



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0101078
(43) 공개일자 2023년07월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01Q 3/26 (2006.01) H01Q 1/38 (2015.01)
(52) CPC특허분류
H01Q 3/2694 (2013.01)
H01Q 1/38 (2018.05)
(21) 출원번호 10-2021-0190858
(22) 출원일자 2021년12월29일
심사청구일자 2021년12월29일

(71) 출원인
충남대학교산학협력단
대전광역시 유성구 대학로 99 (궁동, 충남대학교)
(72) 발명자
나준희
세종특별자치시 마음안1로 125 53호
김도원
대전광역시 유성구 노은로426번길 15 송림마을6단지아파트 603-202
(74) 대리인
이은철, 김재문

전체 청구항 수 : 총 4 항

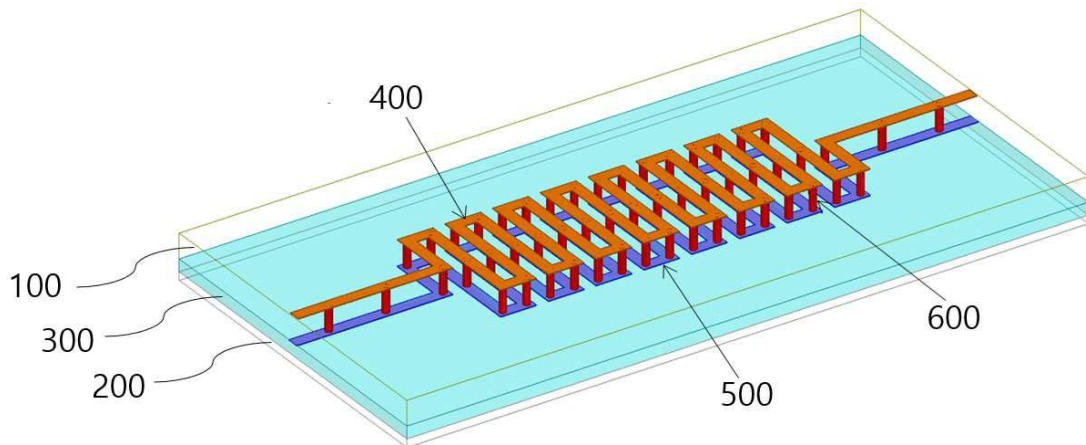
(54) 발명의 명칭 신호 손실 최소화를 위한 액정형 가변회로

(57) 요약

본 발명은, 서로 마주보며 이격되는 상부 유전체기판층 및 하부 유전체기판층; 상기 상부 유전체기판층과 하부 유전체기판층 사이에 배치되고, 전압에 따라 유전율이 변하는 가변특성을 가지는 액정유전체층; 상기 상부 유전체기판층에 배치되는 제 1 회로부; 상기 제 1 회로부와 서로 마주 보며 대칭되게 상기 하부 유전체기판층에 배치되는 제 2 회로부; 및 상기 제 1 회로부와 상기 제 2 회로부를 하나 이상의 금속비아로 연결하는 연결부;를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

대표도 - 도2

10



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711134558
과제번호	2021-0-00769-001
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	정보통신기획평가원
연구사업명	전과산업핵심기술개발R&D(R&D)
연구과제명	위성 통신을 위한 액정형 평면 안테나 기술개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	충남대학교산학협력단
연구기간	2021.04.01 ~ 2023.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

서로 마주보며 이격되는 상부 유전체기판층 및 하부 유전체기판층;

상기 상부 유전체기판층과 하부 유전체기판층 사이에 배치되고, 전압에 따라 유전율이 변하는 가변특성을 가지는 액정유전체층;

상기 상부 유전체기판층에 배치되는 제 1 회로부;

상기 제 1 회로부와 서로 마주 보며 대칭되게 상기 하부 유전체기판층에 배치되는 제 2 회로부; 및

상기 제 1 회로부와 상기 제 2 회로부를 하나 이상의 금속비아로 연결하는 연결부;를 포함하는 것을 특징으로 하는 액정형 가변회로.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 회로부는 상기 상부 유전체기판층의 아랫면에 배치되고, 상기 제 2 회로부는 상기 하부 유전체기판층 윗면에 배치되는 것을 특징으로 하는 액정형 가변회로.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 회로부 및 상기 제 2 회로부는,

meander line 구조인 것을 특징으로 하는 액정형 가변회로.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 연결부는,

금속비아가 2개 이상이면 금속비아 간의 간격이 $\lambda/4$ 보다 작은 것을 특징으로 하는 액정형 가변회로.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 액정의 유전율 이방성을 활용한 액정형 가변회로에 관한 것으로서, 액정의 유전율 변환율을 극대화하면서 전송되는 RF 신호의 손실을 최소화하기 위한 액정형 가변회로에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 다양한 응용 주파수대역을 동시에 커버하기 위한 주파수 선택적 안테나, 또는 위성통신/차세대 통신용 빔포밍 안테나 등의 가변소자로서 액정의 유전율 이방성을 활용하는 연구가 활발하게 진행되고 있다. 액정은 인가되는 전압에 의해 제어되는 액정분자의 분극이 움직임에 따라 유전율이 달라지는 특성, 즉 유전율 이방성을 가진다.

[0004] 액정을 가변소자에 적용하기 위해서는 액정의 상하부에 전극을 배치하고 바이어스 전압을 걸어주어야 하는데, 액정에 인가되는 전압의 세기에 따라 액정 유전율이 변하는 가변특성을 조절할 수 있다. 즉, 주요 회로가 구성되는 상부 pcb와 금속 접지면이 있는 하부 pcb를 일정한 간격을 두고 샌드위치 형태로 결합한 후 중간에 액정을 주입하게 되는데, 이때 회로가 구성되는 상하부 pcb 두께에 비교하여 가운데 액정 층이 차지하는 두께의 비율이 높을수록 회로의 가변율이 증가한다.

[0005] 도 1은 상부 pcb 윗면에 금속비아 transition을 삽입한 액정형 가변회로를 나타낸다. 도 1을 참조하면, 액정형 가변소자를 설계할 때는 회로의 가변율 증가를 위해 가변영역의 회로를 상부 pcb 윗면이 아닌, 액정이 바로 맞닿을 수 있는 아랫면에 배치시키는 것이 유리하다. 이때, 아랫면에 위치한 가변영역 회로와 윗면의 회로를 연결할 때 발생하는 mismatch loss를 최소화하기 위해서는 도 1과 같이 transition 구조가 반드시 필요하다. 또한, 이 구조를 사용하는 pcb의 유전율, 두께 등에 따라서 각각의 조건에 맞춰 최적화시키기 위한 추가적인 설계를 요구한다. 이 경우, 고주파 대역으로 올라갈수록 금속비아 연결 부분에서 발생하는 손실을 고려하여 더욱 세심한 설계가 필요하다.

[0006] 따라서, 추가적인 transition 회로의 설계의 번거로움 없이 가변율을 확보하면서 전송손실을 최소화할 수 있는 액정형 가변회로가 요구되고 있는 실정이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0008] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2020-0067602호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 액정의 유전율 변환율을 극대화하면서 전송되는 RF 신호의 손실을 최소화할 수 있는 액정형 가변회로를 제공하는 것을 일 목적으로 한다.

[0010] 또한, 본 발명은, 추가적인 transition 회로 없이 액정형 가변회로를 제공하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 상기 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 서로 마주보며 이격되는 상부 유전체기판층 및 하부 유전체기판층; 상기 상부 유전체기판층과 하부 유전체기판층 사이에 배치되고, 전압에 따라 유전율이 변하는 가변특성을 가지는 액정유전체층; 상기 상부 유전체기판층에 배치되는 제 1 회로부; 상기 제 1 회로부와 서로 마주 보며 대칭되게 상기 하부 유전체기판층에 배치되는 제 2 회로부; 및 상기 제 1 회로부와 상기 제 2 회로부를 하나 이상의 금속비아로 연결하는 연결부;를 포함하는 것을 일 특징으로 한다.

[0013] 바람직하게는, 상기 제 1 회로부는 상기 상부 유전체기판층의 아랫면에 배치되고, 상기 제 2 회로부는 상기 하부 유전체기판층 윗면에 배치될 수 있다.

[0014] 바람직하게는, 상기 제 1 회로부 및 상기 제 2 회로부는, meander line 구조일 수 있다.

[0015] 바람직하게는, 상기 연결부는, 금속비아가 2개 이상이면 금속비아 간의 간격이 $\lambda/4$ 보다 작은 것을 특징으로 하는 액정형 가변회로.

발명의 효과

[0017] 본 발명에 따르면, 제 1 회로부와 제 2 회로부를 대칭되게 배치하여 추가적인 transition 없이도 가변율을 확보하면서 전송손실을 최소화할 수 있다는 이점이 있다.

[0018] 또한 본 발명은, 연결부의 금속비아를 연결하는 공정은 pcb 제작 시 사용하는 공정방식을 그대로 사용할 수 있어, 제조 시간과 비용 등의 경제적 이점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 상부 pcb 윗면에 금속비아 transition을 삽입한 액정형 가변회로를 나타낸다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 액정형 가변회로의 구성도를 나타낸다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 mismatch loss에 대한 비교실험 데이터를 나타낸다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 insertion loss에 대한 비교실험 데이터를 나타낸다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 이하, 첨부된 도면들에 기재된 내용들을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다. 다만, 본 발명이 예시적 실시 예들에 의해 제한되거나 한정되는 것은 아니다. 각 도면에 제시된 동일 참조부호는 실질적으로 동일한 기능을 수행하는 부재를 나타낸다.

[0022] 본 발명의 목적 및 효과는 하기의 설명에 의해서 자연스럽게 이해되거나 보다 분명해 질 수 있으며, 하기의 기재만으로 본 발명의 목적 및 효과가 제한되는 것은 아니다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이, 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략하기로 한다.

[0023] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 액정형 가변회로(10)의 구성도를 나타낸다. 도 2를 참조하면, 액정형 가변회로(10)는 상부 유전체기판층(100), 하부 유전체기판층(200), 액정유전체층(300), 제 1 회로부(400), 제 2 회로부(500), 및 연결부(600)를 포함할 수 있다.

[0024] 액정형 가변회로(10)는 액정의 유전율 이방성을 활용한 주파수 가변용 회로일 수 있다. 액정형 가변회로(10)는 액정의 유전율 변환율을 극대화하면서 전송되는 RF 신호의 손실을 최소화할 수 있다. 액정형 가변회로(10)는 meander line phase shifter일 수 있다.

[0025] 액정형 가변회로(10)는 상부 유전체기판층(100)과 하부 유전체기판층(200)에 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)가 각각 배치될 수 있다. 액정형 가변회로(10)는 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)가 금속비아로 연결될 수 있다.

[0026] 액정형 가변회로(10)는 상부 유전체기판층(100)과 하부 유전체기판층(200)에 배치되는 회로부는 동일한 패턴으로 형성되므로 사용하는 유전체기판층의 종류에 따라 추가적인 transition 없이도 가변율을 확보할 수 있다. 또한, 액정형 가변회로(10)는 금속비아를 통해 기관의 유전손실뿐만 아니라 금속에 의한 손실도 감소시키면서 가변회로의 특성은 저하시키지 않을 수 있다. 액정형 가변회로(10)는 보다 간단하고 신뢰성 있게 구현될 수 있다.

[0027] 액정형 가변회로(10)는 주파수 선택적 안테나 및 빔포밍 안테나의 phase shifter 등에 활용될 수 있다. 액정형 가변회로(10)는 전송손실을 감소시키므로 안테나의 이득 향상에 기여할 수 있다.

[0028] 액정형 가변회로(10)는 메인회로의 패턴을 그대로 활용함으로써 추가로 transition 구조를 설계할 필요가 없다. 이로 인해, 액정형 가변회로(10)는 transition 부근에서 발생하는 원치 않는 전파손실을 감소시킬 수 있다. 또한, 액정형 가변회로(10)는 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)를 동시에 전송선으로 활용하므로 mm-wave 대역에서 금속에 의한 전파손실을 감소시킬 수 있다.

[0029] 상부 유전체기판층(100)은 하부 유전체기판층(200)과 서로 마주보며 이격될 수 있다. 상부 유전체기판층(100)은 하부에 제 1 회로부(400)가 위치할 수 있다. 상부 유전체기판층(100)은 하부에 액정유전체층(300)이 위치할 수 있다.

[0030] 상부 유전체기판층(100)은 pcb(Printed Circuit Board, 인쇄회로기판)일 수 있다. 상부 유전체기판층(100)은 하부에 제 1 회로부(400)가 인쇄될 수 있다. 상부 유전체기판층(100)은 FR-4와 같은 절연물질로 이루어질 수 있다.

[0031] 하부 유전체기판층(200)은 상부 유전체기판층(100)과 서로 마주보며 이격될 수 있다. 하부 유전체기판층(200)은

상부에 제 2 회로부(500)가 위치할 수 있다. 하부 유전체기판층(200)은 상부에 액정유전체층(300)이 위치할 수 있다.

[0032] 하부 유전체기판층(200)은 pcb(Printed Circuit Board, 인쇄회로기판)일 수 있다. 하부 유전체기판층(200)은 상부에 제 2 회로부(500)가 인쇄될 수 있다. 하부 유전체기판층(200)은 FR-4와 같은 절연물질로 이루어질 수 있다.

[0033] 액정유전체층(300)은 상부 유전체기판층(100)과 하부 유전체기판층(200) 사이에 배치되고, 전압에 따라 유전율이 변하는 가변특성을 가질 수 있다. 액정유전체층(300)은 상하부에 제 1 회로부(400) 및 제 2 회로부(500)가 위치할 수 있다. 액정유전체층(300)은 인가되는 전압의 세기에 따라 액정 유전율이 변하는 가변특성이 조절될 수 있다. 액정유전체층(300)은 상부 유전체기판층(100)과 하부 유전체기판층(200)을 일정한 간격을 둔 샌드위치 형태로 결합한 상태에서 중간에 액정을 주입하는 방식으로 제조될 수 있다.

[0034] 액정유전체층(300)은 상부 유전체기판층(100)과 하부 유전체기판층(200)의 두께보다 차지하는 두께의 비율이 높을수록 회로의 가변율을 높일 수 있다. 따라서, 제 1 회로부(400)는 상부 유전체기판층(100)의 하부에 위치하는 것이 유리할 수 있다. 또한, 제 2 회로부(500)는 하부 유전체기판층(200)의 상부에 위치하는 것이 유리할 수 있다.

[0035] 도 1에서 알 수 있듯이, 기존의 액정형 가변회로는 하부 유전체기판층에 배치된 가변영역 회로와 상부 유전체기판층에 배치된 회로를 연결할 때 발생하는 mismatch loss를 최소화하기 위해서 transition 구조(3)가 반드시 필요하다. transition 구조(3)는 유전체기판층의 유전율, 두께 등에 따라 각각의 조건에 맞춰 최적화시키기 위한 추가적인 설계가 요구될 수 있다. 또한, 고주파 대역으로 올라갈수록 금속비아 연결부분에서 발생하는 손실을 고려하면 세심한 설계가 요구된다. 이로 인해, 설계 및 제작에 비용, 소요시간 및 난이도가 증가하는 문제가 발생할 수 있다.

[0036] 본 발명에서는 위와 같은 문제를 해결하기 위해 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)를 대칭되도록 동일한 패턴으로 설계되었다. 이하, 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)의 자세한 구조를 설명한다.

[0037] 제 1 회로부(400)는 상부 유전체기판층(100)에 배치될 수 있다. 구체적으로 제 1 회로부(400)는 상부 유전체기판층(100)의 아랫면에 배치될 수 있다. 제 1 회로부(400)는 액정유전체층(300)과 맞닿을 수 있다. 제 1 회로부(400)는 이와 같은 배치로 액정유전체층(300)의 두께의 비율을 높이는 효과를 주어 회로의 가변율을 높일 수 있다. 제 1 회로부(400)는 전송선로(transmission line) 또는 신호배선(signal line)일 수 있다. 제 1 회로부(400)는 외부시스템에 연결되어 전기신호를 공급받을 수 있다.

[0038] 제 1 회로부(400)는 meander line 구조일 수 있다. 이는 일 실시예일 뿐, 제 1 회로부(400)는 액정형 가변회로(10)를 구성할 수 있는 어떠한 형태의 구조도 적용될 수 있다.

[0039] 제 2 회로부(500)는 제 1 회로부(400)와 서로 마주 보며 대칭되게 하부 유전체기판층(200)에 배치될 수 있다. 구체적으로 제 2 회로부(500)는 하부 유전체기판층(200)의 윗면에 배치될 수 있다. 제 2 회로부(500)는 액정유전체층(300)과 맞닿을 수 있다. 제 2 회로부(500)는 이와 같은 배치는 액정유전체층(300)의 두께의 비율을 높이는 효과를 주어 회로의 가변율을 높일 수 있다. 제 2 회로부(500)는 전송선로(transmission line) 또는 신호배선(signal line)일 수 있다. 제 2 회로부(500)는 외부시스템에 연결되어 전기신호를 공급받을 수 있다.

[0040] 제 2 회로부(500)는 meander line 구조일 수 있다. 이는 일 실시예일 뿐, 제 2 회로부(500)는 액정형 가변회로(10)를 구성할 수 있는 어떠한 형태의 구조도 적용될 수 있다.

[0041] 제 2 회로부(500)는 제 1 회로부(400)와 동일한 패턴의 회로로 형성될 수 있다. 제 2 회로부(500)는 연결부(600)에 의해 제 1 회로부(400)와 연결될 수 있다. 이와 같이, 액정형 가변회로(10)는 제 2 회로부(500)와 제 1 회로부(400)가 동일한 패턴으로 형성되기 때문에 유전체기판층의 종류에 따라 transition 구조(3)를 다시 설계하지 않아도 된다. 제 2 회로부(500)는 제작 시 제 1 회로부(400)를 그대로 복사하면 되므로 제작 시간 및 비용 측면에서 이점이 있다.

[0042] 연결부(600)는 제 1 회로부(400)와 상기 제 2 회로부(500)를 하나 이상의 금속비아로 연결할 수 있다. 연결부(600)는 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)를 금속비아로 연결하여 전송선로의 금속 두께를 두껍게 하는 효과를 발생시킬 수 있다. 연결부(600)는 전송선로의 금속 두께를 두껍게 하는 효과로 초고주파 영역에서의 금속에 의한 손실을 감소시킬 수 있다.

[0043] 연결부(600)의 금속비아는 일반 pcb 제작 시에 사용하는 공정방식으로 제작될 수 있으므로 개수나 간격을 변경

하는 것에 대한 어려움이 없다. 즉, 기존의 공정으로도 본 발명인 액정형 가변회로(10)를 제작할 수 있으므로 비용 및 제작난이도 측면에서 이점이 있다.

[0044] 연결부(600)는 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)가 동일한 전송선로로 인식되도록 금속비아의 간격이 설정될 수 있다. 연결부(600)는 사용하는 주파수에 따라 금속비아가 특정 간격으로 배치되어 한 면에만 회로가 있는 것과 동일한 전송특성을 확보할 수 있다.

[0045] 연결부(600)는 금속비아가 2개 이상이면 금속비아 간의 간격이 $\lambda/4$ 보다 작을 수 있다. 연결부(600)는 금속비아가 반드시 주기적인 간격으로 배치될 필요가 없다. 연결부(600)는 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)가 동일한 전송선로로 인식되도록 금속비아 간의 간격이 동작주파수 파장의 1/4을 넘지 않게 구성될 수 있다. 연결부(600)는 제 1 회로부(400)와 제 2 회로부(500)가 동시에 전송선으로 활용되게 하여 mm-wave 대역에서 금속에 의한 전파손실을 감소시킬 수 있다.

[0046] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 mismatch loss에 대한 비교실험 데이터를 나타낸다. 도 3을 참조하면, 액정형 가변회로(10)의 효과를 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있다. reference라고 표시한 그래프는 phase shifter 회로가 상부 유전체기판층(100)의 아랫면에만 위치하고 있을 때의 결과이다. transition이라고 표시한 그래프는 윗면에 transition을 추가 설계했을 때의 결과이다. proposed로 표시한 그래프는 본 제안한 구조를 적용했을 때의 결과이다.

[0047] transition을 사용한 경우 여러번의 tuning 작업에도 불구하고 mismatch loss가 reference회로에 비해 평균 10dB 정도 증가한 것을 볼 수 있다. 이에 반해, proposed 구조를 적용하면 추가적인 tuning 작업 없이, mismatch loss가 증가하지 않는 것을 볼 수 있다.

[0048] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 insertion loss에 대한 비교실험 데이터를 나타낸다. 도 4를 참조하면, 액정형 가변회로(10)의 효과를 시뮬레이션을 통해 확인할 수 있다. reference라고 표시한 그래프는 phase shifter 회로가 상부 유전체기판층(100)의 아랫면에만 위치하고 있을 때의 결과이다. transition이라고 표시한 그래프는 윗면에 transition을 추가 설계했을 때의 결과이다. proposed로 표시한 그래프는 본 제안한 구조를 적용했을 때의 결과이다. proposed 구조를 적용하면 추가적인 tuning 작업 없이, insertion loss는 reference 회로와 비슷하게 유지되는 것을 알 수 있다.

[0049] 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명을 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리 범위는 설명한 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 특허청구범위와 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태에 의하여 정해져야 한다.

부호의 설명

[0051] 3 : transition 구조

10 : 액정형 가변회로

100 : 상부 유전체기판층

200 : 하부 유전체기판층

300 : 액정유전체층

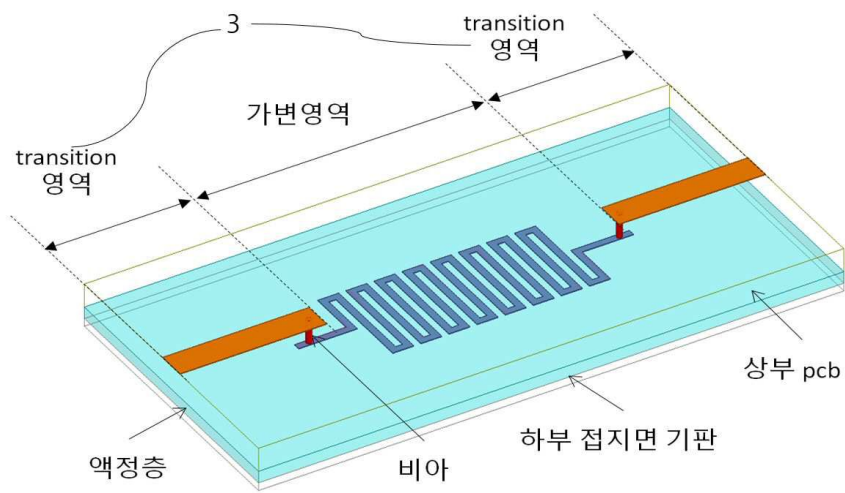
400 : 제 1 회로부

500 : 제 2 회로부

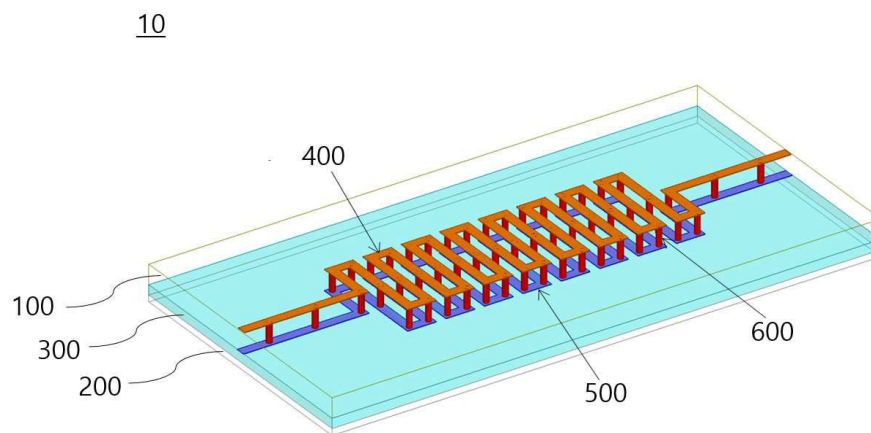
600 : 연결부

도면

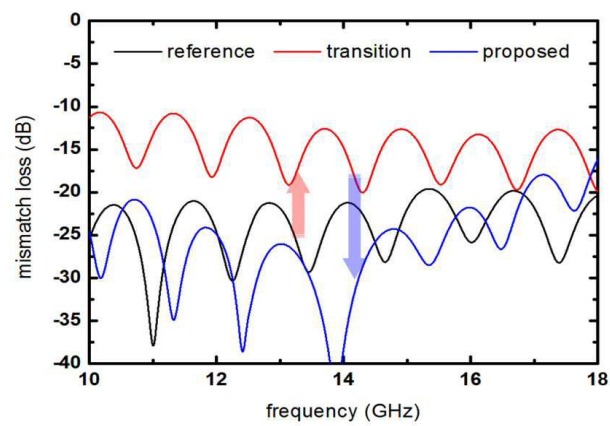
도면1



도면2



도면3



도면4

