



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H01P 5/12 (2006.01)

H01P 3/08 (2006.01)

H01Q 13/08 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2007-0089579

(43) 공개일자 2007년08월31일

(21) 출원번호 10-2006-0116207

(22) 출원일자 2006년11월23일

심사청구일자 2006년11월23일

(30) 우선권주장 1020060019172 2006년02월28일 대한민국(KR)

(71) 출원인 인천대학교 산학협력단
인천 남구 도화동 177번지 인천대학교내

(72) 발명자 강승택
경기도 부천시 원미구 상동 삼성래미안 아파트 2113동 1502호

(74) 대리인 유미특허법인

전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 스테브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인결합기

(57) 요약

본 발명은 스테브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에 관한 것이다.

본 발명은 단일 평면상에 구현될 수 있는 분산 소자인 스테브를 사용하여 소형화에 필요한 정보를 얻어 일반적인 $\lambda/4$ 길이를 갖는 브랜치 라인 결합기를 $\lambda/8$ 길이를 갖는 브랜치 라인 결합기로 소형화할 수 있는 설계 절차를 제공한다.

본 발명에 의하면, 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에 스테브를 장착하여 소형화된 결합기를 설계할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

대표도

도 7

특허청구의 범위

청구항 1.

소정의 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되는 상측 전송선로 및 하측 전송선로를 가지는 한 쌍의 메인 전송선로;

상기 한 쌍의 메인 전송선로의 일측에 소정 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되어 상기 상측 전송선로 및 하측 전송선로를 직접 결합하는 제1 브랜치 라인 및 제2 브랜치 라인을 가지는 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로; 및

상기 상측 전송선로 및 상기 하측 전송선로의 일부분에 각각 형성되는 제1 스테브 라인 전송선로 및 제2 스테브 라인 전송선로를 가지는 한 쌍의 스테브 라인 전송선로

를 포함하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 2.

제1 항에 있어서,

상기 스테브 라인 전송선로의 전기적 길이에 따라 상기 한 쌍의 메인 전송선로와 상기 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로의 전기적 길이 및 특성 임피던스가 기준 길이를 갖는 전송선로의 전기적 길이 및 특성 임피던스보다 감소하는 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 3.

제1 항에 있어서,

상기 기준 길이는 $\lambda/4$ 의 전기적 길이이며, 상기 한 쌍의 메인 전송선로와 상기 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로는 $\lambda/8$ 의 전기적 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 4.

직렬로 연결되는 다수의 세션을 포함하는 브랜치 라인 결합기에 있어서,

상기 각 세션은,

소정의 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되는 상측 전송선로 및 하측 전송선로를 가지는 한 쌍의 메인 전송선로;

상기 한 쌍의 메인 전송선로의 일측에 소정 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되어 상기 상측 전송선로 및 하측 전송선로를 직접 결합하는 제1 브랜치 라인 및 제2 브랜치 라인을 가지는 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로; 및

상기 상측 전송선로 및 상기 하측 전송선로의 일부분에 각각 형성되는 제1 스테브 라인 전송선로 및 제2 스테브 라인 전송선로를 가지는 한 쌍의 스테브 라인 전송선로

를 포함하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 5.

제4 항에 있어서,

상기 각 세션 사이는 하나의 브랜치 라인 전송선로를 공유하는 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 6.

제4 항에 있어서,

상기 스텔브 라인 전송선로의 전기적 길이에 따라 상기 한 쌍의 메인 전송선로와 상기 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로의 전기적 길이 및 특성 임피던스가 기준 길이를 갖는 전송선로의 전기적 길이 및 특성 임피던스보다 감소하는 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 7.

제4 항에 있어서,

상기 기준 길이는 $\lambda/4$ 의 전기적 길이이며, 상기 한 쌍의 메인 전송선로와 상기 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로는 $\lambda/8$ 의 전기적 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 8.

제6 항 또는 제7 항에 있어서,

상기 기준 길이를 갖는 전송선로를 소형화된 전송선로의 특성 임피던스(Z_{os})를 이용하여 하나의 스텔브와 소형화된 두 개의 직렬 전송선로로 대체하는 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 9.

제8 항에 있어서,

$$Z_{os} = \frac{Z_c - 2\sin\theta\cos\theta}{\sin\theta\cos\theta - \frac{1}{Z_c}}$$

상기 소형화된 전송선로의 특성 임피던스(Z_{os})는 Z_c 를 이용하여 산출하되, Z_c 는 상기 기준 길이를 갖는 전송선로의 특성 임피던스이며, 소형화된 전송선로의 전기적 길이인 θ_1 와 스텔브의 전기적 길이인 θ_s 를 θ 에 대입하는 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 10.

제6 항 또는 제7 항에 있어서,

상기 기준 길이를 갖는 전송선로를 집중된 캐패시터 분리를 이용하여 두 개의 병렬 캐패시턴스로 연결된 소형화된 전송선로로 대체하는 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

청구항 11.

제10 항에 있어서,

$$Z = \frac{Z_c}{\sin \theta} \quad C_b = \frac{\cos \theta}{\omega Z_c}$$

상기 집중된 캐패시터 분리는 $Z = \frac{Z_c}{\sin \theta}$ 식을 이용하여 구현하되, Z_c 는 상기 기준 길이를 갖는 전송 선로의 특성 임피던스이고, θ 와 Z 는 소형화된 전송 선로의 전기적 길이와 특성 임피던스이며, C_b 는 소형화에 필요한 병렬 캐패시턴스인 것을 특징으로 하는 브랜치 라인 결합기.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 브랜치 라인 결합기에 관한 것으로, 특히 스테르브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에 관한 것이다.

최근 정보통신 기술이 급속히 발전함에 따라 무선 통신 영역이 점점 확대되고 있다. 특히 이동통신 시스템은 무선 통신의 이동성이 강조되고 있으며, 이러한 이동성의 편의를 위하여 시스템 소형화가 대두되고 있다. 따라서, 모든 무선 통신 장치는 성능과 더불어 장치에 사용되는 단일 소자 및 전송 선로의 소형화 연구가 필수적이다.

이러한 무선 통신 장치에 사용되는 소자 중 방향성 결합기는 전력을 설계 사양에 의해 원하는 만큼 분배하는 소자로서 수동 마이크로파 소자가 주로 사용되며, 전력 분배에 있어 하나의 입력 신호가 방향성 결합기에 의해 작은 전력을 가진 두 개 이상의 신호로 나누어지게 된다.

마이크로 소자로 널리 쓰이고 있는 3dB 브랜치 라인(Branch-Line) 결합기는 평형 증폭기(Balanced Amplifiers)나 평형 혼합기(Balanced Mixer) 등과 같은 여러 회로에서 자주 쓰이고 있다.

도 1은 종래 기술의 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

종래 기술의 브랜치 라인 결합기는 도 1에 기재된 바와 같이 대칭 구조이며, 모든 포트를 입력 포트로서 사용 가능하다. 출력 포트(12, 14)는 항상 입력 포트(10)로부터 접합(Junction)의 반대 편에 존재하며, 분리 포트(Isolated Port)(16)는 입력 포트(10)의 같은 편에 존재한다. 종래 기술의 브랜치 라인 결합기의 동작은 다음과 같다. 무손실 정합인 포트 1(10)로 들어가는 전력은 각각 90도 위상으로 포트 2(12), 포트 3(14)으로 나누어져 출력된다. 포트 4(16)에는 전력이 들어가지 않는다.

실제로 사용되는 브랜치 라인 결합기는 도 2에 도시된 바와 같이 $\lambda/4$ 길이를 갖는 다단 브랜치 라인 결합기를 사용한다.

다단 브랜치 라인 결합기는 도 1의 브랜치 라인 결합기에 세션(Section)의 수를 늘려 구성한다.

최근의 다단 브랜치 라인 결합기는 와이드 밴드(Wide Band), 소형화로 나아감에 따라 넓은 대역폭을 가지면서 사이즈가 작은 브랜치 라인 결합기가 필요하게 되었다.

도 2에 기재된 바와 같이, 결합기에 대역폭을 넓히기 위해서는 세션의 수를 증가하여 구현하면 되지만, 소정 대역폭 이상으로 넓히는 경우, 결합기의 크기가 커지고, 결합기의 브랜치 라인 임피던스가 마이크로스트립(Microstrip)으로 구현할 수 있는 범위를 넘어서게 된다는 문제점이 발생한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 스테르브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 제공하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성

이러한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 특징에 따른 마이크로스트립 선로를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기는, 소정의 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되는 상측 전송선로 및 하측 전송선로를 가지는 한 쌍의 메인 전송선로; 상기 한 쌍의 메인 전송선로의 일측에 소정 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되어 상기 상측 전송선로 및 하측 전송선로를 직접 결합하는 제1 브랜치 라인 및 제2 브랜치 라인을 가지는 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로; 및 상기 상측 전송선로 및 상기 하측 전송선로의 일부분에 각각 형성되는 제1 스텐브 라인 전송선로 및 제2 스텐브 라인 전송선로를 가지는 한 쌍의 스텐브 라인 전송선로를 포함한다.

본 발명의 다른 특징에 따른 직렬로 연결되는 다수의 세션을 포함하는 브랜치 라인 결합기는, 상기 각 세션은, 소정의 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되는 상측 전송선로 및 하측 전송선로를 가지는 한 쌍의 메인 전송선로; 상기 한 쌍의 메인 전송선로의 일측에 소정 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되어 상기 상측 전송선로 및 하측 전송선로를 직접 결합하는 제1 브랜치 라인 및 제2 브랜치 라인을 가지는 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로; 및 상기 상측 전송선로 및 상기 하측 전송선로의 일부분에 각각 형성되는 제1 스텐브 라인 전송선로 및 제2 스텐브 라인 전송선로를 가지는 한 쌍의 스텐브 라인 전송선로를 포함한다.

아래에서는 첨부한 도면을 참고로 하여 본 발명의 실시예에 대하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

또한, 어떤 부분이 어떤 구성요소를 “포함” 한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

이제 본 발명의 실시예에 따른 스텐브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.

본 발명의 실시예에 따른 스텐브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기는 $\lambda/4$ 길이를 갖는 브랜치 라인 결합기를 $\lambda/8$ 길이를 갖는 브랜치 라인 결합기로 소형화할 수 있는 설계 절차를 제시한다. 이하, 결합기의 소형화 기술 이론을 설명하고, 토폴을 이용한 설계와 측정 결과를 분석한다.

단일 소자 및 전송 선로의 소형화 기술은 분산 소자를 이용한 스텐브를 전송 선로에 연결하여 구현하며, 캐패시터(Capacitor)를 이용하여 소형화에 필요한 캐패시턴스(Capacitance)를 생성하여 구현한다. 다시 구체적으로 설명하면, 무선 주파수(RF) 소자의 소형화 기술은 스텐브에 의한 인덕턴스(Inductance) 구현과 MIM(Metal Insulator Metal) 캐패시터에 의한 캐패시턴스의 구현으로 이루어진다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에서 적용되는 소형화 기술 중 스텐브에 의한 인덕턴스 구현을 나타낸 도면이다.

도 3의 실시예는 전송선로의 크기를 줄이기 위해서 인덕터(Inductor)의 사용과 분산 소자인 단락 회로 시리즈 스텐브(Series Stub)를 사용한 예를 도식적으로 나타낸 것이다.

여기서, Z_0 와 Z_c 는 $\lambda/4$ 길이를 갖는 전송선로의 특성 임피던스이고, Z_{0s} 와 θ_1 은 소형화된 전송선로의 특성 임피던스와 전기적 길이이며, Z_{0l} 는 θ_1 의 소형화된 전송선로의 전기적 길이에 대한 특성 임피던스, θ_s 는 단락 회로 시리즈 스텐브(Series Stub)의 전기적 길이이다.

종래 $\lambda/4$ 길이를 갖는 전송 선로의 ABCD 행렬은 다음의 [수학식 1]과 같다.

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & jZ_c \\ -\frac{j}{Z_c} & 0 \end{bmatrix}$$

도 3에 도시된 바와 같이, 전송 선로의 끝 부분에 연결된 시리즈 스텔브 값을 결정하기 위해서 $\lambda/4$ 전송 선로의 ABCD 행렬을 이용하여 다음의 [수학식 2]를 구할 수 있다.

$$\sin \theta_i = \frac{Z_{oi}}{Z_o} \quad L = \frac{Z_{oi}}{\omega \cdot \tan \theta_i}$$

두 개의 직렬 전송선로와 한 개의 스텔브를 이용하여 소형화된 전송 선로는 도 3에 도시된 바와 같이, $\lambda/4$ 길이를 갖는 전송 선로를 대체할 수 있으며, ABCD 행렬은 다음의 [수학식 3]과 같다.

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & j Z_{os} \sin \theta \\ \frac{j \sin \theta}{Z_{os}} & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ Z_{os} & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & j Z_{os} \sin \theta \\ \frac{j \sin \theta}{Z_{os}} & \cos \theta \end{bmatrix}$$

앞서 설명한 바와 같이, [수학식 1]과 [수학식 3]을 Z_{os} 에 대해서 정리하면 다음의 [수학식 4]와 같다.

$$Z_{os} = \frac{Z_c - 2 \sin \theta \cos \theta}{\sin \theta \cos \theta - \frac{1}{Z_c}}$$

다음, 도 4를 참조하여 캐패시터를 이용한 소형화 기술을 설명하기로 한다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에서 적용되는 소형화 기술 중 캐패시터를 이용한 예를 나타낸 도면이다.

도 4의 실시예는 $\lambda/4$ 길이를 갖는 전송 선로와 병렬 캐패시턴스를 갖는 소형화된 전송 선로를 나타낸 도면이다.

캐패시터를 이용한 소형화 기술은 단일 평면 도파로(Co-Planar Wave Guide) 상에서 주로 MIM(Metal Insulator Metal) 캐패시터를 사용한다. MIM 캐패시터는 도체의 크기, 유전체의 유전율 및 높이에 따라 다양한 캐패시턴스를 얻을 수 있어 전송 선로를 소형화하는 데 장점이 있다.

여기서, Z_c 는 $\lambda/4$ 길이를 갖는 전송 선로의 특성 임피던스이고, θ 와 Z 는 소형화된 전송 선로의 전기적 길이와 특성 임피던스이며, C_b 는 소형화에 필요한 병렬 캐패시턴스이다.

도 4에 도시된 바와 같이, 두 개의 병렬 캐패시턴스로 연결된 소형화된 전송 선로는 $\lambda/4$ 길이를 갖는 전송 선로를 대체할 수 있으며, ABCD 행렬은 다음의 [수학식 5]와 같다.

$$\begin{bmatrix} A & B \\ C & D \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j \omega C_b & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos \theta & j Z \sin \theta \\ \frac{j \sin \theta}{Z} & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ j \omega C_b & 1 \end{bmatrix}$$

수학식 1과 수학식 5를 Z 와 C_b 에 대해서 정리하면, 다음의 [수학식 6]과 같다.

$$Z = \frac{Z_c}{\sin \theta} \quad C_b = \frac{\cos \theta}{\omega Z_c}$$

다음, 도 5를 참조하여 전술한 소형화 기술(도 3 및 도 4)이 적용된 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 설명한다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 스테브 소자를 이용한 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

본 발명의 제1 실시예에 따른 스테브가 장착된 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기는 소정 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되는 한 쌍의 메인 전송선로(상측 전송선로(a1), 하측 전송선로(a1))와 한 쌍의 메인 전송선로(a1, a1)의 도중에 소정 간격을 두고 평행하게 마주보도록 배치되어 한 쌍의 메인 전송선로(a1, a1) 사이를 직접 결합하는 한 쌍의 브랜치 라인 전송선로(b1, b2)를 포함하며, 상측 전송선로(a1) 및 하측 전송선로(a1)는 중간에 각각 스테브 라인 전송선로(s1, s1)를 포함한다. 여기서, 한 쌍의 메인 전송선로(a1, a1)와 브랜치 라인 전송선로(b1, b2)는 $\lambda/8$ 의 전기적 길이를 갖는다.

한 쌍의 메인 전송선로(a1, a1)는 좌우측 단부에는 입력 포트(100), 출력 포트인 통과 포트(110), 출력 포트인 결합 포트(120), 격리 포트(130)를 구성한다.

입력 포트(100)로 입력 신호가 공급되면, 결합 포트(120)로 출력 신호인 결합 신호가 출력되며, 통과 포트(110)로 출력 신호인 통과 신호가 출력된다.

결합 신호와 통과 신호의 두 개의 출력은 각각 반반씩의 전력 즉, -3dB 전력을 균등하게 배분하는 기능을 하며, 90도의 위상차를 가진다.

격리 포트(130)는 선로 임피던스에 맞추어 저항 접지시켜 중단(Termination)을 시켜놓아서 실제로 입출력용으로 사용하지 않는 포트이다. 격리 포트(130)는 구조상 전력이 전송되지 않아 누설 전력이 반사되어 돌아오지 않도록 저항으로 접지시켜 열로 소모시켜 버리는 기능을 하여 결합기의 전력 안정화를 위해 사용한다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 스테브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

도 6에 도시된 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기는 도 5의 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 대칭 구조로 증가시켜 구성한 결합기로서, 세션을 증가시켜 다단으로 브랜치 라인 전송선로(b11, b12,...b1n)를 구성하고, 상측 전송선로(a11, a12, ...a1n)와 하측 전송선로(a11, a12, ...a1n) 중간에 스테브 라인 전송선로(s11, s12, ...s1n)를 각각 포함한다.

상측 전송선로(a11, a12, ...a1n)와 하측 전송선로(a11, a12, ...a1n)는 동일한 전기적 길이 및 특성 임피던스를 가지며, 상측 전송선로(a11, a12, ...a1n)에 위치한 스테브 라인 전송선로(s11, s12, ...s1n)와 하측 전송선로에 위치한 스테브 라인 전송선로(s11, s12, ...s1n)도 동일한 전기적 길이 및 특성 임피던스를 갖는다. 따라서, 도 6에 도시된 바와 같이, 상측 전송선로(a11, a12, ...a1n), 브랜치 라인 전송선로(b11, b12,...b1n) 및 상측 전송선로(a11, a12, ...a1n)에 위치한 스테브 라인 전송선로(s11, s12, ...s1n)만 도면부호를 기재한다.

제1 세션(140)에서 제n 세션(180)은 각각 도 5에 도시된 결합기와 동일한 구조이며, 제N 세션과 제N+1 세션 사이에 브랜치 라인 전송선로를 공유하는 구조이다.

도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 스테브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

본 발명의 제3 실시예에 따른 스테브가 장착된 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기는 제1 세션(140), 제2 세션(150) 및 제3 세션(160)을 포함한다.

여기서, 제1 세션(140)의 한 쌍의 메인 전송선로(상측 전송선로(a1), 하측 전송선로(a1))는 좌측 개방 단부에 입력 포트(100)와 격리 포트(130)를 포함하고, 제3 세션(160)의 한 쌍의 메인 전송선로(상측 전송선로(a1), 하측 전송선로(a1))는 우측 개방 단부에 출력 포트인 통과 포트(110)와 출력 포트인 결합 포트(120)를 포함한다.

제1 세션(140), 제2 세션(150) 및 제3 세션(160)의 각 상측 전송선로(a1, a2, a1) 및 하측 전송선로(a1, a2, a1)는 중간에 스텔브 라인 전송선로(b1, b2, b1)를 포함한다.

도 7에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제3 실시예는 제2 세션(150)을 기준으로 대칭 구조(중이를 반 접어 대칭되는 기법)를 형성한다. 이하, 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기의 설계와 측정은 도 7에 도시된 제3 실시예를 기초로 수행한다.

본 발명의 제1 실시예, 제2 실시예 및 제3 실시예에 따른 결합기는 $\lambda/8$ 길이로 마이크로스트립 선로를 구성하고, 전술한 소형화 기술을 이용하여 하나 이상의 스텔브를 마이크로스트립 선로에 연결한다. 즉, 짧은 고임피던스 전송선로의 결합(도 3)과 집중된 캐패시터의 분리(도 4)를 이용하여 결합기의 특성 임피던스 및 전기적 길이를 감소시킨다.

따라서, 스텔브가 장착된 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기는 스텔브의 전기적 길이를 조절하여 $\lambda/4$ 길이를 갖는 일반적인 결합기에서 발생하는 결합도, 위상차, 반사 손실 등과 유사한 특성을 얻어냄으로써 브랜치 라인 선로의 전기적 길이 및 특성 임피던스를 감소하여 소형화된 다단 브랜치 라인 결합기를 구현한다. 이하, $\lambda/4$ 길이를 갖는 브랜치 라인 결합기와 $\lambda/8$ 길이를 갖는 소형화된 결합기의 산란 계수, 격리도, 위상 등을 측정하여 전술한 결과를 뒷받침한다.

소형화된 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 설계하기 위한 설계 사양은 다음의 [표 1]과 같다. 여기서, 도체는 구리로서(Copper 5.8×10^7 S/m), 두께가 0.035 mm이다. 유전체는 유전율 4.65, 두께가 0.8이다. 브랜치 라인 결합기는 동작 주파수 2GHz 대에서 결합(Coupling) -3dB, 격리(isolation) -15dB 이하이다.

[표 1]

기 판	마이크로 스트립		
	도 체	물 질	구리(5.8×10^7 S/m)
		두께	0.035mm
	유 전 체	물 질	4.65
		두께	0.8mm
결합기	동작 주파수		2 GHz
	결합도		-3 dB
	격리도		-15 dB

공지된 기술인 라인(Line) 계산 상용 프로그램을 이용하여 도 2에 도시된 일반적인 방향성 결합기의 마이크로스트립 라인의 길이(L), 라인의 폭(W) 등에 대한 주요 파라미터 값을 얻었으며, 그 값은 다음의 [표 2]와 같다.

[표 2]

50 라인(mm)		마이크로 스트립 라인(mm)							
포트 1,2,3,4		주(main) 라인				브랜치 라인			
		a1		a2		b1		b2	
L	W	L	W	L	W	L	W	L	W
10	1.4	20	2.6	20	3	20	0.3	20	0.35

공지된 기술인 라인(Line) 계산 상용 프로그램을 이용하여 도 5에 도시된 바와 같이, 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기의 마이크로스트립 라인의 길이(L), 라인의 폭(W) 등에 대한 주요 파라미터 값을 얻었으며, 그 값은 다음의 [표 3]과 같다. $\lambda/8$ 길이로 소형화된 마이크로스트립 라인에 수학식 4와 수학식 6을 통해 계산된 스테브 정보가 추가된 값을 얻었다.

[표 3]

50 라인(mm)		마이크로 스트립 라인(mm)											
포트 1,2,3,4		주(main) 라인				브랜치 라인				스테브 라인			
		a1		a2		b1		b2		s1		s2	
L	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W	L	W
10	1.4	5.4	0.7	5.3	0.9	20	0.3	20	0.4	13	0.7	13	0.9

도 8a, 도 8b 및 도 8c은 도 2에 도시된 다단 브랜치 라인 결합기의 산란 계수를 측정한 결과값을 나타내고, 도 9a, 도 9b 및 도 9c은 도 7에 도시된 스테브가 장착된 다단 브랜치 라인 결합기의 산란 계수를 측정한 결과값을 나타낸 도면이다.

종래 기술의 다단 브랜치 라인 결합기는 다단 브랜치 라인 결합기의 반사 손실과 격리도를 -20dB 이하로(도 8a), 커플링 값을 -2.6 ~ -3.6dB로서 1dB 이하의 차이(도 8b), 출력 신호의 위상차를 90도(도 8c)의 결과값을 보여준다.

본 발명의 실시예에 따른 스테브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기는 다단 브랜치 라인 결합기의 반사 손실과 격리도를 -16dB 이하로(도 9a), 커플링값을 -3.2dB(도 9b), 출력 신호의 위상차를 90도(도 9c)의 결과값을 보여준다. 이상에서 살펴본 바와 같이, 결합기의 크기를 줄인 경우, 반사 손실과 격리도에서 작은 차이를 보이고 위상은 거의 차이가 없기 때문에 결합기 설계에 큰 영향이 없다. 따라서, $\lambda/4$ 길이를 갖는 다단 브랜치 라인 결합기와 $\lambda/8$ 길이를 갖고, 스테브가 장착된 다단 브랜치 라인 결합기는 거의 성능이 유사하고, 결합기의 크기를 소형화할 수 있다.

이상에서 본 발명의 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만 본 발명의 권리범위는 이에 한정되는 것은 아니고 다음의 청구범위에서 정의하고 있는 본 발명의 기본 개념을 이용한 당업자의 여러 변형 및 개량 형태 또한 본 발명의 권리범위에 속하는 것이다.

발명의 효과

전술한 구성에 의하여, 본 발명은 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에 스테브를 장착하여 소형화된 결합기를 설계할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

또한, 본 발명은 단일 평면으로 구현하여 불필요한 공정을 줄일 수 있고, 마이크로스트립에 구현되므로 설계가 간단한 효과를 기대할 수 있다.

또한, 본 발명은 $\lambda/4$ 길이를 갖는 브랜치 라인 결합기를 $\lambda/8$ 길이를 갖는 브랜치 라인 결합기로 소형화할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 기술의 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

도 2는 종래 기술의 다단 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에서 적용되는 소형화 기술 중 스텔브에 의한 인덕턴스 구현을 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 실시예에 따른 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에서 적용되는 소형화 기술 중 캐피시터를 이용한 예를 나타낸 도면이다.

도 5는 본 발명의 제1 실시예에 따른 스텔브 소자를 이용한 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 제2 실시예에 따른 스텔브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 제3 실시예에 따른 스텔브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기를 나타낸 도면이다.

도 8a는 도 2에 도시된 종래 기술에서 입력 포트의 반사 계수를 나타낸 도면이다.

도 8b는 도 2에 도시된 종래 기술에서 출력 포트의 커플링 값을 나타낸 도면이다.

도 8c는 도 2에 도시된 종래 기술에서 출력 신호의 위상차를 나타낸 도면이다.

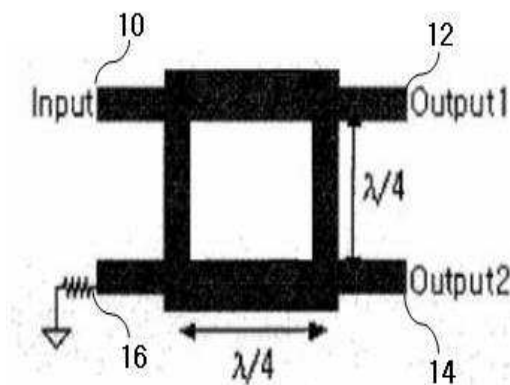
도 9a는 본 발명의 제3 실시예에 따른 스텔브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에서 입력 포트의 반사 계수를 나타낸 도면이다.

도 9b는 본 발명의 제3 실시예에 따른 스텔브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에서 출력 포트의 커플링 값을 나타낸 도면이다.

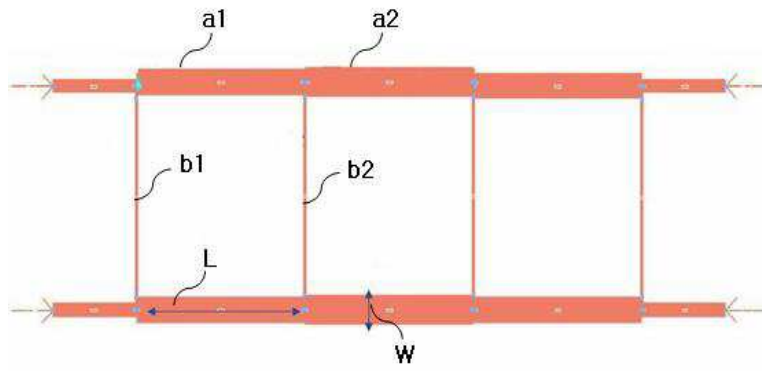
도 9c는 본 발명의 제3 실시예에 따른 스텔브 소자를 이용한 다단 마이크로스트립 브랜치 라인 결합기에서 출력 신호의 위상차를 나타낸 도면이다.

도면

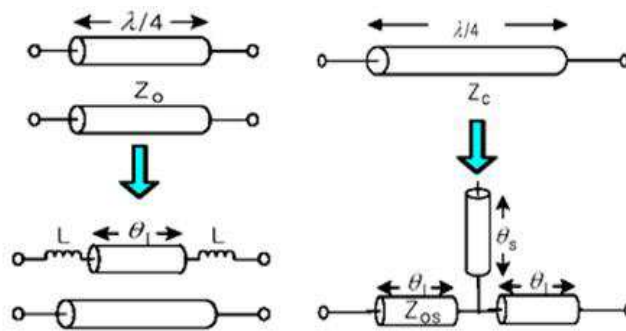
도면1



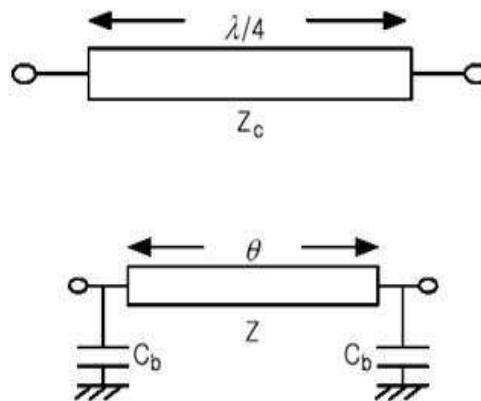
도면2



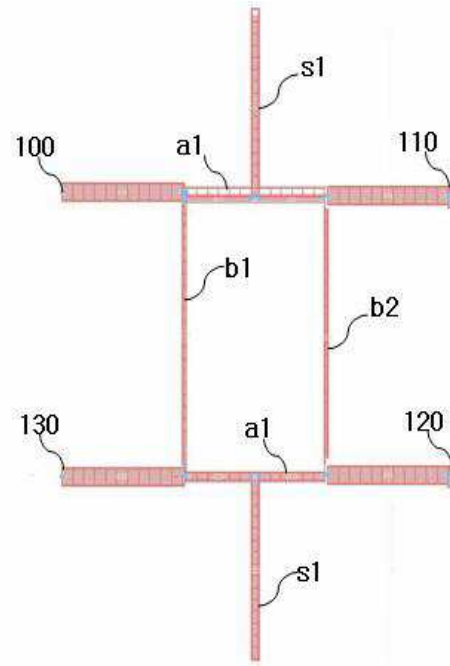
도면3



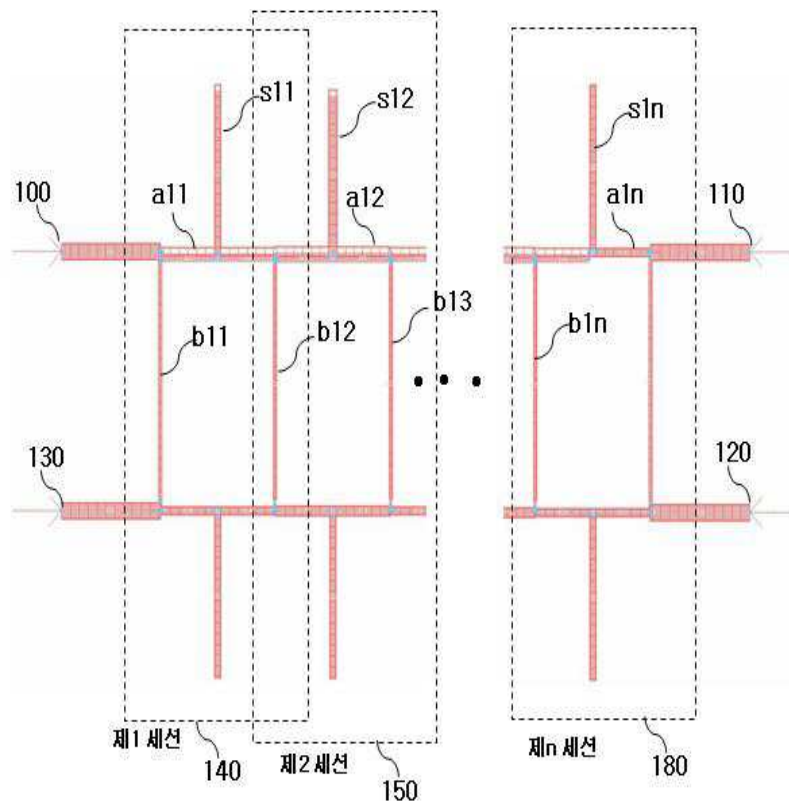
도면4



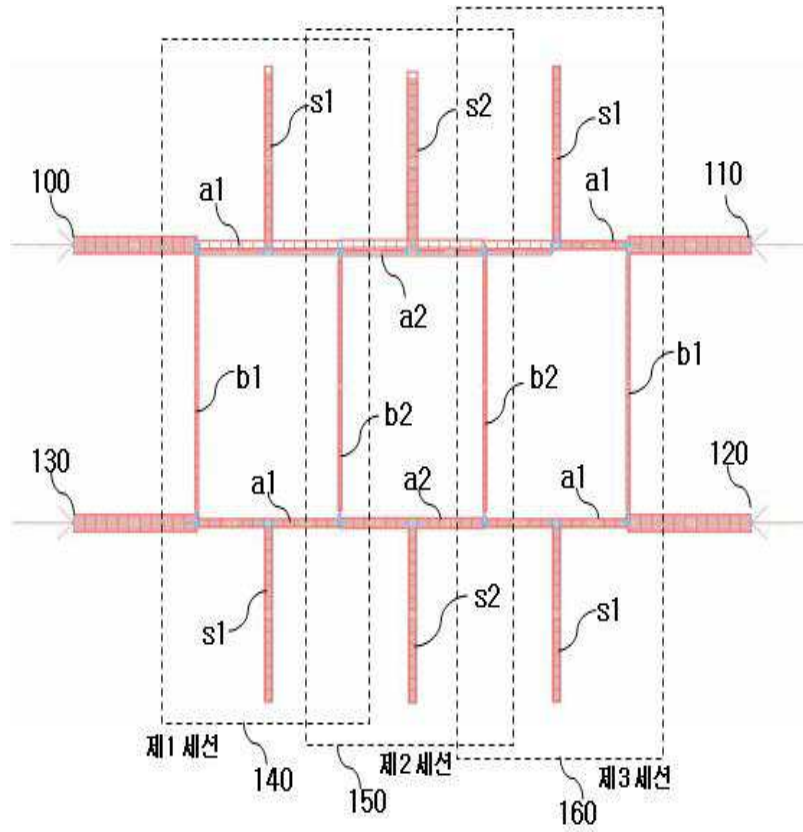
도면5



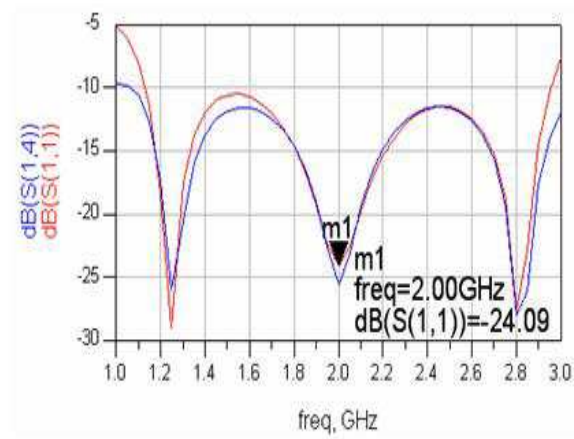
도면6



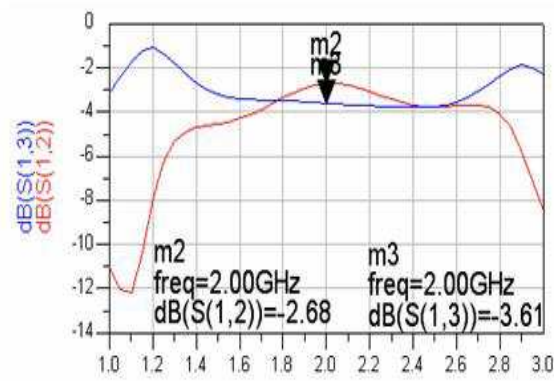
도면7



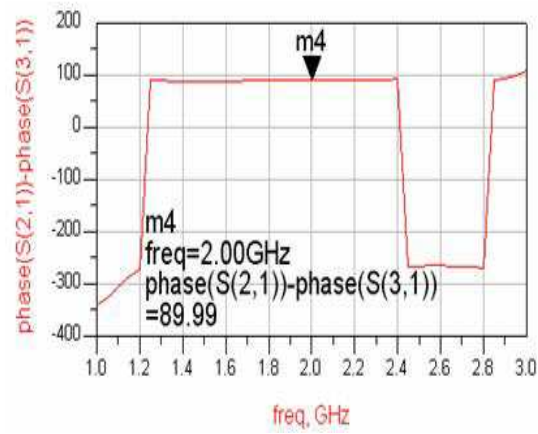
도면8a



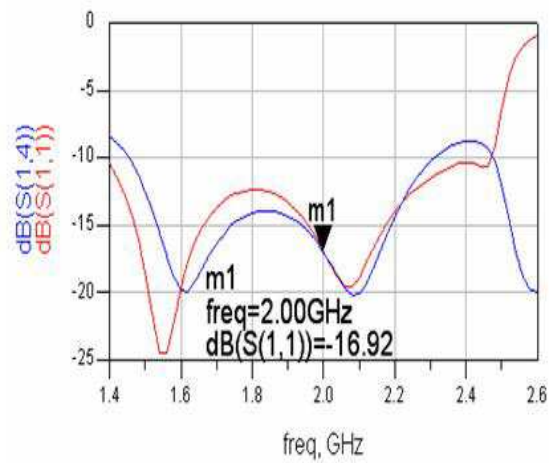
도면8b



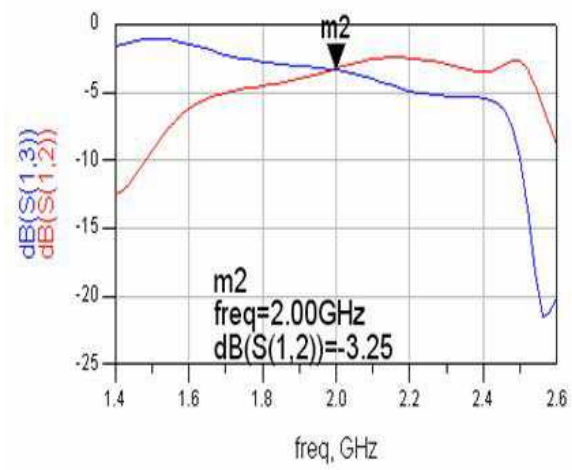
도면8c



도면9a



도면9b



도면9c

