



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.	(45) 공고일자	2007년05월04일
H01P 5/12 (2006.01)	(11) 등록번호	10-0714867
H01P 5/18 (2006.01)	(24) 등록일자	2007년04월27일

(21) 출원번호	10-2006-0014029	(65) 공개번호
(22) 출원일자	2006년02월14일	(43) 공개일자
심사청구일자	2006년02월14일	

(73) 특허권자 인천대학교 산학협력단
 인천 남구 도화동 177번지 인천대학교내

(72) 발명자 주정호
 서울특별시 서대문구 북가좌동 380-26번지 102호

 강승택
 경기도 부천시 원미구 상동 삼성래미안 아파트 2113동 1502호

(74) 대리인 유미특허법인

(56) 선행기술조사문헌	
JP02044801 A	JP09172317 A
JP2000165117 A	JP2001068908 A
KR1019990020536 A	KR1020030091522 A
US5485131 A	

심사관 : 김희주

전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 대칭형 다단 결합 선로를 이용한 광대역 하이브리드 커플러

(57) 요약

본 발명은 대칭형 다단 결합 선로를 이용한 광대역 하이브리드 커플러에 관한 것이다.

본 발명은 광대역 기법 및 탄덤 타입(Tandem Type) 결합기를 적용하여 선로의 단수와 설계 변수를 제어함으로써 원하는 대역폭과 대역 구간을 설계할 수 있고, 최소한의 와이어 본딩(Wire Bonding: 1개)을 사용하여 성능을 향상할 수 있는 광대역 하이브리드 커플러를 제공한다.

본 발명에 의하면, 광대역 기법 및 탄덤 타입(Tandem Type) 결합기를 적용하여 선로의 단수와 설계 변수를 조절함으로써 원하는 대역폭과 대역 구간을 설계 가능하게 하는 효과를 기대할 수 있다.

대표도

도 2

특허청구의 범위

청구항 1.

대칭형 다단 결합 선로를 이용한 광대역 하이브리드 커플러에 있어서,

일측에 입력 신호가 유입되는 입력 포트를 형성하고, 타측에 누설 전력을 소모하는 격리 포트를 구비하며, 단수가 올라갈수록 각 단의 폭이 넓어지는 형상을 가진 제 1 다단 평행 결합 선로; 및

일측에 결합 신호가 출력되는 결합 포트를 형성하고, 단수가 올라갈수록 각 단의 폭이 넓어지는 형상을 가진 제 2 다단 평행 결합 선로를 포함하되,

상기 제 2 다단 평행 결합 선로는 와이어 본딩(Wire Bonding)으로 기판 일측에 구비된 통과 신호가 출력되는 통과 포트와 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 광대역 하이브리드 커플러.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 다단 평행 결합 선로와 상기 제 2 다단 평행 결합 선로가 탄덤 타입(Tandem Type) 결합기로 구성되어 직렬 형태로 2단 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 광대역 하이브리드 커플러.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 결합 포트와 상기 통과 포트로부터 출력되는 상기 결합 신호와 상기 통과 신호의 전력이 각각 -3dB이고, 상기 결합 신호와 상기 통과 신호의 위상차가 90도인 것을 특징으로 하는 광대역 하이브리드 커플러.

청구항 4.

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 다단 평행 결합 선로와 상기 제 2 다단 평행 결합 선로의 각 단수를 조절하여 대역폭을 제어하고, 폭과 간격을 조절하여 커플링 값을 제어하는 것을 특징으로 하는 광대역 하이브리드 커플러.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 대칭형 다단 결합 선로를 이용한 광대역 하이브리드 커플러에 관한 것으로, 광대역 기법 및 탄덤 타입(Tandem Type) 결합기를 적용하여 선로의 단수와 설계 변수를 제어함으로써 원하는 대역폭과 대역 구간을 설계할 수 있는 광대역 하이브리드 커플러에 관한 것이다.

커플링이란 일반적으로 독립된 공간 또는 선로 간에서 전자계적으로 교류 신호 에너지가 상호 전달되는 현상을 의미한다. 선로 간의 간섭은 선로 간 커플링으로 인해 원하지 않는 잡신호가 유입되거나 서로 전송되어 교란되는 현상을 지칭합니다. 커플러는 이러한 커플링의 정도를 인위적으로 조절하는 것으로, 선로의 길이와 간격을 임의로 조절하여 한쪽에 원하는 전력이 전달되도록 하는 장치이다.

커플러는 커플링 현상을 이용하여 원하는 만큼의 전력을 추출하거나 배분하는 용도로 사용되며, 브랜치라인 커플러(Branch-Line Coupler), 링 하이브리드 커플러(Ring Hybrid Coupler), 윌킨슨 커플러(Wilkinson Coupler) 등 다양하게 구성할 수 있다.

그러나 이러한 커플러는 제작의 용이성이라는 장점이 있으나 광대역성을 요구하는 회로에 부적절하다.

이로 인해 평행 결합 선로의 광대역 특성을 이용한 방향성 결합기를 사용하게 되었으나, 브랜치라인(Branch-Line)이나 링 형태보다 광대역 특성이 있음에도 실제 구현의 한계가 있었다.

즉, 높은 결합량을 얻기 위한 커플러는 우 모드와 기 모드 임피던스 차가 커야 하며, 이를 구현하려면 결합 간격이 수십 μm 까지 되어야 한다. 그러나 실제 커플러의 결합 간격을 수십 μm 까지 구현하는 것은 쉽지 않다.

이를 해결하는 방안은 결합량을 키우기 위해 마이크로 스트립 라인 길이를 길게 하거나 넓은 면으로 결합하는 켈프 타입(Kemp Type), 탄덤 타입(Tandem Type) 등의 결합기를 사용하는 방안이 있으나, 이러한 방안도 회로가 커지거나 다층 기판을 사용해야 하는 단점이 있다.

따라서, 광대역성과 제작의 용이성을 모두 만족하는 3dB 커플러를 구현하는 방법이 제안되었다.

도 1은 종래 N단 평행 결합 선로를 이용한 90°광대역 3dB 커플러를 나타낸 도면이다.

도 1에 도시된 바와 같이, 종래 발명은 광대역성을 가지기 위해 평행 결합 선로를 이용하였으며, 임의의 결합량과 최소의 결합기 크기로 설계하기 위해 N단 평행 결합 선로를 해석하여 4 포트 S-Parameter를 추출하였다.

종래 발명은 최소 회로 크기로 최대의 결합량을 얻기 위해서 결합 선로를 병렬로 연결하는 구조로 결합기의 폭과 간격을 조절하는 원리이다.

종래 발명은 3단 정도의 결합기를 사용하는 경우, 최소의 단수로 3dB 커플러를 구현하기 위해 낮은 기모드 임피던스를 만들어야 하며, 이를 위해 유전율이 높고 기판의 유전체 높이가 높은 기판을 사용해야 한다.

이로 인해 종래 발명은 랑게 커플러(Lange Coupler)의 대역폭인 40%와 비슷한 성능을 보이고, 낮은 임피던스로 구현할 수 있는 장점이 있다.

그러나 종래 발명은 깎지 낀 모양의 높은 임피던스로 단 결합기의 결합량은 감소하는 단점이 있다.

또한, 종래 발명은 단수가 증가하는 경우 회로의 크기가 비례적으로 커지고 와이어 본딩(Wire Bonding)의 개수가 증가하게 되어 전체적으로 성능이 저하되며, $\lambda/4$ 평행 결합 선로를 사용하므로 대역의 한계가 발생하는 문제점이 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

이와 같은 문제점을 해결하기 위하여, 본 발명은 광대역 기법 및 탄덤 타입(Tandem Type) 결합기를 적용하여 선로의 단수와 설계 변수를 제어함으로써 원하는 대역폭과 대역 구간을 설계할 수 있는 광대역 하이브리드 커플러를 제공하는 데 그 목적이 있다.

발명의 구성

이러한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 하나의 특징에 따른 대칭형 다단 결합 선로를 이용한 광대역 하이브리드 커플러는, 일측에 입력 신호가 유입되는 입력 포트를 형성하고, 타측에 누설 전력을 소모하는 격리 포트를 구비하며, 단수가 올라갈수록 각 단의 폭이 넓어지는 형상을 가진 제 1 다단 평행 결합 선로; 및 일측에 결합 신호가 출력되는 결합 포트를 형성하고, 단수가 올라갈수록 각 단의 폭이 넓어지는 형상을 가진 제 2 다단 평행 결합 선로를 포함하되, 상기 제 2 다단 평행 결합 선로는 와이어 본딩(Wire Bonding)으로 기판 일측에 구비된 통과 신호가 출력되는 통과 포트와 연결되어 있는 것을 특징으로 하는 광대역 하이브리드 커플러를 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 대칭형 다단 결합 선로를 이용한 광대역 하이브리드 커플러에 대하여 도면을 참고로 하여 상세하게 설명한다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 대칭형 다단 결합 선로를 이용한 광대역 하이브리드 커플러를 나타낸 도면이다.

본 발명의 실시예에 따른 광대역 하이브리드 커플러는 기판(250) 위에 마이크로스트립 결합 패턴의 결합 구조로 하나의 공정으로 처리하여 제작할 수 있도록 다단 결합 선로를 일련의 TEM-mode의 결합기로 연결한다. 여기서, TEM-mode는 전자계의 전송 모드 중 진행하는 방향의 수직 평면 상에만 전계와 자계가 존재하는 전송 모드를 말한다.

본 발명의 실시예는 기판(250) 위에 제 1 다단 평행 결합 선로(260)와 제 2 다단 평행 결합 선로(270)가 대칭 구조를 이루며 직렬 형태(Tandem Type)로 연결되어 있다.

제 1 다단 평행 결합 선로(260)의 일측은 입력 포트(200)를 형성하며, 타측의 일단은 제 2 다단 평행 결합 선로(270)와 연결되어 있고, 타측의 타단은 연결되지 않고 격리되어 누설 전력을 소모하는 격리 포트(240)를 형성한다.

제 2 다단 평행 결합 선로(270)의 일측은 출력 포트인 결합 포트(220)를 형성하며, 타측의 일단은 제 1 다단 평행 결합 선로(260)와 연결되어 있고 타측의 타단은 와이어 본딩(Wire Bonding)(230)으로 기판(250) 위 일측에 형성된 출력 포트인 통과 포트(210)와 연결되어 있다.

다시 간략하게 설명하면, 본 발명의 실시예에 따른 광대역 하이브리드 커플러는 기판(250) 위에 대칭 구조의 다단 결합 선로를 직렬 형태(Tandem Type)로 깔아 입력 포트(200), 출력 포트인 결합 포트(220), 출력 포트인 통과 포트(210) 및 격리 포트(240)로 구성하여 하나의 입력 신호와 두 개의 출력 신호를 형성한다.

제 1 다단 평행 결합 선로(260)와 제 2 다단 평행 결합 선로(270)는 단수를 조절하여 대역폭을 제어하고, 폭과 간격을 조절하여 결합량을 제어한다.

또한, 광대역 하이브리드 커플러는 입력 포트(200)로 입력 신호를 공급하게 되면, 결합 포트(220)로 출력 신호인 결합 신호가 출력되며, 와이어 본딩(230)을 통해 통과 포트(210)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.

광대역 하이브리드 커플러의 격리 포트(240)는 선로 임피던스에 맞추어 저항 접지시켜 중단(Termination)을 시켜놓아서 실제로 입출력용으로 사용하지 않는 포트이다.

광대역 하이브리드 커플러의 격리 포트(240)는 구조상 전력이 전송되지 않아 누설 전력이 반사되어 돌아오지 않도록 저항으로 접지시켜 열로 소모시켜 버리는 기능을 하여 커플러의 전력 안정화를 위해 사용한다.

이와 같이 광대역 하이브리드 커플러는 제 1 다단 평행 결합 선로(260)와 제 2 다단 평행 결합 선로(270)를 즉, -8.34dB 결합기와 -8.34dB 결합기를 직렬 형태로 2단 연결하여 -3dB 크기의 출력이 90도 위상차를 갖고 출력되도록 한다. 이러한 구조를 탄뎀 타입(Tandem Type) 결합기라 한다.

광대역 하이브리드 커플러는 탄뎀 타입(Tandem Type) 결합기에 더하여 광대역 기법을 적용하여 Even mode의 임피던스를 점점 줄일 수 있는 구조를 갖고 있다. 이하 도 3에서 광대역 기법을 구체적으로 설명하였다.

본 발명의 실시예는 광대역 기법과 탄뎀 타입(Tandem Type) 결합기를 사용하는 방식으로 광대역성과 제작의 용이성을 모두 만족하는 3dB 결합기를 구현하였다.

도 3은 본 발명의 실시예에 적용한 마이크로스트립 방향성 결합기의 광대역화 이론을 나타낸 도면이다.

도 3에 도시된 바와 같이, 다단 방향성 결합기는 일련의 TEM-mode의 결합기로 연결된다. 각 단은 고유의 전기적 길이를 가지고 있다.

각 단의 커플링은 왼쪽에서 오른쪽으로 갈수록 점진적으로 약해진다. 이러한 방향성 결합기의 중요한 특징은 서로 다른 특성을 가지는 TEM-mode의 결합기라는 점이다.

이론적으로 VSWR(Voltage Standing Wave Ratio)과 격리도는 최적화되어 있다.

커플링은 주파수의 함수로 간단히 표현되므로 Modern Network 기술로 합성하여 수정할 수 있다. 광대역 커플링 특성은 Chebyshev Equal-Ripple Function으로 구현할 수 있다.

각 단에서의 커플링은 Even Mode와 Odd Mode인 Z_{Oe} 와 Z_{Oo} 로 각각 정의된다. 여기서, 임피던스는 입력 특성 임피던스에 대하여 정규화되어지며, 정규화된 임피던스는 다음과 같다.

수학식 1

$$Z_{Oe} Z_{Oo} = 1$$

수학식 2

$$Z_O = \sqrt{Z_{Oe} Z_{Oo}}$$

위의 관계식을 만족하는 경우, VSWR(Voltage Standing Wave Ratio)와 격리도는 최적화 될 수 있다.

따라서, 커플링단은 Z_{Oe} 인 Even Mode에 의해서 커플링 값을 결정할 수 있다.

왜냐하면 임피던스 크기는 $Z_{Oe} > Z_{Oo}$, $Z_{Oe} > 1$ 이라는 조건을 만족하기 때문이다. 광대역 특성은 Even Mode의 임피던스를 점점 줄이면서 얻을 수 있다.

도 4는 본 발명의 실시예 따른 설계 사양에 맞춘 설계값을 도시한 광대역 하이브리드 커플러의 평면도이고, 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광대역 하이브리드 커플러를 시뮬레이션한 결과 광대역 특성을 나타낸 도면이며, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 광대역 하이브리드 커플러를 시뮬레이션한 결과 출력 신호의 위상차를 나타낸 도면이다.

광대역 하이브리드 커플러의 일 실시예는 다음과 같은 [표 1]에 기재된 기관 정보 및 설계 사양과 [표 2]에 기재된 설계 사양에 맞춘 설계값으로 구현해 보았다.

[표 1]

기 관	마이크로 스트립		
	도 체	물 질	구리(5.8×10^7 S/m)
		두 께	0.03mm
	유 전 체	물 질	6.15
		두 께	50mil
결합기	동작 주파수		1.6~6 GHz
	커플링		-3 dB
	격리도		-10 dB

[표 2]

W1	W2	W3	W4	W5	W6	11	12
0.4	0.9	0.9	0.9	0.9	1.16	7	2.177
13	14	15	16	s1	s2	s3	s4
2.355	4.809	1	6	0.08	0.15	0.6	1.8

도 5 및 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예는 광대역 하이브리드 커플러를 설계하여 시뮬레이션한 결과, 대략 1.6GHz ~ 5.8GHz으로 113%의 광대역 특성을 보인다

(1.6GHz -> through: -3.011dB, coupling: -3.847dB,

5.8GHz -> through: -3.978dB, coupling: -3.157dB)

커플링과 대역폭을 동시에 만족하는 대역은 1.6GHz ~ 4GHz로 85%의 광대역을 형성한다. 단 조건은 1dB Unbalance, 격리도는 -10dB이하, 위상차는 90° +/-10의 범위 내의 측정 결과이다.

(1.6GHz -> through: -3.011dB, coupling: -3.847dB, through phase: 175.074°, coupling phase: -99.821°,

4GHz -> through: -3.661dB, coupling: -3.386dB, through phase: 13.838°, coupling phase: -85.528°)

도 5 및 도 6에서 나타난 결과는 기존의 탠덤 타입 커플러(Tandem Type Coupler)나 랑게 커플러(Lange Coupler)의 대역폭인 42%보다 2배 이상 향상된 결과를 확인할 수 있다. 전술한 설계의 모든 과정은 실제 에칭 가능한 폭과 간격인 0.08mm을 고려한 값들이다.

본 발명의 실시예는 대칭형 다단 결합 선로를 이용하여 -3dB 출력과 위상차가 90도 형성되는 광대역 하이브리드 커플러를 구현하였다.

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 랑게 커플러(Lange Coupler)의 대역폭인 40%보다 높은 우수한 성능을 보였고 제작이 까지 긴 모양의 높은 임피던스로 구현되는 것에 비해 낮은 임피던스로 구현 가능한 효과를 기대할 수 있다.

또한, 본 발명은 기존의 랑게 커플러(Lange Coupler)의 설계 기술에서 탈피하여 평행 결합 선로의 광대역 기법을 적용함으로써 회로 설계의 어려움을 극복할 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

또한, 본 발명은 광대역 기법 및 탠덤 타입(Tandem Type) 결합기를 적용하여 선로의 단수와 설계 변수를 조절함으로써 원하는 대역폭과 대역 구간을 설계 가능하게 하는 효과를 기대할 수 있다.

또한, 본 발명은 단수를 최소화함으로써 기존의 랑게 커플러(Lange Coupler)의 어려운 점인 와이어 본딩(Wire Bonding)의 수를 줄일 수 있는 효과를 기대할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 종래 N단 평행 결합 선로를 이용한 90°광대역 3dB 커플러를 나타낸 도면이다.

도 2는 본 발명의 실시예에 따른 대칭형 다단 결합 선로를 이용한 광대역 하이브리드 커플러를 나타낸 도면이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 적용한 마이크로스트립 방향성 결합기의 광대역화 이론을 나타낸 도면이다.

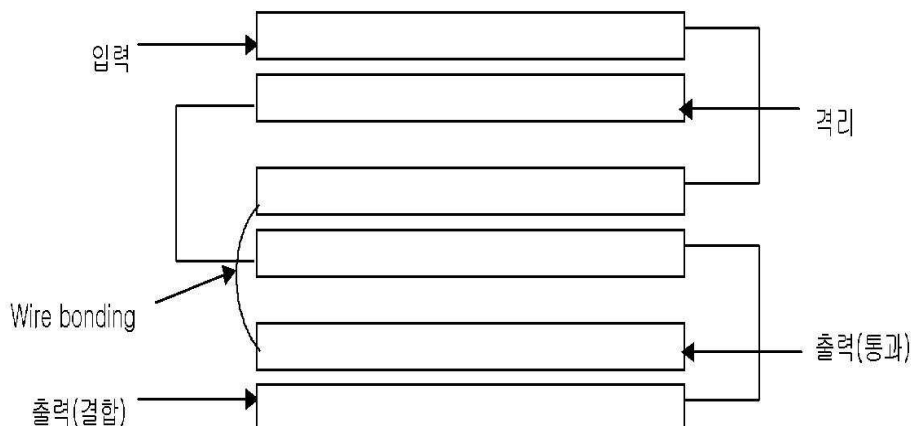
도 4는 본 발명의 실시예에 따른 설계 사양에 맞춘 설계값을 도기한 광대역 하이브리드 커플러의 평면도이다.

도 5는 본 발명의 실시예에 따른 광대역 하이브리드 커플러를 시뮬레이션한 결과 광대역 특성을 나타낸 도면이다.

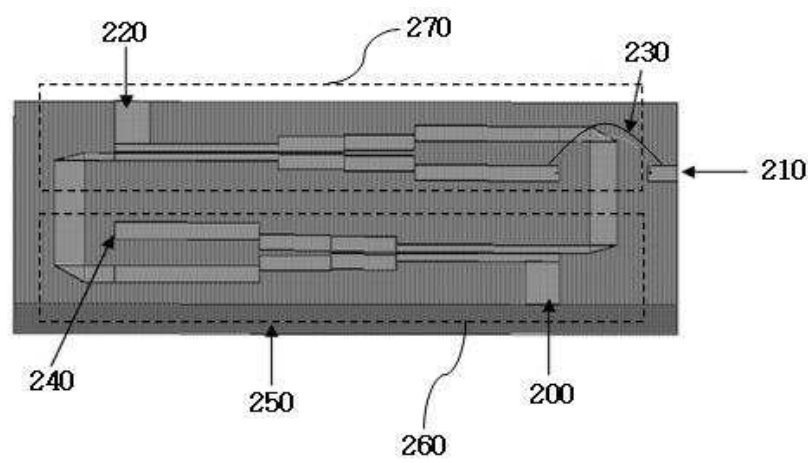
도 6은 본 발명의 실시예에 따른 광대역 하이브리드 커플러를 시뮬레이션한 결과 출력 신호의 위상차를 나타낸 도면이다.

도면

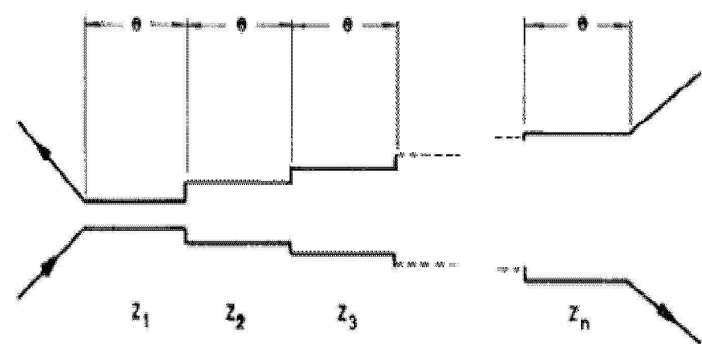
도면1



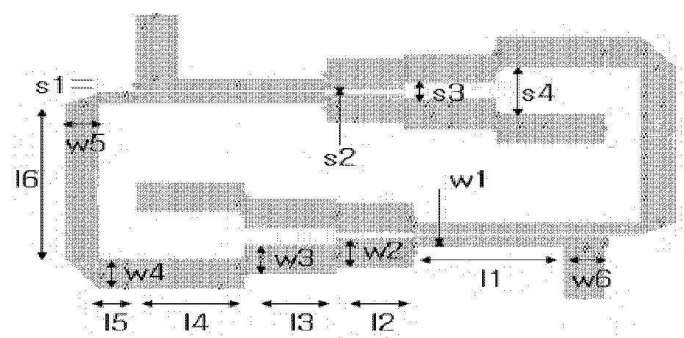
도면2



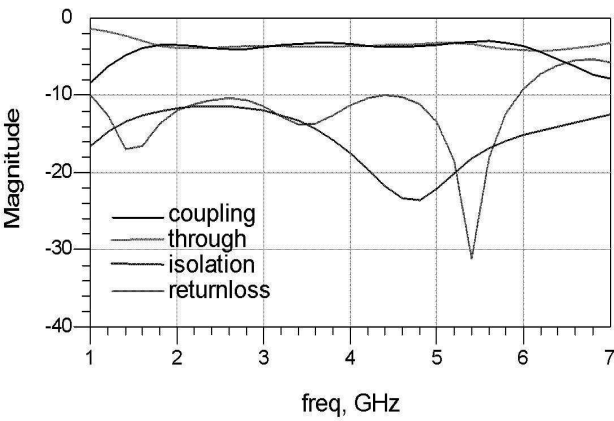
도면3



도면4



도면5



도면6

