



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0032512
(43) 공개일자 2009년04월01일

(51) Int. Cl.

H01P 1/203 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0097825

(22) 출원일자 2007년09월28일

심사청구일자 2007년09월28일

(71) 출원인

인천대학교 산학협력단

인천 남구 도화동 177번지 인천대학교내

(72) 발명자

강승택

인천 부평구 부개3동 삼부한신아파트 102동 1001호

주정호

서울 마포구 동교동 177-18번지

(74) 대리인

김태원

전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 초소형 메타재질구조와 스텔브를 이용한 통과특성과 차단특성이 향상된 초광대역 대역통과 여파기

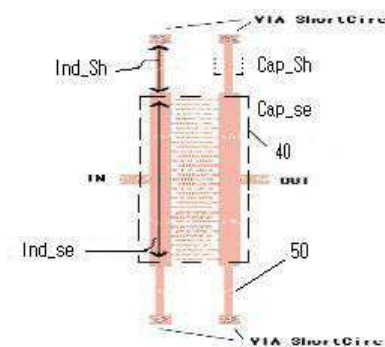
(57) 요약

본 발명은 새로운 개념인 메타재질(Metamaterial) 구조를 이용하는 초광대역(Ultrawide-Band, 혹은 UWB) 대역통과 여파기(Bandpass filter 혹은 BPF)에 대한 것이다.

더욱 상세하게는, 본 발명은 자연계에 존재하지 않는(Meta-) 왼손전파(Left-handed propagation) 현상의 선로를 만들고, 오른손 전파(Right-handed propagation) 법칙이 통하는 기존의 전송선로와 결합함으로써, 초광대역에 걸친 대역통과 특성을 가지는 초소형 대역통과 여파기에 관한 것이다.

더욱 상세하게는, 본 발명은 원하는 대역 이외의 불요공진 모드를 효과적으로 제거할 수 있도록 하는 스텔브(Stub)를 부착함으로써 부품 전체의 크기에는 변함없이 저지대역(Stop-band)을 더욱 확장할 수 있는 초소형 대역통과 여파기에 관한 것이다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

마이크로스트립 선로 상에 입력포트와 출력포트를 구비하는 초광대역 대역통과 여파기에 있어서,
상기 입력포트와 출력포트 사이에서 직렬로 연결되는 한 쌍의 대칭 사다리형 인터디지틀 커패시턴스,
상기 한 쌍의 대칭 사다리형 인터디지틀 커패시턴스로부터 연장되도록 병렬로 연결되고 끝단이 VIA 접지된 인덕턴스 직선선로를 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 대역통과 여파기.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 한 쌍의 사다리형 인터디지틀 커패시턴스는 파장이 $\lambda_g/4$ 보다 작은 것을 특징으로 하는 초광대역 대역통과 여파기.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 한 쌍의 사다리형 인터디지틀 커패시턴스는, 초광대역(UWB)을 확보하기 위해 그 내부가 간격이 아주 좁은 평행선로들로 이루어진 것을 특징으로 하는 초광대역 대역통과 여파기.

청구항 4

제3항에 있어서,
입력포트와 출력포트의 반사손실을 저감하기 위해, 상기 입력포트 및 출력포트에 각각 결합하는 계단형 임피던스 정합기(Stepped Impedance Matching circuit)를 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 대역통과 여파기.

청구항 5

제3항에 있어서,
입력포트와 출력포트의 반사손실을 저감하기 위해, 상기 입력포트 및 출력포트에 각각 결합하는 캐스캐이드 계단형 임피던스 정합기(Cascaded Stepped Impedance Matching circuit),
입력포트 및 출력포트에서 차단영역 불요공진 모드를 제거하기 위해, 상기 캐스캐이드 계단형 임피던스 정합기에 부착되는 금속 전송선로의 스텐브(Stub)를 포함하는 것을 특징으로 하는 초광대역 대역통과 여파기.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 새로운 개념의 메타물질(Metamaterial) 구조인 오른손 전파 및 왼손전파 현상을 결합한 전송선로(Composite Right- and Left-handed Line, 혹은 CRLH)를 이용하는 초소형($\leq \lambda_g/4$)의 초광대역(Ultrawide-Band, 혹은 UWB) 대역통과 여파기(Bandpass filter 혹은 BPF)에 대한 것으로서, 부품 전체의 크기를 변화시키지 않고 차단 대역을 더욱 확장하도록 불요공진 모드를 제거할 수 있는 스텐브(Stub)를 장착한 대역통과 여파기에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 무선통신 및 이동통신에 대한 관심과 수요는 UWB(초광대역) 통신용 장비의 개발을 유도하고 있다. 3GHz~10GHz 대역과 같은 넓은 대역에서 동작하는 부품들을 만드는 것은 고도의 RF 기술을 요구하고 있으며, 종래의 기술들을 이용함으로써 장비의 소형화와 우수한 통신품질을 얻는 데는 한계가 있었다.

<3> 초광대역(UWB) 통신용 장비에서는 안테나와 더불어 RF 수동부품들의 역할이 매우 중요하며, 특히 주파수 선택도

를 결정하는 대역통과 여파기의 개발에 이목이 집중되고 있다.

- <4> 또한, 휴대용 초광대역 통신장비의 개발과 더불어 고주파 부품의 소형화, 고성능화, 저가격화에 대한 개발이 논의되고 있다. 집적화가 가능한 능동부품류와는 달리, 수동부품으로 구성된 여파기의 경우 낮은 삽입/반사 손실과 높은 주파수 선택성을 가지면서 동시에 소형으로 구현 및 제작해야 하는 것이 어려우며, 이에 따라 새로운 방식의 부품 제작 방법이 요구되어 왔다.
- <5> 즉, 3GHz~10GHz 대역과 같은 7GHz 영역의 넓은 대역에서 통과 특성을 보이면서 초소형의 크기를 갖도록 하는 대역통과 여파기에 대한 개발 필요성이 대두되고 있다.
- <6> 종래의 광대역이나 초광대역 대역통과 여파기가 도1 및 도2에 도시되어 있다.
- <7> 도 1a 및 도 1b는 종래 기술에 따른 고리형 전송선을 가지는 대역통과 여파기(4GHz~8GHz) 및 그 주파수 특성을 도시한다.
- <8> 도 1은 고리형 마이크로스트립 대역통과 여파기의 일 실시예이다. 도 1a 및 도 1b에 도시된 것처럼, 종래의 대역통과 여파기(4GHz~8GHz, 즉 대역폭이 4GHz에 불과)는 전송선(10)을 고리형태로 만들고 두 가지의 스테브(21, 22)를 이용하여 좁은 차단 대역이 대역의 가장자리인 4GHz와 8GHz에 일치되도록 구성된다.
- <9> 이와 같은 종래의 대역통과 여파기는 Lung-Hwa Hsieh와 Kai Chang에 의한 "Compact, Low Insertion-Loss, Sharp-Rejection, and Wide-Band Microstrip Bandpass Filters(IEEE Transactions on Microwave Theories and Techniques, Vol. 51 No 4, April 2003, pp. 1241-1246)"에서 제안한 구조이다.
- <10> 이를 구체적으로 살펴보면, 도 1a에 따른 종래의 대역통과 여파기는, 접지면을 최하단에 부착한 유전체 기판(미도시함)의 상면에 입력 포트(input)와 출력 포트(output)를 가지고, 입력 포트와 출력 포트 사이에 공진기에 해당되는 고리 모양의 금속 전송선(10) 및 고리 모양의 금속 전송선(10)에 두 개의 개방형 직선선로들(21, 22)이 부착한 형태로 구성되어 있다.
- <11> 입력 포트(input)로 유입된 신호는 고리 모양의 금속 전송선(10)을 통해 출력 포트(output)를 향해 두 개의 경로로 나뉘어지고, 스테브에 해당하는 두 개의 개방형 직선선로들(21, 22)을 거쳐 두 개의 경로들의 신호들이 출력 포트(output)에서 만나게 된다. 이때 4GHz와 8GHz에서 각각 180도의 위상차를 가지고 되고 서로 상쇄되어 신호의 흐름이 차단되게 된다.
- <12> 도 1b에는 도 1a에 따른 대역통과 여파기의 주파수 특성이 도시되어 있다. S_{21} 에서 보이는 통과 대역이 4GHz 내지 8GHz로 설계 목표와 같이 대역 가장자리(4GHz와 8GHz)에 저지영역이 형성된다는 것을 알 수 있다.
- <13> 이와 같이 구성된 종래의 대역통과 여파기의 경우, 고리형 공진기를 사용하기 때문에 결합도가 낮아 초광대역폭을 가질 수 없는 문제점이 있었다.
- <14> 또한, 위상차만을 이용하고 있기 때문에 통과대역은 만족할 수는 있을지라도 아주 좁은 대역외 차단영역을 가지므로 주파수 선택성이 낮게 되는 문제점이 있었다.
- <15> 아울러, 종래의 대역통과 필터는 구조적으로 그 크기가 λ_g 이거나 이보다 큰 크기이기 때문에 초소형 구조로 제작할 수 없는 문제점이 있었다.
- <16> 한편, 도 2a 및 도 2b는 종래 기술에 따른 스테브 없는 연속 고리형 전송선을 가지는 대역통과 여파기(4GHz~6GHz) 및 그 주파수 특성을 도시한다. 도 2a는 스테브 없는 고리형 마이크로스트립 광대역 통과 여파기 일 실시예이다.
- <17> 도 2a 및 도 2b에 도시된 것처럼, 종래의 대역통과 여파기(4GHz~6GHz, 즉 대역폭이 2GHz에 불과)에서는 스테브를 사용하지 않고 두 개의 공진기들(A와 B)이 전송선(C)과 연결된다.
- <18> 이때, 두 개의 공진기들(A와 B)은 각각 고리형 전송선(네 가지 구간으로 구성)의 형태로 구성되고, 상하 구간의 전기적 길이(θ_1 과 θ_2)와 특성임피던스(Z_1 과 Z_2)를 다르게 함으로써, 결합시 위상차 180도가 대역의 가장자리에서 발생할 수 있도록 구성되어 있다. 이는 Roberto Gomez-Garcia와 Jose I. Alonso에 의한 "Design of Sharp-Rejection and Low-Loss Wide-band Planar Filters Using Signal-Interference Techniques(IEEE Microwave & Wireless Components Letters, Vol. 15 No 8, August 2005, pp. 530-532)"에서 제안한 구조이다.
- <19> 이를 구체적으로 살펴보면, 도 2a와 같은 종래의 대역통과 여파기는, 접지면을 최하단에 부착한 유전체 기판 상

면에 입력 포트(IN)와 출력 포트(OUT)를 가지고, 이들 사이에 공진기에 해당되는 고리 모양의 제 1 전송선(A), 고리 모양의 제 2 전송선(B), 직선형 전송선(C)이 배치되어 있다. 입력 포트(IN)로 유입된 신호는 고리 모양의 제 1 전송선(A)과 제 2 전송선(B)에 의해 각각 4GHz와 6GHz에서 차단된다.

- <20> 도2b에 도시된 바와 같이, 제 1 전송선(A), 제 2 전송선(B), 직선형 전송선(C)의 임피던스 차이 때문에, 도 1a의 여파기의 경우와 달리, 좀 더 넓은 영역의 대역외 차단특성을 가진다는 것을 알 수 있다.
- <21> 이와 같이 구성된 대역통과 여파기에 따르면, 도 2b의 S_{21} 에서 보이는 통과 대역이 4GHz~6GHz로 대역폭이 좁게 되며, 저지 대역의 형성을 위해 독립된 두 개의 고리구조를 만들고 이를 선형적으로 결합한 구조로 형성되기 때문에 구조가 상대적으로 크게 되는 문제점이 있었다.
- <22> 또한, 초광대역을 사용할 경우에는 4GHz보다 더 낮은 주파수에서 동작해야 하므로 더욱 큰 구조가 될 수밖에 없는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <23> 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 대역폭의 확장과 초소형화를 달성할 수 있는 대역통과 여파기를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <24> 이를 위해, 본 발명은 영-파수(Zero-wavenumber 혹은 infinite wavelength oscillation 무한파장 진동) 특성을 얻을 수 있는 메타재질 구조인 CRLH를 이용함으로써 초소형($\leq \lambda_g/4$)으로 제작 가능한 초광대역 대역통과 여파기를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <25> 또한, 본 발명은 더욱 향상된 주파수 선택성과 대역 저지 부분의 광대역 차단 특성을 실현하기 위하여 공진기에서 스텐브를 구비하여 고조파 불요공진 모드의 통과 특성을 억제할 수 있도록 제작이 용이한 초광대역 대역통과 여파기를 제공함을 그 목적으로 한다.

과제 해결수단

- <26> 본 발명은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 다음과 같은 세 가지 구조들을 제안한다.
- <27> 우선, 본 발명은 마이크로스트립 선로 상에 입력포트와 출력포트를 구비하는 초광대역 대역통과 여파기에 있어서, 상기 입력포트와 출력포트 사이에서 직렬로 연결되는 한 쌍의 대칭 사다리형 인터디지틀 커패시턴스, 상기 한 쌍의 대칭 사다리형 인터디지틀 커패시턴스로부터 연장되도록 병렬로 연결되고 끝단이 VIA 접지된 인덕턴스 직선선로를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- <28> 이때, 상기 한 쌍의 사다리형 인터디지틀 커패시턴스는 파장이 $\lambda_g/4$ 보다 작게 구성할 수 있다.
- <29> 또한, 상기 한 쌍의 사다리형 인터디지틀 커패시턴스는, 초광대역(UWB)을 확보하기 위해 그 내부가 간격이 아주 좁은 평행선로들로 이루어질 수 있다.
- <30> 다음으로, 본 발명은 상기 입력포트 및 출력포트에 각각 결합하는 계단형 임피던스 정합기(Stepped Impedance Matching circuit)를 포함할 수 있다. 입출력 포트에 계단형 임피던스 정합기(Matching)를 부착함으로써 반사손실(S_{11})을 더욱 향상시킬 수 있다. 즉, 실제 제작 환경을 고려하여 여파기의 핵심구조의 저항이 50Ω인 입출력 동축선 연결부위와 정합상태가 되면 반사손실이 훨씬 개선된다.
- <31> 마지막으로, 입력포트와 출력포트의 반사손실을 저감하기 위해, 상기 입력포트 및 출력포트에 각각 결합하는 캐스캐이드 계단형 임피던스 정합기(Cascaded Stepped Impedance Matching circuit), 입력포트 및 출력포트에서 차단영역 불요공진 모드를 제거하기 위해, 상기 캐스캐이드 계단형 임피던스 정합기에 부착되는 금속 전송선로의 스텐브(Stub)를 포함할 수 있다. 이 스텐브는 종래의 발명이 대역폭 결정에 쓴 것과 달리, 대역외 차단영역에서 발생하는 불요 공진모드 신호만을 제거하기 위한 것이다.

효 과

- <32> 본 발명의 초광대역 대역통과 여파기에 따르면, 메타재질 구조를 이용하기 때문에 UWB 대역통과 여파기를 초소형($\leq \lambda_g/4$)으로 만들 수 있다.

- <33> 또한, 본 발명의 초광대역 대역통과 여파기에 따르면 입출력 포트에 정합회로를 부착하여 전체 크기에는 변화없이 반사손실을 훨씬 줄일 수 있게 된다.
- <34> 아울러, 스테르브를 사용하여 불요 고조파 공진모드를 제거할 수 있기 때문에 우수한 통과 특성과 더불어 높은 차단 특성과 광대역 저지 특성을 얻을 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <35> 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 동일한 구성 요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 사용하기로 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략하기로 한다.
- <36> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 메타구조를 가지는 초광대역 밴드패스 필터(UWB BPF)의 패턴도를 도시한 도면이다. 도 3에서 유전체 기판은 별도로 도시하지 않았으며, 도 3에 도시된 패턴은 유전체 기판에 마이크로스트립 구조로 형성한 것을 나타낸다.
- <37> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 50Ω에 맞는 폭을 유지하는 기본 마이크로스트립 전송선로에는 파장(λ_g)의 0.25배보다 훨씬 작은 한 쌍의 직렬 인터디지탈형 커패시터스(40)(Interdigital_Cap) 및 끝단이 접지(Via_ShortCirc)된 병렬 전송선형 인덕터스(50)(Ind_Sh)만이 연결되어 있다.
- <38> 마이크로스트립 선로의 입력포트(IN) 및 출력포트(OUT)와 직렬 연결된 사다리형 인터디지탈형 커패시터스(40)의 커패시터스(Cap_se)는 간격이 아주 좁은 평행선로들의 연속으로서 큰 축전용량으로 한층 증가된 결합량으로 작용한다. 이로 인해 7GHz에 달하는 초광대역(UWB)을 확보할 수 있게 된다.
- <39> 또한, 인터디지탈형 커패시터스(40)의 커패시터스(Cap_se)와 함께 전송선형 인덕터스(50)(Ind_Sh)에 의하여 UWB 대역의 하측 가장자리에 해당하는 3GHz 아래의 차단특성을 만들 수 있게 된다.
- <40> 이와 동시에, 인덕터스(Ind_Se)와 커패시터스(Cap_Sh)의 특성을 이용하여 UWB 대역의 상측 가장자리에 해당하는 10GHz 이후의 차단특성을 만들 수 있게 된다.
- <41> 이하에서는 본 발명에 따른 초광대역 대역통과 여파기의 초소형화 원리를 좀 더 자세하게 설명하기로 한다.
- <42> 마이크로스트립 선로의 회로정수(저항, 인덕터스, 커패시터스)와 Ind_Se와 Cap_Sh는 오른손 전파 현상을 따른다. 이는, 자연계에서 흔히 관찰되는 현상으로, 전파의 에너지와 위상의 이동방향이 동위상인 경우로서 대역통과 여파기의 저역통과 특성이 이에 해당된다.
- <43> 한편 본 발명은 자연계에는 없는 왼손전파 현상을 이용한 것으로서, 구현가능한 인터디지탈형 커패시터스(40)의 커패시터스(Cap_se) 및 끝단이 접지된 병렬 전송선형 인덕터스(Ind_Sh)의 쌍을 이용한다. 인터디지탈형 커패시터스(40)의 커패시터스(Cap_se) 및 전송선형 인덕터스(Ind_Sh)이 전파의 에너지와 위상의 이동방향을 역위상으로 만들고 이를 마이크로스트립 선로 상에 부착하면, 오른손 전파법칙의 전송선로에서 생기는 위상 지연이 왼손 전파법칙의 구조의 위상에 의해 상쇄될 수 있다.
- <44> 따라서, Cap_se와 Ind_Sh의 공진주파수 및 Cap_Sh와 Ind_Se의 공진주파수를 동일하게 UWB 대역의 중심에 맞추는 균형조건(Balanced condition)을 만족시키는 경우, 주파수는 존재하나 위상과 전파상수가 0이 되는 무한파장 현상이 발생한다.(Zeroth Order Resonance 혹은 ZOR)
- <45> 이 경우 공진 조건은 공진기의 길이로부터 독립하는 상황이 만들어지기 때문에 대역통과 여파기의 크기가 0.25 λ_g 이하가 된다.
- <46> 참고적으로 종래의 '저역+고역 여파기'형태의 여파기는 기본 공진길이가 0.5 λ_g 의 정수 배로 다단의 경우 길이가 2 λ_g 를 초과하게 된다.
- <47> 이와 같이, 종래의 여파기에 비해 본 발명에 따른 대역통과 여파기는 그 크기를 1/8수준으로 축소할 수 있게 된다.
- <48> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 UWB 대역 통과 필터 기본형에 정합기를 부착한 패턴도를 도시한다. 도 4에서는 유전체 기판은 별도로 도시하지 않았고, 도 4에 도시된 패턴은 유전체 기판에 마이크로스트립 구조로 형

성한 것을 나타낸 것이다.

- <49> 본 발명의 실시예에 따르면, 도 4의 핵심부인 대역통과 여파기 부분은 도 3과 동일하게 된다. 다만, 입력포트와 출력포트의 반사손실을 저감하기 위해, 상기 입력포트 및 출력포트에 각각 결합하는 계단형 임피던스 정합기(Stepped Impedance Matching circuit)(60)가 입력포트 및 출력포트에 연결되어 있다.
- <50> 대역통과 여파기와 입력포트 및 출력포트 사이의 임피던스는 50Ω으로 같은 값이면 신호의 반사량이 줄어들어 반사손실이 저감될 수 있다. 이는 철저히 실제제작환경(SMA connector, 납땜)을 고려한 것이다. 이때, 계단형 임피던스 정합기(60)는 앞단(포트)의 저항을 변환시켜 뒷단의 여파기 부분의 임피던스에 맞춰주는 역할을 하게 된다.
- <51> 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 UWB 대역통과 여파기에 계단형 임피던스 정합기와 스텐브를 부착한 패턴도를 도시한다. 도 5에서는 유전체 기판은 별도로 도시하지 않았고, 유전체 기판 상면에 마이크로스트립 구조로 형성한 것을 나타낸 것이다.
- <52> 본 발명의 실시예에 따르면, 도 5의 핵심부인 여파기 부분은 도 3 및 도 4에 도시된 구성과 동일하다. 다만, 도4의 계단형 임피던스 정합기(60)가 입력포트 및 출력포트에서 확장된 캐스캐이드 계단형 임피던스 정합기(61)가 부착되고, 입력포트 및 출력포트에서 차단영역 불요공진 모드를 제거하기 위해, 상기 캐스캐이드 계단형 임피던스 정합기(61)에 금속 전송선로의 스텐브(Stub)(70)가 장착되어 있다.
- <53> 계단형 임피던스 정합기의 확장은 스텐브(70)의 도입으로 변하게 되는 앞뒷단의 저항관계를 고려하면서 동시에 스텐브(70)로 억제시키려는 불요공진 모드를 최대한 스텐브 쪽으로 유도하는 역할을 수행한다.
- <54> 해당 공진모드에서 스텐브(70) 주위에 최대 전계가 걸리고 이를 개방형 90도 선로인 스텐브로 단락시켜버리는 것이다. 이는 종래에 스텐브를 이용하여 대역 가장자리만 만들던 방식과는 달리, 대역폭은 내부의 핵심 여파기에서 확보하고, 큰 차단대역을 형성하는 목적으로 스텐브가 사용되는 것이다.
- <55> 위에서 설명한 초광대역 밴드패스 필터(UWB BPF)의 세 가지 실시예에 대한 통과 및 저지대역의 주파수 특성이 도 6 내지 도 8에 각각 도시되어 있다.
- <56> 도 6에 도시된 바와 같이, 본 발명의 초광대역 대역통과 여파기는 3GHz~10GHz 대역과 같은 초광대역에서 동작 가능하다는 점을 알 수 있다.
- <57> 또한, 도 7에 도시된 바와 같이, 계단형 임피던스 정합기를 추가함으로써 입력포트와 출력포트의 반사손실을 저감할 수 있다.
- <58> 또한, 도 8에 도시된 바와 같이, 스텐브를 추가함으로써 부품 전체의 크기를 변화시키지 않고 불요공진 모드를 제거할 수 있다.
- <59> 위에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 설명하였으나, 본 발명의 기술적 사상은 이에 한정하거나 제한되지 않고 당업자에 의해 변형되어 다양하게 실시될 수 있음이 이해될 수 있을 것이다.

산업이용 가능성

- <60> 본 발명은 초소형의 대역 통과 필터에 관한 것으로서, 무선통신이나 이동통신 특히 초광대역(UWB) 통신에 사용되는 고주파 통신장비/부품 산업에 그 이용가능성이 현저하다.

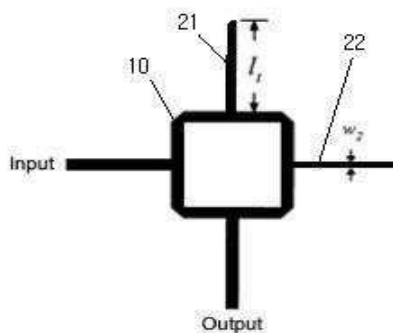
도면의 간단한 설명

- <61> 도 1a 및 도1b는 종래 기술에 따른 고리형 전송선을 가지는 대역통과 여파기(4GHz~8GHz) 및 그 주파수 특성을 도시한 도면이다.
- <62> 도 2a 및 도2b는 종래 기술에 따른 스텐브 없는 연속 고리형 전송선을 가지는 대역통과 여파기(4GHz~6GHz) 및 그 주파수 특성을 도시한 도면이다.
- <63> 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 메타구조를 가지는 초광대역 밴드패스 필터(UWB BPF)의 패턴도를 도시한 도면이다.
- <64> 도 4는 본 발명의 다른 실시예에 따른 반사손실이 낮아진 초소형 메타구조를 가지는 초광대역 밴드패스 필터(UWB BPF)의 패턴도를 도시한 도면이다.

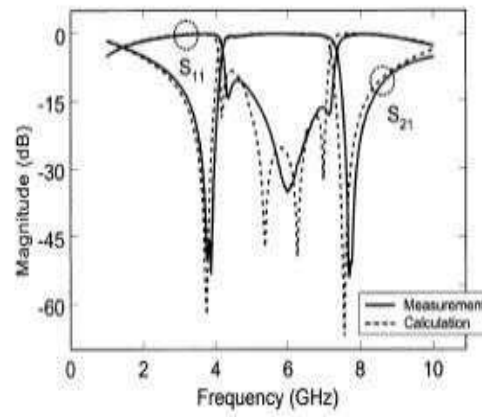
- <65> 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스테르브를 이용함으로써 차단특성이 향상된 저반사손실 초소형 메타구조를 가지는 초광대역 밴드패스 필터(UWB BPF)의 패턴도를 도시한 도면이다.
- <66> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 초소형 메타구조를 가지는 초광대역 밴드패스 필터(UWB BPF)의 통과 및 대역저지 특성을 도시한 도면이다.
- <67> 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 초소형 메타구조를 가지는 초광대역 밴드패스 필터(UWB BPF)의 통과 및 대역저지 특성을 도시한 도면이다.
- <68> 도 8은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 스테르브를 이용한 차단특성이 향상된 저반사손실 초소형 메타구조를 가지는 초광대역 밴드패스 필터(UWB BPF)의 통과 및 대역저지 특성을 도시한 도면이다.
- <69> <도면의 주요부분에 대한 도면 부호의 설명>
- <70> 10: 전송선
- <71> 21, 22: 스테르브
- <72> 40: 인터디지털 커패시턴스
- <73> 50: 인덕턴스 직선선로
- <74> 60: 계단형 임피던스 정합기
- <75> 61: 캐스캐이드 계단형 임피던스 정합기
- <76> 70: 스테르브

도면

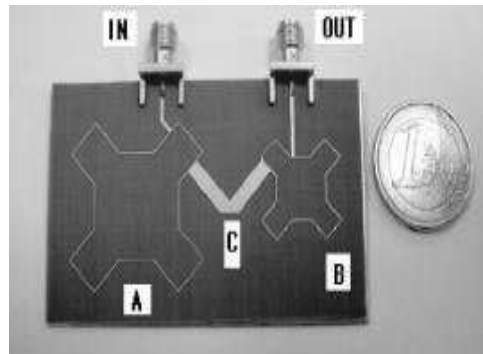
도면1a



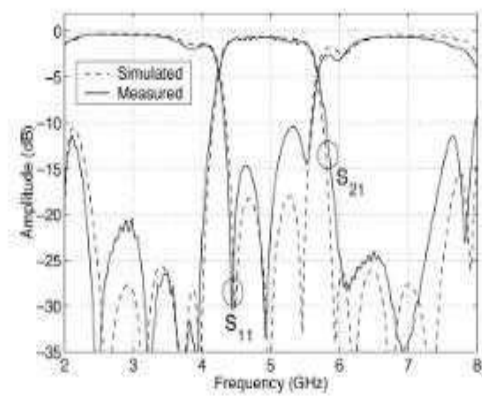
도면1b



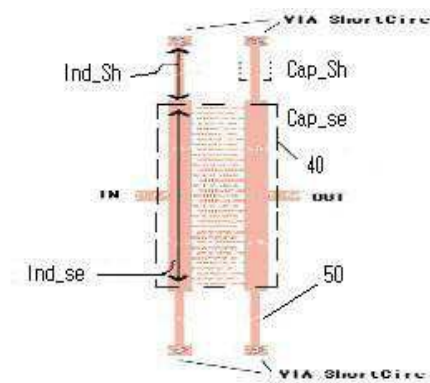
도면2a



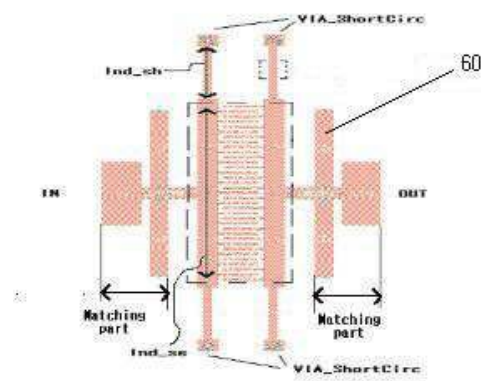
도면2b



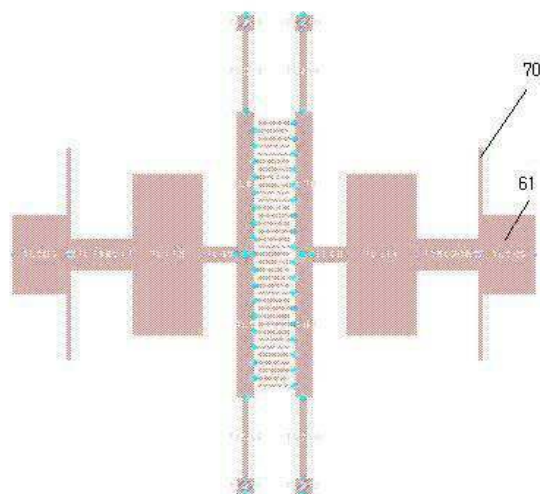
도면3



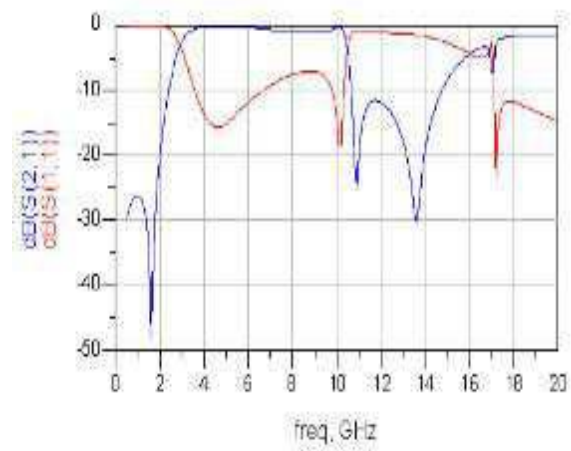
도면4



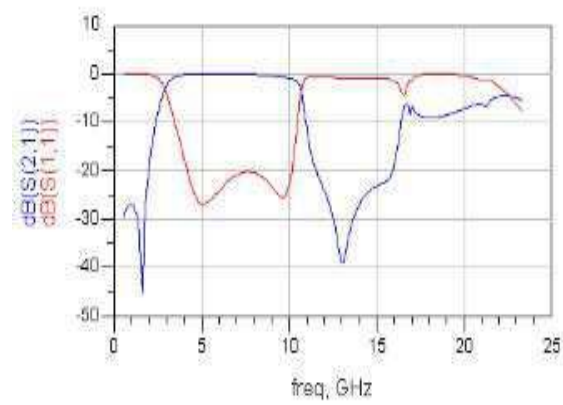
도면5



도면6



도면7



도면8

