

# 특허증

CERTIFICATE OF PATENT



특허

Patent Number

제 10-1559721 호

출원번호

Application Number

제 10-2014-0024038 호

출원일

Filing Date

2014년 02월 28일

등록일

Registration Date

2015년 10월 06일

발명의 명칭 Title of the Invention

높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬

특허권자 Patentee

등록사항란에 기재

발명자 Inventor

등록사항란에 기재

위의 발명은 「특허법」에 따라 특허등록원부에 등록되었음을 증명합니다.

This is to certify that, in accordance with the Patent Act, a patent for the invention has been registered at the Korean Intellectual Property Office.



2015년 10월 06일

특허청장

COMMISSIONER,

KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

최동규

# 등록사항

특허

등록제 10-1559721 호

Patent Number

특허권자 Patentees

전자부품연구원(135471-0\*\*\*\*\*)  
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)

전북대학교산학협력단(210171-0\*\*\*\*\*)  
전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (덕진동1가)

발명자 Inventors

김동수(721105-1\*\*\*\*\*)  
경기 성남시 분당구 대왕판교로606번길 58, 101동 1001호 (삼평동,  
판교푸르지오월드마크)

이우성(660515-1\*\*\*\*\*)  
경기 성남시 분당구 동판교로 123, 101동 801호 (백현동,  
백현마을1단지판교푸르지오그랑블)

유찬세(730420-1\*\*\*\*\*)  
경기 의왕시 안양판교로 64, 2동 1401호 (포일동, 인덕원삼호아파트)

정용채(630715-1\*\*\*\*\*)  
전북 전주시 완산구 홍산로 390, 106동 303호 (효자동3가,  
서부신시가지아이파크)



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년10월14일

(11) 등록번호 10-1559721

(24) 등록일자 2015년10월06일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01P 5/10 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0024038

(22) 출원일자 2014년02월28일

심사청구일자 2014년02월28일

(65) 공개번호 10-2015-0102310

(43) 공개일자 2015년09월07일

(56) 선행기술조사문헌

Myun-Joo Park 외 1인, "Stubbed Branch Line Balun", IEEE Microwave and Components Letter, Vol-17, 2007년3월.

Vamsi 외 2인, "Harmonic and Size Reduction Microstrip Branch-Line Baluns using Shunt Open-Stubs", International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, 2011년 3월.

Jia-Lin 외 2인, "Investigation of A Compact and Broadband Balun", Microwave and Optical technology Letters, Vol-50, 2008년5월.

US05455545 A

(73) 특허권자

전자부품연구원

경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)

전북대학교산학협력단

전라북도 전주시 덕진구 백제대로 567 (덕진동1가)

(72) 발명자

김동수

경기 성남시 분당구 대왕판교로606번길 58, 101동 1001호 (삼평동, 판교푸르지오월드마크)

이우성

경기 성남시 분당구 동판교로 123, 101동 801호 (백현동, 백현마을1단지판교푸르지오그랑블)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

박종한

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 김상철

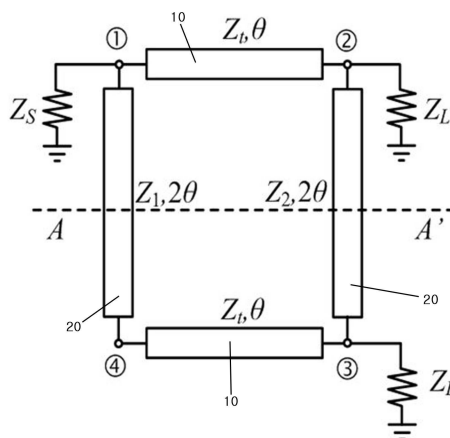
(54) 발명의 명칭 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬

(57) 요약

본 발명은 넓은 대역폭과 높은 격리 특성을 통해 광대역 전력 증폭기를 포함하는 다양한 RF 시스템에 적용 가능한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬에 관한 것으로, 특성 임피던스  $Z_1$  를 갖는 두개의 수평  $\lambda/4$  전송선로; 특성 임피던스  $Z_1$  과  $Z_2$  를 갖는 두개의 수직  $\lambda/2$  전송선로를 포함하는 것을 특징으로 하며, 광대역 특

(뒷면에 계속)

대표도 - 도1



성 뿐만 아니라 높은 격리도 특성을 가지는 발룬 구조를 제공함으로써 차동 증폭기 등 높은 격리도가 요구되는 회로에 적용 가능하고, 광대역 브랜치 라인 발룬은 수평  $\lambda/4$  전송선로( $Z_1$ )와 수직  $\lambda/2$  전송선로( $Z_1$ 과  $Z_2$ )에 각각 서로 다른 특성 임피던스를 적용하여 광대역 특성을 만들어 낼 수 있으며, 등가 회로는 세 단자 모두를 정합할 수 있고, 수직  $\lambda/2$  전송선로( $Z_2$ )에 저항기와 병렬 중앙  $\lambda/4$  전송선로를 구성함으로써 두 평행 출력 단자 사이에 높은 격리 특성을 제공하는 효과가 있다. 또한 중앙  $\lambda/4$  전송선로의 특성 임피던스가 낮아 구현이 힘들 때에 결합 및 절단이 개방되고 격리단이 단락된  $\lambda/4$  결합 전송선로로 대체하여 보통의 전송선로로 구현 가능한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 발룬을 설계할 수 있는 효과를 가진다.

(72) 발명자

**유찬세**

경기 의왕시 안양관교로 64, 2동 1401호 (포일동, 인덕원삼호아파트)

**정용채**

전북 전주시 완산구 홍산로 390, 106동 303호 (효자동3가, 서부신시가지아이파크)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10035173
부처명	지식경제부
연구관리전문기관	KEIT
연구사업명	산업융합원천기술개발사업
연구과제명	차세대 이동통신 기지국용 Class-S 전력증폭기 기술연구
기 여 율	1/1
주관기관	한국전자통신연구원
연구기간	2013.03.01 ~ 2014.02.28

---

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

특성 임피던스  $Z_t$  를 갖는 두개의 수평  $\lambda/4$  전송선로;

특성 임피던스  $Z_1$ 과  $Z_2$ 를 갖는 두개의 수직  $\lambda/2$  전송선로; 를 포함하며,

하나의 단자가 개방된 4 단자 대칭 회로인 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

**청구항 2**

제1항에 있어서,

상기 수평  $\lambda/4$  전송선로의 특성 임피던스  $Z_t$  는 하기 수학적식에 의해 특성 임피던스를 만족하는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

$$Z_t = Z_0 \sqrt{\frac{r(1 - |S_{11\text{odd}}|_{f=f_0})}{(1 - |S_{11\text{odd}}|_{f=f_n})}}$$

( $Z_0$ 는 부하 임피던스이고,  $r$ 은  $Z_2/Z_1$ 의 비율이고,  $S_{11\text{odd}}$ 는 반사손실이고,  $f_0$ 은 중심 주파수 이다.)

**청구항 3**

제2항에 있어서,

상기 수평  $\lambda/4$  전송선로의 임피던스  $Z_t$  는 중심 주파수  $f_0$  에서 기수 모드 반사손실과  $Z_2/Z_1$  비율인  $r$  을 이용하는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

**청구항 4**

제1항에 있어서,

상기  $Z_1$  과  $Z_2$ 는 하기 수학적식

$$Z_2 = \frac{Z_t Z_1}{r Z_t + r Z_1 - Z_1}$$

에 의해 수평  $\lambda/4$  전송선로의 특성 임피던스를 만족하는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

**청구항 5**

특성 임피던스  $Z_t$  를 갖는 두개의 수평  $\lambda/4$  전송선로;

특성 임피던스  $Z_1$ 과  $Z_2$ 를 갖는 두개의 수직  $\lambda/2$  전송선로;

상기 수직  $\lambda/2$  전송선로 중앙에는 저항  $R$  과 특성 임피던스  $Z_{st}$  로 병렬 연결되는 중앙  $\lambda/4$  전송선로;를 포함하며,

하나의 단자가 개방된 4 단자 대칭 회로인 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

**청구항 6**

제5항에 있어서,

중심 주파수  $f_0$  에서 우수모드 등가회로는 하기의 수학식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

$$|S_{22iso, f=f_0}| = \left| \frac{Z_2^2 - 2rZ_L}{Z_2^2 + 2RZ_L} \right|$$

( $S_{22iso}$  는 반사 손실이고,  $Z_L$ 는 부하 임피던스 이고,  $r$ 는  $Z_0/Z_L$ 의 비율이고,  $f_0$  는 중심 주파수 이다.)

**청구항 7**

제5항에 있어서,

상기 저항  $R$ 은 하기의 수학식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

$$R = \frac{Z_2^2(1 + |S_{22iso}|_{f=f_0})}{2Z_L(1 - |S_{22iso}|_{f=f_0})}$$

( $S_{22iso}$  는 반사 손실이고,  $f_0$  는 중심 주파수이고,  $Z_L$ 는 부하 임피던스 이다.)

**청구항 8**

제5항에 있어서,

상기 특성 임피던스  $Z_{st}$ 를 하기의 수학식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

$$Z_{st} = \frac{RZ_t Z_2}{Z_L Z_2 + Z_t Z_L - 2RZ_t}$$

( $Z_L$ 는 부하 임피던스 이다.)

**청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 중앙  $\lambda/4$  전송선로를 결합 및 전달 단이 개방되고 격리단이 단락된 결합 전송선로로 대체하고, 우수 및 기수 모드 특성 임피던스를 하기의 수학식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬.

$$Z_{0e} = \frac{4Z_2 Z_t R}{C[(Z_t + Z_2)Z_L - 2Z_t R]} + Z_{0o}$$

$$C = \frac{Z_{0o} - Z_{0o}}{Z_{0o} + Z_{0o}}$$

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 넓은 대역폭과 높은 격리 특성을 통해 광대역 전력 증폭기를 포함하는 다양한 RF 시스템에 적용 가능한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 일반적으로 발룬(balun)은 Balance to Unbalance의 약자로서, 상기 소자는 평형 신호(balanced signal)를 불평형 신호(unbalanced signal)로 변환하거나, 반대로 불평형 신호를 평형 신호로 변화하는 회로 또는 구조물로 이루어진 소자를 말한다. 이는 예를 들어, 혼합기(mixer) 또는 증폭기(amplifier) 등과 같이 평행 입출력단을 구비한 소자와 안테나와 같이 불평형 입출력단을 갖는 소자를 연결하는 경우, 상기 평형 신호와 불평형 신호간의 변환을 수행하기 위하여 필요하다.

[0003] 이러한 발룬은 R, L, C 소자와 같은 집중 소자(lumped element)의 조합에 의해 구현될 수도 있으며, 혹은 마이크로스트립, 스트립라인, 전송선로(transmission line) 등과 같은 분산 소자(Distributed element)로 구현될 수 있으며, 최근에는 상기 발룬이 주로 이용되는 무선통신제품의 소형화가 요구되면서 소자 크기를 줄일 수 있도록 LTCC등의 공법을 적용한 적층형 발룬이 많이 사용되고 있다.

[0004] 최근 들어 통신 시스템이 고속 데이터 전송을 얻기 위해 노력하고 있어서, 광대역 발룬의 필요성이 급증하였으며, 이러한 요구를 충족시키기 위해, Marchand 발룬, 고온 초전도(HTS: High-temperature superconduction) 평판형 발룬, 브랜치 라인 발룬, 코플라나 도파관(CPW: coplanar waveguide) 발룬과 같은 다양한 형태의 광대역 발룬들이 설계 및 개발되어 왔다.

[0005] 하지만, 대부분 광대역 특성에 초점을 맞추었고, 출력 평형 단자간의 격리 특성이 고려되지 않은 구조가 많아서 차동 증폭기와 같은 고출력 증폭기에 적용될 경우 큰 문제점을 야기시킬 수 있다.

[0006] 또한, 각 단자에서 높은 반사 손실 특성을 얻기 위해서도 발룬의 평형 출력 단자 사이에 격리 회로가 필요하다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0007] (특허문헌 0001) 한국 공개특허공보 제2004-0027039호 (2004.04.01. 공개)  
 (특허문헌 0002) 한국 공개특허공보 제2009-0014796호 (2009.02.11. 공개)

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 본 발명은 기존의 브랜치 라인 발룬들이 넓은 대역폭을 제공할 수 있지만 평행 출력 단자간의 격리 특성이 좋지 못한 것을 개선시켜 평행 출력 단자간에 높은 격리 특성을 제공하면서 광대역 신호 변환 특성을 갖는 발룬을 제공하는데 목적이 있다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기한 목적을 달성하기 위한 본 발명은 특성 임피던스  $Z_1$  를 갖는 두개의 수평  $\lambda/4$  전송선로; 특성 임피던스  $Z_1$ 과  $Z_2$ 를 갖는 두개의 수직  $\lambda/2$  전송선로; 를 포함하며, 하나의 단자가 개방된 4 단자 대칭 회로인 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.

[0010] 본 발명에 의한 상기 수평  $\lambda/4$  전송선로의 특성 임피던스  $Z_1$  는 하기 수학식에 의해 특성 임피던스를 만족하는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.

$$Z_t = Z_L \sqrt{\frac{r(1-|S_{11odd}|_{f=f_0})}{(1-|S_{11odd}|_{f=f_n})}}$$

( $S_{11odd}$  는 반사손실이고,  $f_0$  은 중심 주파수 이다.)

본 발명에 의한 상기 수평  $\lambda/4$  전송선로의 임피던스  $Z_t$  는 중심 주파수  $f_0$  에서 기수 모드 반사손실과  $Z_0/Z_L$  비율인  $r$  을 이용하는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.

본 발명은 상기  $Z_1$  과  $Z_2$ 는 하기 수학적

$$Z_2 = \frac{Z_t Z_1}{rZ_t + rZ_1 - Z_1}$$

에 의해 수평  $\lambda/4$  전송선로의 특성 임피던스를 만족하는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.

본 발명은 특성 임피던스  $Z_t$  를 갖는 두개의 수평  $\lambda/4$  전송선로; 특성 임피던스  $Z_1$ 과  $Z_2$ 를 갖는 두개의 수직  $\lambda/2$  전송선로; 상기 수직  $\lambda/2$  전송선로 중앙에는 저항  $R$  과 특성 임피던스  $Z_{st}$  로 병렬 연결되는 중앙  $\lambda/4$  전송선로;를 포함하며, 하나의 단자가 개방된 4 단자 대칭 회로인 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.

본 발명에 의한 중심 주파수  $f_0$  에서 우수모드 등가회로는 하기의 수학적식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.

$$|S_{22iso}|_{f=f_0} = \left| \frac{Z_2^2 - 2rZ_L}{Z_2^2 + 2RZ_L} \right|$$

( $S_{22iso}$  는 반사 손실이고,  $f_0$  는 중심 주파수 이다.)

본 발명에 의한 상기 저항  $R$ 은 하기의 수학적식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.

$$R = \frac{Z_2^2(1+|S_{22iso}|_{f=f_0})}{2Z_L(1-|S_{22iso}|_{f=f_n})}$$

( $S_{22iso}$  는 반사 손실이고,  $Z_L$ 는 부하 임피던스 이고,  $r$ 는  $Z_0/Z_L$ 의 비율이고,  $f_0$  는 중심 주파수 이다.)

본 발명에 의한 상기 특성 임피던스  $Z_{st}$ 를 하기의 수학적식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.

$$Z_{st} = \frac{RZ_t Z_2}{Z_L Z_2 + Z_t Z_L - 2RZ_t}$$

( $Z_L$ 는 부하 임피던스 이다.)

본 발명에 의한 상기 중앙  $\lambda/4$  전송선로를 결합 및 전달 단이 개방되고 격리단이 단락된 결합 전송선로로 대체하고, 우수 및 기수 모드 특성 임피던스를 하기의 수학적식으로 표현되는 것을 특징으로 하는 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 제공한다.



$$Z_{0e} = \frac{4Z_2Z_tR}{C[(Z_t+Z_2)Z_t-2Z_tR]} + Z_{0o}$$

$$C = \frac{Z_{0o} - Z_{0o}}{Z_{0o} + Z_{0o}}$$

**발명의 효과**

본 발명은 광대역 특성이 요구되는 회로 및 시스템에 적용할 수 있고, 또한 광대역 특성뿐만 아니라 높은 격리도 특성을 가지는 발룬 구조를 제공함으로써 차동 증폭기를 포함하는 다양한 RF 시스템 등과 같이 높은 격리도가 요구되는 회로에 적용 가능한 광대역 발룬을 제공하는 효과가 있다.

본 발명은 광대역 브랜치 라인 발룬은 수평 선로( $Z_1$ )와 수직 선로( $Z_1$ 과  $Z_2$ )에 각각 서로 다른 특성 임피던스를 적용하여 광대역 특성을 만들어 낼 수 있는 효과가 있다.

본 발명의 등가 회로는 세 단자 모두를 정합할 수 있고, 수직 선로 ( $Z_2$ )에 저항기와 전송 선로 또는 병렬 결합 선로를 부착함으로써 두 평행 출력 단자 사이에 높은 격리 특성을 제공하는 효과가 있다.

본 발명은 중앙  $\lambda/4$  전송선로의 특성 임피던스가 낮아 구현이 힘들 때에 결합 및 절단이 개방되고 격리단이 단락된  $\lambda/4$  결합 전송선로로 대체하여 보통의 전송선로로 구현 가능한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬을 설계할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

도 1은 본 발명에 의한 광대역 브랜치 라인 발룬을 나타낸 회로도이다.

도 2a는 본 발명에 의한 우수모드 급전 조건에서 나타낸 등가회로이다.

도 2b는 본 발명에 의한 기수모드 급전 조건에서 나타낸 등가회로이다.

도 3은 본 발명에 의한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 브랜치 라인 발룬을 나타낸 회로도이다.

도 4는 본 발명에 의한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬의 우수 모드 급전 조건을 나타낸 등가회로이다.

도 5는 본 발명에 의한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발룬의 병렬 연결된 결합 선로를 나타낸 회로도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시 예를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 상세하게 설명하고자 한다.

그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대한 한정하려고 하는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용한다. 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다.

예를 들어, "및/또는"이라는 용어는 복수의 관련된 기재된 항목들의 조합 또는 복수의 관련된 기재된 항목들 중의 어느 항목을 포함한다.

다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미가 있다.

일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥상 가지는 의미와 일치하는 의

미가 있는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않아야 한다.

[0040] 이하, 본 발명에 의한 광대역 발륜을 첨부된 도면을 통해 구성을 상세하게 설명한다.

[0041] 도 1은 본 발명에 의한 광대역 브랜치 라인 발륜을 나타낸 회로도이고, 도 2a는 본 발명에 의한 우수모드 급전 조건에서 나타낸 등가회로이며, 도 2b는 본 발명에 의한 기수모드 급전 조건에서 나타낸 등가회로이고, 도 3은 본 발명에 의한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 브랜치 라인 발륜을 나타낸 회로도이며, 도 4는 본 발명에 의한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발륜의 우수 모드 급전 조건을 나타낸 등가회로이고, 도 5는 본 발명에 의한 높은 격리 특성을 갖는 광대역 마이크로파 발륜의 병렬 연결된 결합 선로를 나타낸 회로도이다.

[0042] 도면 1에 도시된 바와 같이 본 발명은 광대역 브랜치 라인 발륜의 구조를 나타낸 것으로, 광대역 브랜치 라인 발륜 등가회로는 특성 임피던스  $Z_1$  를 갖는 두개의 수평  $\lambda/4$  전송 선로(10)와, 특성 임피던스  $Z_1$  및  $Z_2$  를 갖는 두개의 수직  $\lambda/2$  전송 선로(중심 주파수에서  $0=\pi/2$ )(20)로 구성된다.

[0043] 상기 수직  $\lambda/2$  전송선로(20)는 어느 한 수직  $\lambda/2$  전송선로(20)를 기준으로 도면상 선로의 폭이 좁거나 넓게 형성하여 서로 다른 임피던스의 값을 가지도록 한다.

[0044] 도면 1에 도시된 바와 같이, 등가회로 구조는 하나의 단자가 개방된 4 -단자와 대칭 회로망이 구성되어 있기 때문에, 우수 및 기수 모드를 적용하여 해석할 수 있다.

[0045] 도 1에 도시된 회로가 발륜으로 동작하기 위해서는 수학적 식 1, 2와 같은 조건들이 요구된다.

**수학적 식 1**

$$T_{even} = 0$$

[0046]

**수학적 식 2**

$$Z_{even} + Z_{odd} = 2Z_s$$

[0047]

여기서,

[0048]

[0049]  $T_{even}$  은 전송계수,  $Z_{even}$  은 우수 모드 임피던스,  $Z_{odd}$  는 기수모드 임피던스이다.

[0050] 특히 수학적 식 1은 발륜의 진폭 및 역 위상의 특징으로 인해 우수 모드 급전시에 전송되는 신호가 없어야 함을 보이고, 수학적 식 2는 발륜의 입력 단자에 완벽한 정합 조건을 갖기 위해서는 우수 모드 임피던스와 기수 모드 임피던스의 합이 소스 임피던스의 두 배가 되는 것을 나타낸 것이다.

[0051] 도 2는 각 모드 별 급전 조건에서의 등가회로로, 도 2a는 본 발명에 의한 우수 모드 급전 조건에서 나타낸 등가회로이고, 도 2b는 본 발명에 의한 기수 모드 급전 조건에서 나타낸 등가회로이다.

[0052] 도 2a와 도 2b에 도시된 바와 같이, 광대역 브랜치 라인 발륜 등가회로는 특성 임피던스  $Z_1$  를 갖는 두개의 수평  $\lambda/4$  전송 선로(10)와, 특성 임피던스  $Z_1$  및  $Z_2$ 를 갖는 두개의 수직  $\lambda/2$  전송 선로(중심 주파수에서  $0=\pi/2$ )와, 상기 수직  $\lambda/2$  전송선로(20) 중앙에는 저항  $R$  과 특성 임피던스  $Z_{st}$  로 병렬 연결되는 중앙  $\lambda/2$  전송선로(30)를 구성한다.

[0053] 우수 모드의 급전 조건에서는 AA'에 해당하는 경계선에 완벽한 자체 장벽(개방 회로)을 형성하는 것을 고려해야 되므로 도면 2a와 같이, 수직  $\lambda/2$  전송선로(20)가 AA' 경계선을 기준으로 분리되어 끝이 개방된다.

[0054] 상기 두 수평  $\lambda/4$  개방선로 스태브로 인해 접합점(도 2a와 도 2b에 도시된 ①과 ②)에서 회로 임피던스가 단

락  $Z_{\text{even}}=0$  이 되어 형성되므로  $f_0$  에서 수학식 1의 발룬 조건  $T_{\text{even}}=0$  을 만족시킨다.

[0055] 반대로 기수 모두의 급진 조건에서는 수직  $\lambda/2$  전송선로(20)가 도 2에 도시된 바와 같이, AA' 경계선을 따라 전개 장벽(단락 회로)이 만들어져 분리되므로 특성 임피던스  $Z_1$  과  $Z_2$  를 가진 단락 전송선로로 대체할 수 있다.

[0056] 이 급진 조건에서는  $Z_{\text{even}}=0$  이기 때문에 수학식 2와 수학식 3과 같이 표현될 수 있다.

**수학식 3**

[0057] 
$$Z_{\text{odd}}=2Z_s$$

[0058] 상기 발룬 조건을 만족하면서 발룬은 입력 단자에서 좋은 반사 손실 특성을 가진다.

[0059] 이와 관련하여 기수 모드에서의 반사 손실( $S_{1\text{odd}}$ )과 삽입 손실( $S_{2\text{odd}}$ )을 수학식 4와 5 같이 나타낼 수 있다.

**수학식 4**

[0060] 
$$S_{1\text{odd}}=\frac{A_{\text{odd}}Z_L+B_{\text{odd}}-C_{\text{odd}}rZ_L^2-D_{\text{odd}}rZ_L}{A_{\text{odd}}Z_L+B_{\text{odd}}+C_{\text{odd}}rZ_L^2+D_{\text{odd}}rZ_L}$$

**수학식 5**

[0061] 
$$S_{2\text{odd}}=\frac{2Z_L\sqrt{r}}{A_{\text{odd}}Z_L+B_{\text{odd}}+C_{\text{odd}}rZ_L^2+D_{\text{odd}}rZ_L}$$

[0062] 여기서,

**수학식 6**

[0063] 
$$A_{\text{odd}}=\cos\theta+\frac{Z_1\sin\theta}{Z_2\tan\theta}$$

**수학식 7**

[0064] 
$$B_{\text{odd}}=jZ_1\sin\theta$$

수학식 8

[0065]

$$C_{odd} = j \left( \frac{\sin \theta}{Z_t} - \frac{\cos \theta}{Z_2 \tan \theta} - \frac{Z_t \sin \theta}{Z_1 Z_2 \tan^2 \theta} - \frac{\cos \theta}{Z_1 \tan \theta} \right)$$

수학식 9

[0066]

$$D_{odd} = \cos \theta + \frac{Z_t \sin \theta}{Z_1 \tan \theta}$$

수학식 10

[0067]

$$r = \frac{Z_S}{Z_L}$$

수학식 11

[0068]

$$\theta = \frac{\pi}{2} \frac{f}{f_0}$$

[0069]

상기 수학식 11의 중심 주파수  $f_0$  에서의 기수 모드 등가회로에 대한 반사 및 삽입 손실들은 수학식 6, 7, 8, 9, 10, 11을 이용하여 계산하면, 각각 수학식 12와 13과 같이 표현할 수 있다.

수학식 12

[0070]

$$|S_{11odd_{f=f_0}}| = \left| \frac{Z_t^2 - r Z_L^2}{Z_t^2 + r Z_L^2} \right|$$

수학식 13

[0071]

$$|S_{21odd_{f=f_0}}| = \left| \frac{2Z_L Z_t \sqrt{r}}{Z_t^2 + r Z_L^2} \right|$$

[0072]

상기 수학식 12는 중심 주파수  $f_0$  에서의 반사 손실이  $Z_1$  과  $Z_2$  와는 상관없으며, 오직  $Z_t$  에 의해서만 결정된다.

[0073] 상기  $Z_L$  의 여러 조건 중 넓은 주파수에 걸쳐 좋은 반사 손실 특성을 갖기 위해서는  $Z_L < rZ_L^2$  인 구간에서  $Z_L$  를 설정해야 한다.

[0074] 이때 수평 전송선로의 특성 임피던스  $Z_L$  는 수학적 14와 같이 나타낼 수 있다.

**수학적 14**

[0075] 
$$Z_t = Z_L \sqrt{\frac{r(1 - |S_{11\text{odd}}|_{f=f_0})}{(1 - |S_{11\text{odd}}|_{f=f_n})}}$$

[0076] 수평  $\lambda/4$  전송선로의 특성 임피던스  $Z_t$  는 얻고자하는 중심 주파수  $f_0$  에서 기수 모드 반사 손실과  $Z_s/Z_L$  의 비율인  $r$  을 이용하여 얻을 수 있으며, 최종적으로  $Z_2$ 와  $Z_1$  은 수학적 15와 같은 관계를 통해 얻을 수 있다.

**수학적 15**

[0077] 
$$Z_2 = \frac{Z_t Z_1}{rZ_t + rZ_1 - Z_1}$$

[0078] 본 발명에 의한 발룬은 종래의 브랜치 라인 발룬들에 비해 더 넓은 대역폭을 제공할 수 있지만, 종래의 발룬과 마찬가지로 평행 출력 단자간의 격리 특성이 좋지 못하므로 도면 3과 같이 출력 단자간에 높은 격리 특성을 갖는 새로운 발룬을 제안한다.

[0079] 평행 출력 단자들을 연결하는 전송선로 중간 지점에 저항과 중앙  $\lambda/4$  전송 선로(30)를 병렬 연결하였고, 도면 1에서 설명한 바와 같이 대칭선 BB' 경계선을 기준으로 우수/기수 모드 급전 조건을 적용하면 기수 모두 급전 조건에서는 BB'에 해당하는 경계선에 완벽한 전계 장벽이 되어 종단이 단락된 것으로 설명될 수 있다.

[0080] 그러므로 추가로 연결된 저항  $R$  과 중앙  $\lambda/4$  전송선로(30) 회로의 동작에 아무런 영향을 미치지 않는다.

[0081] 나아가 상기에서 설명한 바와 같이 이전의 결과와 마찬가지로 기수 모드에서 등가회로는 도면 2b와 같이 도시되고, 그에 따른 광대역 특성을 제공하는 특징을 가진다.

[0082] 상기 기수 모드 조건과 반대되는 우수 모드 급전 조건에서는 BB' 경계선을 따라서 자계 장벽이 생성된 것처럼 보이고, 그러므로 저항  $R$  및 특성 임피던스가  $Z_{st}$  인 전송 선로가 BB' 경계선을 기준으로 반으로 나뉘면서 임피던스가 두 배로 증가한다. 이 경우 등가회로는 도면 4에 도시된 바와 같다.

[0083] 그리고 적절한 특성 임피던스  $Z_{st}$ 와 저항 값  $R$  을 선택하여 광대역에 걸쳐 높은 격리 특성을 유도할 수 있다.

[0084] 도 4에 도시된 바와 같이, 높은 격리 특성을 갖는 광대역 발룬의 우수 모드 급전 조건 등가회로의 중심 주파수  $f_0$  에서 우수 모드 등가 회로의  $S_{22\text{iso}}$  는 수학적 16과 같이 표현 할 수 있으며,  $R$ 은 수학적 17과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 16

$$|S_{22iso}|_{f=f_0} = \left| \frac{Z_2^2 - 2rZ_L}{Z_2^2 + 2RZ_L} \right|$$

[0085]

수학식 17

$$R = \frac{Z_2^2(1 + |S_{22iso}|_{f=f_0})}{2Z_L(1 - |S_{22iso}|_{f=f_0})}$$

[0086]

수학식 18

$$Z_{st} = \frac{RZ_t Z_2}{Z_L Z_2 + Z_t Z_L - 2RZ_t}$$

[0087]

[0088] 상기 수학식 16을 토대로 도 4에 도시된 바와 같이 ①에서 바라본 입력 임피던스  $Z_{inp}$  가 0(단락)처럼 보이기 위한  $Z_{st}$  는 수학식 18과 같이 나타낼 수 있다.

[0089] 상기 수학식 18을 이용하여 구한 특성 임피던스  $Z_{st}$  는 값이 너무 작아 통상적인 마이크로스트립 선로로 만들기에는 선로 폭이 너무 커져서 구현이 불가능하므로, 따라서 매우 작은 특성 임피던스의 전송선로를 도면 5에 도시된 바와 같이 중앙  $\lambda/4$  전송선로의 결합 및 전달 단이 개방되고 격리단이 단락된 결합 전송선로(40)로 대체함으로 해결할 수 있다.

[0090] 도 5에 도시된  $\lambda/4$  전송선로의 결합 및 전달 단이 개방되고 격리단이 단락된 결합 전송선로(40)의 우수 및 기수 모드 특성 임피던스는 수학식 19와 20을 이용하여 구할 수 있다.

수학식 19

$$Z_{0e} = \frac{4Z_2 Z_t R}{C[(Z_t + Z_2)Z_L - 2Z_t R]} + Z_{0o}$$

[0091]

수학식 20

$$C = \frac{Z_{0o} - Z_{0o}}{Z_{0o} + Z_{0o}}$$

[0092]

[0093] 또한 병렬 연결된 결합 선로와 저항  $R$  을 이용하여 높은 격리 특성의 광대역 발분을 제공할 수 있다.

[0094]

이상에서 설명한 바와 같이 본 발명에 의한 광대역 발룬은 광대역 특성뿐만 아니라 높은 격리도 특성을 가지는 발룬 구조를 제공함으로써 차동 증폭기 등 높은 격리도가 요구되는 회로에 적용 가능하고, 광대역 브랜치 라인 발룬은 수평  $\lambda/4$  전송선로(10)와 수직  $\lambda/2$  전송선로(20)에 각각 서로 다른 특성 임피던스를 적용하여 광대역 특성을 만들어 낼 수 있다.

[0095]

또한 등가 회로는 세 단자 모두를 정합할 수 있고, 수직  $\lambda/2$  전송선로(20)에 저항기와 병렬 중앙  $\lambda/4$  전송선로(30)를 구성함으로써 두 평행 출력 단자 사이에 높은 격리 특성을 제공하는 장점이 있다.

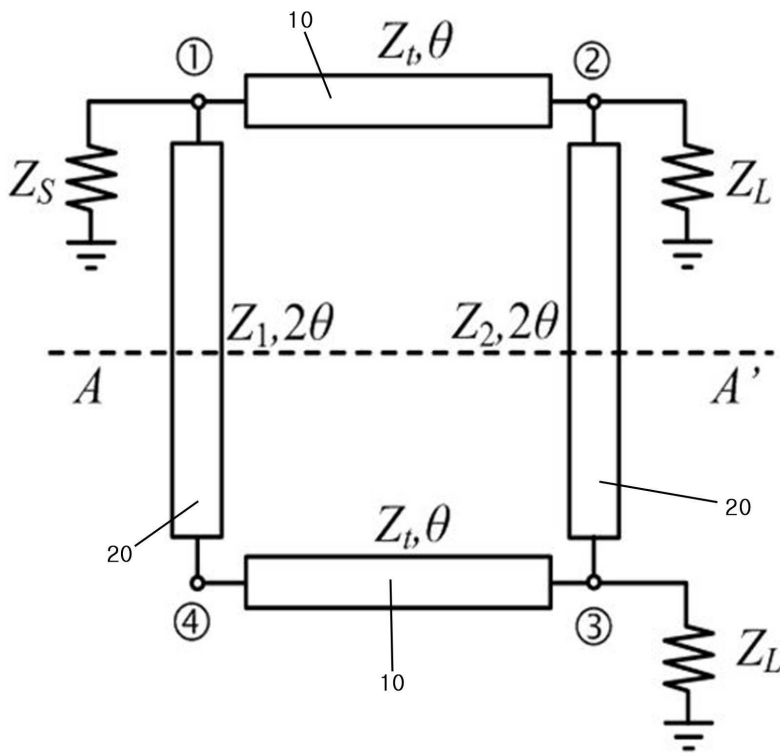
**부호의 설명**

[0096]

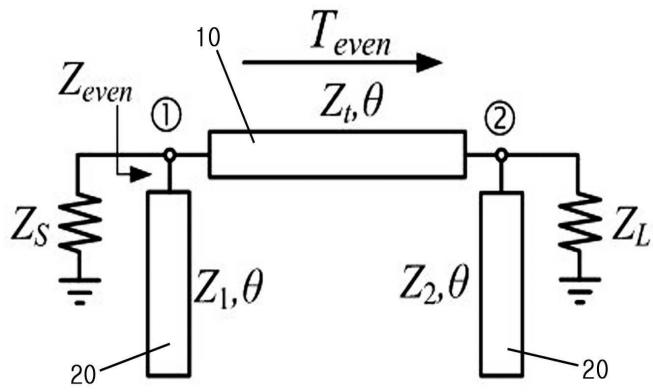
- 10: 수평  $\lambda/4$  전송선로
- 20: 수직  $\lambda/2$  전송선로
- 30: 중앙  $\lambda/4$  전송선로
- 40: 결합 전송선로

**도면**

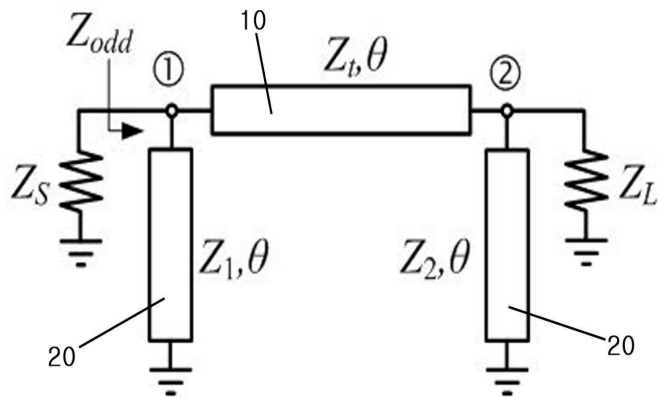
**도면1**



도면2a

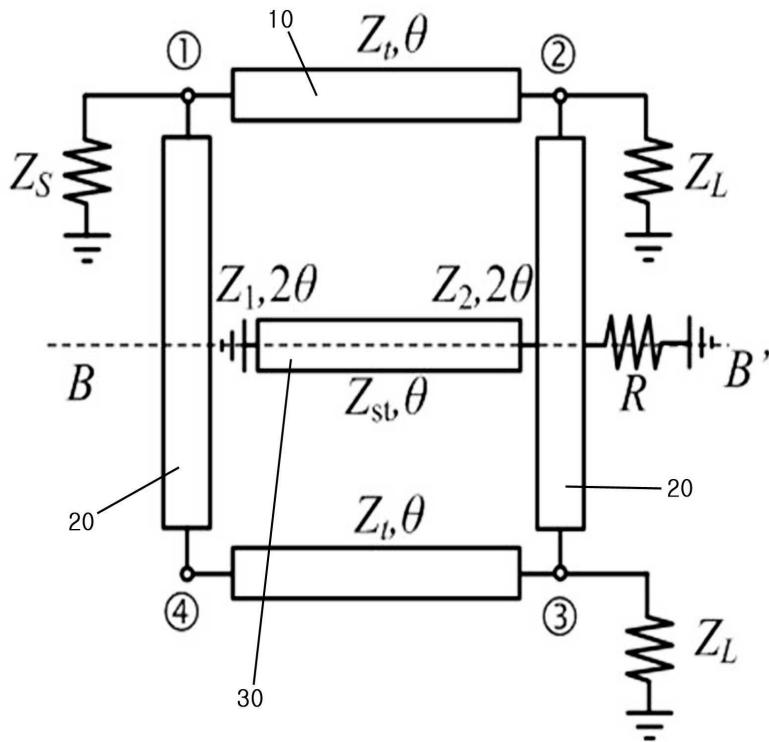


도면2b

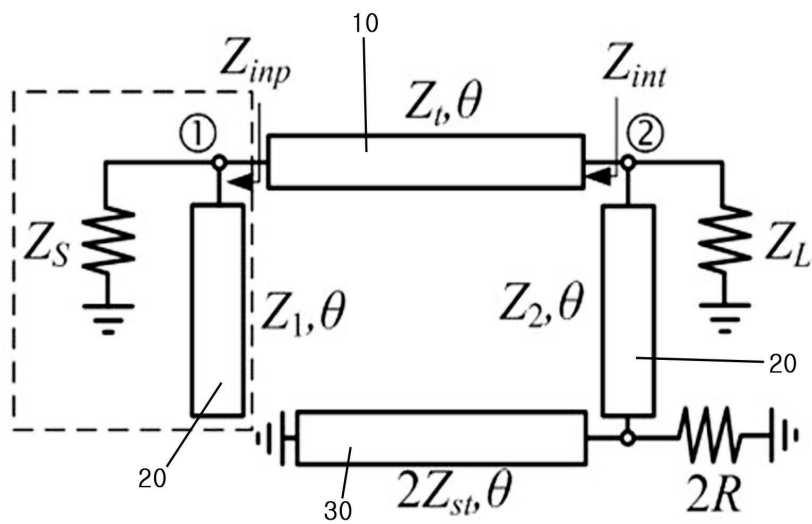




도면3



도면4



도면5

