



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0089154
(43) 공개일자 2020년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 5/107 (2006.01) H01P 5/16 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01P 5/107 (2013.01)
H01P 5/16 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0005869
(22) 출원일자 2019년01월16일
심사청구일자 2019년01월16일

(71) 출원인
알에프에이치아이씨 주식회사
경기도 안양시 동안구 부림로 170번길 41-14 (알
에프에이치아이씨주식회사)
(72) 발명자
권영만
인천광역시 미추홀구 경원대로887번길 24-13, 청
도스카이뷰 102-801
김상락
경기도 안양시 동안구 일동로 44-1, 102호(관
양동, 효성빌라)
(74) 대리인
이강민, 안준형, 남승희

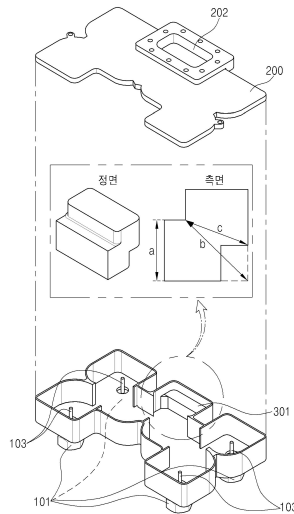
전체 청구항 수 : 총 7 항

(54) 발명의 명칭 도파관 전력 결합기

(57) 요약

본 발명의 실시 예에 따른 둘 이상의 신호를 결합하여 하나의 신호를 출력하는 도파관 전력 결합기는, 상기 도파관 전력 결합기의 일면은, 소정의 신호가 입력되는 둘 이상의 입력단을 포함하여 구성되고, 상기 도파관 전력 결합기의 다른 면은, 내부에 적어도 한 단의 계단구조를 포함하여 구성될 수 있다.

대표도 - 도3



명세서

청구범위

청구항 1

둘 이상의 신호를 결합하여 하나의 신호를 출력하는 도파관 전력 결합기에 있어서,
상기 도파관 전력 결합기의 일면은
소정의 신호가 입력되는 둘 이상의 입력단을 포함하여 구성되며,
상기 도파관 전력 결합기의 다른 면은,
내부에 적어도 한 단의 계단구조를 포함하여 구성되며,
상기 적어도 한 단의 계단구조는, 상기 둘 이상의 입력단으로부터 입력된 신호를 결합하여 출력하는 하나의 출력단을 포함하여 구성되어, 출력 신호의 방향을 전환하는 것을 특징으로 하는 도파관 전력 결합기.

청구항 2

청구항 1에 있어서,
상기 적어도 한 단의 계단 구조는,
상기 도파관 전력 결합기의 출력 신호의 대역폭에 따라 계단의 높이 및 폭이 설정되는 것을 특징으로 하는 도파관 전력 결합기.

청구항 3

청구항 1에 있어서,
상기 적어도 한 단의 계단 구조는,
상기 도파관 전력 결합기의 출력 신호의 대역폭에 따라 계단의 단 개수가 설정되는 것을 특징으로 하는 도파관 전력 결합기.

청구항 4

청구항 1에 있어서,
상기 적어도 한 단의 계단 구조는,
단의 개수가 많아질수록 비대역폭(fractional bandwidth)이 커지는 것을 특징으로 하는 도파관 전력 결합기.

청구항 5

청구항 1에 있어서,
상기 적어도 한 단의 계단 구조의 각 단의 측면의 단면은
높이와 폭이 동일한 정사각형 형태 또는, 높이와 폭이 서로 다른 직사각형 형태 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 도파관 전력 결합기.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 도파관 전력 결합기는 둘 이상 연결되어 사용되는 것을 특징으로 하는 도파관 전력 결합기.

청구항 7

청구항 1 내지 6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 소정의 신호가 입력되는 둘 이상의 입력단을 포함하는 상기 도파관 전력 결합기의 일면은, 상기 도파관 전력 결합기의 하부면 또는 측면이고,

상기 둘 이상의 입력단에 입력된 신호를 결합하여 출력하는 하나의 출력단을 포함하는 상기 도파관 전력 결합기의 다른 면은, 상기 도파관 전력 결합기의 상부면인 것을 특징으로 하는 도파관 전력 결합기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 소형 도파관 전력 결합기에 관한 것이다.

[0002] 구체적으로는, 출력단에 계단 구조를 사용하여 E-bend 없이 출력 방향을 제어하는 소형 도파관 전력 결합기에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 통신 시스템에서는 전송하고자 하는 고주파 신호를 결합하기 위하여 중공의 금속관인 도파관을 이용한 전력 결합기가 사용된다

[0005] 도파관은 도체에 의한 저항손실이 적고 방사손실이 없으며 외부 전자계와 완전한 격리를 이룰 수 있어 마이크로 파 및 밀리미터파의 전송 선로로서 매우 우수하기 때문에 널리 사용되고 있다.

[0006] 한편, 상기 도파관 전력 결합기의 출력신호를 원하는 방향으로 출력하기 위해서는 도 1과 같이 도파관 전력 결합기의 출력단에 E-Bend라는 구성이 추가로 사용된다.

[0007] E-bend는, 도파관의 한 종류로, 도파관 속에 전송되는 신호의 방향을 바꿀 수 있다. 예를 들어 E-bend는, 도파관 내 전계 E에 평행하고 원호상으로 구부린 도파관을 의미한다.

[0008] 한편, E-bend를 사용함으로써, 전력 결합기의 출력을 원하는 방향(상방향) 으로 설정할 수는 있지만, E-bend가 추가로 구비되므로, 전력 결합기의 크기를 줄이는데 한계가 있다.

[0009] 따라서 본 발명에서는 종래의 E-bend를 사용하지 않고도 출력을 원하는 방향으로 설정하는 방법을 설명한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 종래의 E-bend를 사용하지 않고 전력 결합기의 출력을 원하는 방향으로 설정 가능한 전력 결합기를 제공한다.

[0012] 또한, 본 발명은 종래의 E-bend를 사용하지 않음으로써, 소형화된 전력 결합기를 제공한다.

과제의 해결 수단

- [0014] 본 발명은 종래의 E-bend를 사용하지 않고 전력 결합기의 출력을 원하는 방향으로 설정 가능한 전력 결합기를 제공한다.
- [0015] 또한, 본 발명은 종래의 E-bend를 사용하지 않으므로써, 소형화된 전력 결합기를 제공한다.
- [0016] 본 발명의 실시 예에 따른 둘 이상의 신호를 결합하여 하나의 신호를 출력하는 도파관 전력 결합기는, 상기 도파관 전력 결합기의 일면은, 소정의 신호가 입력되는 둘 이상의 입력단을 포함하여 구성되고, 상기 도파관 전력 결합기의 다른 면은, 내부에 적어도 한 단의 계단구조를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0017] 상기 적어도 한 단의 계단구조는, 상기 둘 이상의 입력단으로부터 입력된 신호를 결합하여 출력하는 하나의 출력단을 포함하여 구성되어, 출력 신호의 방향을 전환할 수 있다.
- [0018] 상기 적어도 한 단의 계단 구조는, 상기 도파관 전력 결합기의 출력 신호의 대역폭에 따라 계단의 높이 및 폭이 설정될 수 있다.
- [0019] 상기 적어도 한 단의 계단 구조는, 상기 도파관 전력 결합기의 출력 신호의 대역폭에 따라 계단의 단 개수가 설정될 수 있다.
- [0020] 상기 적어도 한 단의 계단 구조는, 단의 개수가 많아질수록 비대역폭(fractional bandwidth)이 커질 수 있다.
- [0021] 상기 적어도 한 단의 계단 구조의 각 단의 측면의 단면은 높이와 폭이 동일한 정사각형 형태 또는, 높이와 폭이 서로 다른 직사각형 형태 중 어느 하나일 수 있다.
- [0022] 상기 도파관 전력 결합기는 둘 이상 연결되어 사용될 수 있다.
- [0023] 상기 소정의 신호가 입력되는 둘 이상의 입력단을 포함하는 상기 도파관 전력 결합기의 일면은, 상기 도파관 전력 결합기의 하부면 또는 측면이고, 상기 둘 이상의 입력단에 입력된 신호를 결합하여 출력하는 하나의 출력단을 포함하는 상기 도파관 전력 결합기의 다른 면은, 상기 도파관 전력 결합기의 상부면일 수 있다.

발명의 효과

- [0025] 본 발명은 전력 결합기의 출력 방향을 E-bend를 사용하지 않고 원하는 방향으로 설정할 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 E-bend를 사용하지 않으므로써, 전력 결합기를 소형화할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 종래의 도파관 전력 결합기의 입력 방향과 출력 방향을 나타낸 도면이다.
- 도 2는 종래의 도파관 전력 결합기의 상부에 개구를 형성하여 출력단을 형성하는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기가 하나의 계단 구조를 가지는 출력단을 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기가 두 개의 계단 구조를 가지는 출력단을 나타낸 도면이다.
- 도 5는, 계단의 단수 별 도파관 전력 결합기의 반사손실을 나타낸 도면이다.
- 도 6은, 계단의 높이 및 폭에 따른 출력 결합기의 반사손실을 나타낸 그래프이다.
- 도 7은 종래의 E-bend를 포함하는 도파관 전력 결합기와 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기의 크기를 비교하는 도면이다.
- 도 8은 입력단의 방향이 다른 도파관 전력 결합기를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할

수 있도록 본 발명의 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시 예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면부호를 붙였다.

- [0030] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예컨대, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다. 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.
- [0031] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 “연결”되어 있다고 할 때, 이는 “직접적으로 연결”되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 “전기적으로 연결”되어 있는 경우도 포함한다. 또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함”한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다. 본원 명세서 전체에서 사용되는 정도의 용어 “~(하는) 단계” 또는 “~의 단계”는 “~를 위한 단계”를 의미하지 않는다.
- [0032] 본 발명에서 사용되는 용어는 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 발명에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0033] 1, 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기
- [0034] 도 1은 종래의 도파관 전력 결합기를 나타낸 도면이다.
- [0035] 종래의 도파관 전력 결합기(10)는, 도파관 전력 결합기의 출력단에서 출력되는 출력 신호의 방향을 전환하기 위해 E-bend(20)라는 장치를 출력단에 결합하여 사용하였다. 일반적으로 도파관 전력 결합기는 도파관 전력 결합기 한 개가 단독으로 사용되기도 하지만, 요구 규격에 따라 랙 마운트 방식의 시스템을 통해 다수의 도파관 전력 결합기가 적층되어 사용될 수도 있다.
- [0036] 구체적으로 랙 마운트 방식은, 각각의 기능을 가진 장치를 특정한 규격을 기초로 하여 형성된 랙 캐비닛에 층층이 적재되어 탑재하는 것으로, 각 장치의 선택 및 배치를 자유롭게 행할 수 있어 시스템 구성의 유연성 및 확장성이 우수하고, 시스템 전체의 점유 면적도 축소할 수 있는 장점이 있다.
- [0037] E-bend(20)는, 도파관의 한 종류로, 도파관 내 전계 E에 평행하고 원호상으로 구부러진 도파관을 의미한다. 즉, E-bend는 신호의 방향을 바꿀 수 있는 장치이다.
- [0038] 즉, E-bend의 내부 폭이 어느 부분에서나 동일하기 때문에 출력 신호의 손실 없이 출력방향을 바꿀 수 있었다.
- [0039] 그러나 E-bend를 사용하면 E-bend의 크기만큼 도파관 전력 결합기의 전체적인 크기가 커지고, 이는 특히 다수개의 도파관 전력 결합기가 적층되어 형성되는 랙 마운트 시스템의 점유 면적이 커질 수 밖에 없는 문제점이 있다.
- [0040] 따라서, 본 발명에서는 종래의 E-bend를 사용하지 않고도 도파관 전력 결합기의 출력 신호의 방향을 전환하는 방법을 설명한다.
- [0041] 도 2는 E-bend를 사용하지 않고, 출력 신호의 방향을 전환시키기 위해 도파관 전력 결합기의 하부면에 입력단을 형성하고, 상부면(200)에 개구를 형성하여 출력 신호의 방향을 입력 신호의 방향과 동일하도록 전환시킨 도파관 전력 결합기를 나타낸 도면이다.
- [0042] 도 2와 같이 도파관 전력 결합기의 상부면(200)에 출력단(202)을 형성하면, E-bend를 사용하지 않고 출력단에서 출력되는 신호의 방향을 입력단에 입력되는 신호의 방향과 동일하도록 전환 시킬 수는 있지만, 도파관이 꺾이는 부분이 발생한다.
- [0043] 한편, 도파관이 꺾이는 부분에서는 도파관의 폭(b)이 꺾이지 않은 도파관의 폭(a)보다 넓은 값을 가지므로, 이로 인해 원하지 않는 기생 병렬 커패시턴스 성분이 생긴다. 그러나 이와 같이 기생 병렬 커패시턴스 성분이 발생하면 도파관 전력 결합기의 효율이 떨어지기 때문에, 기생 병렬 커패시턴스를 줄이는 방법이 필요하다.

- [0044] 본 발명에서는 상기 기생 커패시턴스를 줄이는 방법으로 도 3 및 도 4와 같이 도파관 내부를 계단 형태(301, 302)로 구현함으로써, 기생 커패시턴스를 줄일 수 있다.
- [0045] 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기의, 일면은 둘 이상의 입력단(101)을 포함하여 구성되고, 상기 도파관 전력 결합기의 다른 면은 하나의 출력단(202)을 포함하여 구성될 수 있다.
- [0046] 한편, 상기 도 3과 같이 하부면에서 둘 이상의 입력단(101)에 입력 RF 신호가 TEM(Transverse Electro-Magnetic) 모드로 인가되고, Open feed 구조를 갖는 모드 전이부 (103)에 의해 TEM 모드 신호가 도파관에서 Electric Coupling되어 TE₁₀ Mode로 전파 된다....
- [0047] 이하에서는 상기 둘 이상의 입력단(101)을 포함하는 일면이 도파관 전력 결합기의 하부면이고, 상기 하나의 출력단(202)을 포함하는 상기 다른 면이 도파관 전력 결합기의 상부면(200)인 것으로 설명하지만, 이에 한정되지 않는다.
- [0048] 예를 들어, 도 8과 같이 상기 둘 이상의 입력단(101)을 포함하는 일면은 도파관 전력 결합기의 측면이고, 상기 하나의 출력단(202)을 포함하는 상기 다른 면은 도파관 전력 결합기의 상부면(200)일 수도 있다.
- [0049] 도 8과 같이 상기 둘 이상의 입력단(101)에 입력 RF 신호가 TEM(Transverse Electro-Magnetic) 모드로 인가되고, Closed loop 구조를 갖는 모드 전이부(102)에 의해 TEM 모드 신호가 도파관에서 Magnetic Coupling되어 TE₁₀ Mode로 전파 된다.
- [0050] 도 3은 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기의 계단 구조를 가지는 출력단을 나타낸 도면이다.
- [0051] 구체적으로, 1 단의 계단(301)으로 구성되는 출력단(202)은, 1 단의 계단 구조가 생김으로 인해, 꺾이는 부분에서의 도파관 폭(c)이 종래의 꺾이는 부분의 폭(b)보다 짧아질 수 있다.
- [0052] 따라서 도파관이 꺾이는 부분에서 발생하는 기생 병렬 커패시턴스가 줄어들 수 있다.
- [0053] 도 4는 본 발명의 다른 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기의 계단 구조를 가지는 출력단을 나타낸 도면이다.
- [0054] 구체적으로, 상기 도 4와 같이 2 단의 계단(302)으로 구성되는 도파관은, 상기 도 3과 같이 1 단의 계단으로 구성되는 출력단(301)에서 꺾이는 부분의 도파관 폭(c)보다 도 4에서 꺾이는 부분의 도파관의 폭(d)이 작게 된다.
- [0055] 한편, 상기 출력단에 형성되는 계단의 단수는, 도파관을 통과하는 신호의 대역폭에 따라 달라질 수 있다.
- [0056] 예를 들어, 상기 도 5는, 계단의 단수 별 도파관 전력 결합기의 반사손실을 나타낸 도면이다.
- [0057] 도 5를 살펴보면, 계단의 단수에 따라 주파수 별 반사손실 및 비대역폭이 다른 것을 알 수 있다.
- [0058] 비대역 폭이란, 중심 주파수 f₀에 대한 통과 대역폭B의 비를 의미한다. 다시 말해, FBW=B/f₀를 비대역폭이라 한다.
- [0059] 구체적으로, 대역폭의 기준을 반사손실 값이 -20 dB 이하인 대역폭으로 한정하였을 때 2 단의 계단으로 형성되는 경우에는 비대역폭(fractional bandwidth)이 88.6 % (2GHz와 2.2GHz 사이를 제외한 영역)이지만, 1 단으로 형성하는 경우에는 비대역폭이 52.2 % (2GHz와 2.2GHz 사이, 3.5GHz 이상을 제외한 영역)이다. 다시 말해, 신호의 주파수가 2 단의 계단으로 형성되는 경우의 비대역폭이 1 단으로 형성하는 경우보다 36.4%포인트 개선된 것을 볼 수 있다. 이러한 이유는, 출력단의 계단의 단 개수가 늘어날수록 출력단의 꺾이는 부분의 도파관의 폭이 줄어들어 (a)와 비슷하게 되므로, 계단의 단 개수가 늘어날수록 비대역 폭이 개선될 수 있다.
- [0060] 한편, 도 6은, 2단의 계단으로 구성된 계단의 높이 및 폭에 따른 출력 결합기의 반사손실을 나타낸 그래프이다.
- [0061] 도 6을 살펴보면, 계단의 높이 및 폭에 따라 주파수 별 반사손실이 다른 것을 알 수 있다.
- [0062] 구체적으로, 신호의 주파수가 3.5GHz인 경우, 계단 높이 및 폭이 20mm일때는 반사손실이 -50dB이지만, 계단 높이 및 폭이 13mm인 경우에는 반사손실은 -20dB이다.
- [0063] 즉, 계단 높이 및 폭을 13 mm로 구성하는 경우보다는 20mm로 구성하는 것이 반사손실이 적은 것을 알 수 있다.
- [0064] 한편, 상기 계단의 높이 및 폭은 동일하게 설계하는 것이 바람직할 수 있다. 그러나 이는 계단의 높이 및 폭이 반드시 동일해야 되는 사항을 한정하는 것은 아니고, 계단의 높이 및 폭은 출력 신호의 대역폭에 따라, 다르게 설계할 수도 있다.

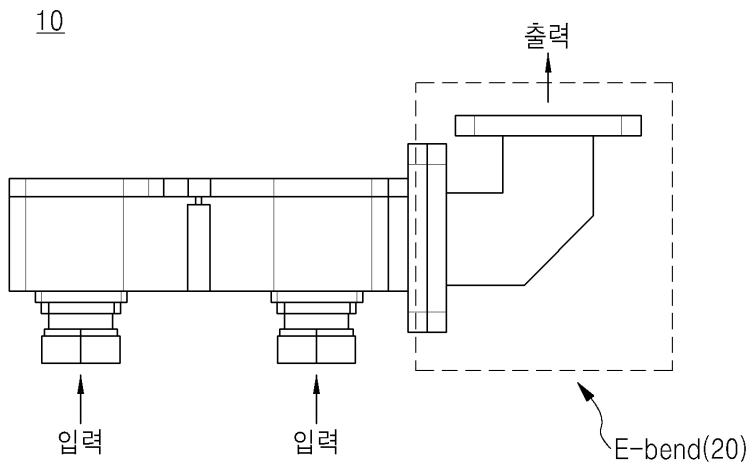
- [0065] 예를 들어, 2개의 계단으로 구성되는 계단구조인 경우, 2개의 계단의 측면의 단면은, 두 개의 단 모두 높이와 폭이 동일한 정사각형일 수 있다.
- [0066] 한편, 다른 예로, 도 4와 같이 2개의 단의 측면의 단면은, 제1 단은 폭이 높이보다 긴 직사각형 형태로 구현하고, 제2 단은 높이가 폭보다 긴 직사각형 형태로 구현할 수 있다.
- [0067] 또 다른 예로, 2개의 계단을 측면에 살펴보았을 때, 제1 단은 폭이 높이보다 긴 직사각형 형태로 구현하고, 제2 단은 높이와 폭이 같은 정사각형 형태로 구현할 수도 있다.
- [0068] 다시 말해, 본 발명의 실시 예가 계단의 폭과 높이를 한정하는 것이 아니고, 출력단(202)에서 출력되는 출력 신호의 주파수 대역폭에 맞도록 계단의 각 단의 폭 및 높이를 설계하여 사용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0069] 한편, 상술한 바와 같이 상기 하나의 출력단 내부를 계단 구조로 형성함으로써, 종래 E-bend를 추가로 포함하는 것 대비, 50% 이상의 체적을 줄일 수 있다.
- [0070] 도 7은 종래의 E-bend를 포함하는 도파관 전력 결합기와 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기의 크기를 비교하는 도면이다.
- [0071] 예를 들어, 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기는, 종래의 E-bend를 포함하는 도파관 전력 결합기보다 길이는 90.55mm만큼 줄어들고, 높이는 18mm만큼 줄어들 수 있다. 다시 말해, 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기는 종래의 E-bend를 포함하는 도파관 전력 결합기보다 길이는 35% 감소하고, 높이는 18% 감소할 수 있다.
- [0072] 따라서, 본 발명의 실시 예에 따른 도파관 전력 결합기를 적층하여 사용하는 경우에는 종래의 E-bend를 포함하는 도파관 전력 결합기를 적층하여 사용하는 것보다 공간 효율성이 훨씬 좋아진다.
- [0073] 한편, 본 발명의 기술적 사상은 상기 실시 예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기 실시 예는 그 설명을 위한 것이며, 그 제한을 위한 것이 아님을 주의해야 한다. 또한, 본 발명의 기술분야에서 당업자는 본 발명의 기술 사상의 범위 내에서 다양한 실시 예가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

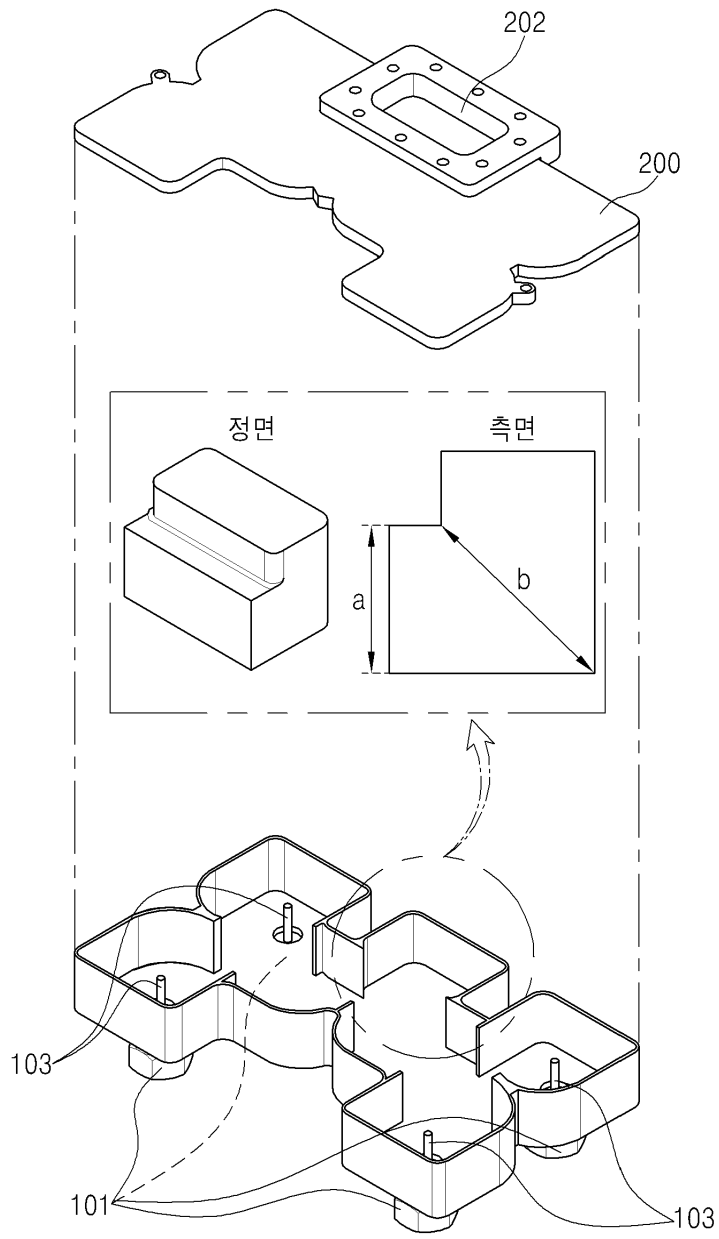
- [0075] 10 : 도파관 전력 결합기
- 20 : E-bend
- 101 : 둘 이상의 입력단
- 102, 103 : 모드 전이부
- 202 : 출력단
- 301 : 1단 계단 구조
- 302 : 2단 계단 구조

도면

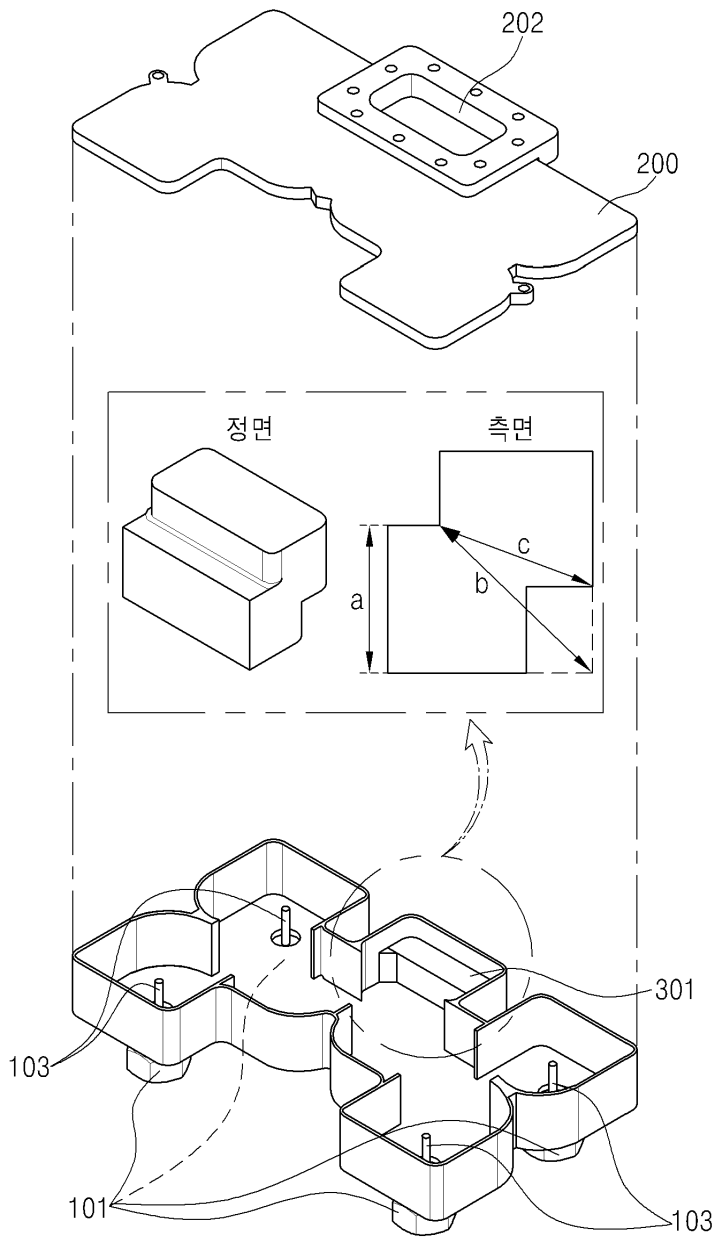
도면1



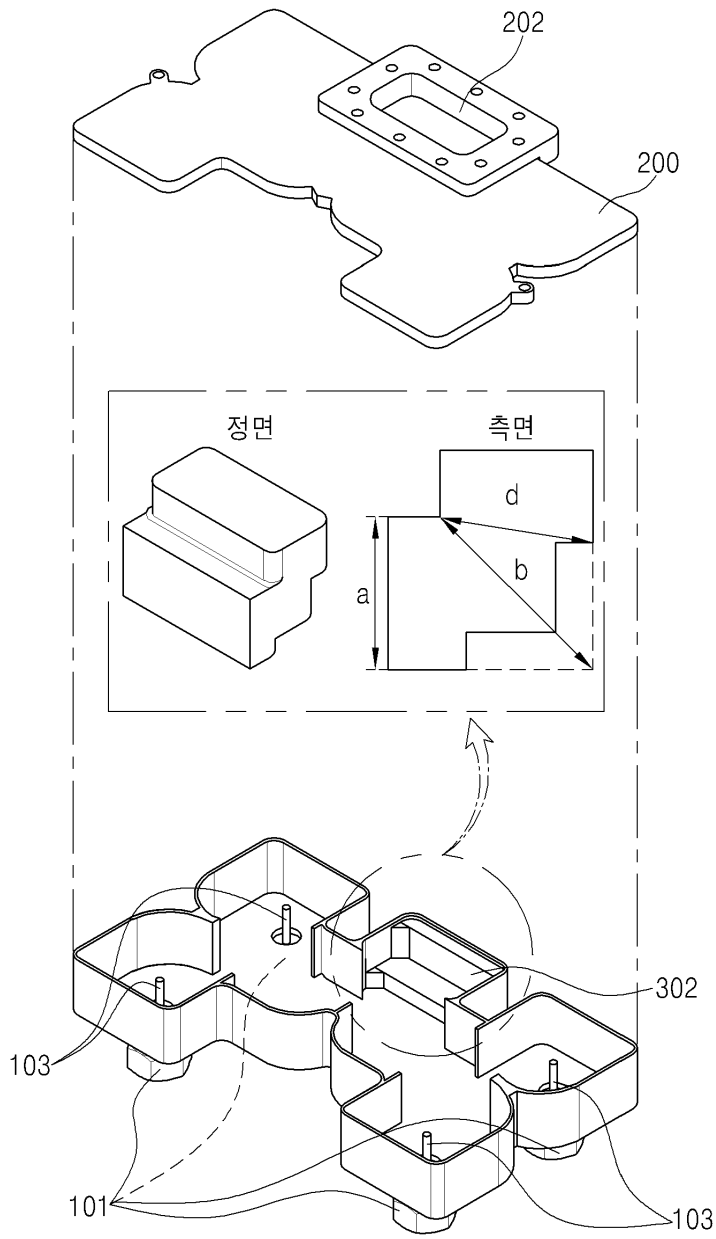
도면2



도면3



도면4



도면5

계단 수에 따른 반사손실 비교

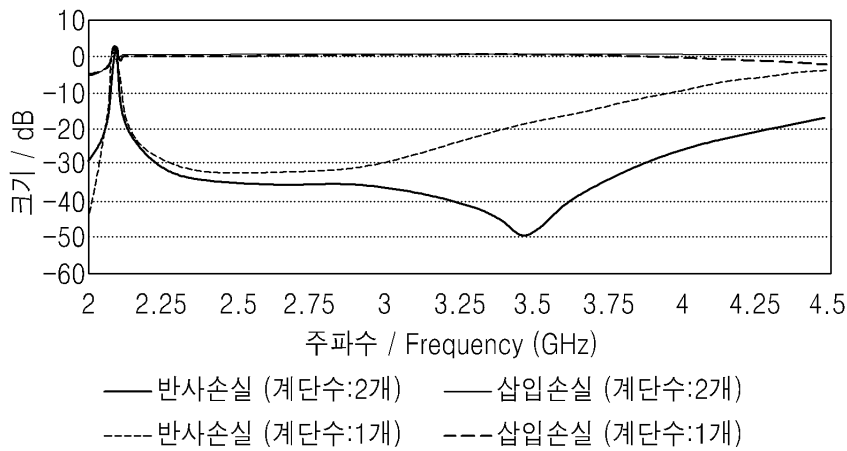


그림 G. 계단 수에 따른 대역폭 비교

도면6

계단 폭 치수에 따른 대역폭 비교

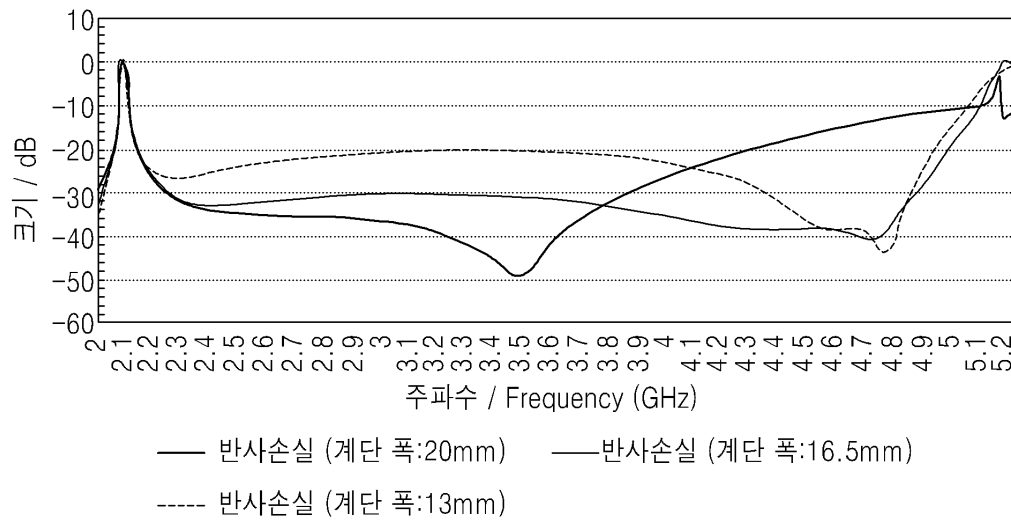
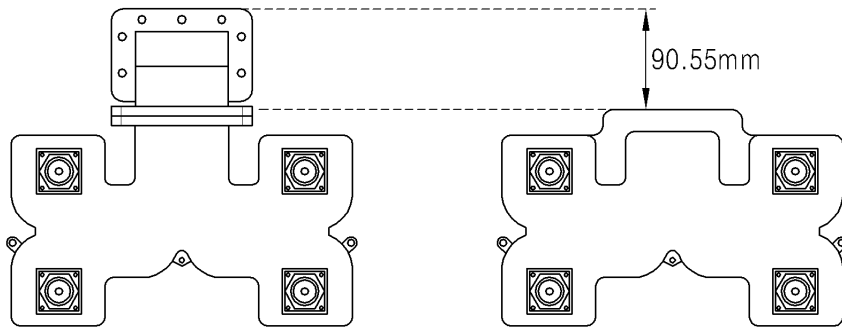
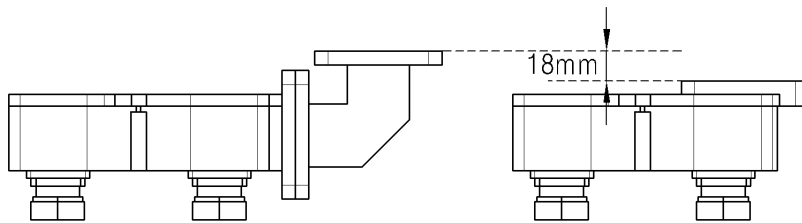


그림 I. 계단 폭에 따른 출력 결합기 최종단의 반사손실 비교

도면7



기존 대비 90.55mm 짧음.
기존의 65% 길이.



기존 대비 18mm 짧음.
기존의 82% 높이.

도면8

