(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0066643
(43) 공개일자 2020년06월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 3/12 (2006.01) *H01P 1/20* (2006.01)
H01P 3/06 (2006.01) *H01P 3/18* (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01P 3/121 (2013.01)
H01P 1/2005 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-7011742
(22) 출원일자(국제) 2018년10월26일
심사청구일자 없음
(85) 번역문제출일자 2020년04월23일
(86) 국제출원번호 PCT/SE2018/051099
(87) 국제공개번호 WO 2019/083439
국제공개일자 2019년05월02일
(30) 우선권주장
1751333-4 2017년10월27일 스웨덴(SE)

(71) 출원인
메타썸 에이비
스웨덴 예테보리 412 55 루 1001 칼란더슈플랏쎈 2
(72) 발명자
보수그 아바스
스웨덴 예테보리 417 60 바르켄 스토레그룬즈 거타 2
허 쫑씨아 사이몬
스웨덴 사로 429 42 스트랑뎅옌 26
(74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **다중층 도파관, 다중층 도파관 구성체 및 이들의 제조 방법**

(57) 요 약

다중층 도파관 장치, 다중층 도파관 구성체 및, 이들의 제조 방법이 개시되며, 다중층 도파관은 다중층 도파관으로 조립된 적어도 3 개의 수평으로 분리된 층들을 포함한다. 층들은 적어도 상부층(2a), 중간 층(2c) 및 저부 층(2e)으로서, 각각의 층은 전체 층을 통해 연장되는 관통 구멍(3)들을 가진다. 구멍(3)들은 인접한 층들의 인접한 구멍(3)들과 오프셋되게 배치되어 누설 억제 구조를 구성한다.

대 표 도 - 도2

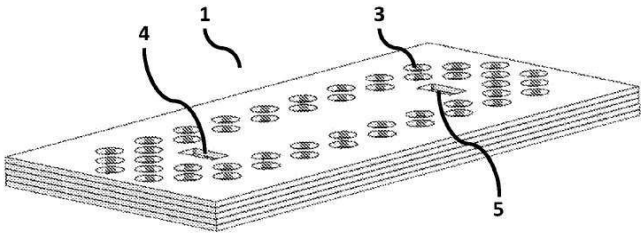

Fig. 2

(52) CPC특허분류
H01P 3/06 (2013.01)
H01P 3/18 (2013.01)

명 세 서

청구범위

청구항 1

다중층 도파관(1)으로 조립된 적어도 3 개의 수평 분리 층들을 포함하는 다중층 도파관 장치(multi-layer waveguide device)로서, 상기 층들은 적어도 상부 층(2a), 중간 층(2c) 및 저부 층(2e)이고, 각각의 층은 전체 층을 통해 연장된 관통 구멍(through going holes, 3)들을 가지고, 상기 관통 구멍(3)들은 인접한 층들의 인접한 구멍(3)들에 대하여 오프셋되게 배치됨으로써 누설 억제 구조(leakage suppressing structure)를 형성하는 것을 특징으로 하는, 다중층 도파관 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 구멍(3)들은 원형 형상, 삼각형 형상, 정사각형 형상, 오각형 형상, 사각형 형상, 사각형 형상, 정사각형 형상, 육각형 형상 또는 사각형 형상중 어느 하나를 가지는, 다중층 도파관 장치.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 다중층 도파관(1)은 도파관 채널(77)을 포함하고, 상기 도파관 채널(77)은 모든 층들을 통해 연장된 통공인, 다중층 도파관 장치.

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 다중층 도파관(1)은 도파관 채널(77)을 포함하고, 상기 도파관 채널(77)은 적어도 하나의 중간층(2b)에 있는 신장된 통공(7)인, 다중층 도파관 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 다중층 도파관(1)은 도파관 채널(77)의 개시부와 정렬된 도파관 채널 유입부(4) 및 도파관 채널(77)의 종료부와 정렬된 도파관 채널 유출부(5)를 포함하고, 도파관 채널 유입부(4)는 상부층(2a) 및 저부층(2a)중 어느 하나에 따라서 배치되고, 도파관 채널 유출부(5)는 상부층(2a) 및 저부층(2a)중 어느 하나에 따라서 배치되는, 다중층 도파관 장치.

청구항 6

제 3 항 내지 제 5 항중 어느 한 항에 있어서, 구멍(3)들중 적어도 하나의 열(row)은 도파관 채널(77) 둘레에 배치되는, 다중층 도파관 장치.

청구항 7

제 1 항, 제 2 항, 제 4 항 내지 제 6 항중 어느 한 항에 있어서, 다중층 도파관(1)은 적어도 제 1 중간층(2b), 제 2 중간층(2c) 및 제 3 중간층(2d)을 가지고, 각각의 중간층(2b,2c,2d)은 각각의 중간층(2b,2c,2d)에 대하여 동일 중심(concentric)으로 배치된 신장된 통공(7)을 포함하는, 다중층 도파관 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서, 제 1 중간 층(2b)에 있는 신장된 통공(7)은 제 2 중간층(2c)에 있는 신장된 통공(7)보다 길고, 제 2 중간층(2c)에 있는 신장된 통공(7)은 제 3 중간층(2d)에 있는 신장된 통공(7)보다 긴, 다중층 도파관 장치.

청구항 9

제 7 항 또는 제 8 항에 있어서, 제 1 중간층(2b), 제 2 중간층(2c) 및 제 3 중간층(2d) 각각은 신장된 통공(7)을 포함하고,

제 2 중간층(2c)은 신장된 통공(7)내에 배치된 중심 부재(8)를 더 포함하는, 다중층 도파관 장치.

청구항 10

제 3 항 내지 제 9 항중 어느 한 항에 있어서, 도파관 채널(77)은 상기 도파관 채널(77)의 연장 방향에 직각인 방향으로 연장된 다수의 측부 플랜지(9)들을 포함하는, 다중층 도파관 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 10 항중 어느 한 항에 있어서, 다중층 도파관(1)은 상부층(2a)의 상부에 배치된 제 2 상부층(22a) 및 저부층(2e)의 아래에 배치된 제 2 저부층(22b)중 적어도 하나를 더 포함하고, 제 2 상부층(22a) 및 제 2 저부층(22b)중 상기 적어도 하나는 층을 통해 오직 부분적으로만 연장되는 구멍(33)들을 포함하는, 다중층 도파관 장치.

청구항 12

제 1 항 내지 제 11 항중 어느 한 항에 있어서, 다중층 도파관은 슬롯 형성 어레이 안테나(slotted array antenna), 필터, 사각형 도파관(rectangular waveguide) 및 동일축 도파관(coaxial waveguide)중 어느 하나로서 구성되는, 다중층 도파관 장치.

청구항 13

제 3 항 내지 제 12 항중 어느 한 항에 따른 다중층 도파관(1)을 포함하는 다중층 도파관 구성체로서, 다중층 도파관(1)의 도파관 채널(77)에 활성 요소(active component)가 배치되는, 다중층 도파관 구성체.

청구항 14

제 1 항 내지 제 13 항에 따른 다중층 도파관(1)의 층(2a, 2b, 2c, 2d, 2e).

청구항 15

다중층 도파관 장치의 제조 방법으로서, 상기 제조 방법은:

층의 중심 영역에 있는 신장된 영역(6)을 둘러싸는 관통 구멍(3)들의 적어도 하나의 열(row)을 포함하는 상부층(2a),

층의 중심 영역에 있는 신장된 영역(6)을 둘러싸는 관통 구멍(3)들의 적어도 하나의 열을 포함하고, 상기 신장된 영역(6)으로 신장된 통공(7)이 에칭되거나 또는 레이저 절삭되는, 적어도 하나의 중간층(2a,2c,2d) 및,

층의 중심 영역(6)에 있는 신장된 영역(6)을 둘러싸는 관통 구멍(3)들중 적어도 하나의 열을 포함하는 저부층(2e);을 에칭 또는 레이저 절삭하는 단계들을 포함하는, 다중층 도파관 장치의 제조 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서, 상기 제조 방법은:

상부층(2a) 또는 저부층(2e)중 어느 하나로 도파관 채널 유입부(4)를 에칭 또는 레이저 절삭하고,

상부층(2a) 또는 저부층(2e)중 어느 하나로 도파관 채널 유출부(5)를 에칭 또는 레이저 절삭하는 단계를 더 포함하는, 다중층 도파관 장치의 제조 방법.

청구항 17

제 15 항 또는 제 16 항에 있어서, 층들은 도전성 글루(conductive glue), 격리 글루(isolating glue) 또는 스크류들중 어느 하나에 의해 함께 유지되는, 다중층 도파관 장치의 제조 방법.

청구항 18

제 15 항 내지 제 17 항중 어느 한 항에 있어서, 다중층 도파관 장치는 제 1 항 내지 제 12 항중 어느 한 항에 따른 다중층 도파관(1)인, 다중층 도파관 장치의 제조 방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 전체적으로 비용 효과적으로 제조되고 표면 장착이 가능한 다중층 도파관(multi-layer waveguide, MLW)에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 도파관은 당해 기술 분야에 공지되어 있으며 개시 지점으로부터 끝 지점으로 전자기파를 운반하도록 사용되는 공통적인 요소이다. 대부분의 일반적인 의미로, 도파관은 중공형의 금속 파이프일 수 있다.

[0003] 개방된 공간에서 전파되는 파동에서 파워는 거리에 따라서 상실되어, 가능한 전달 거리와 파동의 품질이 감소된다. 따라서 도파관은 파동의 확장 방향을 적어도 하나의 차원에 제한함으로써 파동을 안내하도록 구성된 구조체이다. 그것의 개념은 파동을 제한하여 파동이 특정 방향으로 전파되게 강제하고 그에 의해 손실을 감소시키는 것이다. 이상적인 조건에서, 이것은 파동이 파워를 전혀 상실하지 않는 결과를 가져오지지만, 그러한 경우는 드물거나 불가능하다. 도파관 디자인에 따라서 누설이 있게 되고, 파동은 도파관 채널의 가장자리(edge)들에 결합되어 에너지 손실을 발생시킨다. 도파관의 개념은 오랜 동안 공지되었으며 예를 들어 신호, 음향 또는 광을 전달하도록 사용된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 개선된 다중층 도파관을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 비록 여러 가지 상이한 형태의 도파관들이 당해 기술 분야에 공지되었지만 현재의 해법에는 단점이 있다. 본 발명의 해법을 개발하는 동안 인식된 바에 따르면, 예를 들어 표면 장착 도파관을 필요로 하는 적용 분야에 적절한 도파관을 제조하는 것은 곤란하다.

[0006] 전자기 라디오 파의 일반적인 적용예에서, 사각형 도파관이 사용될 수 있으며, 이것은 실질적으로 사각형 단면을 가진 중공형 금속 구조이다. 이것은 예를 들어 도파관으로 조립된 2 개의 금속 블록들을 가지고 제조될 수 있다. 그러한 도파관들은 함께 조립된 상부 층 및 저부 층을 가질 수 있다. 이러한 2 개 층들의 일부는 절단되어서, 상기 2 개 층들이 함께 조립되었을 때 도파관으로서 중공형 공간을 형성한다. 2 개 블록들은 누설을 감소시키는 우수한 연결성을 가질 필요가 있다. 그러나, 층들의 오직 일부분만이 절단되고 많은 부분은 기계적인 지지를 위하여 남겨진다는 사실 때문에, 이들 도파관 블록들은 전체적으로 대부분의 경우에 부피가 크고 무거우며, 표면 장착 및/또는 경량의 적용예에 대하여 적절하지 않다.

[0007] 다른 해법은 소위 유전성 도파관(dielectric waveguides)을 사용하는 것이다. 유전성 도파관과 공기로 채워진 금속 표면 도파관 사이에는 차이점이 있다. 금속 표면 도파관에서, 자기장은 금속으로 짧은 거리로 침투하지만, 만약 2 개 층들 사이에 갭이 있다면, 특히 갭이 수평 방향이라면, 누설은 실질적인 것이 된다. 그 이유는 전자기파가 타이트하게 제한되고 금속 안으로 매우 짧은 거리로써 침투하는 것을 의미하기 때문이다. 유전성 도파관에 대하여, 예를 들어 파동이 비전파성의 사라지는 파동(non propagating evanescent wave)이기 때문에 문제의 특성은 상이하다. 이것은 또한 첨부된 청구 범위에 기재된 특징들이 없는 금속 표면 도파관은 누설을 방지하기 위하여 층들 사이에 높은 레벨의 도전성을 필요로 하기 때문이다.

[0008] 도파관의 제조와 관련된 다른 문제는 CNC 밀링 및 몰딩의 현재 레벨이 종종 레이저 절삭 또는 에칭과 같은 다른 방법과 비교하여 제조 방법에서 불량한 공차를 제공한다는 점이다. 이것은 실질적으로 표면 장착 적용예를 위한 도파관 구조를 제조하기에 곤란하고 그리고/또는 값이 비싸게 한다. 이러한 문제는 다른 것보다 일부 주파수 범위에 대하여 더욱 명백한데, 예를 들어 CNC 밀링 및 몰딩은 80 GHz 미만의 주파수에 대하여 적합화된 도파관들의 공통적인 제조 방법이다. 110 GHz 내지 170 GHz 의 D 밴드 주파수 범위에 있는 도파관에 대하여, CNC 밀링 및 몰딩은 매우 값이 비싸지는데, 왜냐하면 제조 기술이 작동하는 방식과 관련하여 모든 것이 매우 작기 때문이다. 따라서, 그것은 일부 경우에 소망의 결과를 얻는데 적절하지 않고 일부 경우에 불가능하기조차 하다.

[0009] 100 GHz 보다 높은 주파수 범위에 대하여 예를 들어 (금속 블록 대신에) 실리콘 웨이퍼상에 에칭하는 기술이 있으며 이것은 제조상의 문제를 부분적으로 해결하도록 사용된다. 그러나, 도파관의 특성들에 기인하여, 이러한

제조 방법은 200 GHz 미만의 주파수 범위에 대하여 적절하지 않다. 그 이유는 실리콘 웨이퍼상에 깊은 에칭(예를 들어, 300 마이크로미터 보다 깊은 에칭)을 수행하는 것이 곤란하기 때문이다.

[0010] 따라서, 일부 도파관은 실리콘 칩(silicon chip)에 적절하기에는 너무 크지만 몰딩되거나 또는 CNC 밀링된 버전에 대해서는 너무 작다. 더욱이, 도파관에 대하여 누설 및 파워 손실은 공통적인 문제점이다. 본 발명자는 특히 만약 층들이 서로의 위에 적층되어 층들 사이의 인터페이스가 수평 평면에 배치된다면, 여러 층을 가진 도파관들이 일반적으로 높은 수준의 누설을 겪는다는 점을 깨달았다.

[0011] 더욱이, D 밴드 주파수 범위에 있는 주파수들을 해소(address)시킬 수 있는 도파관을 만들기 위하여 구리의 여러 층들을 이용하는 다른 제조 방법이 있다. 그러한 방법에서, 예를 들어 층들 사이의 우수한 도전성이 가능하도록 디퓨징 바운딩(diffusing bounding)이 사용되는데, 이것은 도파관으로부터의 누설을 감소시킨다. 그러나, 이러한 제조 방법은 비싸고 특수한 수행 장비를 필요로 하며, 더욱이, 대형 도파관 구조들의 대량 생산에 적절하지 않다.

[0012] 첨부된 청구항에 설명된 해법의 개념을 간략하게 설명하면, CNC 밀링 공차(milling tolerance)가 충분하지 않은(그리고 이전에 언급된 바와 같이, CNC 밀링은 대량 생산에 적절하지 않다) 대략 80 내지 200 GHz 주파수 범위 둘레의 갭(gap)이 있으며, 도파관은 실리콘 에칭 해법으로 제조되기에 적절한 것보다 클 필요가 있고, 접합 구리 해법(bonded copper solution)은 대량 생산을 위한 제조가 곤란하고 값비싸다. 더욱이, 누설은 모든 유형의 층을 이룬 도파관(layered waveguide)에서 일반적인 문제이며, 대부분의 적용 분야에 대하여 도파관의 중량은 이전에 제 2 의 인자이지만 중요한 문제는 아니다. 드론(drone), 우주 분야, 자동차 레이더, 비행기등과 같은 적용예에서, 중량 감소는 하이 볼륨(high volume)에 접근하는 표면 장착과의 양립성(compatibility)일 뿐만 아니라 중요 인자이다.

[0013] 따라서, 그 어떤 곤란한 제조 방법을 필요로 하지 않으면서도 시장의 성능 요건을 충족시키고, 콤팩트하고 가벼운 표면 장착 도파관은 유리할 것이다. 또한 이전 해법들의 제한 없이도 적어도 모든 상기 언급된 주파수 범위들에 대하여 사용될 수 있는 도파관 유형은 더욱 유리할 것이다. 주목되어야 하는 바로서, 첨부된 청구항에 기재되어 제시된 해법은 D 밴드 주파수 범위가 아닌 다른 주파수 범위에 대해서도 사용될 수 있어서, 다른 제조 방법의 그 어떤 것으로도 제조된 도파관을 대체한다. 또한 주목될 바로서, 제시된 해법의 구조는 CNC 밀링으로 제조될 수 있어서, 단일 유형의 도파관은 여러 상이한 적용 분야들에 대하여 사용될 수 있다.

[0014] 본 발명의 목적은 생산이 용이한 도파관을 제공하는 것이다.

[0015] 본 발명의 다른 목적은 생산에서 비용 효율적인 도파관을 제공하는 것이다.

[0016] 본 발명의 다른 목적은 밀리미터 파동 주파수 밴드(30-300 GHz)에 적절한 도파관을 제공하는 것이다.

[0017] 본 발명의 다른 목적은 넓은 범위의 주파수에 대하여 사용될 수 있는 도파관 해법을 제공하는 것이다.

[0018] 본 발명의 다른 목적은 누설을 감소시키는 다중층 도파관을 제공하는 것이다.

[0019] 본 발명의 다른 목적은 누설을 방지하도록 층들 사이의 갈바닉 접촉(galvanic contact)을 필요로 하지 않는 다중층 도파관을 제공하는 것이다.

[0020] 본 발명의 다른 목적은 누설을 감소시키도록 층들 사이의 연결성을 필요로 하지 않는 다중층 도파관을 제공하는 것이다.

[0021] 본 발명의 다른 목적은 종래 기술의 해법보다 도파관에 적은 중량을 제공하는 것이다.

[0022] 본 발명의 다른 목적은 도파관에 낮은 형태 인자(low form factor)를 제공하는 것이다.

[0023] 본 발명의 다른 목적은 상기한 목적에 따른 다중층 도파관의 제조 방법을 제공하는 것이다.

[0024] 따라서, 상기 해법은 다중층 도파관으로 조립된 적어도 3 개의 수평 분리된 층들을 포함하는 다중층 도파관에 관한 것이다. 층들은 적어도 상부 층, 중간 층 및 저부 층이다. 각각의 층은 전체 층을 통해 연장되는 관통 구멍들을 가지고, 구멍들은 인접한 층들의 인접한 구멍들에 대하여 오프셋되게 배치되어 누설 억제 구조(leak suppression structure)를 만든다.

[0025] 구멍들이 전체 층을 통해 연장되어 제조가 용이해지는 것은 본 발명의 해법의 한가지 장점이다. 서로에 대하여 오프셋되게 배치된 인접한 층들의 구멍들은 EBG, 즉, 전자기 밴드 갭 구조(electromagnetic band gap structure)에 기초하여 누설 억제 구조를 구성한 것 때문에 더욱 유리하다.

[0026] 전자기 밴드 갭(EBG) 구조 재료 또는 EBG 구조를 만드는 구조는 주파수의 지정된 대역폭의 전파를 방지하도록 설계되고, 본 발명의 해법에서는 다중층 도파관에서 누설을 최소화시키도록 사용된다. 이것은 해법이 이전에 가졌던 단점 없이도, 많은 층들을 가진 도파관이 사용될 수 있게 한다.

[0027] 예를 들어, 전기적인 갈바닉 접촉이 층들 사이에 필요한 다른 해법에서, 수직보다는 수평 평면에서 훨씬 많은 누설이 있다는 점이 더욱 주목되어야 한다.

[0028] 일 실시예에 따르면, 구멍들은 정렬되지 않지만 EBG 구조를 구성하는 유닛 셀 패턴(unit cell parttern)의 어레이(array)로 배치된다.

[0029] 일 실시예에 따르면, 다중층 도파관은 상부층의 상부에 배치된 제 2 상부층 및 저부층의 아래에 배치된 제 2 저부층을 더 포함하고, 제 2 상부층 및 저부층은 오직 부분적으로만 층을 통해 연장되는 구멍들을 포함한다.

[0030] 일 실시예에 따르면 구멍들은 높은 차수(higher order)의 대칭성을 가지고 서로로부터 오프셋된다.

[0031] 일 실시예에 따르면 각각의 구멍이 인접한 층에 있는 2 개 구멍과 4 개 구멍 사이에서 겹치도록 구멍들이 오프셋을 가지고 배치된다.

[0032] 일 실시예에 따르면, 중간층의 위에 배치된 인접한 층 및 중간 층의 아래에 배치된 인접한 층에 있는 2 개 구멍과 4 개 구멍들 사이에서 각각의 구멍이 겹치도록 중간 층의 구멍들이 오프셋을 가지고 배치된다.

[0033] 일 실시예에 따르면 제 2 층 마다의 구멍들은 정렬된다.

[0034] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면, 층들은 동일한 재료 또는 상이한 재료로 만들어진다. 층들은 예를 들어 도전성 표면으로 코팅된, 비금속 재료 또는, 금속 재료로 만들어질 수 있다.

[0035] 일 실시예에 따르면 다중층 도파관은 공기로 채워진 사각형 도파관이다.

[0036] 일 실시예에 따르면 다중층 도파관은 금속 도파관이다.

[0037] 일 실시예에 따르면 다중층 도파관은 금속 표면 도파관이다.

[0038] 일 실시예에 따르면 다중층 도파관은 금속성 사각형 도파관이다.

[0039] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면, 다중층 도파관의 층들은 도전성 글루(conductive glue), 격리 글루(isolating glue) 및 2 개 스크류들중 어느 하나로 함께 유지된다.

[0040] 본 발명의 해법에서는 접합 수단 또는 부착 수단의 그 어떤 형태라도 층들을 함께 유지하도록 사용될 수 있다는 것이 하나의 장점이다. 이것의 이유는 누설을 억제하기 위하여 층들 사이에 전기적인 도전성이 필요하지 않기 때문이다. 그러나, 도전성은 부정적인 방식으로 성능에 영향을 미치지 않으며, 즉, 여기에 설명된 해법에 따른 다중층 도파관은 층들 사이의 도전 특성들에 관계 없이 잘 작동한다는 점이 주목되어야 한다.

[0041] 일 실시예에 따르면 다중층 도파관은 3 개 미만의 부착 수단으로, 바람직스럽게는 스크류 또는 리벳으로 함께 유지된다.

[0042] 일 실시예에 따르면 층들을 분리하는 갭(gap)이 있다.

[0043] 층들 사이의 작은 갭이 도파관 특성들에 영향을 미치지 않는 것은 여기에 설명된 다중층 도파관의 한가지 장점이다. 이것은 갭이 누설을 현저하게 증가시키는 대부분의 다른 도파관과는 반대이다.

[0044] 일 실시예에 따르면 층들 각각은 구멍들 및/또는 신장된 통공의 상이한 패턴을 가진다.

[0045] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면 구멍들은 그 어떤 적절한 형상도 가지며, 바람직스럽게는 원형, 삼각형, 정사각형, 5 각형, 사각형, 사각형, 정사각형, 육각형, 또는 그 어떤 다른 형상일 수 있다. 층들에 있는 구멍들의 형상은 EBG 특성이 달성되는 기능성에 영향을 미치지 않을 것이라는 점이 이해되어야 한다.

[0046] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면, 층들에 있는 구멍들은 재료에서 전자기 밴드 갭 구조(electromagnetic band gap structure)를 달성하도록 구성된다.

[0047] 일 실시예에 따르면 각각의 층에 있는 구멍들 사이의 거리는 다중층 도파관이 그것을 위해 설계된 파장보다 작다.

[0048] 일 실시예에 따르면,구멍의 직경은 0.4*lambda 내지 0.6* lambda 이고, 구멍들의 주기는 0.8*lambda-1.2*

lambda 이고, 여기에서 lambda 는 자유 공간(free space)에서의 파장이다.

[0049] 일 실시예에 따르면 구멍의 직경은 대략 0.4* lambda 이고, 구멍들의 직경은 대략 0.8 lambda 이며, 여기에서 lambda 는 자유 공간에서의 파장이다.

[0050] 일 실시예에 따르면 구멍의 직경은 대략 0.5 * lambda 이고, 구멍들의 주기는 대략 1.2* lambda 이며, 여기에서 lambda 는 자유 공간에서의 파장이다.

[0051] 일 실시예에 따르면 구멍들은 반복적인 패턴으로 다시 생성된다.

[0052] 일 실시예에 따르면 다중층 도파관은 도파관 채널을 포함한다. 도파관 채널은 적어도 하나의 중간 층에 있는 신장된 통공이다.

[0053] 다중층 도파관의 도파관 채널은 하나 이상의 중간층에 있는 관통 신장 통공으로서 형성될 수 있다는 점이 하나의 장점이다. 제조의 관점에서 보면, 층의 전체 두께를 통해 연장되는 통공을 제조하는 것이 층의 일부에서만 연장되는 슬롯을 제조하는 것보다 훨씬 용이하다. 다수의 층들을 배치함으로써, 도파관 채널은 하나 이상의 신장된 통공들이 만들어진 에워싸인 공간으로서 형성된다. 상부층 및 저부층은 일 실시예에서 신장된 통공들의 측부들과 함께 에워싸는 부재들이어서 도파관 채널을 구성한다.

[0054] 일 실시예에 따르면, 다중층 도파관은 도파관 채널의 개시부와 정렬된 도파관 채널 유입부 및 도파관 채널의 종료부와 정렬된 도파관 채널 유출부를 포함한다. 도파관 채널 유입부는 상부층에 배치되거나 또는 도파관 채널 유입부는 저부층에 배치된다. 유출부에 대하여, 도파관 채널 유출부는 상부층에 배치되거나 또는 도파관 채널 유출부는 저부층에 배치된다.

[0055] 일 실시예에 따르면, 다중층 도파관은 도파관 채널의 개시부와 정렬된 도파관 채널 유입부 및, 도파관 채널의 종료부와 정렬된 도파관 채널 유출부를 포함하고, 도파관 채널 유입부는:

[0056] 상부층,

[0057] 저부층의 어느 하나에 따라서 배치되고,

[0058] 도파관 채널 유출부는:

[0059] 상부층,

[0060] 저부층의 어느 하나에 따라서 배치된다.

[0061] 일 실시예에 따르면 다중층 도파관은 중간층에 있는 도파관 채널의 개시부와 정렬된 도파관 채널 유입부 및, 중간층에 있는 도파관 채널의 종료부와 정렬된 도파관 채널 유출부를 가진다.

[0062] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면, 도파관은 도파관 채널 둘레에 배치된 구멍들의 적어도 하나의 열(row)을 포함한다.

[0063] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면, 도파관은 도파관 채널 둘레에 배치된 구멍들의 적어도 2 개 열을 포함한다.

[0064] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면 다중층 도파관의 층들은 동일한 크기를 가진다.

[0065] 일 실시예에 따르면 다중층 도파관은 적어도 제 1 중간층, 제 2 중간층 및 제 3 중간 층을 가지며, 각각의 중간층은 각각의 중간 층에 대하여 동일 중심으로 배치된 신장된 통공을 포함한다.

[0066] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면, 제 1 중간층에 있는 신장된 통공은 제 2 중간층에 있는 신장된 통공보다 길고, 제 2 중간층에 있는 신장된 통공은 제 3 중간 층에 있는 신장된 통공보다 길다.

[0067] 각각의 중간 층에 있는 신장된 통공들의 길이를 변화시킴으로써 조립된 다중층 도파관에 있는 도파관 채널의 각각의 단부에서 단계 구조(step structure)를 달성할 있다는 것은 하나의 장점이다. 이것은 유입부 및 유출부가 상방향 또는 하방향으로 향하게 할 수 있어서 도파관의 표면 장착을 가능하게 한다.

[0068] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면:

[0069] 제 1 중간층, 제 2 중간층 및 제 3 중간층 각각은 신장된 통공을 포함하고,

[0070] 제 2 중간층은 신장된 통공내에 배치된 중심 부재를 더 포함한다.

[0071] 동일축 도파관(coaxial waveguide)은 중간층의 신장된 통공에 중심 부재를 배치함으로써 효과적인 방식으로 제조될 수 있다는 점이 도파관의 다중층 구조의 한가지 장점이다. 또한 콤팩트한 도파관 구조를 형성하는 것은 동일축 도파관의 다른 장점이다. 일 실시예의 중심 부재는 중간 층에 있는 신장된 통공의 폭의 일부를 채운다.

[0072] 여기에 설명된 동일축 다중층 도파관과 같은, 사각형 동일축 트랜스미션 라인(rectangular coaxial transmission line)은 하나 보다 많은 옥타브(octave)의 대역폭(bandwidth)을 가진 도파관 구조를 구성한다는 점도 다른 장점이다.

[0073] 여기에서 설명된 동일축 도파관이 안테나 또는 필터로서 사용되기에 적절하다는 점은 다른 장점이다.

[0074] 그 어떤 도파관 장치라도 디자인하도록 사용될 수 있는 도파관 트랜스미션 라인(waveguide transmission line)이 달성되며, 예를 들어 슬롯이 형성된 어레이 안테나(slotted array antennas), 필터, 사각형 도파관 및 동일축 도파관이 달성되는 것이 본 발명의 해법의 다른 장점이다.

[0075] 다중층 도파관의 일 실시예에 따르면, 도파관 채널은 상기 도파관 채널의 연장 방향에 직각인 방향으로 연장된 다수의 사이드 플랜지(side flange)들을 포함한다.

[0076] 사이드 플랜지의 한가지 장점은 에지(edge)와 결합하여 전파되는 파동의 능력을 최소화시킴으로써 누설을 감소시킨다는 것이다. 도파관 에지에 결합되는 파동은 에너지를 손실시키며, 이것은 적어도 부분적으로 여기에 설명된 플랜지를 가지고 방지된다.

[0077] 일 양상에 따르면 다중층 도파관 구성체는 상기의 실시예들중 어느 하나에 설명된 다중층 도파관을 포함하며, 다중층 도파관의 도파관 채널 안에 활성 요소가 배치된다.

[0078] MMIC 또는 그 어떤 다른 형태의 활성 요소와 같은 집적 회로(integrated circuit)가 도파관 채널내에 배치될 수 있다는 점이 하나의 장점이다.

[0079] 일 양상에 따르면 다중층 도파관을 위한 층은 위에서 설명된 다중 도파관 구성체 및/또는 다중층 도파관을 위하여 구성된 층이다.

[0080] 다중층 도파관의 제조를 위한 일 양상에 따르면, 상기 제조는,

[0081] 층의 중심 영역에 있는 신장된 영역을 둘러싸는 관통 구멍들의 적어도 하나의 열(row)을 포함하는 상부층,

[0082] 층의 중심 영역에 있는 신장된 영역을 둘러싸는 관통 구멍들의 적어도 하나의 열을 포함하고, 상기 신장된 영역으로 신장된 통공이 에칭되거나 또는 레이저 절삭되는, 적어도 하나의 중간층 및,

[0083] 층의 중심 영역에 있는 신장된 영역을 둘러싸는 관통 구멍들중 적어도 하나의 열을 포함하는 저부층;을 에칭 또는 레이저 절삭하는 단계들을 포함한다.

[0084] 일 실시예에 따르면 관통 구멍들의 열(row)은 인접한 층들 사이의 오프셋을 가지고 배치된다.

[0085] 다중층 도파관의 제조를 위한 일 양상에 따르면, 상기 제조는,

[0086] 층의 중심 영역에 있는 신장된 영역을 둘러싸는 관통 구멍들의 적어도 하나의 열(row)을 포함하는 상부층,

[0087] 층의 중심 영역에 있는 신장된 영역을 둘러싸는 관통 구멍들의 적어도 하나의 열을 포함하고, 상기 신장된 영역으로 신장된 통공이 에칭되거나 또는 레이저 절삭되는, 적어도 하나의 중간층 및,

[0088] 층의 중심 영역에 있는 신장된 영역을 둘러싸는 관통 구멍들중 적어도 하나의 열을 포함하는 저부층;을 에칭 또는 레이저 절삭하는 단계들을 포함한다.

[0089] 일 실시예에 따르면, 제조는 상부층으로 도파관 채널 유입부 및 도파관 채널 유출부를 에칭 또는 레이저 절삭하는 단계를 더 포함한다.

[0090] 일 실시예에 따르면, 제조는,

[0091] 상부층 또는 저부층의 어느 하나에 도파관 채널 유입부 및,

[0092] 상부층 또는 저부층의 어느 하나에 도파관 채널 유출부를 에칭 또는 레이저 절삭하는 단계를 더 포함한다.

[0093] 일 실시예에 따르면, 층들은 도전성 글루, 격리 글루 또는 스크류들중 어느 하나에 의해 함께 유지된다.

[0094] 여기에 제시된 해법은 다수의 장점을 가지며, 예를 들어, 제조하기에 비용 효과적이고, 관통 구멍들이 슬롯들보

다 제조가 용이하고, 그 어떤 값비싼 접합 과정 없이도 누설이 감소되는 등의 장점을 가진다.

도면의 간단한 설명

[0095] 본 발명은 이제 첨부된 도면을 참조하여 예를 들어 설명될 것이다.

도 1 은 다층 도파관의 다층들의 일 실시예를 도시한다.

도 2 는 도 1 에 도시된 층들을 포함하는 조립된 다층 도파관의 일 실시예를 도시한다.

도 3 은 다층 도파관을 위한 층들의 2 가지 예를 도시한다.

도 4 는 다층 도파관에 있는 상부층을 위한 구멍 패턴의 일 실시예를 도시한다.

도 5 는 다층 도파관의 일 실시예에 대한 수직 단면도를 도시한다.

도 6 은 다층 도파관의 다중층의 일 실시예를 도시한다.

도 7 은 동일축 다층 도파관의 일 실시예에 대한 수직 단면도를 도시한다.

도 8 은 동일축 다층 도파관의 일 실시예에 대한 수직 단면도를 도시한다.

도 9a 내지 도 9c 는 다층 도파관에 있는 층들에 대한 구멍 패턴들의 상이한 실시예를 도시한다.

도 10a 는 나란히 도시된 다층 도파관에 대한 2 개 층들의 일 실시예를 도시한다.

도 10b 는 도 10a 에 도시된 것 대신에 2 개 층들을 서로의 위에서 도시하며, 다중층 도파관의 인접한 층들에 있는 구멍들 사이의 오프셋의 일 실시예를 나타낸다.

도 11 은 제 2 상부층 및 저부층을 가진 다중층 도파관의 다수의 층들에 대한 일 실시예를 도시한다.

도 12 는 도 11 에 도시된 층들을 포함하는 조립된 다중층 도파관의 일 실시예를 도시한다.

도 13 은 도 11 및 도 12 에 도시된 실시예의 다른 도면을 도시한다.

도 14 는 도파관 채널이 필터로서 사용되도록 구성된, 도파관 장치의 일 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0096] 다음에서, 본 발명의 상이한 실시예들에 대한 상세한 설명은 첨부된 도면을 참조하여 개시되어 있다. 여기의 모든 예들은 일반적인 설명의 일부로서 간주되어야 하며 따라서 일반적인 관계의 그 어떤 방식으로도 조합될 수 있다. 다양한 실시예들과 양상들의 개별적인 특징들은 다층 도파관, 장치 또는 그것의 제조 방법의 전체적인 기능에 대하여 조합 또는 대체가 명백하게 모순되지 않는다면 조합되거나 또는 대체될 수 있다.

[0097] 개략적으로 설명하면 이 해법은 층들 사이의 전기적이고 갈바닉(galvanic)의 접촉에 대한 그 어떤 필요성도 없는 다층 도파관에 관한 것이다. 다층 도파관은 상기 도파관의 층들 사이의 누설을 감소시키기 위한 누설 억제 구조(leak suppressing structure)를 가진다. 누설 억제 구조는 도파관 채널을 둘러싸는 적어도 하나의 열(row)로 배치된 다수의 구멍들을 포함하고, 구멍들은 EBG 구조(전자기 밴드 갭, electromagnetic band gap)를 생성하는 층들 사이에 오프셋을 가지고 배치된다.

[0098] 도 1 은 다층 도파관(1)을 위한 층(2a, 2b, 2c, 2d, 2e)의 일 실시예를 도시한다. 도 1 에 도시된 층들 각각은 구멍(3)들을 포함하며, 상기 구멍들은 상이한 층들 사이에서 오프셋을 가지고 배치되거나, 또는 적어도 인접한 층들 사이에 오프셋을 가지고 배치된다. 도 1 은 여기에 설명된 층들의 방위를 더 나타내며, 여기에서 상부층(2a)은 중간 층(2b, 2c, 2d) 위에 있고, 중간 층(2b,2c,2d)은 저부 층(2e)의 위에 있다. 그러나, 다층 도파관 내에서 임의 개수의 층들이 사용될 수 있고, 다층 도파관은 사용중에 그 어떤 방향으로도 배치될 수 있음이 주목되어야 한다. 방위(orientation) 및 상기 방위가 어떻게 층들의 순서(order)에 관련되는지는 단지 예시적인 이유를 위해서일 뿐이다. 그러나, 일부 실시예들에서, 다층 도파관은 여기에 설명되고 개시된 바와 같이 배치될 수 있다.

[0099] 도 2 는 도 1 의 층들을 포함하는 다층 도파관(1)을 도시한다. 도 2 는 어떻게 도파관(1)이 도파관 채널 유입부(4) 및 도파관 채널 유입부(5)를 포함하는지를 도시하며, 이들은 이러한 실시예에서 다층 도파관(1)의 상부층(2a)에 있는 통공, 구멍 또는 개구들이다.

[0100] 도 3 은 상부층(2a) 및 중간 층(2c)의 일 실시예를 도시하며, 이것은 상이한 층들에 대한 구멍, 유입부, 유출부 및 통공들의 패턴이 어떻게 보일 수 있는가에 대한 예를 도시한다. 도 3 은 신장된 통공(7)을 더 도시하며, 이것은 조립된 다층 도파관(1)에서 그 자체로 또는 인접한 층들의 신장된 통공(7)들과 함께 도파관 채널(77)을 형성한다. 예를 들어 도 5 를 참조한다.

[0101] 도 3 의 실시예에서, 상부층(2a)의 신장된 영역(elongated area, 6)이 도시되어 있다. 신장된 영역(6)은 층의 채워진 부분(solid part)이고 구멍(3), 신장된 통공(7), 유입부(3,5)등은 층에 관통 개구를 형성하도록 재료가 제거된다.

[0102] 도 4 는 층의 패턴에 대한 일 실시예를 도시한다. 다른 실시예에서 이러한 층은 상부 층(2a), 저부 층(2e) 또는 중간 층일 수 있다. 도 4 에 중간층이 도시된 실시예에서 그러한 층을 포함하는 다층 도파관은 동일한 장소에 배치된 도파관 유입부(4) 및 도파관 유입부(5)를 가진 상부층(2a) 및 저부 층(2b)을 포함하지만 구멍(3)들은 오프셋을 가지고 배치된다.

[0103] 도 5 는 다층 도파관(1)의 일 실시예의 단면도를 도시하며 여기에서 구멍(3)들은 상이한 층(3a,3b)에 있는 구멍(3)으로서 도시된다. 도 5 에 도시된 바와 같이 상부층(2a)에 있는 구멍(3a)들은 중간 층(2b)에 있는 구멍(2b)들에 대하여 오프셋되게 배치된다. 도 5 에서 명확하게 보이는 바와 같이 도파관 채널(77)내에서 단면이 도시된다. 도 5 는 다층 도파관(1)의 실시예를 도시하는데, 여기에서 도파관 채널(77)은 도파관 채널 유입부(4)로부터 도파관 채널 유출부(5)를 향하여 각각 도파관 채널(77)로 전자기파를 더 잘 지향시키도록, 도파관 채널(77)의 각각의 단부에 배치된 스텝 구조(step structure)를 포함한다.

[0104] 도 6 은 다층 도파관(1)을 위한 층(2a, 2b, 2c, 2d, 2e)들의 일 실시예를 도시한다. 도 1 에 도시된 층들 각각은 상이한 층들 사이의 오프셋을 가지고 배치되거나 또는 적어도 인접한 층들 사이의 오프셋을 가지고 배치된 구멍(3)들을 포함한다. 도 1 은 상부층(2a)이 중간 층(2b,2c,2d) 위에 있고 중간 층(2b, 2c, 2d)이 저부 층(2e) 위에 있는 여기에 설명된 바와 같은 층들의 방위를 더 도시한다. 그러나, 임의 개수의 층들이 다층 도파관 내에서 사용될 수 있고 다층 도파관이 사용중에 임의 방향으로 배치될 수 있다는 점이 주목되어야 한다. 방위 및 그것이 층들의 순서에 어떻게 관련되는지는 단지 설명의 이유를 위해서만이다. 그러나, 일부 실시예들에서, 다층 도파관은 여기에 도시되고 설명된 바와 같이 배치될 수 있다.

[0105] 도 7 은 다층 도파관(1)의 일 실시예에 대한 단면도를 도시하며, 여기에서 중심 부재(8)는 도파관 채널(77)내에 배치되어 동일축 도파관(coaxial waveguide)을 만든다. 중심 부재(8)는 그 어떤 형태 또는 형상이라도 가질 수 있다는 점이 이해된다. 동일축 도파관의 다른 구조들이 소망된다면 중심 부재(8)는 다수의 층들로 더 배치될 수 있다.

[0106] 도 8 은 동일축 도파관의 일 실시예의 다른 단면도를 도시하며, 중심 부재(8)는 도파관 채널(77)의 중심 부분에 배치된다.

[0107] 도 9a 내지 도 9c 는 다층 도파관(1)에 있는 층들에 대한 패턴들의 상이한 실시예를 도시하며, 여기에는 개구(3), 도파관 채널 유입부(4) 및 유출부(5), 신장된 통공들이 도시되어 있다. 유입부(4) 및 유출부(4)는 도파관의 전체적인 기능에 영향을 미치지 않으면서 장소를 전환시킬 수 있으며, 즉, 도파관에서 파동을 안내하는 방향이 전환(switch)될 수 있다는 점이 이해되어야 한다.

[0108] 도 9a 는 사각형 단면을 가진 다층 동일축 도파관을 도시한다. 상부 층(2a)은 신장된 영역(6)을 둘러싸는 2 개 열(row)로 배치된 다수의 구멍(3)들을 포함한다. 신장된 영역(6)에 도파관 채널 유입부(4) 및 도파관 채널 유출부(5)가 배치되며, 이들 양쪽 모두는 상부층(2a)을 통해 연장되는 관통공(through going aperture)이다.

[0109] 제 1 중간층(2b)은 도파관 채널(77)의 일부인 신장된 통공(7) 둘레에 배치된 다수의 플랜지(9)들을 도시한다. 신장된 통공(7)은 도시된 바와 같이 유입부(4)와 유출부(5) 사이에 연장되고 유입부(4)와 유출부(5)에 연결된다. 제 2 중간 층(2c)은 중실 부재(solid member)인 중심 부재(8)를 포함하고, 이것은 도파관(1)이 조립될 때 도파관 채널(77)을 동일축으로 만드는 부분을 형성한다. 제 3 중간 층(2d)은 플랜지를 가진 신장된 통공(7)을 도시한다.

[0110] 플랜지(9)들과 관련하여, 일 실시예에서 플랜지들은 역전되며, 즉, 도파관 채널(77)로 연장된다.

[0111] 사이드 플랜지(side flange)로써, 가장자리(edge)와 결합되고 전파되는 파동의 능력을 최소화시킴으로써 누설을 감소시키는 것이 하나의 유리한 점이다. 이것은 가장자리에서의 불연속성에 기인한다. 도파관의 가장자리에 대한 파동 결합은 에너지를 손실시키며, 이것은 여기에서 설명된 플랜지로써 적어도 부분적으로 방지된다.

[0112] 일 실시예에 따르면 플랜지는 역전되며, 즉, 도파관 채널(77)로 연장된다.

[0113] 도 9a 는 신장된 영역(6) 및 2 개 열(row)의 구멍(3)을 가진 저부 층(2e)을 더 도시한다.

[0114] 도 9b 는 다중층 도파관(1)에 있는 층들의 다른 실시예를 도시하며, 여기에서 구멍(3)들은 도 9a에서와 같이 정사각형인 대신에 둥글다. 다른 도면(9b)은 동일축이 아닌 다중층 도파관(1)을 위한 층들을 도시한다.

[0115] 도 9c 는 동일축의 다중층 도파관의 다른 실시예를 도시하며, 여기에서 도파관 채널 유입부(4)는 저부 층(2e)에 배치되고 도파관 채널 유출부(5)는 상부층(2a)에 배치된다.

[0116] 도 10a 는 상부층(2a) 및 중간 층(2b)을 나란히 도시하며 구멍(3)들이 도시되어 있다.

[0117] 도 10b 는 도 10a 에 도시되어 있지만 서로 적층된 층들로 되어 있는 상부 층(2a) 및 중간 층(2b)을 도시한다. 이러한 도면으로부터, 일 실시예에서 구멍(3)들의 오프셋이 어떻게 보일 수 있는지 명확하다. 그러나, 본 발명의 해법의 범위내에서 EBG 구조를 형성하는 구멍(3)들의 그 어떤 특정한 패턴 및 그 어떤 특정의 디자인에도 해법이 제한되지 않는다는 점이 주목되어야 한다.

[0118] 도 11 은 다중층 도파관(1)의 다른 실시예를 도시한다. 도 11 에 도시된 실시예에서 도파관은 하나의 추가적인 상부층(22a) 및 하나의 추가적인 저부 층(22b)을 포함한다. 추가적인 층들은 층을 통한 전체 길이로 연장되지 않는 구멍(33)들을 가진다.

[0119] 도 12 는 도 11 의 층들을 포함하는 다중층 도파관(1)을 도시한다. 도 12 는 도파관(1)이 어떻게 도파관 채널 유입부(4) 및 도파관 채널 유입부(5)를 포함하는지를 더 도시하며, 상기 도파관 채널 유입부는 이러한 실시예에서 다중 층 도파관(1)의 추가적인 상부층에 있는 통공, 구멍 또는 개구들이다.

[0120] 도 13 은 도 11 및 도 12 에 도시된 실시예의 층들을 도시한다.

[0121] 도 14 는 독립 청구항에 청구된 다중층 도파관(multi-layer waveguide)의 다른 실시예를 도시한다. 다중층 도파관은 다른 실시예들중 일부가 아닌 도파관 채널의 다른 형태를 가지며, 여기에서는 도 14 에 도시된 실시예에 대하여 도파관 채널이 층들의 연장 방향을 통해 직각으로 연장된다.

부호의 설명

[0122] 1. 다중층 도파관 3. 구멍

2a. 상부층 2b. 중간층

2c. 중간층 2d. 중간층

도면

도면1

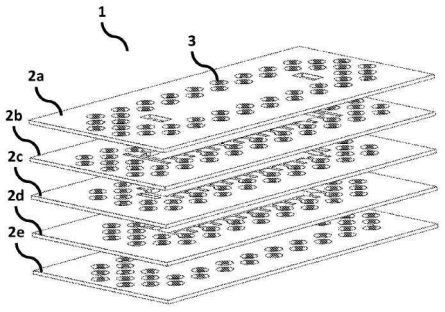

Fig. 1

도면2

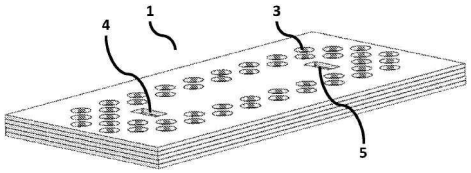

Fig. 2

도면3

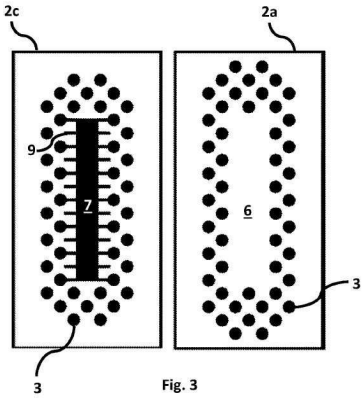

Fig. 3

도면4

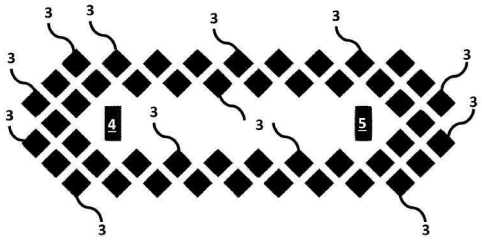

Fig. 4

도면5

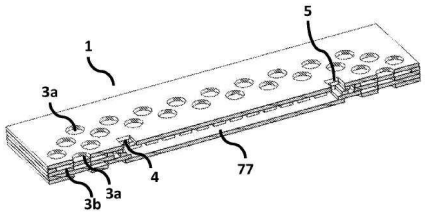

Fig. 5

도면6

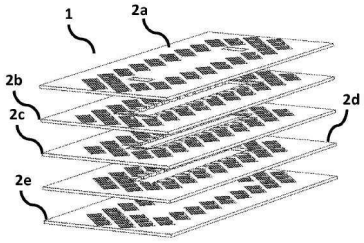

Fig. 6

도면7

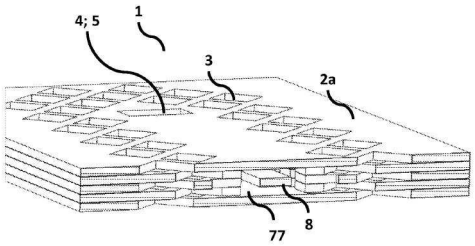

Fig. 7

도면8

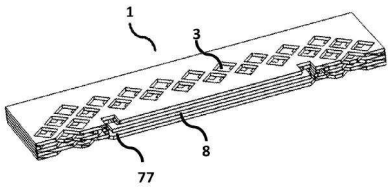

Fig. 8

도면9a

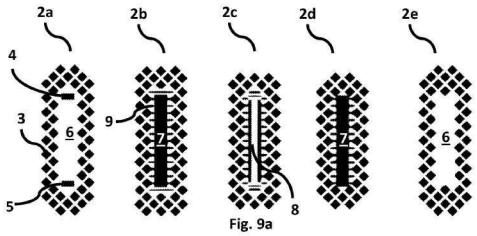

Fig. 9a

도면9b

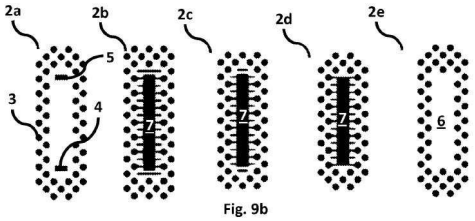

Fig. 9b

도면9c

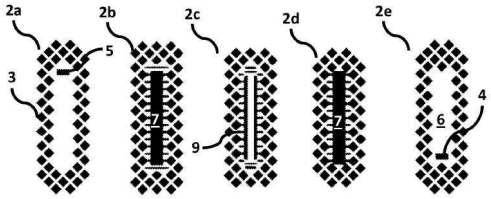

Fig. 9c

도면10a

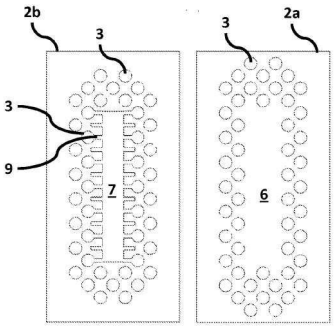

Fig. 10a

도면10b

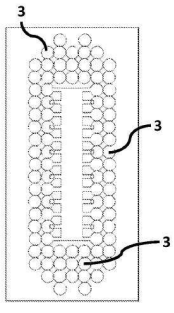

Fig. 10b

도면11

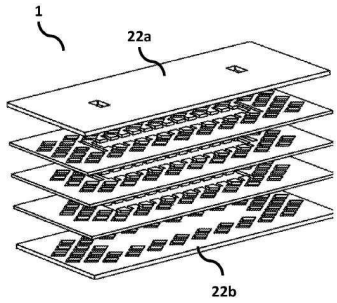

Fig. 11

도면12

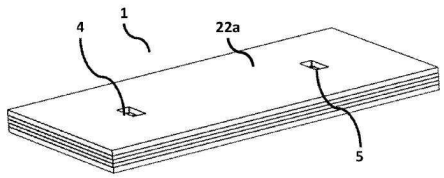

Fig.12

도면13

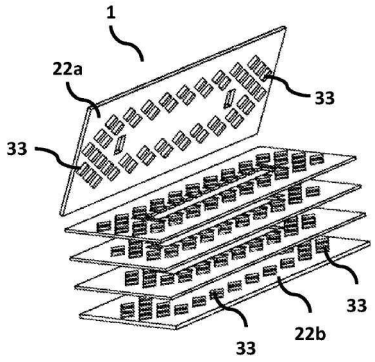

Fig. 13

도면14

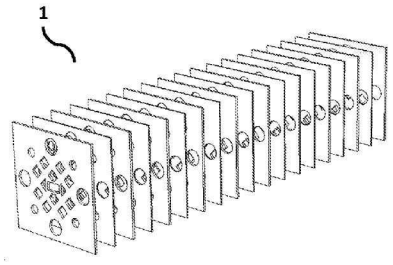

Fig. 14