(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년06월23일
(11) 등록번호 10-1633054
(24) 등록일자 2016년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01P 5/12 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0180319
(22) 출원일자 2014년12월15일
심사청구일자 2014년12월15일
(56) 선행기술조사문헌
KR101464930 B1
KR100168910 B1
J.W.Glpprlch, "A New Class of Branch-Line Directional Coupler", IEEE MTT-S, 1993년.

(73) 특허권자
한발대학교 산학협력단
대전광역시 유성구 동서대로 125 (덕명동)
(72) 발명자
정영배
대전광역시 유성구 엑스포로 448 엑스포아파트 304동 1506
(74) 대리인
특허법인충정

전체 청구항 수 : 총 6 항 심사관 : 김상철

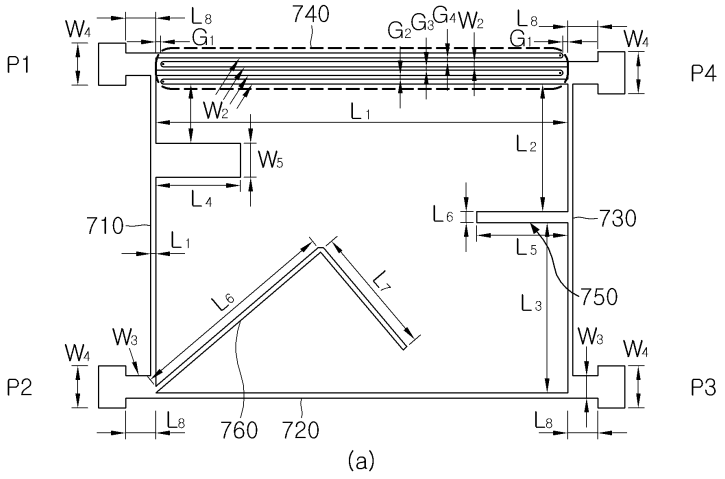
(54) 발명의 명칭 **광대역 특성을 갖는 소형 브랜치라인 커플러**

(57) 요 약

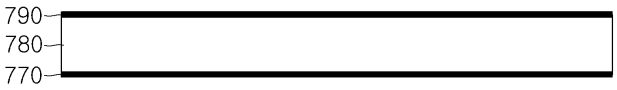
본 발명은 브랜치라인 커플러에 관한 것으로서, 구체적으로는 종단이 접지된 두쌍 이상의 λ/4 브랜치라인(quarter-wavelength short-circuited branchline)이 서로 교차하는 구조를 포함하는 결합 선로(coupled line)를 이용한 광대역 특성을 갖는 소형 브랜치라인 커플러에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



(a)



(b)

본 발명은 4 단자망(4 port network) 구조의 결합기(coupler)에 있어서, 제1 접지면; 상기 제1 접지면의 상부에 위치하는 제1유전체층; 상기 제1유전체층의 상부에 형성되는 패턴층을 포함하고, 상기 패턴층은, 제1 단자와 제2 단자를 연결하는 제1 전송선로; 제2 단자와 제3단자를 연결하는 제2 전송선로; 제3 단자와 제4단자를 연결하는 제3 전송선로; 제1 단자와 제4 단자 사이에 위치하는 결합 선로(coupled line)를 포함하며, 상기 제1, 제2, 제3 전송선로는 동일한 특성 임피던스 값을 가지는 λ/4 길이의 전송선로이고, 상기 결합 선로는 종단이 접지된 두쌍 이상의 λ/4 브랜치라인(quarter-wavelength short-circuited branchline)이 서로 교차하는 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 180° 브랜치라인 커플러를 구현하는 효과를 갖는다.

명 세 서

청구범위

청구항 1

4 단자망(4 port network) 구조의 결합기(coupler)에 있어서,

제1 접지면;

상기 제1 접지면의 상부에 위치하는 제1유전체층;

상기 제1유전체층의 상부에 형성되는 패턴층을 포함하고,

상기 패턴층은,

제1 단자와 제2 단자를 연결하는 제1 전송선로;

제2 단자와 제3단자를 연결하는 제2 전송선로;

제3 단자와 제4단자를 연결하는 제3 전송선로;

제1 단자와 제4 단자 사이에 위치하는 결합 선로(coupled line)를 포함하며,

상기 제1, 제2, 제3 전송선로는 동일한 특성 임피던스 값을 가지는 λ/4 길이의 전송선로이고,

상기 결합 선로는 종단이 접지된 두쌍 이상의 λ/4 브랜치라인(quarter-wavelength short-circuited branchline)이 서로 교차하는 구조를 포함하는 것을 특징으로 하는 180° 브랜치라인 커플러.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 결합 선로는 두쌍의 접지된 λ/4 브랜치라인이 서로 교차하며 맞물림(interdigitated) 구조를 이루고,

상기 접지된 λ/4 브랜치라인은 상기 제1, 제2, 제3 전송선로와 동일한 특성 임피던스 값을 가지는 것을 특징으로 하는 180° 브랜치라인 커플러.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1, 제2, 제3 전송선로 중 하나 이상에는 임피던스 매칭을 위한 스터브(stub)가 연결되는 것을 특징으로 하는 180° 브랜치라인 커플러.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제2 단자에는 위상 특성을 개선하기 위한 직선 또는 꺾인 선 형상의 스터브(stub)가 연결되는 것을 특징으로 하는 180° 브랜치라인 커플러.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1, 제2, 제3, 제4 단자에는 소정의 폭과 길이를 가지는 중간 선로가 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 180° 브랜치라인 커플러.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 두쌍 이상의 접지된 λ/4 브랜치라인은 각각 그 종단이 비아(via) 홀을 통하여 접지된 마이크로스트립라인

인 것을 특징으로 하는 180° 브랜치라인 커플러.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 브랜치라인 커플러에 관한 것으로서, 구체적으로는 종단이 접지된 두쌍 이상의 λ/4 브랜치라인(quarter-wavelength short-circuited branchline)이 서로 교차하는 구조를 포함하는 결합 선로(coupled line)를 이용한 광대역 특성을 갖는 소형 브랜치라인 커플러에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 커플링(Coupling)이라 함은 독립된 선로 등의 사이에서 전자기적으로 교류 신호 에너지가 상호 전달되는 현상을 말하며, 커플러(Coupler)는 이러한 커플링의 정도를 인위적으로 조절하여 원하는 특성의 신호를 출력하도록 하는 전기 소자를 말한다. 커플러의 대표적인 예로서 전력 결합기(Power combiner), 전력 분배기(Power divider)와 함께 변복조기((de)modulator) 등과 함께, 다수의 RF 시스템에서 널리 사용되는 하이브리드 커플러(Hybrid coupler)를 들 수 있다.

[0003] 도 1(a)에서는 종래 기술에 따른 통상의 하이브리드 커플러의 구조를 보여주고 있다. 도 1(a)에서 볼 수 있는 바와 같이 통상의 하이브리드 커플러는 4단자망(4 port network)의 구조를 가지고, 제1 및 제2의 시리즈(series) 전송선로와 제3 및 제4의 션트(shunt) 전송선로를 포함하여 구성되고, 각 전송선로의 전기적 길이는 중심 주파수(f_0)의 λ/4의 길이를 가지게 되며, 이때 제2 단자(Port 2)와 제3 단자(Port 3)에는 동일한 크기와 90° 위상차를 가지는 신호가 출력되게 된다.

[0004] 나아가, 도 1(b)에서는 동일한 신호 크기와 180° 위상차를 가지는 신호가 출력되는 180° 하이브리드 링 커플러를 보여주고 있다. 도 1(b)에서 볼 수 있는 바와 같이, 제1단자(P1) 및 제4단자(P4) 간의 전송선로의 길이를 이용하여 각 단자간의 위상차를 조절하게 되므로, 상기 제1 단자(P1)와 제4 단자(P4) 사이의 선로가 3λ/4까지 길어지게 된다. 특히, 180° 하이브리드 링 커플러는 부하의 임피던스 값에 상관없이 입력 포트 간의 신호 분리(isolation) 특성이 유지될 수 있어, 믹서(mixer), 변조기(modulator), 분리형 전력 분배기(isolated power splitter) 등에서 많이 사용된다.

[0005] 그런데, 180° 하이브리드 링 커플러를 포함하는 하이브리드 커플러들은 통상 사용자고자 하는 주파수의 파장에 비례하여 각 전송선로의 길이가 정해지게 되므로 구조적으로 협대역(narrow band) 특성을 가지게 된다는 문제점이 있다. 또한, 현재 무선 통신 서비스에서 주로 사용되는 주파수 대역에서의 파장(예를 들어, 500MHz ~ 5GHz 주파수의 파장은 대략 60cm ~ 6cm)이 다소 길다는 점 등을 고려할 때, 하이브리드 커플러의 크기를 소형화하여야 하는 문제점을 가지게 된다.

[0006] 이에 대하여, 구불구불한 미앤더(meander) 형상의 전송선로를 이용하여 하이브리드 커플러를 구성하는 방법이 제안되었다. 대한민국 등록특허 제10-0893683호(2009년 4월 9일 등록)에서는 미앤더 형상의 전송선로를 사용하여 구성한 하이브리드 커플러를 개시하고 있고, 도 2(a)에서는 이에 따른 하이브리드 커플러의 형상을 도시하고 있다. 또한 도 2(b)에서는 구불구불한 미앤더 형상의 전송선로를 이용하여 3λ/4의 긴 선로를 줄여서 구성한 180° 하이브리드 링 커플러의 형상을 예시하고 있다.

[0007] 그러나, 상기한 구조를 이용하여 하이브리드 커플러를 구성하는 경우 여러가지 문제점이 나타날 수 있다. 예를 들어, 도 2(b)와 같은 매앤더 형상의 전송선로를 이용하여 180° 하이브리드 커플러를 구성하는 경우 구조의 복잡도가 높아 설계에 어려움을 겪을 수 있고, 또한 종래 통상의 링 커플러에 비교하여 실제로 레이아웃에 필요한 전체 면적을 크게 줄이기는 힘들다고 보고되고 있으며, 나아가 제품의 생산 공정에서 제품간 편차를 보상하기 위한 튜닝이 쉽지 않다는 문제점도 해결되어야 한다.

[0008] 이에 따라, 작은 면적에 구현이 가능하고 광대역 특성을 가지면서도, 설계 과정이 복잡하지 않고, 제품 편차에 따른 튜닝 작업을 쉽게 할 수 있는 180° 하이브리드 커플러가 요구되고 있으나, 이에 대한 적절한 해결책이 아직 제시되지 못하고 있는 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로, 작은 면적에 구현이 가능하고 광대역 특성을 가지면서도, 설계 과정이 복잡하지 않고, 제품 편차에 따른 튜닝 작업을 쉽게 할 수 있는 180° 하이브리드 커플러를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제를 해결하기 위한 본 발명의 한 측면에 따른 180° 브랜치라인 커플러는 4 단자망(4 port network) 구조의 결합기(coupler)에 있어서, 제1 접지면; 상기 제1 접지면의 상부에 위치하는 제1유전체층; 상기 제1유전체층의 상부에 형성되는 패턴층을 포함하고, 상기 패턴층은, 제1 단자와 제2 단자를 연결하는 제1 전송선로; 제2 단자와 제3단자를 연결하는 제2 전송선로; 제3 단자와 제4단자를 연결하는 제3 전송선로; 제1 단자와 제4 단자 사이에 위치하는 결합 선로(coupled line)를 포함하며, 상기 제1, 제2, 제3 전송선로는 동일한 특성 임피던스 값을 가지는 λ/4 길이의 전송선로이고, 상기 결합 선로는 종단이 접지된 두쌍 이상의 λ/4 브랜치라인(quarter-wavelength short-circuited branchline)이 서로 교차하는 구조를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0011] 여기서, 상기 결합 선로는 두쌍의 접지된 λ/4 브랜치라인이 서로 교차하며 맞물림(interdigitated) 구조를 이루고, 상기 접지된 λ/4 브랜치라인은 상기 제1, 제2, 제3 전송선로와 동일한 특성 임피던스 값을 가질 수 있다.

[0012] 또한, 상기 제1, 제2, 제3 전송선로 중 하나 이상에는 임피던스 매칭을 위한 스터브(stub)가 연결될 수 있다.

[0013] 또한, 상기 제2단자에는 위상 특성을 개선하기 위한 직선 또는 꺽인 선 형상의 스터브(stub)가 연결될 수 있다.

[0014] 또한, 상기 제1, 제2, 제3, 제4 단자에는 소정의 폭과 길이를 가지는 중간 선로가 연결될 수 있다.

[0015] 또한, 상기 두쌍 이상의 접지된 λ/4 브랜치라인은 각각 그 종단이 비아(via) 홀을 통하여 접지된 마이크로스트립라인일 수 있다.

발명의 효과

[0016] 본 발명에 따르면, 종단이 접지된 두쌍 이상의 λ/4 브랜치라인(quarter-wavelength short-circuited branchline)이 서로 교차하는 구조를 포함하는 결합 선로(coupled line)를 이용하여 180° 브랜치라인 커플러를 구성함으로써, 작은 면적에 구현이 가능하고 광대역 특성을 가지면서도, 설계 과정이 복잡하지 않고, 제품 편차에 따른 튜닝 작업을 쉽게 할 수 있는 180° 브랜치라인 커플러를 구현하는 효과를 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0017] 본 발명에 관한 이해를 돕기 위해 상세한 설명의 일부로 포함되는, 첨부도면은 본 발명에 대한 실시예를 제공하고, 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 설명한다.

도 1은 종래 기술에 따른 하이브리드 커플러의 예시도이다.

도 2는 종래 기술에 따른 미앤더(meander) 형상의 전송선로를 이용한 하이브리드 커플러의 예시도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러의 등가 모델이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 이용한 180° 브랜치라인 커플러의 설계 모델이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러의 S-파라미터 측정 그래프이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러의 출력 포트 간의 위상 차이 측정 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0018] 본 발명은 다양한 변환을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 이하에서는 특정 실시예들을 첨부된 도면을 기초로 상세히 설명하고자 한다.

[0019] 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다.

[0020] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되는 것은 아니며, 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

[0021] 본 발명은, 종래 기술에 따라 180° 하이브리드 커플러를 구성하는 경우 광대역 특성을 구현하기 어렵고, 구조의 복잡도로 인하여 설계 및 튜닝에 어려움이 있을 수 있으며, 개선된 구조를 이용하더라도 종래의 링 커플러에 비교하여 실제로 레이아웃에 필요한 전체 면적을 획기적으로 줄이기는 어렵고, 제품의 생산 공정에서 제품간 편차를 보상하기 위한 튜닝이 쉽지 않다는 문제점에 착안하여, 종단이 접지된 두쌍 이상의 λ/4 브랜치라인(quarter-wavelength short-circuited branchline)이 서로 교차하는 구조를 포함하는 결합 선로(coupled line)를 이용하여 180° 브랜치라인 커플러를 구성함으로써, 좁은 면적에 구현이 가능하고 광대역 특성을 가지면서도, 설계 과정이 복잡하지 않고, 제품 편차에 따른 튜닝 작업을 쉽게 할 수 있는 180° 브랜치라인 커플러를 개시하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 이하에서는, 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러의 예시적인 실시 형태들을 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명한다.

[0023] 도 3에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)의 등가 모델을 보여주고 있다. 도 6에서 볼 수 있는 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)는 제1 단자와 제2 단자를 연결하는 제1 전송선로(도3의 TL2), 제2 단자와 제3단자를 연결하는 제2 전송선로(도3의 TL3), 제3 단자와 제4단자를 연결하는 제3 전송선로(도3의 TL4) 및 제1 단자와 제4 단자 사이에 위치하는 결합 선로(coupled line)(도3의 TL1)를 포함하여 구성될 수 있으며, 이때, 상기 제1, 제2, 제3 전송선로는 동일한 특성 임피던스 값을 가지는 λ/4 길이의 전송선로이고, 상기 제1 단자와 제4 단자 사이에는 3λ/4 길이의 등가 전송선로로 치환될 수 있는 종단이 접지된 한쌍 이상의 λ/4 브랜치라인(quarter-wavelength short-circuited branchline)이 서로 교차하는 구조를 가지는 결합 선로(coupled line)가 위치하게 된다.

[0024] 상기한 구조를 이용하여 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)를 구성하는 경우, 제1 단자(P1)를 입력 단자(input port)로 할당할 수 있고, 이에 따라 제3 및 제4 단자는 180° 의 위상차를 가지면서 동일한 신호 크기를 가지는 출력 단자(output port)가 되며, 제2 단자는 분리 단자(isolation port)로 기능하게 된다.

[0025] 도 4에서는 도 3에서 도시하고 있는 등가 모델의 180° 브랜치라인 커플러를 실제로 구현하기 위한 설계 모델의 구조를 자세하게 도시하고 있다. 도 4(b)에서 볼 수 있는 바와 같이 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)는 제1접지면(770)과, 상기 제1접지면(770)의 상부에 위치하는 제1유전체층(780), 상기 제1유전체층(780)의 상부에 형성되는 패턴층(790)을 포함하여 구성될 수 있다. 또한, 이때 상기 패턴층(790)은 도 4(a)에서 볼 수 있는 바와 같이 제1 단자와 제2 단자를 연결하는 제1 전송선로(710), 제2 단자와 제3단자를 연결하는 제2 전송선로(720), 제3 단자와 제4단자를 연결하는 제3 전송선로(730) 및 제1 단자와 제4 단자 사이에 위치하는 결합 선로(coupled line)를 포함하여 구성될 수 있으며, 이때, 상기 제1, 제2, 제3 전송선로는 동일한 특성 임피던스 값을 가지는 λ/4 길이의 전송선로이고, 상기 제1 단자와 제4 단자 사이에는 상기 제1, 제2, 제3 전송선로와 동일한 특성 임피던스 값을 가지는 종단이 접지된 두쌍 또는 세쌍 이상의 λ/4 브랜치라인이 서로 교차하며 맞물림(interdigitated) 구조를 이루는 결합 선로(coupled line)가 위치하게 된다.

[0026] 여기서, 도 4(a)에서 볼 수 있는 바와 같이 종단이 접지된 두쌍의 λ/4 브랜치라인을 서로 교차하는 맞물림(interdigitated) 구조로 배치하여 결합 선로(coupled line)로 구성하고 통상 3λ/4의 길이를 가지는 전송선로를 대치함으로써 효과적으로 하이브리드 커플러의 크기를 줄이고 동작 주파수 특성을 개선할 수 있게 된다. 여기서, 두쌍의 접지된 λ/4 브랜치라인은 각각 그 종단이 비아(via) 홀을 통하여 접지된 스트립라인으로 구성될 수 있다.

[0027] 이때, 상기 맞물림(interdigitated) 구조의 λ/4 브랜치라인들을 서로 근접하여 배치함으로써 커플링(coupling)을 강하게 하여 주파수 특성을 개선하고 동작 주파수를 광대역으로 개선할 수 있다. 나아가, 도 4의 맞물림(interdigitated) 구조의 λ/4 브랜치라인의 선폭(W_2)과 각 λ/4 브랜치라인 간의 간격(G_1, G_2, G_3)을 조정하여 최적화함으로써 주파수 특성을 광대역으로 개선할 수 있게 된다.

[0028] 또한, 상기 제1, 제2, 제3 전송선로 중 하나 이상에는 임피던스 매칭을 위한 스터브(stub)가 연결될 수 있다. 이를 통하여, 시뮬레이션 등을 통한 설계치와 실제 제작된 커플러의 오차를 튜닝할 수 있고, 또한 제품에 따른 특성 편차를 보정할 수도 있게 된다.

[0029] 또한, 상기 제2단자에는 하이브리드 커플러의 위상 특성을 개선하기 위한 직선 또는 꺽인 선 형상의 스터브(stub)가 연결될 수 있다.

[0030] 특히, 도 4에서 볼 수 있는 바와 같이, 본 발명의 일 실시예로서 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)를 구현한 경우, 제2 전송선로 및 제3전송선로에 각각 임피던스 매칭을 위한 스터브(stub)를 부가하고, 제2단자에는 꺽인 선 형상의 스터브(stub)를 연결함으로써 위상 특성을 포함한 동작 주파수 특성을 효과적으로 보정하고 개선할 수 있었다.

[0031] 또한, 도 4에서 볼 수 있는 바와 같이, 상기 제1, 제2, 제3, 제4 단자에는 소정의 폭(W_3)과 길이(L_8)를 가지는 중간 선로를 추가하여 외부의 전송선로와 연결함으로써, 임피던스를 정합(matching)하고 동작 특성을 추가로 개선할 수도 있다.

[0032] 아래의 표1에서는 앞서 살핀 도 4의 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)의 설계 모델을 이용하여 설계된 각 치수의 값을 예시하고 있다.

표 1

[0033]

Symbol	Value[mm]	Symbol	Value[mm]	Symbol	Value[mm]
L_1	39.3	W_1	1.0	G_1	1.0
L_2	13.5	W_2	1.0	G_2	0.5
L_3	15.8	W_3	4.0	G_3	0.5
L_4	8.8	W_4	6.0	G_4	0.5
L_5	13.0	W_5	3.5		
L_6	23.2	W_6	1.5		

[0034] 이때, 상기 제1 유전체층(780)의 유전체로서는 1.52mm 두께의 Taconic사의 RF-35 (ε_r=3.5, tanδ=0.018)를 사용하였다.

[0035] 도 5에서는 상기 표 1의 각 치수에 따라 제작된 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)의 S-파라미터 측정 그래프를 도시하고 있다. 도 5에서는 출력 단자인 제2단자(P2)와 제4단자(P4)에 대한 삽입 손실(insertion loss)과 제1단자(P1)과 제3단자(P3)의 분리 특성(isolation) 측정치를 확인할 수 있다.

[0036] 도 5에서 볼 수 있는 바와 같이 모든 입력 및 출력 단자의 반사 계수(reflection coefficient)가 -10dB 미만인 동작 주파수 대역은 0.87 ~ 1.65GHz이었고, 이에 따라 1.26GHz 중심 주파수를 기준으로 약 62%의 동작 주파수 대역폭(bandwidth)을 가지는 것을 확인할 수 있다. 이때, 제2단자(P2)와 제4단자(P4)의 전력 배분 오차는 ±0.25dB 이내의 범위(-3.3 ~ -3.8dB)에 있었고, 또한 제1단자(P1)과 제3단자(P3)의 분리 특성(isolation)은 30dB 이상임을 확인할 수 있다.

[0037] 또한, 도 6에서는 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)의 출력 포트 간의 위상 차이 측정 그래프를 도시하고 있다. 도 6에서는 제2단자(P2)와 제4단자(P4)에서의 위상차(phase difference) 측정 그래프를 확인할 수 있는데, 위상차 측정치는 상기 반사 계수를 기준으로한 동작 주파수 범위에서 약 178° 내지 182° 의 범위에 있으므로, 약 ±2° 의 오차 범위를 가짐을 알 수 있다.

[0038] 또한, 상기 표 1의 설계 수치를 기준으로 볼 때, 본 발명의 일 실시예에 따른 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러(400)의 크기는 종래의 통상적인 원형 하이브리드 커플러와 비교할 때, 사이즈를 약 60%까지 줄일 수 있음을 확인할 수 있었다.

[0039] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서 본 발명에 기재된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의해서 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야

할 것이다.

부호의 설명

[0040] 400 : 결합 선로를 이용한 180° 브랜치라인 커플러

710 : 제1 전송선로

720 : 제2 전송선로

730 : 제3 전송선로

740 : 결합 선로

750 : 제1 매칭 스터브

760 : 제2 매칭 스터브

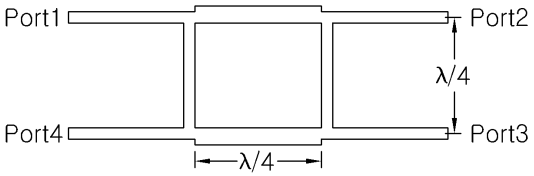
770 : 제1 접지면

780 : 제1 유전체층

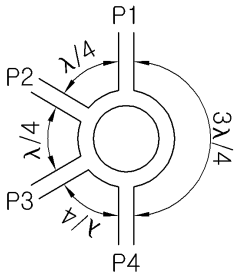
790 : 패턴층

도면

도면1

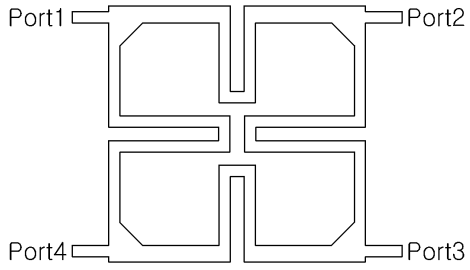


(a)

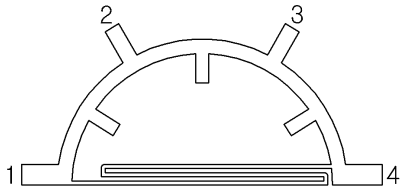


(b)

도면2

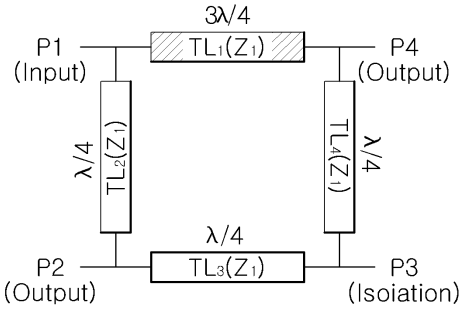

Port1
Port2
Port4
Port3

(a)

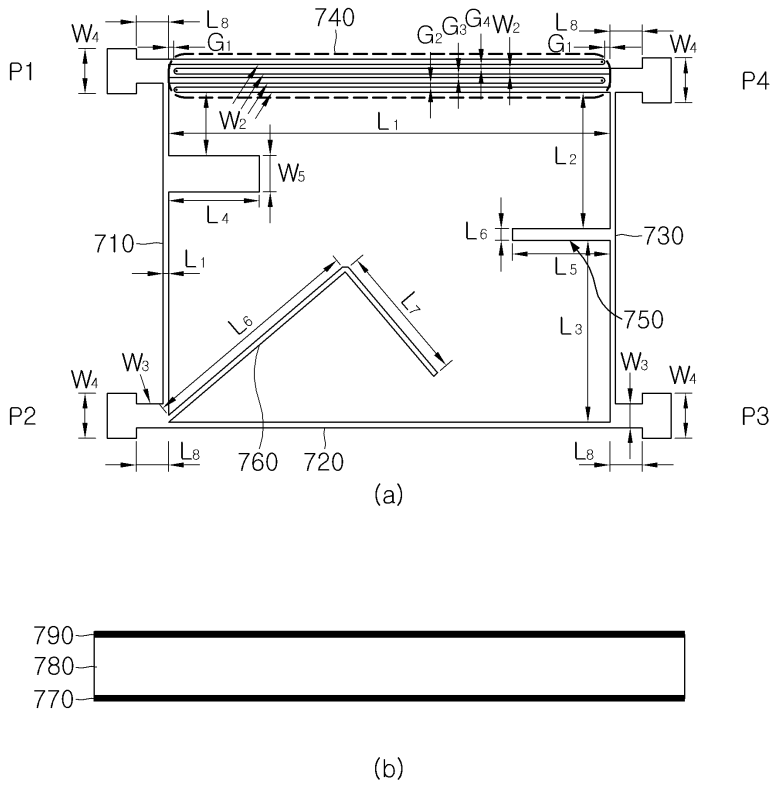

2
3
1
4

(b)

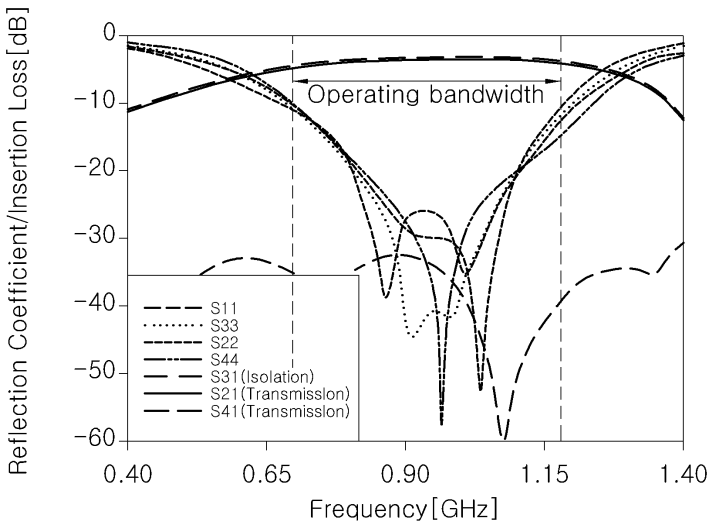
도면3


3λ/4
P1
(Input)
TL1(Z1)
P4
(Output)
λ/4
TL2(Z1)
TL4(Z1)
λ/4
λ/4
P2
(Output)
TL3(Z1)
P3
(Isoiation)

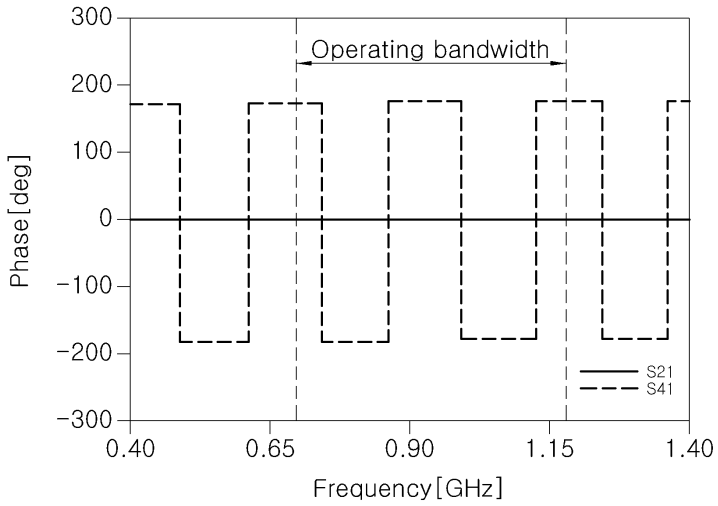
도면4


P1
P2
P3
P4
740
710
730
750
760
720
790
780
770
(a)
(b)

도면5


Reflection Coefficient/Insertion Loss[dB]
Frequency[GHz]
Operating bandwidth
S11
S33
S22
S44
S31(Isolation)
S21(Transmission)
S41(Transmission)
0
-10
-20
-30
-40
-50
-60
0.40
0.65
0.90
1.15
1.40

도면6


300
200
100
0
-100
-200
-300
Phase[deg]
Operating bandwidth
S21
S41
0.40
0.65
0.90
1.15
1.40
Frequency[GHz]