



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년10월22일
(11) 등록번호 10-1452220
(24) 등록일자 2014년10월13일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01P 5/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0064166

(22) 출원일자 2013년06월04일

심사청구일자 2013년06월04일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020100018648 A*

US5467063 A

Ashraf S. S. Mohra, "Compact Dual Band Wilkinson Power Divider", Microwave and Optical Technology Letters, Vol-50, No-6, 2008년 6월, 페이지1678~1682.*

Salai Siva Madhavan 외 2인, "DESIGN of 6dB WILKINSON POWER DIVIDER USING COUPLED LINE for RADAR S-BAND"

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732, 국제캠퍼스 내 (서천동, 경희대학교)

(72) 발명자

윤상웅

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보대학 608호

박상진

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보대학 203호

당트롱신

경기도 용인시 기흥구 덕영대로 1732 경희대학교 국제캠퍼스 전자정보대학 203호

(74) 대리인

특허법인 대아

전체 청구항 수 : 총 13 항

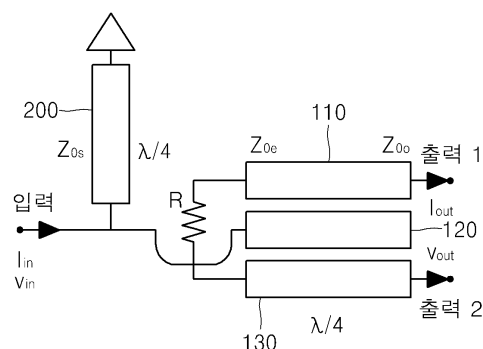
심사관 : 김상철

(54) 발명의 명칭 광대역 필터 형태 전력 분배결합기

(57) 요약

본 발명은 전력 분배결합기에 대한 것으로서, 특히 세 개의 전송 선로로 이루어진 결합선로 구조와 병렬 단락 스테르브를 이용한 광대역 필터 형태 전력 분배결합기에 관한 것이다. 본 발명에 따른 전력 분배결합기는 결합선로인 다수개의 전송 선로와, 상기 다수개의 전송 선로 입력단에 접속된 단락 병렬 스테르브를 포함하거나, 입력단인 제 2 전송 선로와, 상기 제 2 전송 선로의 양측에 각각 이격되어 평행하게 구비된 제 1 전송 선로 및 제 3 전송 선로를 가지는 결합선로와, 상기 제 1 전송 선로와 상기 제 3 전송 선로 사이에 접속되어 상기 제 1 전송 선로와 상기 제 3 전송 선로의 격리도를 증가시키는 저항을 포함한다. 또한, 이에 따라, 본 발명은 전력 분배 및 결합 기능과 대역통과필터 기능 및 DC 차단 기능을 모두 가지고 있으므로 무선 통신용 단말기의 소형화를 가능하게 할 수 있다.

대표도 - 도1



100 (110,120,130)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10043806
 부처명 지식경제부
 연구관리전문기관 한국산업기술평가원(KEIT)
 연구사업명 SW 융합형 부품 기술개발 사업
 연구과제명 SW 기반 디지털 무선통신용 핵심 모듈 및 트랜시버 개발
 기 여 율 1/2
 주관기관 (주)엘아이씨티
 연구기간 2012.11.01 ~ 2013.10.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 H0601-13-1001
 부처명 지식경제부
 연구관리전문기관 정보통신산업진흥원(NIPA)
 연구사업명 시스템반도체 설계인력양성-칩설계 공동연구
 연구과제명 무선홈 네트워크용 실리콘 기반 60GHz 커넥티비티 IP개발
 기 여 율 1/2
 주관기관 한국전자통신연구원(ETRI)
 연구기간 2013.01.01 ~ 2013.11.30

특허청구의 범위

청구항 1

입력단인 제 2 전송 선로와, 상기 제 2 전송 선로의 양측에 각각 이격되어 평행하게 구비된 제 1 전송 선로 및 제 3 전송 선로를 포함하는 다수개의 전송 선로와,

상기 다수개의 전송 선로 입력단에 접속된 단락 병렬 스텐브를 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 2

삭제

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 단락 병렬 스텐브의 특성 임피던스를 제어하여 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 대역폭을 조절하는 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 3에 있어서,

상기 제 1 전송 선로와 상기 제 3 전송 선로 사이에 접속되어 격리도를 증가시키는 저항을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 저항(R)은,

$$R = \frac{2Z_{0o(3)}^2}{Z_L} = \frac{8(Z_{0e}/Z_{0o})^2}{Z_L} \quad \text{이며,}$$

상기 Z_L 은 결합 선로의 부하 임피던스,

상기 $Z_{0o(3)}$ 은,

$$Z_{0o(3)} = \sqrt{\frac{L}{C_{11} + C_{12}}} = \frac{1}{v_p(C_{11} + C_{12})} = \frac{2}{\frac{1}{Z_{0e}} + \frac{1}{Z_{0o}}} \quad \text{이고,}$$

상기 C_{11} 은 전송 라인의 단위 길이 당 커패시턴스,

상기 C_{12} 는 상기 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로 사이의 단위 길이 당 커패시턴스,

상기 L 은 단위 길이당 인덕턴스,

상기 v_p 는 위상 속도,

상기 Z_{0e} 는 결합 선로의 우수(odd) 모드 특성 임피던스,

상기 Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스인 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배 결합기.

청구항 6

청구항 5에 있어서,

상기 전송 선로의 협대역 설계는,

$$Z_{0e} - Z_{0o} = \sqrt{2Z_L Z_{in}}$$

상기 Z_{0e} 는 결합 선로의 우수(odd) 모드 특성 임피던스,

상기 Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스,

상기 Z_L 은 결합 선로의 부하 임피던스,

상기 Z_{in} 은 결합 선로의 입력 임피던스인 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 7

청구항 6에 있어서,

상기 결합 선로의 입력 임피던스(Z_{in})는,

$$Z_{in} = \frac{Z_{22}Z_L + Z_{22}^2 - 2Z_{24}^2}{Z_L + Z_{22}}$$

상기 Z_{22} 는 $-\frac{j}{2} (Z_{0e} + Z_{0o}) \cot(\theta)$,

상기 Z_{24} 는 $-\frac{j}{2} (Z_{0e} - Z_{0o}) \csc(\theta)$ 인 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로, 제 3 전송 선로 및 스테브는 서로 길이가 동일한 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 9

입력단인 제 2 전송 선로와, 상기 제 2 전송 선로의 양측에 각각 이격되어 평행하게 구비된 제 1 전송 선로 및 제 3 전송 선로를 가지는 결합선로와,

상기 제 1 전송 선로와 상기 제 3 전송 선로 사이에 접속되어 상기 제 1 전송 선로와 상기 제 3 전송 선로의 격리도를 증가시키는 저항을 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 10

청구항 9에 있어서,

상기 저항(R)은,

$$R = \frac{2Z_{0o(3)}^2}{Z_L} = \frac{8(Z_{0e} // Z_{0o})^2}{Z_L} \quad \text{이며,}$$

상기 Z_L 은 결합 선로의 부하 임피던스,

상기 $Z_{0o(3)}$ 은,

$$Z_{0o(3)} = \sqrt{\frac{L}{C_{11} + C_{12}}} = \frac{1}{v_p(C_{11} + C_{12})} = \frac{2}{\frac{1}{Z_{0e}} + \frac{1}{Z_{0o}}} \quad \text{이고,}$$

상기 C_{11} 은 전송 라인의 단위 길이 당 커패시턴스,

상기 C_{12} 는 상기 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로 사이의 단위 길이 당 커패시턴스,

상기 L 은 단위 길이당 인덕턴스,

상기 v_p 는 위상 속도,

상기 Z_{0e} 는 결합 선로의 우수(odd) 모드 특성 임피던스,

상기 Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스인 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배 결합기.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 제 2 전송 선로에 접속된 단락 병렬 스테브를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 전송 선로의 협대역 설계는,

$$Z_{0e}-Z_{0o}=\sqrt{2Z_LZ_{in}}\text{이며,}$$

상기 Z_{0e} 는 결합 선로의 우수(odd) 모드 특성 임피던스,

상기 Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스,

상기 Z_L 은 결합 선로의 부하 임피던스,

상기 Z_{in} 은 결합 선로의 입력 임피던스인 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 결합 선로의 입력 임피던스(Z_{in})는,

$$Z_{in}=\frac{Z_{22}Z_L+Z_{22}^2-2Z_{24}^2}{Z_L+Z_{22}}\text{이며,}$$

상기 Z_{22} 는 $-\frac{j}{2}(Z_{0e}+Z_{0o})\cot(\theta)$,

상기 Z_{24} 는 $-\frac{j}{2}(Z_{0e}-Z_{0o})\csc(\theta)$ 인 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

청구항 14

청구항 9에 있어서,

상기 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로, 제 3 전송 선로 및 스테브는 서로 길이가 동일한 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기.

명세서

기술분야

본 발명은 전력 분배결합기에 대한 것으로서, 특히 세 개의 전송 선로로 이루어진 결합선로 구조와 병렬 단락 스테브를 이용한 광대역 필터 형태 전력 분배결합기에 관한 것이다.

[0001]

배경 기술

[0002] 최근에 사람들은 점점 더 많은 양의 데이터를 주고받기를 원하고, 시장은 이러한 요구를 만족시키는 무선통신 단말기를 내놓는다. 대용량 데이터를 무선으로 전송하기 위해서는 기본적으로 두 가지 방법이 있는데, 하나는 복잡한 변조방식을 사용하는 것이고, 다른 하나는 넓은 주파수 대역을 사용하는 것이다. 두 가지 방식으로 무선 통신 시스템이 발전하고 있으며, 광대역 주파수를 사용하는 무선통신 애플리케이션으로는 3.1 ~ 10.6GHz의 대역을 사용하는 Ultra Wide Band(UWB)이 있는데, UWB의 통신거리는 10m ~ 1 km에 이르고, 초당 100 ~ 500Mbps의 속도로 전송이 가능하다. 60GHz 근처에서 광대역을 사용하는 WLAN (Wireless Local Area Network) 또는 WPAN (Wireless Personal Area Network) 애플리케이션이 있다. 60GHz 애플리케이션의 경우 미국에서는 57 ~ 64GHz를 사용하고 있으며, 일본은 59 ~ 66GHz, 유럽은 57 ~ 66GHz를 사용하고 있다. 이와 같이 7 ~ 9GHz의 광대역을 사용하여 수십 Gbps 급의 대용량의 데이터 무선통신 서비스를 제공하고 있다. 이러한 광대역 무선통신용 시스템을 구성하는 RF 회로 블록들은 광대역으로 설계 되어야 하므로, 다양한 광대역 설계 기술이 발표되고 있다. 앞으로도 계속해서 광대역 무선통신 애플리케이션을 시장을 요구할 것이며, 이를 위한 광대역 RF 회로 설계 기술의 개발이 필요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 1. 대한민국공개특허 제2011-0027494호(2011.03.16. 공개)
(특허문헌 0002) 2. 대한민국공개특허 제2010-0018648호(2010.02.18. 공개)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명의 목적은 소형의 광대역 필터 형태 전력 분배결합기를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0005] 상술한 목적을 달성하기 위해 본 발명은 결합선로인 다수개의 전송 선로와, 상기 다수개의 전송 선로 입력단에 접속된 단락 병렬 스테르브를 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기를 제공한다.

[0006] 상기 다수개의 전송 선로는, 입력단인 제 2 전송 선로와, 상기 제 2 전송 선로의 양측에 각각 이격되어 평행하게 구비된 제 1 전송 선로 및 제 3 전송 선로를 포함한다. 상기 단락 병렬 스테르브의 특성 임피던스를 제어하여 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 대역폭을 조절할 수 있다.

[0007] 또한, 본 발명은 상기 제 1 전송 선로와 상기 제 3 전송 선로 사이에 접속되어 격리도를 증가시키는 저항을 더

포함할 수 있다. 이때, 상기 저항(R)은,
$$R = \frac{2Z_{0o(3)}^2}{Z_L} = \frac{8(Z_{0e} // Z_{0o})^2}{Z_L}$$
이며, 상기 Z_L 은 결합 선로의 부하 임피던스, 상기 $Z_{0o(3)}$ 은,
$$Z_{0o(3)} = \sqrt{\frac{L}{C_{11} + C_{12}}} = \frac{1}{v_p(C_{11} + C_{12})} = \frac{2}{\frac{1}{Z_{0e}} + \frac{1}{Z_{0o}}}$$
이고, 상기 C_{11} 은 전송 라인의 단위 길이 당 커패시턴스, 상기 C_{12} 은 상기 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로 사이의 단위 길이

당 커패시턴스, 상기 L 은 단위 길이당 인덕턴스, 상기 v_p 는 위상 속도, 상기 Z_{0e} 는 결합 선로의 우수 (odd) 모드 특성 임피던스, 상기 Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스이다.

[0008]

상기 전송 선로의 협대역 설계는, $Z_{0e}-Z_{0o}=\sqrt{2Z_LZ_{in}}$ 이며, 상기 Z_{0e} 는 결합 선로의 우수(odd) 모드 특성 임피던스, 상기 Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스, 상기 Z_L 은 결합 선로의 부하 임피던스, 상기 Z_{in} 은 결합 선로의 입력 임피던스이다. 상기 결합 선로의 입력 임피던스(Z_{in})는,

$$Z_{in} = \frac{Z_{22}Z_L + Z_{22}^2 - 2Z_{24}^2}{Z_L + Z_{22}} \quad \text{이며, } Z_{22} \text{ 는 } -\frac{j}{2} (Z_{0e} + Z_{0o}) \cot(\theta) \text{ , } Z_{24} \text{ 는 } -\frac{j}{2} (Z_{0e} - Z_{0o}) \csc(\theta) \text{ 이다.}$$

[0009]

상기 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로, 제 3 전송 선로 및 스텔브는 서로 길이가 동일한 것이 바람직하다.

[0010]

또한, 본 발명은 입력단인 제 2 전송 선로와, 상기 제 2 전송 선로의 양측에 각각 이격되어 평행하게 구비된 제 1 전송 선로 및 제 3 전송 선로를 가지는 결합선로와, 상기 제 1 전송 선로와 상기 제 3 전송 선로 사이에 접속되어 상기 제 1 전송 선로와 상기 제 3 전송 선로의 격리도를 증가시키는 저항을 포함하는 것을 특징으로 하는 광대역 필터 형태 전력 분배결합기를 제공한다.

[0011]

상기 저항(R)은, $R = \frac{2Z_{0o(3)}^2}{Z_L} = \frac{8(Z_{0e} // Z_{0o})^2}{Z_L}$ 이며, 상기 Z_L 은 결합 선로의 부하 임피던스, 상기 $Z_{0o(3)}$ 은,

$$Z_{0o(3)} = \sqrt{\frac{L}{C_{11} + C_{12}}} = \frac{1}{v_p(C_{11} + C_{12})} = \frac{2}{\frac{1}{Z_{0e}} + \frac{1}{Z_{0o}}} \quad \text{이고, } C_{11} \text{ 은 전}$$

송 라인의 단위 길이 당 커패시턴스, 상기 C_{12} 는 상기 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로 사이의 단위 길이 당 커패시턴스, 상기 L 은 단위 길이당 인덕턴스, 상기 v_p 는 위상 속도, 상기 Z_{0e} 는 결합 선로의 우수 (odd) 모드 특성 임피던스, 상기 Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스이다.

[0012]

또한, 본 발명은 상기 제 2 전송 선로에 접속된 단락 병렬 스텔브를 더 포함할 수 있다.

[0013]

상기 전송 선로의 협대역 설계는, $Z_{0e}-Z_{0o}=\sqrt{2Z_LZ_{in}}$ 이며, 상기 Z_{0e} 는 결합 선로의 우수(odd)

모드 특성 임피던스, 상기 Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스, 상기 Z_L 은 결합 선로의 부하 임피던스, 상기 Z_{in} 은 결합 선로의 입력 임피던스이다. 상기 결합 선로의 입력 임피던스(Z_{in})는,

$$Z_{in} = \frac{Z_{22}Z_L + Z_{22}^2 - 2Z_{24}^2}{Z_L + Z_{22}} \quad \text{이며,} \quad \text{상기 } Z_{22} \text{는 } -\frac{j}{2} (Z_{0e} + Z_{0o}) \cot(\theta), \quad \text{상기}$$

$$Z_{24} \text{는 } -\frac{j}{2} (Z_{0e} - Z_{0o}) \csc(\theta) \quad \text{이다.}$$

[0014] 상기 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로, 제 3 전송 선로 및 스테브는 서로 길이가 동일한 것이 바람직하다.

발명의 효과

[0015] 본 발명은 전력 분배 및 결합 기능과 대역통과필터 기능 및 DC 차단 기능을 모두 가지고 있으므로 무선 통신용 단말기의 소형화를 가능하게 할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 개념도
 도 2는 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 3개의 병렬 결합 선로의 구조도.
 도 3은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 우수 모드 들뜸 상태에서 절반 회로의 개요도.
 도 4는 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기 단면의 결합 커패시턴스를 보여주는 개요도.
 도 5는 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 대역폭에서 기수 모드 임피던스와 우수 모드 임피던스 및 스테브의 특성 임피던스 효과를 나타낸 그래프.
 도 6은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기에서 스테브를 제외하고 성능을 측정한 그래프.
 도 7은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기에서 스테브가 구비된 상태에서 성능을 측정한 그래프.
 도 8은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 구현도.
 도 9는 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 측정과 시뮬레이션 결과 그래프.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 이하, 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0018] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다. 도면상의 동일 부호는 동일한 요소를 지칭한다.
- [0019] 도 1은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 개념도이고, 도 2는 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 3개의 병렬 결합 선로의 구조도이다.
- [0020] 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기는 도 1에 도시된 바와 같이, 결합선로 구조의 전송 선로(100)와, 입력단으로 사용되는 전송 선로(100)의 입력에 병렬로 접속된 단락 스테브(200)를 포함한다.
- [0021] 전송 선로는 입력단에서 입력된 전력을 분배하거나 결합하기 위한 것으로서, 본 발명은 보다 넓은 광대역 필터 특성을 얻기 위해 3개의 전송 선로, 즉, 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로 및 제 3 전송 선로를 포함한다. 여기서 제 1 전송 선로와 제 2 전송 선로 및 제 3 전송 선로는 서로 동일한 $\lambda/4$ 길이를 갖는다. 또한, 본 실시예는 제 2 전송 선로의 양측에 제 1 전송 선로와 제 3 전송 선로가 각각 위치하는 것을 예시하며, 이에 따라 제 1 전

송 선로와 제 2 전송 선로 및 제 3 전송 선로 순으로 위치된다. 또한, 도 2에 도시된 바와 같이, 제 1 전송 선로의 일측과 타측은 각각 제 1 포트와 제 4 포트이며, 제 2 전송 선로의 일측과 타측은 각각 제 2 포트와 제 5 포트이다. 제 3 전송 선로의 일측과 타측은 각각 제 3 포트와 제 6 포트이다. 제 2 전송 선로는 제 1 전송 선로 및 제 3 전송 선로와 전기적으로 단락되어 있다.

[0022] 스텐브(stub)는 제 1 전송 선로에 병렬 접속된다. 이러한 스텐브의 길이는 $\lambda/4$ 이며, 스텐브의 특성 임피던스 (Z_{0s})에 따라 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 대역폭을 조절할 수 있다. 본 실시예에서는 스텐브의 폭과 길이가 각각 3um, 770um인 것을 예시한다.

[0023] 3개의 병렬 결합 선로의 설계 방정식은 6×6 임피던스 행렬 [Z_{ij}]로부터 파생된다. 일반적인 행렬은 비 인접 라인 사이의 상호 임피던스 $Z_{13}, Z_{31}, Z_{16}, Z_{61}, Z_{34}, Z_{43}, Z_{46}, Z_{64}$ 가 0이 되도록 무시하거나, 대칭 구조의 인접한 결합 선로 사이의 교차 결합을 고려하면 두 결합 선로에서 홀수 모드 임피던스를 무시하여 단순화할 수 있다.

[0024] 6개의 포트 중 분배기는 제 2 포트와 제 4 포트 및 제 6 포트만 사용하고 다른 포트들은 오픈 상태로 둔다. 3포트 시스템은 제 2 포트와 제 3 포트가 대칭 구조이므로 2포트 시스템으로 단순화 할 수 있다. 여기서, 입력(제 2 포트)과 출력(제 4 포트)의 관계는 다음의 수학식 1에 의해 표현된다.

수학식 1

$$\begin{bmatrix} V_{in} \\ V_{out} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Z_{22} & 2Z_{24} \\ Z_{24} & Z_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{in} \\ -I_{out} \end{bmatrix}$$

[0025] 수학식 1에서 일부 수학적 변환 후, 입력 임피던스(Z_{in})는 아래의 수학식 2와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 2

$$Z_{in} = \frac{Z_{22}Z_L + Z_{22}^2 - 2Z_{24}^2}{Z_L + Z_{22}}$$

[0026] 여기서, Z_L 은 부하 임피던스(load impedance)이며, Z_{22} 와 Z_{24} 는 Z_{0e} 와 Z_{0o} 의 해로 표현할 수 있는 교차 임피던스이다. 또한, 이에 따른 Z_{22} 와 Z_{24} 는 아래의 수학식 3 및 수학식 4와 같다.

수학식 3

$$Z_{22} = -\frac{j}{2} (Z_{0e} + Z_{0o}) \cot(\theta)$$

수학식 4

$$Z_{24} = -\frac{j}{2} (Z_{0e} - Z_{0o}) \csc(\theta)$$

[0030]

[0031] 수학식 3과 수학식 4에서, Z_{0e} 는 결합 선로의 우수(odd) 모드 특성 임피던스이며, Z_{0o} 는 결합 선로의 기수(even) 모드 특성 임피던스이다.

[0032] 또한, 전송된 바와 같이 2 포트 시스템으로 단순화한 후 전송 선로의 길이를 중심 주파수의 $\lambda/4$ 로 설계하면 3개의 평행 결합 선로의 협대역 설계식은 아래의 수학식 5와 같이 구할 수 있다.

수학식 5

$$Z_{0e} - Z_{0o} = \sqrt{2Z_L Z_{in}}$$

[0033]

[0034] 50Ω 시스템 하에서, 수학식 5는 $Z_{0e} - Z_{0o} = 70.7\Omega$ 을 만족시킨다.

[0035] 도 3은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 우수 모드 들뜸 상태에서 절반 회로의 개요도이며, 도 4는 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기 단면의 결합 커패시턴스를 보여주는 개요도이다.

[0036] 저항은 2개의 출력 사이의 정합과 격리를 위해 구비된다. 이를 위해서 저항은 제 1 포트와 제 3 포트 사이에 연결되며, 그 값은 도 3에 도시된 바와 같이, 2개의 출력으로부터 우수 모드 전압에 의해 산출된다. 여기서, 접지면은 사실상 중심 라인, 즉, 제 2 포트와 제 5 포트의 중심을 따라 배치된다. 또한, 도 4에 도시된 바와 같이, 제 1 포트와 제 4 포트의 라인 접지된 중심 라인으로부터 추가 커패시턴스가 있으며, 이는 아래의 수학식에

의해 설명될 수 있는 우수 모드 특성 임피던스($Z_{0o(3)}$)이다.

수학식 6

$$Z_{0o(3)} = \sqrt{\frac{L}{C_{11} + C_{12}}} = \frac{1}{v_p(C_{11} + C_{12})} = \frac{2}{\frac{1}{Z_{0e}} + \frac{1}{Z_{0o}}}$$

[0037]

[0038] 여기서, v_p 는 위상 속도이고, L 은 단위 길이 당 인덕턴스이다. C_{11} 과 C_{12} 는 전송 라인의 단위 길이 당 커패시턴스이다. 1/4 파장 임피던스 변환에서 R 은 다음과 같이 계산될 수 있다.

수학식 7

$$R = \frac{2Z_{0o(3)}^2}{Z_I} = \frac{8(Z_{0e}/Z_{0o})^2}{Z_I}$$

[0039]

[0040]

다음은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 성능에 대해 살펴보기로 한다.

[0041]

도 5는 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 대역폭에서 기수 모드 임피던스와 우수 모드 임피던스 및 스테르브의 특성 임피던스 효과를 나타낸 그래프이다.

[0042]

도 5를 참조하면, Z_{0o} 가 작아지고 Z_{0s} 가 커질수록 대역폭이 커지는 것을 알 수 있다.

[0043]

도 6은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기에서 스테르브를 제외하고 성능을 측정한 그래프이고, 도 7은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기에서 스테르브가 구비된 상태에서 성능을 측정한 그래프이다.

[0044]

도 6과 도 7에 도시된 바와 같이, 스테르브가 제외된 상태에서 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 $|S_{11}|$, $|S_{22}|$, $|S_{33}|$ 및 $|S_{23}|$ 과 같은 S-파라미터의 크기는 16~76GHz에서 -10dB보다 낮다. 또한, 그래프의 양단에서 5dB과 7.5dB 동안 중간 대역은 3.5dB의 삽입 손실을 보여준다. 스테르브에서 대역폭은 36%만 확장될 뿐만 아니라 아웃 오브 밴드 필터링(out-of-band filtering)은 5GHz와 90GHz의 주파수 각각에서 15dB과 10dB 만큼 얻어진다.

[0045]

도 8은 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 구현도이다.

[0046]

본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기는 EMX 전파장 전자석 시뮬레이터와 RF 180nm 프로세스로 구현된 TSMC로 시뮬레이션 되었다. 프로세스는 여섯 개의 금속 층을 가지고 있다. 모든 신호 라인은 2.3um의 얇은 상부 금속 층에 설계되었다. 첫 번째 금속층은 접지로 사용된다. 도 8에 도시된 바와 같이, 3개의 병렬 결합 선로의 폭과 길이는 각각 5um와 730um이다. 인접한 두 결합 라인 사이의 간격은 1.5um이다. 단락된 셉트 스테르브의 폭과 길이는 각각 3um와 770um이다. 분배결합기의 크기는 모든 패드와 접속 라인을 제외하면 a는 0.73nm, b는

0.2nm이다. 이에 따라, 분배결합기의 크기는 $0.2 \times 0.73nm^2$ 이다. 전체 크기는 3개의 병렬 결합 선로와 셉트 스테르브 사이의 접지 영역을 최적화하여 더욱 감소시킬 수 있다.

[0047]

분배결합기의 성능은 67GHz까지 작동하는 Agilent E8361C PNA 네트워크 분석기로 확인하였다.

[0048]

도 9는 본 발명에 따른 광대역 필터 형태 전력 분배결합기의 측정과 시뮬레이션 결과 그래프이다.

[0049]

도 9를 참조하면, 14GHz~65GHz에서 -10dB 이하의 포트 정합을 보여준다. 여기서, 네트워크 분석기의 성능으로 인해 65GHz까지만 측정되었으나, 실제 대역폭은 65GHz 이상이다.

[0050]

표 1은 결합선로의 Z_{0o} 와 Z_{0s} 에 따른 대역폭 시뮬레이션 결과를 보인다.

표 1

[0051]

$Z_{0o}(\Omega)$	$Z_{0s}(\Omega)$	대역폭
20	245	168%
25	132	146%
30	92	132%
35	72	120%
38	64	116%
40	60	110%
50	45	96%

- [0052]

표 1에서 대역폭은 -10dB 이하의 입력 정합을 기준으로 하였다. Z_{0o} 가 작고 Z_{0s} 가 클수록 광대역 특성을 보이는 것을 확인할 수 있다.
- [0053]

상술한 바와 같이, 본 발명은 전력 분배 및 결합 기능과 대역통과필터 기능 및 DC 차단 기능을 모두 가지고 있으므로 무선 통신용 단말기의 소형화를 가능하게 할 수 있다.
- [0054]

이상에서는 도면 및 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허청구범위에 기재된 본 발명의 기술적 사상으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

부호의 설명

- [0055]

100: 전송 선로

110: 제 1 전송 선로

120: 제 2 전송 선로

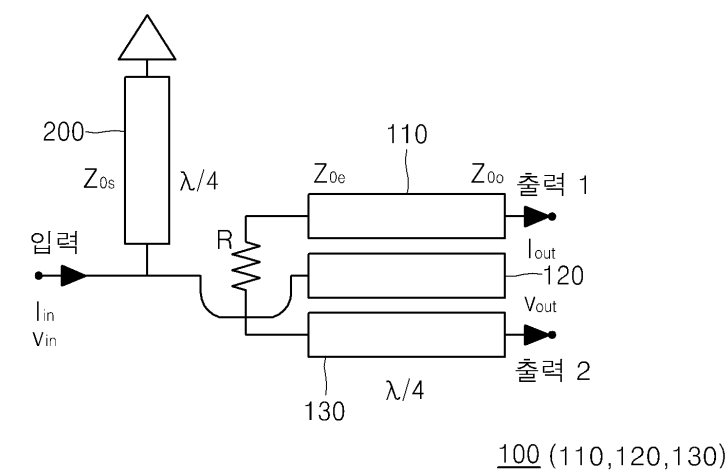
130: 제 3 전송 선로

200: 스테브

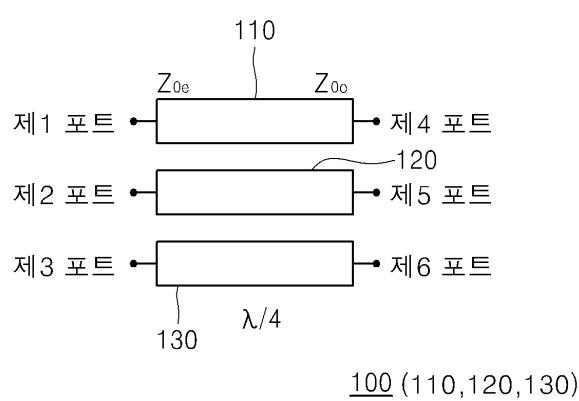
R: 저항

도면

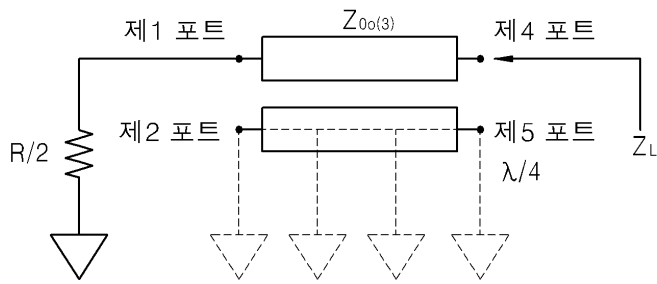
도면1



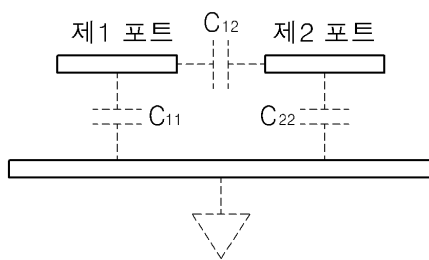
도면2



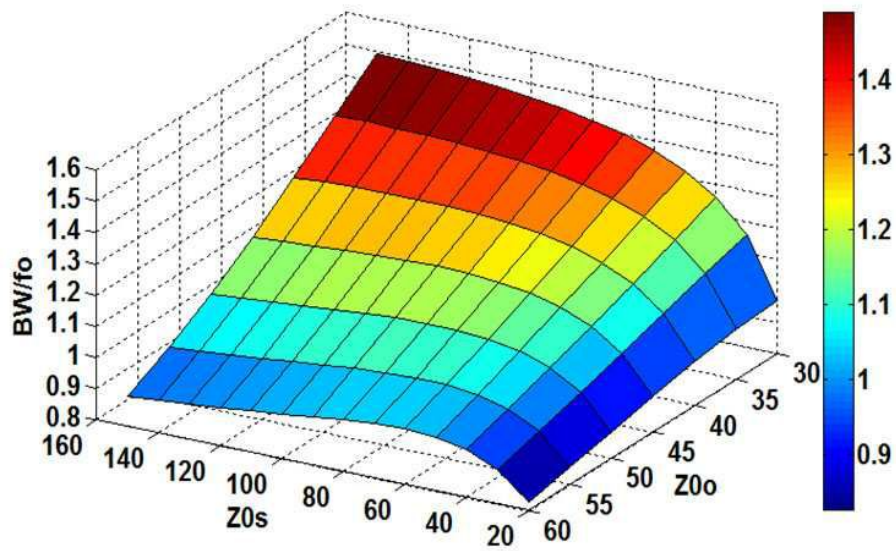
도면3



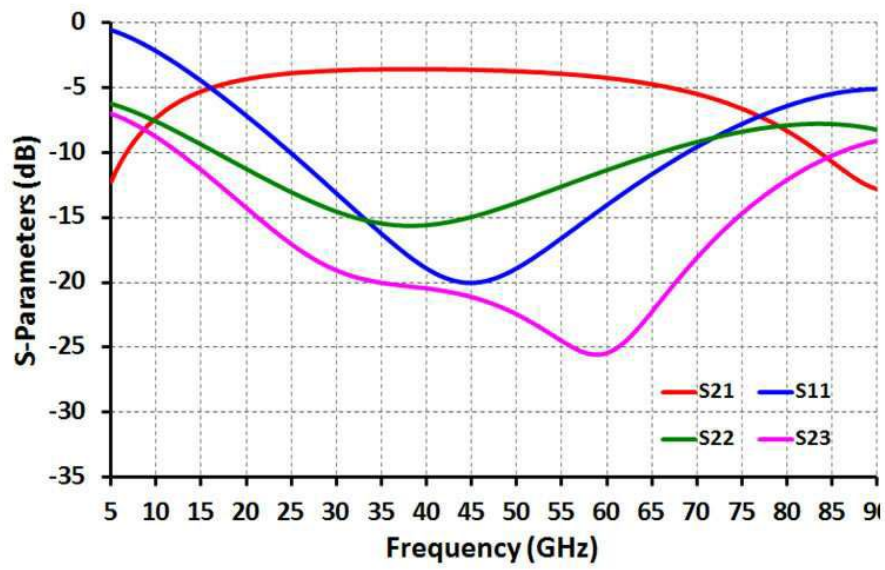
도면4



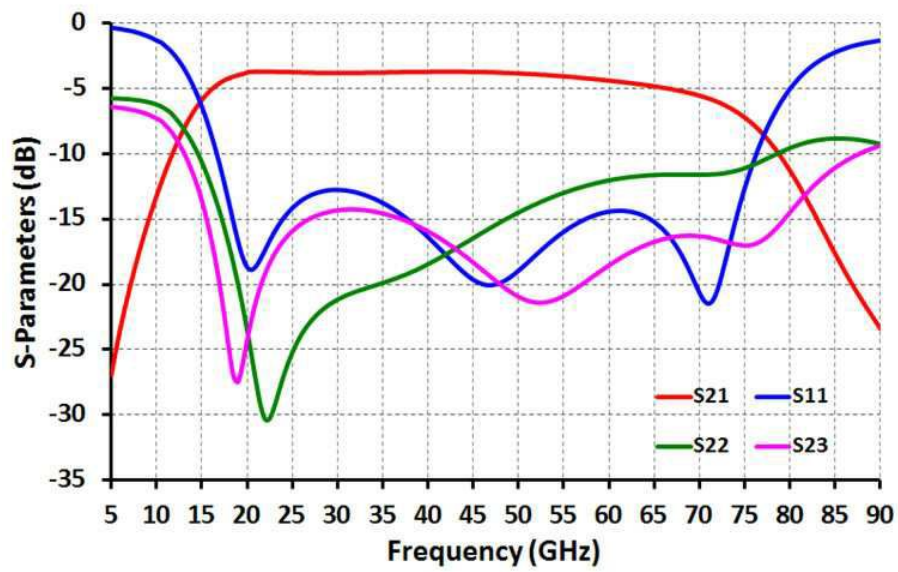
도면5



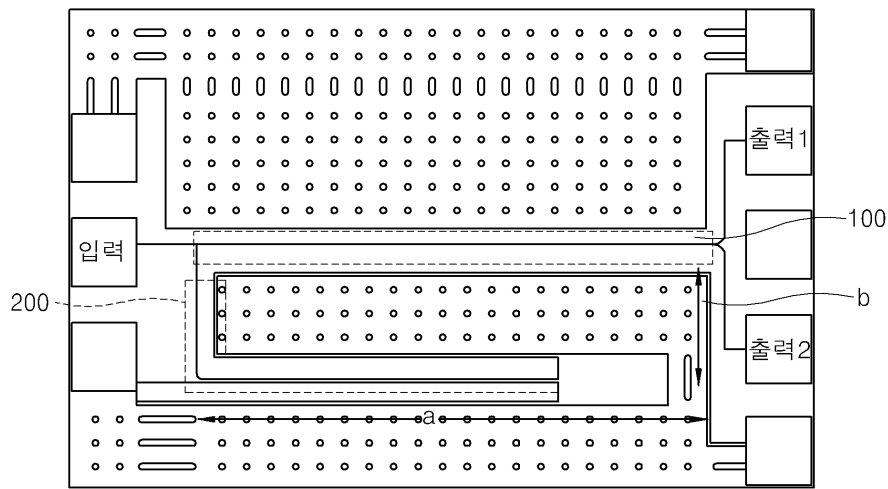
도면6



도면7



도면8



도면9

