



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0049377
(43) 공개일자 2016년05월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01P 5/12 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0146413

(22) 출원일자 2014년10월27일

심사청구일자 2014년10월27일

(71) 출원인

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

정진호

서울특별시 양천구 목동서로2길 22, 111동 403호 (목동, 한신청구아파트)

최원석

서울특별시 광진구 군자로 3-2, 202호 (화양동, 성림빌라)

(74) 대리인

특허법인 수

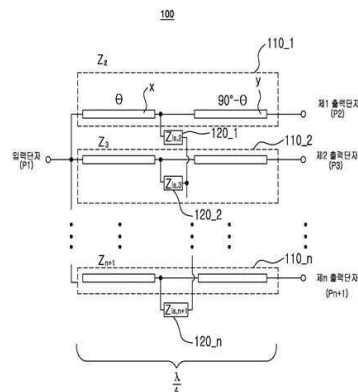
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 발명의 명칭 복수의 출력단자를 가지는 비균등 전력분배기

(57) 요약

본 발명은 전력이 입력되는 입력단자; 상기 전력이 분배되는 복수의 출력단자; $\lambda/4$ 길이를 갖고, 일단이 상기 입력단자에 연결되고 타단이 상기 복수의 출력단자에 각각 연결되는 복수의 전송선; 및 상기 각각의 전송선의 일단으로부터 소정 길이만큼 떨어진 상기 각각의 전송선 상의 각각의 지점에 각각의 격리 임피던스의 일단이 연결되는 것을 특징으로 하는 전력분배기를 개시한다. 본 발명에 따르면, 전력분배기는 전송선들의 중간 부근의 소정의 지점에 격리 임피던스를 연결함으로써, 추가 전송선 없이도 출력단자간의 이격 거리를 충분히 확보할 수 있고, 추가 전송선을 필요로 하지 않으므로, 전력분배기의 회로 크기 및 삽입손실을 종래의 전력분배기보다 더욱 감소시킬 수 있다.

대표도 - 도3



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2012R1A1B3000836

부처명 교육부

연구관리전문기관 서강대학교 산학협력단

연구사업명 일반연구자지원사업(기본-후속)

연구과제명 DSP를 활용한 RF 전력 증폭기의 성능 최적화

기 여 율 1/1

주관기관 (재)한국연구재단

연구기간 2014.05.01 ~ 2015.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

전력이 입력되는 입력단자;

상기 전력이 분배되는 복수의 출력단자;

$\lambda/4$ 길이를 갖고, 일단이 상기 입력단자에 연결되고 타단이 상기 복수의 출력단자에 각각 연결되는 복수의 전송선; 및

상기 각각의 전송선의 일단으로부터 소정 길이만큼 떨어진 상기 각각의 전송선 상의 각각의 지점에 각각의 격리 임피던스의 일단이 연결되는 것을 특징으로 하는

전력분배기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 각각의 격리 임피던스의 타단은 하나의 노드에서 서로 연결되는 것을 특징으로 하는 전력분배기.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 출력단자 중 어느 하나의 출력단자에 분배되는 전력의 비는,

수학식 $k_n^2 = P_{N-1,total}/P_n$ 에 의해 결정되고,

상기 P_n 은 상기 어느 하나의 출력단자에 분배되는 전력이고,

상기 $P_{N-1,total}$ 은 상기 복수의 출력단자에 분배되는 전력 중 상기 P_n 을 제외한 나머지 전력들의 합인 것을 특징으로 하는 전력분배기.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전송선의 임피던스는,

수학식 $Z_n = Z_0 \sqrt{k_n(1 + k_n^2)}$ 에 의해 결정되고,

상기 Z_0 는 상기 전력분배기의 기준 임피던스로서 상기 입력단자의 임피던스와 동일한 것을 특징으로 하는 전력분배기.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 각각의 출력단자의 임피던스는 $k_n Z_0$ 인 것을 특징으로 하는 전력분배기.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 복수의 전송선 중 특정 전송선의 상기 격리 임피던스는,

$$Z_{is,n} = Z_0 k_n \left(\sin^2 \theta - j \sqrt{\frac{1 + k_n^2}{k_n}} \sin \theta \cos \theta \right)$$

수학식 에 의해 결정되고,

상기 θ 는 상기 특정 전송선의 일단으로부터 상기 격리 임피던스까지의 길이에 해당되는 것을 특징으로 하는 전력분배기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 복수의 출력단자를 구비한 전력분배기에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 n-way 비균등 전력분배기의 각각의 격리저항을 $\lambda/4$ 라인의 소정의 지점에 두어 출력단자 사이의 간격을 충분히 확보할 수 있도록 구성된 전력분배기에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 전력분배기는 입력단자로부터 인가되는 전력을 두 개 이상의 출력단자 또는 전기소자에 일정한 비율로 분배하는 장치이다. 도 1은 전력분배기의 대표적인 예로서 2-way 윌킨슨 전력분배기(Wilkinson Power Divider)를 도시한다. 2-way 윌킨슨 전력분배기(10)의 경우, 도 1의 (a)에 도시된 바와 같이 입력단자와 출력단자를 각각 연결하는 $\lambda/4$ 길이의 전송선들이 구비되고, 각 전송선들의 임피던스(특성 임피던스)는 Z_0 이 되도록 구성된다. 그리고, 각 전송선들의 끝단은 출력단자들 간의 격리 특성 및 임피던스 정합을 위해 $2Z_0$ 의 크기를 갖는 격리 임피던스(A)와 연결된다. 이때, Z_0 은 기준 임피던스로서 각 입출력단자들의 임피던스와 동일하다.

[0003] 한편, 윌킨슨 전력분배기의 전송선들은 끝단이 격리 임피던스로 묶여있기 때문에, 출력단자 간의 간격을 원하는 만큼 이격시키기 위해서는 도 1의 (b)와 같이 추가적인 전송선(1, 2)을 구비하여야 한다. 가령, 제 1 출력단자 및 제 2 출력단자에 각각 전력증폭기(미도시)가 연결되고 각 전력증폭기의 세로 길이가 d라고 가정한다. 이 경우, 평면상에 출력단자들과 연결된 전력증폭기들을 배치하기 위해서는 제 1 출력단자와 제 2 출력단자가 서로 거리 d만큼 이격되어야 한다. 일반적인 윌킨슨 전력분배기에서는 이러한 이격 거리(d) 확보 문제를 격리 임피던스와 출력단자들 사이에 별도의 전송선(1, 2)을 추가 삽입함으로써 해결하고 있다. 그러나, 이와 같은 추가 전송선(1, 2)은 전력분배기의 회로 크기를 증가시키고, 삽입 손실을 증가시키는 문제를 발생시킨다. 이러한 문제점은 2-way이상의 윌킨슨 전력분배기에서 더욱 심각하게 나타난다.

[0004] 도 2는 일반적인 4-way 윌킨슨 전력분배기를 도시하는 개요도이다. 2-way이상의 윌킨슨 전력분배기는 평면형태로 구현하기 어렵고 특성 임피던스가 높은 단점이 있어, 일반적으로 2-way 윌킨슨 전력분배기를 계층적으로 연결하는 방법을 통해 구현한다. 예를 들어, 4-way 윌킨슨 전력분배기(20)는 도 2에 도시된 바와 같이 2-way 전력분배기 3개를 계층적으로 연결하여 만들어진다.

[0005] 이와 같은 방법으로 4-way 윌킨슨 전력분배기(20)를 구현하는 경우, 제 1 내지 제 4 출력단자들간에 충분한 이격 거리(d_1 , d_2)를 확보하기 위해서는 각 2-way 윌킨슨 전력분배기 마다 추가 전송선들(3, 4, 5, 6, 7, 8)이 요구될 수 있다. 따라서, 4-way 윌킨슨 전력분배기(20)에서는 2-way 윌킨슨 전력분배기(10)보다 더 많은 추가 전송선들이 사용되고, 그로 인해 전력분배기(20)의 회로 크기와 삽입손실은 더욱 많이 증가하게 된다. 나아가, n-way 윌킨슨 전력분배기($N > 2$)에서 n이 증가할수록 필요한 추가 전송선의 수 및 전체 길이는 기하급수적으로 증가하기 때문에, 출력단자의 수가 많은 복잡한 전력분배기에서는 회로 크기와 삽입손실에 있어서 매우 심각한 문제가 발생할 가능성이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명의 목적은 추가 전송선 없이도 출력단자간의 이격 거리를 손쉽게 확보할 수 있는 전력분배기를 제공하는

데 있다.

[0007] 본 발명의 다른 목적은 회로 크기 및 삽입손실이 적은 전력분배기를 제공하는 데 있다.

[0008] 본 발명의 또 다른 목적은 입출력 정합 특성, 격리도 특성 또는 출력전력 비율이 우수한 전력분배기를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 대표적인 구성은 다음과 같다.

[0010] 본 발명의 일 태양에 따르면, 전력이 입력되는 입력단자; 상기 전력이 분배되는 복수의 출력단자; $\lambda/4$ 길이를 갖고, 일단이 상기 입력단자에 연결되고 타단이 상기 복수의 출력단자에 각각 연결되는 복수의 전송선; 및 상기 각각의 전송선의 일단으로부터 소정 길이만큼 떨어진 상기 각각의 전송선 상의 각각의 지점에 각각의 격리 임피던스의 일단이 연결되는 것을 특징으로 하는 전력분배기가 제공된다.

발명의 효과

[0011] 본 발명의 실시예들에 따른 전력분배기는 전송선들의 중간 부근의 소정의 지점에 격리 임피던스를 연결함으로써, 추가 전송선 없이도 출력단자간의 이격 거리를 충분히 확보할 수 있다.

[0012] 또한, 추가 전송선을 필요로 하지 않으므로, 전력분배기의 회로 크기 및 삽입손실을 종래의 전력분배기보다 더욱 감소시킬 수 있다.

[0013] 또한, 본 발명의 전력분배기는 우수한 입출력 정합 특성, 격리도 특성 또는 출력전력 비율을 갖는다.

도면의 간단한 설명

[0014] 도 1은 일반적인 2-way 월킨슨 전력분배기를 도시하는 회로도 및 개요도이다.

도 2는 일반적인 4-way 월킨슨 전력분배기를 도시하는 개요도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 n-way 전력분배기를 도시하는 개요도이다.

도 4는 본 발명에 따른 전력분배기의 출력전력 비율을 시뮬레이션한 그래프이다.

도 5는 본 발명에 따른 전력분배기의 입력정합 특성을 시뮬레이션한 그래프이다.

도 6은 본 발명에 따른 전력분배기의 격리 특성을 시뮬레이션한 그래프이다.

도 7은 본 발명에 따른 전력분배기의 출력정합 특성을 시뮬레이션한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 본 명세서에서는 본 발명이 실시될 수 있는 특정 실시예를 도시하는 첨부 도면을 참조한다. 본 발명의 다양한 실시예는 서로 다르지만 상호 배타적일 필요는 없다. 예를 들어, 여기서 어떤 실시예에 관련하여 기재된 특정 형상, 구조 및 특성들은 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 다른 실시예에서도 동일하게 구현될 수 있다.

[0016] 본 명세서에서 사용된 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로서, 본 발명을 한정하려는 의도를 내포하지 않는다. 사용된 용어들에서 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 지칭되지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[0017] 각각의 개시된 실시예 내의 개별 구성요소의 위치 또는 배치는 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변경될 수 있다. 나아가, 도면에서의 각 구성요소들의 크기는 설명을 위하여 과장될 수 있으며, 실제로 적용되는 크기를 의미하는 것은 아니다. 유사한 참조부호가 도면들에서 사용되는 경우, 유사한 참조부호는 여러 실시예들에 대해서 동일하거나 유사한 기능을 지칭한다.

[0018] 이하에서는, 첨부한 도면들을 참조하여, 구체적인 실시예를 통해 본 발명의 내용 및 사상을 설명한다.

[0019] 본 발명에서는 종래의 월킨슨 전력분배기와는 달리, 전송선의 중간 부근의 소정의 지점에 격리 임피던스를 연결함으로써 출력단자간의 이격 거리를 필요한 만큼 확보할 수 있는 전력분배기를 제안한다.

[0020] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 n-way 전력분배기를 도시하는 개요도이다. 도 3을 참조하면, n-way 전력분

배기(100)는 입력단자, n개의 출력단자, $\lambda/4$ 길이의 n개의 전송선(110_1, 110_2, ..., 110_n) 및 n개의 격리 임피던스(120_1, 120_2, ..., 120_n)를 포함한다. n-way 전력분배기(100)는 입력단자로부터 P_1 의 전력을 입력받아 n개의 출력단자들로 각각 $P_2, P_3, \dots, P_{n+1}$ 만큼 전력을 분배한다.

[0021] 각 전송선(110_1, 110_2, ..., 110_n)의 임피던스는 각각 $Z_2, Z_3, \dots, Z_{n+1}$ 이고, 도 3에 도시된 바와 같이 각 전송선(110_1, 110_2, ..., 110_n)은 중간 부근의 소정의 지점인 θ 지점을 기준으로 전단부(x)와 후단부(y)로 구분될 수 있다. 한편, 여기서는 전단부(x)와 후단부(y) 사이가 도선으로 연결된 것처럼 도시되었으나, 이는 가독성을 위해 전단부(x)와 후단부(y)가 구분된 하나의 예를 도시한 것으로서 본 발명의 범위는 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 전단부(x)와 후단부(y)는 분할되지 않은 하나의 전송선의 일부로서 특정 지점(θ 지점)을 기준으로 개념적으로 구분되는 부분일 수도 있다.

[0022] 각 전송선(110_1, 110_2, ..., 110_n)의 θ 지점에는 대응되는 격리 임피던스(120_1, 120_2, ..., 120_n)의 일단이 각각 연결된다. 격리 임피던스(120_1, 120_2, ..., 120_n)의 값은 각각 $Z_{is,2}, Z_{is,3}, \dots, Z_{is,n+1}$ 로 정의된다. 격리 임피던스(120_1, 120_2, ..., 120_n)의 타단들은 하나의 노드에서 서로 연결되어, 격리 임피던스(120_1, 120_2, ..., 120_n)들은 전체적으로 서로 병렬 연결 형태로 구성될 수 있다.

[0023] 이러한 구조의 전력분배기에서, 어떤 출력단자(가령, 제 n-1 출력단자)의 전력분배비 k_n 및 특성 임피던스 Z_n 는 각각 수학적 식 1 및 2로 표현된다.

수학적 식 1

$$k_n^2 = P_{N-1,total} / P_n$$

[0024]

[0025] 여기서, P_n 은 제 n-1 출력단자의 출력전력이고, $P_{N-1,total}$ 은 P_n 을 제외한 나머지 출력전력들의 합이다.

수학적 식 2

$$Z_n = Z_0 \sqrt{k_n(1 + k_n^2)}$$

[0026]

[0027] 여기서, Z_0 은 기준 임피던스로서 입력단자의 임피던스와 동일하다.

[0028] 한편, 이때 출력포트의 임피던스는 임피던스 매칭을 위해 $k_n Z_0$ 으로 결정됨이 당해 기술분야에 널리 알려져 있다.

[0029] 이러한 조건하에서, 우 모드(even mode) 및 기 모드(odd mode)분석을 통해 입력정합 조건, 출력정합 조건 및 격리 조건을 만족시키기 위한 격리 임피던스 값 $Z_{is, n}$ 을 구하면 수학적 식 3과 같다.

[0030] 한편, 우 모드(even mode)는 평행한 두 개의 전송선 간의 전류 방향이 동일한 경우를 상정하는 것을 의미하고, 기 모드(odd mode)는 평행한 두 개의 전송선 간의 전류 방향이 반대인 경우를 상정하는 것을 의미하며, 그때의 등가 회로를 상정하여 임피던스 분석을 하는 방법에 대해서는 당해 기술분야에 널리 알려져 있으므로 여기서는 그에 대한 자세한 설명을 생략한다.

수학식 3

$$Z_{is,n} = Z_0 k_n \left(\sin^2 \theta - j \sqrt{\frac{1 + k_n^2}{k_n}} \sin \theta \cos \theta \right)$$

[0031]

[0032]

여기서, 여기서 k_n 은 수학식 1에서 구한 전력분배비이고, θ 는 전송선의 일단부터 격리 임피던스가 연결되는 지점까지의 거리이고, Z_0 은 앞에서 설명한 기준 임피던스이다.

[0033]

수학식 1 내지 3에서 설명한 조건에 따라 각 전송선(110_1, 110_2, ..., 110_n)의 임피던스들($Z_2, Z_3, \dots, Z_{n+1}$) 및 격리 임피던스 값들($Z_{is, 2}, Z_{is, 3}, \dots, Z_{is, n+1}$)을 결정하면, 격리 임피던스를 각 전송선(110_1, 110_2, ..., 110_n)의 θ 지점에 두면서도, 입력정합 조건, 출력정합 조건 및 격리 조건을 충족하는 전력분배기가 만들어질 수 있다. 입력정합 조건, 출력정합 조건 및 격리 조건은 전력분배기의 주요한 성능 파라미터로서, 이상적으로는 각 조건들에 대응하는 S파라미터들의 값에 따라 우수한 전력분배기인지 여부를 판별할 수 있다. S파라미터에 대해서는 도 4 내지 도 7에서 더욱 상세히 설명한다.

[0034]

이러한 본 발명의 전력분배기(100)에 따르면, 각 전송선들(110_1, 110_2, ..., 110_n)의 중간 부근의 소정 지점에 격리 임피던스를 둬으로써 출력단자간의 간격을 충분히 확보할 수 있고, 이에 따라 추가 전송선이 필요 없으므로 회로의 크기를 줄일 수 있고 낮은 삽입손실을 유지할 수 있는 장점이 있다.

[0035]

도 4내지 도 7은 본 발명에 따른 전력분배기(100)의 성능을 시뮬레이션한 결과를 나타내는 그래프들로서, 출력 전력 비율, 입력 정합도, 출력 정합도 및 격리도를 S파라미터로서 나타낸 도면들이다.

[0036]

도 4내지 도 7에서, 전력분배기(100)는 3-way 비균등 전력분배기로서, 제 1, 제 2 및 제 3 출력단자에 각각 전력이 50%, 25%, 25% 비율로 분배되고, 중심주파수(f_0)는 2 GHz가 되도록 설계되었으며, θ 를 10° 에서 90° 까지 10° 단위로 변화시키며 시뮬레이션 하였다

[0037]

도 4는 본 발명에 따른 전력분배기의 출력전력 비율을 시뮬레이션한 그래프이다. 도 4를 참조하면, S21과 S31 모두 설계주파수에서 θ 와 무관하게 일정한 값을 갖는 것을 확인할 수 있으며($S21=-3.17\text{dB}$, $S31=-5.87\text{dB}$), 제 1 출력단자와 제 2 출력단자의 출력전력 비율이 2:1로서 매우 정확한 출력전력 비율을 보여줌을 확인할 수 있다.

[0038]

도 5는 본 발명에 따른 전력분배기의 입력정합 특성을 시뮬레이션한 그래프이다. 도 5를 참조하면, θ 의 크기와 무관하게 입력 포트에서 완전한 정합이 이루어짐을 확인할 수 있다. 이는 $Z_{is, n}$ 의 위치에 따라 S11이 변하지 않음을 의미한다. 나아가, S11의 대역폭은 θ 와 무관하게 -20 dB 이하 대역폭이 0.66 GHz로 일정하게 유지된다. 결과적으로, 본 발명에 따른 전력분배기(100)는 매우 우수한 입력정합 특성을 가지는 것으로 판단된다.

[0039]

도 6은 본 발명에 따른 전력분배기의 격리 특성을 시뮬레이션한 그래프이다. 도 6을 참조하면, 제 1 및 제 2 출력단자 간의 격리도는 중심주파수에서 매우 작아 이상적인 격리 특성을 갖고 있음을 확인할 수 있다. 한편, 격리도에 있어서 -20 dB 이하 대역폭은 $\theta=50^\circ$ 일 때 1.53 GHz로 가장 넓은 대역폭을 갖는다.

[0040]

도 7은 본 발명에 따른 전력분배기의 출력정합 특성을 시뮬레이션한 그래프이다. 도 7을 참조하면, 출력정합을 나타내는 S22는 중심주파수에서 완벽한 정합을 보이는 것이 확인된다. -20 dB 이하 대역폭은 $\theta=90^\circ$ 일 때 2 GHz 이상으로 가장 넓은 대역폭을 갖는다.

[0041]

이상과 같은 시뮬레이션 결과에 비추어 보면, 본 발명에 따른 전력분배기는 매우 우수한 입력정합 특성, 출력정합 특성, 출력전력 비율 및 격리도를 갖는 것으로 판단된다.

[0042]

본 명세서의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예를 들어 설명하였으나, 본 명세서의 범위에서 벗어나지 않는 한 각 실시예는 여러 가지 형태로 변형될 수 있다.

[0043]

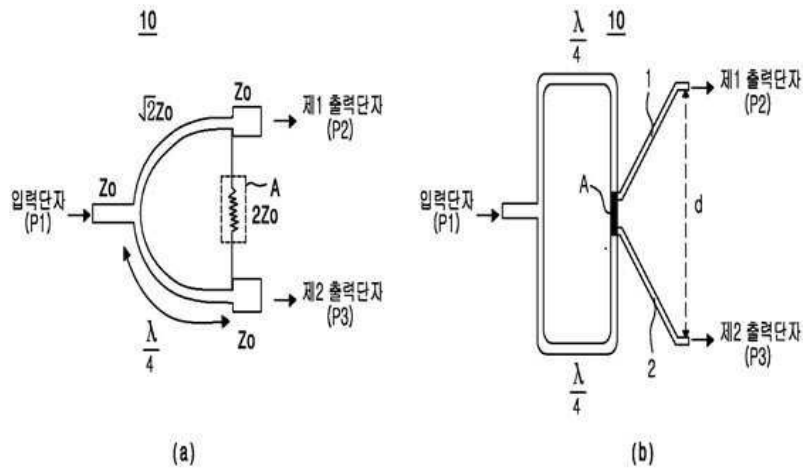
또한, 여기서 특정한 용어들이 사용되었으나, 이는 단지 본 발명을 예시하기 위한 목적에서 사용된 것일 뿐, 의미 한정이나 본 발명의 범위를 제한하도록 의도된 것이 아니다. 그러므로 본 명세서의 범위는 상술한 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위 및 그 균등물에 의해 정해져야 한다.

부호의 설명

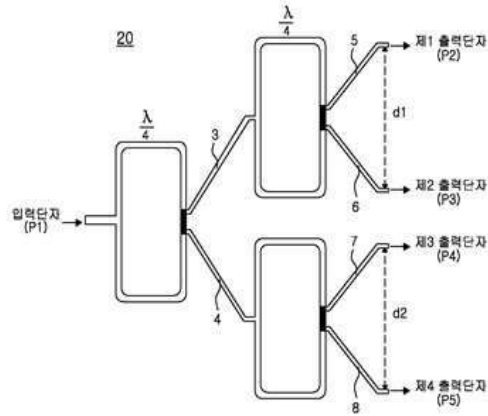
[0044]	10, 20: 종래의 월킨슨 전력분배기	100: 본 발명의 전력분배기
	110_1, 110_2, 110_n: 전송선	120_1, 120_2, 120_n: 격리 임피던스
	P ₁ : 입력단자	P ₂ , P ₃ , P _{n+1} : 출력단자
	x: 전송선 전단부	y: 전송선 후단부
	Z ₂ , Z ₃ , Z _{n+1} : 전송선 임피던스	

도면

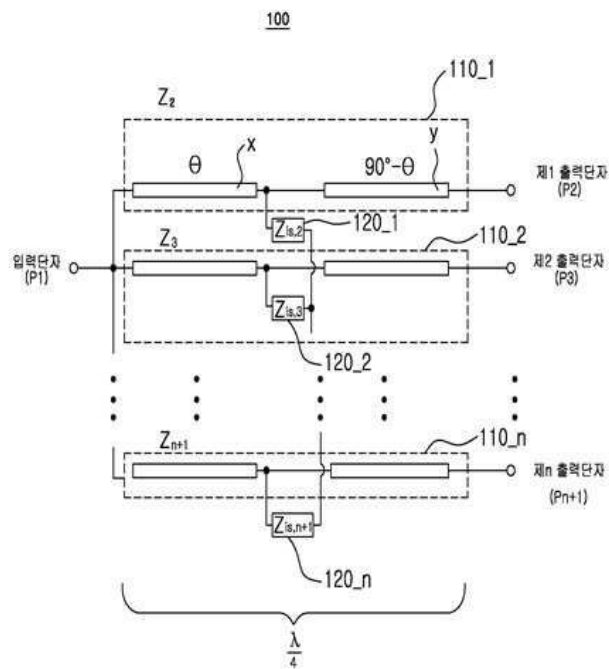
도면1



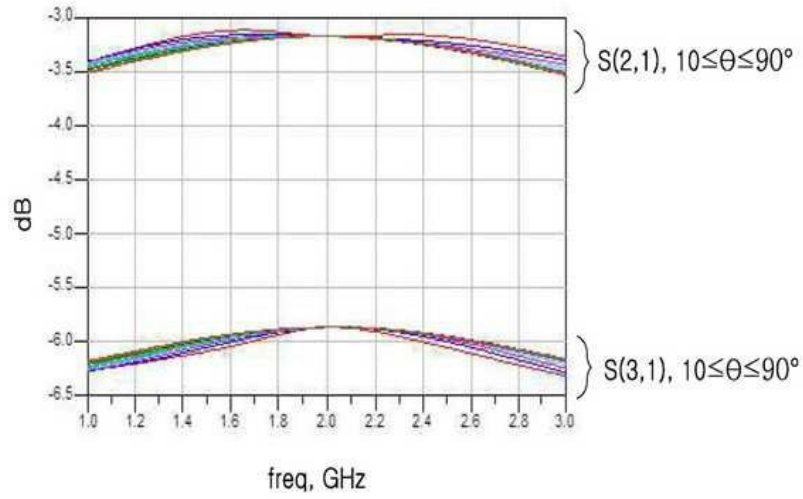
도면2



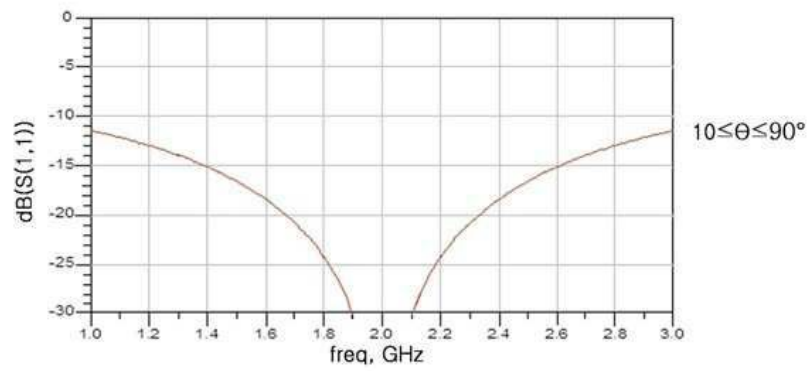
도면3



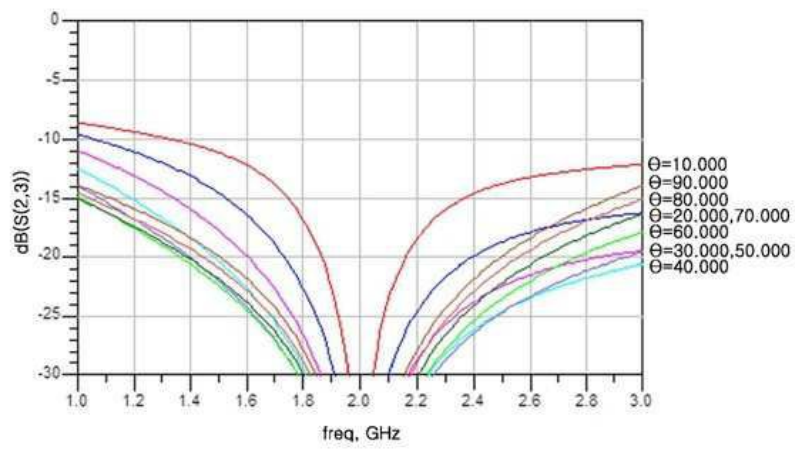
도면4



도면5



도면6



도면7

