



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0118891
(43) 공개일자 2014년10월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 3/16 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0035877
(22) 출원일자 2014년03월27일
심사청구일자 **없음**
(30) 우선권주장
JP-P-2013-071502 2013년03월29일 일본(JP)

(71) 출원인
도꼬가부시끼가이샤
일본 사이타마켄 츠루가시마시 오아자 고미가야
18반지
(72) 발명자
야타베 유키카즈
일본 사이타마켄 츠루가시마시 오아자 고미가야
18반지 도꼬가부시끼가이샤 나이
(74) 대리인
하영욱

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 **유전체 도파관 입출력 구조**

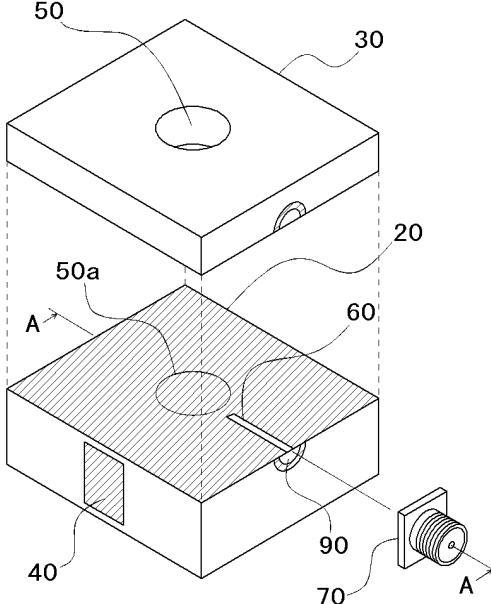
(57) 요 약

(과제) 유전체 도파관-マイ크로스트립-동축 변환을 행하는 유전체 도파관 입출력 구조는 한번 손실이 큰 마이크로스트립 선로로 변환하고 나서 동축 선로로 변환을 행하기 때문에 성능의 열화를 피할 수 없다는 문제가 있었다. 또한, 마이크로스트립(8a)은 어느 정도 이상의 길이가 필요하기 때문에 프린트 기판(8)을 작게 할 수 없어 유전체 도파관 장치의 소형화의 저해 요인으로 되어 있었다.

(해결 수단) 직육면체 형상의 유전체 블록과, 판상의 유전체판과, 상기 유전체 블록과 상기 유전체판에 끼워진 선상의 도체박으로 이루어지는 급전선을 구비한 유전체 도파관으로의 입출력 구조로 한다.

대 표 도 - 도1

18



특허청구의 범위

청구항 1

유전체의 표면을 도체막으로 피복한 유전체 도파관으로의 입출력 구조로서,

상기 유전체 도파관은,

직육면체 형상의 유전체 블록과, 판상의 유전체판과, 상기 유전체 블록과 상기 유전체판에 끼워진 선상의 도체막으로 이루어지는 급전선을 구비한 것을 특징으로 하는 유전체 도파관 입출력 구조.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 유전체판은 주면 대략 중앙에 관통 구멍을 갖는 것을 특징으로 하는 유전체 도파관 입출력 구조.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 급전선은 선단으로부터 대략 1/4 파장 떨어진 양 측면에 대략 1/4 파장 길이의 오픈 스터브가 설치되어 있는 것을 특징으로 하는 유전체 도파관 입출력 구조.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 급전선의 선단의 폭이 넓어져 있는 것을 특징으로 하는 유전체 도파관 입출력 구조.

청구항 5

직육면체 형상의 유전체 블록과, 판상의 유전체판과, 상기 유전체 블록과 상기 유전체판에 끼워진 선상의 도체막으로 이루어지는 급전선을 구비하고, 표면을 도체막으로 피복한 유전체 도파관으로의 입출력 구조를 이용한 것을 특징으로 하는 유전체 도파관 장치.

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 유전체 도파관의 입출력 구조에 관한 것으로, 특히 유전체 도파관과 동축 선로의 변환 구조에 관한 것이다.

배경기술

[0002]

유전체 재료의 표면에 도체막을 형성해서 얻어지는 유전체 도파관은 두꺼운 도체벽이 불필요한 점과, 유전체 재료에 의한 전자파의 단축 효과에 의해 종래부터 사용되어 온 공동 도파관과 비교해서 도파관 장치를 대폭 소형화할 수 있다. 이러한 도파관 장치는 기판에 직접 설치할 수 있을 정도로 소형인 점에서 유전체 도파관을 마이크로스트립 선로가 설치된 실장 기판에 납땜해서 입출력을 행하는 유전체 도파관-마이크로스트립 변환 구조를 사용한 입출력 구조가 이용되어 왔다(예를 들면, 일본 특허 공개 2012-147286호 공보 참조).

[0003]

도 9는 일본 특허 공개 2012-147286호 공보에 개시된 종래의 유전체 도파관 입출력 구조인 유전체 도파관-마이크로스트립 변환 구조를 사용한 유전체 도파관 필터의 분해 투시 사시도를 나타낸다. 도 9에 나타낸 바와 같이, 유전체 도파관 필터(1)는 외주가 도체막으로 덮여진 직육면체 형상의 유전체 블록으로 이루어지는 유전체 도파관(1a, 1b, 1c, 1d, 1e)이 일련으로 접속되고,

[0004]

유전체 도파관(1a와 1b) 사이에는 유전체가 노출되는 결합창(4a)과,

[0005]

유전체 도파관(1b와 1c) 사이에는 유전체가 노출되는 결합창(4b)과,

- [0006] 유전체 도파관(1c와 1d) 사이에는 유전체가 노출되는 결합창(4c)과,
- [0007] 유전체 도파관(1d와 1e) 사이에는 유전체가 노출되는 결합창(4d)이 설치되어 있다.
- [0008] 양단의 유전체 도파관(1a, 1e)의 각각의 하면에는 도체막과 전기적으로 절연된 도상 전극(5a, 5e)이 형성되어 있다. 프린트 기판(8)은 표면에 도상 전극(8b)과, 이면에 마이크로스트립(8a)과, 도상 전극(8b)과 마이크로스트립(8a)을 접속하는 스루홀(8c)이 형성되어 있다. 유전체 도파관(1a, 1e)은 유전체 도파관(1a, 1e)의 저면에 형성된 도상 전극(5a, 5e)과, 프린트 기판(8, 8)의 표면에 형성된 도상 전극(8b, 8b)이 각각 대향하도록 배치된다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 2012-147286호 공보
- (특허문헌 0002) 일본 특허 공개 2003-318614호 공보

발명의 내용

- [0010] 유전체 도파관을 동축 선로에 접속하고 싶은 경우에 유전체 도파관의 내부에 유전체가 충전되어 있기 때문에 도파관 내부에 구조물을 삽입할 수 없으므로 공동 도파관으로 사용되어 온 프로브를 공동 도파관 내부에 삽입하는 공동 도파관-동축 선로 변환 구조를 사용하는 것이 곤란하다. 그 때문에, 도 8에 나타낸 바와 같이, 한번 손실이 큰 마이크로스트립 선로(8a)로 변환하고 나서 또한, 마이크로스트립-동축 변환을 사용해서 커넥터(7)로 변환하는 유전체 도파관-마이크로스트립-동축 변환을 사용할 필요가 있어 성능의 열화를 피할 수 없다는 문제가 있었다. 또한, 마이크로스트립(8a)은 어느 정도 이상의 길이가 필요하기 때문에 프린트 기판(8)을 작게 할 수 없어 입출력 구조의 소형화의 저해 요인으로 되어 있었다.
- [0011] 본 발명의 유전체 도파관 입출력 구조는,
- [0012] 유전체의 표면을 도체막으로 피복한 유전체 도파관으로의 입출력 구조로서,
- [0013] 상기 유전체 도파관은,
- [0014] 직육면체 형상의 유전체 블록과, 판상의 유전체판과, 상기 유전체 블록과 상기 유전체판에 끼워진 선상의 도체 박으로 이루어지는 급전선을 구비한 것을 특징으로 한다.
- [0015] 본 발명의 유전체 도파관 입출력 구조에 의하면 마이크로스트립으로 변환하지 않고 유전체 도파관과 동축 선로를 직접 변환할 수 있으므로 성능의 열화가 적은 입출력 구조로 할 수 있고, 또한, 마이크로스트립 선로를 위한 프린트 기판이 불필요하므로 입출력 구조를 소형화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명의 제 1 실시예인 유전체 도파관의 분해 사시도이다.
- 도 2는 도 1의 A-A 단면도이다.
- 도 3은 본 발명의 제 2 실시예인 유전체 도파관의 분해 사시도이다.
- 도 4는 도 3의 유전체 블록의 평면도이다.
- 도 5는 본 발명의 제 3 실시예인 유전체 도파관 필터의 분해 사시도이다.
- 도 6은 본 발명의 제 3 실시예인 유전체 도파관 필터의 특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 본 발명의 제 3 실시예인 유전체 도파관 필터의 특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 본 발명의 제 3 실시예인 사용한 유전체 도파관 필터의 특성을 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 종래의 유전체 도파관 입출력 구조를 사용한 유전체 도파관 필터의 분해 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] (실시예 1)

[0018] 이하, 도면을 사용해서 본 발명의 제 1 실시예를 설명한다. 도 1은 본 발명의 유전체 도파관 입출력 구조를 갖는 유전체 도파관의 제 1 실시예를 상세하게 설명하기 위한 분해 사시도를 나타내고, 도 2는 도 1의 A-A 단면도를 나타낸다. 도 1에 있어서 사선부는 유전체 노출부를 나타내고 있다.

[0019] 도면에 나타낸 바와 같이 유전체 도파관(18)은 직육면체 형상의 유전체 블록(20)과, 대략 중앙에 지름Φ의 원형의 관통 구멍(50)이 형성된 판상의 유전체판(30)에 의해 선상의 도체막으로 이루어지는 급전선(60)을 끼우고 있다. 유전체 도파관(18)은 관통 구멍(50)의 내측의 측면(50a) 및 저면(50b)을 포함하는 외주가 도체막으로 피복되어 있다. 급전선(60)의 단부는 유전체 도파관(18)의 측면에 형성된 도체막과는 절연된 도상 전극(90)에 접속되어 있다. 이와 같이, 유전체 도파관(18)은 그 측면방향으로부터 급전된다.

[0020] 유전체 도파관(18)은 도상 전극(90)에 접속된 커넥터(70)를 통해 도시가 생략된 외부 장치와 접속됨과 아울러 유전체 도파관(18)의 측면에 설치된 유전체가 노출되는 결합창(40)을 통해 다른 유전체 도파관과 접속된다.

[0021] 유전체 블록(20)과 유전체판(30)은 접합 유리를 사용해서 접착되고, 외장의 도체막, 도상 전극(90) 및 급전선(60)은 은 페이스트를 인쇄후에 소결해서 형성되어 있다.

[0022] 상기한 유전체 도파관(18)은 직접 유전체 도파관을 동축 선로로 변환할 수 있으므로 성능의 열화가 적고, 마이크로스트립 선로를 위한 프린트 기판이 필요없으므로 유전체 도파관 입출력 구조를 소형화할 수 있다.

[0023] 또한, 이러한 공진기내에 블록부를 형성하는 구조는 리엔트런트 구조로 불리며, 유전체 도파관의 관축방향의 길이를 단축해서 유전체 도파관의 전유 면적을 작게 하는 점과, 억제하는 것이 어려운 3배 고조파를 억제할 수 있는 점이 알려져 있지만, 관통 구멍(50)이 없는 유전체 도파관(18)은 측면방향으로부터의 급전에서는 능숙하게 발진할 수 없다. 따라서, 관통 구멍(50)을 형성함으로써 유전체 도파관(18)을 능숙하게 동작시킴과 아울러 도파관 길이를 단축하여 3배 고조파를 억제할 수 있다. 또한, 유전체 도파관(18)은 변환부를 외부에 노출시키지 않고 유전체내에 있으므로 불필요한 방사를 줄이는 효과도 있다.

[0024] 리엔트런트 구조에서는 관통 구멍(50)의 저면부(50a)는 유전체가 노출되어 있어도 특성에의 영향은 적기 때문에 관통 구멍(50)의 저면부(50a)에는 도체막이 없어도 좋다.

[0025] 또한, 유전체 블록(20)은 TE 모드에 가까운 모드로 동작하고, 유전체판(30)은 TEM 모드에 가까운 모드로 동작하고 있다고 생각되고, 유전체 블록(20)과 유전체판(30)에서는 동작 모드가 다르다고 생각된다. 따라서, 유전체 블록(20)과 유전체판(30) 사이의 경계가 특성에 주는 영향은 작고, 유전체 블록(20)과 유전체판(30) 사이에 접합 유리에 의한 캡이 있어도 특성에의 영향은 적다. 접합 유리는 유전체 블록(20) 및 유전체판(30)에 가까운 비유전율의 접합 유리가 바람직하다.

[0026] 또한, 유전체 블록(20)과 유전체판(30)의 비유전율을 바꾸어도 상관없다. 비유전율이 높은 유전체 재료는 고가이므로, 예를 들면, 유전체판(30)에는 유전체 블록(20)보다 비유전율이 낮고 저렴한 유전체 재료로 함으로써, 유전체 도파관 입출력 구조의 가격을 억제할 수도 있다.

[0027] (실시예 2)

[0028] 도 3은 본 발명의 유전체 도파관 입출력 구조를 갖는 유전체 도파관의 제 2 실시예를 상세하게 설명하기 위한 분해 사시도를 나타내고, 도 4는 도 3의 급전선을 상세하게 설명하기 위한 유전체 블록의 평면도를 나타낸다. 도 3~도4에 있어서 도 1~도 2에서 설명한 것과 동일 부분에는 같은 번호를 붙여서 중복되는 설명을 생략한다. 제 2 실시예에 의한 유전체 도파관(19)은 제 1 실시예에 나타낸 유전체 도파관과 거의 같지만, 급전선(60)의 형상이 다르다.

[0029] 도 3에 나타낸 바와 같이, 급전선(61)의 선단의 폭(y_1)은 근본부의 폭(y_0)보다 굽게 되어있으며($y_1 > y_0$), 급전선(61)의 선단과 관통 구멍(50) 사이의 거리는 d만큼 떨어져 있다. 또한, 선단으로부터 대략 1/4 파장 떨어진 양 측면에는 대략 1/4 파장의 길이의 오픈 스터브(61a)가 설치되어 있다.

[0030] 오픈 스터브(61a)를 설치함으로써 2배 고조파를 억제할 수 있고, 급전선(61)의 선단부의 폭(y_1)을 근본부의 폭(y_0)보다 넓게 한 것에 의해 선단을 관통 구멍으로부터 거리를 떨어트려서 내전력 특성을 높임과 아울러 외부 Q를 낮게 억제해서 입출력 구조를 광대역화 할 수 있다.

[0031] 상기한 유전체 도파관(19)은 제 1 실시예에서 나타낸 유전체 도파관의 급전선의 형상을 바꾸는 것 만으로 2배

고조파를 억제함과 아울러 내전력 특성을 높여 광대역화된 입출력 구조로 할 수 있다.

[0032] (실시예 3)

도 5는 제 2 실시예에 나타낸 유전체 도파관을 유전체 도파관 필터에 적용한 분해 투시 사시도를 나타낸다. 도 5에 나타낸 바와 같이, 유전체 도파관 필터(100)는 외주를 도체막으로 괴복한 장방체형의 유전체 도파관(11~15)이 일련으로 접속되고,

[0034] 유전체 도파관(11과 12) 사이에는 유전체가 노출되는 결합창(w41)과,

[0035] 유전체 도파관(12과 13) 사이에는 유전체가 노출되는 결합창(w42)과,

[0036] 유전체 도파관(13과 14) 사이에는 유전체가 노출되는 결합창(w43)과,

[0037] 유전체 도파관(14과 15) 사이에는 유전체가 노출되는 결합창(w44)이 설치되어 있다.

[0038] 양단의 유전체 도파관(11,15)은 직육면체 형상의 유전체 블록(20)과, 대략 중앙에 지름Φ의 원형의 관통 구멍(50)이 형성된 판상의 유전체판(30)에 의해 선상의 도체막으로 이루어지는 급전선(60)을 끼우고 있다. 급전선(60)의 단부는 유전체 도파관(18)의 측면에 형성된 도체막과는 절연된 도상 전극(90)에 접속되어 있다.

[0039] 유전체 도파관(11,15)은 도상 전극(90)에 접속된 커넥터(70)를 통해 도시가 생략된 외부 장치와 접속된다.

[0040] 급전선(61)의 선단의 폭은 근본부의 폭보다 굽게 되어 있으며, 선단으로부터 대략 1/4 파장 떨어진 양 측면에는 대략 1/4 파장의 길이의 오픈 스터브(61a)가 설치되어 있다.

[0041] 상기한 유전체 도파관 필터(100)는 직접 유전체 도파관을 동축 선로로 변환할 수 있는 유전체 도파관 입출력 구조를 사용하고 있으므로 입출력 구조에서의 성능의 열화가 적고, 또한, 마이크로스트립 선로를 위한 프린트 기판이 필요가 없으므로 유전체 도파관 필터를 소형화할 수 있다.

[0042] 도 6~8에, 도 5에 나타낸 본 발명의 제 3 실시예인 유전체 도파관 필터(100)와, 도 9에 나타낸 종래의 유전체 도파관 필터(1)의 특성을 비교하는 그래프를 나타낸다. 도 6은 통과대역 부근의 반사 손실(S11)과 삽입 손실(S21)의 그래프이며, 도 7은 통과대역의 2배 부근의 삽입 손실(S21)의 그래프이며, 도 8은 통과대역의 3배 부근의 삽입 손실(S21)의 그래프이다.

[0043] 각각의 도면에 있어서, 횡축은 주파수 $f[\text{GHz}]$, 세로축은 [dB]를 나타내고, 유전체 도파관 필터(100)의 특성을 실선으로 나타내고, 유전체 도파관 필터(1)의 특성을 점선으로 나타낸다.

[0044] 또한, 각각의 유전체 도파관 필터(1,100)는 통과대역의 중심 주파수 $f_0=2.12[\text{GHz}]$, 대역폭 $f_w=40[\text{MHz}]$ 으로서 설계되어 있다.

[0045] 유전체 도파관 필터(100)에 있어서,

[0046] 유전체 블록(20)은 $a_{20} \times b_{20} \times L_{20} = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 15.00\text{mm}$,

[0047] 유전체판(30)은 $a_{30} \times b_{30} \times L_{30} = 24.0\text{mm} \times 4.1\text{mm} \times 15.00\text{mm}$,

[0048] 유전체 도파관(12)은 $a_{22} \times b_{22} \times L_{22} = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 20.14\text{mm}$,

[0049] 유전체 도파관(13)은 $a_{23} \times b_{23} \times L_{23} = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 20.39\text{mm}$,

[0050] 유전체 도파관(14)은 $a_{24} \times b_{24} \times L_{24} = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 20.14\text{mm}$,

[0051] 결합창(41)은 $w_{41} \times h_{41} = 6.59\text{mm} \times 3.0\text{mm}$,

[0052] 결합창(42)은 $w_{42} \times h_{42} = 5.11\text{mm} \times 3.0\text{mm}$,

[0053] 결합창(43)은 $w_{43} \times h_{43} = 5.11\text{mm} \times 3.0\text{mm}$,

[0054] 결합창(44)은 $w_{44} \times h_{44} = 6.59\text{mm} \times 3.0\text{mm}$,

[0055] 급전선(60)의 선단부의 폭(y_1)은 1.6mm, 근본부의 폭(y_0)은 0.5mm,

- [0056] 관통 구멍(50)은 $\phi=3.8\text{mm}$,
- [0057] 관통 구멍(50)과 급전선(60)의 거리(d)는 1.73mm 이며,
- [0058] 유전체 도파관 필터(1)에 있어서,
- [0059] 유전체 도파관(1a)은 $a_1 \times b_1 \times L_1 = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 22.86\text{mm}$,
- [0060] 유전체 도파관(1b)은 $a_2 \times b_2 \times L_2 = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 19.78\text{mm}$,
- [0061] 유전체 도파관(1c)은 $a_3 \times b_3 \times L_3 = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 19.91\text{mm}$,
- [0062] 유전체 도파관(1d)은 $a_4 \times b_4 \times L_4 = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 19.78\text{mm}$,
- [0063] 유전체 도파관(1e)은 $a_5 \times b_5 \times L_5 = 24.0\text{mm} \times 8.0\text{mm} \times 22.86\text{mm}$,
- [0064] 결합창(4a)은 $w_1 \times h_1 = 6.59\text{mm} \times 3.0\text{mm}$,
- [0065] 결합창(4b)은 $w_2 \times h_2 = 5.11\text{mm} \times 3.0\text{mm}$,
- [0066] 결합창(4c)은 $w_3 \times h_3 = 5.11\text{mm} \times 3.0\text{mm}$,
- [0067] 결합창(4d)은 $w_4 \times h_4 = 6.59\text{mm} \times 3.0\text{mm}$ 이다.
- [0068] 또한, 유전체 블록, 유전체판의 비유전율(ε)은 모두 20.0이다.
- [0069] 도 6의 결과로부터 통과대역 부근의 삽입 손실(S11) 및 반사 손실(S21)은 본 발명의 유전체 도파관 필터(100)와 종래의 유전체 도파관 필터(1)는 대략 동등한 것을 알 수 있다.
- [0070] 또한, 도 7의 결과로부터 통과대역의 2배 부근의 반사 손실(S21)은 종래의 유전체 도파관 필터(1)보다 본 발명의 유전체 도파관 필터(100)가 작게 되어 있는 것을 알 수 있다.
- [0071] 또한, 도 8의 결과로부터 통과대역의 3배 부근의 반사 손실(S21)은 종래의 유전체 도파관 필터(1)보다 본 발명의 유전체 도파관 필터(100)가 작게 되어 있는 것을 알 수 있다.
- [0072] 이렇게, 본 발명의 유전체 도파관 필터(100)는 마이크로스트립으로 변환하지 않고 유전체 도파관과 동축 선로를 직접 변환할 수 있으므로, 성능 열화를 적게 할 수 있음과 아울러 마이크로스트립 선로를 위한 프린트 기판을 생략할 수 있고, 또한, 리엔트런트 구조로 함으로써 관축길이를 짧게 할 수 있으므로 유전체 도파관 입출력 구조를 소형화할 수 있다.
- [0073] 또한, 본 발명의 유전체 도파관 필터(100)는 오픈 스터브를 설치함으로써 2배 고조파를 억제하고, 리엔트런트 구조로 함으로써 억제하는 것이 어려운 3배 고조파도 억제할 수 있다. 그 결과, 고조파가 적은 유전체 도파관 필터로 할 수 있다. 그 결과, 고조파를 억제하기 위한 로우 패스 필터를 별도로 필요로 하지 않는다.
- [0074] 또한 급전선과, 그 급전선과 함께 설치된 오픈 스터브가 도파관 내부에 배치되어서 외부에 노출되어 있지 않으므로 입출력 변환부에 있어서의 불필요한 방사도 억제할 수 있다.
- [0075] 급전선은 유전체 도파관의 연결 방향과는 직교하는 방향으로 인출되어 있지만, 어느 방향이어도 상관없다. 유전체 블록의 길이방향으로 인출시키면 폭방향으로부터 인출하는 것보다 치수의 제한이 적어지고, 예를 들면, 급전선의 선단과 관통 구멍 사이의 거리를 크게 할 수 있으므로 내전력 특성을 높일 수 있다.
- [0076] 또한, 본 발명의 유전체 도파관 입출력 구조는 유전체 도파관 필터의 입출력 구조에 한정되는 것은 아니고, 외부 장치와의 접속을 갖는 각종 유전체 도파관 장치에 적용 가능하다.

부호의 설명

- [0077] 1a~1e, 10~15, 18, 19: 유전체 도파관
 20: 유전체 블록
 30: 유전체판

4a~4d, 40~44: 결합창

50: 관통 구멍

60, 61: 금전선

61a: 오픈 스터브

7, 70: 커넥터

8: 프린트 기판

8a: 마이크로스트립

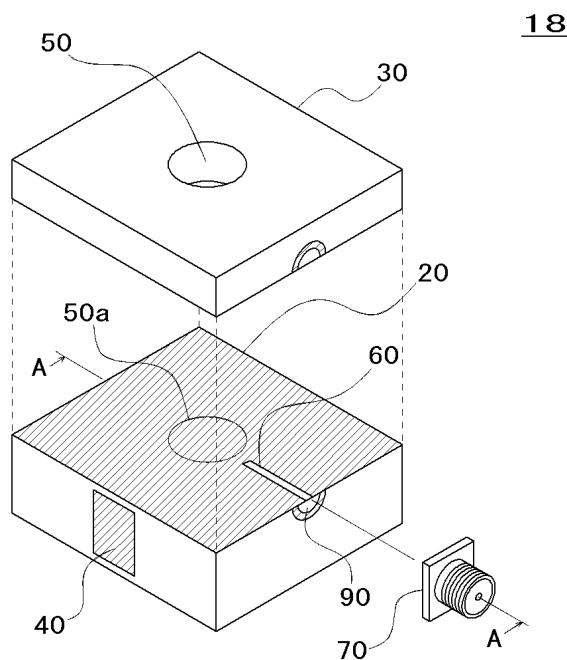
8c: 스루홀

5a, 5e, 8b, 90: 도상 전극

1, 100: 유전체 도파관 필터

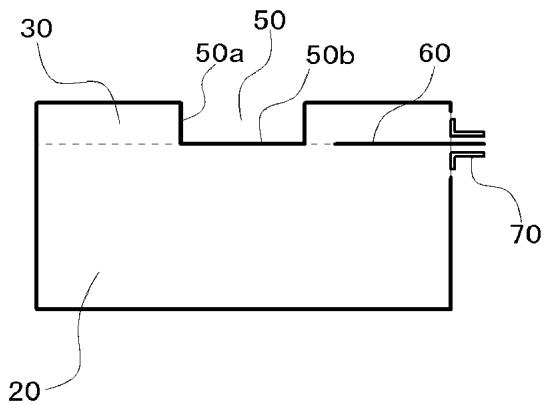
도면

도면1

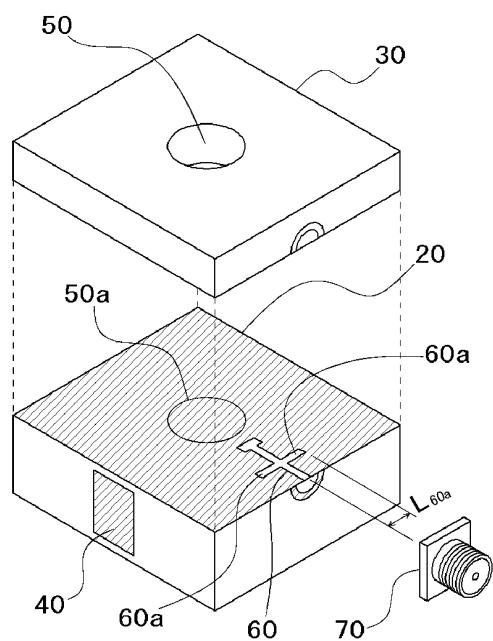


도면2

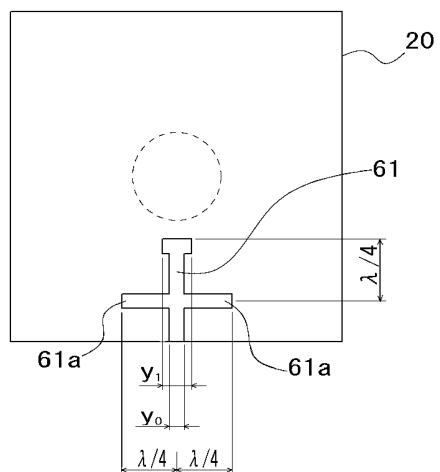
18



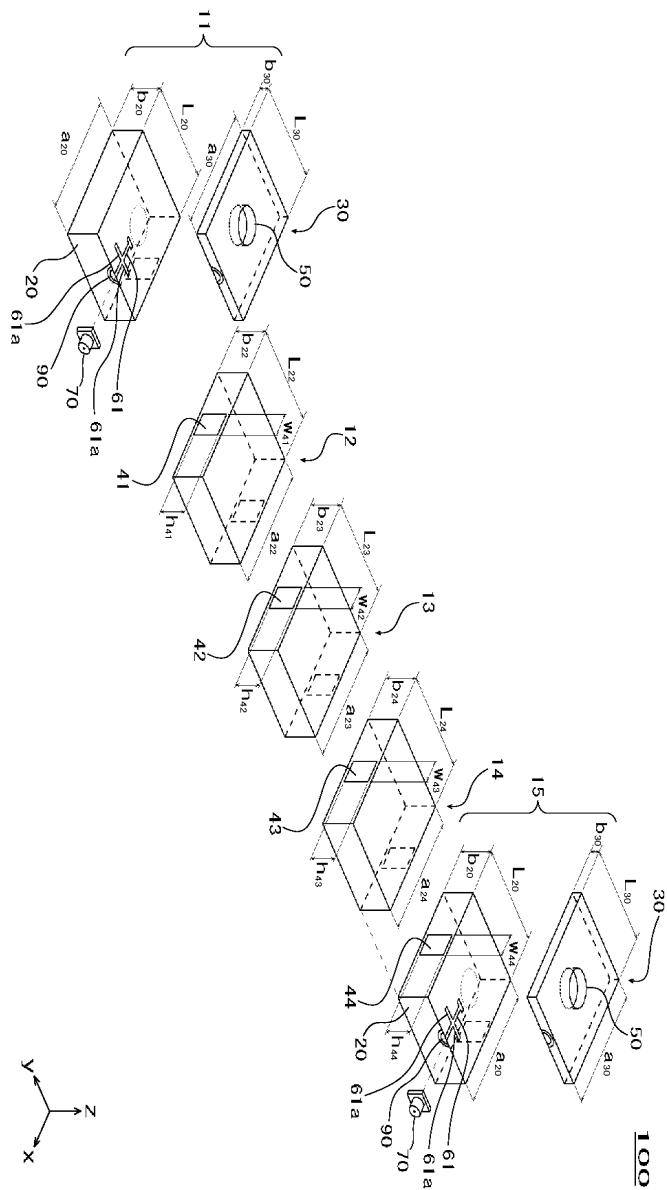
도면3



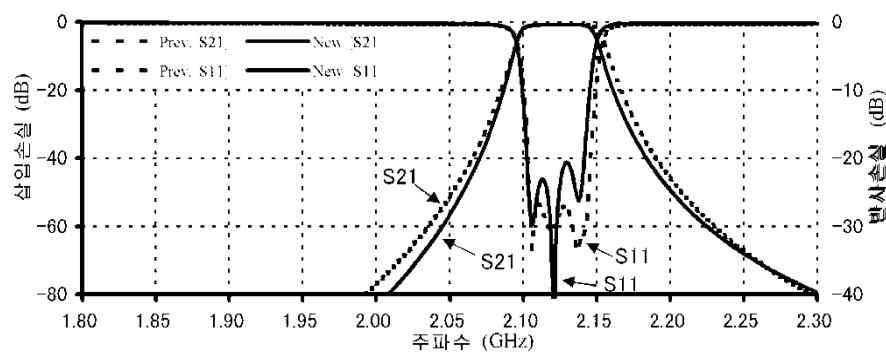
도면4



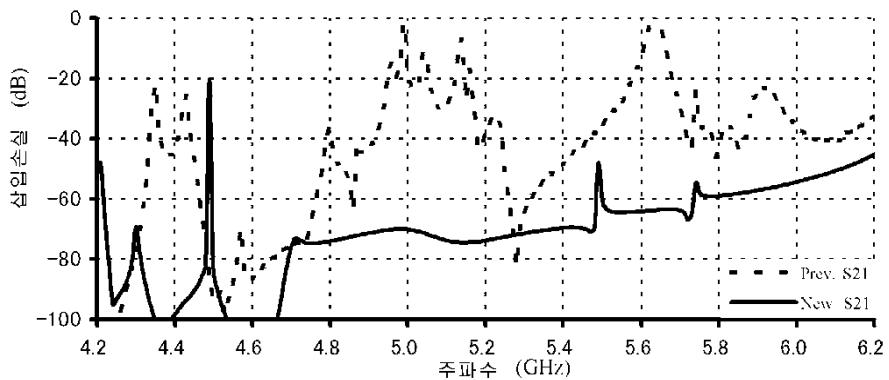
도면5



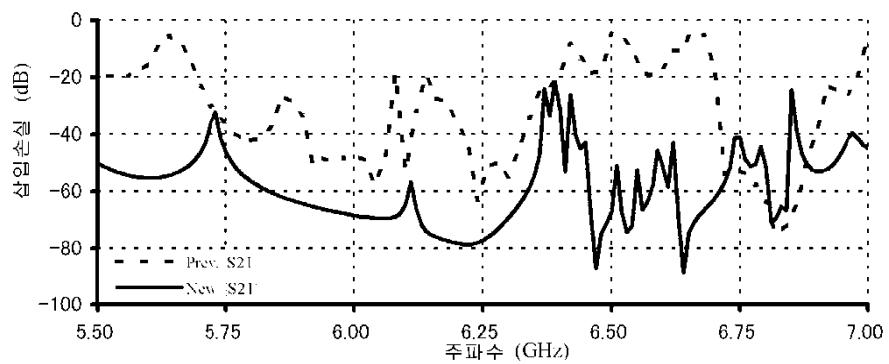
도면6



도면7



도면8



도면9

