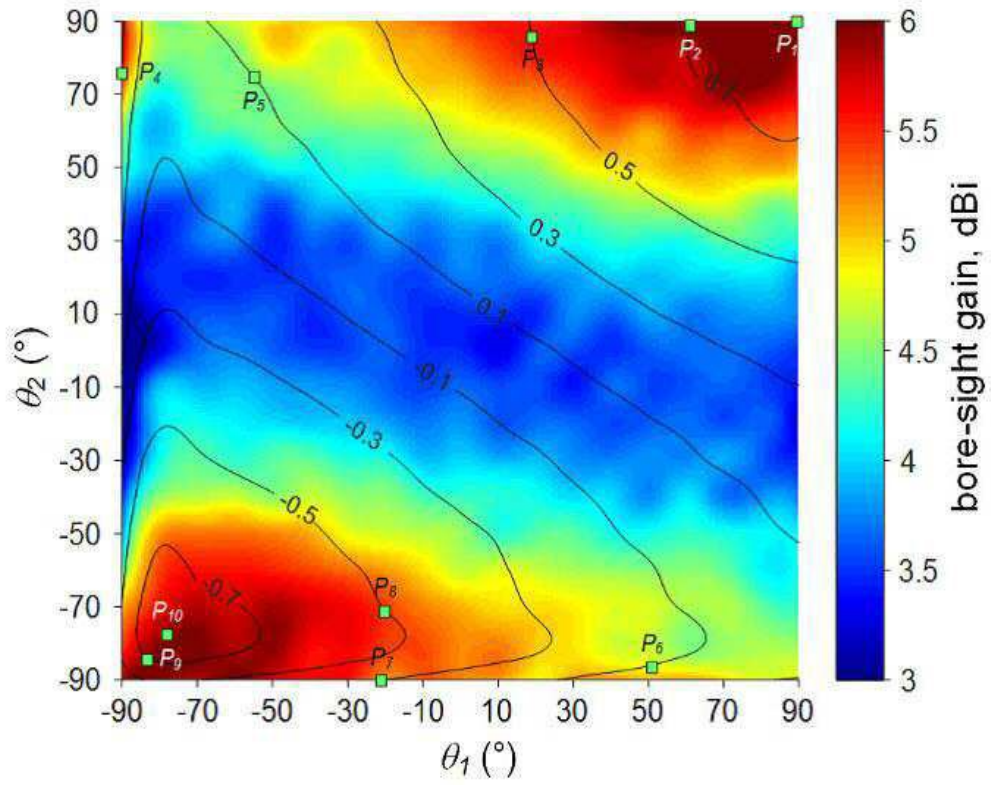
- [0096] 110: 제1 유전체 기판
- 111: 제1 방사체
- 121: 제2 방사체

도면

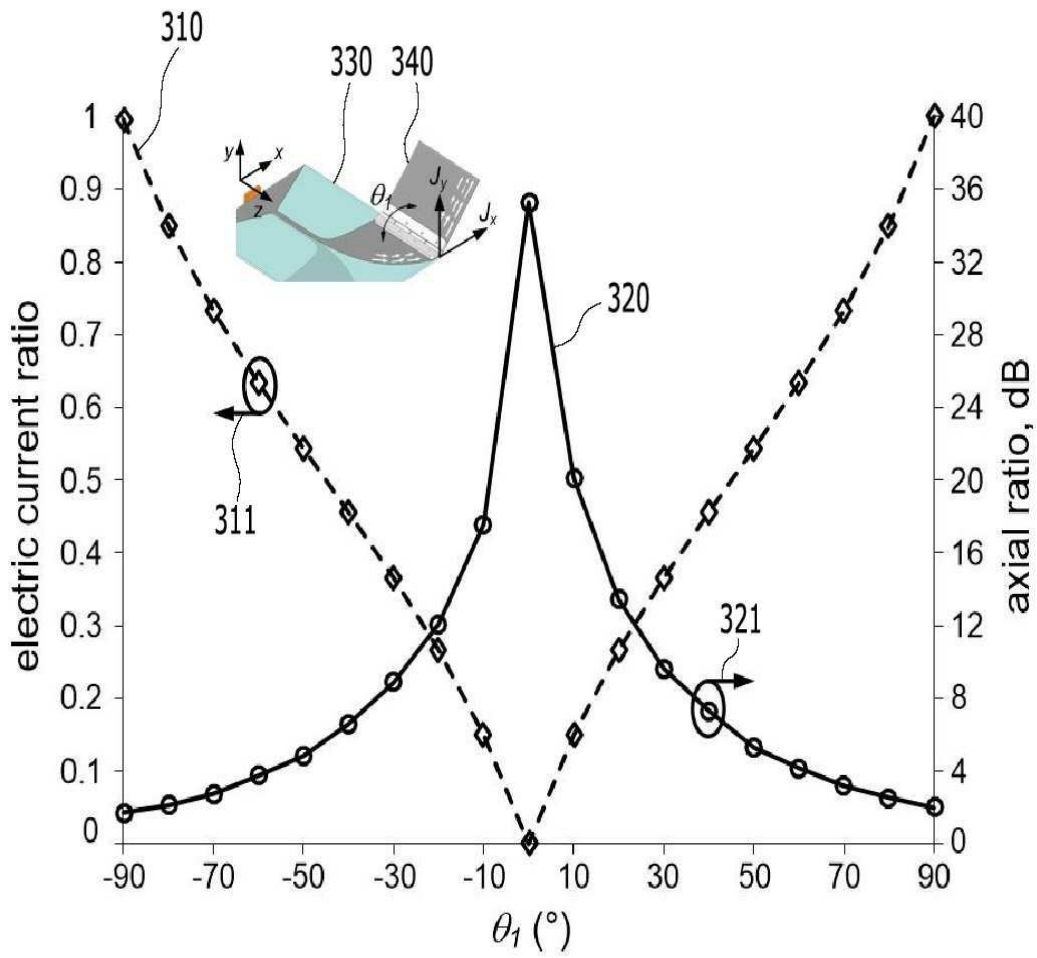
도면1



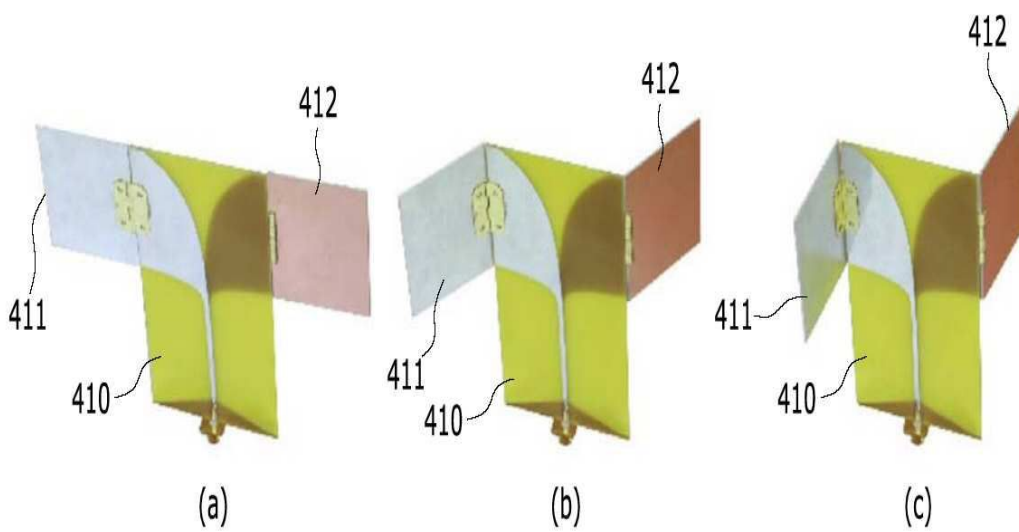
도면2



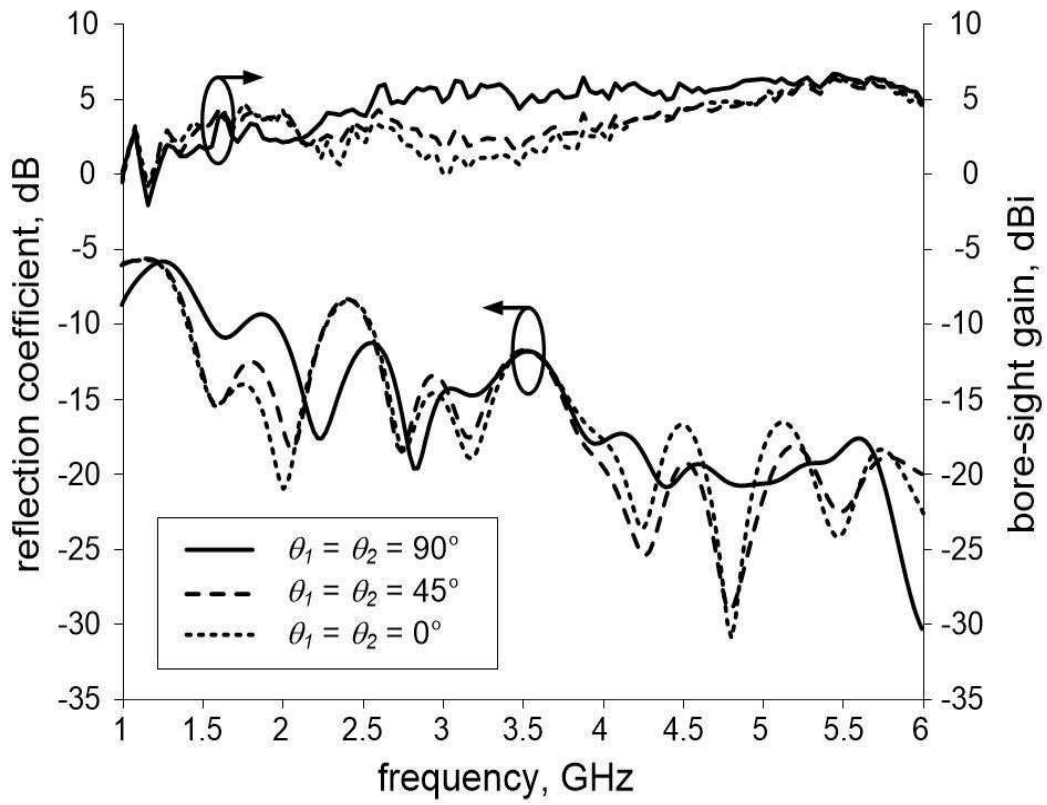
도면3



도면4



도면5



도면6

