

	(19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2012-0086779 (43) 공개일자 2012년08월06일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) H01P 1/205 (2006.01) H01P 7/08 (2006.01)		(71) 출원인 인천대학교 산학협력단 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 (송도동)
(21) 출원번호 10-2011-0008044		
(22) 출원일자 2011년01월27일		(72) 발명자 강승택 인천광역시 연수구 아카데미로 119, 11호 12 내 (송도동, 인천대학교)
심사청구일자 2011년01월27일		장진호 인천광역시 부평구 안남로 231, 한양7차 101동 607호 (산곡동) (뒷면에 계속)
		(74) 대리인 김태원

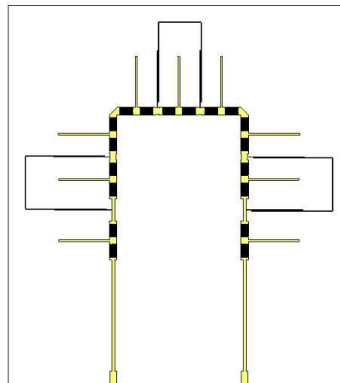
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 발명의 명칭 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 침소형 대역통과 여파기

(57) 요약

본 발명은 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 소형 대역통과 여파기에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 의한 CRLH 구조 공진기 기반의 대역 통과 여파기는 2 이상의 CRLH 구조 공진기들이 유도성 결합한 공진기 결합 선로 및 공진기 결합 선로와 병렬 연결되는 분기 선로를 포함하고, 분기 선로는 통과 대역 주변에 전송 영점을 발생시키는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 의하면, 전송 영점을 발생시키는 분기 선로를 통해 우수한 스킨트 특성이 있는 CRLH 구조 공진기 기반의 대역 통과 여파기를 구현할 수 있는 장점을 가진 대역통과 여파기에 관한 것이다.

대 표 도 - 도17



(72) 발명자

이보람

충청남도 보령시 동대동 휴먼시아 406동 501호

임동진

인천광역시 남구 석정로434번길 7, 302호 (주안동)

특허청구의 범위

청구항 1

입력포트와,

상기 입력포트와 연결된 제 1인터디지털 선로와,

출력포트와,

상기 출력포트와 연결된 제 2인터디지털 선로와,

상기 제 1 인터디지털 선로와 제 2 인터디지털 선로 사이에 T-정선으로 연결된 인덕터 선로를 포함하는 UHF 대역을 포함하는 RF주파수에서 무위상 변화를 특징으로 하는 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 철평소형 대역통과 여파기.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1인터디지털 선로와 제 2인터디지털 선로는 좁은 간극을 유지한 채 서로 마주보고 단락 스텔브에 연결된 한 쌍의 평행선로로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 0차 공진기 요소간의 3극 교차 결함형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 철평소형 대역통과 여파기.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 연결 선로는 직렬 인덕터와 병렬 캐패시터의 복합형 커플링 구조인 것을 특징으로 하는 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 철평소형 대역통과 여파기.

청구항 4

3개의 0차 공진기들을 직렬 인덕터와 병렬캐패시터 혼합 유도형 순차결합과 분기 경로 역할을 하는 비인접 공진기간의 교차결합으로 묶는 캐스케이드 트리플릿(CT;Cascaded Triplet)의 메타재질구조 트리플릿(Triplet) 전달 영점을 생성하는 국부(Local) 캐스캐이드 트리플릿(CT)형 비인접 공진기형 신호상쇄 구조인 것을 특징으로 하는 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 철평소형 대역통과 여파기.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 국부 캐스캐이드 트리플릿(CT)형 비인접 공진기형 신호상쇄 구조들이 몇 개가 연속적으로 연결되어 U자형을 구성하는 것을 특징으로 하는 0차 공진기 요소간의 3극 교차 결함형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 철평소형 대역통과 여파기

명세서

기술분야

[0001]

본 발명은 메타재질 CRLH 구조 0차 공진기를 이용한 철평소형 대역통과 여파기에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 파장의 1/6배 작은 CRLH 구조 구조에서 0차 공진 현상을 만들고 이들 간의 결합량을 조절하여 대역통과 특성을 만드는 것은 물론, 나아가 0차 공진기 요소 3개를 위상 경로 차를 가지는 캐스캐이드 트리플릿(CT;Cascaded Triplet)의 교차결합을 통해 묶어 전달 영점이 통과 대역 가장자리에 인접하게 생성되어 상대적으로 낮은 차수와 정해진 공간에서도 높은 채널 선택특성을 구현한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 철평소형 대역통과 여파기에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 일반적으로 무선 통신 및 이동 통신 기술이 발전함에 따라 통신용 장비 부품들도 소형화, 고성능화와 함께 제조 단가 가격이 저감 되어야 할 필요성이 있다. 이러한 필요성에 추가하여 특히 대역통과 여파기(Band Pass Filter, BPF)는 낮은 삽입/반사 손실과 높은 주파수 선택성을 가져야 한다. 그러나 비인가 대역인 ISM 대역 아래 880MHz ~ 960MHz 범위의 UHF 대역과 T-DMB(지상파 디지털 멀티 미디어 방송), LTE(Long Term Evolution)등의 통신 대역에서는 저주파가 가지는 긴 파장 때문에 통신 장비의 소형화를 달성하기가 쉽지 않다. 따라서 낮은 삽입/반사 손실과 높은 주파수 선택성을 가지면서 통신 장비를 소형화하고 부품 비용을 저감하기 위한 획기적인 기술이 필요하며 이러한 획기적인 기술의 가능한 후보가 마이크로스트립 CRLH(Composite Right/Left-Handed)구조의 여파기 설계기술이다.
- [0003] 종래 기술에 의한 대역 통과 여파기를 도 1 및 도 2에 나타낸다. 도 1의 대역 통과 여파기는 단위 셀의 설계로 전송선을 유도성 소자로 사용하고 전송선로의 겹을 이용하여 용량성 소자로 사용한다. SRR 구조를접지면의 이용하여 병렬공진 특성을 나타내어 메타 재질의 CRLH 전송선로 대역통과 여파기를 설계할 수 있다. 도 2는 도 1 보다 앞서 설계된 전형적인 CRLH 전송선로의 주기구조를 이용한 대역통과 여파기이다. 도시된 바와 같이 단위 셀은 인터디지틀 커패시터와 접지된 스테브를 이용하여 직렬 공진기와 병렬 공진기를 설계하여 주기구조 전체가 CRLH 전송선로 특성과 초광대역 특성을 나타낸다. 종래의 기술은 메타 재질특성의 대역통과 여파기를 설계하여 특이한 현상이 발생하나 주기구조로 인해 시스템 소형화에 맞지 않고 설계에 자유도가 제한되며 격리도 및 차단 특성을 조절하기 힘들다.
- [0004] 따라서 마이크로스트립 구조지만 우수한 특성의 메타 재질 대역통과 여파기를 설계하여 공정 비용을 절감하고 제품의 소형화를 가능하게 하되, 공진 기간에 유도성 커플링 값을 두어 설계변수를 증가시켜 통과 및 차단대역 특성을 향상시키고 무엇보다도 같은 차수에서라도 우수한 스커트 특성과 격리도를 얻을 수 있는 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0005] 본 발명은 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 소형 대역통과 여파기에 관한 것으로, 다음 두 가지의 핵심 아이디어를 제안하는 것이다.
- [0006] 따라서 본 발명은 첫째로는, 전체 구조의 부피를 줄이기 위해 기존의 반파장 공진기 기반이 아닌 CRLH 구조 공진기 기반의 대역 통과 여파기를 UHF 대역(900MHz)용으로 사용한다. 둘째로는, 대역 간 격리도를 고려하여 UHF 대역 통과 여파기의 통과 대역 상측, 하측 이후에 전달 영점을 발생시켜 스커트 특성을 최대화하는 것이다.
- [0007] 따라서 본 발명은 CRLH 공진기의 직렬 인덕터 L과 병렬 캐패시터 C가 혼합된 유도성 결합 구조를 이용하여 장비의 초소형화를 달성할 수 있는 CRLH 구조 공진기 기반의 대역 통과 여파기를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0008] 또한, 본 발명은 최초로 직렬 인덕터 L과 병렬 캐패시터 C가 혼합된 결합으로 먼저 묶인 이웃 0차 공진기 들을 CT결합하는 방안을 제시하여 많은 공진기 들을 그룹으로 나누고 각각의 그룹에서 만들어지는 교차결합형 위상 경로차 전송 영점이 일치되게 함으로써 설계난이도를 줄이고 튜닝횟수를 낮추고 전송 영점이 통과 대역 가장자리에 최 근접하게 하여 하나의 차수에서도 스커트(Skirt)의 기술기가 급격해 주파수 선택도가 월등히 향상되도록 하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은 CRLH 구조 공진기 기반의 대역 통과 여파기에 있어서, 2개 이상의 CRLH 구조 0차 공진기들을 포함하고, 공진기들은 직렬 인덕터와 병렬 캐패시터가 혼합된 유도성 결합으로 연결되어 있고, 또한 상기 CRLH 구조 공진기 기반의 대역 통과 여파기에 있어서, 2 이상의 CRLH 구조 공진기들이 유도성 결합한 공진기 결합 선로 및 공진기 결합 선로와 병렬 연결되는 분기 선로를 포함하여 CT 비인접 공진기 결합 신호 상쇄형으로 설계하고, 분기 선로는 통과 대역 주변에 전송 영점을 발생시킨다.
- [0010] 따라서 본 발명의 대역 통과 여파기는 입력포트와, 상기 입력포트와 연결된 제 1인터디지틀 선로, 출력포트, 상기 출력포트와 연결된 제 2인터디지틀 선로, 상기 제 1 인터디지틀 선로와 제 2 인터디지틀 선로 사이에 T 정션으로 연결된 인덕터 선로를 포함하는 UHF 대역을 포함하는 RF주파수에서 무위상 변화를 특징으로 한다.

- [0011] 또한, 본 발명의 상기 제 1인터디지틀 선로와 제 2인터디지틀 선로는 좁은 간극을 유지한 채 서로 마주보고 단락 스텔브에 연결된 한 쌍의 평행선로로 구성되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0012] 또한, 본 발명의 상기 연결 선로는 직렬 인덕터와 병렬 캐패시턴스의 복합형 커플링 구조인 것을 특징으로 한다.
- [0013] 또한, 본 발명은 3개의 0차 공진기들을 직렬 인덕터와 병렬캐패시터 혼합 유도형 순차결합과 분기 경로 역할을 하는 비인접 공진기간의 교차결합으로 묶는 캐스케이드 트리플릿(CT; Cascaded Triplet)의 메타재질구조 트리플릿(Triplet) 전달 영점을 생성하는 국부(Local) 캐스케이드 트리플릿(CT)형 비인접 공진기형 신호상쇄 구조인 것을 특징으로 한다.
- [0014] 또한, 본 발명의 상기 국부 캐스케이드 트리플릿(CT)형 비인접 공진기형 신호상쇄 구조들이 몇 개가 연속적으로 연결되면서 U자형을 구성하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 의하면, CRLH 0차 공진기들의 직렬 인덕터 L과 병렬 캐패시터 C가 혼합된 유도성 결합 구조를 이용하여 대역통과 여파기의 초소형화를 달성할 수 있는 장점이 있다. 또한, 본 발명에 의하면, 전송 영점이 통과 대역 가장자리에 가장 근접하게 하여 하나의 차수에서도 스커트(Skirt)의 기울기가 급격해 주파수 선택도가 월등히 향상되는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1 은 종래 기술 SRR에 의한 CRLH 대역통과 여파기를 도시하는 도면이다.
- 도 2는 종래 기술에 의한 CRLH 전송선로 대역통과 여파기를 도시하는 도면이다.
- 도 3a는 오른쪽 전파 법칙(RH)와 왼손 전파 법칙(LH) 요소들이 결합한 CRLH 구조 T형 공진기 회로를 도시하는 도면이다.
- 도 3b는 오른쪽 전파 법칙(RH)와 왼손 전파 법칙(LH) 요소들이 결합한 CRLH 구조 pi형 공진기 회로를 도시하는 도면이다.
- 도 4는 CRLH 구조 공진기들의 직렬 인덕터와 병렬 캐패시터가 혼합된 유도성 결합에 의한 3차 대역통과 여파기를 도시하는 도면이다.
- 도 5a는 본 발명의 일 실시예에 의한 CRLH 구조 공진기의 구성도를 나타내는 도면이다.
- 도 5b는 본 발명의 일 실시예에 의한 CRLH 구조 공진기의 물리구조를 보여주는 도면이다.
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 의한 CRLH 구조 공진기의 주파수 응답을 나타내는 도면이다.
- 도 7a는 도 4의 공진기 결합 구조를 이용한 UHF 대역 통과 여파기의 협대역 주파수 응답 특성을 나타내는 도면이다.
- 도 7b는 도 4의 공진기 결합 구조를 이용한 UHF 대역 통과 여파기의 광대역 주파수 응답 특성을 나타내는 도면이다.
- 도 8a는 본 발명의 비교용 체비셰브(Chebyshev)형 3차 대역통과 여파기의 주파수 응답을 나타내는 도면이다.
- 도 8b는 본 발명의 비교용 체비셰브(Chebyshev)형 15차 대역통과 여파기의 주파수 응답을 나타내는 도면이다.
- 도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 CRLH 구조 공진기 결합 선로 및 이와 병렬 연결된 분기 선로를 포함하는 대역 통과 여파기의 구성도를 나타내는 도면이다.
- 도 9는 도 8의 실시예에 의해 스커트 특성이 향상된 UHF 대역 통과 여파기의 주파수 응답 특성을 나타내는 도면이다.
- 도 10a는 본 발명의 비교용 체비셰브(Chebyshev)형 9차 대역통과 여파기의 주파수 응답 및 스커트 특성을 나타내는 도면이다.
- 도 10b는 본 발명의 비교용 체비셰브(Chebyshev)형 9차 대역통과 여파기에 전송 영점이 있는 경우의 주파수 응

답 및 스커트 특성을 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명의 일 실시예에 의한 3차와 5차의 UHF 대역 통과 여파기의 주파수 응답 및 스커트 특성 비교 도면이다.

도 12는 도 9의 개념을 이용한 3차 UHF 대역 통과 여파기의 주파수 응답 특성을 나타내는 도면이다.

도 13은 도 9의 개념을 이용한 5차 UHF 대역 통과 여파기의 주파수 응답 특성을 나타내는 도면이다.

도 14는 본 발명의 일 실시예에 의한 5차와 9차의 UHF 대역 통과 여파기의 주파수 응답 및 스커트 특성을 비교하는 도면이다.

도 15는 도 9의 개념에 대한 등가 회로를 나타내는 도면이다.

도 16은 어드미턴스 파라미터에 의한 전송 영점 발생 주파수를 나타내는 도면이다.

도 17은 본 발명의 일 실시예에 의한 메타 재질구조 기반 CT 비인접 공진기 결합 신호상쇄형 전달 영점의 우수한 주파수 선택도를 가지는 소형화된 고차 UHF 대역통과 여파기의 구조를 나타내는 도면이다.

도 18은 제작된 메타 재질구조 기반의 CT 비인접 공진기 결합 신호상쇄형 전달 영점의 우수한 주파수 선택도를 가지는 소형화된 고차 UHF 대역통과 여파기를 나타내는 도면이다.

도 19는 메타 재질구조 기반 CT 비인접 공진기 결합 신호상쇄형 전달 영점의 우수한 주파수 선택도를 가지는 소형화된 고차 UHF 대역통과 여파기의 회로 및 3차원 전자장 모의실험 결과를 보여주는 도면이다.

도 20은 메타 재질구조 기반 CT 비인접 공진기 결합 신호상쇄형 전달 영점의 우수한 주파수 선택도를 가지는 소형화된 고차 UHF 대역통과 여파기의 3차원 전자장 모의실험과 측정 결과를 나타내는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0017] 본 발명의 목적, 특징 및 장점은 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 후술 되며, 이에 따라 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명을 설명함에 있어서 본 발명과 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 상세한 설명을 생략한다.
- [0018] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명하기로 한다.
- [0019] 도 1 내지 도 2는 종래 기술에 의한 대역 통과 여파기를 나타내는 도면으로서, 도 1은 단위 셀의 설계로 전송선을 유도성 소자로 사용하고 전송선로의 갭을 이용하여 용량성 소자로 사용한 것으로서, 접지면의 SRR 구조를 이용하여 병렬공진 특성을 나타내어 메타 재질의 CRLH 전송선로 대역통과 여파기를 설계한 것이다. 도 2는 도 1보다 앞서 설계된 전형적인 CRLH 전송선로의 주기구조를 이용한 대역통과 여파기로서, 단위 셀은 인터디지털 커패시터와 접지된 스텔브를 이용하여 직렬 공진기와 병렬 공진기를 설계하여 주기구조 전체가 CRLH 전송선로 특성과 초광대역 특성을 나타낸다.
- [0020] 따라서 본 발명은 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차, 5차, 9차 소형 대역통과 여파기에 관한 것으로, 다음 두 가지의 핵심 아이디어를 제안한다.
- [0021] 첫째로는, 전체 구조의 부피를 줄이기 위해 기존의 반파장 공진기 기반이 아닌 CRLH 구조 공진기 기반의 대역통과 여파기를 UHF 대역(900MHz)용으로 사용한다. 둘째로는, 대역 간 격리도를 고려하여 UHF 대역 통과 여파기의 통과 대역 상측, 하측 이후에 전달 영점을 발생시켜 스커트 특성을 최대화한다.
- [0022] 먼저, 여파기의 초소형화를 위한 CRLH 구조 공진기에 대해 설명하기로 한다.
- [0023] 도 3a, 3b는 오른쪽 전파 법칙(RH)과 왼손 전파 법칙(LH) 요소들이 결합한 CRLH 구조 T 및 pi형 공진기 회로이다. 도시된 바와 같이 직렬 인덕터와 병렬 커패시터는 위상 지연을 만드는 RH의 요소이며, 직렬 커패시터와 병렬 인덕터는 위상 선도(Lead) 현상을 만드는 LH의 요소이다. 마이크로스트립 선로 상에서 RH의 요소는 오른손 전파 현상을 따른다. 이는 자연계에서 흔히 관찰되는 현상이며, 전파의 에너지와 위상의 이동 방향이 동위상인 경우로서 대역 통과 여파기의 저역 통과 특성이 오른손 전파 현상에 해당된다.
- [0024] 한편, 본 발명은 자연계에는 없는 왼손 전파 현상을 이용한 것으로서, 구현 가능한 직렬 커패시터와 병렬 인덕터의 쌍을 이용한다. 상기 쌍이 전파의 에너지와 위상의 이동 방향을 역 위상으로 만들고, 이를 마이크로스트립

선로 상에 부착하면 오른손 전파 법칙의 전송 선로에서 생기는 위상 지연이 왼손 전파 법칙에 의한 위상 선도에 의해 서로 상쇄될 수 있다.

- [0025] 즉, RH 요소들의 공진 주파수 및 LH 요소들의 공진 주파수를 동일하게 UHF 대역 또는 ISM 대역의 중심에 맞추는 균형 조건(Balanced condition)을 만족시키는 경우, 주파수는 존재하나 위상과 전파 상수가 0이 되어 파장과 무관한 공진이 발생하는 무한 파장 현상이 일어난다(Zeroth Order Resonance, ZOR). 이러한 경우, 0차 공진 조건은 공진기의 길이로부터 독립하는 상황이 만들어지기 때문에 대역 통과 여파기의 크기가 0.25λ 이하가 된다. 이와 동시에 인접 공진 단들이 결합할 수 있도록 긴 평행 선로를 두어 대역폭을 유지할 수 있다. 따라서 종래의 대역 통과 여파기가 0.5λ 의 정수배를 기본 공진 길이로 가지게 되고 다단의 경우 길이가 2λ 를 초과하게 됨에 비해, 본 발명에 의한 대역 통과 여파기는 위와 같이 CRLH 구조를 이용함으로써 그 길이를 $1/8$ 수준으로 축소할 수 있게 된다.
- [0026] 이하에서는 구체적인 실시예를 통해 본 발명에 의한 CRLH 구조 공진기 기반의 대역 통과 여파기에 대해 상세히 설명한다.
- [0027] 도 4는 본 발명의 실시예에 의한 CRLH 구조 공진기들의 직렬 인덕터와 병렬캐패시터가 혼합된 유도성 결합 구조를 도시한다.
- [0028] 도 4에서는 도 3의 실시예에 의한 0차 공진기 들이 유도성 결합 구조로 연결되어 있다. 상기 대역 통과 여파기의 구현시 공진기들 사이에 용량성 결합 또는 유도성 결합을 이용할 수 있는데, 상기 CRLH 공진기 들에 이러한 직렬 인덕터와 병렬 캐패시터가 혼합된 유도성 결합 구조를 이용하였다는 점이 본 발명의 주요 특성 중 하나이다.
- [0029] 상기 CRLH 구조의 메타 재질(Metamaterial) 특성을 공진기에 부여하고, 이러한 0차 공진기 들을 결합시키면 원래 각 공진기의 CRLH 공진 특성이 바뀌게 된다. 그러나 본 발명에서는 이러한 결합을 이용하면서도 공진기 각각의 메타재질 특성을 유지하면서 통과 대역 및 차단 대역을 형성한 것이다.
- [0030] 도 5a, 5b는 각각 본 발명의 일 실시예에 의한 CRLH 구조 0차 공진기의 구성도와 물리적 구조를 나타내는 도면이다.
- [0031] 도 5a, 5b를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 의한 CRLH 구조 공진기는 입력 포트와 출력 포트를 구비한 마이크로스트립 선로로 구성되고, 상기 마이크로스트립 선로 상에, 입력 포트에 직렬 연결된 제 1 인터디지틀 선로(502), 출력 포트에 직렬 연결된 제 2 인터디지틀 선로(506), 제 1 인터디지틀 선로(502)와 제 2 인터디지틀 선로(504)를 연결하는 연결선로(504) 및 연결 선로에 병렬 연결되고 끝단이 접지된 인덕터 선로(508)를 포함한다.
- [0032] 상기 제 1 인터디지틀 선로(502)와 제 2 인터디지틀 선로(506)는 도면에서 확대된 부분과 같이 한 쌍의 평행 선로로 구성되어 있고, 한 쌍의 평행 선로는 좁은 간극을 유지한 채로 서로 마주보고 있다. 이러한 평행 선로는 단락 스텐브(Grounded stub)에 연결되어 있으며, 일정 커패시턴스를 가지는 커패시터 기능을 수행한다.
- [0033] 상기 연결 선로(504)는 직렬 인덕터와 병렬 커패시터를 포함하고, 본 실시예에서는 T-정션(T-junction) 형태로 되어 있으며, 상기 제 1 인터디지틀 선로(502)와 제 2 인터디지틀 선로(506) 및 인덕터 선로(508)를 연결한다. 여기서 인덕터 선로(508)는 끝단이 접지되어 있다.
- [0034] 상기 연결 선로(504)가 위상 지연 현상을 일으키는 RH(Right-Handed)의 요소라면, 제 1 인터디지틀 선로(502), 제 2 인터디지틀 선로(506) 및 인덕터 선로(508)는 위상 선도(Lead) 현상을 일으키는 LH(Left-Handed)의 요소이다. 이러한 RH와 LH 요소가 합쳐지면서 위상 지연과 위상 선도 현상이 총 위상 0을 만들게 되면, 파장과 무관한 공진이 발생하며 상기한 바와 같이 공진기의 크기를 소형화할 수 있다.
- [0035] 도 6은 도 5의 공진기에 대한 3차원 전자장 모의실험 결과의 한 예인 UHF대역의 900MHz에서 공진 특성을 보이고 있다.
- [0036] 도 7a, 7b는 도 4의 공진기 결합 구조를 이용한 UHF 대역 통과 여파기의 협대역 및 광대역 주파수 응답 특성이 다. 상기 통과 대역에서는 대역폭, 삽입 손실 및 반사 손실이 잘 만족 된다. 또한, 차단 영역은 3차 하모닉(Harmonic)까지 억제할 수 있을 정도로 넓다. 다만, 도 7과 같이 차수를 더 이상 올리지 않고 3차 공진기 만으로 구현할 경우 통과 대역의 스킵 특성이 매우 좋은 것은 아니다.(상측 가장자리 + 10MHz offset 에서의 감쇄량이 7dB 이다.) 따라서 원하는 높은 통과 대역의 스킵 특성(가장자리 + 10MHz offset 에서의 감쇄량이 20dB)은 차수를 높여 달성할 수 있다.

- [0037] 도 8a의 경우 일반 Chebyshev형 3차 대역통과 여파기의 주파수 응답 특성이다. 이는 도 7과 같이 스킵트 특성이 좋지 않기 때문에 도 8b의 결과와 같이 차수를 15차로 늘려 설계하는 경우 스킵트 특성을 만족시킬 수 있다.
- [0038] 하지만, 차수를 15차까지 증가시키지 않더라도 위와 같은 CRLH 구조 공진기들의 결합 구조에 전송 영점을 발생 시킴으로써, 상대적으로 제작비용이 높은 Dielectric Resonator/Waveguide/SAW/FBAR Filter를 제외한 기존의 평면형 필터 기술과 비교해서 월등히 나은 특성의 스킵트의 CRLH 구조 공진기 기반의 대역 통과 여파기를 설계 할 수 있다.
- [0039] 도 9는 본 발명의 일 실시예에 의한 CRLH 구조 공진기 결합 선로 및 이와 병렬 연결된 분기 선로를 포함하는 대역 통과 여파기의 구성도이다. 도 9를 참조하면, CRLH 구조의 공진기 1(902), 공진기 2(904) 및 공진기 3(906)이 유도성 결합한 공진기 결합 선로(908)에 분기 선로(910)가 병렬 연결되어 있고, 분기 선로(910)는 통과 대역 주변에 전송 영점을 발생시킴으로써 통과 대역의 스킵트 특성을 향상시키는 기능을 수행한다. 이때, 공진기 결합 선로(908)와 분기 선로(910)의 입력 분기점(912)에는 양 선로 간 임피던스 매칭을 위한 제어부가 더 포함될 수 있다. 이렇게 양 선로 간 임피던스 매칭이 이루어져야 양 선로로 들어가는 신호의 흐름이 좋아지게 되고, 특히 양 선로의 결합 지점(914)에서 양 선로를 통과한 신호 간의 위상 차가 180도가 되도록 임피던스 매칭을 시켜 줌으로써 전송 영점을 형성하게 된다.
- [0040] 도 10a는 9차 체비셰브(Chebyshev) 대역통과 여파기의 주파수 응답 특성이다. 이론적으로는 가장자리에서 감쇄량 10dB의 스킵트 특성을 나타낼 수 있지만 도 10b와 같이 영점이 있는 경우, 통과 대역 주변에 전송 영점을 형성시켜 약 25dB 감쇄량의 스킵트 특성을 만족시켜 15차까지 차수를 늘이지 않아도 목표를 달성할 수 있다.
- [0041] 도 11은 본 발명의 일 실시예에 의해 스킵트 특성이 향상된 9차 UHF 대역 통과 여파기의 주파수 응답 특성이다. 도 7의 3차 대역통과 여파기의 주파수 응답 특성보다 스킵트 특성이 개선되었음을 확인할 수 있다. 하지만, 원하는 목표의 스킵트 특성을 달성하기 위하여 전송 영점에 의한 스킵트 특성 개선을 제시한다.
- [0042] 도 12는 본 발명의 일 실시예에 의한 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합 CT형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 3차 소형 대역통과 여파기의 모의실험 결과이다.
- [0043] 도 13은 본 발명의 일 실시예에 의한 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합 캐스캐이드 트리플릿(CT)형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 5차 소형 대역통과 여파기의 모의실험 결과이다.
- [0044] 도 14는 도 9와 같은 분기선로를 포함하는 3극 교차결합 캐스캐이드 트리플릿형 전달 영점에 의한 9차 UHF 대역 통과 여파기의 공진기간 커플링 개념도이다. 도면에서 도시된 바와 같이 1번부터 9번까지의 공진기들은 메타물질 구조 기반의 전송선로로 설계되었고, 캐스캐이드 트리플릿(CT) 비인접 공진기 결합 신호 상쇄형 전달 영점을 발생시켜 우수한 주파수 선택도를 가지는 소형화된 고차 UHF 대역통과 여파기의 커플링 구조를 보여주고 있다.
- [0045] 도 15는 신호상쇄형 전달 영점을 발생시키기 위한 캐스캐이드 트리플릿형 비인접 공진기 결합에 대한 등가 회로이다. 도 15의 등가 회로에 대하여 3개의 공진기가 유도성 결합한 공진기 결합선로에 대한 위상과 병렬로 연결된 분기선로의 위상이 180도 차이가 나는 부분에서 전송 영점이 발생하고 이는, 도 16와 같이 공진기 결합선로의 어드미턴스와 분기선로의 어드미턴스의 합이 0이 되는 주파수에서 전송 영점이 발생하는 것을 알 수 있다.
- [0046] 도 17은 본 발명의 일 실시예에 의한 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 9차 소형 대역통과 여파기이고, 도 18은 도 17에 대하여 제작된 UHF 대역통과 여파기이다.
- [0047] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 의한 0차 공진기 요소간의 3극 교차결합형 전달 영점에 의한 우수한 주파수 선택도를 가지는 9차 소형 대역통과 여파기의 회로 및 3차원 전자장 모의실험 결과이다. 도시된 바와 같이 통과 대역 상측, 하측의 전송 영점을 발생시키는 여파기로 구현함으로써 통과 대역의 스킵트 특성을 더욱 향상시키고 대역 간 격리도를 확보할 수 있게 된다.
- [0048] 도 20을 참조하면 제작된 UHF 통과 대역 상측, 하측 이후에 전송 영점이 발생하여 스킵트 특성이 크게 향상된 것을 볼 수 있다.
- [0049] 전술한 바와 같이, 본 발명에서는 CRLH 구조 공진기들의 용량성 결합을 이용하여 초소형화 가능성을 가진 대역 통과 여파기를 구현하였다. 또한, 본 발명에서는 CRLH 구조 공진기들의 유도성 결합 구조에 전송 영점을 발생시키는 분기 선로를 연결함으로써 우수한 스킵트 특성이 있는 대역 통과 여파기를 구현하였다.
- [0050] 이상과 같이 본 발명 UHF는, 하나의 예이며 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 수정, 변형 및 변경이 가능하므로 어느 RF주파

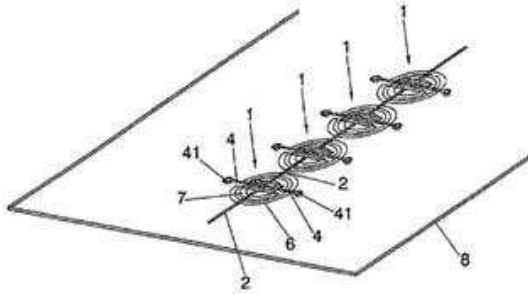
수에도 모두 적용 될 수 있다.

산업상 이용가능성

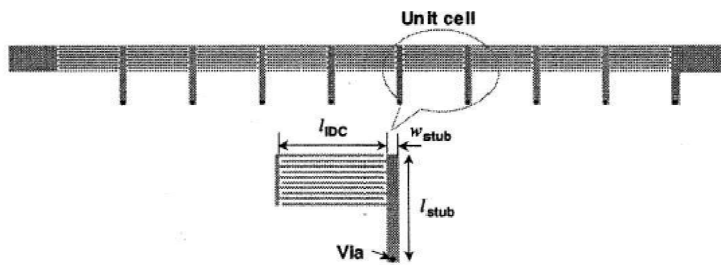
[0051] 본 발명은 RF 주파수가 적용될 수 있는 대역 통과 여파기에 사용될 수 있다.

도면

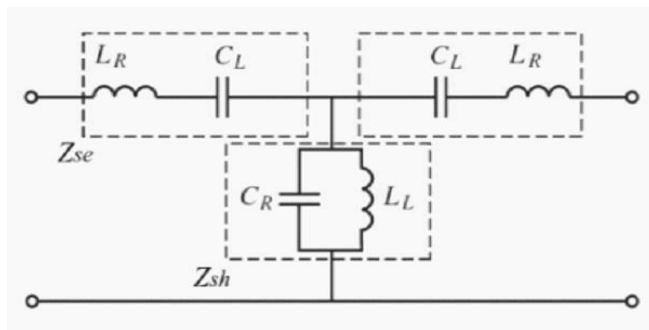
도면1



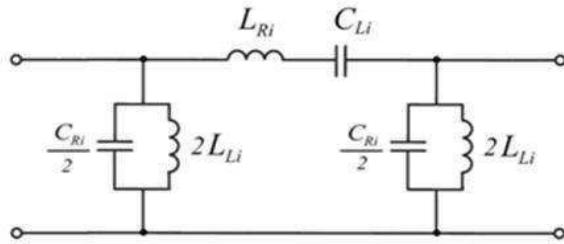
도면2



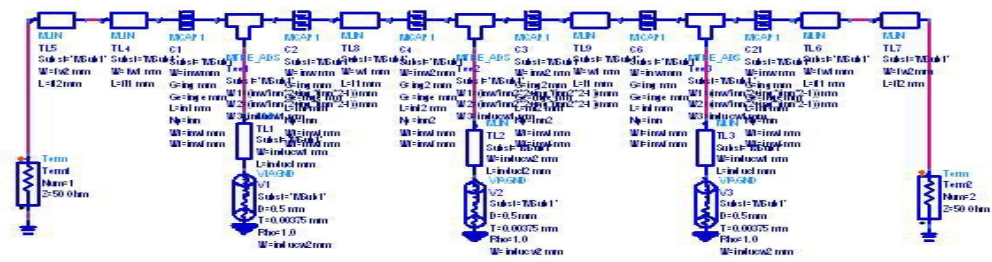
도면3a



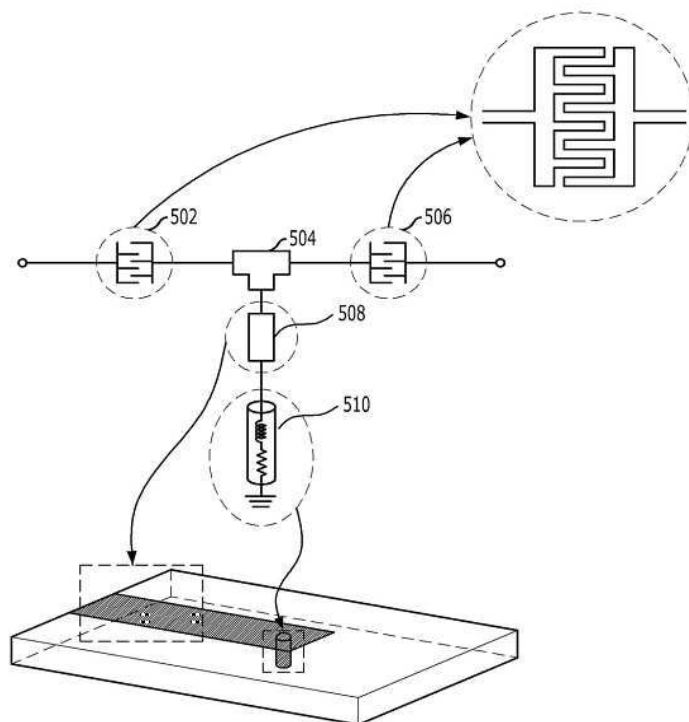
도면3b



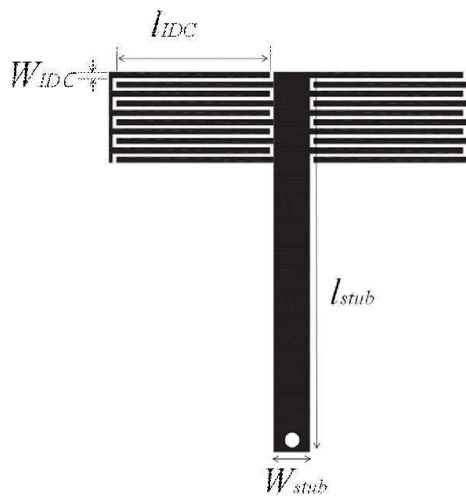
도면4



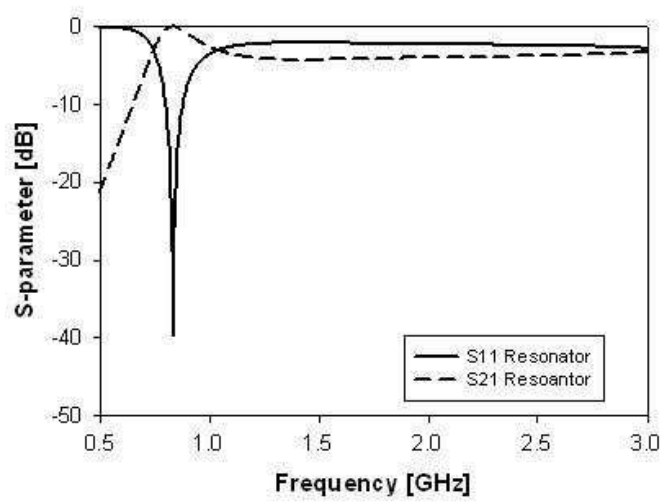
도면5a



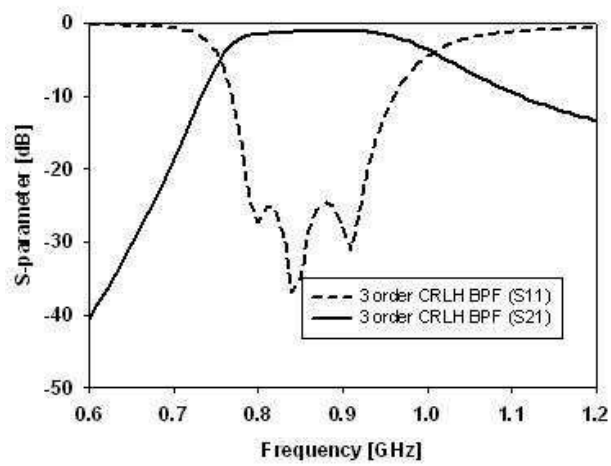
도면5b



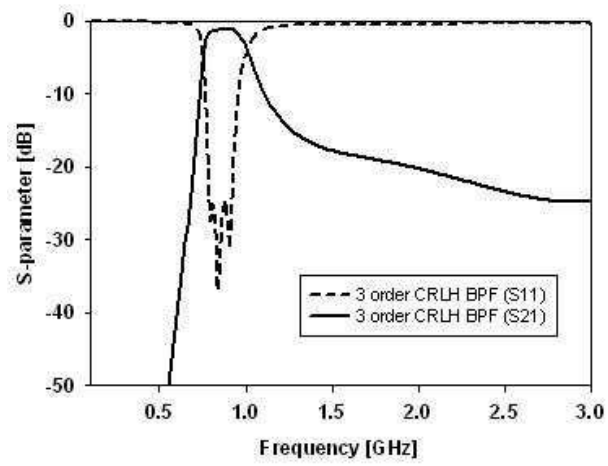
도면6



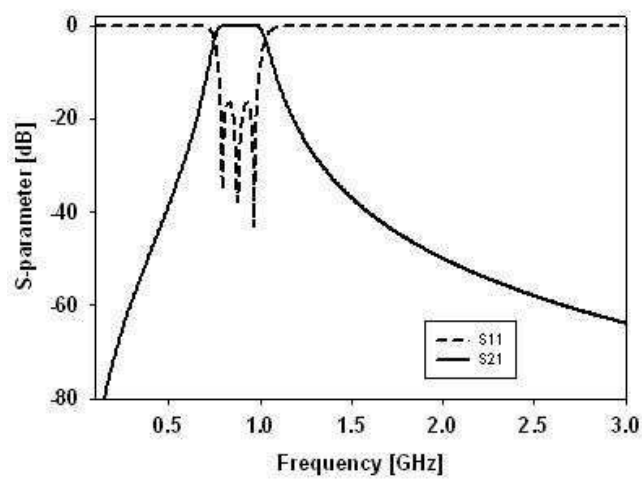
도면7a



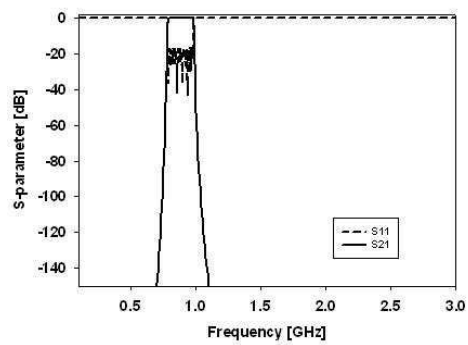
도면7b



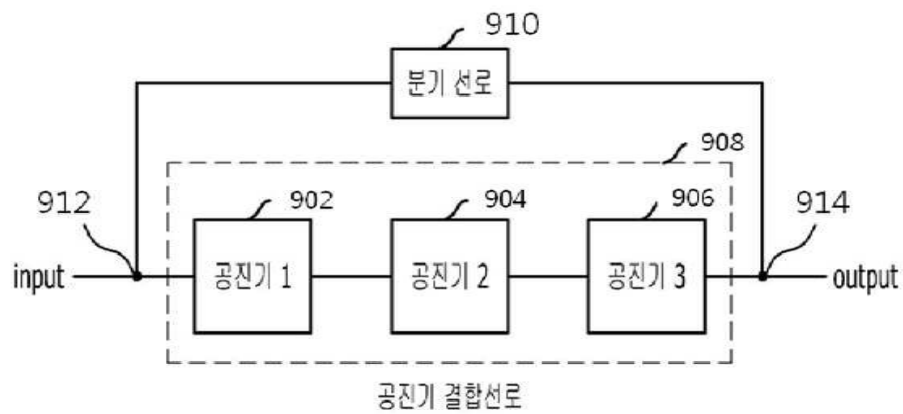
도면8a



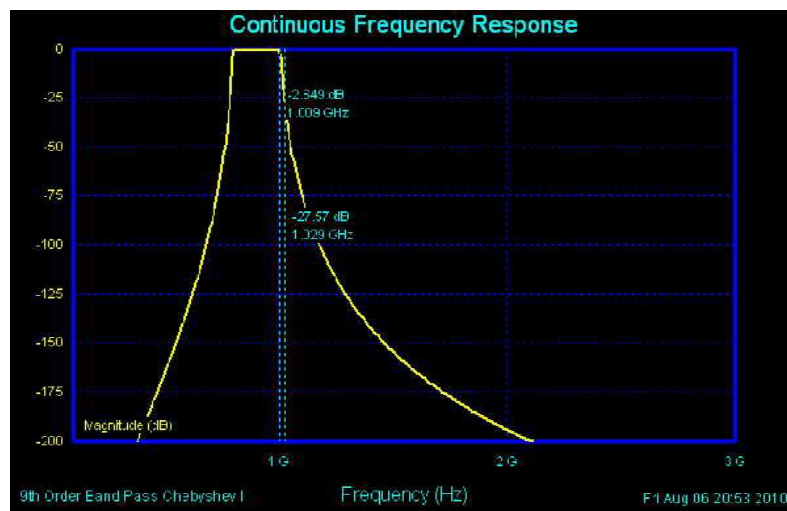
도면8b



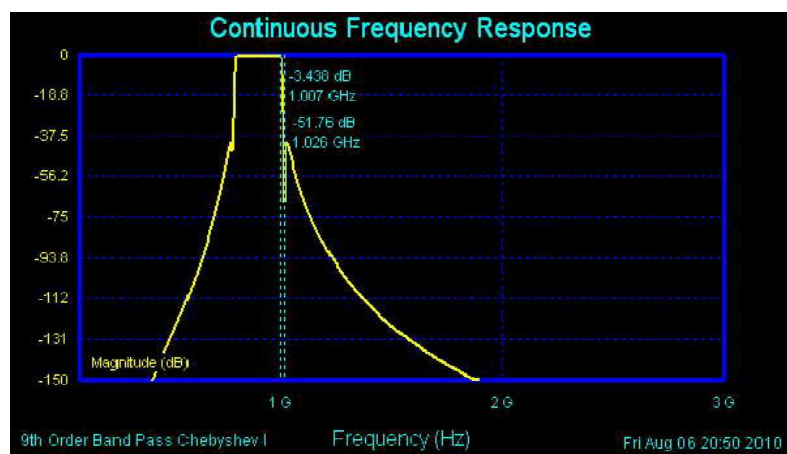
도면9



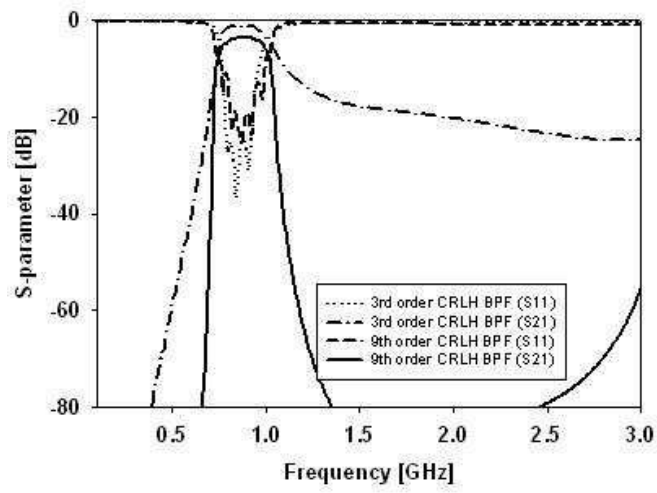
도면10a



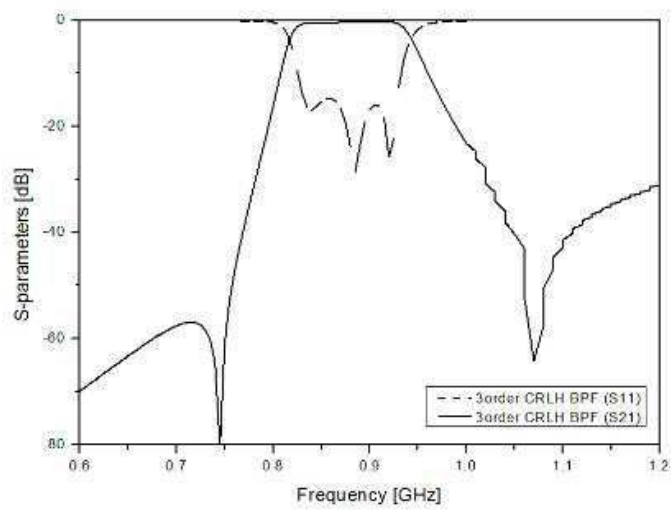
도면10b



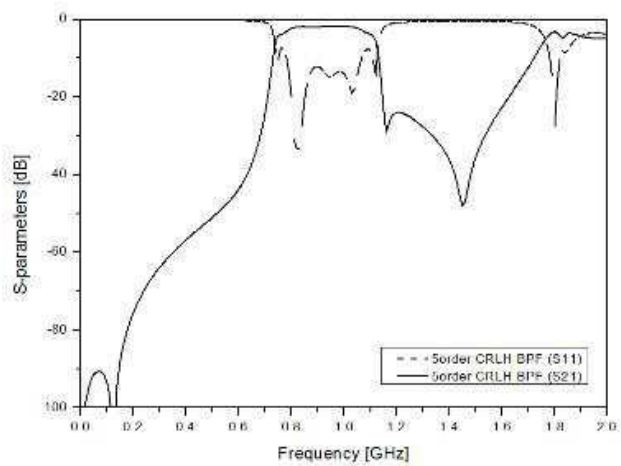
도면11



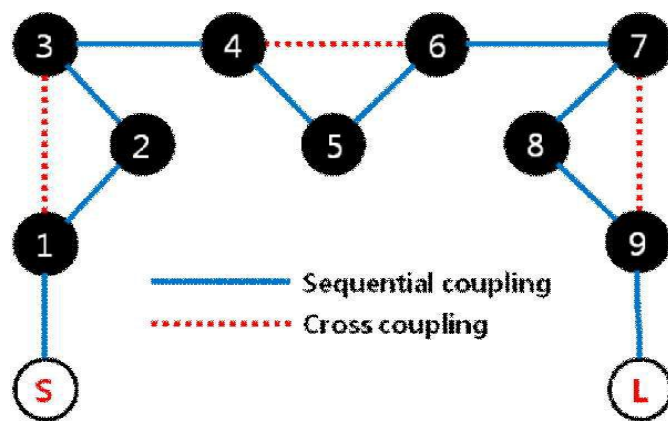
도면12



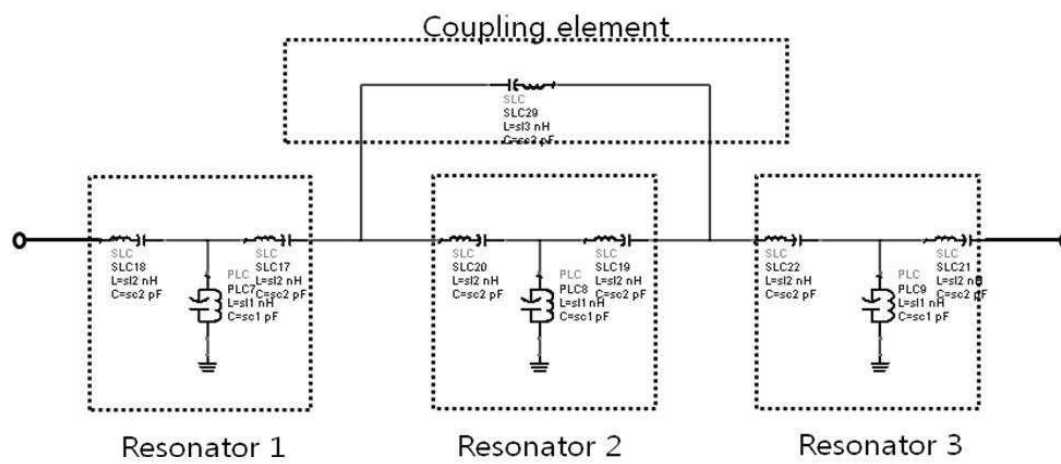
도면13



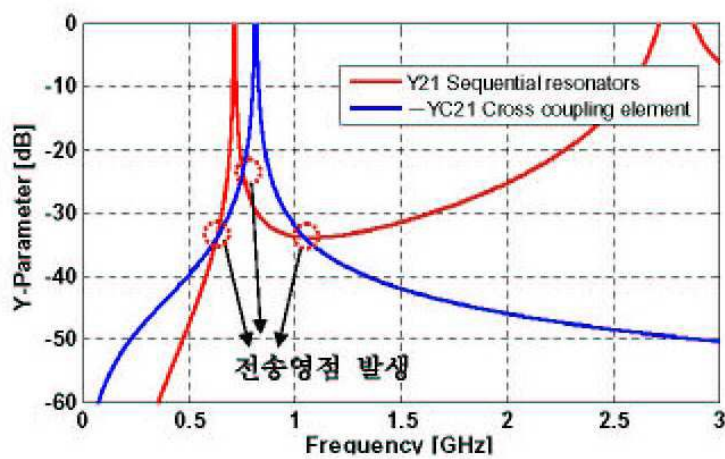
도면14



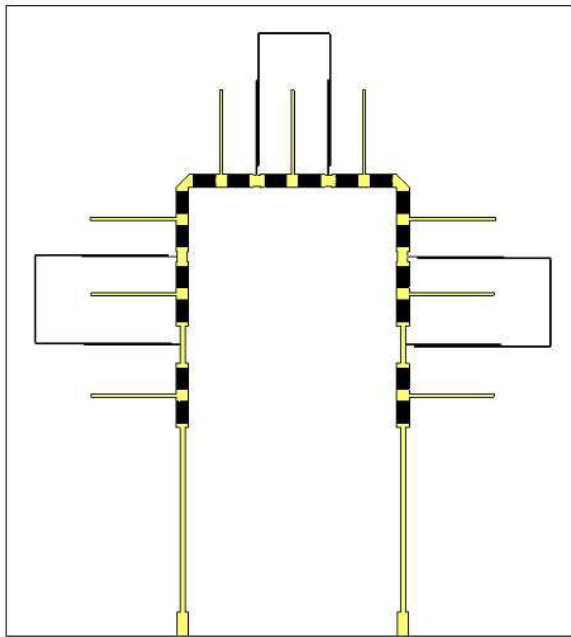
도면15



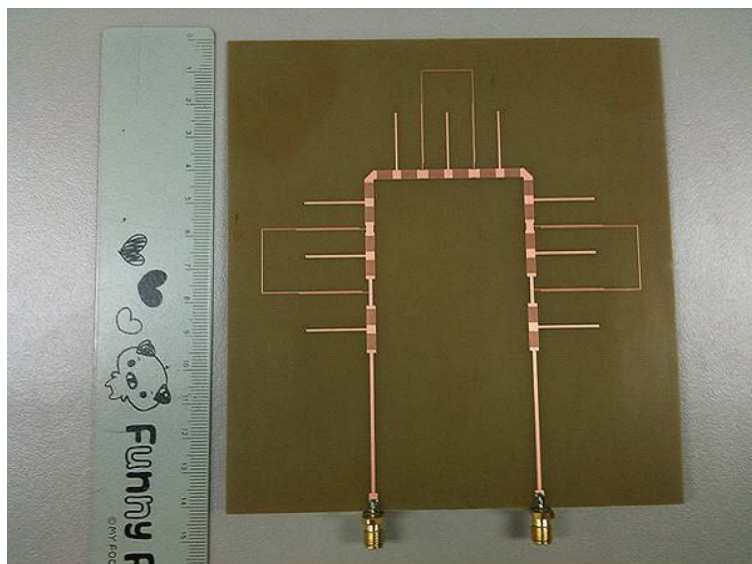
도면16



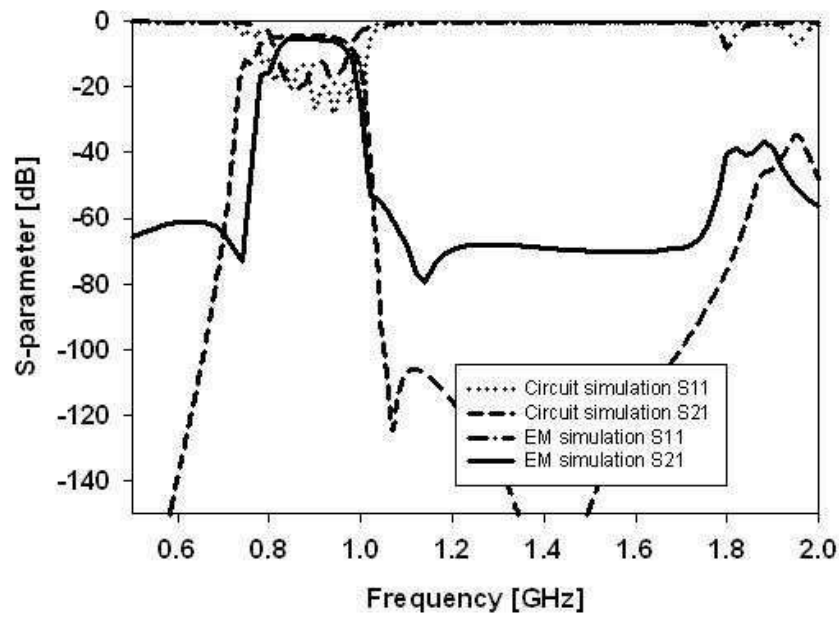
도면17



도면18



도면19



도면20

