



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0031611
(43) 공개일자 2023년03월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 1/207 (2006.01) H01P 1/203 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01P 1/207 (2013.01)
H01P 1/20381 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2021-0114052
(22) 출원일자 2021년08월27일
심사청구일자 2021년08월27일

(71) 출원인
인천대학교 산학협력단
인천광역시 연수구 아카데미로 119 (송도동)
(72) 발명자
강승택
인천광역시 부평구 부개로 58, 102동 1001호(부개동, 푸른마을삼부한신아파트)
이창형
경상북도 울진군 울진읍 향교로 46-7
(74) 대리인
특허법인충정

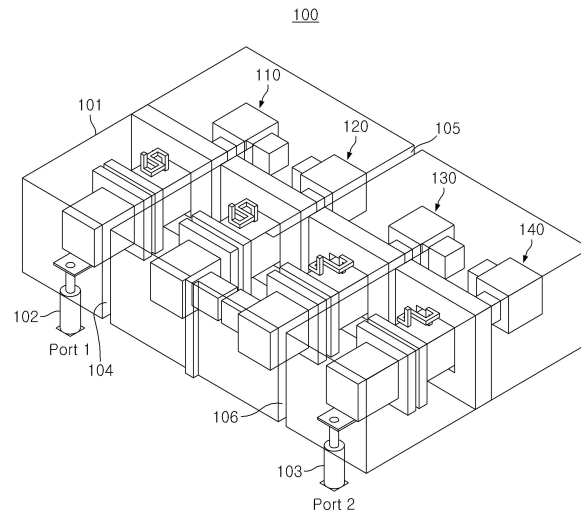
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 메타재질 구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터

(57) 요약

메타재질 구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터는 내부 공간을 형성하는 일정 형상의 금속 도파관; 및 직렬 커패시턴스(C_{se})와, 상기 직렬 커패시턴스(C_{se})의 일단에 병렬로 연결하는 병렬 인덕턴스(L_{sh})와, 상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})에 병렬로 연결하는 병렬 커패시턴스(C_{sh}); 및 상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})의 일단에 직렬로 연결하는 직렬 인덕턴스(L_{se})를 상기 금속 도파관의 내부에 물리적 형상으로 구현하는 공진기를 복수개 배치하며, 상기 복수개의 공진기들 간의 결합량을 원하는 주파수 대역을 맞추고, 이에 따라 5G 이동통신에서 6GHz 이하의 저주파 대역을 형성하며, 통과 대역을 저손실이면서 시스템의 무게를 크게 줄이며, 동시에 우수한 차단 대역 특성을 가지는 효과가 있다.

대표도



명세서

청구범위

청구항 1

내부 공간을 형성하는 일정 형상의 금속 도파관; 및

직렬 커패시턴스(C_{se})와, 상기 직렬 커패시턴스(C_{se})의 일단에 병렬로 연결하는 병렬 인덕턴스(L_{sh})와, 상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})에 병렬로 연결하는 병렬 커패시턴스(C_{sh}); 및 상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})의 일단에 직렬로 연결하는 직렬 인덕턴스(L_{se})를 상기 금속 도파관의 내부에 물리적 형상으로 구현하는 공진기를 복수개 배치하며, 상기 복수개의 공진기들 간의 결합량을 원하는 주파수 대역을 맞추는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 직렬 커패시턴스(C_{se})는 상기 입력 금속 바로부터 연장하여 2개의 금속판이 서로 일정 간격 분리되어 형성되는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 금속 도파관은 상기 복수개의 공진기를 수평 방향으로 상호 이격하여 배치하고,

상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})는 상기 직렬 커패시턴스(C_{se})로부터 연장되어 일정한 길이의 금속 바를 형성하고, 상기 금속 바의 상부면과 하부면에 상기 금속 도파관의 천장면과 바닥면을 연결하는 금속 도선을 각각 형성하는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 병렬 커패시턴스(C_{sh})는 중심부에 관통홀이 형성된 사각형 형상의 금속 프레임을 형성하고, 상기 관통홀에 상기 금속 바가 관통되고, 상기 금속 바와 상기 금속 프레임은 일정한 거리의 갭(Gap)을 형성하는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 직렬 인덕턴스(L_{se})는 일정한 길이로 형성하여 관통홀을 관통한 상기 금속 바에 연결되고, 상기 금속 바보다 길이가 짧고, 크기가 작은 직사각의 직육면체 형상인 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 6

2개의 금속판이 서로 일정 간격 분리되어 형성되는 직렬 커패시턴스(C_{se});

상기 직렬 커패시턴스(C_{se})의 일단에 병렬로 연결하고, 상기 직렬 커패시턴스(C_{se})로부터 연장되어 일정한 길이의 금속 바를 형성하고, 상기 금속 바의 상부면과 하부면에 금속 도파관의 천장면과 바닥면을 연결하는 금속 도선을 각각 형성하는 병렬 인덕턴스(L_{sh});

상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})에 병렬로 연결하고, 중심부에 관통홀이 형성된 사각형 형상의 금속 프레임을 형성하고, 상기 관통홀에 상기 금속 바가 관통되고, 상기 금속 바와 상기 금속 프레임은 일정한 거리의 갭(Gap)을 형성하는 병렬 커패시턴스(C_{sh}); 및

상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})의 일단에 직렬로 연결하는 직렬 인덕턴스(L_{se})로 이루어진 공진기를 포함하며,

상기 공진기는 내부 공간을 구비한 금속 도파관의 내부에 복수개 배치하고, 상기 복수개의 공진기들 간의 결합량을 원하는 주파수 대역을 맞추는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 6에 있어서,

상기 각각의 공진기에는 상기 직렬 커패시턴스(C_{se})에 직렬로 연결하는 입력 금속바를 형성하고, 상기 직렬 인덕턴스(L_{se})에 직렬로 연결하는 출력 금속 바를 형성하고,

상기 각각의 공진기에서 하나의 공진기의 입력 금속 바는 고주파 신호를 입력받는 입력포트를 결합하고, 다른 하나의 공진기의 출력 금속 바는 고주파 신호를 출력하는 출력포트를 결합하는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 8

청구항 1 또는 청구항 6에 있어서,

상기 각각의 공진기의 끝 영역과 이웃한 공진기의 시작 영역을 구부린 커플링 바를 각각 형성하고, 상기 각각의 커플링 바의 사이에 일정 거리의 갭을 형성하여 커패시턴스 결합을 발생하는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 출력 금속 바는 직사각의 육면체 형상으로 상기 각각의 공진기의 끝단으로 상기 금속 도파관의 내부벽면으로부터 공중에 일정한 거리를 띄워 상기 입력포트와 상기 출력포트의 임피던스 정합을 수행하는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 10

청구항 7에 있어서,

상기 입력포트와 상기 출력포트는 상기 금속 도파관의 바닥면을 뚫어 수직으로 세워진 수직바의 일단이 하부면에 결합하는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 11

청구항 1 또는 청구항 6에 있어서,

상기 금속 도파관은 지그재그 형태로 내부 공간을 구획하여 형성하고, 상기 내부 공간에 상기 복수개의 공진기를 수평 방향으로 상호 이격하여 각각 실장하는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

청구항 12

청구항 1 또는 청구항 6에 있어서,

동축선형 CRLH(Composite Right and Left Handed) 공진 구조를 형성하고, 5G 이동통신에서 6GHz 이하의 저주파 대역에서 복수의 극을 형성하는 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터.

발명의 설명

기술 분야

본 발명은 동축 캐비티 필터에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 직렬 커패시턴스, 병렬 인덕턴스, 병렬 커패시턴스, 직렬 인덕턴스를 금속 도파관 내부에 물리적 구조로 구현하고, 이들을 조합하여 만든 공진기를 배치하여 공진기들 간의 결합량을 원하는 주파수 대역을 맞추며, 이에 따라 5G 이동통신에서 6GHz 이하의 저주파 대역을

[0001]

형성하는 메타재질 구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 무선 통신 기술은 상용화된 이동통신망 접속뿐만 아니라 와이파이(Wi-Fi) 기술로 대표되는 근거리 무선통신(Wireless Local Area Network), 블루투스(Bluetooth), 근접무선통신(Near-Field Communication, NFC) 등 다양한 방식으로 구현된다. 이동 통신 서비스는 음성 통화 서비스로부터 시작되어 초고속, 대용량 서비스(예를 들면, 고화질 동영상 스트리밍 서비스)로 점차 진화하고 있다.
- [0003] 이러한 무선 통신 기술이 적용되는 노드로서 중계기인 Base-station, Access Points)와 단말기가 있다. 가입자들을 1차적으로 구별하기 위해서 이동통신 사업자들은 많은 비용을 들여 사용 허가를 받은 주파수 대역들이 할당되어 있다.
- [0004] 이렇게 할당된 주파수 대역의 구별을 담당하는 것이 중계기와 단말기에 내장되어 있는 고주파 필터이다. 고주파 필터는 주파수 대역과 중심 주파수가 결정되면 그 파장의 반에 해당하는 공진기들의 묶음으로 구현되어 전기적 요구사항에 맞춰 일정한 크기와 대역 선택도를 가진다.
- [0005] 5G의 한 축인 6GHz 이하의 대역 즉, 3.5GHz에서 동작해야하는 필터는 반파장부터 크고 그 공진기들의 묶음은 더욱 커져 중계기를 무겁고 비싸게 만드는 문제점이 있다.
- [0006] 따라서, 이와 같은 고주파 필터는 단말기에 전혀 채용될 수 없다. 단말기에 적합할 듯한 마이크로스트립이나 CPW 또는 LTCC형 적층기판형 필터는 유전체 손실이 크고 차단 대역 억제율이 낮으며, 중계기로 사용된다면 높은 전력에 의해 열을 감당할 수 없으며, 전기적 기능을 잃어버리게 된다.
- [0007] 중계기는 적층기판형 필터의 문제점을 회피하기 위하여 도파관 구조를 선택하는 경우, 연필꽃이보다 큰 캐비티가 공진기로 사용되어 손실이나 차단 특성에서의 장점이 무색할 정도로, 중계기를 크고 무겁게 만들어야 한다.
- [0008] 중계기와 단말기에 내장되는 필터는 통과 대역에서 손실이 작고, 차단 대역에서 억제율이 좋은 동시에 크기와 무게를 어떻게 줄이는가에 대한 문제점과 이슈가 발생할 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0009] (특허문헌 0001) 한국 등록특허번호 제10-2040689호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0010] 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 직렬 커패시턴스, 병렬 인덕턴스, 병렬 커패시턴스, 직렬 인덕턴스를 금속 도파관 내부에 물리적 구조로 구현하고, 이들을 조합하여 만든 공진기를 배치하여 공진기들 간의 결합량을 주파수 대역을 맞추며, 이에 따라 5G 이동통신에서 6GHz 이하의 저주파 대역을 형성하는 메타재질 구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

- [0011] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 메타재질 구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터는,
- [0012] 내부 공간을 형성하는 일정 형상의 금속 도파관; 및
- [0013] 직렬 커패시턴스(C_{se})와, 상기 직렬 커패시턴스(C_{se})의 일단에 병렬로 연결하는 병렬 인덕턴스(L_{sh})와, 상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})에 병렬로 연결하는 병렬 커패시턴스(C_{sh}); 및 상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})의 일단에 직렬로 연결하는 직렬 인덕턴스(L_{se})를 상기 금속 도파관의 내부에 물리적 형상으로 구현하는 공진기를 복수개 배치하며, 상기 복수개의 공진기들 간의 결합량을 원하는 주파수 대역을 맞춘다.

- [0015] 본 발명의 특징에 따른 메타재질 구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터는,
- [0016] 2개의 금속판이 서로 일정 간격 분리되어 형성되는 직렬 커패시턴스(C_{se});
- [0017] 상기 직렬 커패시턴스(C_{se})의 일단에 병렬로 연결하고, 상기 직렬 커패시턴스(C_{se})로부터 연장되어 일정한 길이의 금속 바를 형성하고, 상기 금속 바의 상부면과 하부면에 금속 도파관의 천장면과 바닥면을 연결하는 금속 도선을 각각 형성하는 병렬 인덕턴스(L_{sh});
- [0018] 상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})에 병렬로 연결하고, 중심부에 관통홀이 형성된 사각형 형상의 금속 프레임을 형성하고, 상기 관통홀에 상기 금속 바가 관통되고, 상기 금속 바와 상기 금속 프레임은 일정한 거리의 갭(Gap)을 형성하는 병렬 커패시턴스(C_{sh}); 및
- [0019] 상기 병렬 인덕턴스(L_{sh})의 일단에 직렬로 연결하는 직렬 인덕턴스(L_{se})로 이루어진 공진기를 포함하며,
- [0020] 상기 공진기는 내부 공간을 구비한 금속 도파관의 내부에 복수개 배치하고, 상기 복수개의 공진기들 간의 결합량을 원하는 주파수 대역을 맞춘다.

발명의 효과

- [0021] 진술한 구성에 의하여, 본 발명은 공진기들 간의 배치를 지그재그 형태의 소형 구조로 구성하여 5G 이동통신에서 6GHz 이하의 저주파 대역을 가지고, 통과 대역을 저손실이면서 시스템의 무게를 크게 줄이며, 동시에 우수한 차단 대역 특성을 가지는 효과가 있다.
- [0022] 본 발명은 동축선에 메타재질구조인 CRLH 요소들로 구성된 캐비티 필터를 제안하여 품질계수가 좋아 저주파 대역에서 좁은 대역폭, 저손실, 우수한 차단대역 특성을 가지는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 5G 이동통신 6 GHz 이하 대역용 메타재질구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터의 구성을 나타낸 사시도이다.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 5G 이동통신 6 GHz 이하 대역용 메타재질구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터의 구성을 나타낸 평면도이다.
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 동축 캐비티 필터의 제1 공진기의 구성을 나타낸 사시도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 동축 캐비티 필터의 제1 공진기의 측단면을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})와, 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})를 이용하여 필요한 주파수 대역의 아래쪽 가장자리인 주파수(F_{LE})를 형성한 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 제1 병렬 커패시턴스(C_{sh})와, 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})를 이용하여 필요한 주파수 대역의 위쪽 가장자리인 주파수(F_{UE})를 형성한 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 제1 공진기를 이용한 5G 이동통신에서 6GHz 아래 대역인 저주파 대역에서 하나의 극을 형성한 모습을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 동축 캐비티 필터의 제1 공진기와 제2 공진기의 구성을 나타낸 사시도이다.
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 동축 캐비티 필터의 제1 공진기와 제2 공진기의 구성을 나타낸 평면도이다.
- 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 제1 공진기와 제2 공진기의 주파수 응답특성을 나타낸 도면이다.
- 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 5G 이동통신 6GHz 이하 대역용 메타재질구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터의 주파수 응답특성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다

른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

- [0025] 이동통신의 발달과 더불어 캐비티 필터, 듀플렉서, 멀티플렉서 등과 같은 RF 장비들에 대한 요구가 급증하고 있다. RF 장비들은 이동통신 시스템의 기지국 등과 같은 곳에서 신호의 필터링, 신호의 분리 및 전달에 이용된다.
- [0026] 이중, 캐비티 필터(Cavity Filter)는 입력되는 신호 중 원하는 주파수 대역의 신호만을 통과시키기 위한 장치로서 다양한 방식으로 구현되고 있다. 캐비티 필터의 대역 통과 주파수는 필터의 인덕턴스 성분 및 캐패시턴스 성분에 의해 정해진다. 캐비티 필터는 캐비티의 사이즈, 캐비티의 수, 공진기의 구조 등을 적절히 설정하여 원하는 대역 통과 특성을 가지도록 설계된다.
- [0027] 도 1 및 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 5G 이동통신 6 GHz 이하 대역용 메타재질구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터의 구성을 나타낸 사시도이고, 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 5G 이동통신 6 GHz 이하 대역용 메타재질구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터의 구성을 나타낸 평면도이다.
- [0028] 본 발명의 실시예에 따른 5G 이동통신 6 GHz 이하 대역용 메타재질구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터(100)는 지그재그 형태로 내부 공간을 구획하여 형성하고, 내부 공간에 복수의 공진기(110, 120, 130, 140)를 수평 방향으로 상호 이격하여 각각 실장하는 일정 형상의 금속 도파관(101)을 포함한다.
- [0029] 본 발명의 공진기는 제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130), 제4 공진기(140)의 4개로 구성하고 있지만, 이에 한정하지 않으며, 원하는 주파수 대역에 따라 다양한 개수로 구성할 수 있다.
- [0030] 금속 도파관(101)은 대략적으로 육면체 형상으로 금속재로 형성하고, 제1 면으로부터 일정한 길이로 제1 공간 분리홈(104)이 형성되고, 제1 면과 반대면인 제2 면으로부터 일정한 길이로 제2 공간 분리홈(105)이 형성되며, 제1 면으로부터 일정한 길이로 제3 공간 분리홈(106)이 형성된다.
- [0031] 제1 공간 분리홈(104), 제2 공간 분리홈(105) 및 제3 공간 분리홈(106)은 금속 도파관(101)의 외부면에서 지그재그 형태로 형성되어 일정한 길이로 파져 있다.
- [0032] 제1 공간 분리홈(104), 제2 공간 분리홈(105) 및 제3 공간 분리홈(106)은 금속 도파관(101)의 내부를 지그재그 형태로 공간을 구획한다.
- [0033] 금속 도파관(101)의 내부 공간은 4개의 공간을 구획되도록 제1 공간 분리홈(104)에 의해 제1 공간(101a)과 제2 공간(101b)으로 나누어지고, 제2 공간 분리홈(105)에 의해 제2 공간(101b)과 제3 공간(101c)으로 나누어지고, 제3 공간 분리홈(106)에 의해 제3 공간(101c)과 제4 공간(101d)으로 나누어진다.
- [0034] 금속 도파관(101)의 내부 공간은 제1 공간(101a)의 일부분과 제2 공간(101b)의 일부분이 연통되어 있고, 제2 공간(101b)의 일부분과 제3 공간(101c)의 일부분이 연통되어 있으며, 제3 공간(101c)의 일부분과 제4 공간(101d)의 일부분이 연통되어 있다. 금속 도파관(101)은 내부 공간에 공기를 포함될 수 있다.
- [0035] 제1 공간(101a), 제2 공간(101b), 제3 공간(101c) 및 제4 공간(101e)에는 제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130) 및 제4 공진기(140)가 실장되어 있다.
- [0036] 제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130) 및 제4 공진기(140)는 금속 도파관(101)의 내부에 수평 방향으로 놓여 있는 금속 바(Bar)로 구성된 동축선 전송선로를 이용하여 차단 대역에서 높은 억제율을 보이고, 5G 이동통신에서 6GHz 아래 대역인 저주파 대역에서 매우 좁은 대역폭 요구사항을 만족시킨다.
- [0037] 다시 말해, 제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130) 및 제4 공진기(140)는 동축선 금속 바의 구조나 형태를 다양하게 형성하여 로우패스 필터와 하이패스 필터로 이루어진 밴드패스 필터를 만들어 원하는 대역폭을 형성한다. 이러한 캐비티 필터는 통과 대역에서 손실이 작고, 차단 대역에서 억제율이 좋으며, 필터의 크기와 무게를 줄일 수 있다.
- [0038] 본 발명은 지그재그 형태로 내부 공간을 구획하여 직렬 커패시턴스, 병렬 인덕턴스, 병렬 커패시턴스, 직렬 인덕턴스를 조합한 공진기를 배치하고, 공진기들 간의 결합량을 원하는 주파수 대역을 맞추며, 이에 따라 5G 이동통신에서 6GHz 이하의 저주파 대역을 형성한다.
- [0039] 본 발명은 동축선에 메타재질구조인 CRLH 요소들로 구성된 캐비티 필터를 제안하여 품질계수가 좋아 저주파 대역에서 좁은 대역폭, 저손실, 우수한 차단대역 특성을 가지는 효과가 있다.
- [0040] 제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130) 및 제4 공진기(140)는 동일한 형상과 크기로 이루어지고, 수평 방향으로 상호 이격하여 배치하고, 지그재그 형태로 구성된다.

- [0041] 제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130), 제4 공진기(140)는 각각의 공진기의 끝 영역과 이웃한 공진기의 시작 영역을 구부린 커플링 바를 각각 형성하고, 상기 각각의 커플링 바의 사이에 일정 거리의 갭을 형성하여 커패시턴스 결합을 발생시킨다.
- [0042] 각각의 공진기(110, 120, 130, 140)에는 직렬 커패시턴스(C_{se})에 직렬로 연결하는 입력 금속바를 형성하고, 직렬 인덕턴스(L_{se})에 직렬로 연결하는 출력 금속 바를 형성한다.
- [0043] 각각의 공진기(110, 120, 130, 140)에서 제1 공진기(110)의 입력 금속 바(111c)는 고주파 신호를 입력받는 입력 포트(102a)를 결합하고, 제2 공진기(140)의 출력 금속 바(141c)는 고주파 신호를 출력하는 출력포트(103a)를 결합한다.
- [0044] 제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130) 및 제4 공진기(140)는 직렬 커패시턴스(C_{se})(111, 121, 131, 141), 직렬 커패시턴스(C_{se})(111, 121, 131, 141)의 일단에 병렬로 연결하는 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112, 122, 132, 142)와, 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112, 122, 132, 142)에 병렬로 연결하는 병렬 커패시턴스(C_{sh})(113, 123, 133, 143)와, 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112, 122, 132, 142)의 일단에 직렬로 연결하는 직렬 인덕턴스(L_{se})(114, 124, 134, 144)를 가지는 동축선형 CRLH(Composite Right and Left Handed) 공진 구조를 형성하고, 5G 이동통신에서 6GHz 아래 대역인 저주파 대역에서 4개의 극을 형성한다.
- [0045] 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터(100)는 복수개의 공진기들을 각각 3.5GHz 대역에 맞게 공진하는 동시에
- [0047] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 동축 캐비티 필터의 제1 공진기의 구성을 나타낸 사시도이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 동축 캐비티 필터의 제1 공진기의 측단면을 나타낸 도면이다.
- [0048] 제1 공진기(110)는 입력포트(102a)를 결합한 제1 입력 금속 바(111c)와, 제1 입력 금속 바(111c)에 직렬로 연결한 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})(111)와, 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})(111)의 일단에 병렬로 연결하는 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112)와, 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112)에 병렬로 연결하는 제1 병렬 커패시턴스(C_{sh})(113)와, 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112)의 일단에 직렬로 연결하는 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})(114)와, 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})(114)의 일단에 결합된 제1 출력 금속바(115) 및 제1 출력 금속바(115)의 직각으로 절곡된 제1 커플링바(116)를 포함한다.
- [0049] 제1 공진기(110)는 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})(111), 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112), 제1 병렬 커패시턴스(C_{sh})(113), 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})(114)에 일직선 상에 형성하여 고주파 신호를 전달한다.
- [0050] 제1 입력 금속 바(111c)는 일정한 길이로 형성하여 직사각의 직육면체 형상이고, 일단에 입력포트(102a)를 결합하고, 타단에 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})(111)를 결합한다.
- [0051] 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})(111)는 제1 입력 금속 바(111c)로부터 연장하여 2개의 금속판(111a, 111b)이 서로 일정 간격 분리되어 형성된다.
- [0052] 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112)는 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})(111)로부터 연장되어 일정한 길이의 제1 금속 바(112a)를 형성하고, 제1 금속 바(112a)의 상부면과 하부면에 금속 도파관(101)의 천장면과 바닥면을 연결하는 제1 금속 도선(112b)을 각각 형성한다.
- [0053] 제1 금속 도선(112b)은 도선의 꺾임 횟수나 길이를 조절하여 전기장이나 자기장을 변동하여 공진 주파수 대역을 형성할 수 있다.
- [0054] 제1 병렬 커패시턴스(C_{sh})(113)는 중심부에 관통홀(113a)이 형성된 사각형 형상의 제1 금속 프레임(113)을 형성한다. 제1 병렬 커패시턴스(C_{sh})(113)는 관통홀(113a)에 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112)의 제1 금속 바(112a)가 관통된다. 제1 금속 바(112a)와 제1 금속 프레임(113)은 일정한 거리의 갭(Gap)을 형성한다.
- [0055] 제1 금속 바(112a)는 일정한 길이로 형성하여 직사각의 직육면체 형상이다.
- [0056] 제1 금속 프레임(113)은 금속 도파관(101)의 내부벽면을 따라 접촉하여 결합된다.

- [0057] 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})(114)는 일정한 길이로 형성하여 관통홀(113a)을 관통한 제1 금속 바(112a)에 연결되고, 제1 금속 바(112a)보다 길이가 짧고, 크기가 작은 직사각의 직육면체 형상이다.
- [0058] 제1 출력 금속바(115)는 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})보다 크기가 큰 정육면체 형상이다. 제1 출력 금속바(115)는 금속 도파관(101)가 내부 벽면으로부터 일정 거리 이격되어 형성되는데, 이격 거리로 인하여 주파수 매칭, 임피던스 매칭을 수행할 수 있다.
- [0059] 입력포트(102a)는 금속 도파관(101)의 바닥면을 뚫어 수직으로 세워진 제1 수직바(102)의 일단이 하부면에 결합한다.
- [0060] 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})와, 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})를 이용하여 필요한 주파수 대역의 아래쪽 가장자리인 주파수(F_{LE})를 형성한 모습을 나타낸 도면이고, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 제1 병렬 커패시턴스(C_{sh})와, 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})를 이용하여 필요한 주파수 대역의 위쪽 가장자리인 주파수(F_{UE})를 형성한 모습을 나타낸 도면이고, 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 제1 공진기를 이용한 5G 이동통신에서 6GHz 아래 대역인 저주파 대역에서 하나의 극을 형성한 모습을 나타낸 도면이다.
- [0061] 제1 공진기(110)는 전송선로의 필요한 주파수 대역을 형성하기 위해서 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})(111)와, 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112)를 이용하여 필요한 주파수 대역의 아래쪽 가장자리인 주파수(F_{LE})를 형성하며, 이에 따라 도 6과 같이, 하이패스 필터 기능을 수행한다.
- [0062] 제1 공진기(110)는 전송선로의 필요한 주파수 대역을 형성하기 위해서 제1 병렬 커패시턴스(C_{sh})(113)와, 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})(114)를 이용하여 필요한 주파수 대역의 위쪽 가장자리인 주파수(F_{UE})를 형성하고, 이에 따라 도 7과 같이, 하이패스 필터 기능을 수행한다.
- [0063] 도 6은 주파수 응답곡선인 산란계수 S_{21} 즉, 전달계수 상에서 주파수 대역의 아래쪽 가장자리인 주파수(F_{LE})를 형성한다.
- [0064] 도 7은 주파수 응답곡선인 산란계수 S_{21} 즉, 전달계수 상에서 주파수 대역의 위쪽 가장자리인 주파수(F_{UE})를 형성한다.
- [0065] 도 8에 도시된 바와 같이, 제1 공진기(110)는 제1 직렬 커패시턴스(C_{se})(111), 제1 병렬 인덕턴스(L_{sh})(112), 제1 병렬 커패시턴스(C_{sh})(113), 제1 직렬 인덕턴스(L_{se})(114)에 일직선 상에 형성하여 최소 대역을 가지는 1극 대역통과필터를 구성한다. 도 8에서 제1 공진기(110)는 1극 대역통과필터로 주파수 응답특성인 산란계수 S_{21} 즉, 전달계수 상에서 f_{LE} 내지 f_{UE} 인 통과 대역, $f < f_{LE}$ 와, $f_{UE} < f$ 인 차단 대역, f_{LE} 내지 f_{UE} 인 통과 대역의 반사계수 S_{11} 가 -10dB 미만으로 양호한 임피던스 정합 특성을 보인다.
- [0067] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 동축 캐비티 필터의 제1 공진기와 제2 공진기의 구성을 나타낸 사시도이고, 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 동축 캐비티 필터의 제1 공진기와 제2 공진기의 구성을 나타낸 평면도이고, 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 제1 공진기와 제2 공진기의 주파수 응답특성을 나타낸 도면이고, 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 5G 이동통신 6GHz 이하 대역용 메타재질구조의 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터의 주파수 응답특성을 나타낸 도면이다.
- [0068] 제1 공진기(110)와 제2 공진기(120)는 평행하게 배치시켜 전체의 길이를 줄인다.
- [0069] 제1 공진기(110)와 제2 공진기(120)는 제1 공진기(110)의 끝 영역과 이웃한 제2 공진기(120)의 시작 영역을 구분된 커플링바(116, 126)를 각각 형성하고, 각각의 커플링바(116, 126)의 사이에 일정 거리의 갭을 형성하여 커패시턴스 결합을 발생시켜 2차 필터링 대역을 만족시킨다.
- [0070] 제2 공진기(120)는 제1 공진기(110)의 제1 커플링바(116)에 대향되고, 일정한 거리의 갭(Gap)을 형성한 제2 커플바(126)와, 제2 커플바(126)에 직각으로 절곡되어 결합한 제2 입력 금속 바(125)와, 제2 입력 금속 바(125)에 직렬로 연결한 제2 직렬 인덕턴스(L_{se})(124)와, 제2 직렬 인덕턴스(L_{se})(124)의 일단에 병렬로 연결하는 제2 병렬 인덕턴스(L_{sh})(122)와, 제2 병렬 인덕턴스(L_{sh})(122)에 병렬로 연결하는 제2 병렬 커패시턴스(C_{sh})(123)와, 제

2 병렬 인덕턴스(L_{sh})(122)에 직렬로 연결하는 제2 직렬 커패시턴스(C_{se})(121)와, 제2 직렬 커패시턴스(C_{se})(121)의 일단에 결합된 제2 출력 금속바(121c) 및 제2 출력 금속바(121c)의 직각으로 절곡된 제3 커플링바(127)를 포함한다.

[0071] 제2 공진기(120)의 구성요소는 제1 공진기(110)의 구성요소와 동일하므로 상세한 설명을 생략한다.

[0072] 제2 직렬 커패시턴스(C_{se})(121)는 제2 출력 금속바(121c)로부터 연장하여 2개의 금속판(121a, 121b)이 서로 일정 간격 분리되어 형성된다.

[0073] 제2 병렬 인덕턴스(L_{sh})(122)는 제2 직렬 커패시턴스(C_{se})(121)로부터 연장되어 일정한 길이의 제2 금속 바를 형성하고, 제2 금속 바의 상부면과 하부면에 금속 도파관(101)의 천장면과 바닥면을 연결하는 제2 금속 도선을 각각 형성한다.

[0074] 제2 금속 바와 제2 금속 도선은 전술한 제1 금속 바(112a)와 제1 금속 도선(112b)과 동일한 구성요소이다.

[0075] 도 11에 도시된 바와 같이, 제1 공진기(110)와 제2 공진기(120)는 제1 커플링바(116)와 제2 커플링바(126)를 이용하여 커패시턴스 결합에 의해 2극 대역통과필터를 구성한다.

[0076] 도 11에서 제1 공진기(110)와 제2 공진기(120)는 2극 대역통과필터로 주파수 응답특성인 산란계수 S_{21} 즉, 전달 계수 상에서 f_{LE} 내지 f_{UE} 인 통과 대역, $f < f_{LE}$ 와, $f_{UE} < f$ 인 차단 대역, f_{LE} 내지 f_{UE} 인 통과 대역의 반사계수 S_{11} 가 -10dB 미만으로 양호한 임피던스 정합 특성을 보인다.

[0078] 제3 공진기(130)는 제2 공진기(120)의 제3 커플링바(127)에 대향되고, 일정한 거리의 갭(Gap)을 형성한 제4 커플링바(137)와, 제4 커플링바(137)에 직각으로 절곡되어 결합한 제3 입력 금속 바(131c)와, 제3 입력 금속 바(131c)에 직렬로 연결한 제3 직렬 커패시턴스(C_{se})(131)와, 제3 직렬 커패시턴스(C_{se})(131)의 일단에 병렬로 연결하는 제3 병렬 인덕턴스(L_{sh})(132)와, 제3 병렬 인덕턴스(L_{sh})(132)에 병렬로 연결하는 제3 병렬 커패시턴스(C_{sh})(133)와, 제3 병렬 인덕턴스(L_{sh})(132)의 일단에 직렬로 연결하는 제3 직렬 인덕턴스(L_{se})(134)와, 제3 직렬 인덕턴스(L_{se})(134)의 일단에 결합된 제3 출력 금속바(135) 및 제3 출력 금속바(135)의 직각으로 절곡된 제5 커플링바(136)를 포함한다.

[0079] 제3 공진기(130)의 구성요소는 제1 공진기(110)의 구성요소와 동일하므로 상세한 설명을 생략한다.

[0080] 제3 직렬 커패시턴스(C_{se})(111)는 제3 입력 금속 바(131c)로부터 연장하여 2개의 금속판(131a, 131b)이 서로 일정 간격 분리되어 형성된다.

[0081] 제3 병렬 인덕턴스(L_{sh})(132)는 제3 직렬 커패시턴스(C_{se})(131)로부터 연장되어 일정한 길이의 제3 금속 바를 형성하고, 제3 금속 바의 상부면과 하부면에 금속 도파관(101)의 천장면과 바닥면을 연결하는 제3 금속 도선을 각각 형성한다.

[0082] 제3 금속 바와 제3 금속 도선은 전술한 제1 금속 바(112a)와 제1 금속 도선(112b)과 동일한 구성요소이다.

[0083] 제1 공진기(110), 제2 공진기(120) 및 제3 공진기(130)는 제1 커플링바(116)와 제2 커플링바(126)를 이용하여 커패시턴스 결합과, 제3 커플링바(127)와 제4 커플링바(137)를 이용하여 커패시턴스 결합에 의해 3극 대역통과필터를 구성한다.

[0084] 제2 공진기(120) 및 제3 공진기(130)는 커플링용 직렬 커패시턴스(C_{se})인 제3 커플링바(127)와 제4 커플링바(137)에 의해 결합시킨다.

[0085] 커플링용 직렬 커패시턴스(C_{se})는 제3 커플링바(127)와 제4 커플링바(137)의 커플링을 나타내고, 하기의 수학적 식 1과 같이 정의된다.

수학식 1

$$C_{se} = \epsilon_o \frac{A_{Parallel}}{Gap}$$

[0086]

[0087]

여기서, Gap은 0.8mm 내지 1.5mm 정도이고, 목표 주파수에 따라 변경될 수 있다. A_{Parallel}은 제3 커플링바(127)와 제4 커플링바(137)의 면적이고, ϵ_o 은 진공 상태의 유전율이다. Cse와 하이패스 필터 주요지표인

$$F_{LE} = \frac{1}{2\pi\sqrt{C_{se}L_{sh}}}$$

를 통해 가장자리인 주파수(F_{LE})가 원하는 값이 되게 한다.

[0088]

제1 공진기(110), 제2 공진기(120) 및 제3 공진기(130)는 3극 대역통과필터로 주파수 응답특성인 산란계수 S21 즉, 전달계수 상에서 f_{LE} 내지 f_{UE} 인 통과 대역, $f < f_{LE}$ 와, $f_{UE} < f$ 인 차단 대역, f_{LE} 내지 f_{UE} 인 통과 대역의 반사계수 S11가 -10dB 미만으로 양호한 임피던스 정합 특성을 보인다.

[0090]

제4 공진기(140)는 제3 공진기(130)의 제5 커플링바(136)에 대향되고, 일정한 거리의 갭(Gap)을 형성한 제6 커플바(146)와, 제6 커플바(146)에 직각으로 절곡되어 결합한 제4 입력 금속 바(145)와, 제4 입력 금속 바(145)에 직렬로 연결한 제4 직렬 인덕턴스(L_{se})(144)와, 제4 직렬 인덕턴스(L_{se})(144)의 일단에 병렬로 연결하는 제4 병렬 인덕턴스(L_{sh})(142)와, 제4 병렬 인덕턴스(L_{sh})(142)에 병렬로 연결하는 제4 병렬 커패시턴스(C_{sh})(143)와, 제4 병렬 인덕턴스(L_{sh})(142)에 직렬로 연결하는 제4 직렬 커패시턴스(C_{se})(141)와, 제4 직렬 커패시턴스(C_{se})(141)의 일단에 결합된 제2 출력 금속바(141c) 및 제4 출력 금속바(141c)의 직각으로 절곡된 제6 커플링바(141a)를 포함한다.

[0091]

제4 출력 금속 바(141c)는 일정한 길이로 형성하여 직사각의 직육면체 형상이고, 일단에 출력포트(103a)를 결합하고, 타단에 제4 직렬 커패시턴스(C_{se})(141)를 결합한다.

[0092]

출력포트(103a)는 금속 도파관(101)의 바닥면을 뚫어 수직으로 세워진 제2 수직바(103)의 일단이 하부면에 결합한다.

[0093]

제4 공진기(140)의 구성요소는 제1 공진기(110)의 구성요소와 동일하므로 상세한 설명을 생략한다.

[0094]

제4 직렬 커패시턴스(C_{se})(141)는 제2 출력 금속바(141c)로부터 연장하여 2개의 금속판(141a, 141b)이 서로 일정 간격 분리되어 형성된다.

[0095]

제4 병렬 인덕턴스(L_{sh})(142)는 제4 직렬 커패시턴스(C_{se})(141)로부터 연장되어 일정한 길이의 제4 금속 바를 형성하고, 제4 금속 바의 상부면과 하부면에 금속 도파관(101)의 천장면과 바닥면을 연결하는 제4 금속 도선을 각각 형성한다.

[0096]

제4 금속 바와 제4 금속 도선은 전술한 제1 금속 바(112a)와 제1 금속 도선(112b)과 동일한 구성요소이다.

[0097]

제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130) 및 제4 공진기(140)는 제1 커플링바(116)와 제2 커플링바(126)를 이용한 커패시턴스 결합과, 제3 커플링바(127)와 제4 커플링바(137)를 이용한 커패시턴스 결합과, 제5 커플링바(136)와 제6 커플링바(146)를 이용한 커패시턴스 결합에 의해 4극 대역통과필터를 구성한다.

[0098]

도 12에 도시된 바와 같이, 제1 공진기(110), 제2 공진기(120), 제3 공진기(130) 및 제4 공진기(140)는 4극 대역통과필터로 주파수 응답특성인 산란계수 S21 즉, 전달계수 상에서 f_{LE} 내지 f_{UE} 인 통과 대역, $f < f_{LE}$ 와, $f_{UE} < f$ 인 차단 대역, f_{LE} 내지 f_{UE} 인 통과 대역의 반사계수 S11가 -10dB 미만으로 양호한 임피던스 정합 특성을 보인다.

[0099]

이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고

다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

부호의 설명

100: 초소형 초저손실 동축 캐비티 필터

110: 제1 공진기

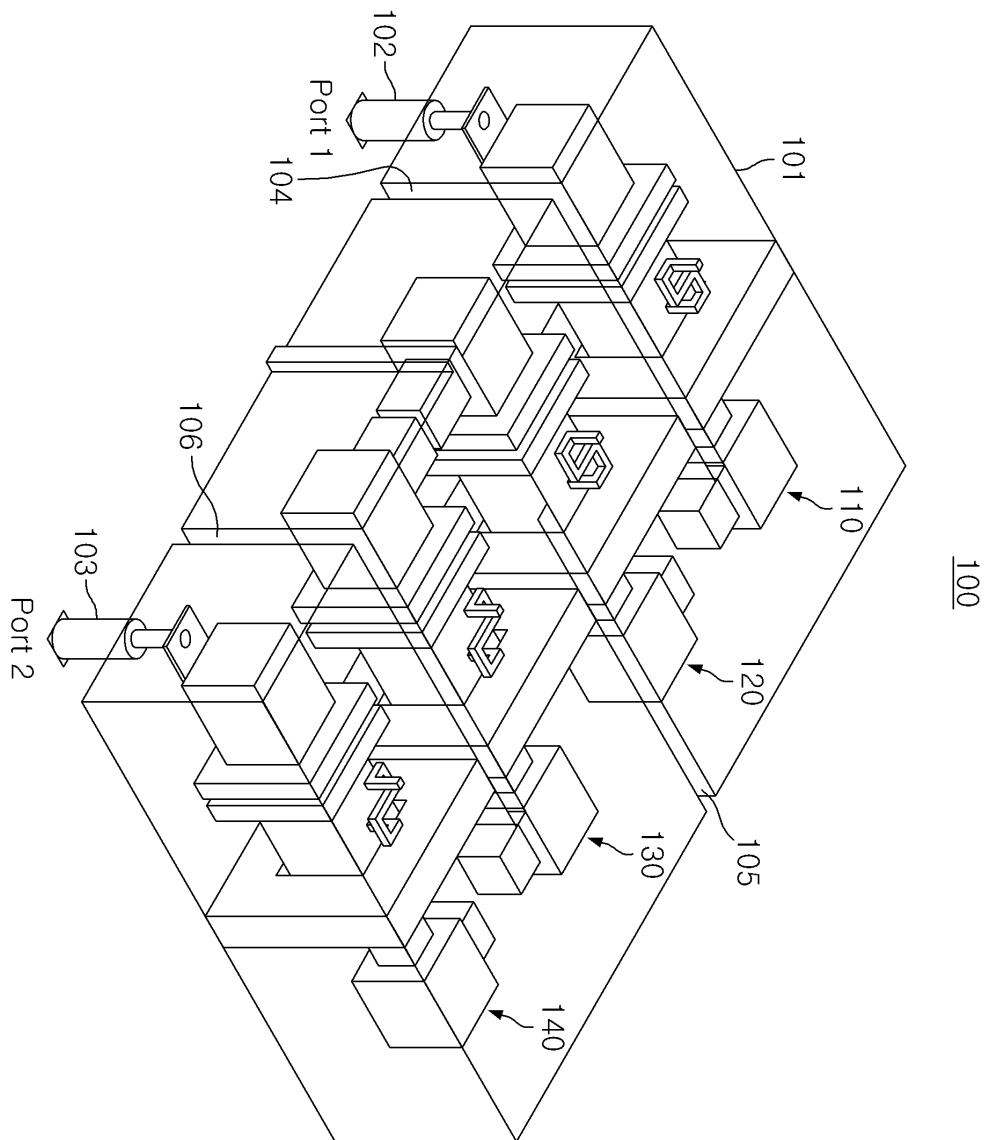
120: 제2 공진기

130: 제3 공진기

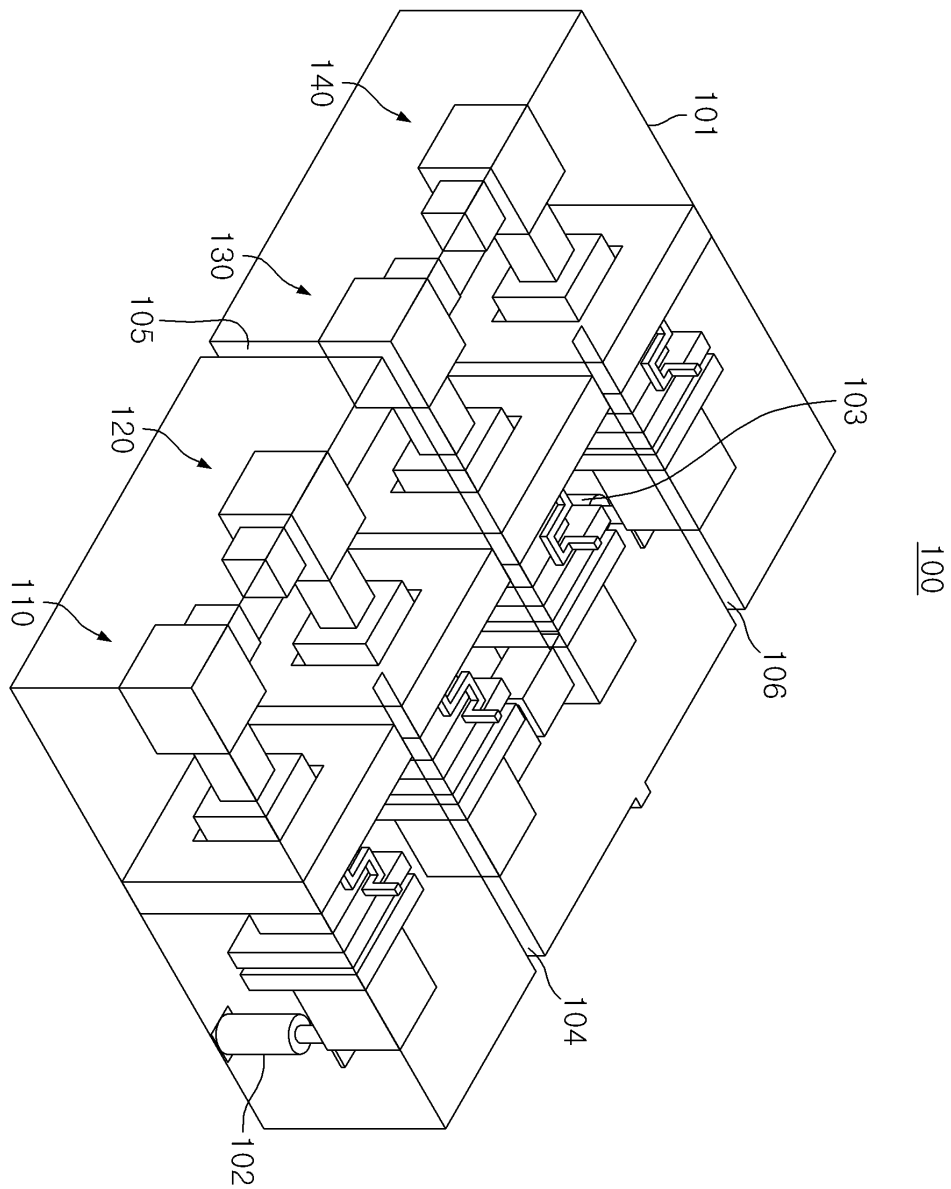
140: 제4 공진기

도면

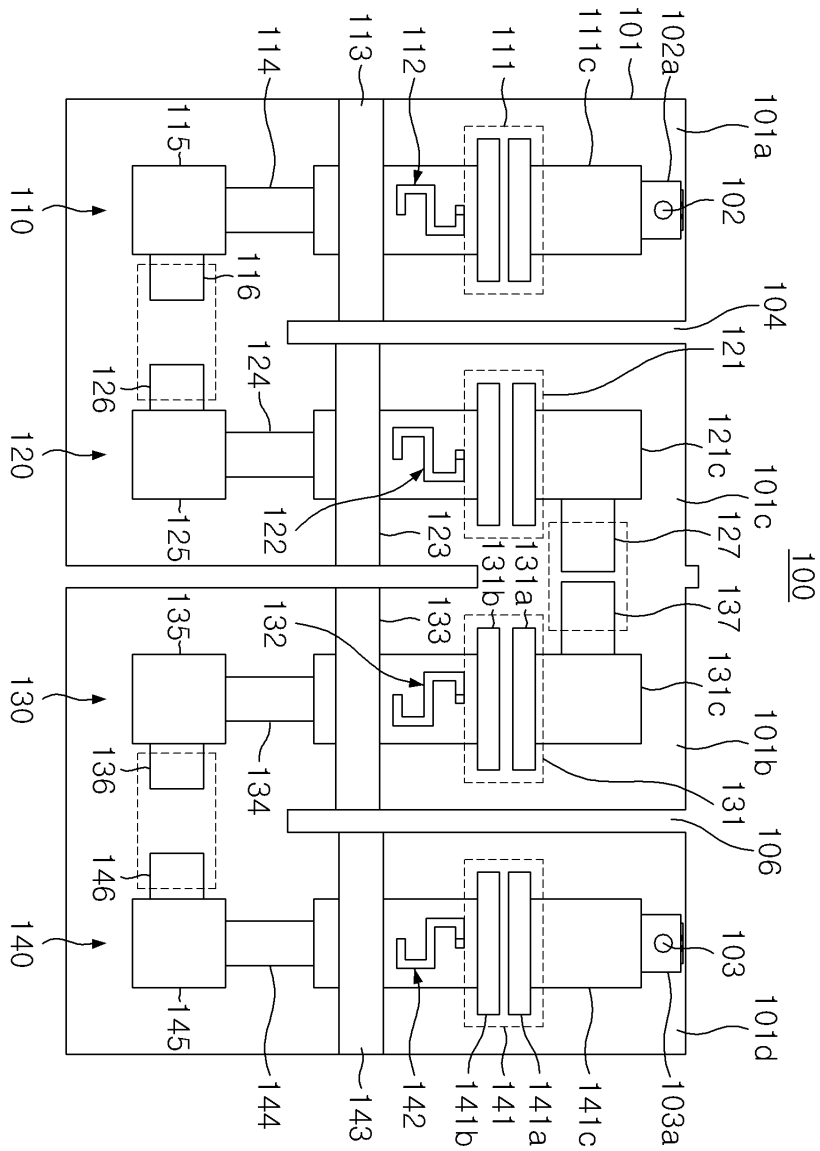
도면1



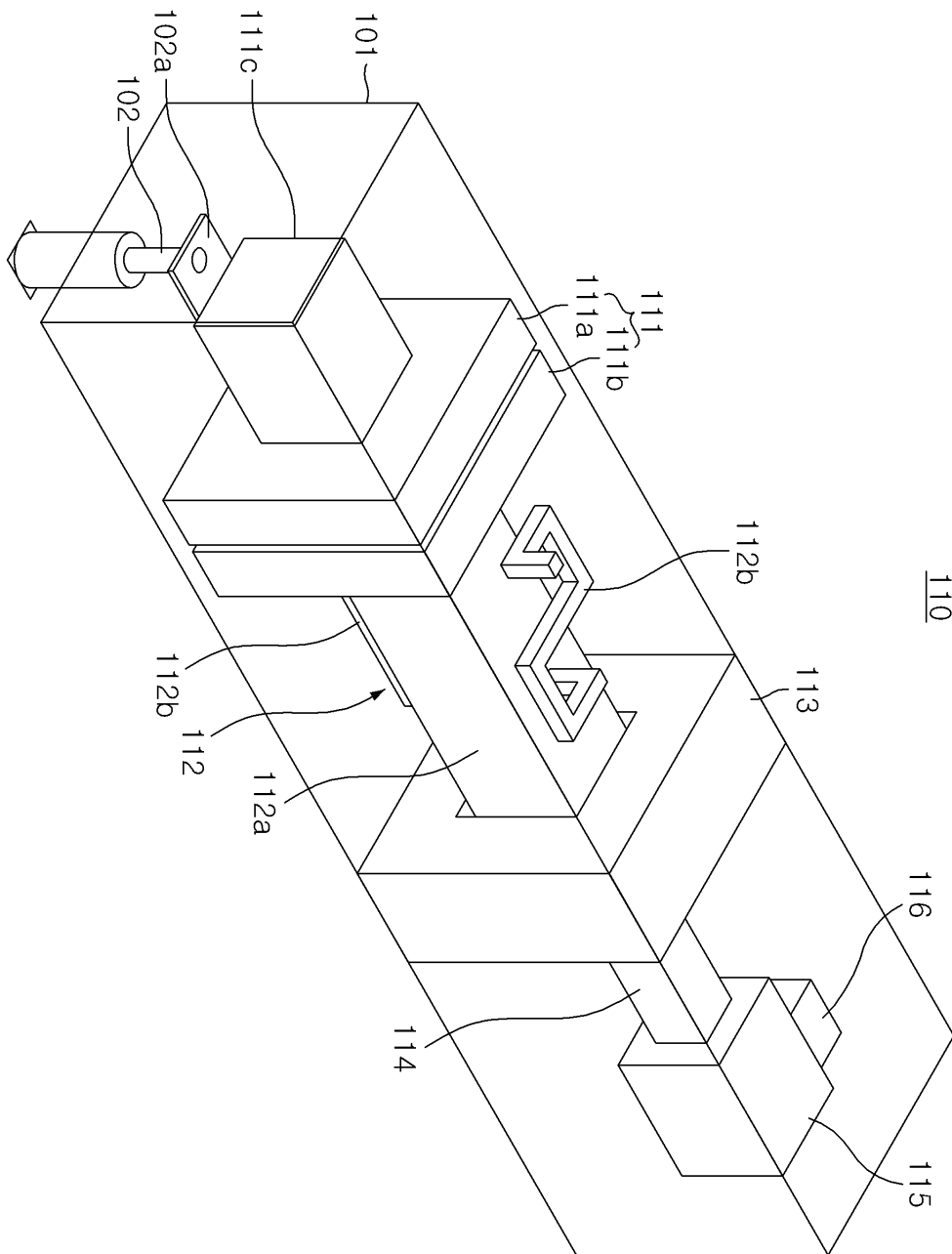
도면2



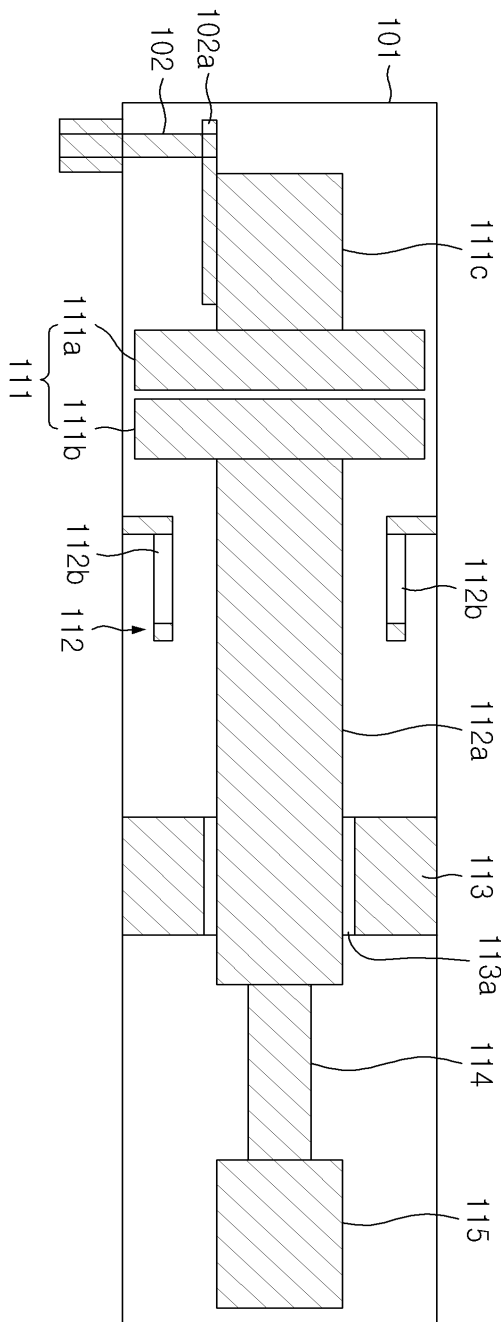
도면3



도면4

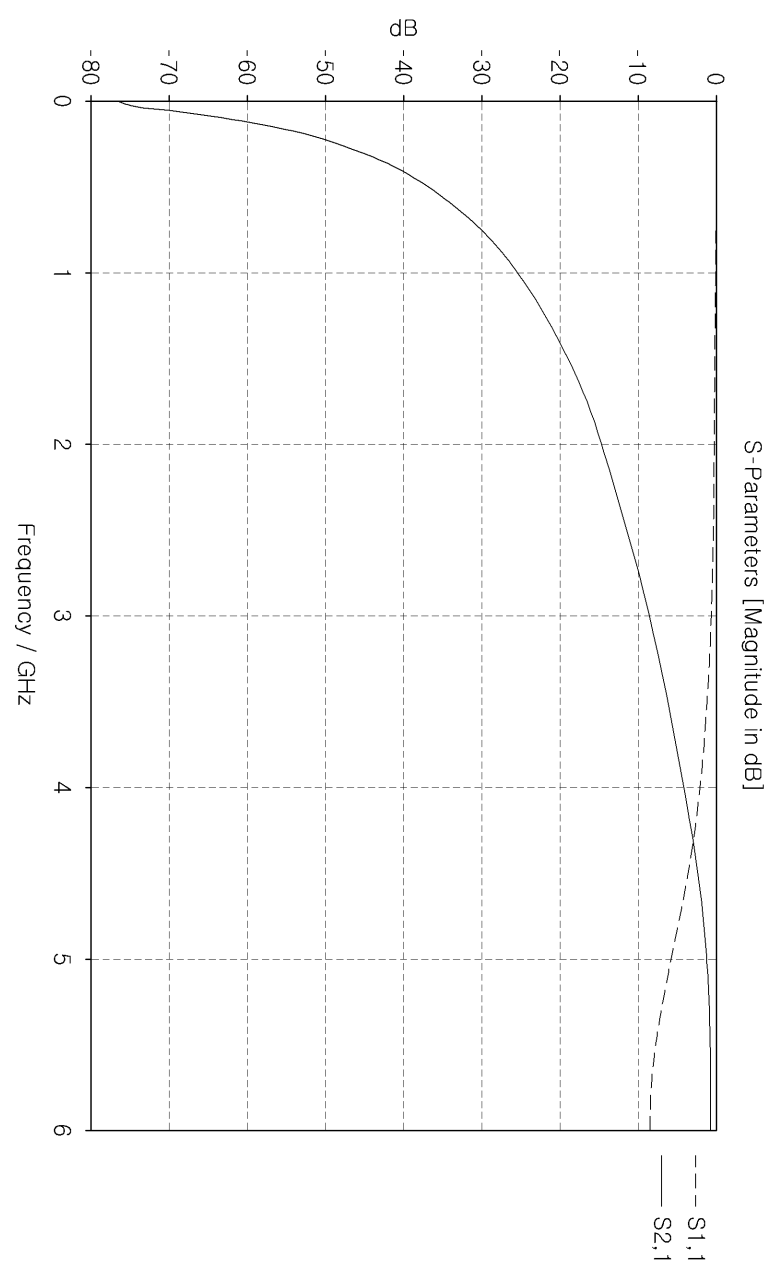


도면5

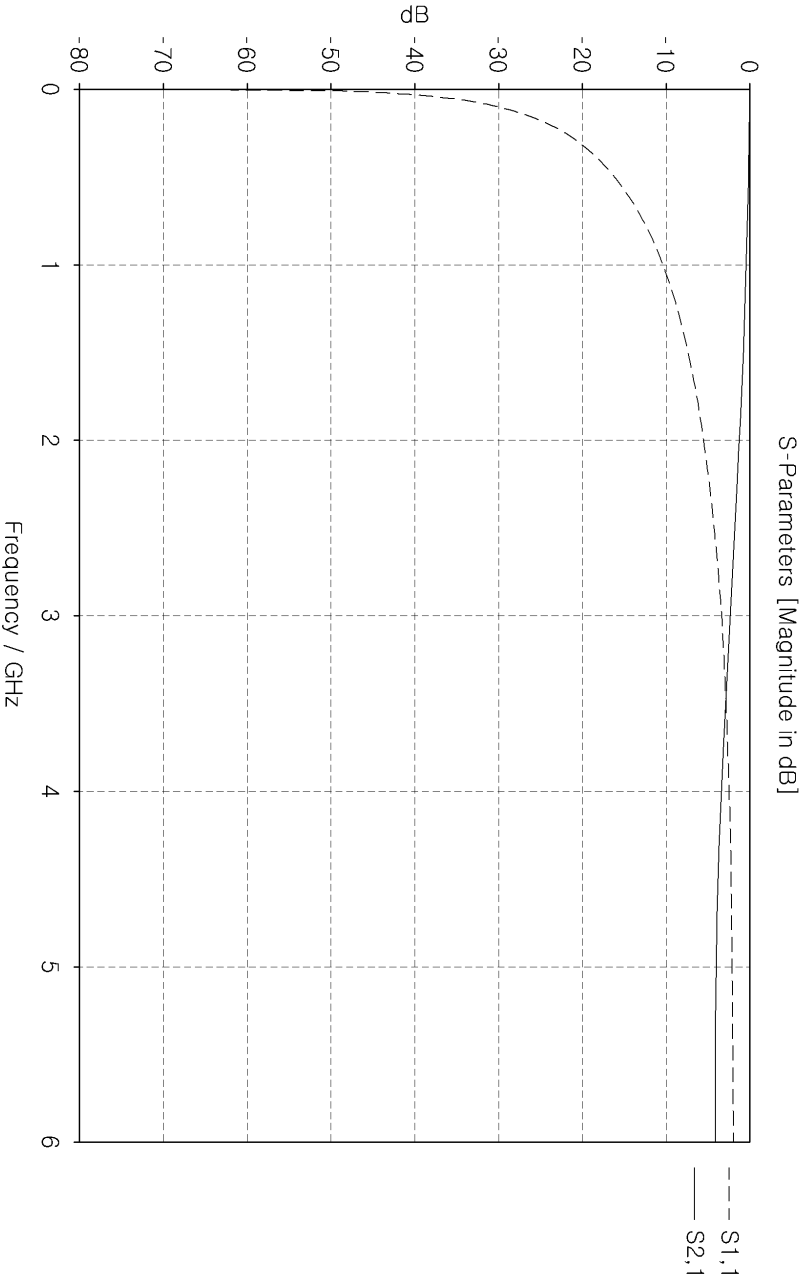


110

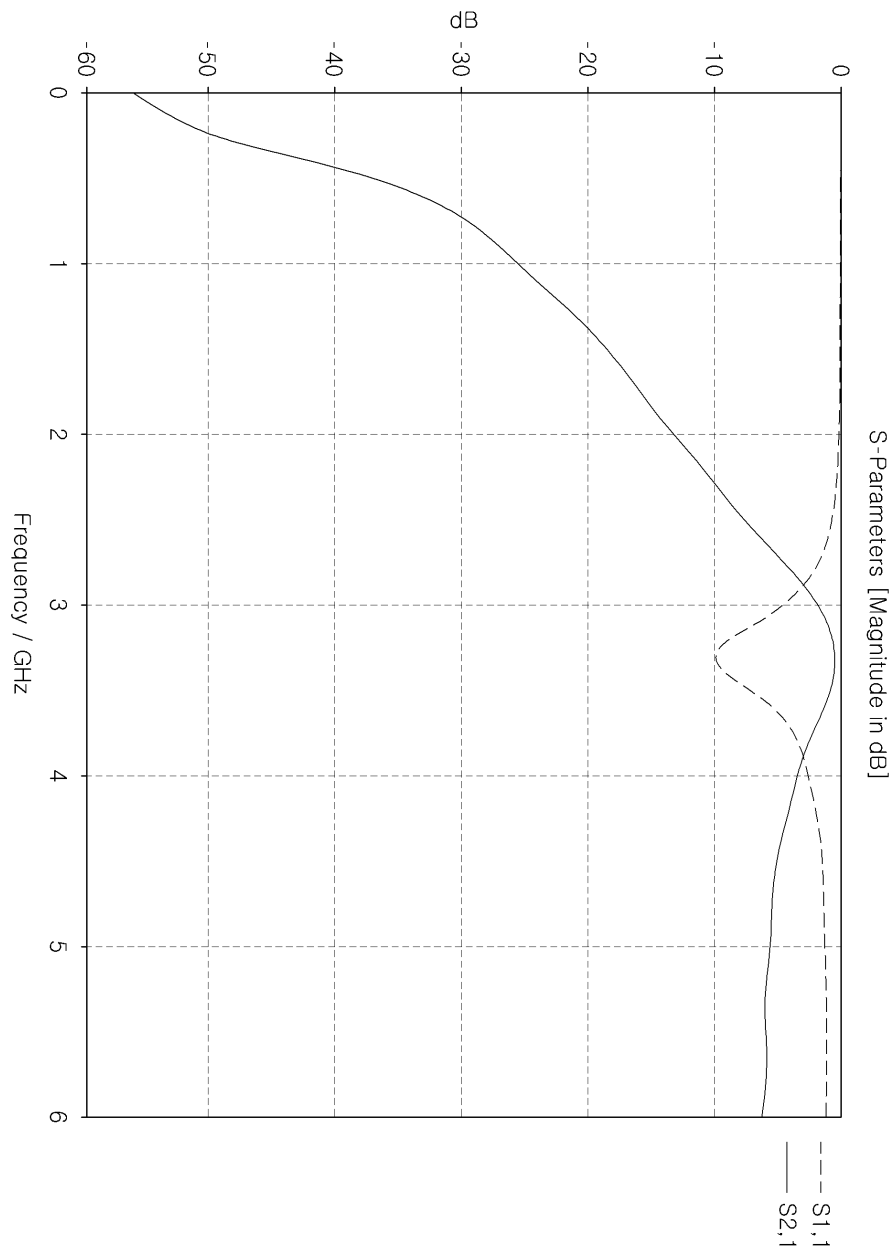
도면6



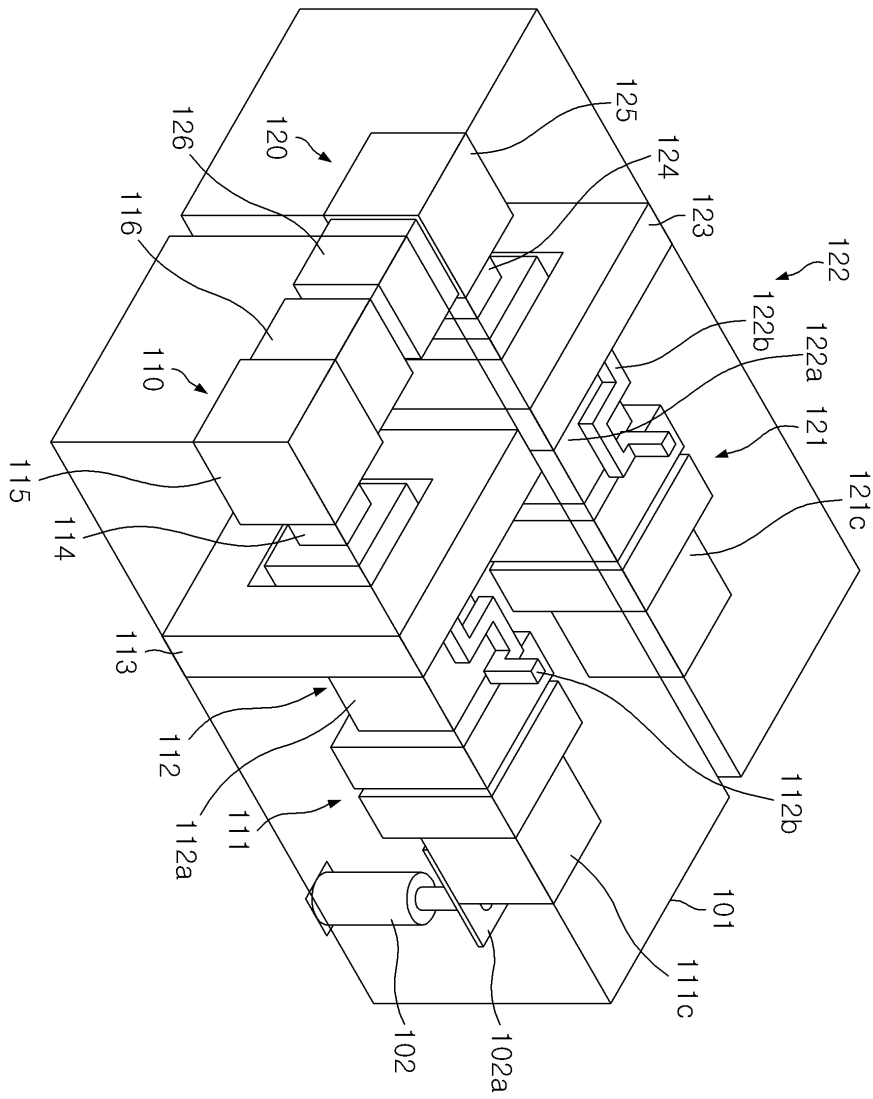
도면7



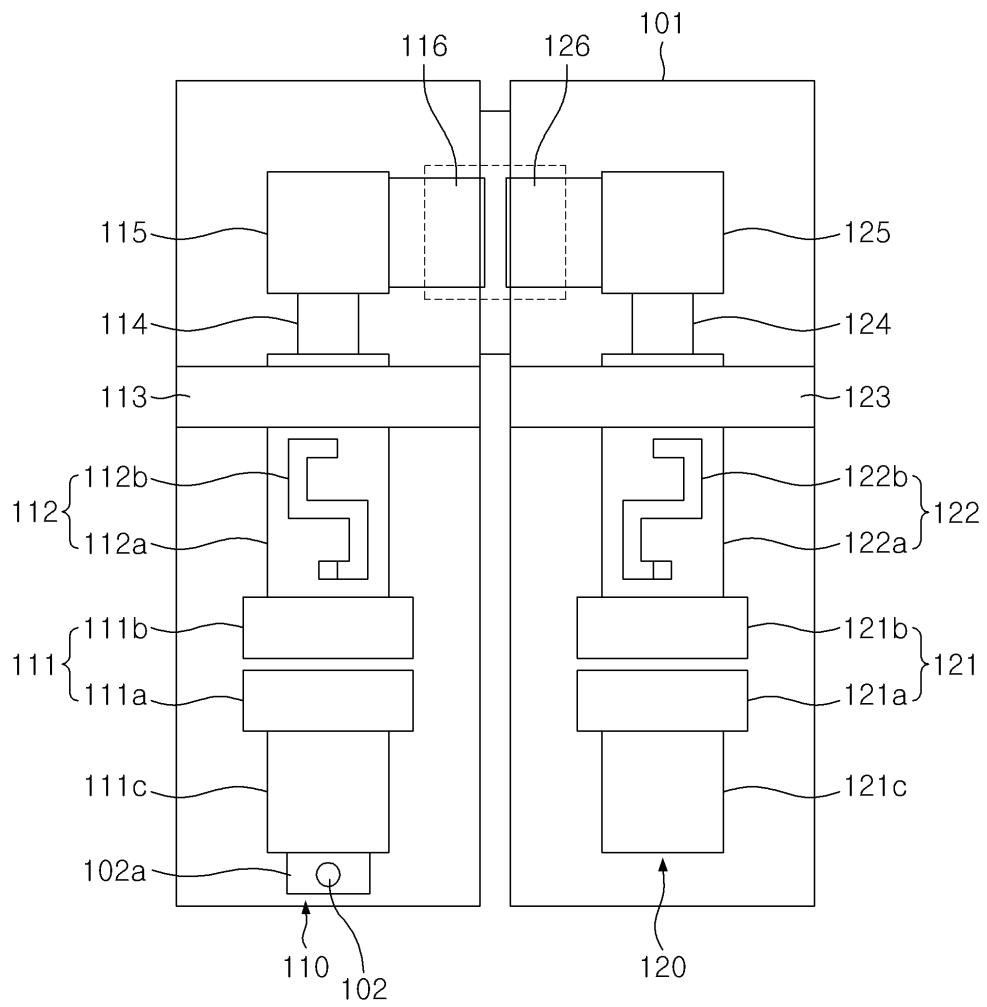
도면8



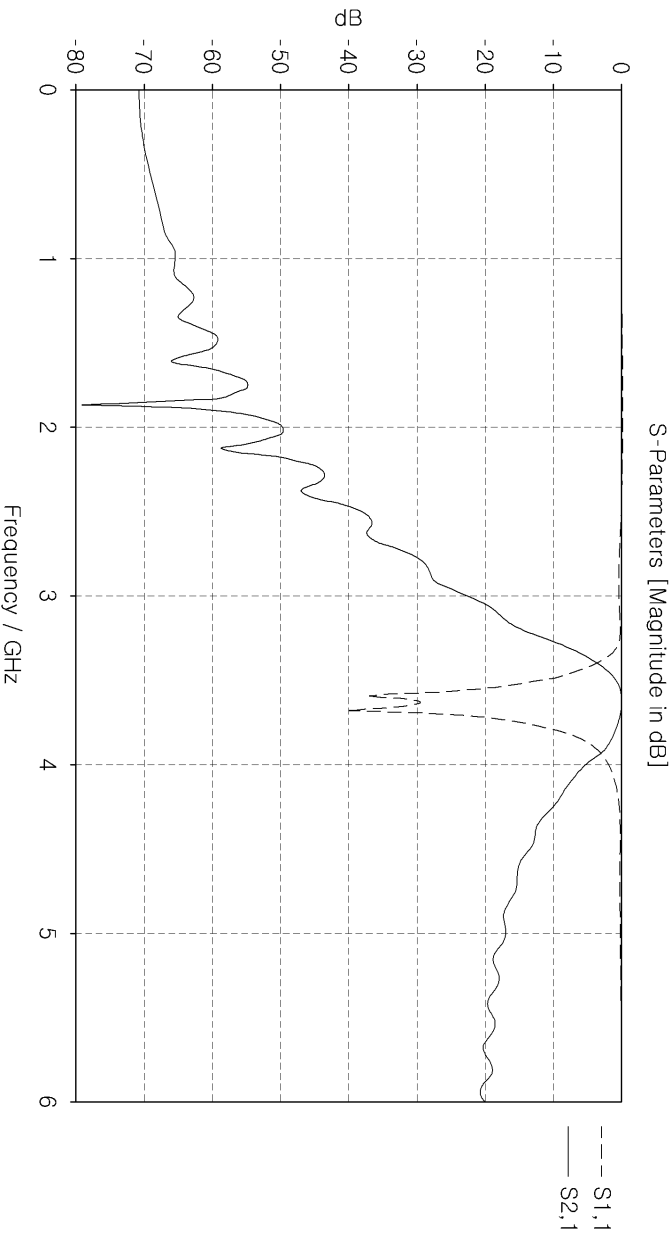
도면9



도면10



도면11



도면12

