



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0021380
(43) 공개일자 2014년02월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01Q 21/10 (2006.01) H01Q 1/38 (2006.01)

H01Q 9/04 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0087837

(22) 출원일자 2012년08월10일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전기주식회사

경기도 수원시 영통구 매영로 150 (매탄동)

고려대학교 산학협력단

서울시 성북구 안암로 145 (안암동)

(72) 발명자

이정언

경기도 수원시 영통구 매영로 150 삼성전기

김문일

경기 성남시 수정구 복정로106번길 5-10, 402호
(복정동)

이국주

서울 성북구 회기로5길 100, 102동 602호 (하월곡
동, 상그레빌아파트)

(74) 대리인

청운특허법인

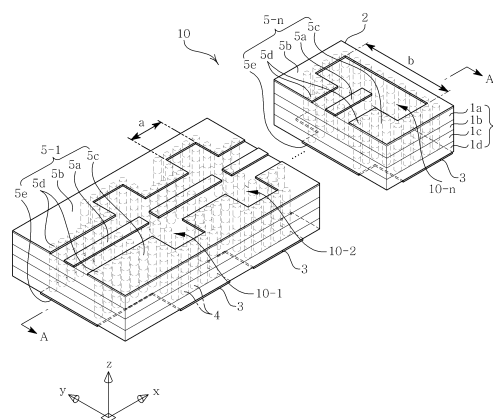
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 유전체 공진기 어레이 안테나

(57) 요약

본 발명은 유전체 공진기 어레이 안테나에 관한 것으로, 상기 유전체 공진기 어레이 안테나는 다층 기판에 병렬로 배열되도록 내장된 하나 이상의 직렬 급전형 어레이 소자들을 포함하며, 각각의 직렬 급전형 어레이 소자에 서로 동일하거나 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 제1 고주파 신호가 인가되도록 각각 조절함으로써 방사된 각각의 1차원 어레이 빔을 개별적으로 또는 조합하여 2차원 빔의 빔포밍을 조절하는 것이 가능하고, 상기 직렬 급전형 어레이 소자를 복수의 유전체 공진기 안테나를 직렬로 연결되도록 구성함으로써, 직렬로 연결된 상기 복수의 유전체 공진기 안테나의 해당 급전부의 급전 라인 간 간격에 의해 발생된 커플링을 통해 쉽고 간단하게 직렬 급전될 수 있으며, 복수의 유전체 공진기 안테나를 사용하여 광대역 특성을 가질 뿐만 아니라 상기 유전체 공진기 안테나의 수에 따라 안테나 이득이 향상되어 고효율 특성을 가지므로 전체적인 안테나 성능이 향상될 수 있다.

대표도 - 도1a



특허청구의 범위

청구항 1

다층 기판에 병렬로 배열되도록 내장된 하나 이상의 직렬 급전형 어레이 소자들을 포함하며,

각각의 직렬 급전형 어레이 소자에 서로 동일하거나 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 제1 고주파 신호가 인가되도록 각각 조절하여 방사된 각각의 1차원 어레이 빔을 개별적으로 또는 조합하여 2차원 어레이 빔의 빔포밍을 조절하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 각각의 직렬 급전형 어레이 소자는,

상기 다층 기판에 서로 동일하거나 상이한 해당 급전부의 길이(1)에 따라 서로 동일하거나 상이한 간격(L)으로 직렬로 연결되도록 내장된 복수의 유전체 공진기 안테나들을 포함하며,

상기 복수의 유전체 공진기 안테나들 중 시작 유전체 공진기 안테나에 상기 제1 고주파 신호를 인가하여 상기 시작 유전체 공진기 안테나로부터 마지막 유전체 공진기 안테나까지 상기 해당 급전부의 길이(1)에 따라 상기 제1 고주파 신호로부터 서로 동일하거나 상이하게 조절된 위상을 갖는 제2 고주파 신호들이 순차적으로 커플링되면서 해당 유전체 공진기 안테나가 급전되고,

상기 제2 고주파 신호들로 급전된 각각의 유전체 공진기 안테나로부터 방사된 각각의 안테나 빔을 개별적으로 또는 조합하여 상기 각각의 1차원 어레이 빔의 빔포밍을 조절하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 각각의 유전체 공진기 안테나는,

상기 다층 기판 내 어느 한 절연층의 상단에 개구부를 갖는 제1 도체판;

상기 제1 도체판으로부터 적어도 2층 이상이 아래로 적층된 절연층의 하단에 형성되며 상기 개구부에 대응되는 위치의 제2 도체판;

상기 제1 및 제2 도체판 사이의 각 절연층의 층간을 전기적으로 접속하고, 상기 제1 도체판의 상기 개구부 주위를 소정 간격으로 둘러싸 수직 방향의 금속 경계면을 형성하도록 상기 다층 기판을 수직으로 관통하는 다수의 제1 금속 비아홀; 및

상기 제1 도체판, 상기 제2 도체판 및 상기 다수의 제1 금속 비아홀에 의해 형성된 금속 경계면에 의해 상기 다층 기판 내에 캐비티 형태로 내장된 유전체 공진기에 상기 길이(1)에 따라 위상 조절된 상기 제2 고주파 신호를 인가하여 급전시키고, 상기 간격(L)으로 직렬 연결된 다음 유전체 공진기 안테나에 해당 제2 고주파 신호가 인가되도록 상기 다음 유전체 공진기 안테나와 커플링되는 급전부를 포함하며,

상기 각각의 유전체 공진기 안테나의 해당 급전부의 길이 및 해당 유전체 공진기의 크기를 각각 조절하여 상기 각각의 안테나 빔의 빔포밍을 조절하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 각각의 안테나 빔은 상기 해당 급전부의 길이에 따라 각도가 조절되고 상기 해당 유전체 공진기의 크기에

따라 강도가 조절되는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 5

청구항 3에 있어서,

상기 급전부는,

CPW 라인 구조의 전송 선로 또는 스트립 라인 구조의 전송 선로 중 어느 하나인 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 CPW 라인 구조의 전송 선로는,

상기 길이(1)에 상응하여 일단이 이전 유전체 공진기 안테나에 삽입되고 타단이 상기 해당 유전체 공진기 내부로 삽입되도록 상기 개구부의 개구면과 수평되게 연장된 라인 형태의 도체판으로 형성되며, 상기 일단과 상기 이전 유전체 공진기 안테나와의 커플링을 통해 인가된 상기 제2 고주파 신호로 상기 유전체 공진기를 급전시키고 상기 타단과 상기 다음 유전체 공진기 안테나와의 커플링을 통해 상기 다음 유전체 공진기 안테나로 상기 제2 고주파 신호를 인가하는 급전 라인;

상기 급전 라인과 동일면에 형성되며 상기 급전 라인의 일 측면으로부터 이격되도록 형성된 제1 접지판; 및

상기 급전 라인과 동일면에 형성되며 상기 급전 라인의 다른 측면으로부터 이격되도록 형성된 제2 접지판을 포함하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 급전 라인의 길이(1)는,

$\lambda/2 < 1 < L$ 인 유전체 공진기 어레이 안테나.

여기서, λ 는 해당 유전체 공진기 내의 주파수 파장이고, L은 서로 이웃하는 유전체 공진기 안테나들의 해당 유전체 공진기들의 중심에서 중심까지의 길이임.

청구항 8

청구항 6에 있어서,

상기 간격(L)은 $\lambda/2$ 이상인 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 9

청구항 6에 있어서,

상기 급전 라인은 상기 제1 도체판과 동일면에 형성된 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 10

청구항 6에 있어서,

상기 제1 및 제2 접지판은 상기 제1 도체판과 일체로 형성된 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 11

청구항 6에 있어서,

상기 급전 라인에 대응되도록 위치되며, 상기 급전 라인으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층의 하단에 형성되어 도파관의 바닥면을 형성하는 제3 도체판; 및

상기 급전 라인이 형성된 절연층으로부터 상기 제3 도체판까지 상기 급전 라인을 따라 소정 간격으로 수직 방향의 금속 경계면을 형성하여 상기 도파관의 측면을 형성하도록 상기 다층 기판을 수직으로 관통하는 다수의 제2 금속 비아홀을 더 포함하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제3 도체판은 상기 제2 도체판과 일체로 형성된 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 13

청구항 5에 있어서,

상기 스트립 라인 구조의 전송 선로는,

상기 길이(1)에 상응하여 일단이 이전 유전체 공진기 안테나에 삽입되고 타단이 상기 해당 유전체 공진기 내부로 삽입되도록 상기 개구부의 개구면과 수평되게 연장된 라인 형태의 도체판으로 형성되며, 상기 일단과 상기 이전 유전체 공진기 안테나와의 커플링을 통해 인가된 상기 제2 고주파 신호로 상기 유전체 공진기를 급전시키고 상기 타단과 상기 다음 유전체 공진기 안테나와의 커플링을 통해 상기 다음 유전체 공진기 안테나로 상기 제2 고주파 신호를 인가하는 급전 라인;

상기 급전 라인과 대응되도록 위치되며 상기 급전 라인으로부터 위로 적어도 1층 이상 적층된 절연층 상단에 형성된 제1 접지판; 및

상기 급전 라인과 대응되도록 위치되며 상기 급전 라인으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층 하단에 형성된 제2 접지판을 포함하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 급전 라인의 길이(1)는,

$\lambda/2 < 1 < L$ 인 유전체 공진기 어레이 안테나.

여기서, λ 는 해당 유전체 공진기 내의 주파수 파장이고, L 은 서로 이웃하는 유전체 공진기 안테나들의 해당 유전체 공진기들의 중심에서 중심까지의 길이임.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 간격(L)은 $\lambda/2$ 이상인 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 16

청구항 13에 있어서,

상기 급전 라인은 상기 제1 도체판이 형성된 절연층의 하단에서 상기 제2 도체판이 형성된 절연층의 상단 사이에 위치되는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 17

청구항 13에 있어서,

상기 제1 접지판은 상기 제1 도체판과 일체로 형성되는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 18

청구항 13에 있어서,

상기 제2 접지판은 상기 제2 도체판과 일체로 형성되는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 19

청구항 13에 있어서,

상기 급전 라인에 대응되도록 위치되며, 상기 급전 라인으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층의 하단에 형성되어 도파관의 바닥면을 형성하는 제3 도체판; 및

상기 급전 라인이 형성된 절연층으로부터 상기 제3 도체판까지 상기 급전 라인을 따라 소정 간격으로 수직 방향의 금속 경계면을 형성하여 상기 도파관의 측면을 형성하도록 상기 다층 기판을 수직으로 관통하는 다수의 제2 금속 비아홀을 더 포함하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 20

청구항 19에 있어서,

상기 제3 도체판은 상기 제2 도체판 또는 상기 제2 접지판과 일체로 형성되는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 21

청구항 1에 있어서,

상기 하나 이상의 직렬 급전형 어레이 소자들에 상기 제1 고주파 신호를 개별적으로 공급하거나 조합하여 동시에 공급하는 적어도 하나 이상의 전원 공급 장치로 구성된 전원 IC를 더 포함하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 22

청구항 21에 있어서,

상기 전원 IC는 상기 적어도 하나 이상의 전원 공급 장치와 연동하여 해당 제1 고주파 신호의 위상을 조정하는 적어도 하나 이상의 위상 시프터를 포함하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

청구항 23

청구항 21에 있어서,

상기 전원 IC는 상기 적어도 하나 이상의 전원 공급 장치와 연동하여 해당 제1 고주파 신호를 시간 지연시키도록 시간을 조정하는 적어도 하나 이상의 시간 지연기를 포함하는 유전체 공진기 어레이 안테나.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 유전체 공진기 어레이 안테나에 관한 것이다.

배경기술

- [0002] 최근 밀리미터파 대역의 고주파를 활용한 송수신 시스템에 대한 연구가 활발히 진행되고 있으며, 이와 같은 밀리미터파 주파수 대역은 근거리 무선 통신, 카-레이더 및 이미지 시스템 등 다양한 응용분야에서 활용 가능성을 보이고 있다.
- [0003] 특히, 60GHz 대역이 광대역 주파수를 사용한 근거리 무선통신 시스템 및 77GHz 대역의 카 레이더(Car Radar) 시스템은 막대한 시장 수요가 예상된다.
- [0004] 이와 같은 응용분야의 제품은 일반적으로 송수신 IC칩을 외장 기판으로 패키징하며 이러한 외장기판에는 안테나를 비롯한 수동회로가 제작되는데, 이때 상기 응용분야의 제품과 같은 밀리미터파 주파수 대역의 송수신 시스템에서는 부품 결합 시 발생하는 손실 감소와 단일 공정화를 통한 생산원가 절감 및 제품 소형화를 위해 단일 패키지(System-on-Package; SOP) 형태의 제품 개발이 요구되고 있다.
- [0005] 이러한 단일 패키지 제품에 대한 기술은 LTCC(Low Temperature Co-fired Ceramic) 및 LCP(Liquid Crystal Polymer)와 같은 유전체 기판을 적층하는 다층기판 공정기술이 주로 사용되어 왔으며, 최근에는 공정비용 감소를 위해 일반 PCB 공정에 의한 제품 및 저가의 오가닉(organic) 기판을 사용한 제품 개발이 시도되고 있다.
- [0006] 한편, 상술한 응용분야의 무선통신 시스템에서 제한된 출력 파워(Power)를 사용한 효율적인 통신과 카-레이더 및 이미지 시스템에서 빔-포커싱(beam-focusing)과 빔-스캔(beam-스캔)을 통한 물체 탐지를 위해서 다수의 안테나를 배열한 어레이 안테나가 사용된다.
- [0007] 이러한 어레이 안테나는 위상변환기 등을 사용해 각 안테나에 인가되는 입력 신호(예컨대, 고주파 신호)의 위상을 조절할 경우 빔-패턴(beam-pattern)을 변형시킬 수 있다.
- [0008] 이때, 경우에 따라서 2차원(2D)의 빔-패턴 변형이 아닌 1차원(1D)의 빔-패턴 변형(즉, 수직 또는 수평 방향 중 어느 한쪽 방향으로만 고정된 빔-패턴을 갖는 대신 다른 방향으로만 빔-패턴 변형 가능함)이 사용될 수 있다.
- [0009] 이를 위해, 종래 다층기판 구조의 환경에서는 평면형 구조의 특성을 갖는 패치 안테나가 주로 사용되는데, 이러한 패치 안테나를 어레이로 구성할 수 있다.
- [0010] 이러한 종래 패치 어레이 안테나에 급전하는 방법 중 가장 간단한 방법은 T-형태의 전력분배기를 사용해 입력 신호를 어레이 안테나의 개별 안테나 소자에 균등한 크기로 분배해 주는 방법이 있다.
- [0011] 그러나 이와 같은 종래 패치 어레이 안테나의 급전 방법은 개별 안테나 소자에 전달되는 입력 신호의 위상을 조절할 수 없기 때문에 빔-패턴이 고정되며, 이로 인해 빔-포밍(beam-forming) 또는 빔-스캔이 요구되는 응용분야에서는 사용할 수 없다.
- [0012] 또한, 만약 종래 패치 어레이 안테나가 빔-패턴 변형을 하고자하는 경우에는 개별 안테나 소자가 IC 칩의 개별 전원 공급 장치와 1 대 1로 연결되어야 하므로 급전 회로의 구성이 매우 복잡해진다.
- [0013] 따라서, 다층기판 구조의 환경에서 광대역 및 고효율 특성을 가지면서 간단한 급전 구조를 사용해 개별 안테나 소자의 빔-패턴 변형이 가능한 신규 구조의 어레이 안테나의 개발이 시급하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0014] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 다층 기판에 직렬로 배열된 복수의 유전체 공진기 안테나를 커플링을 통해 직렬 급전되는 직렬 급전형 어레이 소자가 적어도 하나 이상 병렬로 배열되어 내장되도록 구성하여 광대역 및 고효율 특성을 갖는 유전체 공진기 어레이 안테나를 제공하기 위한 것이다.
- [0015] 또한, 상기 직렬로 배열된 복수의 유전체 공진기 안테나의 해당 급전부의 길이에 따라 상기 커플링을 통해 급전되는 해당 고주파 신호의 위상이 조절되거나 상기 각각의 직렬 급전형 어레이 소자에 서로 동일하거나 상이한 고주파 신호가 인가되도록 조절하여 유전체 공진기 어레이 안테나로부터 방사되는 전체 빔의 빔포밍(각도 및 강도(이득 및 지향성))을 조절하는 유전체 공진기 어레이 안테나를 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0016] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 창출된 것으로서, 본 발명에 따른 유전체 공진기 어레이 안테나는, 다층 기판에 병렬로 배열되도록 내장된 하나 이상의 직렬 급전형 어레이 소자들을 포함하며, 각각의 직렬 급전형 어레이 소자에 서로 동일하거나 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 제1 고주파 신호가 인가되도록 각각 조절하여 방사된 각각의 1차원 어레이 빔을 개별적으로 또는 조합하여 2차원 어레이 빔의 빔포밍을 조절한다.
- [0017] 또한, 상기 각각의 직렬 급전형 어레이 소자는, 상기 다층 기판에 서로 동일하거나 상이한 해당 급전부의 길이(1)에 따라 서로 동일하거나 상이한 간격(L)으로 직렬로 연결되도록 내장된 복수의 유전체 공진기 안테나들을 포함하며, 상기 복수의 유전체 공진기 안테나들 중 시작 유전체 공진기 안테나에 상기 제1 고주파 신호를 인가하여 상기 시작 유전체 공진기 안테나로부터 마지막 유전체 공진기 안테나까지 상기 해당 급전부의 길이(1)에 따라 상기 제1 고주파 신호로부터 서로 동일하거나 상이하게 조절된 위상을 갖는 제2 고주파 신호들이 순차적으로 커플링되면서 해당 유전체 공진기 안테나가 급전되고, 상기 제2 고주파 신호들로 급전된 각각의 유전체 공진기 안테나로부터 방사된 각각의 안테나 빔을 개별적으로 또는 조합하여 상기 각각의 1차원 어레이 빔의 빔포밍을 조절한다.
- [0018] 또한, 상기 각각의 유전체 공진기 안테나는, 상기 다층 기판 내 어느 한 절연층의 상단에 개구부를 갖는 제1 도체판; 상기 제1 도체판으로부터 적어도 2층 이상이 아래로 적층된 절연층의 하단에 형성되며 상기 개구부에 대응되는 위치의 제2 도체판; 상기 제1 및 제2 도체판 사이의 각 절연층의 층간을 전기적으로 접속하고, 상기 제1 도체판의 상기 개구부 주위를 소정 간격으로 둘러싸 수직 방향의 금속 경계면을 형성하도록 상기 다층 기판을 수직으로 관통하는 다수의 제1 금속 비아홀; 및 상기 제1 도체판, 상기 제2 도체판 및 상기 다수의 제1 금속 비아홀에 의해 형성된 금속 경계면에 의해 상기 다층 기판 내에 캐비티 형태로 내장된 유전체 공진기에 상기 길이(1)에 따라 위상 조절된 상기 제2 고주파 신호를 인가하여 급전시키고, 상기 간격(L)으로 직렬 연결된 다음 유전체 공진기 안테나에 해당 제2 고주파 신호가 인가되도록 상기 다음 유전체 공진기 안테나와 커플링되는 급전부를 포함하며, 상기 각각의 유전체 공진기 안테나의 해당 급전부의 길이 및 해당 유전체 공진기의 크기를 각각 조절하여 상기 각각의 안테나 빔의 빔포밍을 조절한다.
- [0019] 또한, 상기 각각의 안테나 빔은 상기 해당 급전부의 길이에 따라 각도가 조절되고 상기 해당 유전체 공진기의 크기에 따라 강도가 조절된다.
- [0020] 또한, 상기 급전부는, CPW 라인 구조의 전송 선로 또는 스트립 라인 구조의 전송 선로 중 어느 하나이다.
- [0021] 또한, 상기 CPW 라인 구조의 전송 선로는, 상기 길이(1)에 상응하여 일단이 이전 유전체 공진기 안테나에 삽입되고 타단이 상기 해당 유전체 공진기 내부로 삽입되도록 상기 개구부의 개구면과 수평되게 연장된 라인 형태의 도체판으로 형성되며, 상기 일단과 상기 이전 유전체 공진기 안테나와의 커플링을 통해 인가된 상기 제2 고주파 신호로 상기 유전체 공진기를 급전시키고 상기 타단과 상기 다음 유전체 공진기 안테나와의 커플링을 통해 상기 다음 유전체 공진기 안테나로 상기 제2 고주파 신호를 인가하는 급전 라인; 상기 급전 라인과 동일면에 형성되며 상기 급전 라인의 일 측면으로부터 이격되도록 형성된 제1 접지판; 및 상기 급전 라인과 동일면에 형성되며 상기 급전 라인의 다른 측면으로부터 이격되도록 형성된 제2 접지판을 포함하여 구성된다.

- [0022] 또한, 상기 CPW 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 급전 라인의 길이(1)는, $\lambda/2 < 1 < L$ 이며, 여기서 λ 는 해당 유전체 공진기 내의 주파수 파장이고, L은 서로 이웃하는 유전체 공진기 안테나들의 해당 유전체 공진기들의 중심에서 중심까지의 길이이다. 또한, 상기 간격(L)은 $\lambda/2$ 이상이다.
- [0023] 또한, 상기 CPW 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 급전 라인은 상기 제1 도체판과 동일면에 형성되고, 상기 제1 및 제2 접지판은 상기 제1 도체판과 일체로 형성될 수 있다.
- [0024] 또한, 상기 CPW 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 급전 라인에 대응되도록 위치되며, 상기 급전 라인으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층의 하단에 형성되어 도파관의 바닥면을 형성하는 제3 도체판; 및 상기 급전 라인이 형성된 절연층으로부터 상기 제3 도체판까지 상기 급전 라인을 따라 소정 간격으로 수직 방향의 금속 경계면을 형성하여 상기 도파관의 측면을 형성하도록 상기 다층 기판을 수직으로 관통하는 다수의 제2 금속 비아홀을 더 포함하여 구성된다.
- [0025] 또한, 상기 CPW 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 제3 도체판은 상기 제2 도체판과 일체로 형성될 수 있다.
- [0026] 또한, 상기 스트립 라인 구조의 전송 선로는, 상기 길이(1)에 상응하여 일단이 이전 유전체 공진기 안테나에 삽입되고 타단이 상기 해당 유전체 공진기 내부로 삽입되도록 상기 개구부의 개구면과 수평되게 연장된 라인 형태의 도체판으로 형성되며, 상기 일단과 상기 이전 유전체 공진기 안테나와의 커플링을 통해 인가된 상기 제2 고주파 신호로 상기 유전체 공진기를 급전시키고 상기 타단과 상기 다음 유전체 공진기 안테나와의 커플링을 통해 상기 다음 유전체 공진기 안테나로 상기 제2 고주파 신호를 인가하는 급전 라인; 상기 급전 라인에 대응되도록 위치되며 상기 급전 라인으로부터 위로 적어도 1층 이상 적층된 절연층 상단에 형성된 제1 접지판; 및 상기 급전 라인에 대응되도록 위치되며 상기 급전 라인으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층 하단에 형성된 제2 접지판을 포함하여 구성된다.
- [0027] 또한, 상기 스트립 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 급전 라인의 길이(1)는 $\lambda/2 < 1 < L$ 이며, 여기서 λ 는 해당 유전체 공진기 내의 주파수 파장이고, L은 서로 이웃하는 유전체 공진기 안테나들의 해당 유전체 공진기들의 중심에서 중심까지의 길이이다. 또한, 상기 CPW 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 간격(L)은 $\lambda/2$ 이상이다.
- [0028] 또한, 상기 스트립 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 급전 라인은 상기 제1 도체판이 형성된 절연층의 하단에서 상기 제2 도체판이 형성된 절연층의 상단 사이에 위치된다.
- [0029] 또한, 상기 스트립 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 제1 접지판은 상기 제1 도체판과 일체로 형성될 수 있고, 상기 제2 접지판은 상기 제2 도체판과 일체로 형성될 수 있다.
- [0030] 또한, 상기 스트립 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 급전 라인에 대응되도록 위치되며, 상기 급전 라인으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층의 하단에 형성되어 도파관의 바닥면을 형성하는 제3 도체판; 및 상기 급전 라인이 형성된 절연층으로부터 상기 제3 도체판까지 상기 급전 라인을 따라 소정 간격으로 수직 방향의 금속 경계면을 형성하여 상기 도파관의 측면을 형성하도록 상기 다층 기판을 수직으로 관통하는 다수의 제2 금속 비아홀을 더 포함하여 구성된다.
- [0031] 또한, 상기 스트립 라인 구조의 전송 선로에서, 상기 제3 도체판은 상기 제2 도체판 또는 상기 제2 접지판과 일체로 형성될 수 있다.
- [0032] 한편, 본 발명의 일 실시 예에 따른 유전체 공진기 어레이 안테나는, 상기 하나 이상의 직렬 급전형 어레이 소자들에 상기 제1 고주파 신호를 개별적으로 공급하거나 조합하여 동시에 공급하는 적어도 하나 이상의 전원 공급 장치로 구성된 전원 IC를 더 포함할 수 있다.
- [0033] 또한, 상기 전원 IC는 상기 적어도 하나 이상의 전원 공급 장치와 연동하여 해당 제1 고주파 신호의 위상을 조정하는 적어도 하나 이상의 위상 시프터를 포함할 수 있다.
- [0034] 또한, 상기 전원 IC는 상기 적어도 하나 이상의 전원 공급 장치와 연동하여 해당 제1 고주파 신호를 시간 지연 시키도록 시간을 조정하는 적어도 하나 이상의 시간 지연기를 포함할 수 있다.
- [0035] 본 발명의 특징 및 이점들은 첨부도면에 의거한 다음의 상세한 설명으로 더욱 명백해질 것이다.
- [0036] 이에 앞서 본 명세서 및 청구범위에 사용된 용어나 단어는 통상적이고 사전적인 의미로 해석되어서는 아니되며, 발명자가 그 자신의 발명을 가장 최선의 방법으로 설명하기 위해 용어의 개념을 적절하게 정의할 수 있다는 원

칙에 입각하여 본 발명의 기술적 사상에 부합되는 의미와 개념으로 해석되어야만 한다.

발명의 효과

- [0037] 본 발명에 따르면, 복수의 유전체 공진기 안테나의 해당 유전체 공진기의 크기 및 해당 급전부의 길이를 조절하여 상기 복수의 유전체 공진기 안테나로부터 각각 방사되는 안테나 빔의 빔포밍(각도 및 강도(이득 및 지향성))을 용이하게 조절하는 것이 가능하다.
- [0038] 또한, 상기 복수의 유전체 공진기 안테나를 직렬로 연결하여 구성된 직렬 급전형 어레이 소자는 직렬로 연결된 상기 복수의 유전체 공진기 안테나의 해당 급전부의 급전 라인 간 간격에 의해 발생된 커플링을 통해 쉽고 간단하게 직렬 급전될 수 있으며, 상기 각각의 안테나 빔을 개별적으로 또는 조합하여 상기 직렬 급전형 어레이 소자로부터 방사된 1차원 어레이 빔의 빔포밍(각도 및 강도(이득 및 지향성))을 용이하게 조절하는 것이 가능하다.
- [0039] 또한, 상기 직렬 급전형 어레이 소자를 하나 이상 병렬로 배열하여 구성된 유전체 공진기 어레이 안테나는 각각의 직렬 급전형 어레이 소자에 서로 동일하거나 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 고주파 신호가 인가되도록 각각 조절하여 상기 각각의 1차원 어레이 빔을 개별적으로 또는 조합하여 2차원 어레이 빔의 빔포밍(각도 및 강도(이득 및 지향성))을 용이하게 조절하는 것이 가능하다.
- [0040] 또한, 복수의 유전체 공진기 안테나를 사용하여 유전체 공진기 어레이 안테나를 구성함으로써 광대역 특성을 가질 뿐만 아니라 사용된 유전체 공진기 안테나의 수에 따라 안테나 이득이 향상되어 고효율 특성을 가지므로 전체적인 안테나 성능이 향상될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0041] 도 1a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 급전형 어레이 소자의 사시도이다.
- 도 1b는 도 1a에 표시된 A-A'선을 따라 절단된 도 1a의 단면도이다.
- 도 2a는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 직렬 급전형 어레이 소자의 사시도이다.
- 도 2b는 도 2a에 표시된 B-B'선을 따라 절단된 도 2a의 단면도이다.
- 도 3a 내지 3c는 본 발명에 따른 복수의 유전체 공진기 안테나의 크기가 서로 상이하게 개별적으로 조절된 다양한 직렬 급전형 어레이 소자의 단면도들이다.
- 도 4는 종래 단일 패치 안테나와 본 발명에 사용된 유전체 공진기 안테나에 따른 반사계수 시뮬레이션 결과를 나타내는 비교 그래프이다.
- 도 5a 내지 5c는 종래 패치 어레이 안테나와 본 발명의 유전체 공진기 어레이 안테나에 따른 안테나 성능(방사 특성) 시뮬레이션 결과를 나타내는 비교 그래프들이다.
- 도 6a 내지 6c는 본 발명에 따른 직렬 급전형 어레이 소자를 이용한 유전체 공진기 어레이 안테나를 나타내는 도면들이다.
- 도 7a는 본 발명에 따른 12×16의 유전체 공진기 어레이 안테나의 평면도이다.
- 도 7b는 도 7a에 도시된 12×16의 유전체 공진기 어레이 안테나의 안테나 성능(방사특성) 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0042] 본 발명의 목적, 특정한 장점들 및 신규한 특징들은 첨부된 도면들과 연관되어지는 이하의 상세한 설명과 바람직한 실시예들로부터 더욱 명백해질 것이다. 본 명세서에서 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를 가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, "제1", "제2", "일면", "타면" 등의 용어는 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하기 위해 사용되는 것으로, 구성요소가 상기 용어들에 의해 제한되는 것은 아니다. 이하, 본 발명을

설명함에 있어서, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있는 관련된 공지 기술에 대한 상세한 설명은 생략한다.

- [0043] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시형태를 상세히 설명하기로 한다.
- [0044] 본 발명에서는 설명의 용이함을 위하여 본 발명의 다층 기관(1)은 4층의 절연층과 도체층이 적층된 기관을 사용하였으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0045] 또한, 본 발명의 도면에서, 급전부를 포함한 유전체 공진기 안테나들을 도시하기 위한 도체층 이외의 도체층은 생략된 것으로 간주하여 도시하지 않았음을 일러둔다.
- [0046] 도 1a는 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 급전형 어레이 소자의 사시도이고, 도 1b는 도 1a에 표시된 A-A'선을 따라 절단된 도 1a의 단면도이다.
- [0047] 도 1a 및 1b를 참조하면, 본 발명의 일 실시 예에 따른 직렬 급전형 어레이 소자(10)는 다수의 절연층(1a~1d)과 도체층(예컨대, 2, 3, 5)이 교대로 적층되어 형성되는 다층 기관(1)에 복수의 유전체 공진기 안테나들(10-1, 10-2, ..., 10-n)이 서로 동일하거나 상이한 해당 급전부(5-1, ..., 5-n)의 길이(1)에 따라 서로 동일하거나 상이한 간격(L)으로 직렬로 연결되도록 내장된다.
- [0048] 이러한 직렬 급전형 어레이 소자(10)는 상기 복수의 유전체 공진기 안테나들(10-1, 10-2, ..., 10-n) 중 시작 유전체 공진기 안테나(10-1)(구체적으로, 시작 유전체 공진기 안테나(10-1)의 급전부(5-1))에 제1 고주파 신호를 인가하면 상기 시작 유전체 공진기 안테나(10-1)로부터 마지막 유전체 공진기 안테나(10-n)까지 상기 해당 급전부(5-1, ..., 5-n)의 길이(1)에 따라 상기 제1 고주파 신호로부터 서로 동일하거나 상이하게 조절된 위상을 갖는 제2 고주파 신호들이 순차적으로 커플링되면서 해당 유전체 공진기 안테나가 급전된다.
- [0049] 그러면, 각각의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 또는 10-n)로부터 각각의 빔(이하, '안테나 빔'으로 칭함)이 방사되고, 이러한 각각의 안테나 빔을 개별적으로 또는 조합하여 상기 직렬 급전형 어레이 소자(10)의 빔(이하, '1차원 어레이 빔'이라 칭함)의 빔포밍을 조절(즉, 1차원 어레이 빔의 각도 및 강도(이득 및 지향성)을 조절)할 수 있다.
- [0050] 여기서, '빔포밍을 조절한다'란 빔의 각도 및 강도(이득 및 지향성)를 조절한다는 의미로서, 본 명세서 전반에 걸쳐 동일한 의미로 사용되었음을 일러둔다.
- [0051] 구체적으로, 상기 각각의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 또는 10-n)는 상기 다층 기관(1) 내 어느 한 절연층(예컨대, 1a)의 상단에 개구부를 갖는 제1 도체판(2)과, 상기 제1 도체판(2)으로부터 적어도 2층 이상이 아래로 적층된 절연층(예컨대, 1d)의 하단에 형성되며 상기 개구부에 대응되는 위치의 제2 도체판(3)과, 상기 제1 및 제2 도체판(2, 3) 사이의 각 절연층(1a~1d)의 층간을 전기적으로 접속하고, 상기 제1 도체판(2)의 상기 개구부 주위를 소정 간격으로 둘러싸 수직 방향의 금속 경계면을 형성하도록 상기 다층 기관(1)을 수직으로 관통하는 다수의 제1 금속 비아홀(4)과, 그리고 상기 제1 도체판(2), 상기 제2 도체판(3) 및 상기 다수의 제1 금속 비아홀(4)에 의해 형성된 금속 경계면에 의해 상기 다층 기관(1) 내에 캐비티 형태로 내장된 유전체 공진기에 상기 길이(1)에 따라 위상 조절된 상기 제2 고주파 신호를 인가하여 급전시키고, 상기 간격(L)으로 직렬 연결된 다음 유전체 공진기 안테나에 해당 제2 고주파 신호가 인가되도록 상기 다음 유전체 공진기 안테나와 커플링되는 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)를 포함하여 이루어진다.
- [0052] 여기서, 상기 유전체 공진기는 상기 다수의 제1 금속 비아홀(4)에 의해 형성된 수직 방향의 금속 경계면과, 상기 제2 도체판(3)에 의해 형성된 수평 방향의 금속 경계면과, 상기 제1 도체판(2)에 형성된 개구면의 자벽(Magnetic Wall)을 사용해 공진 모드가 유지된다.
- [0053] 이러한 유전체 공진기는 이상적인 경우에는 다층 구조에서 기관(1)의 수직방향 금속 경계면이 요구되지만, 제작상의 어려움 때문에 일정한 간격(예컨대, $\lambda/4$ 이하로 형성함)으로 배열된 다수의 제1 금속 비아홀(4)을 사용해 이를 대체할 수 있다.
- [0054] 또한, 도 1a 및 1b에서 상기 제2 도체판(3)은 상기 다수의 제1 금속 비아홀(4)로 규정된 크기의 도체판으로 도시하였으나, 이는 각각의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 또는 10-n)의 해당 유전체 공진기를 구현하기 위한 최소 크기일 뿐 상기 다층 기관(1)과 같은 크기의 도체판을 사용하여도 무방하다.
- [0055] 이러한 유전체 공진기는 육면체 또는 원통 형태인 것이 일반적이나, 이에 한정되는 것은 아니며 어떠한 형태로

도 제작이 가능하다.

- [0056] 이를 테면, 상기 유전체 공진기는 상기 제1 도체판(2)의 개구부의 형태에 따라 상기 다수의 제1 금속 비아홀(4)이 수직 방향으로 형성되므로 다양한 형태의 다각 기둥 형태로도 제작될 수 있다.
- [0057] 또한, 상기 유전체 공진기는 원하는 공진 주파수나 강도(이득 및 지향성)에 따라 그 크기를 조절하여 제작한다. 이는 곧 상기 유전체 공진기의 크기에 따라 상기 개구부를 통해 방사되는 안테나 빔의 강도(이득 및 지향성)이 조절될 수 있다는 것을 의미한다.
- [0058] 예를 들어, 도 1a와 1b에 도시된 바와 같이 상기 유전체 공진기가 직육면체 형태일 경우 후술될 급전 라인(5a)의 급전 방향(즉 x방향) 길이(a), y방향 길이(b) 및 z 방향 길이(높이)(h) 값을 조절하여 제작하고, 도시하지는 않았으나 상기 유전체 공진기가 원통 형태일 경우 직경(R) 및 z방향 길이(높이)(h) 값을 조절하여 제작 가능하다.
- [0059] 그리고 상기 급전 라인(5a)은 상기 제1 도체판(2)이 형성된 절연층(예컨대, 1a)의 상단에서부터 상기 제2 도체판(3)이 형성된 절연층(예컨대, 1d)의 상단까지 그 사이의 어느 위치에도 형성될 수 있다.
- [0060] 이 때문에 상기 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)는 해당 급전 라인(5a)의 위치에 따라 해당 접지판(5b, 5c)의 수와 위치도 함께 변동될 수 있으며, 상기 급전 라인(5a)과 해당 접지판(5b, 5c)의 구성에 따라 상기 다층 기판(1)에 용이하게 형성될 수 있는 CPW(coplanar waveguide) 라인 구조 및 스트립(strip) 라인 구조 등을 포함하는 다양한 형태의 전송 선로 중 어느 하나를 사용하여 구현될 수 있다.
- [0061] 예를 들어, 상기 급전 라인(5a)이 도 1a와 1b에 도시된 것처럼 상기 제1 도체판(2)과 동일한 층(즉, 1a의 상단)에 형성될 경우 이러한 급전 라인(5a)을 포함하는 상기 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)는 CPW 라인 구조의 전송 선로로 구성될 수 있다.
- [0062] 구체적으로, 상기 CPW 라인 구조의 전송 선로로 구현된 상기 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)는 도 1a에 도시된 바와 같이 상기 제1 도체판(2)과 동일한 층에 형성된 급전 라인(5a), 상기 급전 라인(5a)과 동일면에 형성되며 상기 급전 라인(5a)의 일 측면으로부터 이격되도록 형성된 제1 접지판(5b), 그리고 상기 급전 라인(5a)과 동일면에 형성되며 상기 급전 라인(5a)의 다른 측면으로부터 이격되도록 형성된 제2 접지판(5c)으로 구성된다.
- [0063] 이때, 상기 제1 및 제2 접지판(5b, 5c)은 상기 제1 도체판(2)과 일체로 형성될 수 있다.
- [0064] 또한, 상기 CPW 라인 구조의 전송 선로로 구현된 상기 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)는 상기 급전 라인(5a)에 대응되도록 위치되며, 상기 급전 라인(5a)으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층(예컨대, 1b)의 하단에 형성되어 도파관의 바닥면을 형성하는 제3 도체판(5e) 및 상기 급전 라인(5a)이 형성된 절연층(1a)으로부터 상기 제3 도체판(5e)까지 상기 급전 라인(5a)을 따라 소정 간격으로 수직 방향의 금속 경계면을 형성하여 상기 도파관의 측면을 형성하도록 상기 다층 기판(1)을 수직으로 관통하는 다수의 제2 금속 비아홀(5d)을 더 포함할 수 있다.
- [0065] 이때, 상기 제3 도체판(5e)은 상기 제2 도체판(3)과 일체로 형성될 수도 있다.
- [0066] 한편, 상기 급전 라인(5a)은 상술한 바와 같이 상기 유전체 공진기(10-1, 10-2, ..., 또는 10-n) 내에도 위치될 수 있는데, 이는 도 2a 및 2b를 참조하여 상세히 설명하기로 한다.
- [0067] 도 2a는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 직렬 급전형 어레이 소자의 사시도이고, 도 2b는 도 2a에 표시된 B-B' 선을 따라 절단된 도 2a의 단면도이다.
- [0068] 도 2a 및 2b에 도시된 직렬 급전형 어레이 소자(10)는 상기 급전부(5-1, ..., 5-n)의 구조를 제외하면 도 1a 및 1b에 도시된 직렬 급전형 어레이 소자(10)와 동일하므로, 동일 구성요소에 대한 자세한 설명은 상술한 것으로 대체하기로 한다.
- [0069] 도 2a 및 2b에 도시된 바와 같이, 상기 급전 라인(5a)이 상기 유전체 공진기(10-1, 10-2, ..., 10-n) 내에 형성(즉, 상기 제1 도체판(2)이 형성된 절연층(1a)의 하단에서 상기 제2 도체판(3)이 형성된 절연층(1d)의 상단 사이에 형성)될 경우 이러한 급전 라인(5a)을 포함하는 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)는 스트립 라인 구조의 전송 선로로 구성될 수 있다.
- [0070] 구체적으로, 상기 스트립 라인 구조의 전송 선로로 구현된 상기 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)는 상기 제1 도체판

(2)이 형성된 절연층(1a)의 하단에서 상기 제2 도체판(3)이 형성된 절연층(1d)의 상단까지의 어느 한 층(예컨대, 제1 및 제2 절연층(1a 및 1b) 사이)에 형성된 급전 라인(5a), 상기 급전 라인(5a)과 대응되도록 위치되며 상기 급전 라인(5a)으로부터 위로 적어도 1층 이상 적층된 절연층(예컨대, 1a)의 상단에 형성된 제1 접지판(5b), 그리고 상기 급전 라인(5a)과 대응되도록 위치되며 상기 급전 라인(5a)으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층(예컨대, 1b)의 하단에 형성된 제2 접지판(5c)으로 구성된다.

[0071] 이때, 상기 제1 접지판(5b)은 상기 제1 도체판(2)과 일체로 형성될 수 있고, 상기 제2 접지판(5c)은 상기 제2 도체판(3)과 일체로 형성될 수 있다.

[0072] 또한, 상기 스트립 라인 구조의 전송 선로로 구현된 상기 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)는 상기 급전 라인(5a)에 대응되도록 위치되며, 상기 급전 라인(5a)으로부터 아래로 적어도 1층 이상 적층된 절연층(예컨대, 1b)의 하단에 형성되어 도파관의 바닥면을 형성하는 제3 도체판(미도시) 및 상기 급전 라인(5a)이 형성된 절연층(1a)으로부터 상기 제3 도체판(5e)까지 상기 급전 라인(5a)을 따라 소정 간격으로 수직 방향의 금속 경계면을 형성하여 상기 도파관의 측면을 형성하도록 상기 다층 기관(1)을 수직으로 관통하는 다수의 제2 금속 비아홀(5d)을 더 포함할 수 있다.

[0073] 이때, 상기 제3 상기 제2 도체판(3) 또는 상기 제2 접지판(5c)과 일체로 형성될 수 있다.

[0074] 상술한 바와 같은 본 발명에 따른 직렬 급전형 어레이 소자(10)는 상기 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)의 해당 유전체 공진기 및 해당 급전부의 크기, 형태, 길이 및 위치 등이 서로 동일하거나 상이하도록 상기 다층 기관(1)에 개별적으로 내장되는 것이 가능하다.

[0075] 도 3a 내지 3c는 본 발명에 따른 복수의 유전체 공진기 안테나의 크기가 서로 상이하게 개별적으로 조절된 다양한 직렬 급전형 어레이 소자의 단면도들이다.

[0076] 도 3a 내지 3c를 참조하면, 본 발명에 따른 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)의 크기(구체적으로, 높이(h)가 서로 상이함)가 점점 작아지도록 상기 다층 기관(1)에 내장되고(도 3a 참조), 본 발명에 따른 복수의 급전부(5-1, ..., 5-n)의 크기(구체적으로, 높이(h)가 서로 상이함)가 점점 작아지도록 상기 다층 기관(1)에 내장되거나(도 3b 참조) 점점 커지도록 상기 다층 기관(1)에 내장(도 3c 참조)되는 것을 알 수 있다.

[0077] 또한, 도시하지는 않았으나 상기 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)는 상기 각 유전체 공진기의 크기(도 3a에 도시된 바와 같은 높이(h)에 의한 크기 조절뿐만 아니라 x방향 길이(a) 및 y방향 길이(b)에 의한 크기 조절도 가능함) 또는 형태(예컨대, 도 3a에 도시된 바와 같은 직육면체뿐만 아니라 원통형 및 다각기둥의 형태도 가능함)가 서로 동일하거나 상이하도록 상기 다층 기관(1)에 개별적으로 내장되는 것도 가능하다.

[0078] 마찬가지로, 상기 복수의 급전부(5-1, ..., 5-n)도 각 급전부의 크기(도 3b와 3c에 도시된 바와 같은 높이(h)에 의한 크기 조절뿐만 아니라 x방향 길이(미도시) 및 y방향 길이(l)에 의한 크기 조절도 가능함)도록 상기 다층 기관(1)에 개별적으로 내장되는 것이 가능하다.

[0079] 이로써, 상기 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)는 해당 유전체 공진기의 크기에 따라 해당 공진 주파수 및 해당 안테나 빔의 강도(이득 및 지향성)가 조절될 수 있다.

[0080] 그리고, 상기 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)는 해당 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)의 길이(자세하게는, 해당 급전 라인(5a)의 길이(l)) 따라 해당 유전체 공진기에 인가된 제2 고주파 신호의 위상이 조절되므로 해당 안테나 빔의 각도(즉 기울기)가 조절될 수 있다.

[0081] 즉, 상술한 바와 같이 상기 복수의 유전체 공진기 안테나들(10-1, 10-2, ..., 10-n)은 해당 급전부의 길이와 해당 유전체 공진기의 크기를 조절하여 상기 복수의 유전체 공진기 안테나들(10-1, 10-2, ..., 10-n)로부터 방사되는 각각의 안테나 빔의 빔포밍을 조절(즉, 각각의 안테나 빔의 각도 및 강도(이득 및 지향성)를 조절)할 수 있다.

[0082] 도 4는 종래 단일 패치 안테나와 본 발명에 사용된 유전체 공진기 안테나에 따른 반사계수 시뮬레이션 결과를 나타내는 비교 그래프이다.

- [0083] 도 4에 도시된 바와 같이, 반사계수가 $-10[\text{dB}]$ 인 경우를 기준으로 비교해 보면 종래 단일 패치 안테나의 주파수 대역폭보다 본 발명에 사용된 직렬 급전형 어레이 소자의 주파수 대역폭이 더 넓은 것을 알 수 있다.
- [0084] 이는 종래 단일 패치 안테나에 비해 본 발명에 사용된 유전체 공진기 안테나에서 주파수 대역폭이 더 넓은 만큼 광대역 특성을 보유한다는 것을 의미한다.
- [0085] 따라서, 이러한 광대역 특성을 갖는 유전체 공진기 안테나를 사용하여 복수로 구성된 유전체 공진기 어레이 안테나 역시 패치 안테나를 사용하여 복수로 구성된 패치 어레이 안테나에 비해 주파수 대역폭이 더 넓은 광대역 특성을 보유할 수 있게 된다.
- [0086] 도 5a 내지 5c는 종래 패치 어레이 안테나와 본 발명의 유전체 공진기 어레이 안테나에 따른 안테나 성능(방사 특성) 시뮬레이션 결과를 나타내는 비교 그래프들로서, 도 5a에서는 단일 안테나 개수에 따른 어레이 안테나의 지향성을 비교하고, 도 5b에서는 단일 안테나 개수에 따른 어레이 안테나의 효율을 비교하며, 도 5c에서는 단일 안테나 개수에 따른 어레이 안테나의 이득을 비교한다.
- [0087] 도 5a에 도시된 바와 같이, 종래 패치 어레이 안테나와 본 발명의 유전체 공진기 어레이 안테나는 단일 안테나 개수에 따른 지향성이 거의 유사하다는 것을 알 수 있다.
- [0088] 이는 본 발명의 유전체 공진기 어레이 안테나가 종래 패치 어레이 안테나와 유사한 방사 패턴을 가지며 종래 패치 어레이 안테나만큼 우수한 지향성을 갖는다는 것을 의미한다.
- [0089] 이에 반해, 본 발명의 유전체 공진기 어레이 안테나는 도 5b 및 5c에 도시된 바와 같이 동일한 단일 안테나 개수로 어레이 안테나를 구현할 경우 종래 패치 어레이 안테나보다 효율 및 이득이 훨씬 높다는 것을 알 수 있다.
- [0090] 이는 본 발명의 유전체 공진기 어레이 안테나가 종래 패치 어레이 안테나에 사용된 단일 안테나 개수보다 적은 수로 어레이 안테나를 구성하여도 종래와 동일한 안테나 효율 및 이득을 갖는다는 것을 의미한다.
- [0091] 즉, 본 발명의 유전체 공진기 어레이 안테나는 안테나 지향성에 있어서는 종래 패치 어레이 안테나와 유사한 정도로 우수하면서도 안테나 효율 및 이득에 있어서는 종래 패치 어레이 안테나를 훨씬 능가하여 전체적인 안테나 성능이 향상되었다.
- [0092] 도 6a 내지 6c는 본 발명에 따른 직렬 급전형 어레이 소자를 이용한 유전체 공진기 어레이 안테나를 나타내는 도면들이다.
- [0093] 도 6a 내지 6c를 참조하면, 상기 다층 기판(1)에 본 발명에 따른 상기 직렬 급전형 어레이 소자를 적어도 하나 이상 병렬로 배열되도록 내장하여 2차원의 유전체 공진기 어레이 안테나로 구성하였다.
- [0094] 본 도면에서는 이러한 2차원의 유전체 공진기 어레이 안테나(10')가 상기 다층 기판(1)에 4개의 직렬 급전형 어레이 소자(예컨대, 10a, 10b, 10c, 10d)가 병렬로 배열되도록 내장된 것을 도시하였다.
- [0095] 이러한 2차원의 유전체 공진기 어레이 안테나(10')에 연결되는 전원 IC(20)는 다양한 방법으로 상기 2차원의 유전체 공진기 어레이 안테나(10')에 전원을 인가할 수 있다.
- [0096] 예를 들어, 상기 전원 IC(20)는 도 6a에 도시된 바와 같이 하나의 전원 공급 장치(20a)로 구성되어 상기 4개의 직렬 급전형 어레이 소자(10a, 10b, 10c, 10d)에 동시에 제1 고주파 신호를 인가할 수 있다.
- [0097] 또한, 상기 전원 IC(20)는 도 6b에 도시된 바와 같이 상기 4개의 직렬 급전형 어레이 소자(10a, 10b, 10c, 10d)에 각각 대응하는 4개의 전원 공급 장치(20a, 20b, 20c, 20d)로 구성되어 해당 직렬 급전형 어레이 소자(10a, 10b, 10c, 10d)에 제1 고주파 신호를 각각 인가할 수도 있다.
- [0098] 또한, 상기 전원 IC(20)는 도 6c에 도시된 바와 같이 2개의 전원 공급 장치(20a, 20b)로 구성되어 하나의 전원 공급 장치(20a)로 2개의 직렬 급전형 어레이 소자(10a, 10b)에 동시에 제1 고주파 신호를 인가하고, 나머지 전원 공급 장치(20b)로 나머지 2개의 직렬 급전형 어레이 소자(10c, 10d)에 동시에 제1 고주파 신호를 인가할 수 있다.
- [0099] 이때, 도 6b와 6c에 도시된 바와 같이 복수의 전원 공급 장치(20a~20d)로 구성된 전원 IC(20)는 각 전원 공급 장치(20a, 20b, 20c, 20d)에 서로 동일하거나 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 제1 고주파 신호를 해당 직렬

급전형 어레이 소자(10a, 10b, 10c, 10d)에 인가할 수 있다.

- [0100] 이로 인해, 상기 2차원의 유전체 공진기 어레이 안테나(10')로부터 방사되는 빔(이하, '2차원 어레이 빔'이라 칭함)은 상기 직렬 급전형 어레이 소자(10a, 10b, 10c, 10d)에 서로 동일하거나 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 제1 고주파 신호가 인가되도록 각각 조절하여 상기 4개의 직렬 급전형 어레이 소자(10a, 10b, 10c, 10d)들로부터 방사되는 각각의 1차원 어레이 빔을 개별적으로 또는 조합하여 상기 2차원 어레이 빔의 빔포밍을 조절(즉, 2차원 어레이 빔의 각도 및 강도(이득 및 지향성)를 조절)하는 가능해진다.
- [0101] 도 7a는 본 발명에 따른 12×16의 유전체 공진기 어레이 안테나의 평면도이고, 도 7b는 도 7a에 도시된 12×16의 유전체 공진기 어레이 안테나의 안테나 성능(방사특성) 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프이다.
- [0102] 도 7a에 도시된 바와 같이, 12×16의 상기 2차원 유전체 공진기 어레이 안테나(10')는 12개의 유전체 공진기(10-1, ..., 10-12)가 직렬로 연결된 직렬 급전형 어레이 소자 16개를 병렬로 배열되게 다층 기관(1)에 내장된다.
- [0103] 여기서, 상기 12×16의 2차원 유전체 공진기 어레이 안테나(10')는 각 직렬 급전형 어레이 소자(즉, 16개)에 각각 연결되어 해당 직렬 급전형 어레이 소자에 고주파 신호를 인가하는 16개의 전원 공급 장치(20-1~20-n)로 구성된 전원 IC(20)가 사용되었다.
- [0104] 이러한 12×16의 2차원 유전체 공진기 어레이 안테나(10')의 각각의 직렬 급전형 어레이 소자(10a~10p)가 각각의 1차원 어레이 빔을 방사하도록 해당 전원 공급 장치(20a~20p)에 의해 서로 동일하거나 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 제1 고주파 신호를 인가 시의 2차원 어레이 빔의 방향과 이득을 나타내었다.
- [0105] 예를 들어, 가운데 실선은 상기 16개의 직렬 급전형 어레이 소자를 동시에 동일한 제1 고주파 신호로 급전시킨 경우로서, 이때 상기 12×16의 2차원 유전체 공진기 어레이 안테나(10')는 H-평면 각도가 0° 이며(즉, 정면방향으로 방사됨) 이득은 약 24dB이다.
- [0106] 그리고, 나머지 그래프는 상기 16개의 직렬 급전형 어레이 소자(10a~10p) 급전시 각 전원 공급 장치(20a~20p)에 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 제1 고주파 신호를 인가한 경우로서, 상기 제1 고주파 신호의 위상 또는 시간 지연에 따라 H-평면 각도가 ±30° 범위 내에 있으며 이득은 약 23~24dB 사이이다.
- [0107] 이때, 16개의 직렬 급전형 어레이 소자(10a~10p)를 동시에 급전시키든 위상차나 시간차를 두어 개별적으로 급전시키든 상기 12×16의 2차원 유전체 공진기 어레이 안테나(10')는 그 이득이 모두 20dB 이상임을 알 수 있다.
- [0108] 지금까지 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면 다층 기관(1)에 하나 이상의 직렬 급전형 어레이 소자들(10)이 병렬로 배열되도록 내장되어 있으므로 각각의 직렬 급전형 어레이 소자(10)에 서로 동일하거나 상이한 위상 또는 시간 지연을 갖는 고주파 신호가 인가되도록 각각 조절함으로써 2차원 어레이 빔의 빔포밍을 용이하게 조절할 수 있다.
- [0109] 또한, 상기 직렬 급전형 어레이 소자(10)는 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)가 직렬로 연결되어 구성되므로 상기 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)의 각각의 급전 라인(5a)이 소정 간격으로 직렬로 배열되어 서로 이웃하는 급전 라인(5a) 간 간격에 의해 발생된 커플링을 통해 상기 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)를 간단하고 용이하게 직렬 급전시킬 수 있다.
- [0110] 게다가, 상기 직렬 급전형 어레이 소자(10)를 구성하는 상기 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)도 각각 개별적으로 해당 급전부(5-1, ..., 또는 5-n)의 길이(1)에 따라 해당 안테나 빔의 각도를 조절하거나 해당 유전체 공진기의 크기에 따라 해당 안테나 빔의 강도(이득 및 지향성)를 조절하는 것이 가능하여 상기 각각의 직렬 급전형 어레이 소자(10)로부터 방사되는 1차원 어레이 빔의 빔포밍을 용이하게 조절할 수 있다.
- [0111] 또한, 이와 같은 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)를 사용하여 유전체 공진기 어레이 안테나(10')를 구성함으로써 광대역 특성을 가질 뿐만 아니라 상기 복수의 유전체 공진기 안테나(10-1, 10-2, ..., 10-n)의 수에 따라 안테나 이득이 향상되어 고효율 특성을 가지므로 전체적인 안테나 성능이 향상될 수 있다.
- [0112] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시 예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자

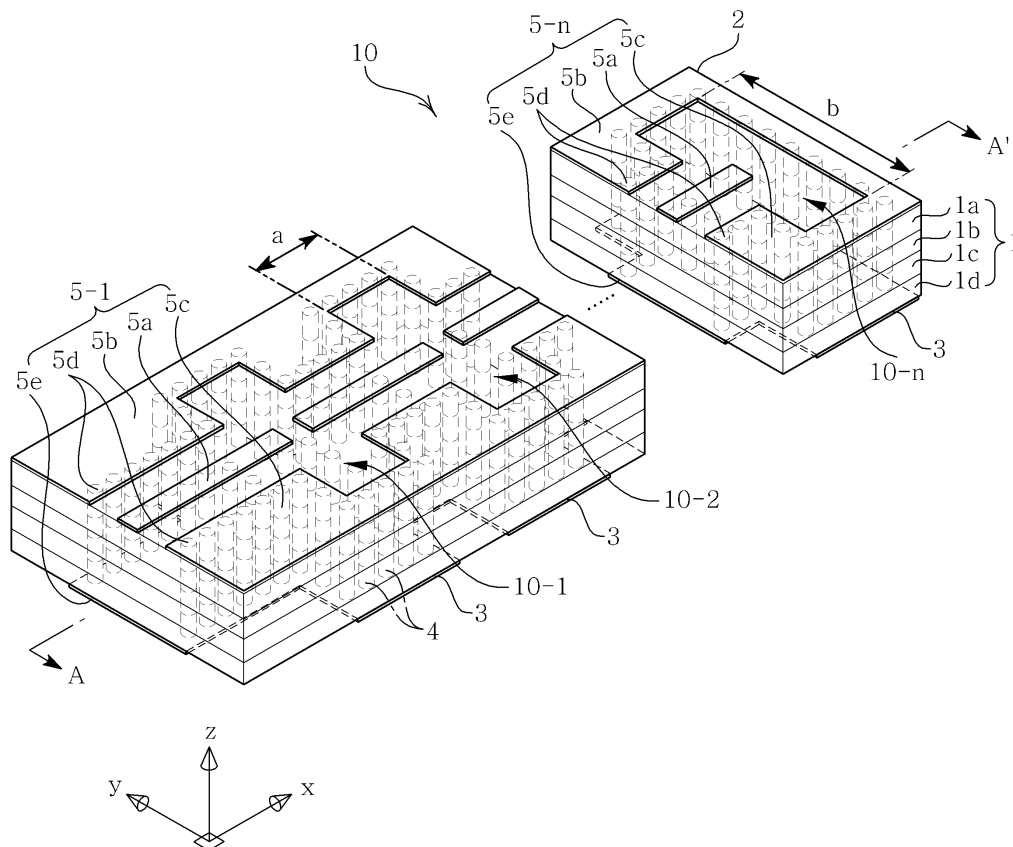
라면 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

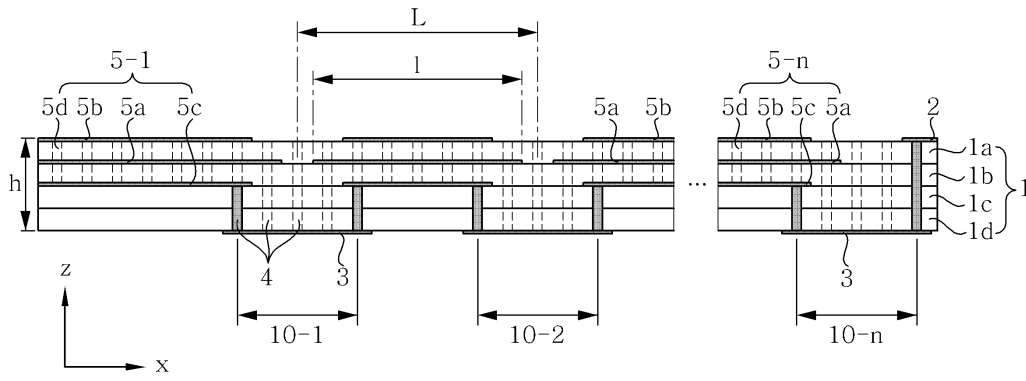
- | | |
|---|----------------|
| 1 : 다층 기판 | 1a~1d : 절연층 |
| 2 : 제1 도체판 | 3 : 제2 도체판 |
| 4 : 제1 금속 비아홀 | 5-1, 5-n : 급전부 |
| 5a : 급전 라인 | 5b : 제1 접지판 |
| 5c : 제2 접지판 | 5d : 제2 금속 비아홀 |
| 5e : 제3 도체판 | |
| 10-1, 10-2, 10-n : 유전체 공진기 | |
| 10, 10a, 10b, 10c, 10d, 10p : 직렬 급전형 어레이 소자 | |
| 10' : (2차원) 유전체 공진기 어레이 안테나 | |
| 20a, 20b, 20c, 20d, 20p : 전원 공급 장치 | |
| 20' : 전원 IC | |

도면

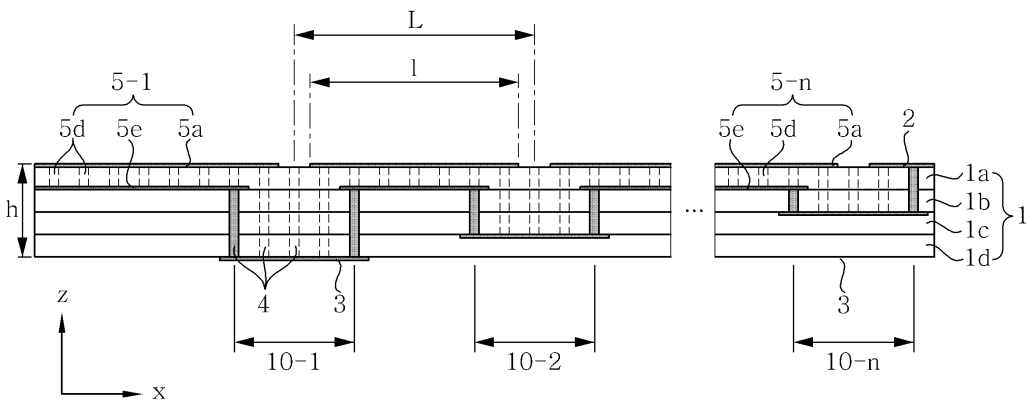
도면1a



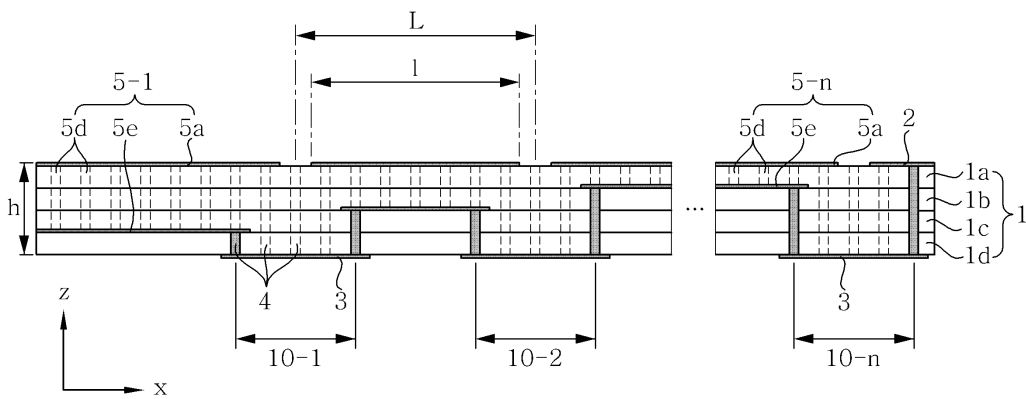
도면2b



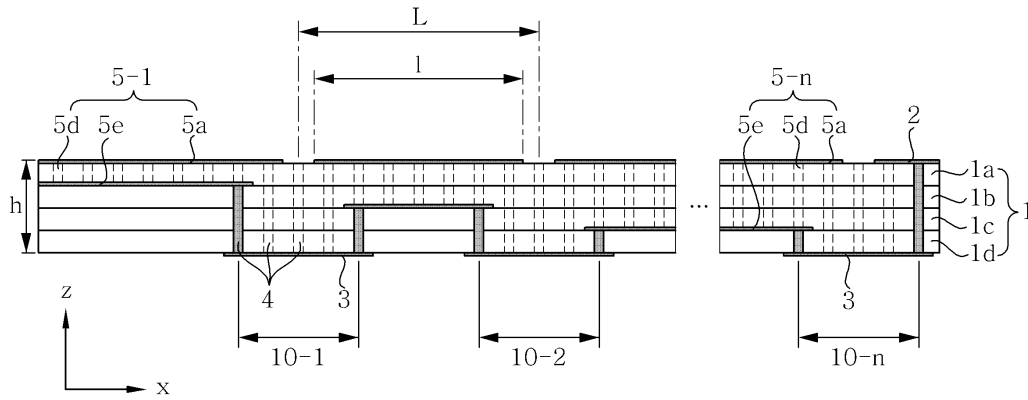
도면3a



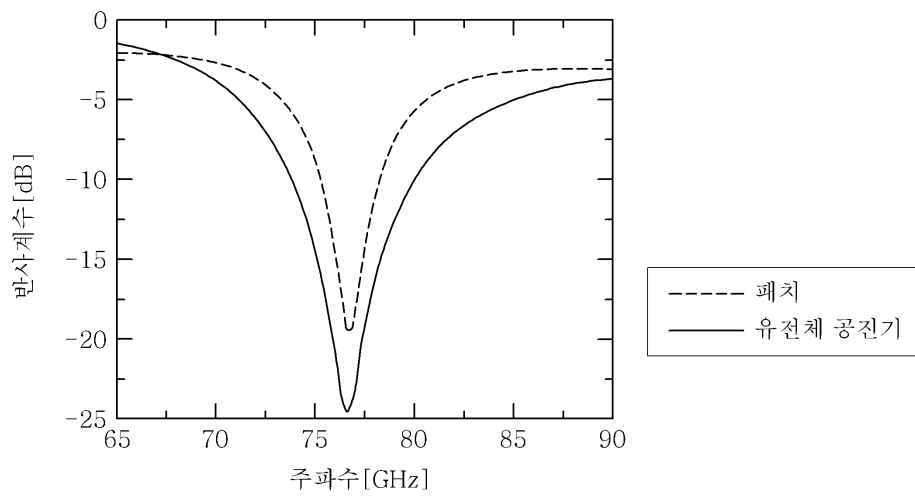
도면3b



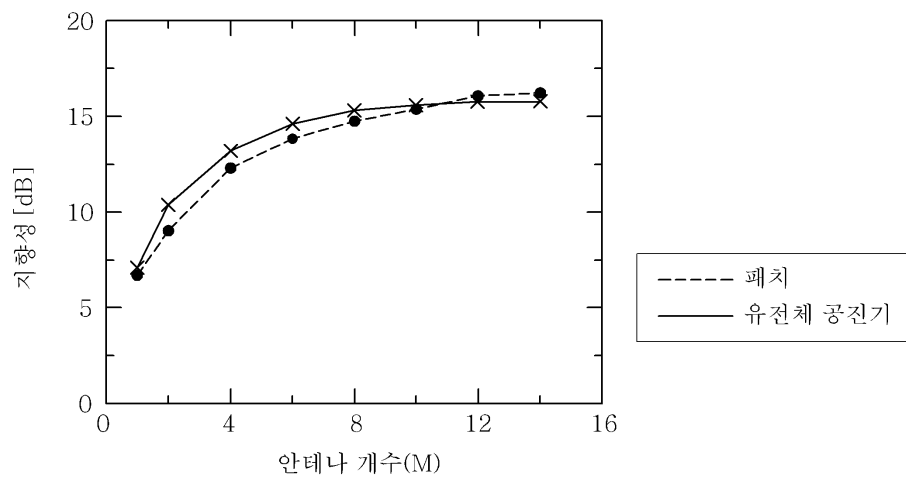
도면3c



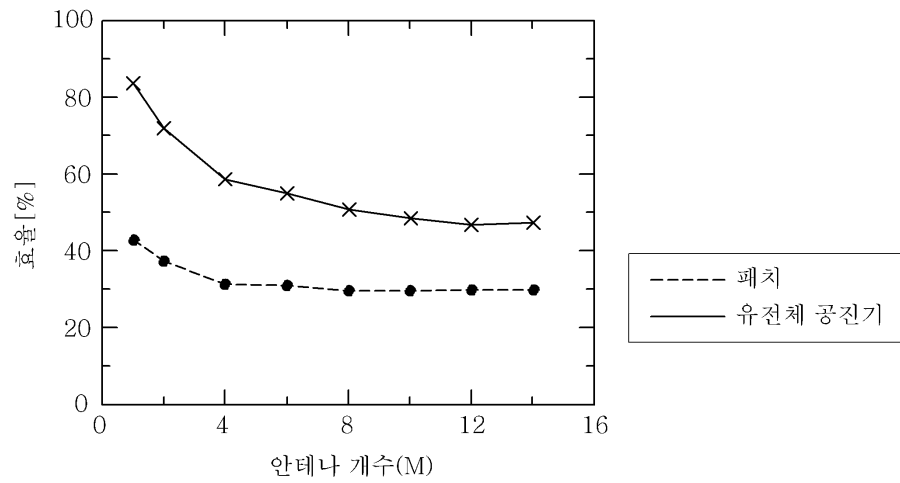
도면4



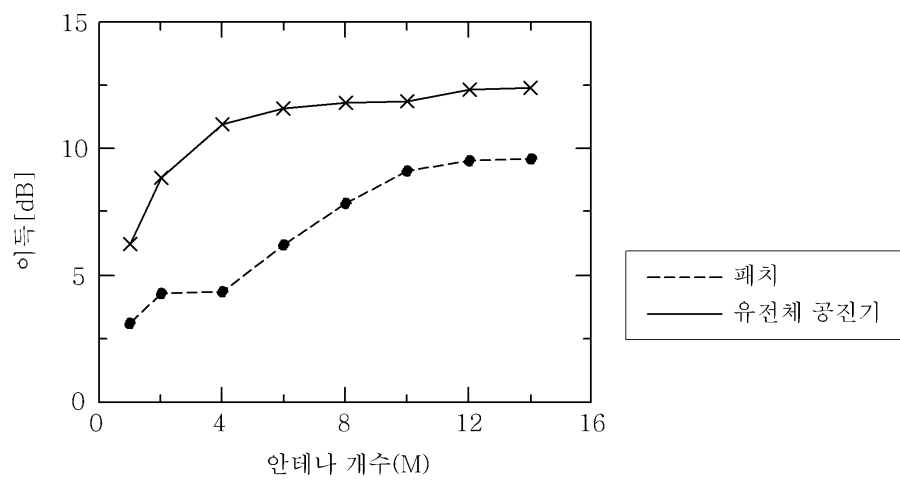
도면5a



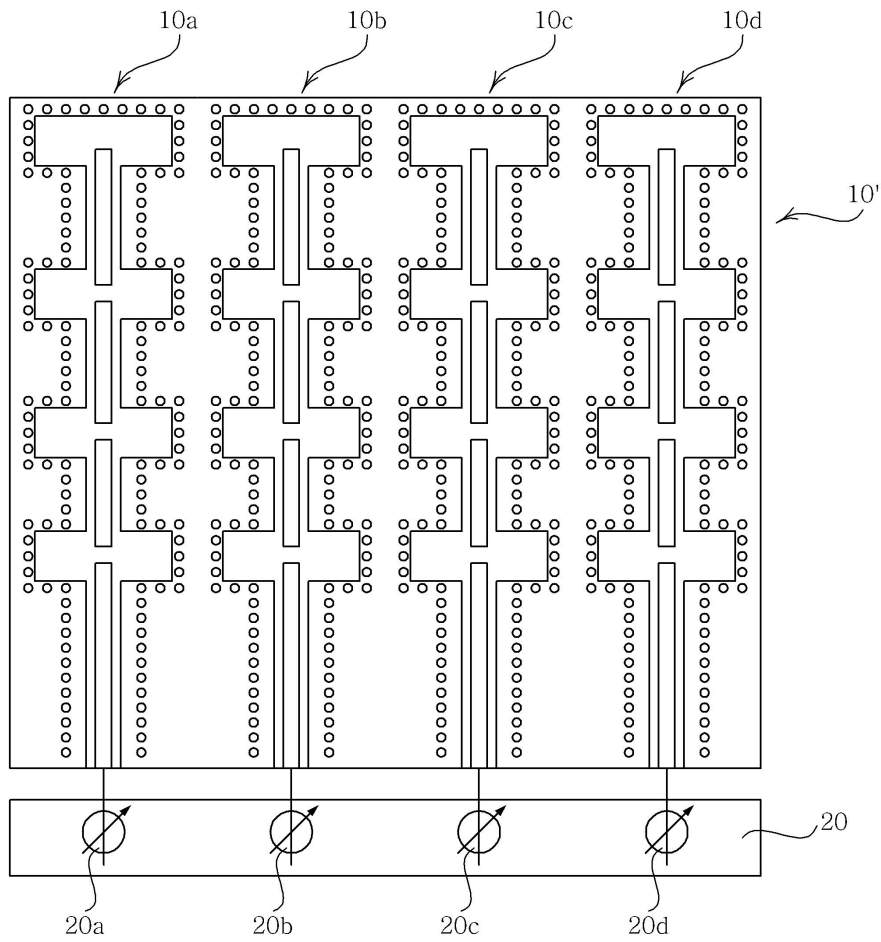
도면5b



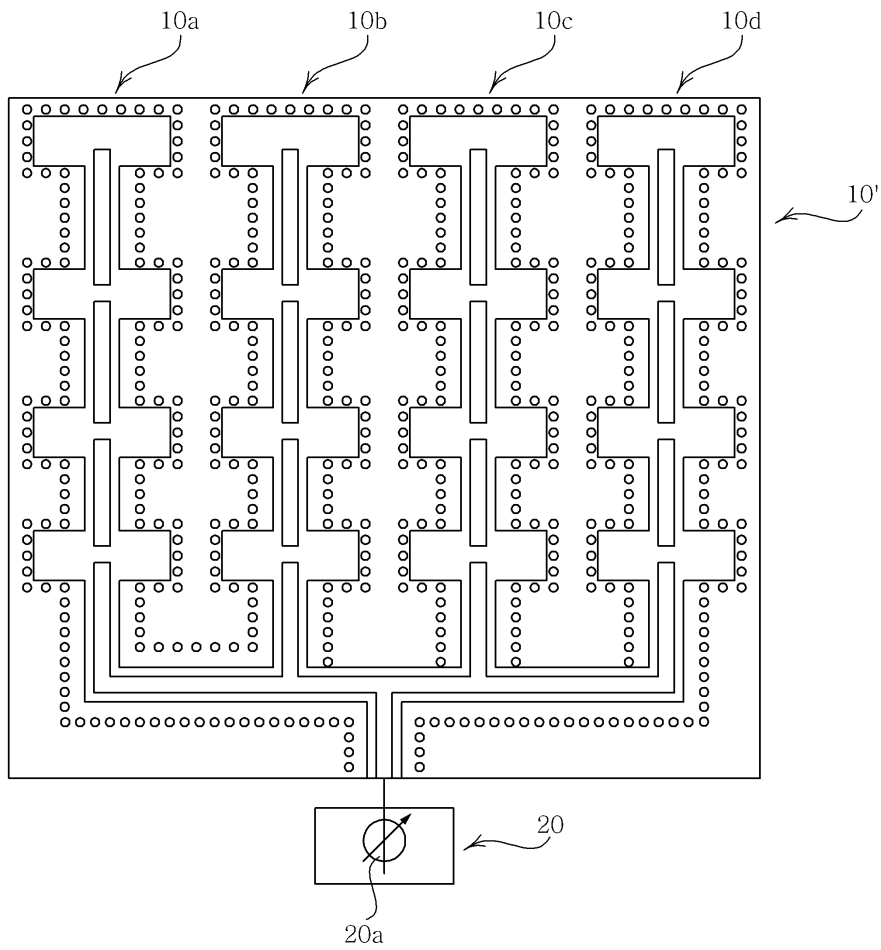
도면5c



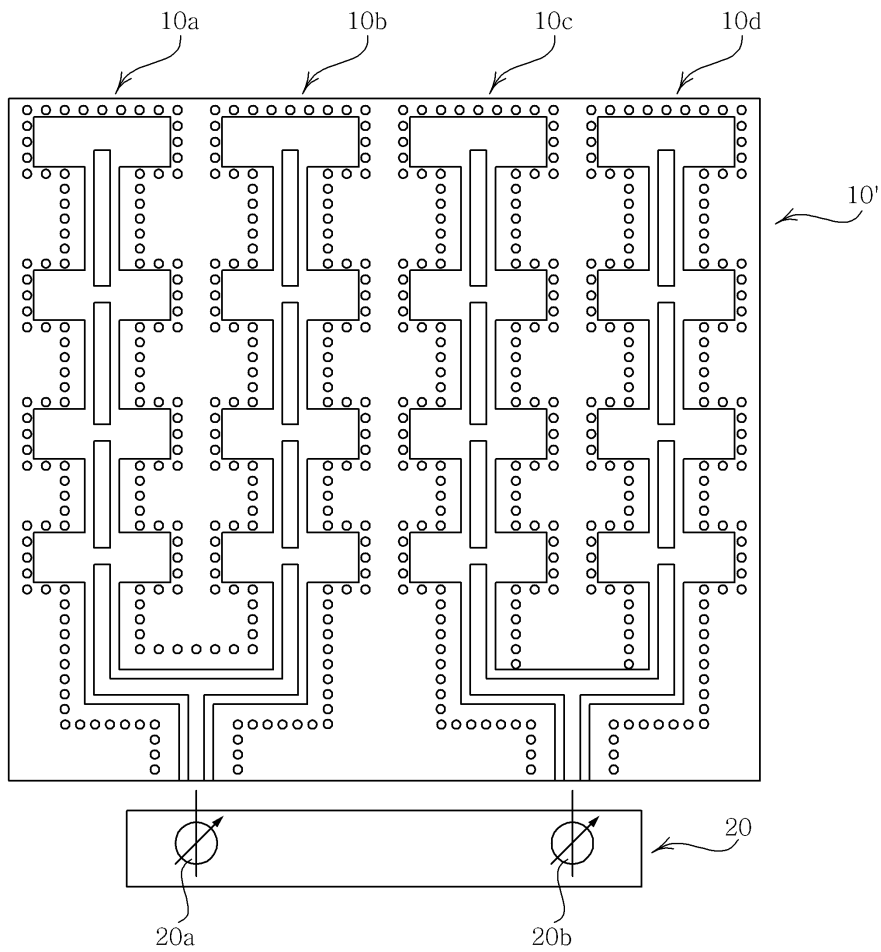
도면6a



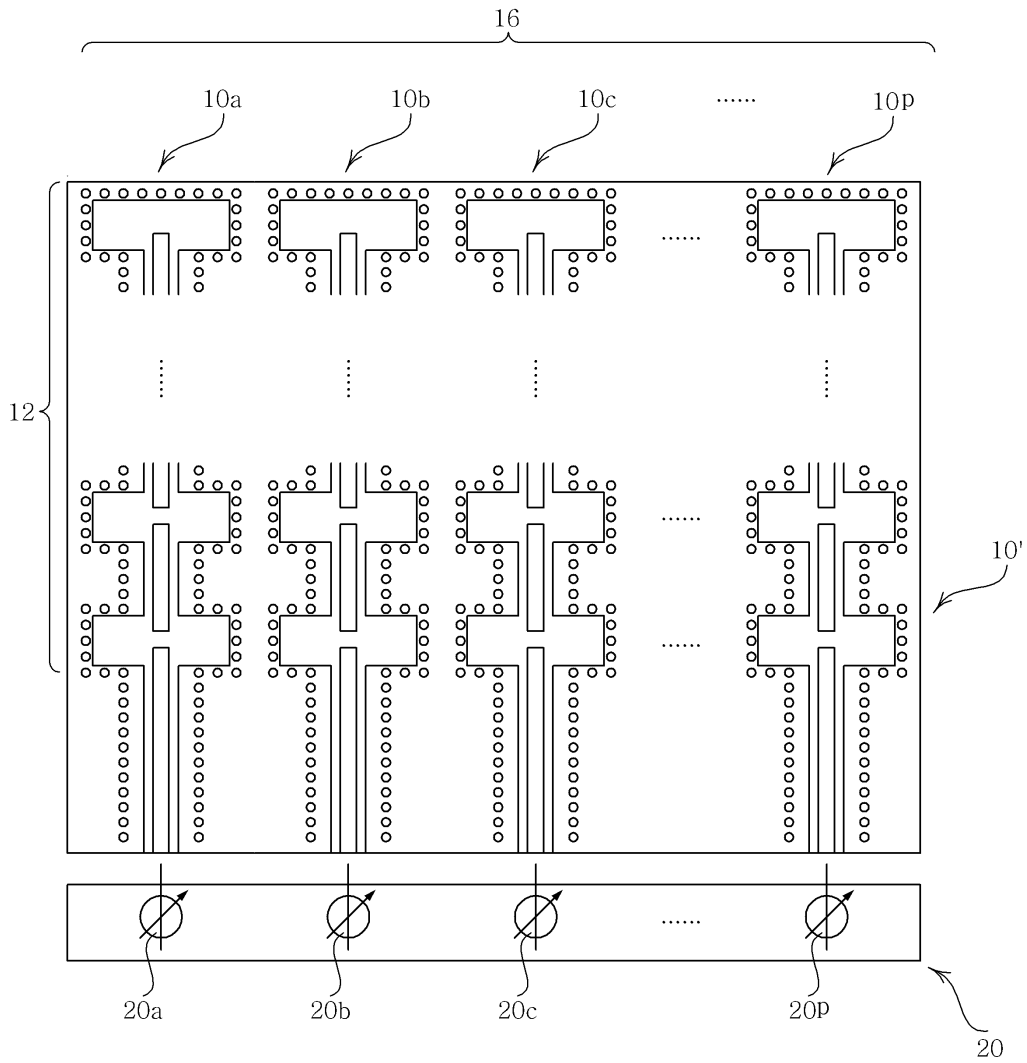
도면6b



도면6c



도면7a



도면7b

