(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년12월06일
(11) 등록번호 10-2610869
(24) 등록일자 2023년12월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 5/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01P 5/082 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2022-0094254
(22) 출원일자 2022년07월28일
심사청구일자 2022년07월28일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020220096145 A
KR1019970000056 B1
KR1020020073772 A
KR101019670 B1

(73) 특허권자
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
정진호
서울특별시 마포구 백범로 35, R관 703A (신수동, 서강대학교)
박성준
서울특별시 마포구 백범로 35, R관 703A (신수동, 서강대학교)
(74) 대리인
특허법인 수

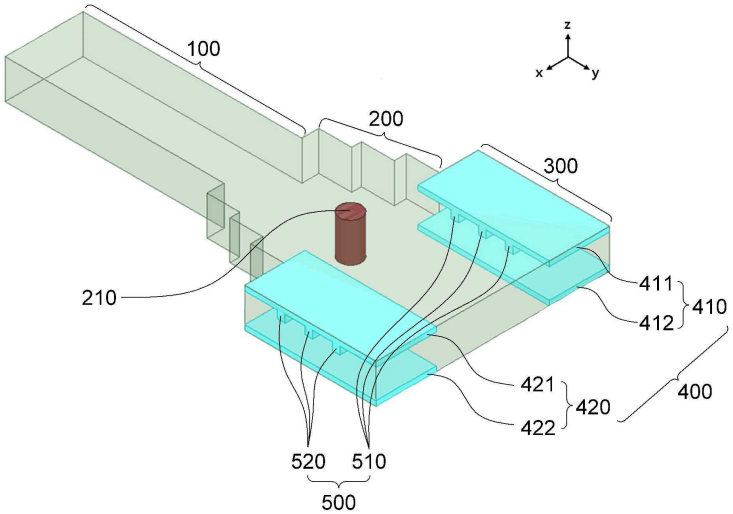
전체 청구항 수 : 총 9 항 심사관 : 강현일

(54) 발명의 명칭 **H-평면 확장 구형 도파관**

(57) 요 약

H-평면 확장 구형(Rectangular) 도파관에 있어서, 전자기파가 입력되는 제1 구형 도파관; 상기 제1 구형 도파관과 연결되고, 내부에 적어도 하나의 금속 기둥이 형성되어 있으며, 상기 제1 구형 도파관의 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이보다 더 큰 H-평면의 길이를 가지는 구조가 적어도 일부에 형성된 도파관 확장부; 및 상기 도파관 확장부와 연결되고, 상기 가로 방향의 양측 내부의 상부 및 하부에 각각 금속판이 서로 이격되도록 형성된 확장 모드 생성부를 포함하는 제2 구형 도파관;을 포함하되, 상기 제1 구형 도파관의 H-평면의 길이보다 상기 제2 구형 도파관의 H-평면의 길이가 더 큰 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

대 표 도 - 도1



명 세 서

청구범위

청구항 1

H-평면 확장 구형(Rectangular) 도파관에 있어서,

전자기파가 입력되는 제1 구형 도파관;

상기 제1 구형 도파관과 연결되고, 내부에 적어도 하나의 금속 기둥이 형성되어 있으며, 상기 제1 구형 도파관의 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이보다 더 큰 H-평면의 길이를 가지는 구조가 적어도 일부에 형성된 도파관 확장부; 및

상기 도파관 확장부와 연결되고, 상기 가로 방향의 양측 내부의 상부 및 하부에 각각 금속판이 서로 이격되도록 형성된 확장 모드 생성부를 포함하는 제2 구형 도파관;을 포함하되,

상기 제1 구형 도파관의 H-평면의 길이보다 상기 제2 구형 도파관의 H-평면의 길이가 더 큰 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 도파관 확장부는, 상기 제1 구형 도파관으로부터 상기 제2 구형 도파관 쪽으로 향하는 방향을 따라 (i) 상기 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이가 단계적으로 확장되는 구조인 계단형 구조 및 (ii) 상기 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이가 연속적으로 확장되는 구조인 사선형 구조 중 하나의 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 금속 기둥은, 상기 도파관 확장부의 H-평면의 길이가 소정 길이에 해당되는 선분의 중심에 위치되도록 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 금속 기둥의 하단은 상기 도파관 확장부 내부의 하부와 결합되고,

상기 금속 기둥의 상단은, (i) 상기 도파관 확장부 내부의 상부와 결합되거나 (ii) 상기 도파관 확장부 내부의 상부와 서로 이격되어 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 금속 기둥의 상단은 상기 도파관 확장부 내부의 상부와 결합되고,

상기 금속 기둥의 하단은, (i) 상기 도파관 확장부 내부의 하부와 결합되거나 (ii) 상기 도파관 확장부 내부의 하부와 서로 이격되어 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 금속 기둥은, 원기둥형, 육면체형 및 십자기둥형 중 하나의 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 제2 구형 도파관의 상기 가로 방향의 일측에 형성된 적어도 하나의 제1 금속판 및 상기 제2 구형 도파관의 상기 가로 방향의 타측에 형성된 적어도 하나의 제2 금속판 각각에는 적어도 하나의 금속 요철이 추가로 형성되되,

상기 제1 금속판에 형성된 제1 금속 요철과 상기 제2 금속판에 형성된 제2 금속 요철은 서로 대칭되도록 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 일측의 상부에 형성된 금속판이 제1-1 금속판이고, 상기 일측의 하부에 형성된 금속판이 제1-2 금속판이며, 상기 타측의 상부에 형성된 금속판이 제2-1 금속판이고, 상기 타측의 하부에 형성된 금속판이 제2-2 금속판이라고 할 때, 상기 확장 모드 생성부는, (i) 상기 제1-1 금속판 및 상기 제2-1 금속판 각각에 제1 형태의 복수의 금속 요철 각각이 상기 가로 방향으로 기설정된 제1 간격을 유지하며 각각 형성되어 있는 제1 타입, (ii) 상기 제1-1 금속판, 상기 제1-2 금속판, 상기 제2-1 금속판 및 상기 제2-2 금속판 각각에 제2 형태의 복수의 금속 요철 각각이 상기 가로 방향으로 기설정된 제2 간격을 유지하며 각각 형성되어 있는 제2 타입, (iii) 상기 제1-1 금속판 및 상기 제2-1 금속판 각각의 중심부에 제3 형태의 금속 요철이 각각 형성되어 있는 제3 타입, 및 (iv) 상기 제1-1 금속판과 상기 제1-2 금속판 간의 간격이 상기 일측의 방향으로 갈수록 단계적으로 축소되고, 상기 제2-1 금속판과 상기 제2-2 금속판 간의 간격이 상기 타측의 방향으로 갈수록 단계적으로 축소되는 구조로 형성된 제4 타입 중 하나의 타입으로 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 제2 구형 도파관의 H-평면의 길이는, 상기 제2 구형 도파관과 접하는 상기 도파관 확장부의 결합 부위의 상기 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이와 동일하거나 더 큰 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 H-평면 확장 구형 도파관에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 표준 구형 도파관의 H-평면의 길이를 확장하되, 기본 전자기파 모드(가령, TE10 모드)가 유지되고, 전자기파 세기의 불균형성이 최소화될 수 있는 H-평면 확장 구형 도파관에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] [이 발명을 지원한 연구개발사업]

[0003] [과제고유번호] 202070073

[0004] [연구사업명] 삼성미래기술육성사업

[0005] [연구과제명] 다차원 공간전력합성 기법을 적용한 고출력 테라헤르츠 송수신 모듈 개발

[0006] [기여율] 1/1

[0007] [주관연구기관] 삼성전자 주식회사

[0008] [연구기간] 2020.12.01. ~ 2022.11.30

[0009] 밀리미터/테라헤르츠 대역은 산업, 이동통신, 군사와 같은 다양한 분야에서 활용되고 있으며, 그 중요성은 점점 더 높아지고 있다. 특히, 35 GHz를 포함하고 있는 Ka-대역은 안개 및 구름에 대한 특수성에 강하며, 대기 흡수 손실이 낮기 때문에 매우 중요한 주파수 대역이다. 이와 같은 밀리미터/테라헤르츠 대역에서 동작하는 레이다 시스템, 이동통신 시스템 등은 높은 출력 신호원이 필요한데, 반도체 전력 증폭기의 출력 전력은 주파수의 제곱

에 반비례하므로 주파수 대역이 높아질수록 높은 출력 전력을 얻기 어렵다는 문제가 있어, 여러 전력 증폭기에서 출력되는 신호를 분배 및 결합하는 RF 송수신기를 이루는 장치 중 하나인 전력 결합기는 이와 같은 문제점을 해결하기 위한 중요한 장치이다.

[0010] 이와 같은 전력 결합기의 전력 결합 방식으로 판 전력 결합 방식(윌킨슨 전력 분배기, 랭 커플러 등)과 공간 전력 결합 방식이 있을 수 있는데, 공간 전력 결합 방식은 결합되는 소자 수에 제한을 받지 않으며 낮은 손실 특성을 유지하면서 높은 출력을 효율적으로 얻을 수 있다는 장점이 있다. 이와 같은 공간 전력 결합 방식은 증폭기의 배열 구조에 따라 tile 구조와 tray 구조로 나눌 수 있는데, tray 구조는 tile 구조에 비해 회로 크기가 크지만 넓은 면적을 이용하여 소자 간의 거리가 넓고, 전력 증폭기와 같은 소자가 장착된 PCB 기판을 전도성 에폭시를 이용하여 금속 몸체에 부착할 수 있어 소자 간의 넓은 간격과 방열판 역할을 수행하는 금속 몸체로 인해 방열 문제를 해결할 수 있다. 따라서 tray 구조는 tile 구조에 비해 상대적으로 높은 출력 전력을 효율적으로 얻을 수 있다는 장점이 있다.

[0011] 일반적으로, tray 구조를 이용한 공간 전력 결합기는, 입력/출력 단자로 표준 구형 도파관이 사용되며, 입력 단자와 출력 단자 사이에 전력 증폭기가 포함된 PCB 기판이 연결된 구조이다. 이때, tray 구조를 이용한 공간 전력 결합기에 인가되는 전자기파의 모드는 구형 도파관의 기본 모드인 TE10 모드이고, 인가된 전자기파는 전력 증폭기를 통해 증폭되고, 증폭된 신호는 다시 출력 단자인 표준 구형 도파관을 통해 출력되는 메커니즘으로 동작할 수 있다. 여기서, 동일한 크기의 공간 전력 결합기를 사용한다고 가정할 때. 사용되는 주파수의 대역에 따라 공간 전력 결합기에 사용되는 PCB 기판의 수는 달라질 수 있으며, 일반적으로 X-대역(8.2 ~ 12.4 GHz)에서 사용되는 PCB 기판의 수는 Ka-대역(25.6 ~ 40.0 GHz)에서 사용되는 PCB 기판의 수보다 많아질 수 있다.

[0012] 다만, X-대역에서 사용되는 tray 구조를 이용한 공간 전력 결합기는, 상대적으로 낮은 주파수 대역으로 인해 많은 PCB 기판을 구형 도파관 내에 삽입할 수 있으나, 구형 도파관에서의 전자기파의 기본 모드인 TE10 모드는 도파관의 특성상 중심에서 전기장(E-field) 세기가 가장 강하며 도파관의 가장자리로 갈수록 전기장(E-field) 세기가 약하기 때문에 도파관 내의 위치에 따라 전기장(E-field)의 불균형성이 발생하게 된다. 특히, 도파관의 중앙과 가장자리 간의 불균형성이 가장 심하게 나타나는데, 이와 같은 전기장(E-field)의 불균형성에 의해 각각의 PCB 기판에 인가되는 전력이 달라 일부 PCB 기판에 포함된 전력 증폭기는 동작하지 않을 수 있다는 문제점이 있다. 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 종래에는, 도파관의 중심에 위치한 PCB 기판과 가장자리에 위치한 PCB 기판에 서로 다른 종류의 전력 증폭기를 배치하거나, PCB 기판이 도파관의 중심에 위치하도록 PCB 기판 간의 간격을 줄여 전기장(E-field)의 불균형성을 해결하고자 하였으나, 전력 증폭기의 종류를 다르게 배치하는 것은 설계 시 복잡해 진다는 문제점이 있고, PCB 기판 간의 배치를 가깝게 하고 도파관의 중앙에 배치하는 것은 주파수 대역이 높아질수록 도파관 크기가 작아지기 때문에 제작하기 어려워진다는 문제점이 있다.

[0013] 또한, Ka-대역에서 사용되는 tray 구조를 이용한 공간 전력 결합기는, 높아진 주파수 대역으로 인해 도파관의 크기가 작아지고 실질적으로 삽입할 수 있는 PCB 기판의 수가 줄어드는 문제가 존재하며, X-대역에서 사용되는 tray 구조를 이용한 공간 전력 결합기와 마찬가지로 도파관 내의 전기장(E-field)의 불균형성 문제도 발생하여 각각의 PCB 기판에 입사되는 전력이 서로 상이해 진다는 문제점이 있다.

[0014] 즉, X-대역에서 사용되는 tray 구조를 이용한 공간 전력 결합기와 Ka-대역에서 사용되는 tray 구조를 이용한 공간 전력 결합기는, 모두 도파관 내의 전기장(E-field)의 불균형성이 있다는 문제점을 갖고 있어, 이러한 문제로 인해 일부 전력 증폭기가 정상적으로 동작하지 않을 수 있고, 이는 결국 전체적인 시스템의 성능 저하로 이어질 수 있다는 문제가 있다. 또한, 사용되는 주파수의 대역이 높아질수록 작아지는 도파관 크기로 인해 삽입할 수 있는 PCB 기판 수가 감소되고, PCB 기판에 포함할 수 있는 전력 증폭기 수가 감소되어 높은 출력 전력을 얻지 못한다는 문제점이 있다.

[0015] 따라서, 기본 전자기파 모드인 TE10 모드를 유지하면서, 도파관 내의 전자기파 세기의 불균형성을 최소화하고, 사용되는 주파수의 대역이 증가하여도 전력 증폭기를 포함한 PCB 기판의 수를 줄이지 않아도 되는 도파관이 필요한 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 상술한 문제점을 모두 해결하는 것을 목적으로 한다.

[0017] 또한, 본 발명은, 제1 구형 도파관과 제2 구형 도파관 사이를 도파관 확장부로 연결함으로써, 제1 구형 도파관

의 H-평면의 길이가 제2 구형 도파관의 H-평면의 길이로 증가됨으로 인해 발생할 수 있는 급격한 임피던스의 변화를 방지하는 것을 다른 목적으로 한다.

[0018] 또한, 본 발명은, 도파관 확장부 내부에 금속 기둥을 배치함으로써, H-평면의 길이가 확장됨에 따라 발생하는 고차 모드의 영향을 최소화하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0019] 또한, 본 발명은, 제2 구형 도파관의 양측 내부의 상부 및 하부에 금속판이 형성된 확장 모드 생성부를 포함함으로써, 제2 구형 도파관의 H-평면에서의 전기장 분포의 불균형성이 최소화 되도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명은, 확장 모드 생성부에 포함된 금속판 각각에 금속 요철을 추가로 형성함으로써, 제2 구형 도파관의 양측에 형성된 금속판으로 인하여 제2 구형 도파관의 중앙 부분에서의 전자기파의 위상 속도와 제2 구형 도파관의 양측 부분에서의 전자기파의 위상 속도의 차이를 해결할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명은, H-평면의 길이가 확장된 제2 구형 도파관을 통해 더 많은 전력 증폭기를 포함한 PCB 기판을 배치할 수 있도록 하는 것을 또 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0022] 상기한 바와 같은 본 발명의 목적을 달성하고, 후술하는 본 발명의 특징적인 효과를 실현하기 위한 본 발명의 특징적인 구성은 다음과 같다.

[0023] 본 발명의 일 태양에 따르면, H-평면 확장 구형(Rectangular) 도파관에 있어서, 전자기파가 입력되는 제1 구형 도파관; 상기 제1 구형 도파관과 연결되고, 내부에 적어도 하나의 금속 기둥이 형성되어 있으며, 상기 제1 구형 도파관의 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이보다 더 큰 H-평면의 길이를 가지는 구조가 적어도 일부에 형성된 도파관 확장부; 및 상기 도파관 확장부와 연결되고, 상기 가로 방향의 양측 내부의 상부 및 하부에 각각 금속판이 서로 이격되도록 형성된 확장 모드 생성부를 포함하는 제2 구형 도파관;을 포함하되, 상기 제1 구형 도파관의 H-평면의 길이보다 상기 제2 구형 도파관의 H-평면의 길이가 더 큰 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

[0024] 일례로서, 상기 도파관 확장부는, 상기 제1 구형 도파관으로부터 상기 제2 구형 도파관 쪽으로 향하는 방향을 따라 (i) 상기 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이가 단계적으로 확장되는 구조인 계단형 구조 및 (ii) 상기 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이가 연속적으로 확장되는 구조인 사선형 구조 중 하나의 구조로 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

[0025] 일례로서, 상기 금속 기둥은, 상기 도파관 확장부의 H-평면의 길이가 소정 길이에 해당되는 선분의 중심에 위치되도록 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

[0026] 일례로서, 상기 금속 기둥의 하단은 상기 도파관 확장부 내부의 하부와 결합되고, 상기 금속 기둥의 상단은, (i) 상기 도파관 확장부 내부의 상부와 결합되거나 (ii) 상기 도파관 확장부 내부의 상부와 서로 이격되어 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

[0027] 일례로서, 상기 금속 기둥의 상단은 상기 도파관 확장부 내부의 상부와 결합되고, 상기 금속 기둥의 하단은, (i) 상기 도파관 확장부 내부의 하부와 결합되거나 (ii) 상기 도파관 확장부 내부의 하부와 서로 이격되어 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

[0028] 일례로서, 상기 금속 기둥은, 원기둥형, 육면체형 및 십자기둥형 중 하나의 형태로 형성되는 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

[0029] 일례로서, 상기 제2 구형 도파관의 상기 가로 방향의 일측에 형성된 적어도 하나의 제1 금속판 및 상기 제2 구형 도파관의 상기 가로 방향의 타측에 형성된 적어도 하나의 제2 금속판 각각에는 적어도 하나의 금속 요철이 추가로 형성되되, 상기 제1 금속판에 형성된 제1 금속 요철과 상기 제2 금속판에 형성된 제2 금속 요철은 서로 대칭되도록 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

[0030] 일례로서, 상기 일측의 상부에 형성된 금속판이 제1-1 금속판이고, 상기 일측의 하부에 형성된 금속판이 제1-2 금속판이며, 상기 타측의 상부에 형성된 금속판이 제2-1 금속판이고, 상기 타측의 하부에 형성된 금속판이 제2-2 금속판이라고 할 때, 상기 확장 모드 생성부는, (i) 상기 제1-1 금속판 및 상기 제2-1 금속판 각각에 제1 형태의 복수의 금속 요철 각각이 상기 가로 방향으로 기설정된 제1 간격을 유지하며 각각 형성되어 있는 제1 타입, (ii) 상기 제1-1 금속판, 상기 제1-2 금속판, 상기 제2-1 금속판 및 상기 제2-2 금속판 각각에 제2 형태

의 복수의 금속 요철 각각이 상기 가로 방향으로 기설정된 제2 간격을 유지하며 각각 형성되어 있는 제2 타입, (iii) 상기 제1-1 금속판 및 상기 제2-1 금속판 각각의 중심부에 제3 형태의 금속 요철이 각각 형성되어 있는 제3 타입, 및 (iv) 상기 제1-1 금속판과 상기 제1-2 금속판 간의 간격이 상기 일측의 방향으로 갈수록 단계적으로 축소되고, 상기 제2-1 금속판과 상기 제2-2 금속판 간의 간격이 상기 타측의 방향으로 갈수록 단계적으로 축소되는 구조로 형성된 제4 타입 중 하나의 타입으로 형성된 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

[0031] 일례로서, 상기 제2 구형 도파관의 H-평면의 길이는, 상기 제2 구형 도파관과 접하는 상기 도파관 확장부의 결합 부위의 상기 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이와 동일하거나 더 큰 것을 특징으로 하는 H-평면 확장 구형 도파관이 개시된다.

발명의 효과

[0032] 본 발명에 의하면, 다음과 같은 효과가 있다.

[0033] 본 발명은, 제1 구형 도파관과 제2 구형 도파관 사이를 도파관 확장부로 연결함으로써, 제1 구형 도파관의 H-평면의 길이가 제2 구형 도파관의 H-평면의 길이로 증가됨으로 인해 발생할 수 있는 급격한 임피던스의 변화를 방지할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0034] 또한, 본 발명은, 도파관 확장부 내부에 금속 기둥을 배치함으로써, H-평면의 길이가 확장됨에 따라 발생하는 고차 모드의 영향을 최소화 할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0035] 또한, 본 발명은, 제2 구형 도파관의 양측 내부의 상부 및 하부에 금속판이 형성된 확장 모드 생성부를 포함함으로써, 제2 구형 도파관의 H-평면에서의 전기장 분포의 불균형성이 최소화 되도록 하는 효과가 있다.

[0036] 또한, 본 발명은, 확장 모드 생성부에 포함된 금속판 각각에 금속 요철을 추가로 형성함으로써, 제2 구형 도파관의 양측에 형성된 금속판으로 인하여 제2 구형 도파관의 중앙 부분에서의 전자기파의 위상 속도와 제2 구형 도파관의 양측 부분에서의 전자기파의 위상 속도의 차이를 해결할 수 있도록 하는 효과가 있다.

[0037] 또한, 본 발명은, H-평면의 길이가 확장된 제2 구형 도파관을 통해 더 많은 전력 증폭기를 포함한 PCB 기판을 배치할 수 있도록 하는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0038] 도 1은, 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관의 일부를 개략적으로 도시한 것이다.

도 2a 및 도 2b는, 본 발명의 일 실시예에 따른 도파관 확장부의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 3a, 도 3b, 도 3c 및 도 3d는, 본 발명의 일 실시예에 따른 금속 기둥의 형태를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는, 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 구형 도파관 내의 전기장 세기를 측정한 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프이다.

도 5a, 도 5b, 도 5c 및 도 5d는, 본 발명의 일 실시예에 따른 확장 모드 생성부의 구조를 설명하기 위한 도면이다.

도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관 내에 형성된 전기장(E-field)의 분포도를 나타난 도면이고, 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 구형 도파관을 통해 출력되는 부분에서의 전기장(E-field)의 세기를 제2 구형 도파관의 가로 방향에 대해 나타낸 그래프이다

도 7은, 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관의 Ka-대역(26.5 ~ 40.0 GHz)에서의 반사 손실(return loss) 및 삽입 손실(insertion loss)을 나타내는 도면이다.

도 8은, 본 발명의 일 실시예에 따른 도파관 확장부 내부에 원기둥형의 금속 기둥의 존재 유무에 따른 고차모드(TE30)의 삽입 손실을 나타낸 그래프이다.

도 9a 및 도 9b는, 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관의 후단에 다이폴 트랜지션(PCB 기판)이 배치된 일례를 설명하기 위한 도면이고, 도 9c 및 도 9d는, 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관의 후단에 다이폴 트랜지션(PCB 기판)을 배치하고 이에 대한 시뮬레이션을 통해 획득한 Ka-대역(26.5 ~ 40.0 GHz)에서의 S-파라미터의 결과를 나타내는 그래프이다.

도 10은, 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관이 전력 결합기에 적용될 때의 일례를 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0039] 후술하는 본 발명에 대한 상세한 설명은, 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 예시로서 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 이들 실시예는 당업자가 본 발명을 실시할 수 있기에 충분하도록 상세히 설명된다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없음이 이해되어야 한다. 예를 들어, 여기에 기재되어 있는 특정 형상, 구조 및 특성은 일 실시예에 관련하여 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예로 구현될 수 있다.

[0040] 또한, 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않으면서 변경될 수 있음이 이해되어야 한다. 따라서, 후술하는 상세한 설명은 한정적인 의미로서 취하려는 것이 아니며, 본 발명의 범위는, 적절하게 설명된다면, 그 청구항들이 주장하는 것과 균등한 모든 범위와 더불어 첨부된 청구항에 의해서만 한정된다. 도면에서 유사한 참조부호는 여러 측면에 걸쳐서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0041] 이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있도록 하기 위하여, 본 발명의 바람직한 실시예들에 관하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관의 일부를 개략적으로 도시한 것이다.

[0043] 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 H-평면 확장 구형 도파관은 제1 구형 도파관(100), 도파관 확장부(200) 및 제2 구형 도파관(300)을 포함할 수 있다. 여기서, H-평면 확장 구형 도파관은, 제1 구형 도파관(100)의 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이보다 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이가 더 크도록 형성되어 있을 수 있다. 참고로, 본 발명에 따른 H-평면 확장 구형 도파관은 전자기파가 진행되는 방향에 대해 좌우가 대칭이 되도록 형성될 수 있을 것이나 이에 한정되는 것은 아니다.

[0044] 먼저, 제1 구형 도파관(100)은, 전자기파가 입력되는 부분으로, 단면의 형태가 직사각형이고, 직사각형의 가로 길이인 a와 세로 길이인 b는 사용되는 주파수에 따라 표준으로 기설정되어 있을 수 있다.

[0045] 여기서, 제1 구형 도파관(100)의 가로 길이인 a와 세로 길이인 b는 일반적으로 a=2b 관계를 가질 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아닐 것이다. 또한, 제1 구형 도파관(100)은 기본 전자기파 모드인 TE10모드로 동작할 수 있을 것이다. 예를 들어, 가로 길이가 a = 7.112 ㎜이고, 세로 길이가 b = 3.556 ㎜인 표준 구형 도파관인 제1 구형 도파관(100)은 일반적으로 Ka-대역에서 활용되는 도파관으로, 이와 같은 표준 구형 도파관은 대부분 a=2b의 관계를 가질 수 있을 것이다.

[0046] 그리고, 도파관 확장부(200)는 제1 구형 도파관(100)과 연결되고, 내부에 적어도 하나의 금속 기둥(210)이 형성되어 있으며, 제1 구형 도파관(100)의 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이보다 더 큰 H-평면의 길이를 가지는 구조가 적어도 일부에 형성되어 있을 수 있다.

[0047] 즉, 도파관 확장부(200)는 일단이 제1 구형 도파관(100)과 결합되고, 타단이 제2 구형 도파관(300)과 결합되도록 형성됨으로써, 제1 구형 도파관(100)과 제2 구형 도파관(300) 사이를 연결하여 제1 구형 도파관(100)의 H-평면의 길이가 제2 구형 도파관(300)의 H-평면의 길이로 확장되도록 해주는 부분일 수 있다.

[0048] 이때, 도파관 확장부(200)는 제1 구형 도파관(100)의 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이보다 더 큰 H-평면의 길이를 가지는 구조로서, 도 1에 나타나 있는 것과 같이 도파관 확장부(200)의 가로 방향의 양측면이 계단형 구조로 형성될 수도 있을 것이나, 이와 달리 도파관 확장부(200)의 가로 방향의 양측면이 사선형 구조로도 형성될 수 있을 것이다.

[0049] 구체적으로, 도 2a 및 도 2b를 참조하면, 도 2a에 나타나 있는 것과 같이 도파관 확장부(200)의 가로 방향의 양측면은 제1 구형 도파관(100)으로부터 제2 구형 도파관(300) 쪽으로 향하는 방향을 따라 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이가 단계적으로 확장되는 구조인 계단형 구조로 형성될 수도 있을 것이다. 또한, 도 2b에 나타나 있는 것과 같이 도파관 확장부(200)의 가로 방향의 양측면은 제1 구형 도파관(100)으로부터 제2 구형 도파관(300) 쪽으로 향하는 방향을 따라 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이가 연속적으로 확장되는 구조인 사선형 구조로 형성될 수도 있을 것이다.

[0050] 참고로, 도파관 확장부(200)의 가로 방향의 양측면이 계단형 구조로 형성될 경우에는, 계단의 개수, 즉 단계적

으로 확장되는 부분이 많을수록 우수한 성능을 얻을 수 있다. 다만, 계단의 개수가 많아지면 회로의 전체적인 크기가 커지기 때문에 도 1 및 도 2a에서는 계단의 개수를 3개로 나타내었으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 회로 설계에 따라 다르게 형성될 수 있을 것이다.

[0051] 이처럼, 도파관 확장부(200)는 가로 방향의 양측면이 계단형 구조 또는 사선형 구조로 형성됨으로써, 제1 구형 도파관(100)에 입력된 전자기파가 제1 구형 도파관(100)의 H-평면의 길이보다 더 큰 H-평면의 길이를 가지는 제2 구형 도파관(300)로 이동됨으로 인해 발생할 수 있는 급격한 임피던스의 변화를 방지할 수 있을 것이다.

[0052] 또한, 도파관 확장부(200) 내부에 위치한 금속 기둥(210)은 도파관 확장부(200)의 H-평면의 길이가 소정 길이에 해당되는 선분의 중심에 위치되도록 형성될 수 있다.

[0053] 즉, 금속 기둥(210)은, 도파관 확장부(200)의 양측면 사이의 중앙에 위치한 지점에 형성될 수 있을 것이다.

[0054] 또한, 금속 기둥(210)은, 도파관 확장부(200)가 제2 구형 도파관(300)과 접하는 결합 부위와 인접한 위치에 형성될 수도 있으나, 이에 한정되는 것은 아닐 것이다.

[0055] 또한, 금속 기둥(210)은, 금속 기둥(210)의 하단이 도파관 확장부(200) 내부의 하부와 결합되고 금속 기둥(210)의 상단이 도파관 확장부(200) 내부의 상부와 결합되도록 형성될 수도 있고, 금속 기둥(210)의 하단이 도파관 확장부(200) 내부의 하부와 결합되고 금속 기둥(210)의 상단이 도파관 확장부(200) 내부의 상부와 서로 이격되도록 형성될 수도 있다.

[0056] 또한, 금속 기둥(210)은, 금속 기둥(210)의 상단이 도파관 확장부(200) 내부의 상부와 결합되고 금속 기둥(210)의 하단이 도파관 확장부(200) 내부의 하부와 결합되도록 형성될 수도 있고, 금속 기둥(210)의 상단이 도파관 확장부(200) 내부의 상부와 결합되고 금속 기둥(210)의 하단이 도파관 확장부(200) 내부의 하부와 서로 이격되도록 형성될 수도 있다.

[0057] 이처럼, 금속 기둥(210)의 높이와 도파관 확장부(200)와의 결합 관계는 설계에 따라 다르게 적용될 수 있을 것이다.

[0058] 또한, 금속 기둥(210)은, 도 1에 나타나 있는 것과 같은 원기둥의 형태로 형성될 수도 있을 것이나, 이에 한정되지 않고 다양한 형태로 형성될 수 있을 것이다.

[0059] 즉, 금속 기둥(210)은, 도 3a와 같이 원기둥의 형태로 형성될 수도 있고, 도 3b 및 도 3c와 같이 육면체의 형태로 형성될 수도 있으며, 도 3d와 같이 십자기둥의 형태로 형성될 수도 있을 것이다.

[0060] 이와 같이, 금속 기둥(210)이 도파관 확장부(200) 내부에 형성됨으로써, H-평면의 길이가 확장됨에 따라 발생하는 고차 모드의 영향을 최소화하여 원하는 TE10 모드에 대한 손실 특성을 향상시킬 수 있을 것이다. 참고로, 금속 기둥(210)의 형태 및 크기에 따라 반사 손실, 고차 모드 등의 성능은 각각 다를 수 있을 것이다.

[0061] 다음으로, 제2 구형 도파관(300)은 도파관 확장부(200)와 연결되고, 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향의 양측 내부의 상부 및 하부에 각각 금속판이 서로 이격되도록 형성된 확장 모드 생성부(400)를 포함할 수 있다. 참고로, 금속판은 도 1에 나타나 있는 것과 같이 직사각형 모양일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아닐 것이다.

[0062] 이때, 제2 구형 도파관(300)의 H-평면의 길이는, 제2 구형 도파관(300)과 접하는 도파관 확장부(200)의 결합 부위의 가로 방향에 대응되는 H-평면의 길이와 동일하거나 더 클 수 있을 것이다.

[0063] 이처럼, 제2 구형 도파관(300)에 포함된 확장 모드 생성부(400)는, 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향의 양측면 부분의 높이를 제2 구형 도파관(300)의 중앙 부분의 높이보다 낮게 되도록 함으로써, 제2 구형 도파관(300)의 중앙 부분에 형성되는 전기장(E-field)의 세기보다 상대적으로 약한 전기장(E-field)의 세기를 가지는 양측면 부분의 전기장(E-field)의 세기를 증가시켜 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향에서의 전기장의 분포가 균일하게 형성될 수 있도록 할 수 있을 것이다.

[0064] 참고로, 전기장이 거리에 따라 일정하다는 가정하에서, 두 금속 사이의 전위차, 전기장 및 거리의 관계는 $V = Ed$ (V: 전위차, E: 전기장, d: 거리)로 나타낼 수 있다. 따라서, 제2 구형 도파관(300) 내부의 상부면과 하부면 사이의 전위차가 동일하다고 가정하면, 두 면 사이의 거리가 가까워지면 전기장의 세기는 증가하게 되므로, 제2 구형 도파관(300)의 양측 내부의 상부 및 하부에 각각 금속판을 적용하여 금속판 사이의 거리가 두 면 사이의 거리보다 작아지도록 함으로써 제2 구형 도파관(300)의 양측면 부분의 전기장의 세기가 증가될 수 있도록 한 것이다.

[0065] 일례로, 제2 구형 도파관(300)의 양측 내부의 상부 및 하부 각각에 금속판을 적용하지 않았을 경우와 금속판을 적용했을 경우의 제2 구형 도파관(300) 내의 전기장 세기를 측정한 시뮬레이션 결과를 나타내는 그래프인 도 4를 참조하면, 금속판을 적용했을 경우의 제2 구형 도파관(300)의 양측면 부분의 전기장의 세기가 금속판을 적용하지 않았을 경우보다 더 증가하여, 금속판을 적용했을 경우가 금속판을 적용하지 않았을 경우보다 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향에서의 전기장 세기의 분포가 더 균일해 진 것을 알 수 있다. 참고로, 그래프의 세로축은 전기장의 세기를 나타내고, 가로축은 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향에 대한 길이를 나타내며, 가로축에서 0.5는 제2 구형 도파관(300)의 중앙을 나타내고, 가로축에서 0.00 및 1.00 각각은 제2 구형 도파관(300)의 양측면을 나타낸다.

[0066] 또한, 확장 모드 생성부(400)에 포함되어 있는, 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향의 일측에 형성된 적어도 하나의 제1 금속판(410) 및 제2 구형 도파관의 가로 방향의 타측에 형성된 적어도 하나의 제2 금속판(420) 각각에는 적어도 하나의 금속 요철(500)이 추가로 형성될 수 있다. 여기서, 제1 금속판(410)에 형성된 제1 금속 요철(510)과 제2 금속판(420)에 형성된 제2 금속 요철(520)은 서로 대칭되도록 형성될 수 있을 것이다.

[0067] 이때, 확장 모드 생성부(400)는 다양한 구조로 설계될 수 있는데, 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향의 일측의 상부에 형성된 금속판이 제1-1 금속판(411)이고, 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향의 일측의 하부에 형성된 금속판이 제1-2 금속판(412)이며, 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향의 타측의 상부에 형성된 금속판이 제2-1 금속판(421)이고, 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향의 타측의 하부에 형성된 금속판이 제2-2 금속판(422)이라고 할 때, 확장 모드 생성부(400)는 제1 타입 내지 제4 타입 중 하나의 타입의 구조로 형성될 수 있으며, 이에 대해 도 5a 내지 도 5d를 참조하여 설명하면 다음과 같다.

[0068] 구체적으로, 도 5a를 참조하면, 제1 타입은, 제1-1 금속판(411) 및 제2-1 금속판(421) 각각에 제1 형태의 복수의 금속 요철 각각이 가로 방향으로 기설정된 제1 간격을 유지하며 각각 형성되어 있는 구조일 수 있다. 즉, 제1 타입은 제2 구형 도파관(300)의 상부에 형성된 금속판에만 복수의 금속 요철이 추가로 형성되어 있는 구조일 수 있다. 여기서, 제1 형태는 사각막대 형태일 수 있고, 제1 형태인 각각의 금속 요철의 크기는 서로 동일할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아닐 것이다. 또한, 제1 형태의 금속 요철 각각은 서로 등간격을 유지한 채로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 서로 다른 간격을 가지도록 형성될 수도 있을 것이다. 참고로, 도 5a에는 제2 구형 도파관(300)의 상부에 형성된 금속판에 형성된 금속 요청의 개수가 3개인 것으로 나타나 있으나, 이는 설계에 따라 달라질 수 있을 것이다.

[0069] 또한, 도 5b를 참조하면, 제2 타입은, 제1-1 금속판(411), 제1-2 금속판(412), 제2-1 금속판(421) 및 제2-2 금속판(422) 각각에 제2 형태의 복수의 금속 요철 각각이 가로 방향으로 기설정된 제2 간격을 유지하며 각각 형성되어 있는 구조일 수 있다. 즉, 제2 타입은 제2 구형 도파관(300)의 상부 및 하부에 형성된 금속판 모두에 금속 요철이 추가로 형성되어 있는 구조일 수 있다. 여기서, 제2 형태는 사각막대 형태일 수 있고, 제2 형태인 각각의 금속 요철의 크기는 서로 동일할 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아닐 것이다. 또한, 상부 금속판인 제1-1 금속판(411) 및 제2-1 금속판(421)에 형성된 제2 형태의 금속 요철의 개수와 하부 금속판인 제1-2 금속판(412) 및 제2-2 금속판(422)에 형성된 제2 형태의 금속 요철의 개수는 서로 동일할 수도 있고, 서로 다를 수도 있을 것이다. 또한, 상부 금속판인 제1-1 금속판(411) 및 제2-1 금속판(421)에 형성된 제2 형태의 금속 요철과 하부 금속판인 제1-2 금속판(412) 및 제2-2 금속판(422)에 형성된 제2 형태의 금속 요철은 서로 대칭이 되도록 형성될 수도 있고, 서로 대칭이 되지 않은 채로 형성될 수도 있을 것이다. 또한, 제2 형태의 금속 요철 각각은 서로 등간격을 유지한 채로 형성될 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니며, 서로 다른 간격을 가지도록 형성될 수도 있을 것이다. 참고로, 도 5b에는 각각의 금속판에 형성된 금속 요청의 개수가 3개인 것으로 나타나 있으나, 이는 설계에 따라 달라질 수 있을 것이다.

[0070] 또한, 도 5c를 참조하면, 제3 타입은, 제1-1 금속판(411) 및 제2-1 금속판(421) 각각의 중심부에 제3 형태의 금속 요철이 각각 형성되어 있는 구조일 수 있다. 즉, 제3 타입은 제2 구형 도파관(300)의 상부에 형성된 금속판의 중심부에만 하나의 금속 요철이 추가로 형성되어 있는 구조일 수 있다. 여기서, 제3 형태는 상기 제1 형태보다 크기가 더 큰 육면체 형태일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아닐 것이다.

[0071] 또한, 도 5d를 참조하면, 제4 타입은, 제1-1 금속판(411)과 제1-2 금속판(412) 간의 간격이 제2 구형 도파관(300)의 일측의 방향으로 갈수록 단계적으로 축소되고, 제2-1 금속판(421)과 제2-2 금속판(422) 간의 간격이 제2 구형 도파관(300)의 타측의 방향으로 갈수록 단계적으로 축소되는 구조일 수 있다. 즉, 제4 타입은 제2 구형 도파관(300)의 양측 방향을 갈수록 상부 금속판과 하부 금속판 간의 간격인 제2 구형 도파관(300)의 높이가 낮아지는 구조일 수 있다. 참고로, 도 5d에는 축소되는 단계의 개수는 2개인 것으로 나타나 있으나, 이는 설계에

따라 달라질 수 있을 것이다.

[0072] 참고로, 도 5a 내지 도 5c에 나타나 있는 것과 같이, 금속 요철의 가로 길이는 금속판의 가로 길이와 동일하게 형성될 수 있을 것이나, 이에 한정되는 것은 아닐 것이다.

[0073] 이처럼, 금속판에 추가로 형성된 금속 요철(500)은 제2 구형 도파관(300)의 양측에 형성된 금속판으로 인해 발생하는 전자기파의 위상 속도의 차이를 해결할 수 있다. 구체적으로, 제2 구형 도파관(300)의 양측에 형성된 금속판으로 인하여 제2 구형 도파관(300)의 중앙 부분에서의 전자기파의 위상 속도보다 제2 구형 도파관(300)의 양측 부분에서의 전자기파의 위상 속도가 빨라질 수 있다는 문제점이 발생할 수 있다. 따라서, 이와 같은 문제점을 해결하기 위해 금속판에 slow-wave 특성을 나타내는 금속 요철(500)을 적절히 형성하여 제2 구형 도파관(300)의 양측 부분에서 전자기파가 이동하는 거리를 증가시킴으로써, 중앙 부분에서의 전자기파의 위상 속도와 양측 부분에서의 전자기파의 위상 속도가 동일하도록 하여 각각의 다이폴 트랜지션으로 동일한 위상 신호가 전달될 수 있도록 할 수 있을 것이다. 참고로, 상기에서 설명한 금속 요철의 구조 외에도 Slow-wave 특성을 갖는 여러 구조가 적용될 수도 있을 것이다.

[0074] 한편, 도 6a 및 도 6b를 참조하면, 도 6a는 본 발명의 일 실시예에 따른 제2 구형 도파관(300)의 가로 길이가 제1 구형 도파관(100)의 가로 길이의 3배이고, 도파관 확장부(200)는 계단형 구조이며, 도파관 확장부(200) 내부에 원기둥형의 금속 기둥(210)이 형성되어 있고, 확장 모드 생성부(400)가 제1 타입으로 형성되어 있는 H-평면 확장 구형 도파관 내에 형성된 전기장(E-field)의 분포도를 나타난 도면이고, 도 6b는 제2 구형 도파관(300)을 통해 출력되는 부분에서의 전기장(E-field)의 세기를 제2 구형 도파관(300)의 가로 방향에 대해 나타낸 그래프이다. 도 6a 및 도 6b에 나타나 있는 것과 같이, 본 발명인 H-평면 확장 구형 도파관은, 제2 구형 도파관(300)의 H-평면의 길이가 확장되었음에도 불구하고, 확장 모드 생성부(400)를 통해 제2 구형 도파관(300)을 높이를 낮추고 금속 요철을 추가로 형성함으로써, 제1 구형 도파관(100) 내에서 전자기파가 TE10 모드로 형성되는 것과 마찬가지로 제2 구형 도파관(300) 내에서도 전자기파가 균일한 TE10 모드로 형성되고, 제2 구형 도파관(300)의 H-평면에서 비교적 균일한 전자기파 세기가 측정됨을 알 수 있다.

[0075] 한편, 도 7은, 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관의 Ka-대역(26.5 ~ 40.0 GHz)에서의 반사 손실(return loss)을 나타내는 S11 및 삽입 손실(insertion loss)을 나타내는 S21을 도시한 것으로, 34.0 GHz에서 반사 손실은 24.6 dB이고, 삽입 손실은 0.2 dB이며, 10 dB 대역폭은 10.3 GHz(29.7 ~ 40.0 GHz)로 우수한 성능을 보여주고 있음을 알 수 있다.

[0076] 한편, 도 8은, 본 발명의 일 실시예에 따른 도파관 확장부(200) 내부에 원기둥형의 금속 기둥(210)의 존재 유무에 따른 고차모드(TE30)의 삽입 손실을 나타낸 그래프를 도시한 것으로, 금속 기둥(210)이 있을 때가 금속 기둥(210)이 없을 때보다 고차 모드의 영향이 적음을 알 수 있다. 즉, 금속 기둥(210)은 도파관 확장부의 H-평면의 길이가 확장됨에 따라 발생하는 고차 모드의 영향을 최소화해 줌으로써 원하는 TE10 모드에 대한 손실 특성을 향상시킬 수 있을 것이다.

[0077] 한편, 도 9a는, 전력 결합을 위해 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관의 후단에 6개의 다이폴 트랜지션(PCB 기판)이 추가로 배치된 것을 도시한 것이고, 도 9b는 도 9a와 같이 구성된 H-평면 확장 구형 도파관 내에 형성된 전기장(E-field)의 분포도를 나타난 도면으로, 제2 구형 도파관(300) 내에서 전자기파가 균일한 TE10 모드로 형성되어 6개의 다이폴 트랜지션 각각에 균일한 전력, 즉 균일한 세기를 가지는 전자기파가 입력되고 있음을 알 수 있다.

[0078] 여기서, 다이폴 트랜지션은 전기장(E-field) 방향과 나란하게 위치되고, 제2 구형 도파관(300)에서 이동하는 전자기파(TE10 모드)를 캡처하여 다이폴 트랜지션에 포함되어 있는 마이크로스트립 라인의 기본 모드인 Quasi-TEM 모드로 변화해 주는 역할을 수행할 수 있다. 참고로, 도 9a 및 도 9b에서는 다이폴 트랜지션을 배치하였지만, 이에 한정되는 것은 아니며, 이외에도 다이폴 트랜지션과 비슷한 동작을 수행하는 antipodal fin-line 트랜지션과 같은 다양한 트랜지션이 적용될 수 있을 것이다.

[0079] 또한, 도 9c 및 도 9d는, 도 9a와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관의 후단에 6개의 다이폴 트랜지션을 추가로 배치하고, 이에 대한 시뮬레이션을 통해 획득한 Ka-대역(26.5 ~ 40.0 GHz)에서의 S-파라미터의 결과를 그래프로 도시한 것으로, 6개의 다이폴 트랜지션 각각에 균일한 전력, 즉 균일한 세기를 가지는 전자기파가 입력될 수 있도록 함으로써 다이폴 트랜지션 간의 불균형성을 크게 줄일 수 있음을 알 수 있다.

[0080] 한편, 도 10을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 H-평면 확장 구형 도파관이 전력 결합기에 적용될 때, H-

평면 확장 구형 도파관의 후단에 PCB 기판이 연결되고, PCB 기판을 기준으로 H-평면 확장 구형 도파관과 동일한 구조의 도파관이 PCB 기판의 후단에 대칭적으로 연결된 백투백 구조로 형성될 수 있을 것이다. 즉, 도 10과 같이, 전단에 위치한 H-평면 확장 구형 도파관(1010)에 포함된 제1 구형 도파관으로 입력된 신호는 PCB 기판(1020)에 위치한 전력 증폭기들에 의해 증폭되고 커플링된 후, 다시 후단에 위치한 H-평면 확장 구형 도파관(1030)에 포함된 제1 구형 도파관으로 출력되는 구조일 수 있다.

[0081] 이처럼, 본 발명인 H-평면 확장 구형 도파관은, 종래 기술들에서 발생하는 H-평면에서의 전기장(E-field)의 불균형으로 인한 시스템 성능 저하를 방지하고, 도파관의 H-평면의 길이가 확장됨에 따라 더 많은 전력 증폭기를 포함한 PCB 기판 배치할 수 있게 됨으로써 큰 출력의 전력 증폭 모듈을 구현할 수 있도록 하며, 주파수의 대역 증가로 인해 연결할 수 있는 트랜지션 및 전력 증폭기의 수가 줄어드는 문제를 해결함으로써 높은 주파수 대역에서도 고출력 전력을 얻을 수 있어 다양한 응용 분야에서 이용될 수 있도록 한 것이 특징입니다.

[0082] 이상에서 본 발명이 구체적인 구성요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나, 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명이 상기 실시예들에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형을 꾀할 수 있다.

[0083] 따라서, 본 발명의 사상은 상기 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하게 또는 등가적으로 변형된 모든 것들은 본 발명의 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

[0084] 100: 제1 구형 도파관

200: 도파관 확장부

210: 금속 기둥

300: 제2 구형 도파관

400: 확장 모드 생성부

410: 제1 금속판

411: 제1-1 금속판

412: 제1-2 금속판

420: 제2 금속판

421: 제2-1 금속판

422: 제2-2 금속판

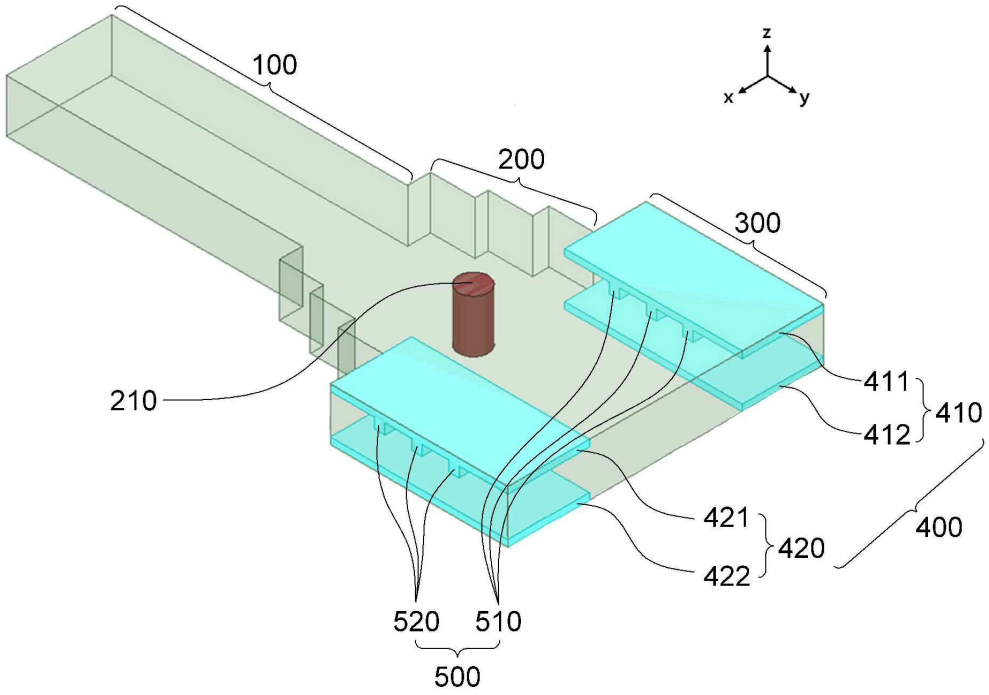
500: 금속 요철

510: 제1 금속 요철

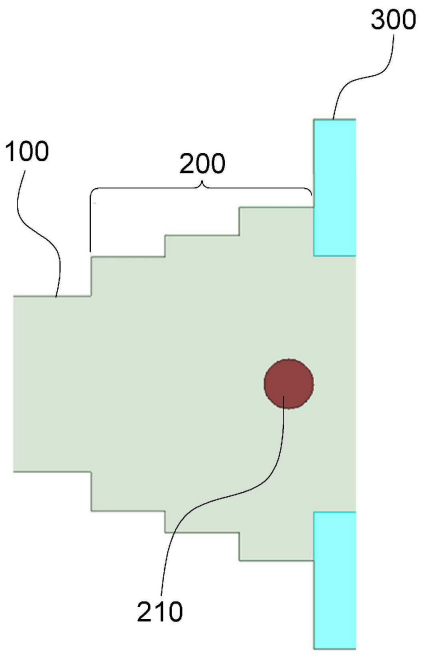
520: 제2 금속 요철

도면

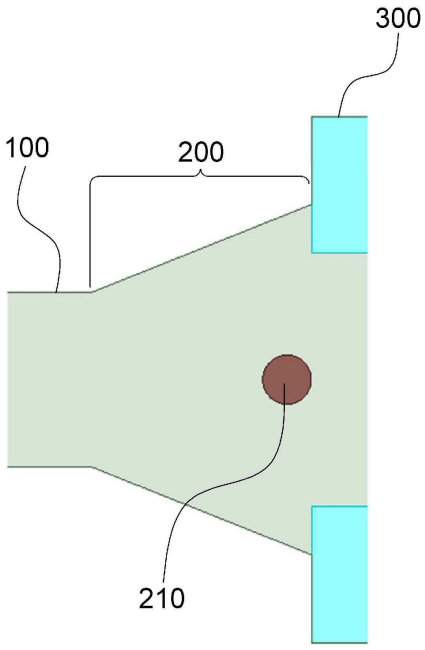
도면1


100
200
300
z
x
y
210
411
412
410
421
422
420
400
520
510
500

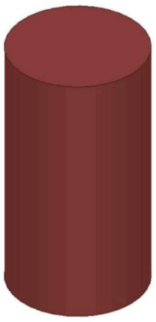
도면2a


300
100
200
210

도면2b



도면3a



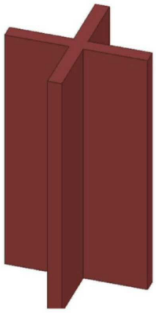
도면3b



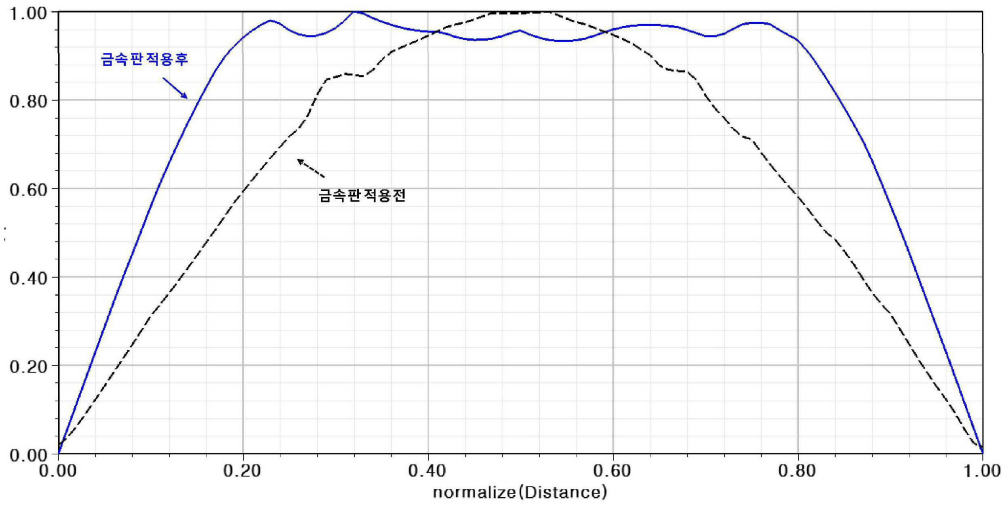
도면3c



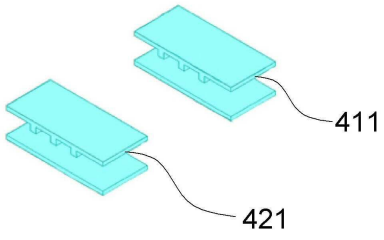
도면3d



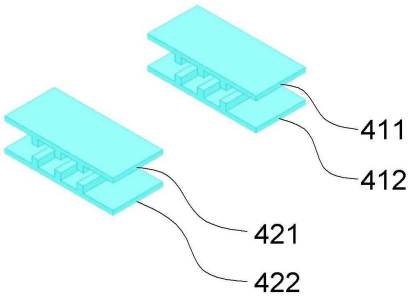
도면4



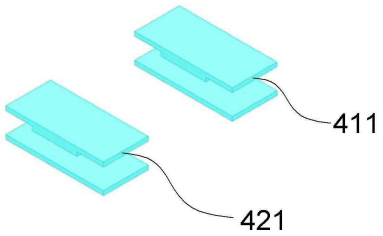
도면5a



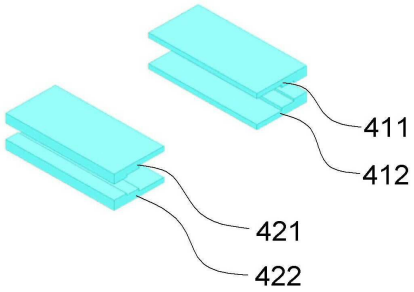
도면5b



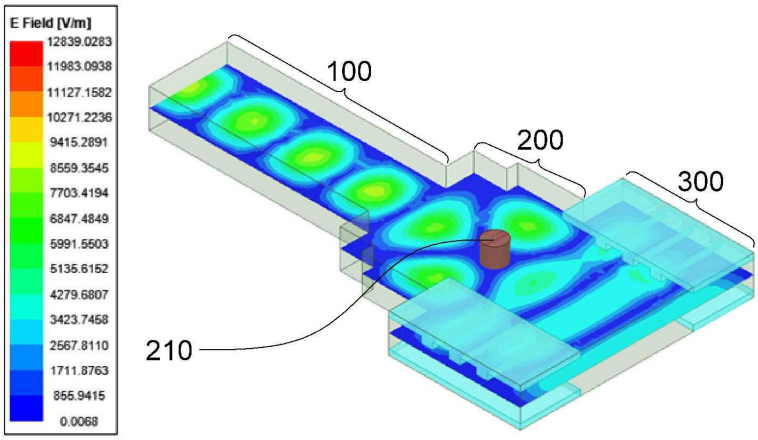
도면5c



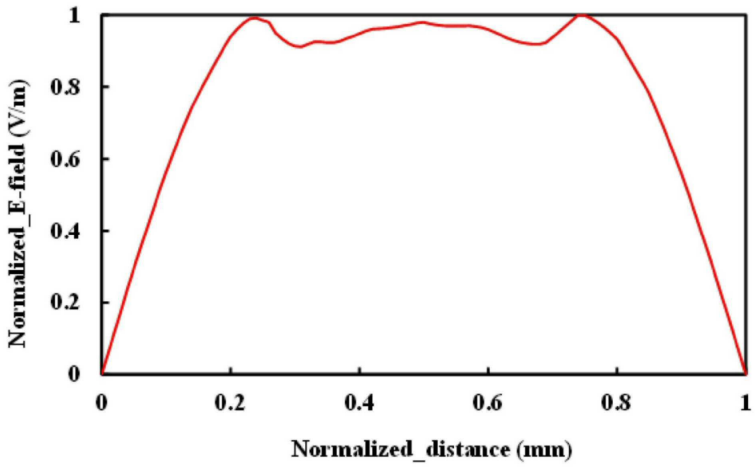
도면5d



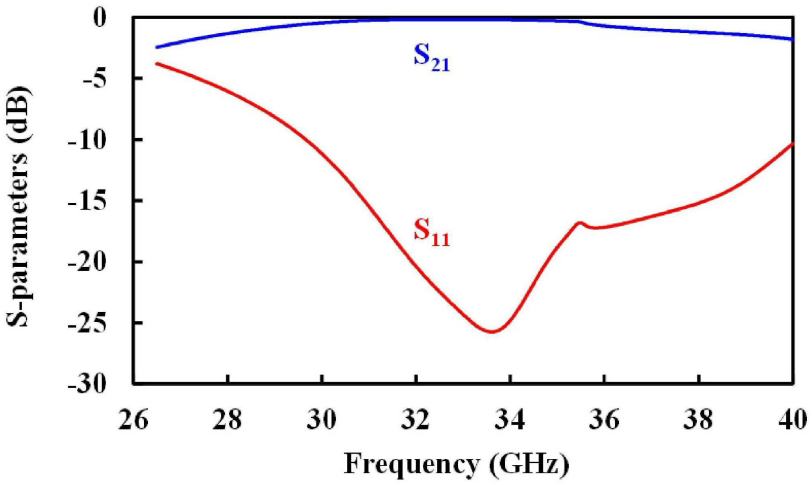
도면6a



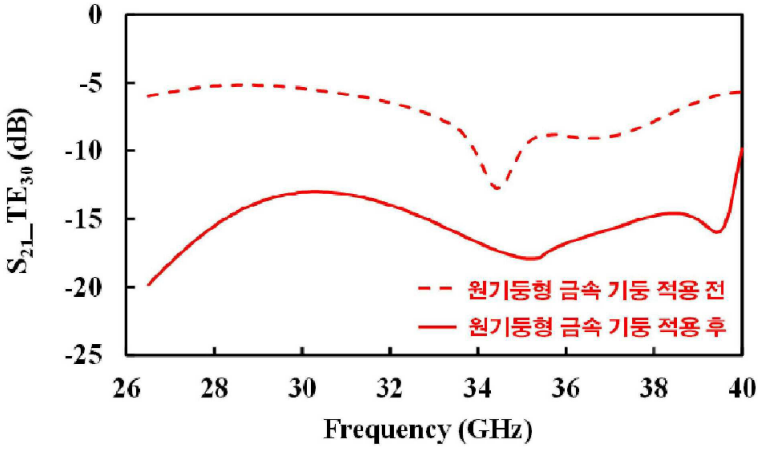
도면6b


Normalized_E-field (V/m)
Normalized_distance (mm)
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1

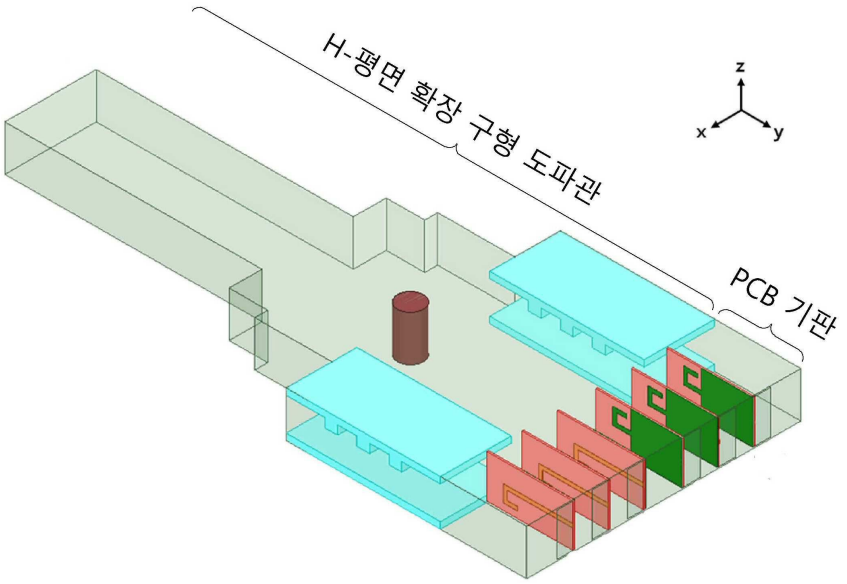
도면7


S-parameters (dB)
Frequency (GHz)
S21
S11
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
26
28
30
32
34
36
38
40

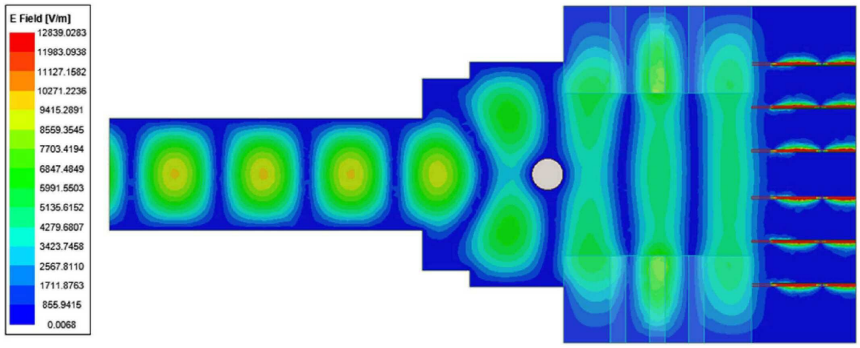
도면8


S21_TE30 (dB)
Frequency (GHz)
원기둥형 금속 기둥 적용 전
원기둥형 금속 기둥 적용 후
0
-5
-10
-15
-20
-25
26
28
30
32
34
36
38
40

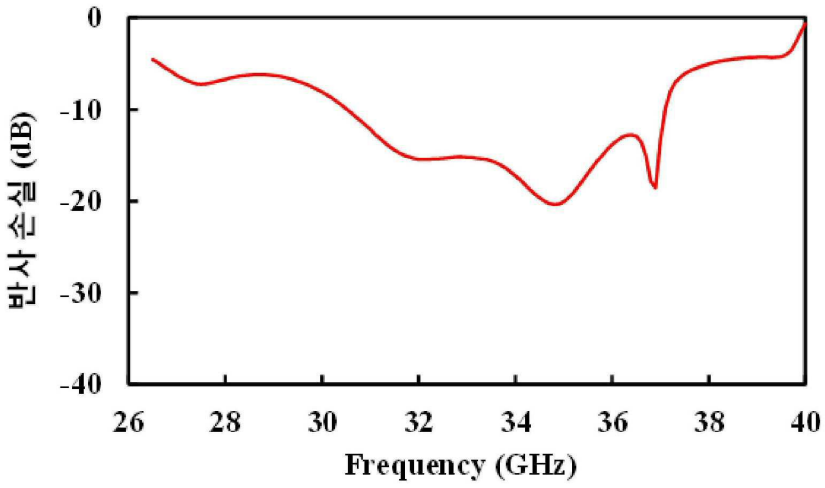
도면9a



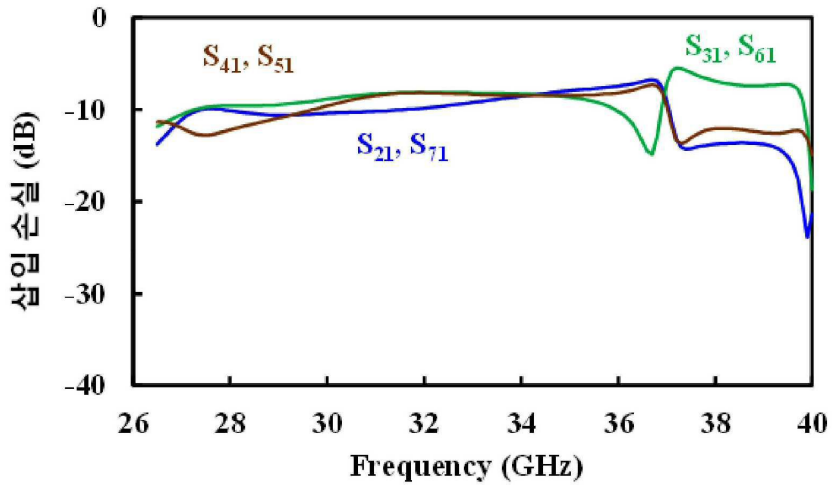
도면9b



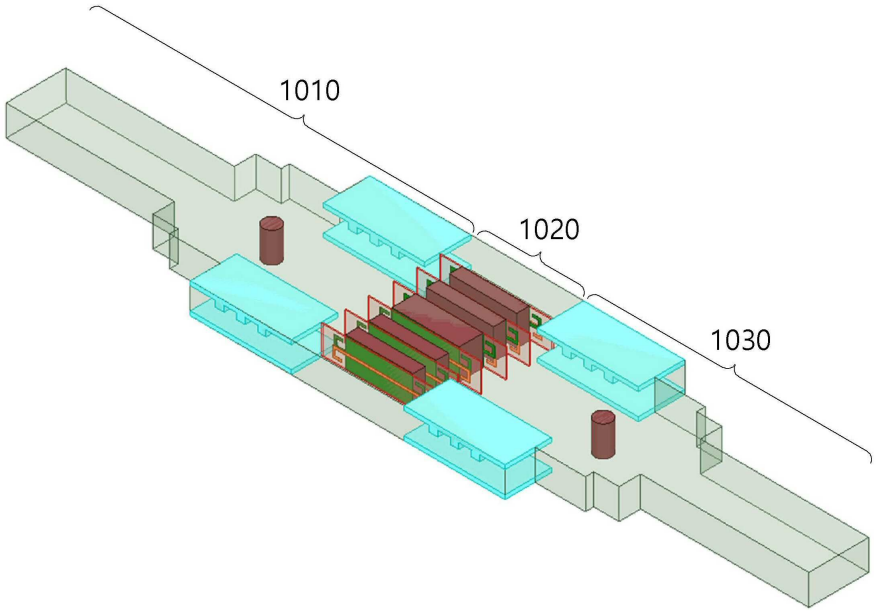
도면9c



도면9d


0
-10
-20
-30
-40
삽입 손실 (dB)
26
28
30
32
34
36
38
40
Frequency (GHz)
S41, S51
S31, S61
S21, S71

도면10


1010
1020
1030