



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0051208
(43) 공개일자 2019년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 1/18 (2006.01) H01P 3/08 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01P 1/184 (2013.01)
H01P 3/08 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2017-0146594
(22) 출원일자 2017년11월06일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
엘지디스플레이 주식회사
서울특별시 영등포구 여의대로 128(여의도동)
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
민병욱
서울특별시 종로구 통일로18길 9, 101동 1003호(무악동, 인왕산아이파크아파트)
김훈배
경기도 파주시 월롱면 엘지로 245
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

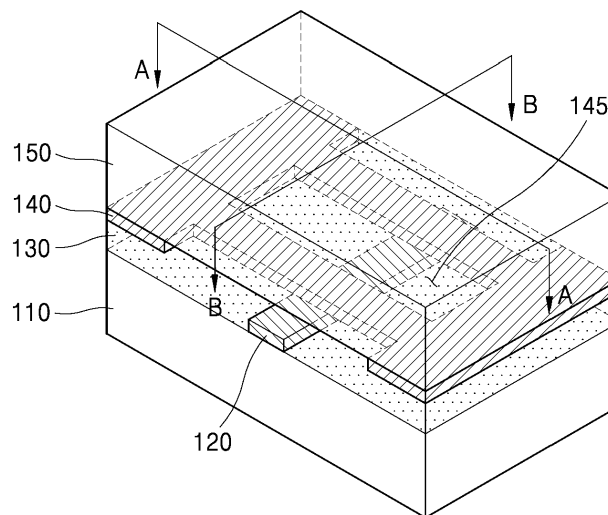
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 DGS를 포함하는 위상 천이기 및 이를 포함하는 전파 통신 모듈

(57) 요약

본 발명은 DGS를 포함하는 위상 천이기 및 이를 포함하는 전파 통신 모듈에 관한 것이다. 상기 위상 천이기는, 제1 기판, 상기 제1 기판 상에 제1 방향으로 연장되도록 형성되는 마이크로스트립, 상기 마이크로스트립의 상면에 이격되어 배치되며, 결합 패턴이 형성되어 결합접지구조(DGS)를 갖는 접지층, 상기 접지층 상에 배치되는 제2 기판, 및 상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이의 공간에 배치되는 액정층을 포함하되, 상기 접지층과 상기 마이크로스트립 사이에는 직류 전압이 인가된다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

김성은

서울특별시 중랑구 중랑천로8길 16, 101호(면목동)

문정민

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

최수석

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

유성필

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

정지환

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

장기석

경기도 파주시 월롱면 엘지로 245

명세서

청구범위

청구항 1

제1 기관;

상기 제1 기관 상에 제1 방향으로 연장되도록 형성되는 마이크로스트립;

상기 마이크로스트립의 상면 상에 이격되어 배치되며, 결함 패턴이 형성되어 결함접지구조(DGS)를 갖는 접지층;

상기 접지층 상에 배치되는 제2 기관; 및

상기 제1 기관과 상기 제2 기관 사이의 공간에 배치되는 액정층을 포함하되,

상기 접지층과 상기 마이크로스트립 사이에는 직류 전압이 인가되는

위상 천이기.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 액정층은, 상기 접지층과 상기 마이크로스트립 사이에 인가되는 상기 직류 전압의 크기에 따라 유전율이 변경되는 액정(liquid crystal) 물질을 포함하는

위상 천이기.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 결함접지구조는, 상기 마이크로스트립과 오버랩되는 영역 중 일부가 식각된 하나 이상의 개구부를 포함하는

위상 천이기.

청구항 4

제3 항에 있어서,

상기 마이크로스트립은, 상기 개구부의 중앙에 위치하는

위상 천이기.

청구항 5

제3 항에 있어서,

상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 측정한 상기 개구부의 너비는, 상기 제2 방향으로 측정한 상기 마이크로스트립의 너비보다 크게 형성되는

위상 천이기.

청구항 6

제3 항에 있어서,
상기 하나 이상의 개구부는, 상기 접지층 내에 일정 간격으로 형성되는
위상 천이기.

청구항 7

제1 항에 있어서,
상기 제1 기판 및 상기 제2 기판은, 유리 기판을 포함하는
위상 천이기.

청구항 8

제1 항에 있어서,
상기 접지층은, 구리를 포함하는 금속 물질로 구성되는
위상 천이기.

청구항 9

전파를 송수신하는 안테나;
상기 안테나에 교류 전압의 전송 신호를 전달하되, 상기 전송 신호의 위상을 변경하는 위상 천이기; 및
상기 위상 천이기에 인가되는 직류 전압의 크기를 조절하는 전압 제어기를 포함하되,
상기 위상 천이기는,
제1 기판 상에 제1 방향으로 연장되도록 형성되는 마이크로스트립과,
상기 마이크로스트립의 상면 상에 이격되어 배치되고 결함접지구조(DGS)를 갖는 접지층과,
상기 접지층 상에 배치되는 제2 기판과,
상기 제1 기판과 상기 제2 기판 사이의 공간에 배치되는 액정층을 포함하되,
상기 전압 제어기는, 상기 마이크로스트립과 상기 접지층 사이에 상기 직류 전압을 인가하는
전파 통신 모듈.

청구항 10

제9 항에 있어서,
직류 전압 성분을 제거하는 DC 블록커로부터 수신한 전송 신호를, 복수의 상기 위상 천이기에 분배하는 전력 분
배기를 더 포함하는
전파 통신 모듈.

청구항 11

제9 항에 있어서,

상기 액정층은, 상기 접지층과 상기 마이크로스트립 사이에 인가되는 상기 직류 전압의 크기에 따라 유전율이 변하는 물질을 포함하는

전파 통신 모듈.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 DGS를 포함하는 위상 천이기 및 이를 포함하는 전파 통신 모듈에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] RF(Radio Frequency) 대역, 마이크로파 대역, 밀리미터파 대역의 무선통신용 회로나 부품을 구현하기 위한 전송선로 구조로는 대표적으로 마이크로스트립 전송선로가 널리 사용되고 있다. 마이크로스트립 전송선로는 일반적으로 평면형 구조로 인쇄회로기판(Printed Circuit Board, PCB) 상에 제작되고, 그 접지면에는 결함접지구조(Defected Ground Structure, DGS)가 식각되어 구현되어 있는 것이 일반적이다.

[0004] 종래 기술에서 결함접지구조(DGS)를 전송선로에 삽입하면 마이크로스트립 전송선로의 길이를 줄일 수 있으며, 이를 응용하여 무선회로의 길이를 줄일 수 있다. 다만, 마이크로스트립 전송선로의 접지면에 결함접지구조(DGS)를 삽입하더라도 원하는 전기적 성능을 유지하면서 마이크로스트립 전송선로의 길이를 줄이는 데에는 한계가 있다.

[0005] 또한, 종래 기술에서 유전체의 유전율이 인가전압에 따라 가변되는 특성을 이용하여 전송선로의 위상을 변경하는 위상 천이기가 이용되었다. 위상 천이기는 상부 전극과 하부 전극 사이에 유전체를 구비하며, 상부 전극과 하부 전극에 인가되는 전압을 통해 유전체의 유전율을 조절함으로써, 전송선로의 위상을 변경한다. 종래의 위상 천이기는 상부 전극과 하부 전극에 인가되는 전압을 증가시키는 경우, 유전체의 상대 유전율이 감소되고 이를 통해 전파 상수가 감소됨으로써, 전송 선로의 위상이 조절되는 방식을 이용하였다.

[0006] 다만, 종래의 위상 천이기의 경우, 상대적으로 큰 유전체의 두께를 가지며, 삽입 손실이 크게 발생하여 약 360도의 위상 변화를 위해서는 높은 전압을 인가해야 하는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 얇은 두께의 액정층을 이용함으로써 상대적으로 작은 인가 전압을 통해 전송선로의 위상을 충분히 변화시킬 수 있는 위상 천이기와 이를 포함하는 전파 통신 모듈을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0009] 본 발명은 위상 천이기가 넓은 대역폭을 가짐으로써, 통신 모듈의 전체 대역폭이 위상 천이기에 의해 제한되지 않도록 하는 전파 통신 모듈을 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0010] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타난 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기에 대한 일 면(aspect)은, 제1 기판, 상기 제1 기판 상에 제1 방향으로 연장되도록 형성되는 마이크로스트립, 상기 마이크로스트립의 상면 상에 이격되어 배치되며, 결함 패턴이 형성되어 결함접지구조(DGS)를 갖는 접지층, 상기 접지층 상에 배치되는 제2 기판, 및 상기 제1 기판과 상기 제2 기

판 사이의 공간에 배치되는 액정층을 포함하되, 상기 접지층과 상기 마이크로스트립 사이에는 직류 전압이 인가된다.

- [0013] 또한, 상기 액정층은, 상기 접지층과 상기 마이크로스트립 사이에 인가되는 상기 직류 전압의 크기에 따라 유전율이 변경되는 액정(liquid crystal) 물질을 포함할 수 있다.
- [0014] 또한, 상기 결합접지구조는, 상기 마이크로스트립과 오버랩되는 영역 중 일부가 식각된 하나 이상의 개구부를 포함할 수 있다.
- [0015] 또한, 상기 마이크로스트립은, 상기 개구부의 중앙에 위치할 수 있다.
- [0016] 또한, 상기 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 측정된 상기 개구부의 너비는, 상기 제2 방향으로 측정된 상기 마이크로스트립의 너비보다 크게 형성될 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 하나 이상의 개구부는, 상기 접지층 내에 일정 간격으로 형성될 수 있다.
- [0018] 또한, 상기 제1 기관 및 상기 제2 기관은, 유리 기관을 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 상기 접지층은, 구리를 포함하는 금속 물질로 형성될 수 있다.
- [0020] 본 발명의 일 실시예에 따른 전파 통신 모듈에 대한 일 면은, 전파를 송수신하는 안테나, 상기 안테나에 교류 전압의 전송 신호를 전달하되, 상기 전송 신호의 위상을 변경하는 위상 천이기가, 및 상기 위상 천이기에 인가되는 직류 전압의 크기를 조절하는 전압 제어기를 포함하되, 상기 위상 천이기는, 제1 기관 상에 제1 방향으로 연장되도록 형성되는 마이크로스트립과, 상기 마이크로스트립의 상면 상에 이격되어 배치되고 결합접지구조(DGS)를 갖는 접지층과, 상기 접지층 상에 배치되는 제2 기관과, 상기 제1 기관과 상기 제2 기관 사이의 공간에 배치되는 액정층을 포함하되, 상기 전압 제어기는, 상기 마이크로스트립과 상기 접지층 사이에 상기 직류 전압을 인가한다.
- [0021] 또한, 직류 전압 성분을 제거하는 DC 블록커로부터 수신한 전송 신호를, 복수의 상기 위상 천이기에 분배하는 전력 분배기를 더 포함할 수 있다.
- [0022] 또한, 상기 액정층은, 상기 접지층과 상기 마이크로스트립 사이에 인가되는 상기 직류 전압의 크기에 따라 유전율이 변하는 물질을 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명의 위상 천이기와 이를 포함하는 전파 통신 모듈은, 얇은 액정층을 이용함으로써, 위상 천이기의 두께를 줄일 수 있고, 적은 양의 액정을 사용함으로써 생산 비용을 낮출 수 있다.
- [0025] 또한, 본 발명의 위상 천이기와 이를 포함하는 전파 통신 모듈은, 낮은 인가 전압으로 위상 크기를 충분히 조절함과 동시에, 신호 손실은 낮출 수 있어, 위상 천이기의 동작 성능 및 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0026] 또한, 본 발명의 위상 천이기는 넓은 대역폭을 가짐으로써, 통신 모듈의 전체 대역폭이 위상 천이기에 의해 제한 받지 않아, 칩 설계의 자유도를 높일 수 있으며, 설계 비용을 낮출 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0028] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기를 포함하는 전파 통신 모듈에 대한 개략적인 블록도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기를 포함하는 전파 통신 모듈에 대한 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기에 인가되는 직류 전압을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기를 나타내는 사시도이다.
- 도 5는 도 4의 위상 천이기를 나타내는 평면도이다.
- 도 6은 도 4의 A-A 선을 따라 자른 단면을 나타내는 단면도이다.
- 도 7은 도 4의 B-B 선을 따라 자른 단면을 나타내는 단면도이다.

도 8 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기의 동작 성능을 나타내는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0029] 전술한 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일 또는 유사한 구성요소를 가리키는 것으로 사용된다.
- [0030] 이하에서는, 본 발명의 몇몇 실시예에 따른 DGS 구조를 포함하는 위상 천이기 및 이를 포함하는 전파 통신 모듈에 대해 도 1 내지 도 10을 참조하여 상세하게 설명한다.
- [0032] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기를 포함하는 전파 통신 모듈에 대한 개략적인 블록도이다.
- [0033] 도 1을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 전파 통신 모듈은 위상 천이기(100), 배열 안테나(200), 전압 제어기(300), 신호 발생기(400)를 포함한다.
- [0034] 위상 천이기(100)는 전송 선로에 삽입되어, 전송 선로를 통해 전달되는 신호의 위상(phase)을 시프트(shift)시키는 기능을 수행한다. 위상 천이기(100)는 전송 라인으로써 이용되는 마이크로스트립(도 3의 120)과 결합 접지 구조(DSG)를 포함하는 접지층(도 3의 140) 사이에 직류 전압(DC)을 인가함으로써 위상 천이기(100)를 통과하는 신호의 위상을 천이(즉, 시프트)시킬 수 있다.
- [0035] 이때, 위상 천이기(100)의 마이크로스트립(도 3의 120)과 접지층(도 3의 140) 사이에는 액정층(도 4의 130)이 배치될 수 있다. 마이크로스트립(도 3의 120)과 접지층(도 3의 140) 사이에 인가되는 직류 전압(DC)은 액정층(도 4의 130)에 인가되어 액정층(도 4의 130)의 유전율을 변화시킨다.
- [0036] 즉, 위상 천이기(100)는 위상 천이기(100)의 커패시턴스를 변화시킴으로써 전송 신호의 위상 지연량이 변화시킬 수 있고, 이로 인하여 전송 신호의 위상(Phase)이 천이(shift)될 수 있다. 위상 천이기(100)의 구조에 대한 자세한 설명은 이후에서 후술하도록 한다.
- [0037] 배열 안테나(200)는 위상 천이기(100)로부터 전송 신호를 전달받고, 전송 신호에 따른 전파를 발생시킬 수 있다. 배열 안테나(200)는 복수의 안테나를 포함할 수 있으며, 복수의 안테나는 일정 패턴으로 배치될 수 있다. 예를 들어, 배열 안테나(200)는 일정 간격으로 배치된 격자 모양의 복수의 안테나를 포함할 수 있으며, 하나의 칩 안에 실장 되도록 설계될 수 있다. 다만, 이는 하나의 예시에 불과하며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0038] 배열 안테나(200)에 포함된 복수의 안테나는 맴돌이형, 직선형, 곡선형의 다양한 형상을 가질 수 있다. 또한, 복수의 안테나는 각각 다른 형상을 갖도록 배치되거나 배열될 수 있다.
- [0039] 전압 제어기(300)는 위상 천이기(100)에 직류 전압을 인가한다. 전압 제어기(300)의 일단은 접지층(도 3의 140)에 연결되고, 타단은 마이크로스트립(도 3의 120)에 연결된다. 전압 제어기(300)는 접지층(도 3의 140)과 마이크로스트립(도 3의 120) 사이에 있는 액정층(도 4의 130)에 직류 전압(DC)을 인가하고, 이를 통해 액정층(도 4의 130)의 유전율을 변화시킨다.
- [0040] 전압 제어기(300)는 전파 통신 모듈에 포함된 제어부(미도시)에 의해 제어될 수 있다. 제어부(미도시)는 전파 통신 모듈에서 발생하는 위상 오차를 보정하기 위하여 제어 신호를 이용해 전압 제어기(300)에서 출력되는 직류 전압(DC)의 크기를 조절할 수 있다. 이를 통해, 위상 천이기(100)에서 천이되는 위상의 크기를 조절할 수 있다. 결과적으로 위상 천이기(100)는 배열 안테나(200)에 전달되는 전송 신호의 위상을 조절함으로써, 위상 오차를 보정할 수 있다.
- [0042] 도 2는 본 발명의 다른 실시예에 따른 위상 천이기를 포함하는 전파 통신 모듈에 대한 블록도이다.
- [0043] 도 2를 참조하면, 본 발명의 다른 실시예에 따른 전파 통신 모듈(1000)은 복수의 위상 천이기(101, 102, 103, 104), 배열 안테나(201, 202, 203, 204), 전력 분배기(250)를 포함한다.

- [0044] 전파 통신 모듈(1000)은 신호 발생기(400)로부터 교류 전압의 전송 신호를 전달받는다. 신호 발생기(400)는 전송 신호 발생기(410)와, DC 블록커(420)를 포함한다.
- [0045] 전송 신호 발생기(410)는 교류 전압의 전송 신호를 생성하여 DC 블록커(420)에 전달한다. 다만, 전송 신호 발생기(410)에서 발생하는 신호에는 직류 전압 성분의 노이즈가 포함될 수 있다.
- [0046] 이때, DC 블록커(420)는 전송 신호 발생기(410)로부터 수신한 전송 신호에 포함된 직류 전압 성분을 제거하는 기능을 수행한다.
- [0047] 전력 분배기(250)는 DC 블록커(420)로부터 수신된 전송 신호를 복수의 위상 천이기(101, 102, 103, 104)에 분배한다. 이때, 분배되는 전송 신호는 교류 전압 성분만을 포함한다. 전송 신호는 각 위상 천이기(101, 102, 103, 104)의 마이크로스트립(도 3의 120)에 인가되며, 액정층(도 4의 130)을 통해 전파 형태로 각각의 배열 안테나(201, 202, 203, 204)에 전달될 수 있다. 이때, 전력 분배기(250)는 동일한 크기의 전송 신호를 각 위상 천이기(101, 102, 103, 104)에 전달할 수 있다.
- [0048] 위상 천이기(101, 102, 103, 104)와 배열 안테나(201, 202, 203, 204)는 각각 일대일 대응이 되도록 배치될 수 있다. 즉, 동일한 수의 위상 천이기(101, 102, 103, 104)와 배열 안테나(201, 202, 203, 204)가 하나의 전파 통신 모듈에 포함될 수 있다.
- [0049] 도면에 명확하게 도시하지는 않았으나, 전압 제어기(도 1의 300)는 복수의 위상 천이기(101, 102, 103, 104)와 연결되어, 각각의 위상 천이기(101, 102, 103, 104)에 직류 전압(DC)을 인가할 수 있다. 이때, 전압 제어기(도 1의 300)는 각각의 위상 천이기(101, 102, 103, 104)에 모두 동일한 직류 전압(DC)을 인가하거나, 서로 다른 직류 전압(DC)을 인가할 수 있다.
- [0051] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기에 인가되는 직류 전압을 설명하기 위한 도면이다. 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기를 나타내는 사시도이다. 도 5는 도 4의 위상 천이기를 나타내는 평면도이다. 도 6은 도 4의 A-A 선을 따라 자른 단면을 나타내는 단면도이다. 도 7은 도 4의 B-B 선을 따라 자른 단면을 나타내는 단면도이다.
- [0052] 우선 도 3 및 도 4를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기는 제1 기관(110), 마이크로스트립(120), 액정층(130), 접지층(140), 및 제2 기관(150)을 포함한다.
- [0053] 제1 기관(110)과 제2 기관(150)은 반도체 물질, 유전체 물질 또는 비도전체 물질을 포함할 수 있다. 제1 기관(110)과 제2 기관(150)은 예를 들어, 반도체(semiconductor) 기관일 수 있다. 이러한 기관은 실리콘, 스트레인 실리콘(strained Si), 실리콘 합금, 실리콘 카바이드(SiC), 실리콘 게르마늄(SiGe), 실리콘 게르마늄 카바이드(SiGeC), 게르마늄, 게르마늄 합금, 갈륨 아세나이드(GaAs), 인듐 아세나이드(InAs) 및 III-V 반도체, II-VI 반도체 중 하나, 이들의 조합물, 이들의 적층물을 포함할 수 있다. 또한, 필요에 따라서는 반도체 기관이 아닌 유기(organic) 플라스틱 기관, 또는 유리(glass) 기관일 수도 있다. 이하에서는 제1 기관(110)과 제2 기관(150)이 유리 기관인 것을 기초로 설명하도록 한다.
- [0054] 마이크로스트립(120)은 제1 기관(110) 상에 배치되며 제1 방향을 향해 연장되도록 형성될 수 있다. 마이크로스트립(120)의 하면은 제1 기관(110)의 상면에 접할 수 있으며, 마이크로스트립(120)의 측면 및 상면은 액정층(130)과 접할 수 있다. 도면에서 마이크로스트립(120)은 제1 방향으로만 연장되는 것으로 도시하였으나, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다. 마이크로스트립(120)은 제1 기관(110) 상에서 맴돌이 형상, 곡선 형상으로도 형성될 수 있다. 또한, 도면에 명확히 도시하지는 않았으나, 배열 안테나(200)를 구성하는 패치와 오버랩되도록 배치될 수 있다.
- [0055] 마이크로스트립(120)의 일부는 접지층(140)과 오버랩되도록 배치될 수 있다. 마이크로스트립(120)의 다른 일부는 접지층(140)의 개구부(145)에 의해 노출되도록 배치될 수 있다. 이때, 마이크로스트립(120)은 접지층(140)의 개구부(145)의 중심을 지나도록 배치될 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0056] 액정층(130)은 제1 기관(110)과 제2 기관(150) 사이의 공간에 배치된다. 액정층(130)은 마이크로스트립(120)의 상면 및 측면을 덮고, 접지층(140)의 하면과 측면을 덮도록 제1 기관(110)과 제2 기관(150) 사이의 공간을 채운다. 액정층(130)은 마이크로스트립(120)과 접지층(140) 사이에 인가되는 직류 전압(DC)에 의해 유전율이 변경될 수 있다.

- [0057] 구체적으로, 액정층(130)은 유전율 이방성을 가지는 액정을 포함한다. 제1 기판(110)과 제2 기판(150) 사이에 전계가 인가되면 그 전계의 크기에 따라 액정의 방향자가 바뀌며, 그에 따라 광의 편광 상태를 바꿈으로써 투과율 및 유전율이 변경된다.
- [0058] 접지층(140)은 결합접지구조(DGS)를 포함한다. 구체적으로, 접지층(140)은 복수의 개구부(145)를 포함하고, 개구부(145)는 마이크로스트립(120)과 오버랩되도록 배치됨으로써, 위상 천이기(100)에 대한 전송 선로의 인덕턴스(L)의 크기를 증가시킬 수 있다.
- [0059] 이때, 전송 선로의 특성 임피던스(Z_c)는
$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}}$$
로 표현된다.
- [0060] 여기에서, L과 C는 각각 전송 선로의 단위 길이당 인덕턴스와 커패시턴스를 나타낸다.
- [0061] 즉, 접지층(140)에 개구부(145)의 숫자가 증가하여 마이크로스트립(120)의 노출되는 영역이 넓어지는 경우, 위상 천이기(100)의 인덕턴스(L)는 증가하고, 커패시턴스(C)는 감소된다. 반면, 접지층(140)에 개구부(145)의 숫자가 증가하여 마이크로스트립(120)의 노출되는 영역이 줄어드는 경우, 위상 천이기(100)의 커패시턴스(C)는 증가하고, 인덕턴스(L)는 감소한다. 따라서, 위상 천이기(100)는 결합접지구조(DGS)의 이러한 트레이드-오프(trade off) 성질을 기초로, 위상 천이기(100)에 대한 특성 임피던스(Z_c)이 결정될 수 있다.
- [0062] 접지층(140)에 형성된 결합접지구조(DGS)는 전송 선로의 전기적 길이를 증가시키고, 결합접지구조(DGS)가 삽입되기 이전의 전기적 길이와 같게 유지하기 위하여 물리적 길이를 줄일 수 있다. 이러한 원리를 전파 지연 효과(slow-wave effect)라고 한다. 즉, 결합접지구조(DGS)가 전송 선로에 삽입되는 경우, 동일한 물리적 길이일 때 전기적 길이가 증가되는 전파 지연 효과가 발생한다.
- [0063] 따라서, 전송 선로의 전기적 길이를 동일하게 맞춰 주기 위해서는 물리적 길이를 감소시켜 주어야 한다. 이러한 원리에 의하여 결합접지구조(DGS)는 위상 천이기(100)의 물리적 길이를 줄여 회로를 소형화할 수 있는 장점이 있다.
- [0064] 또한, 접지층(140)은 금속 물질을 포함할 수 있다. 예를 들어, 접지층(140)은 구리, 철과 같은 도전성 물질을 포함할 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0066] 도 5를 참조하면, 결합접지구조(DGS)를 포함하는 접지층(140)의 개구부(145)는 마이크로스트립(120)의 일부를 노출시킬 수 있다. 이때, 마이크로스트립(120)이 연장되는 제1 방향과 교차하는 제2 방향으로 측정된 개구부(145)의 너비(L12)는, 제2 방향으로 측정된 마이크로스트립(120)의 폭(L11)보다 크게 형성될 수 있다.
- [0067] 이때, 마이크로스트립(120)은 개구부(145)의 중심을 관통하도록 배치될 수 있다. 즉, 마이크로스트립(120)과 개구부(145)는 동일한 중심을 갖도록 배치될 수 있으며, 서로 오버랩되도록 배치될 수 있다.
- [0068] 접지층(140)은 복수의 개구부(145)를 포함할 수 있다. 이때, 복수의 개구부(145)는 접지층(140) 상에서 일정 간격으로 형성될 수 있다. 다만, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니며, 비균일한 간격으로 랜덤하게 개구부(145)가 분포되어 결합접지구조(DGS)를 이루도록 형성될 수 있다.
- [0070] 도 6을 참조하면, 마이크로스트립(120)의 상면 및 측면과 접지층(140)의 하면 및 측면은 액정층(130)에 의해 덮일 수 있다. 따라서, 마이크로스트립(120)과 접지층(140)은 서로 이격되도록 배치될 수 있으며, 마이크로스트립(120)과 접지층(140) 사이에 인가된 직류 전압(DC)에 의해 마이크로스트립(120)과 접지층(140) 사이에는 전계가 형성될 수 있다. 액정층(130) 내에 인가된 전계는 액정층(130)의 유전율을 변화시킬 수 있다.
- [0071] 이때, 위상 천이기(100)의 위상을 360도 천이시키기 위해 마이크로스트립(120)과 접지층(140) 사이에 인가되는 직류 전압(DC)의 크기는 약 25 V 이하가 될 수 있다. 이는 종래의 기술에서 액정 위상 천이기의 위상을 360도 천이시키기 위한 구동 전압인 140V 보다 낮은 전압에서 구동이 가능함을 의미한다.
- [0072] 즉, 본 발명의 전파 통신 모듈은 낮은 인가 전압으로 충분한 위상 크기를 조절함과 동시에, 신호 손실은 낮출 수 있어, 위상 천이기(100)의 동작 성능 및 효율을 향상시킬 수 있다.
- [0073] 또한, 액정층(130)의 높이(D2)는 10 μm 이하로 형성될 수 있다. 부가적으로, 마이크로스트립(120)의 높이(D1)

와 접지층(140)의 높이(D3)는 서로 동일 또는 유사하게 형성될 수 있다. 다만, 이는 하나의 예시에 불과하며, 본 발명이 이에 한정되는 것은 아니다.

- [0074] 즉, 본 발명의 전파 통신 모듈은 종래 기술에 비해 얇은 액정층(130)을 사용함으로써 위상 천이기(100)의 두께를 줄일 수 있고, 적은 양의 액정을 사용함으로써 생산 비용을 낮출 수 있다.
- [0076] 도 7을 참조하면, 위상 천이기(100)에서 A1 영역 및 A3 영역은 전송 선로에서 상대적으로 커패시턴스 값이 큰 부분이고, A2 영역은 전송 선로에서 상대적으로 인덕턴스 값이 큰 영역이다. 일반적으로 전송 선로는 인덕턴스와 커패시턴스의 곱의 제곱근에 비례하여 위상 지연이 발생한다. 즉, 결합접지구조(DGS)를 포함하는 위상 천이기(100)에서는 개구부(145)와 개구부(145)가 아닌 부분의 비율에 의해 위상 지연 정도가 결정된다.
- [0077] 다만, 마이크로스트립(120)과 접지층(140) 사이에 위치한 액정층(130)은 마이크로스트립(120)과 접지층(140)에 인가된 직류 전압(DC)에 의해 유전율이 변화된다. 이러한 유전율의 변화는 위상 천이기(100)의 커패시턴스를 변화시키고, 궁극적으로 위상 천이기(100)의 위상 천이 정도를 변화시킬 수 있다.
- [0078] 결과적으로, 본 발명의 위상 천이기(100)는 마이크로스트립(120)과 접지층(140) 사이에 인가되는 직류 전압(DC)의 크기를 변화시킴으로써 위상 천이기(100)에서 천이되는 위상의 크기를 변화시킬 수 있다. 이를 통해, 사용자는 위상 천이기(100)에서 변화되는 위상의 크기를 자유롭게 변화시킬 수 있으며, 전파 방해 요인(예를 들어, 전파의 회절 및 간섭)에 의해 위상의 오차가 발생하는 경우, 이러한 위상의 오차를 위상의 크기 변화를 통해 보정할 수 있다.
- [0079] 또한, 본 발명의 위상 천이기(100)는 전송 선로의 길이를 늘리거나 다른 장치를 추가하지 않고, 결합접지구조(DGS)를 통해 인덕턴스가 커지도록 하였으므로, 전송 신호의 삽입 손실이 크게 증가하지 않는다.
- [0081] 도 8 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기의 동작 성능을 나타내는 그래프이다. 구체적으로, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기(100)의 주파수와 반사계수 사이의 관계를 나타낸다. 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기(100)의 주파수와 삽입손실 사이의 관계를 나타낸다. 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 위상 천이기(100)의 주파수와 위상 사이의 관계를 나타낸다.
- [0082] 여기에서, S11는 제1 포트의 입력값 대비 제1 포트의 출력값을 나타낸다. 즉, 입력 포트와 출력 포트가 동일함을 의미한다. S12는 제1 포트의 입력값 대비 제2 포트의 출력값을 나타낸다. 또한, 도 8 내지 도 10에서 실선은 액정층(130)에 인가된 전압의 최대값(즉, 최대 유전율)을 나타내고, 점선은 액정층(130)에 인가된 전압의 최소값(즉, 최소 유전율)을 나타낸다.
- [0084] 도 8을 참조하면, 본 발명의 위상 천이기(100)에서, 입력 포트에 인가되는 신호 대비, 입력 포트에 반사되는 신호의 크기는 약 1/100 ~ 1/80 정도에 해당함을 나타낸다(30Ghz 기준).
- [0085] 도 9를 참조하면, 본 발명의 위상 천이기(100)에서, 입력 포트에 인가되는 신호 대비, 출력 포트에 출력되는 신호의 크기는 절반 정도로, 종래 기술에 따른 위상 천이기와 비교할 때, 손실의 크기가 개선되었음을 나타낸다. 여기에서, 삽입 손실이 3.1dB라는 것은 입력된 파워의 절반 정도가 출력되어 나타난다는 것을 의미한다(30Ghz 기준).
- [0086] 도 10을 참조하면, 본 발명의 위상 천이기(100)에서, 입력 포트에 인가되는 신호 대비, 출력 포트에 출력되는 신호의 변화된 위상은 400도 정도로, 위상 천이기에서 요구되는 360도의 위상 변화를 만족시킴을 나타낸다.
- [0087] 이와 같이 본 발명의 위상 천이기는 종래 기술에 비해 얇은 액정층을 사용함으로써 위상 천이기의 두께를 줄일 수 있고, 적은 양의 액정을 사용함으로써 생산 비용을 낮출 수 있다.
- [0088] 또한, 본 발명의 위상 천이기는 한정된 대역폭을 갖는 것이 아닌 저주파 통과 형태를 가지며, 0 Hz 부터 30Ghz 까지 사용 가능한 이점을 갖는다. 또한, 본 발명의 위상 천이기의 경우, 360도의 위상 차이를 구현하기 위해 필요한 전체 길이는 1.5cm 정도로, 종래 기술보다 작은 크기로 제조가 가능하기에 하나의 칩 안에 안테나까지 포함하여 설계가 가능하다는 장점이 있다.

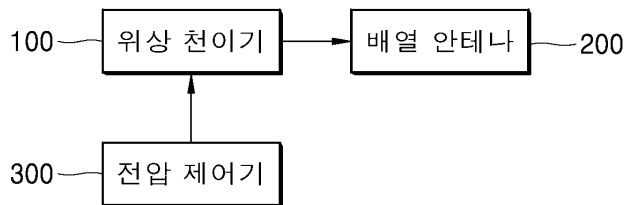
[0090] 전술한 본 발명은, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하므로 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니다.

부호의 설명

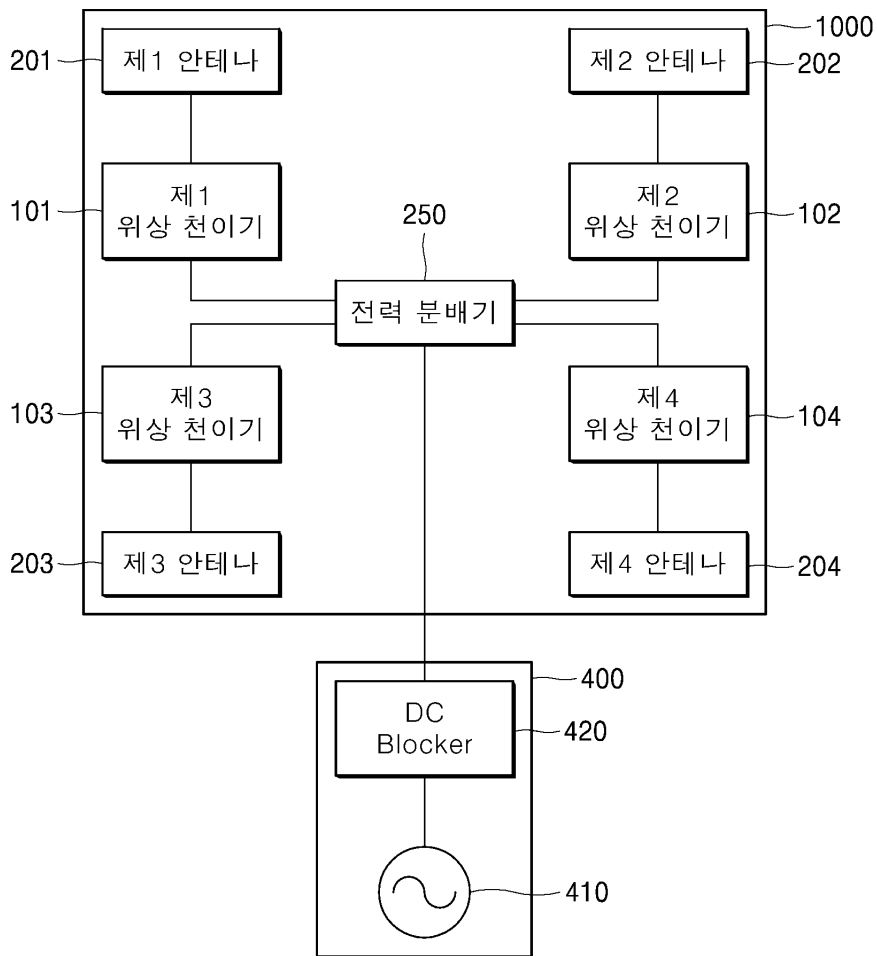
[0092] 100: 위상 천이기 110: 제1 기관
120: 마이크로스트립 130: 액정층
140: 접지층 145: 개구부
150: 제2 기관 200: 배열 안테나
300: 전압 제어기 400: 신호 발생기

도면

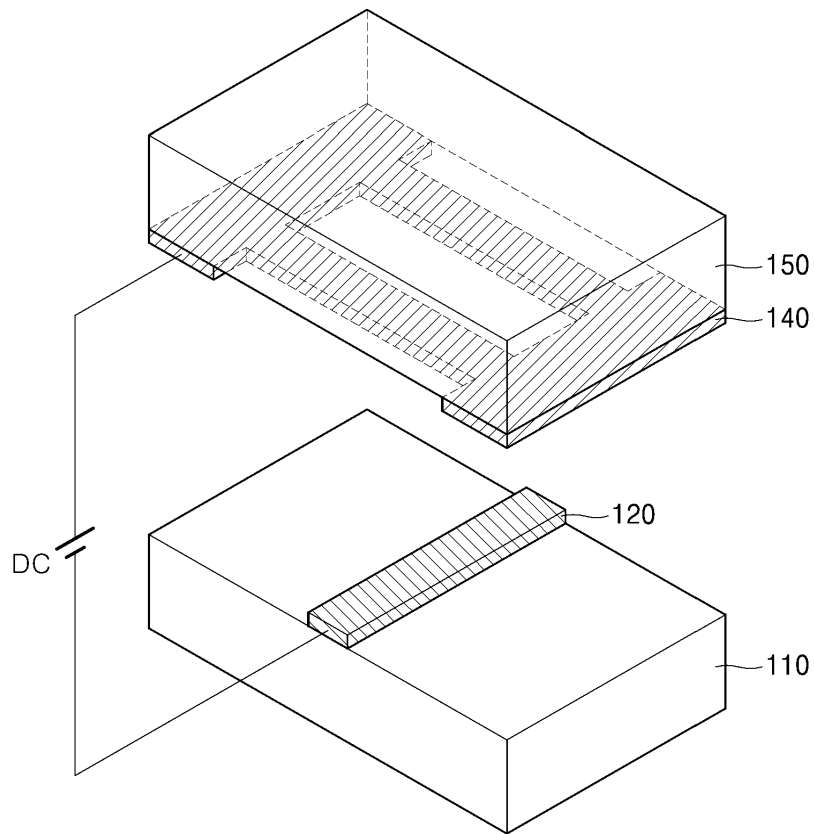
도면1



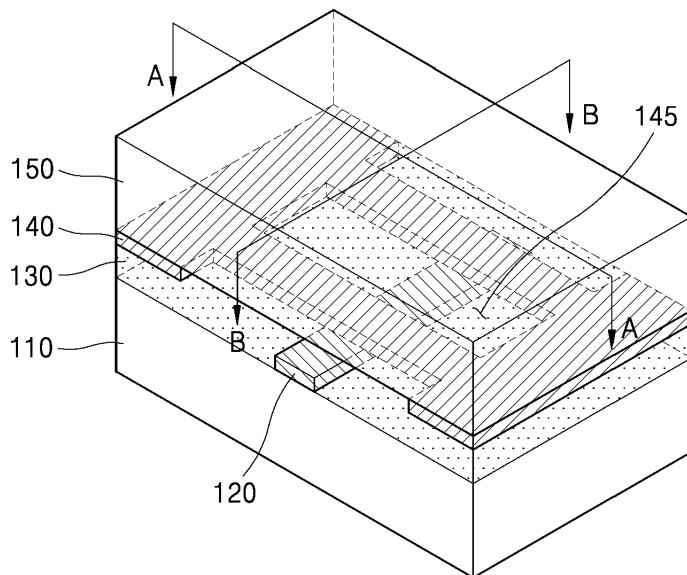
도면2



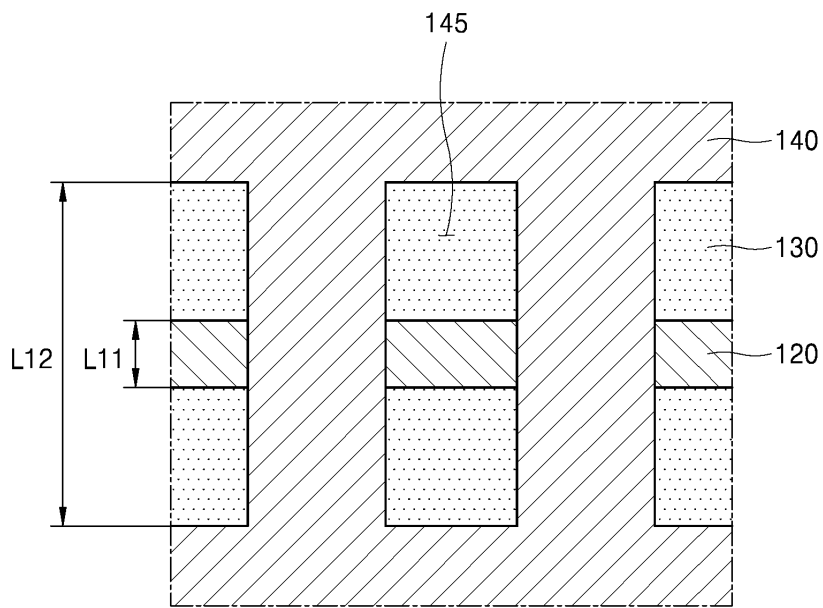
도면3



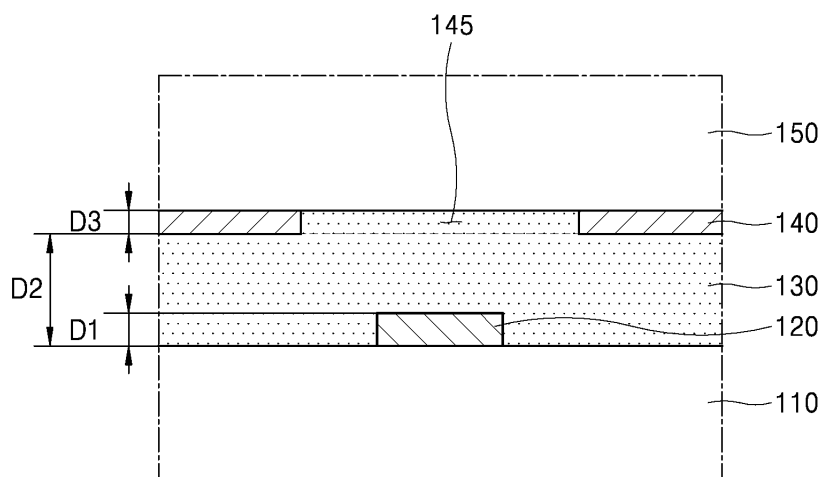
도면4



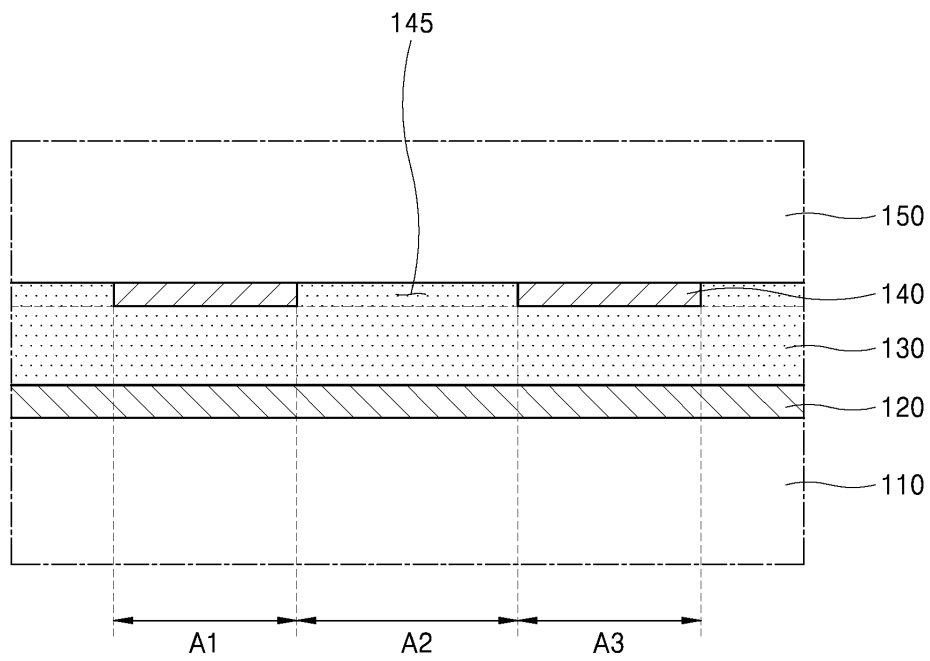
도면5



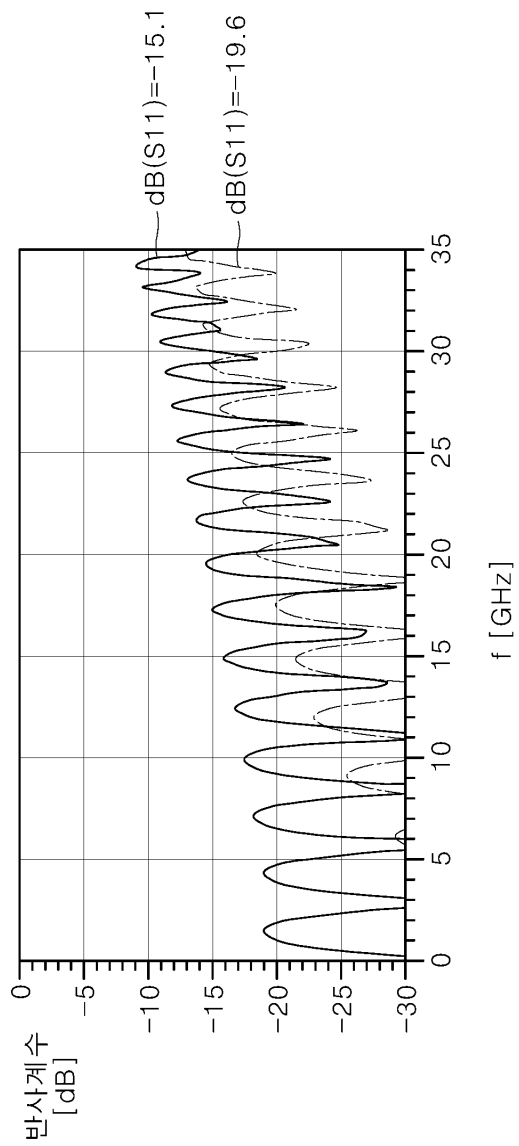
도면6



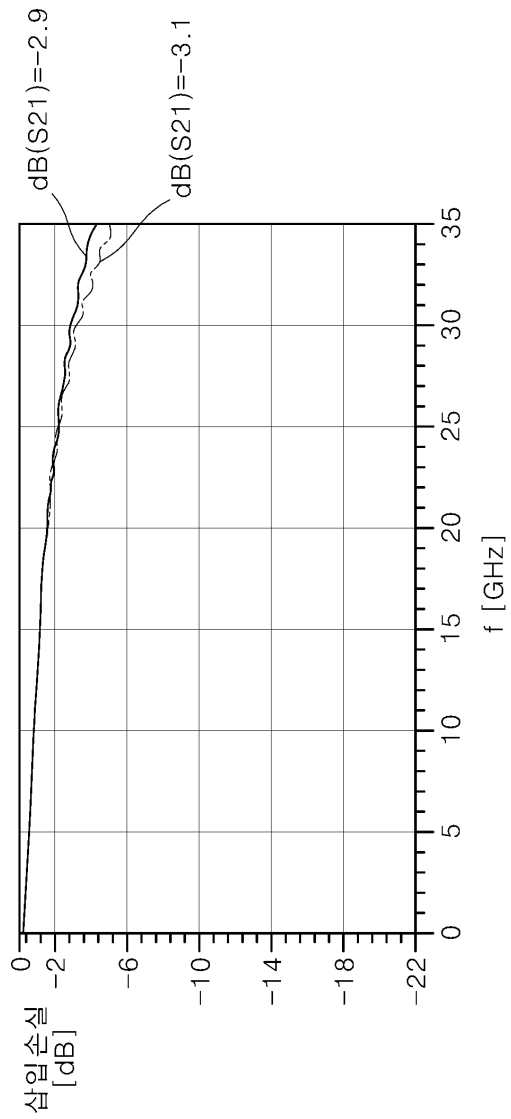
도면7



도면8



도면9



도면10

