(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0101914
(43) 공개일자 2011년09월16일

(51) Int. Cl.
H01P 1/207 (2006.01) *H01P 1/202* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-0021273
(22) 출원일자 2010년03월10일
심사청구일자 2010년03월10일

(71) 출원인
인하대학교 산학협력단
인천 남구 용현동 253 인하대학교
(72) 발명자
박욱기
인천광역시 남구 용현동 253번지 하이테크관 710호
오순수
대전광역시 유성구 신성동 211-1번지 201호
박효달
인천광역시 남구 용현동 253번지 하이테크관 710호
(74) 대리인
이원희

전체 청구항 수 : 총 9 항

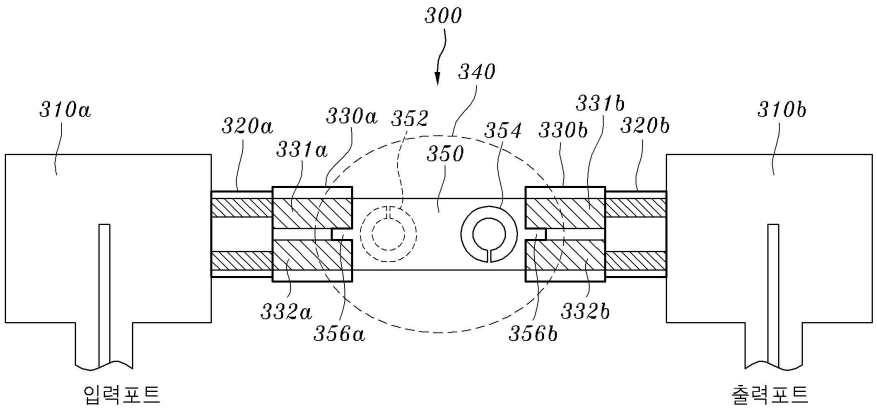
(54) 도파관 대역 통과 필터

(57) 요 약

본 발명은 도파관 대역 통과 필터에 관한 것으로서,입 ˙ 출력포트로의 신호 이동 통로로 상단과 하단에 각각 리지(ridge)가 삽입된 제1 및 제2 도파관, 상기 제1 도파관과 상기 제2 도파관 사이에 위치하며, 상기 제1 및 제2 도파관과의 정합을 위해 메타물질이 포함된 유전체 기판이 삽입된 제3 도파관으로 구성된다.

따라서, 본 발명에 따르면 입출력단에 더블 리지 도파관과 리지가 없는 소형 도파관을 일체형으로 설계하고, 리지가 없는 소형 도파관에 메타 물질인 SRR을 삽입함으로써 도파관 필터의 크기를 소형화시킬 수 있고, 입출력단에 더블 리지 도파관을 사용함으로, 다수의 SRR을 삽입하지 않아 삽입 손실을 줄이고 도파관 필터의 길이를 연장시킬 수 있는 등의 효과가 있다.

대 표 도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

입 ˙ 출력포트로부터의 신호 이동 통로로서 상단과 하단에 각각 리지(ridge)가 삽입된 제1 및 제2 도파관; 및

상기 제1 도파관과 상기 제2 도파관 사이에 위치하며, 상기 제1 및 제2 도파관과의 정합을 위해 메타물질을 포함하는 유전체 기판이 삽입된 제3 도파관;

을 포함하는 도파관 대역 통과 필터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 입력 포트와 상기 제1 도파관 사이에 위치하여 동축케이블로의 신호 전송을 위해 변환을 수행하는 제1 더블 리지 어댑터;

상기 출력 포트와 상기 제2 도파관 사이에 위치하여 동축케이블로의 신호 전송을 위해 변환을 수행하는 제2 더블 리지 어댑터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 도파관 대역 통과 필터.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 및 제2 더블 리지 어댑터와 제1 및 제2 도파관과 상기 제3 도파관이 일체형으로 설계되는 것을 특징으로 하는 도파관 대역 통과 필터.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 입력 포트와 연결된 제1 어댑터;

상기 출력 포트와 연결된 제2 어댑터;

상기 제1 도파관과 상기 제1 어댑터 사이에 위치하는 제1 임피던스 변환기;및

상기 제2 도파관과 상기 제2 어댑터 사이에 위치하는 제2 임피던스 변환기를 더 포함하되, 상기 제1 및 제2 임피던스 변환기는 동축케이블로 신호를 송수신하는 제1 및 제2 어댑터와의 임피던스 정합을 수행하는 것을 특징으로 하는 도파관 대역 통과 필터.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 및 제2 임피던스 변환기는 $\frac{\lambda}{4}$ 임피던스 변환기인 것을 특징으로 하는 도파관 대역 통과 필터.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 제1 및 제2 임피던스 변환기와 제1 및 제2 도파관, 그리고 상기 제3 도파관이 일체형으로 설계되는 것을 특징으로 하는 도파관 대역 통과 필터.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 유전체 기판에는 상기 메타물질이 상기 제3 도파관 체적에 상응하도록 배치되어 있고, 상기 제1 및 제2 도파관과의 정합을 위해 상기 제1 및 제2 도파관의 상하단 리치 사이에 삽입하기 위한 제1 및 제2 돌출부가 존재하는 것을 특징으로 하는 도파관 대역 통과 필터.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 메타물질은 SRR(Split Ring Resonator)인 것을 특징으로 하는 도파관 대역 통과 필터.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 SRR(Split Ring Resonator)을 상기 유전체 기판에 두 개 삽입하여 삽입 손실을 줄인 도파관 대역 통과 필터.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 도파관 대역 통과 필터에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 입 · 출력포트로의 신호 이동 통로인 제1 및 제2 도파관의 상단과 하단에 각각 리지(ridge)를 삽입하여 필터의 길이를 연장 또는 임의의 길이로 할 수 있고, 상기 제1 도파관과 상기 제2 도파관 사이에 위치하는 제3 도파관에 메타물질이 포함된 유전체 기판을 삽입하여 상기 제1 및 제2 도파관의 정합과 물리적으로 소형화를 가능하게 하는 도파관 대역 통과 필터에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로, 직사각형 도파관은 거의 60년 동안 마이크로파, 레이더와 안테나 기술에서 기본 관 구조가 사용되어 왔다. 마이크로스트립 같은 평면 관 구조는 많은 응용에서 도파관을 능가했고 마이크로파 소자와 시스템의 소형화와 집적화를 이끌었다. 그럼에도 불구하고 많은 응용, 특히 안테나 기술에서 도파관의 사용은 거의 필수적이다.

[0003] 예로는 큰 안테나 배열을 위한 급전 네트워크이다. 게다가 안테나 배열과 관련 있는 다중 주파수에서 방사 소자로써 도파관의 매우 중요한 응용이 있다. 그런 배열 안테나의 다른 주파수 대역에서 동작하는 많은 다른 개방 종단 방사체가 존재하고 그것들은 모두 일반적, 가끔씩은 제한된 공간에 맞춰져야 한다. 그러므로, 도파관의 물리적 크기는 중요한 실용적 파라미터이고 소형화 도파관의 필요가 증가하고 있다.

[0004] 기본 전자기에서 도파관의 횡단 치수는 적어도 반 파장이 된다는 것은 잘 알려져 있다. 그 경우에서 계 분포는 도파관에 흐르는 전자기파의 전파를 위해 필요한 경계 조건을 만족한다.

[0005] 도파관 소형화의 기존 방법은 상대 유전율의 루트값을 취하는 파장을 줄이는 유전체를 채우는 방법이 포함된다. 따라서 최소 횡단 치수는 같은 요소에 의해 줄여진다. 낮은 손실을 갖는 높은 유전율 유전체의 부족은 실제 적

용에 심각한 제한을 갖는다.

[0006] 최근 몇 년 동안 도파관의 소형화를 이끄는 몇몇 새로운 개념이 나왔다. 인공적인 완전 자기 전도체(복소 표면)는 TEM(Transverse Electro Magnetic wave)전파를 제공하는 도파관 벽을 위해 사용되었다. 이 현상은 도파관 폭을 줄일 때 사용될 수 있다. 또한, TEM 전파('N 도파관')를 제공하는 hard-walled 도파관이 로드된 유전체의 새로운 소형화 유형은 이론적으로 연구되었다.

[0007] 반면에, 동시에 음의 유전율과 투자율을 갖는 인공적 물질의 최근 소개부터 급속히 성장한 메타물질의 근접계가 존재한다. 메타물질은 일반적으로 유전체 주요 물질에 끼워진 전기적으로 작은 산란(함유물)을 포함한다. 근접한 산란 사이의 거리는 파장의 역수와 같다. 삽입물은 전기와 자기 편파와 비슷한 산란 특성을 표현하므로 주요 물질의 거시적인 유전율과 투자율을 수정한다. 성공적인 투자율과 유전율은 음일 것이고 이것은 역방향 전파를 생성한다.

[0008] 오래전에 첨단 연구에서 예상된 것처럼 역방향 물질은 몇몇 새로운 물리적이고 직관적이지 않은 현상과 함께한다. 연구원들이 관 구조의 소형화를 위한 이 새로운 물질의 가능한 응용을 조사해왔다는 것은 흥미롭다.

[0009] 일반적이고 역방향파 물질의 결합으로 이루어진 얇은 부파장 공진기는 역방향파 석판이 위상이 앞서는 것을 소개하기 때문에 일반 물질로 만들어진 석판에서 생성되는 위상 뒤처짐을 보상할 수 있다. 따라서 횡단 공진을 위한 경계 조건은 반파장보다 작은 간격을 만족시킬 수 있다. 이 개념은 이론적으로 평행판 도파관으로 깊게 확장된다.

[0010] 일반적이고 역방향파 물질로 만들어진 석판으로 채워진 평행판 도파관은 "매우-느린"모드가 존재한다. 이 모드는 도파관 횡단 치수를 줄일 때 사용될 수 있다. 이 개념의 실험적인 증명은 아직 나오진 않았다. 실험적인 연구의 부족은 이차원 등방성 역방향파 물질의 제작에 기술적인 문제를 야기할 수 있다.

[0011] 최근에 Split Ring Resonator(공진 삽입물은 일반적으로 음의 유전율을 갖는 메타물질의 통합을 위해 사용된다)와 함께 삽입된 도파관은 차단 주파수 아래에서의 전파가 증명되었다. 이 현상은 음의 유효 유전율을 갖는 1차원 물질로써의 우월한 TE 모드의 차단 주파수 아래에서 도파관을 고려함으로써 해석되었다. 게다가 Split Ring Resonator(SRR)와 함께 삽입된 도파관은 음의 유전율과 음의 투자율을 갖는 1차원 물질로써 해석되었다. 상기에 나와 있는 실험적인 결과는 차단 주파수 아래에서의 전파를 보여줌에도 불구하고 역방향 파의 존재는 증명으로 시도되지 않았고, 차단 주파수 아래에서 전파 현상의 새로운 물리적 해석이 제안되었다.

[0012] 도 1은 종래의 도파관 대역통과 필터를 나타낸 도면, 도 2a는 도 1에 도시된 유전체 기판을 개략적으로 나타낸 도면, 도 2b는 도 1에 도시된 도파관의 일체형을 나타낸 도면, 도 2c는 도 1에 도시된 정사각형 도파관을 나타낸 도면이다.

[0013] 도 1을 참조하면, 도파관 대역 통과 필터(100)는 동축 케이블에서 도파관(120)으로 신호를 인가하기 위해 사용된 양쪽 어댑터(110a, 110b), MNG(Mu NeGative) 메타물질인 7개의 SRR(131~137)이 내포된 유전체 기판(130)을 삽입으로 소형화된 정사각형 도파관(120)으로 구성된다.

[0014] 상기 유전체 기판(130)에 대해 도 2a를 참조하여 설명하기로 한다.

[0015] 도 2a를 참조하면, 유전체 기판(130)은 도파관을 소형화하기 위해 사용된 MNG 메타물질이 되도록 인공적으로 만든 것이다. 여기서, 상기 MNG 메타물질은 유전체 기판(130)에 SRR(Split Ring Resonator)(131~137)들을 에칭시킨 것이다.

[0016] 상기 7개의 SRR(Split Ring Resonator)(131~137)들은 유전체 기판(130)의 한쪽면에만 에칭되며, 다른 한쪽에는 SRR이 없는 구조로 되어 있다. 또한 SRR(131~137)들은 일정한 간격 a 만큼 거리를 두어 소형 도파관 길이 C만큼 에칭되어 있다.

[0017] 상기 도파관 대역 통과 필터(100)는 도 2b와 같이 일체형으로 구성되어 있다. 즉, 도파관 대역 통과 필터(100)는 도 2c와 같은 소형화된 정사각형 도파관(120)이 있으며, 이 양쪽에는 동축 케이블에서 상기 정사각형 도파관(120)으로 신호를 인가하기 위해 사용된 도파관(110a, 110b)이 존재한다.

[0018] 상기 사용된 도파관의 크기는 전체 시스템의 주파수 및 송수신기 구조 등에 의해 결정되며, 상기 소형화된 정사각형 도파관(120)의 개구면 크기는 폭과 높이가 같게 되고 차단 주파수는 올라가도 차단 주파수 아래에서 전자파가 전달되도록 한다.

[0019] 그러나 상기와 같은 도파관 대역 통과 필터의 경우, 도파관 길이가 길어지면 삽입된 기판과 기판에 삽입된 SRR

의 개수가 늘어나게 되어 유전체 손실과 도체 손실이 많이 발생하게 되는 단점이 있다.

[0020] 또한, 삽입된 MNG 메타물질은 신호를 인가 해 주는 양쪽 도파관과의 부정합으로 손실이 많이 발생하는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0021] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출한 것으로, 도파관에 메타 물질인 SRR을 적게 삽입하여 저 삽입 손실과 필터의 개구면 크기를 소형화하고 필터의 길이를 임의로 정할 수 있는 도파관 대역통과 필터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0022] 또한, 본 발명은 입출력단에 더블 리지 도파관과 리지가 없는 소형 도파관을 일체형으로 설계하고, 리지가 없는 소형 도파관에 메타 물질인 SRR을 삽입함으로써 도파관 필터의 크기를 소형화시킬 수 있는 도파관 대역통과 필터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0023] 상기 목적들을 달성하기 위하여 본 발명에 따르면, 입 * 출력포트로의 신호 이동 통로로서 상단과 하단에 각각 리지(ridge)가 삽입된 제1 및 제2 도파관, 상기 제1 도파관과 상기 제2 도파관 사이에 위치하며, 상기 제1 및 제2 도파관과의 정합을 위해 메타물질을 포함하는 유전체 기판이 삽입된 제3 도파관을 포함하는 도파관 대역 통과 필터가 제공된다.

[0024] 상기 도파관 대역 통과 필터는 상기 입력 포트와 상기 제1 도파관 사이에 위치하여 동축케이블로의 신호 전송을 위해 변환을 수행하는 제1 더블 리지 어댑터, 상기 출력 포트와 상기 제2 도파관 사이에 위치하여 동축케이블로의 신호 전송을 위해 변환을 수행하는 제2 더블 리지 어댑터를 더 포함할 수 있다.

[0025] 상기 제1 및 제2 더블 리지 어댑터와 제1 및 제2 도파관, 그리고 상기 제3 도파관이 일체형으로 설계될 수 있다.

[0026] 상기 도파관 대역 통과 필터는 상기 입력 포트와 연결된 제1 어댑터, 상기 출력 포트와 연결된 제2 어댑터, 상기 제1 도파관과 상기 제1 어댑터 사이에 위치하는 제1 임피던스 변환기, 상기 제2 도파관과 상기 제2 어댑터 사이에 위치하는 제2 임피던스 변환기를 더 포함하되, 상기 제1 및 제2 임피던스 변환기는 동축케이블로 신호를 송수신하는 제1 및 제2 어댑터와의 임피던스 정합을 수행한다.

[0027] 상기 제1 및 제2 임피던스 변환기는 $\frac{\lambda}{4}$ 임피던스 변환기일 수 있다.

[0028] 상기 제1 및 제2 임피던스 변환기와 제1 및 제2 도파관, 그리고 상기 제3 도파관이 일체형으로 설계될 수 있다.

[0029] 상기 유전체 기판에는 상기 메타물질이 상기 제3 도파관 체적에 상응하도록 배치되어 있고, 상기 제1 및 제2 도파관과의 정합을 위해 상기 제1 및 제2 도파관의 상하단 리치 사이에 삽입하기 위한 제1 및 제2 돌출부가 존재한다.

[0030] 상기 메타물질은 SRR(Split Ring Resonator)로서, 상기 SRR(Split Ring Resonator)을 상기 유전체 기판에 두개 삽입하여 삽입 손실을 줄일 수 있다.

발명의 효과

[0031] 상술한 바와 같이 본 발명에 따르면, 입출력단에 더블 리지 도파관과 리지가 없는 소형 도파관을 일체형으로 설계하고, 리지가 없는 소형 도파관에 메타 물질인 SRR을 삽입함으로써 도파관 필터의 크기를 소형화시킬 수 있다.

[0032] 또한, 입출력단에 더블 리지 도파관을 사용함으로써 다수의 SRR을 삽입하지 않아도 되므로 삽입 손실을 줄이고 도파관 필터의 길이를 임의로 연장 및 조절할 수 있다.

[0033] 또한, 더블 리지가 없는 도파관에 메타물질을 적게 사용하고 체적 배치함으로써 삽입 손실을 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0034] 도 1은 종래의 도파관 대역통과 필터를 나타낸 도면.

도 2a는 도 1에 도시된 유전체 기판을 개략적으로 나타낸 도면.

도 2b는 도 1에 도시된 도파관의 일체형을 나타낸 도면.

도 2c는 도 1에 도시된 정사각형 도파관을 나타낸 도면.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도파관 대역 통과 필터의 단면을 나타낸 도면.

도 4a는 도 3에 도시된 도파관 부분의 일체형을 도시한 도면.

도 4b는 도 3에 도시된 임피던스 변환기를 나타낸 도면.

도 4c는 도 3에 도시된 제1 및 제2 도파관을 나타낸 도면.

도 4d는 도 3에 도시된 제3 도파관을 나타낸 도면.

도 4e는 도 3에 도시된 유전체 기판의 단면을 나타낸 도면.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도파관 대역 통과 필터의 단면을 나타낸 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0035] 본 발명의 전술한 목적과 기술적 구성 및 그에 따른 작용 효과에 관한 자세한 사항은 본 발명의 명세서에 첨부된 도면에 의거한 이하 상세한 설명에 의해 보다 명확하게 이해될 것이다.

[0036] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 도파관 대역 통과 필터의 단면을 나타낸 도면, 도 4a는 도 3에 도시된 도파관 부분의 일체형을 도시한 도면, 도 4b는 도 3에 도시된 임피던스 변환기를 나타낸 도면, 도 4c는 도 3에 도시된 제1 및 제2 도파관을 나타낸 도면, 도 4d는 도 3에 도시된 제3 도파관을 나타낸 도면, 도 4e 는 도 3에 도시된 유전체 기판의 단면을 나타낸 도면이다.

[0037] 도 3을 참조하면, 도파관 대역 통과 필터(300)는 입출력 포트로부터 신호를 인가하기 위한 제1 및 제2 어댑터(310a, 310b), 상기 제1 및 제2 어댑터(310a, 310b)와 연결된 제1 및 제2 임피던스 변환기(320a, 320b), 상기 제1 및 제2 임피던스 변환기(320a, 320b)와 연결된 제1 및 제2 도파관(330a, 330b), 상기 제1 및 제2 도파관(330a, 330b) 사이에 위치하는 제3 도파관(340)을 포함한다.

[0038] 상기와 같이 구성된 도파관 대역 통과 필터(300)는 도 4a와 같이 일체형으로 구성되어 있다. 즉, 도파관 대역 통과 필터(300)는 입출력 포트로부터 신호를 인가하기 위한 제1 및 제2 어댑터(310a, 310b), 제1 및 제2 임피던스 변환기(320a, 320b), 상단과 하단에 각각 리지(ridge)가 삽입된 제1 및 제2 도파관(330a, 330b), 상기 제1 및 제2 도파관(330a, 330b) 사이에 위치하는 제3 도파관(340)이 일체형으로 구성된다.

[0039] 따라서, 입력 포트로부터의 신호가 제1 어댑터(310a)를 통해 제1 임피던스 변환기(320a)로 전송되고, 상기 제1 임피던스 변환기(320a)는 상기 신호를 상기 제1 도파관(330a)에 맞게 변환하여 상기 제1 도파관(330a)으로 전송한다.

[0040] 그러면, 상기 제1 도파관(330a)은 상하단 리지 사이에 삽입된 유전체 기판(350)의 돌출부를 통해 상기 신호를 상기 제3 도파관(340)으로 전송하고, 상기 제3 도파관(340)은 상기 제2 도파관(330b)을 통해 상기 제2 임피던스 변환기(320b)로 상기 신호를 전송한다.

[0041] 상기 제2 임피던스 변환기(320b)는 상기 신호를 동축 케이블로의 전송을 위해 변환한 후 상기 제2 어댑터(310b)로 전송하고 상기 제2 어댑터(310b)는 상기 변환된 신호를 출력 포트로 전송한다.

[0042] 상기 제1 임피던스 변환기(320a)는 상기 제1 어댑터(310a)와 상기 제1 도파관(330a) 사이에 위치하여 동축케이블로 인가된 신호를 손실 없이 소형 도파관으로 전송하기 위하여 변환을 수행하고, 상기 제2 임피던스 변환기(320b)는 상기 제2 어댑터(310b)와 상기 제2 도파관(330b) 사이에 위치하여 동축케이블로 인가된 신호를 손실 없이 전송하기 위하여 변환을 수행한다.

[0043] 상기 제1 및 제2 임피던스 변환기(320a, 320b, 이하 320이라 칭함)에 대해 도 4b를 참조하면, 임피던스 변환기(320)는 $\frac{\lambda}{4}$ 의 길이를 갖는 $\frac{\lambda}{4}$ 임피던스 변환기이다.

[0044] 상기 제1 및 제2 도파관(330a, 330b)은 입출력포트로부터의 신호 이동 통로로서 상단과 하단에 각각 리지(331a, 332a, 331b, 332b)가 삽입된 형태이다.

[0045] 즉, 상기 제1 도파관(330a)은 상단과 하단에 각각 리지(331a, 332a)가 삽입되어 있고, 상기 제2 도판관(330b)도 상단과 하단에 각각 리지(331b, 332b)가 삽입되어 있다.

[0046] 또한, 상기 제1 도파관(330a)은 상기 제1 임피던스 변환기(320a)와 상기 제3 도파관(340) 사이에 위치하고, 상기 제2 도파관(330b)은 상기 제2 임피던스 변환기(320b)와 상기 제3 도파관(340) 사이에 위치한다. 다시 말하면, 입력 포트로부터의 신호가 이동하는 통로인 제1 도파관(330a)과 제3 도파관(340)으로부터의 신호를 출력하기 위한 제2 도파관(330b)이 입력단과 출력단에 대칭되도록 구성되어 있다.

[0047] 상기 제1 및 제2 도파관(330a, 330b)은 상단과 하단에 각각 리지(331a, 332a,331b,332b)가 삽입되므로, 더블 리지 도파관(330)이라고 칭할 수 있다.

[0048] 따라서, 상기 제1 및 제2 도파관(330a, 330b)을 더블 리지 도파관(330)이라 칭하여 상기 더블 리지 도파관(330)에 대해 도 4c를 참조하면, 상기 더블 리지 도파관(330)은 정사각형 형태로서, 상단과 하단에 각각 리지(331a, 332a)가 삽입된 형태이다. 그리고, 상기 더블 리지 도파관(330)의 상단과 하단의 리지(331a, 332a) 사이에 메타물질이 포함된 유전체 기판(350)과 더블 리지 도파관(330)과의 정합을 위해 유전체 기판(350)의 돌출부(356a, 356b)를 삽입한다.

[0049] 상기와 같은 더블 리지 도파관(330)은 상단과 하단에 각각 리지(331a, 332a, 331b, 332b)가 삽입 및 높이와 폭을 조절함으로써 차단 주파수를 낮출 수 있고 도파관 필터의 길이를 연장 또는 임의의 길이로 할 수 있다.

[0050] 즉, 상기 제1 도파관(330a)과 제2 도파관(330b)의 상단과 하단에 리지(331a, 332a, 331b, 332b)를 삽입함으로써, 유전체 기판(350)에 다수의 SRR을 삽입하지 않아도 삽입 손실을 줄이고 도파관 필터의 길이를 연장시킬 수 있다.

[0051] 상기 제1 및 제2 도파관(330a, 330b)은 상기 제 3 도파관(340)을 중심으로 양쪽 필터 길이를 임의로 조절할 수 있다.

[0052] 상기 제3 도파관(340)은 상기 제1 및 제2 도파관(330a, 330b)과의 정합을 위해 MNG(Mu NeGative) 메타물질이 포함된 유전체 기판(350)의 돌출부(356a, 356b)가 삽입되어 있다. 상기 메타물질은 SRR(Split Ring Resonator)(352, 354)로서, 상기 SRR(352, 354)은 일정 간격 S만큼 거리를 두고 2개가 제3 도파관(340) 길이 d에 상응하도록 에칭되어 있다. 여기에서 말한 메타 물질의 보편적인 정의는 존재하지 않는다. 넓게 말하면, 메타 물질은 자연계에 존재하지 않는 특이한 전자기 특성을 갖는 인공 물질로 정의된다. 이 물질의 구조는 일반적으로 동작 파장의 $\frac{\lambda}{10}$ 보다 작다. 이 조건에서, 전자기 특성은 거시적으로 유효 물질 상수인 유전율과 투자율에 의해 특징지어진다. 또한 MNG(Mu NeGative)는 음수를 갖는 투자율을 말한다.

[0053] 상기 제3 도파관(340)은 상기 제1 도파관(330a)으로부터의 신호를 제2 도파관(330b)으로 통과시킨다.

[0054] 상기 제3 도파관(340)에 대해 도 4d를 참조하면, 제3 도파관(340)은 소형화된 정사각형 도파관으로서, 개구면 크기는 폭과 높이가 같게 되고 차단 주파수는 올라가도 차단 주파수 아래에서 전자파가 전달된다.

[0055] 또한, 상기 유전체 기판(350)을 제3 도파관(340) 속에 삽입함으로써 도파관 세로 높이와 가로 폭을 동시에 물리적으로 소형화할 수 있다.

[0056] 상기 유전체 기판(350)은 메타물질이 상기 제3 도파관(350) 길이에 상응하도록 에칭되어 있고, 상기 제1 및 제2

도파관(330a, 330b)의 상하단 리치(331a, 332a, 331b, 332b) 사이에 삽입하기 위한 제1 및 제2 돌출부(356a, 356b)가 존재한다. 상기 제1 돌출부(356a)는 상기 제1 도파관(330a)의 상하단 리치(331a, 332a) 사이에 삽입되고, 상기 제2 돌출부(356b)는 상기 제2 도파관(330b)의 상하단 리치(331b, 332b) 사이에 삽입된다.

[0057] 상기 유전체 기판(350)은 상기 제1 및 제2 돌출부(356a, 356b)를 제외한 영역이 상기 제3 도파관(340)의 길이와 동일하다.

[0058] 상기 유전체 기판(350)에 대해 도 4e를 참조하면, 유전체 기판(350)은 MNG 메타물질인 2개의 SRR(352, 354)이 일정 간격 S만큼 거리를 두고 에칭되어 있다. 이때, 2개의 SRR(352, 354)은 유전체 기판(350)의 한쪽면에만 에칭되어 있고, 상기 제3 도파관(350) 체적에 상응하도록 체적 배치되어 있다.

[0059] 또한, 상기 유전체 기판(350)은 제1 도파관(330a)과의 정합을 위해 상기 제1 도파관(330a)의 상하단 리치(331a, 332a) 사이에 삽입하는 제1 돌출부(356a), 제2 도파관(330b)과의 정합을 위해 상기 제2 도파관(330b)의 상하단 리치(331b, 332b) 사이에 삽입하는 제2 돌출부(356b)가 있다.

[0060] 상기와 같이 메타 물질과 더블 리지를 도파관에 적용하여 도파관 크기를 줄일 수 있고, 도파관 필터의 길이를 임의로 연장시킬 수 있다.

[0061] 도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 도파관 대역 통과 필터의 단면을 나타낸 도면이다.

[0062] 도 5를 참조하면, 도파관 대역 통과 필터(600)는 입출력 포트로부터 신호를 인가하기 위한 제1 및 제2 더블 리지 어댑터(610a, 610b), 상기 제1 및 제2 더블 리지 어댑터(610a, 610b)와 연결된 제1 및 제2 도파관(620a, 620b), 상기 제1 및 제2 도파관(620a, 620b) 사이에 위치하는 제3 도파관(630)을 포함한다.

[0063] 상기 제1 어뎁터(610a)는 상기 입력 포트로부터의 신호가 상기 제1 도파관(620a)에 전송되도록 신호 변환을 수행하고, 상기 제2 더블 리지 어댑터(610b)는 상기 제2 도파관(620b)을 통과한 신호가 출력 포트에 전송되도록 신호 변환을 수행한다. 사용하는 주파수에 따라 더블 리지 어댑터(610a, 610b)와 제1 및 제2 도파관(620a, 620b), 제3 도파관(630)을 일체형으로 설계하면 임피던스 변화기가 필요 없어 더욱 더 소형화가 가능하다.

[0064] 상기 제1 및 제2 도파관(620a, 620b), 제3 도파관(630)은 도 3과 상응하므로 그 설명은 생략하기로 한다.

[0065] 상기와 같은 도파관 대역 통과 필터를 통해 차단 주파수 아래에서의 전파는 spilit ring 공진기에 기반한 메타물질에서 단축 이방성의 특별한 경우 때문에 발생한다. 게다가, 분산 방정식을 엄격하게 유도하고 음의 횡단 투자율로 채워져 있다면 차단 주파수 아래 임의의 주파수에서 도파관 경계 조건을 만족하는 것이 가능하다.

[0066] 그러므로 단축 이방성 물질을 채우는 것의 사용은 상대적으로 간단하게 소형화 도파관의 설계를 가능하게 한다. 이방성 음의 투자율을 가진 메타물질의 실제적인 배열은 간단한 격자로 구성된 오직 한 종류의 삽입물을 포함한다. 이 구조는 2종류의 삽입물을 상호적으로 끼워 넣은 격자를 기반한 2차 등방성 역방향파 물질보다 제작이 훨씬 쉽다.

[0067] 이와 같이, 본 발명이 속하는 기술 분야의 당업자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적인 것이 아닌 것으로서 이해해야만 한다. 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 후술하는 특허 청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허 청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 등가 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0068] 100, 300, 600 : 도파관 대역 통과 필터

110, 310 : 어댑터 120 : 정사각형 도파관

320 : 임피던스 변환기 330a, 620a : 제1 도파관

330b, 620b : 제2 도파관 331, 332, 621, 622 : 리지

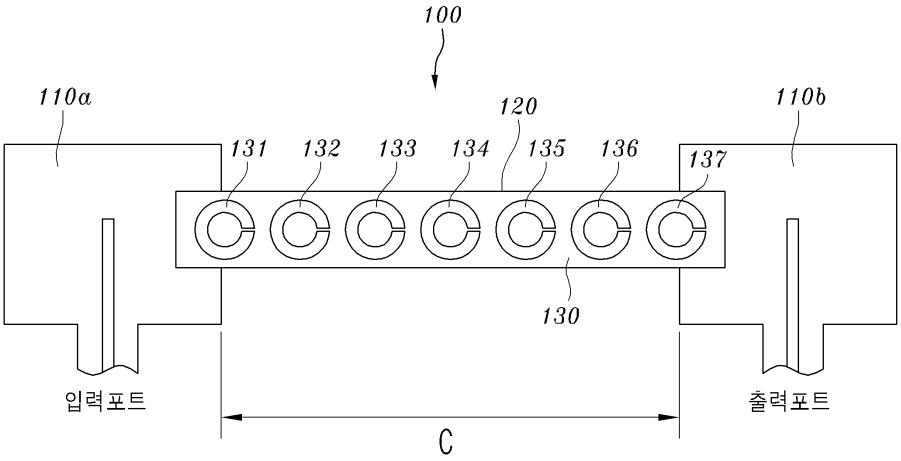
340, 630 : 제3 도파관　　130, 350, 640 : 유전체 기판

352, 354, 642, 644 : SRR　　356, 646 : 돌출부

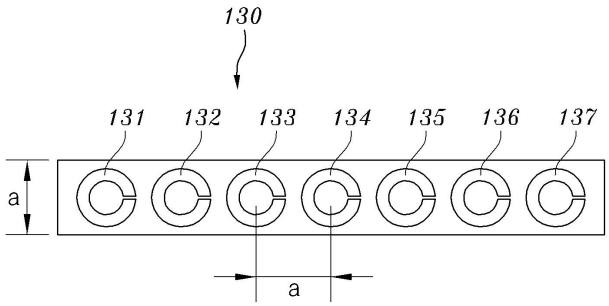
610 : 더블 리지 어댑터

도면

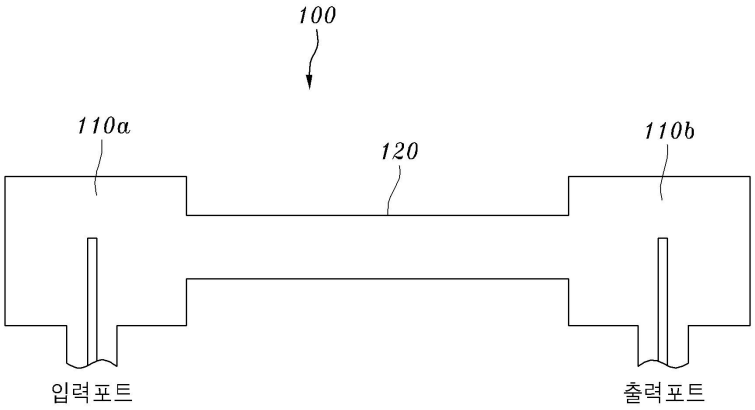
도면1



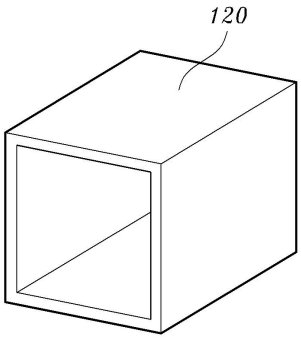
도면2a



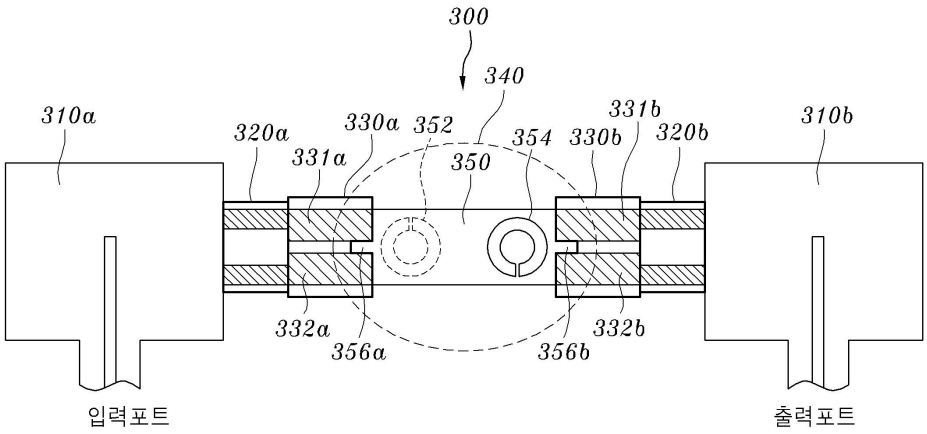
도면2b



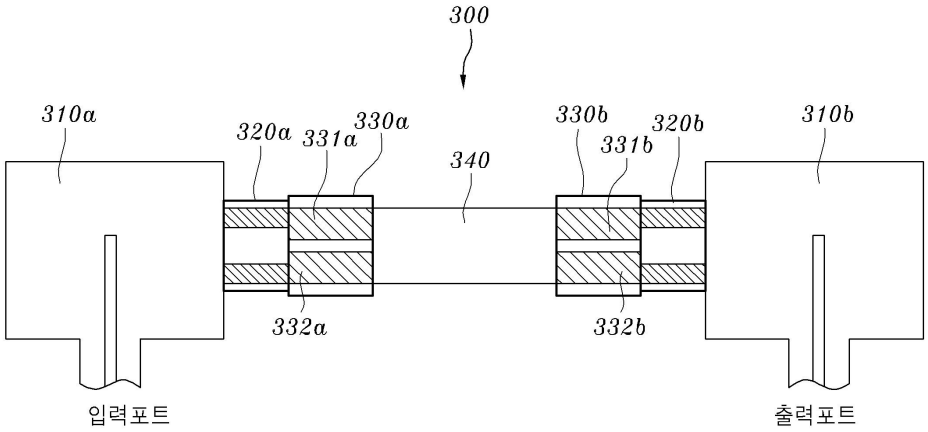
도면2c



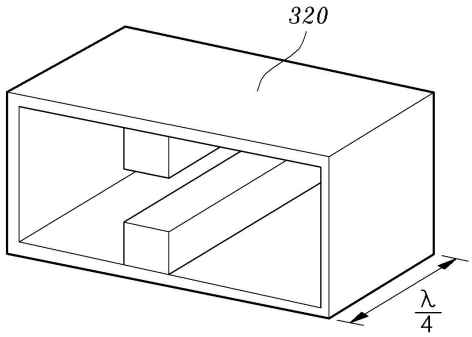
도면3



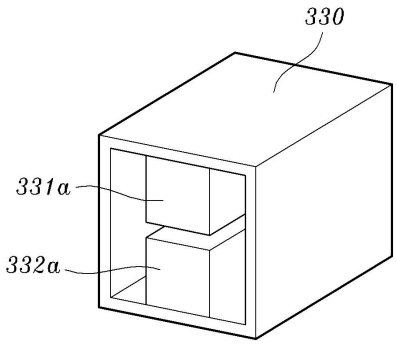
도면4a



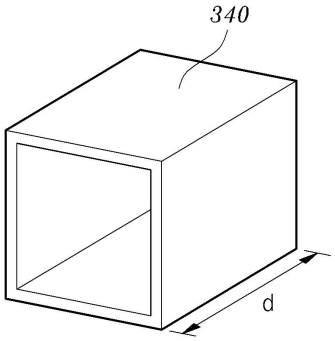
도면4b



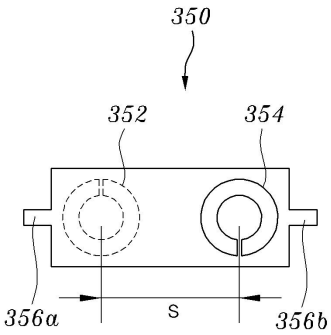
도면4c



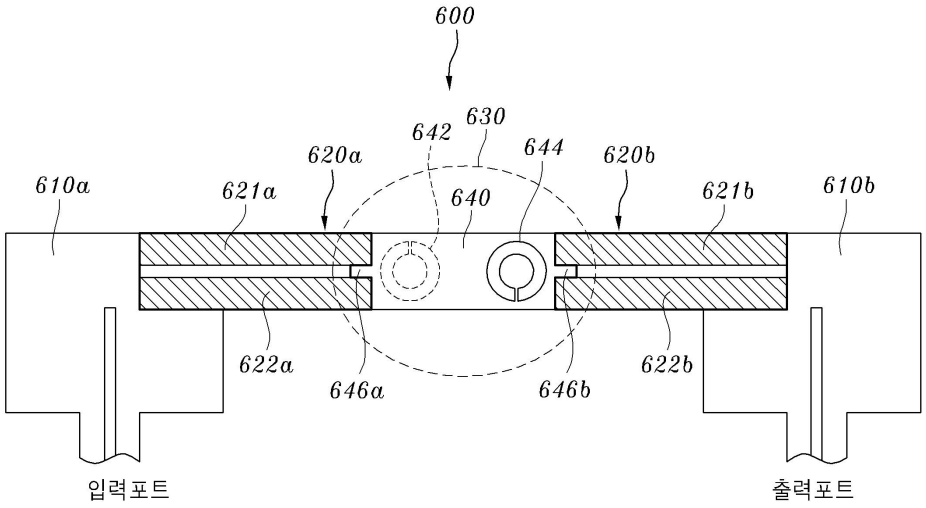
도면4d



도면4e


350
352
354
356a
S
356b

도면5


600
642
630
644
620a
620b
610a
621a
640
621b
610b
622a
646a
646b
622b
입력포트
출력포트