



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0134692
(43) 공개일자 2013년12월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01P 7/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0058393

(22) 출원일자 2012년05월31일

심사청구일자 2012년05월31일

(71) 출원인

주식회사 릿치마이크로웨이브

서울특별시 마포구 백범로 35, 물리학과 455 (신수동, 서강대학교)

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

김종철

서울특별시 서대문구 통일로 348, 청구아파트 101동 303호 (홍제동, 무악청구아파트)

이기진

서울특별시 종로구 창성동 144

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인충현

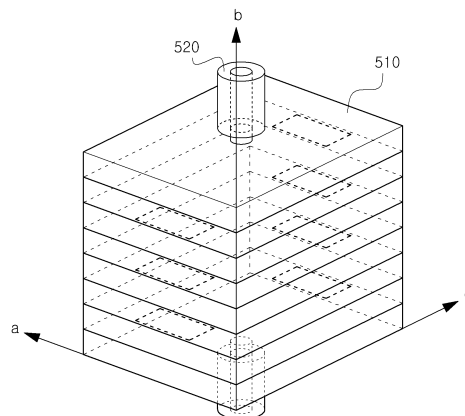
전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 발명의 명칭 3차원 적층 유전체 공진기 조립체

(57) 요약

3차원 적층 유전체 공진기 조립체는, 내측으로 유전 물질이 충전되어 전파를 전달하고, 외측으로 도전 코팅층이 형성되며, 상호 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛(unit) 및 전파의 이동 경로의 입구 및 출구에 연결되어 입력 신호와 출력 신호를 전달하는 연결 단자를 포함하고, 유전체 공진 유닛 각각은 도전 코팅층과 전기적으로 분리되어 유전 물질을 통해 전파를 전달하는 커플링 윈도우(coupling window)를 형성함으로써 연결 단자로부터 입력된 신호를 복수 개의 유전체 공진 유닛을 통해 다른 연결 단자로 출력하며, 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛은 전파의 전달 방향과 수직 방향으로 적층된다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

이정하

서울특별시 마포구 대흥동 660, 태영아파트 106동
1602호

장영수

대전광역시 동구 가오동 658 은어송1단지 102동
302호

김승완

서울특별시 강남구 논현로67길 35, 수목써밋빌
3층 302호 (역삼동)

특허청구의 범위

청구항 1

내측으로 유전 물질이 충전되어 전파를 전달하고, 외측으로 도전 코팅층이 형성되며, 상호 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛(unit); 및

상기 전파의 이동 경로의 입구 및 출구에 연결되어 입력 신호와 출력 신호를 전달하는 연결 단자;를 포함하고,

상기 유전체 공진 유닛 각각은 상기 도전 코팅층과 전기적으로 분리되어 상기 유전 물질을 통해 전파를 전달하는 커플링 윈도우(coupling window)를 형성함으로써 상기 연결 단자로부터 입력된 신호를 상기 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛을 통해 상기 다른 연결 단자로 출력하며,

상기 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛은 상기 전파의 전달 방향과 수직 방향으로 적층되는 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 적층되는 유전체 공진 유닛의 개수는 상기 전파의 공진 주파수 특성에 따라 결정되는 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 적층되는 유전체 공진 유닛의 높이는 상기 전파의 공진 주파수 대역과 무관한 가장 작은 값으로 결정되는 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 공진기 유닛은 구형 도파관(rectangular waveguide)의 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 전파의 공진 주파수 대역은 1GHz 이하인 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 유전체 공진 유닛은 TE₁₀₁ 모드(mode)에 따라 동작하는 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 연결 단자는,

상기 이동 경로의 입구 및 출구에 상기 유전체 공진기 유닛의 커플링의 수직 방향으로 홀(hole)이 천공됨으로써 N-타입(type) 또는 SMA 타입 중 어느 하나의 커넥터(connector)를 형성하는 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 연결 단자는,

입출력 커플링 부분에 스트립 라인(strip line)을 삽입하여 SMD 타입의 커넥터를 형성하는 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 상호 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛은,

유전체 공진기 유닛의 일면에 형성된 전극과 다른 유전체 공진기 유닛의 도전 코팅층을 접합함으로써 형성되는 것을 특징으로 하는 유전체 공진기 조립체.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 유전체 공진기에 관한 것으로, 특히 복수 개의 유전체 공진기를 적층하여 조립함으로써 형성된 유전체 도파관(waveguide)에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 무선 이동 통신 서비스가 대중화됨에 따라 무선 중계 장치에 대한 수요가 증대하고 있으며, 특히 소형/경량화된 중계 장치에 대한 요구가 급증하고 있다. 유전체 공진기(dielectric resonator)는 유전체 공진 특성을 가진 전자 소자로서, 통신 장비 및 기지국과 중계기와 같은 RF(radio frequency) 장치의 부품으로서 널리 이용되고 있다. 정보 통신 기술이 비약적으로 발전하면서 다양한 주파수 대역을 활용한 휴대용 장비가 증가 추세에 있다. 이러한 추세에 따라 소형화와 높은 파워에서도 동작이 가능하며, 주파수의 온도 안정성이 높은 필터에 대한 수요가 증가하고 있다.

[0003] 유전체 공진기 또는 유전체 세라믹 필터는 이러한 요구에 매우 적합하기 때문에 RF 장치의 부품으로서 널리 이용되고 있다. 유전체 공진기는 일반적인 LC 회로를 이용한 필터에 비해 고주파에서도 공진특성이 우수하고, 주파수의 온도 안정성이 높을 뿐만 아니라 높은 동작파워를 견딜 수 있다는 장점이 있다. 이하에서 제시되는 비특허문헌은 유전체 공진기의 분류와 이러한 공진기에서의 공진주파수, 공진 모드 및 활용 방법에 대해 소개하고 있다.

[0004] 이러한 환경 하에서, 현재는 주파수특성과 파워(power)가 우수한 금속의 캐비티(cavity) 필터가 사용되고 있으나 시장의 흐름은 크기와 무게가 작고 상대적으로 가격이 저렴한 필터를 요구하는 방향으로 가고 있다.

선행기술문헌

비특허문헌

[0005] (비특허문헌 0001) 마이크로 웨이브에서의 유전체 공진기, 홍의석, 전기학회논문지 32,3('83.3) pp.22-27 ISSN 1975-8359 KCI 등재, 대한전기학회, 1983.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 실시예들이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 도파관(waveguide)의 TE 모드를 사용하기 위해 활용되는 유전체 공진기가 주파수 특성을 유지하기 위해서는 그 크기가 상대적으로 증가하는 문제점을 해결하고, 특히 저주파수 대역에서는 유전율이 높은 유전 물질을 사용하더라도 소형화된 유전체 도파관의 구현이 어려운 한계를 극복하고자 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 유전체 공진기 조립체는, 내측으로 유전 물질이 충전되어 전파를 전달하고, 외측으로 도전 코팅층이 형성되며, 상호 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛(unit); 및 상기 전파의 이동 경로의 입구 및 출구에 연결되어 입력 신호와 출력 신호를 전달하는 연결 단자;를 포함하고, 상기 유전체 공진 유닛 각각은 상기 도전 코팅층과 전기적으로 분리되어 상기 유전 물질을 통해 전파를 전달하는 커플링 윈도우(coupling window)를 형성함으로써 상기 연결 단자로부터 입력된 신호를 상기 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛을 통해 상기 다른 연결 단자로 출력하며, 상기 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛은 상기 전파의 전달 방향과 수직 방향으로 적층된다.
- [0008] 일 실시예에 따른 상기 유전체 공진기 조립체에서, 상기 적층되는 유전체 공진 유닛의 개수는 상기 전파의 공진 주파수 특성에 따라 결정된다.
- [0009] 일 실시예에 따른 상기 유전체 공진기 조립체에서, 상기 적층되는 유전체 공진 유닛의 높이는 상기 전파의 공진 주파수 대역과 무관한 가장 작은 값으로 결정된다. 또한, 상기 유전체 공진 유닛은 TE₁₀₁ 모드(mode)에 따라 동작한다.
- [0010] 일 실시예에 따른 상기 유전체 공진기 조립체에서, 상기 유전체 공진기 유닛은 구형 도파관(rectangular waveguide)의 형태로 형성된다.
- [0011] 일 실시예에 따른 상기 유전체 공진기 조립체에서, 상기 연결 단자는, 상기 이동 경로의 입구 및 출구에 상기 유전체 공진기 유닛의 커플링의 수직 방향으로 홀(hole)이 천공됨으로써 N-타입(type) 또는 SMA 타입 중 어느 하나의 커넥터(connector)를 형성할 수 있다.
- [0012] 일 실시예에 따른 상기 유전체 공진기 조립체에서, 상기 연결 단자는, 입출력 커플링 부분에 스트립 라인(strip line)을 삽입하여 SMD 타입의 커넥터를 형성할 수 있다.
- [0013] 일 실시예에 따른 상기 유전체 공진기 조립체에서, 상기 상호 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛은, 유전체 공진기 유닛의 일면에 형성된 전극과 다른 유전체 공진기 유닛의 도전 코팅층을 접합함으로써 형성된다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명의 실시예들은, 복수 개의 유전체 공진 유닛을 수직 방향으로 적층함으로써 도파관의 TE 모드를 사용하여 주파수의 특성과 파워의 우수성을 유지하면서도 유전체 공진기의 크기를 상대적으로 소형으로 구현할 수 있으며, 특히 저주파수 대역에서도 별도의 유전 물질의 교체 없이도 저렴하고 소형화된 유전체 도파관을 제작할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 활용되는 일체형 유전체 도파관을 예시한 도면이다.
- 도 2는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 활용되는 어레이 타입(array type)의 유전체 도파관을 예시한 도면이다.
- 도 3은 유전체 도파관의 크기와 공진 주파수 대역 간의 상관 관계를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 어레이 타입의 유전체 도파관의 면적을 감소시킬 수 있는 방법과 그 방법에 따른 문제점을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유전체 공진기 조립체를 도시한 사시도이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 5의 유전체 공진기 조립체를 이용한 유전체 도파관의 프로토타입(prototype)을 도시한 도면이다.
- 도 7은 도 6의 유전체 도파관을 이용하여 측정한 주파수 특성 그래프의 실험예이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 종래의 유전체 공진기 기술 분야에서 활용되고 있는 도파관의 특성과 문제점을 검토한 후, 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 개괄

적으로 소개하도록 한다.

[0017] 도 1은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 활용되는 일체형 유전체 도파관을 예시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이 종래의 일체형 유전체 도파관은 해당 도파관이 활용되는 환경이 요구하는 주파수 특성에 따라 미리 공진기의 크기가 결정되어 생산되게 된다. 특히, 현재 사용되는 무선 통신 시스템은 다양한 주파수를 이용하여 다양한 서비스를 제공하고 있는데, 이는 다양한 필터 특성을 요구하게 된다. 이러한 다양한 필터 특성에 대응하기 위해서는 필터를 구성하고 있는 공진기를 조건에 맞게 다양한 형태로 변경할 수 있어야 한다. 즉, 일체형 유전체 도파관은 다양한 주파수 특성의 변화를 고려한 것이 아니며, 이러한 한계를 극복하기 위해 도 2와 같은 유전체 공진기 조립체가 제안되었다.

[0018] 도 2는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 활용되는 어레이 타입(array type)의 유전체 도파관을 예시한 도면으로서, (a)의 프레임 구조와 (b)의 외관을 각각 도시하고 있다.

[0019] 앞서 소개한 바와 같이 다양한 필터 특성에 대응하기 위해 일체형으로 구현되던 공진기를 다수의 공진기 유닛(unit)으로 분할하고, 이를 활용되는 환경에 따라 적합한 형태로 접합하는 공진기 조립체에 관한 기술이 제안되었다. 도 2에 도시된 바와 같이 이러한 공진기 유닛(210)은 필요에 따라 여러 개(도 2에서는 4개의 공진기 유닛을 전파의 전달 방향인 d 방향으로 접합하였다.)를 접합하여 어레이를 형성함으로써 사용자가 필요로 하는 주파수 특성을 달성할 수 있다.

[0020] 무선 통신 시스템은 다양한 주파수를 이용하여 다양한 서비스를 하고 있다. 다양한 주파수를 이용한다는 것은 상호간의 주파수 간섭을 최소화하면서 원하는 주파수만 선별적으로 선택한다는 것을 의미한다. 이를 위하여 단방향 통신의 경우 필터(filter)가 사용되고, 쌍방향 통신의 경우 듀플렉서(duplexer, DPX)가 사용된다. 즉, 필터나 듀플렉서는 다양한 명세(specification)에 따른 특성이 요구된다. 유전체 도파관의 경우, 주파수에 따라 도파관의 형상 내지 크기가 결정되는데 도 1에 예시된 일체형 유전체 공진기를 활용한 모노블럭(monoblock)이나 도 2에 예시된 어레이 타입의 공진기 필터와 같은 TEM 모드보다 상대적으로 큰 형태를 갖게 된다. 이를 보완하기 위하여 유전율이 높은 유전 물질을 사용할 수도 있으나, 저주파수 대역(예를 들어, 1GHz 이하의 주파수 대역이 될 수 있다.)에서는 구현상의 한계를 갖게 되어 활용하기가 어렵다.

[0021] 무선 통신 시장은 4G의 LTE(long term evolution) 또는 방송용 주파수 대역과 같이 해당 주파수의 스펙트럼이 계속 넓어지고 있으며, 특히 시장성이 큰 황금 주파수 대역으로 알려진 450MH 내지 900MHz 대역에서는 그 경쟁이 매우 치열하다. 현재는 주파수 특성과 파워가 우수한 금속의 캐비티 필터가 사용되고 있으나, 시장의 흐름은 크기와 무게가 작고 상대적으로 가격이 저렴한 필터를 요구하는 방향으로 나아가고 있다. 이러한 시장 상황을 고려할 때, 저주파수 대역에서도 도파관의 TE 모드를 사용하여 주파수 특성 및 파워의 우수성을 유지하면서 유전체를 사용하여 크기를 소형화한 유전체 도파관의 개발이 요구되는 바이다.

[0022] 따라서, 이하에서 제시되는 본 발명의 실시예들은 TE 모드에서 주파수 특성과 유전체 공진기의 크기와의 상관관계에 주목하고, 이를 통해 유전체 도파관의 크기를 감소시킬 수 있는 기술적 수단을 제안하도록 한다.

[0023] 도 3은 유전체 도파관의 크기와 공진 주파수 대역 간의 상관 관계를 설명하기 위한 도면으로서, 도파관은 동축선로의 유전체 손실을 극복하기 위해 절연체를 공기 등으로 활용하고, 도체 손실의 원인이 되는 중심 도체를 제거한 전송선로를 말한다.

[0024] 유전 물질로 채워진 TE 모드 도파관의 크기에 따른 주파수의 변화(도파관 파장)는 다음의 수학적 식 1에 따른다.

수학적 식 1

$$\lambda g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{1 - \left(\frac{\lambda_0}{\lambda_c}\right)^2}}$$

[0025]

$$f_0 = \frac{\nu}{\lambda_0}, \quad \nu = \frac{c}{\sqrt{\epsilon}}$$

[0026] 여기서, λ_0 은 자유 공간에서의 파장이고, λ_c 는 도파관의 차단 주파수에 해당

하는 파장이며, c 는 빛의 속도를 나타내고, ϵ 는 유전 물질의 유전율을 나타낸다.

[0027] f_c 는 차단 주파수(cut-off frequency)로서 TE 모드 도파관 형태의 공진기가 가지는 특징 중 하나이다. 도파관의 구조에 따른 특성으로 인해 도파관은 특정 주파수 이상이 아닌 경우에는 전송이 불가능하며, 파동의 진행 없이 제자리에서 반사만 이루어지는 시점의 파장에 해당하는 주파수를 차단 주파수라고 한다. 일반적으로 가장 낮은 차단 주파수를 가지는 모드를 기본적으로 사용하며 이하에서 제시되는 본 발명의 실시예들에서는 TE_{101} 모드를 기본 도파관 공진기로 사용하여 설계한 필터를 예시하고 있다.

[0028] 공진 주파수 대역에 따른 유전체 도파관의 크기는 아래의 수학식 2로부터 결정된다.

수학식 2

$$f_{cmnl} = \frac{c}{2\pi\sqrt{\epsilon}} \sqrt{\left(\frac{m\pi}{a}\right)^2 + \left(\frac{n\pi}{b}\right)^2 + \left(\frac{l\pi}{d}\right)^2}$$

[0029]

[0030] 여기서, m , n , l 은 각각 도파관 단면의 가로, 세로 및 도파관 길이에 따른 전계 분포가 반주기의 몇 배인가에 따라 결정되는 도파관 모드의 첨자이며, a , b , d 는 각각 도파관 단면의 가로, 세로 및 도파관 길이를 나타낸다.

[0031] 본 발명의 실시예들은 TE_{101} 모드를 사용하므로 TE_{mnl} 모드, 즉 $m=1$, $n=0$, $l=1$ 이므로, 이상의 수학식 2에서 도파관 단면의 세로에 관한 항이 삭제되는 것을 알 수 있다. 다시 말해, TE_{101} 모드에서는 도파관 단면의 세로 성분, 즉 유전체 공진기 유닛의 높이가 차단 주파수를 결정하는데 영향을 미치지 않음을 의미한다. 따라서, 도 3에 도시된 유전체 공진기에서, b 의 크기는 주파수의 영향을 크게 받지 않음을 알 수 있다.

[0032] 도 4는 어레이 타입의 유전체 도파관의 면적을 감소시킬 수 있는 방법과 그 방법에 따른 문제점을 설명하기 위한 도면이다.

[0033] 앞서 도 2를 통해 간략히 소개한 바와 같이, 어레이 타입의 유전체 공진기를 활용한 도파관 필터는 일반적으로 원하는 주파수 특성에 따라 2개 이상 접합함으로써 필터를 설계하게 된다. 만약, 저주파수 대역에서 활용하기 위한 도파관 필터를 설계할 경우, 그 크기와 무게를 감소시키고자 할 경우, 종래의 어레이 타입의 유전체 공진기의 제작 방법에 따른 경우, 아무리 b 의 높이를 감소시키더라도 길이가 길어지는 방향(도 3의 z 축 방향을 의미한다.)으로 공진기를 접합하므로 무게는 감소할지라도 면적에 따른 공진기의 크기는 감소하지 않아, RF 필터를 사용하는 통신 시스템에는 큰 도움이 되지 못한다.

[0034] 또한, 통신 시스템에 사용하는 도파관 필터의 면적을 작게 하기 위하여, 도 4에 예시된 바와 같이 유전체 공진기 유닛(410)을 연결한 어레이 타입의 유전체 공진기를 활용한 도파관 필터를 수직 방향으로 세운다고 할지라도 그 높이가 너무 높아지므로 문제가 될 수 있다. 나아가, 도 4의 경우, 역지로 높이 d 를 낮춘다면, 이상의 수학식 2에 따라 주파수가 증가하므로, 해당 유전체 도파관은 저주파수 대역에서 활용이 불가능하다.

[0035] 다시, 앞서 도 2를 통해 예시된 종래의 어레이 타입의 유전체 도파관을 살펴보면, 해당 유전체 도파관은 공진기 유닛을 4개 접합하여 설계한 것으로서, z 축을 따라 공진기를 접합하여 필터를 제작하였다. 그러나, 낮은 주파수가 요구되는 상황 하에서 이상의 도 2의 도파관 필터 설계 방법을 활용할 경우, 유전체 도파관의 크기 및 무게가 지나치게 증가하는 문제점이 발생하게 된다. 따라서, 이하에서 제시되는 본 발명의 실시예들은 주파수의 영향을 크게 받지 않는 축의 크기(도 3에서는 y 축의 b 값을 의미한다.)를 감소시켜 유전체 공진기 유닛을 적층하는 새로운 유전체 공진기 조립체를 제안하고자 한다.

[0036] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 유전체 공진기 조립체를 도시한 사시도로서, 낮은 주파수 대역에서도 활용할 수 있는 3차원 적층 유전체 도파관을 제안하고 있다.

[0037] 도 5에서 유전체 공진기 조립체(510)는 b 축을 따라 상호 접합되어 적층된 복수 개의 유전체 공진 유닛으로 구성되었다. 이러한 유전체 공진 유닛은, 내측으로 유전 물질이 충전되어 전파를 전달하고, 외측으로 도전 코팅층이 형성된다. 또한, 유전체 공진기 조립체(510)는 전파의 이동 경로의 입구 및 출구에 연결되어 입력 신호와 출력 신호를 전달하는 연결 단자(520)를 포함한다. 유전체 공진 유닛 그 자체는 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통

상의 지식을 가진 자가 다양한 형태로 구현 가능한 것이므로, 여기서는 구체적인 설명을 생략한다.

- [0038] 이러한 유전체 공진 유닛 각각은 도전 코팅층과 전기적으로 분리되어 유전 물질을 통해 전파를 전달하는 커플링 윈도우(coupling window)를 형성함으로써 연결 단자(520)로부터 입력된 신호를 상기 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛을 통해 상기 다른 연결 단자로 출력한다. 또한, 도 5의 유전체 공진기 조립체(510)는 인덕티브(inductive)를 이용하여 유전체 공진기 유닛의 일면에 패턴(pattern)으로 커플링을 구현하는 것이 바람직하다. 이 때, 상기 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛은 상기 전파의 전달 방향과 수직 방향으로, 즉 b 축을 따라 적층되는 것이 바람직하다.
- [0039] 이렇게 적층되는 유전체 공진 유닛의 개수는 전파의 공진 주파수 특성에 따라 결정될 수 있는데, 그 구체적인 수치는 앞서 소개한 수학식 2에 따른다. 물론, 본 발명의 실시예들이 제안하고 있는 유전체 공진기 유닛은 구현의 특성상 구형 도파관(rectangular waveguide)의 형태로 형성되는 것이 바람직하나, 본 발명의 기본 아이디어가 유지되는 한도 내에서, 필요에 따라 육면체가 아닌 다른 형태의 다면체로도 구현될 수 있을 것이다.
- [0040] 특히, 본 발명의 실시예들에 따른 유전체 공진 유닛은 TE₁₀₁ 모드에 따라 동작하므로, 상기 적층되는 유전체 공진 유닛의 높이는 상기 전파의 공진 주파수 대역과 무관한 가장 작은 값으로 결정될 수 있다. 이 때, 가장 작은 값이란, 유전체 공진 유닛을 구현함에 있어 비용과 공정을 고려하여 물리적으로 제작 가능한 보편적인 수준에서의 최소값을 의미한다. 이렇게 설계된 유전체 도파관을 활용할 경우, 상기 전파의 공진 주파수 대역은 여전히 1GHz 이하에서도 동작이 가능하다. 물론, 적층되는 유전체 공진기 유닛의 개수를 조절함으로써 1GHz 이상의 고주파수 대역에서도 활용 가능한 유전체 도파관의 설계도 가능하다. 따라서, 이상의 유전체 공진기 조립체(510)는 제작의 용이성으로 인해 그 두께(높이)를 상대적으로 더욱 얇게 구현할 수 있으므로, 유전율 90 이하의 경우 및 1GHz 이하의 구현 환경에서도 적용이 가능하다는 특징을 갖는다.
- [0041] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 5의 유전체 공진기 조립체를 이용한 유전체 도파관의 프로토타입(prototype)을 도시한 도면으로서, 총 8개의 유전체 공진기 유닛(610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680)을 수직 방향으로 상호 접합하여 유전체 공진기 조립체를 형성하였다. 이 때, 유전체 공진기 유닛 각각의 높이를 최소한으로 설계, 제작하더라도 저주파수 대역의 주파수 특성을 유지하는데 문제가 없음을 앞서 설명한 바와 같다. 또한, 상호 접합된 복수 개의 유전체 공진 유닛은, 유전체 공진기 유닛(610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680)의 일면에 형성된 전극과 다른 유전체 공진기 유닛의 도전 코팅층을 접합함으로써 형성되는 것이 바람직하다. 나아가, 입출력 단자(port)로서 통상적으로 활용되는 커넥터(connector)(690)를 연결하여, 범용적인 활용이 가능하도록 구현하였다.
- [0042] 이상에서 제안한 본 발명의 실시예들에 따른 유전체 공진기 조립체를 활용하면, 유전체 도파관 밴드 패스 필터(BPF), 듀플렉서(DPX), 또는 멀티플렉서(multiplexer)의 크기를 최소화하여 구현하는 것이 가능하다. 3차원 적층 유전체 도파관의 구조는, 공진기에 커플링(coupling)을 형성시켜 필터나 듀플렉서의 형태를 제작하는 것인데, 공진기의 길이나 커플링의 크기에 따라 다양한 명세(specification)가 나타나게 된다. 본 발명의 실시예들은 각각의 유전체 공진기 유닛을 수직 방향으로 적층시켜 부피를 최소화함으로써, 주파수 특성에 따라 최초의 설계시에 정해지는 공진기의 폴(pole) 수만큼 적층하여 다양한 제품을 제작할 수 있다. 또한, 커플링의 크기는 수직 적층형 공진기의 일면에 전극을 도체의 접합부에 형성시켜(예를 들어, 패턴(pattern)을 프린트(print)하여 형성할 수 있다.) 다양하게 만들어낼 수 있으므로 가변이 가능하며, 그에 따라 다양한 명세의 유전체 도파관을 제작할 수 있다. 이 때, 유전체 공진기 유닛 간의 접합은 실버 및 무연납 등으로 완성할 수 있다.
- [0043] 또한, 이렇게 구현된 유전체 도파관 밴드 패스 필터, 듀플렉서, 멀티플렉서, 그리고 공진기 센서의 입출력 연결 단자는, 전파의 이동 경로의 입구 및 출구에 유전체 공진기 유닛의 커플링의 수직 방향으로 홀(hole)이 천공됨으로써 N-타입(type) 또는 SMA 타입 중 어느 하나의 커넥터(connector)를 형성할 수 있다. 또는, 이러한 입출력 연결 단자는, 입출력 커플링 부분에 스트립 라인(strip line)을 삽입하여 SMD 타입의 커넥터를 형성함으로써 PCB에 붙혀 메인보드에 직접 사용할 수도 있다. 입출력 연결 단자 또는 폴(pole)과 폴 사이의 커플링은 서로 마주하는 적층 공진기의 일면을 패턴으로 프린팅한 전극으로 형성시킨 후, 두 블록(block)을 실버 및 무연납 등으로 접합하여 완성할 수 있다.
- [0044] 도 7은 도 6의 유전체 도파관을 이용하여 측정한 주파수 특성 그래프의 실험예이다. 도 7에 도시된 그래프의 x 축은 주파수(MHz)를 나타내고, y 축은 신호의 크기(dB)를 나타낸다. 신호는 '0'을 기준으로 '-' 값이 커질수록 약해져 차단된다. 도 7에서 도시된 그래프는 중심 주파수 844MHz에 25MHz의 대역폭을 가져 831.5MHz에서 856.5MHz까지는 안테나단으로부터 수신된 신호를 통과시키고, 나머지 주파수 대역은 차단하는 밴드 패스 필터(bandpass filter, BPF)를 보인다. 또한, 도 7에 도시된 주파수 특성 그래프는, 삽입 손실이 1.5dB 근방에 리플

(ripple) 이 1.0dB 이내이고, 8단을 사용하여 주파수의 스킨트(skirt)가 매우 우수한 특성을 가지는 유전체 필터임을 확인할 수 있다.

[0045] 상기된 본 발명의 실시예들에 따르면, 복수 개의 유전체 공진 유닛을 수직 방향으로 3차원 적층함으로써 도파관의 TE 모드를 사용하여 주파수의 특성과 파워의 우수성을 유지하면서도 유전체 공진기의 크기를 상대적으로 소형으로 구현할 수 있으며, 특히 저주파수 대역(예를 들어, 1Ghz 이하의 주파수가 될 수 있다.)에서도 별도의 유전 물질의 교체 없이도 저렴하고 소형화된 유전체 도파관을 제작할 수 있다.

[0046] 이상에서 본 발명에 대하여 그 다양한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명에 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

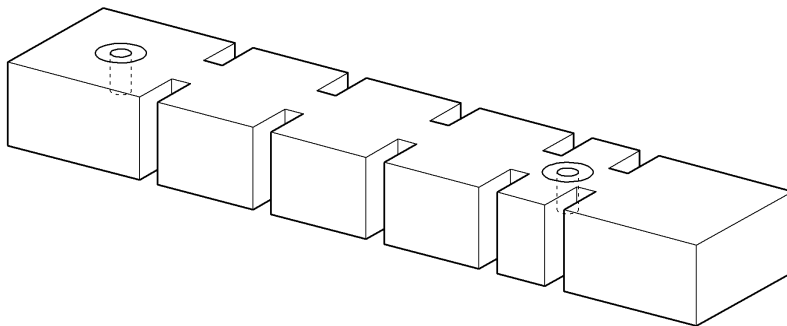
[0047] 210, 410, 610, 620, 630, 640, 650, 660, 670, 680 : 유전체 공진기 유닛

510 : 적층형 유전체 공진기 조립체

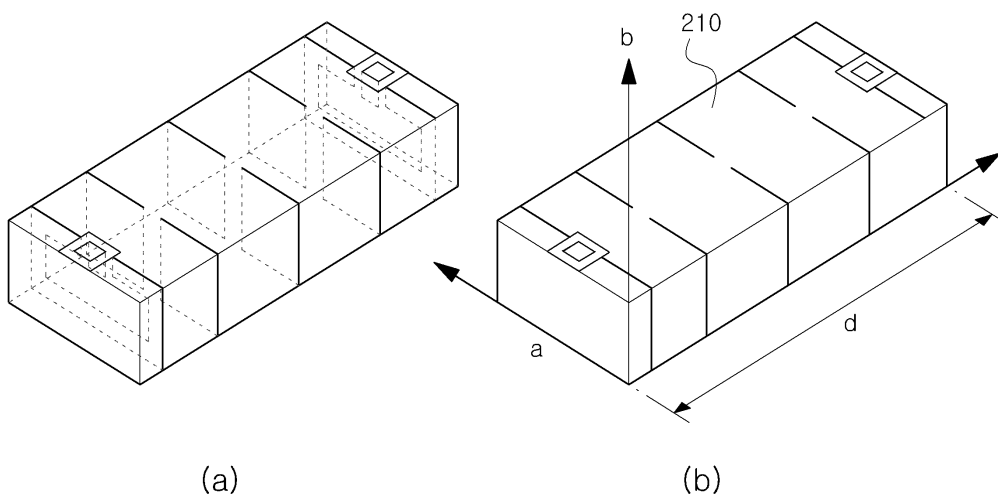
520, 690 : 연결 단자

도면

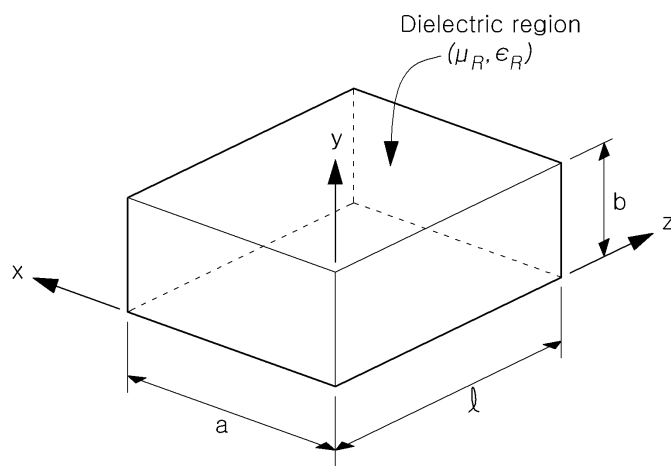
도면1



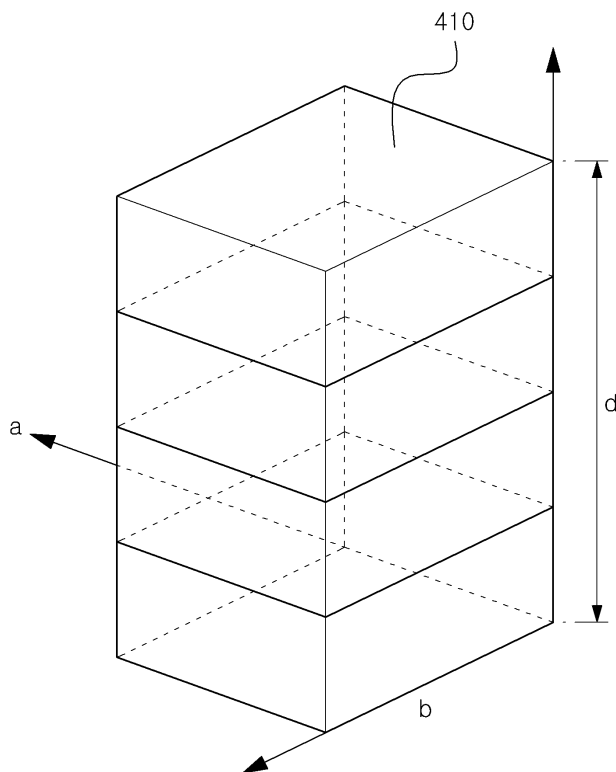
도면2



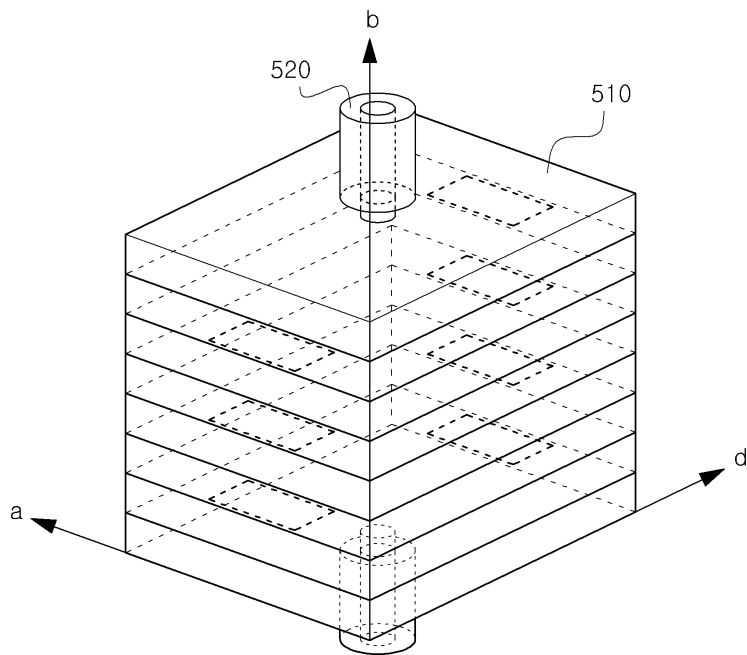
도면3



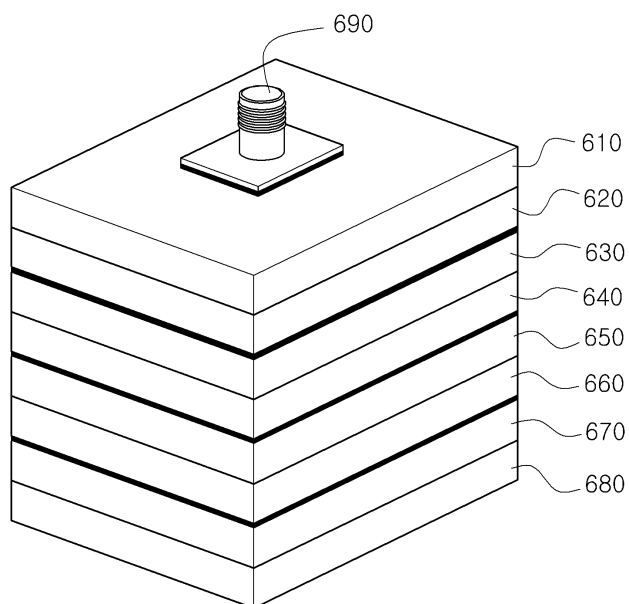
도면4



도면5



도면6



도면7

