



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H03H 9/56 (2006.01)
H03H 9/00 (2006.01)
H03H 3/02 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0120007
(43) 공개일자 2006년11월24일

(21) 출원번호 10-2006-7006587

(22) 출원일자 2006년04월05일

심사청구일자 없음

번역문 제출일자 2006년04월05일

(86) 국제출원번호 PCT/IB2004/051851

(87) 국제공개번호 WO 2005/034349

국제출원일자 2004년09월24일

국제공개일자 2005년04월14일

(30) 우선권주장 03103695.7 2003년10월06일 유럽특허청(EPO)(EP)

(71) 출원인 코닌클리스케 필립스 일렉트로닉스 엔.브이.
네덜란드 엔엘-5621 베에이 아인드호펜 그로네보르세베그 1

(72) 발명자 밀섬 로버트 프레데릭
독일 52066 아헨 베이스하우스스트라세 2 필립스 인텔렉추얼프로퍼티
앤드 스탠다드 게엠베하
로블 한스 페테르
독일 52066 아헨 베이스하우스스트라세 2 필립스 인텔렉추얼프로퍼티
앤드 스탠다드 게엠베하

(74) 대리인 김창세
김원준

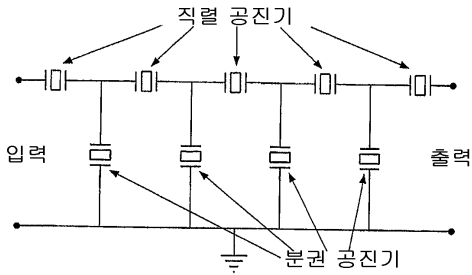
전체 청구항 수 : 총 6 항

(54) 사다리형 필터, 무선 주파수 대역 통과 필터 및 무선주파수 수신기 및 / 또는 송신기 장치

(57) 요약

복수의 벌크 탄성과 공진기를 포함하는 사다리형 필터가 개시되며, 공진기는 필터의 입력 단자와 출력 단자 사이에 복수의 직렬 공진기와, 2개의 직렬 공진기의 접합부와 공통 단자 사이에 각각 접속된 하나 이상의 분권 공진기를 포함하며, 이 직렬 공진기는 입력 단자에 접속된 입력 직렬 공진기와 출력 단자에 접속된 출력 직렬 공진기를 포함하고, 이 분권 공진기는 동일한 가로 세로비를 만족하도록 설계되며, 이 직렬 공진기는 균일하지 않은 가로 세로비를 만족하도록 설계된다. 가로 세로비는 공진기의 길이 대 폭의 비로서 정의된다.

대표도



특허청구의 범위

청구항 1.

복수의 벌크 탄성과 공진기를 포함하는 사다리형 필터에 있어서,

각각의 상기 벌크 탄성과 공진기는 바닥 전극과 상부 전극 사이에 적어도 하나의 압전층을 포함하고,

상기 복수의 공진기는 복수의 필터부 내에서 상기 필터의 입력 단자와 출력 단자 사이에 직렬로 놓인 복수의 직렬 공진기와, 2개의 상기 직렬 공진기의 접합부와 공통 단자 사이에 각각 접속된 하나 이상의 분권 공진기를 포함하며,

상기 직렬 공진기는 상기 입력 단자에 접속된 입력 직렬 공진기와 상기 출력 단자에 접속된 출력 직렬 공진기를 포함하고,

상기 분권 공진기는 동일한(unity) 가로 세로비를 만족하도록 설계되며,

상기 직렬 공진기는 균일하지 않은 가로 세로비를 만족하도록 설계되는

사다리형 필터.

청구항 2.

제 1 항에 있어서,

상기 필터부는 적어도 2개의 상기 직렬 공진기와 하나의 상기 분권 공진기를 포함하는

사다리형 필터.

청구항 3.

제 1 항에 있어서,

상기 공통 단자 및 상기 입력 단자, 상기 출력 단자, 상기 공진기의 상기 상부 전극은 요구되는 상기 공진기의 폭 및 길이와 단자 크기를 가진 제 1 금속 패턴으로 배치되고,

상기 공진기의 바닥 전극은 제 2 스태거된 팬형 금속 패턴으로 배치되며,

상기 공진기의 영역은 각각의 제 1 및 제 2 금속 패턴의 중첩부에 의해 정의되는

사다리형 필터.

청구항 4.

제 3 항에 있어서,

상기 직렬 공진기의 폭 w_{series} 은 상기 분권 공진기의 폭 w_{shunt} 의 2/3이고, 상기 직렬 공진기의 길이 l_{series} 는 상기 분권 공진기의 폭 w_{shunt} 의 1과 1/2인

사다리형 필터.

청구항 5.

제 1 항에 기재된 사다리형 필터를 포함하는 무선 주파수 대역 통과 필터.

청구항 6.

제 5 항에 기재된 무선 주파수 대역 통과 필터를 포함하는 무선 주파수 수신기 및/또는 송신기 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 전체적으로 무선 주파수(RF) 장치 분야에 관한 것이고, 더 상세하게는 박막 벌크 탄성과 공진기를 사용해서 이루어진 필터에 관한 것이다. 이러한 필터는 통신 장치에서 필요한 대역 외의 주파수를 제거하면서 송신 채널이 위치되는 주파수 대역을 선택할 수 있게 하는 대역 통과 필터로서 사용될 수 있다. 본 발명은 또한 이러한 필터를 포함하는 통신 장치 예컨대, 무선 주파수 수신기 및/또는 송신기에 관한 것이다.

배경기술

고성능 무선 주파수 필터는 전형적으로 높은 유전율의 세라믹 공진기 또는 표면 탄성과(SAW) 공진기를 사용한다. 높은 유전율의 세라믹 공진기는 부피가 큰 반면에 표면 탄성과 공진기는 크기는 작지만 높은 삽입 손실(일반적으로 >2dB)을 갖고 있다. 결과적으로, 모바일 폰과 같은 작은 통신 장치에서 대역 선택에 이상적인 해법을 제공하지 못한다. 이러한 응용분야에 필요한 필터는 원치않는 신호를 차단하도록 깊은 대역 차단을 요구하고, 또한 수신기에서 적절한 신호-잡음비를 달성하거나 송신기에서 낮은 전력 소비를 달성하기 위해서 낮은 대역 통과 삽입 손실(전형적으로 <2dB)을 요구한다. 따라서, 높은 Q 팩터(전형적으로 >500)를 가진 작은 공진기가 요구된다. 이러한 목적을 달성하기 위해서, 실리콘 상에 집적할 수 있도록 박막 BAW 공진기가 제안되었다. BAW 기술의 장점은 이 장치가 소형이면서, 양호한 전력 처리(>1W)를 갖고 있고, 0.5-20GHz의 주파수를 커버하고, 실리콘 상에서의 웨이퍼 크기 처리 및 패키징을 이용할 수 있다는 점이다.

따라서, 박막 벌크 탄성과 공진기에 기초한 무선 주파수 필터는 GSM, W-CDMA, 블루투스, 홈 RF, DECT 및 GPS와 같은 모바일 폰 및 무선 접속에 응용하기에 적합하다.

필터는 전형적으로 복수의 공진기로 이루어진다. 종래의 하나의 박막 BAW 필터 구성은 도 1에 개략적인 형태로 도시된 사다리 구성이다. 이 사다리형 필터는 교번하는 직렬 부분과 분권 부분을 갖고 있으며, 이들 각각은 직렬 또는 병렬로 접속된 같은 주파수의 하나의 공진기 혹은 하나 이상의 공진기가 될 수 있다.

주어진 주파수에서 최소 필터 삽입 손실을 달성하기 위해서, 분권 요소의 반공진 주파수 및 직렬 요소의 공진 주파수는 이 주파수와 같도록 선택된다.

2개의 직렬 접속된 공진기 및 이 2개의 직렬 공진기의 접합부 사이에 접속된 중간 분권 공진기를 포함하는 T형 부분은 사다리형 필터의 기본 블록으로서 고려될 수 있다. 따라서, 하나의 공진기 요소는 필터의 입력 단자와 출력 단자 각각에 접속되며, 중간 직렬 공진기 요소 각각은 하나 이상의 직렬 접속된 공진기를 포함한다.

높은 수신기 감도 또는 낮은 송신기 전력 소비와 같은 요구 조건으로 인해서, RF 필터는 매우 낮은 대역 통과 삽입 손실을 가져야 한다. 그러나, 적절한 차단율 달성하기 위해서는, 전형적으로 몇 개의 대역 차단 필터부가 요구되며, 각각의 필터부로 인해서 대역 통과에 입력 손실이 추가된다. 따라서, 각각의 부분에서 대역 통과 삽입 손실을 최소화시킬 필요가 있다.

여기서, 필터의 입력단과 출력단 사이의 라인에 평행한 방향으로 측정된 각각의 공진기의 치수가 공진기의 "폭"으로 정의되고, 다른 치수가 공진기의 "길이"로 정의된다. 공진기 "가로 세로비"는 길이 대 폭의 비로 정의된다. 공진기의 "유효 영역"은 상부 전극과 바닥 전극 사이에 중첩되는 영역으로 정의된다. 전형적으로 분권 및 직렬 공진기의 유효 영역은 실질적으로 동일하다.

본 발명에 따라서, 복수의 박막 벌크 탄성과 공진기를 포함하는 사다리형 필터가 제공되며, 이 공진기는 필터의 입력 단자와 출력 단자 사이에서 직렬인 복수의 직렬 공진기 및 2개의 직렬 공진기 사이의 접합부와 공통 단자 사이에 각각 접속된 하나 이상의 분권 공진기를 포함하고, 이 직렬 공진기는 입력 단자에 접속된 입력 직렬 공진기와 출력 단자에 접속된 출력 직렬 공진기를 포함하며, 여기서 분권 공진기는 일정한 유효 영역의 가로 세로비를 갖도록 설계되고, 직렬 공진기는 일정하지 않은 자신의 유효 영역의 가로 세로비를 갖도록 설계된다.

본 발명의 요지는 공진기의 특정 손실 메커니즘들, 공진기 가로 세로비와 필터 성능에서 각각의 공진기가 하는 역할 사이의 관계를 이해하고 있다는 것에 기초해서 최소 삽입 손실을 달성하는 박막 BAW 필터의 설계를 제안하는 것이다.

이러한 이해를 통해서 분권 공진기가 동일한(unity) 가로 세로비를 가지며, 직렬 공진기는 동일하지 않은 가로 세로비를 갖는 사다리형 필터 레이아웃인 이러한 제안의 원리적인 청구항이 나온다.

사다리형 필터의 바람직한 실시예에 따라서, 필터 부분은 적어도 2개의 공진기와 하나의 분권 공진기를 포함한다.

특히 바람직한 것은 사다리형 필터로, 여기서 입력 단자, 출력 단자, 공진기의 상부 전극 및 공통 단자는 공진기의 요구되는 폭 및 길이와 단자 크기를 가진 제 1 금속 패턴으로 배치되고, 공진기 바닥 전극은 제 2 스테거된 팬형 금속 패턴으로 배치되고, 유효 공진기 영역은 각각의 제 1 및 제 2 금속 패턴의 중첩부에 의해 정의된다.

이러한 레이아웃의 사다리형 필터는 최소 기본 영역을 차지하기 때문에, 현재의 최소화 경향을 가장 잘 만족시킨다.

이러한 시스템을 구현함으로써 최소 전력 소비, 더 양호한 신호 보전성 및 더 작은 사이즈와 함께 더 높은 성능이 달성된다. 더 작은 영역에 더 많은 기능부를 결합함으로써 시스템 크기를 줄일 뿐만 아니라, 전력 소비를 감소시키며, 이는 이 신호가 긴 거리를 통과해서 기생이 커지는 일이 없기 때문이다.

본 발명에 따라서, 직렬 공진기의 폭 w_{series} 은 분권 공진기의 폭 w_{shunt} 의 2/3이고, 직렬 공진기의 길이 l_{series} 는 분권 공진기의 폭 w_{shunt} 의 1과 1/2이다.

본 발명은 또한 본 발명에 따른 사다리형 필터를 포함하는 무선 주파수 대역 통과 필터 및 이러한 RF 대역 통과 필터를 포함하는 무선 주파수 수신기 및/또는 송신기 장치와 관련된다.

발명의 상세한 설명

본 발명에 따른 필터는 복수의 공진기가 필터의 입력 단자와 출력 단자 사이에 접속되고, 각각의 직렬 공진기 쌍과 공통 접지 단자 사이에 복수의 분권 공진기가 접속되어 있는 이른바 사다리형 필터로 구성된다.

벌크 탄성과 필터에서, 필요한 전기 에너지와 기계 에너지 사이의 전환은 전극이 형성되는 두 금속층 사이의 압전 물질, 예컨대, 산화 아연, 알루미늄 질화물, PZT, PLZT의 층에 의해 달성된다. 특히 박막 벌크 탄성과 공진기가 바람직하다.

박막 벌크 탄성과 필터 내에서, 탄성파는 탄성적으로(acoustically) 기관으로부터 이격되어서 높은 Q 장치를 달성한다. BAW 공진기에서 이러한 탄성 분리를 제공하기 위해서는 특히 브래그 반사 공진기(Bragg reflector resonators) 및 멤브레인 공진기가 알려져 있다.

멤브레인형 BAW 공진기에서, 공진기부는 하나 이상의 서로 다른 물질의 층으로 이루어진 멤브레인 상에 놓인다. 압전층에서 여기된 탄성파는 상부 전극 상의 공기 계면 및 바닥 전극 아래의 공기 계면에서 반사된다.

브래그 반사기 형 BAW 공진기에서, 공진기는 적층부 상에 고정 장착되어서 이른바 탄성 미러를 형성한다. 미러의 층은 압전층에 여기된 탄성파에 높은 탄성 임피던스와 낮은 탄성 임피던스를 교번해서 제공하도록 선택된다. 탄성 미러의 각각의 물질의 층은 전형적으로 그 물질의 세로 탄성파의 1/4의 두께를 갖는다. 이러한 탄성 미러는 압전층에서 여기되어서 탄성 미러의 방향으로 투과하는 탄성파의 거의 완전한 반사를 제공한다. 또한 상부 전극의 공기 계면에서의 압전층에서 여기된 탄성파도 완전 반사한다.

도 4 및 도 5는 각각 멤브레인 및 브래그 반사 공진기의 예를 도시하는 측면도 및 정면도이다. 이들은 모두 압전층(3), 전형적으로는 2개의 금속 전극 층(1, 2) 사이에 놓인 1마이크로미터 두께의 c축 방향 A1N(c-axis orientated A1N)을 사용해서 주요 공진기 기능을 제공한다. 도시된 오버레이(4)는 전형적으로 SiO₂로, 주파수 조정을 위한 것이며, 필요하다면 기계 로딩 효과에 의해 제공된다. 도 4는 바닥 전극(2)으로의 액세스가 비아(5)에 의해 제공되는 구성을 도시하고 있다.

도 5는 상부 및 바닥 전극의 다른 구성을 도시하는 것으로 여기서 공진기는 바닥 금속층의 부유 중앙 전극(2)과 직렬인 2개의 동일한 공진기(R1, R2)로서 구성된다. 이렇게 배치함으로써 비아는 피할 수 있지만 면적당 비용이 4배 증가한다.

두가지 타입의 공진기 전극 구성 모두 멤브레인 또는 브래그 반사기 구성으로 구현될 수 있다.

BAW 공진기는 기본적으로 금속 전극층 사이에 놓인 압전층을 포함하는 탄성 공동부(acoustic cavity)이다.

통상의 박막 공진기의 기본적인 진동 모드는 기본적인 두께 확장형(thickness-extensional:TE) 탄성 모드로, 즉 진동은 층에 직교한다. 따라서, 두께 확장 탄성 모드의 파장 길이가 압전층 두께의 거의 두배인 주파수의 교류 전기 신호가 2개의 전극층 사이에 인가되면, 두께 방향으로 확장 및 압축을 교번하는 정해진 탄성파가 강하게 여기된다. 다른 결정 대칭의 압전층 또는 물질의 다른 방향은 다른 탄성 모드를 생성할 것이다.

통상 사용되는 BAW 공진기의 전기 등가 회로가 도 2에 도시되어 있다. C₀, C₁, L₁ 및 R₁은 각각 공진기 자체의 스태틱 캐패시턴스, 모셔널 캐패시턴스, 모셔널 인덕턴스, 모셔널 저항을 나타내며, 이들이 모두 이른바 버터워스 반 다이크(Butterworth-Van Dyke) 모델을 형성한다. 나머지 성분은 전기적인 기생이다. 3개의 저항은 전극 및 상호 접속부에서의 옴 손실(R_s), 기관의 스트레이 전기장으로 인한 손실(R_p) 및 공진과 관련된 기계적인 손실(R₁)과 같이 서로 다른 타입의 에너지 손실을 나타낸다. 전형적으로 유전 손실은 무시할 수 있다.

이러한 손실 매커니즘은 본 명세서에서 제안되는 것과 특히 관련된다. 등가 회로 모델은 제 1 필터(및 BAW 공진기를 사용하는 다른 회로)의 통과 설계에 사용된다. BAW 공진기의 더 물리적인 기반 표현이 노보트니 벤즈(Novotny-Benes) 모델이다. 이는 1차원(1D)의 장 방정식(field equation)의 해법을 제공한다. 기계 및 전기 장이 두께 방향에서만 크게 공간적인 변화를 갖는다고 가정한다. 전형적인 공진기의 측부 치수가 층의 두께보다 더 크기 때문에, 이는 적절한 근사치이다. 전형적인 BAW 공진기의 측정된 컨덕턴스 G(f)(어드미턴스의 실수부)는 도 6에서 두 모델에 의한 예측을 이용해서 넓은 대역에서 비교된다. 서셉턴스 B(f)(허수부)의 일치 정도는 유사하다. 전기 기생 성분 R_s, L_s, R_p 및 C_p가 두 모델에 포함되어 있다. 응답의 전부는 아니지만 대부분의 특성이 1D 물리 모델에 의해 예상된다.

박막 BAW 필터는 박막 BAW 공진기를 상호 접속시킴으로써 구현된다. 본 발명에 따라서, 아키텍처는 사다리형 필터로, 그 개략적인 회로가 도 1에 도시되어 있다.

각각의 사다리부는 적어도 하나의 직렬 공진기 및 분권 공진기를 포함한다. 전형적인 설계에서, 직렬 브랜치의 공진기의 공진 주파수가 병렬 분권 브랜치의 공진기의 반공진 주파수에 대응하도록 각각의 공진기의 압전층의 두께가 미세하게 조정된다. 대역 통과 필터 특성은 필터를 적절하게 설계함으로써 획득된다.

필터 설계를 위해서는, 공진 f_r 과 반공진 f_a 및 최대 및 최소 어드미턴스의 주파수의 2개의 특성 주파수가 특히 중요하다. 높은 Q 팩터 공진에서, 이는 컨덕턴스의 최대값과 최소값에 거의 가깝다. 도 6, 7 및 8에 도시된 응답을 가진 공진기의 예에서, 이들은 각각 거의 1.985GHz 및 2.03GHz이다. 도 7은 f_r 에 가까운 도 6에 도시된 곡선의 확대도이다. 공진에 가까운 세부적인 동작은 두가지 모델에 의해 상당히 정확하게 예측된다. 도 7은 f_r 에 가까운 세부도를 도시하고 있으며, 이는 작지만 상당 영역의 불일치를 나타낸다. 측정된 응답은 f_a 에 가까운 약간의 리플 및 추가 컨덕턴스(즉, 손실)를 나타낸다. 이는 분명하게 횡방향 장 성분 및 횡방향 및 직교 공간 변화를 가진 장을 포함하는 근접 이격되어 약하게 여기되는(closely-spaced weakly-excited) 모드로 인한 것이다. 이들은 위의 모델에서는 고려되지 않았다. 그러나, 이들은 필터 설계에서 무시될 수 있으며, 그 이유는 반공진에서의 에너지 손실이 필터 성능에 큰 영향을 미치지 때문이다. 이는 물리 모델을 2D 또는 3D로 확장함으로써 추가적인 원치 않는 모드를 포함할 수도 있지만, 이들은 도 3에 도시된 바와 같은 등가 회로 모델에 가까울 수 있으며, 여기서 병렬 브랜치($j=2, 3, \dots, J$) 각각은 원치 않는 모드에 대응한다. j 번째 모드가 모서널 파라미터 C_j , L_j 및 R_j 에 의해 특징지어진다.

필터의 사다리부(각각 직렬 및 분권 공진기를 포함함)의 수는 원하는 선택도 및 다른 설계 고려 사항에 따라 달라진다. RF 필터의 경우에, 요구되는 초저 삽입 손실은 직렬 공진기를 필터 중심 주파수 f_0 에서 매우 높은 컨덕턴스(이상적으로는 무한)를 갖도록 설계하고, 분권 공진기를 f_0 에서 매우 낮은 컨덕턴스(이상적으로는 제로)를 갖도록 설계함으로써 달성된다. 가능한 손실을 최소화 하기 위해서, 직렬 공진기의 f_r 및 분권 공진기의 f_a 모두 f_0 와 일치해야 한다. 그러나, 특정 애플리케이션에서는, 더 넓은 대역폭을 달성하기 위해서 일부 삽입 손실 성능을 희생할 수 있다. 어떤 경우든, f_r 에서의 직렬 공진기의 컨덕턴스는 가능한 한 높아야 하고(50옴 필터에서 전형적으로 $>1S$), f_a 에서 분권 공진기의 컨덕턴스는 가능한 한 낮아야 한다(50옴 필터에서 전형적으로 $<1mS$). 여기서 예로서 사용되는 시험적인 공진기가 이러한 목적에 근접하고 있다.

높은 Q 팩터 장치에서, 공진 또는 반공진 부근에서의 에너지 손실은 저장된 에너지의 극히 일부이다. 물질의 손실 데이터가 매우 부정확해서 사용될 수 없기 때문에 이는 첫번째 원리로부터 정확하게 예측될 수 없어서, 부분적으로(위의 2개의 모델의 경우에), 손실 메커니즘은 포함되지 않았다.

그러나, 도 2의 등가 회로 모델에서의 실제 저항값(및 다른 성분)은, 도 6, 7 및 8에 도시된 일치를 제공하도록 간단한 회로 이론을 사용해서 성분값을 조정함으로써 측정값으로부터 용이하게 추출될 수 있다. 예컨대, 높은 Q 팩터라고 가정하면, 회로 이론을 통해서 $f_r \approx 1/\sqrt{L_1 C_1}$ 및 $f_a \approx \sqrt{(C_0+C_1)/(L_1 C_1 C_0)}$ 를 유도할 수 있다. 기판 손실은 전형적으로 매우 낮아서 매우 높은 R_p 의 값을 제공하며, 따라서, 2개의 공진 주파수에서 컨덕턴스 $G(f_r)$ 및 $G(f_a)$ 의 값은 각각 거의 $1/(R_s+R_j)$ 및 $1/(R_s+1/(4\pi^2 C_0^2 R_j))$ 가 된다. 이론상, 도 3에 확장된 회로 모델에서 성분값은 도 8에 도시된 f_a 부근에서의 리플을 매칭시킴으로써 추출될 수 있다. 이론상, 위의 식에서 컨덕턴스는 분모의 첫번째 항(즉, R_s)은 f_r 에서 나타나고, 두번째 항(즉, $1/(4\pi^2 C_0^2 R_j)$)은 f_a 에서 나타난다. 확장된 회로에 의해 주어진 f_r 및 f_a 에서의 컨덕턴스 표현은 더 복잡하지만, 전기적인 손실은 f_r 에서 나타나고, 기계적인 손실은 f_a 에서 나타난다는 동일한 결과는 계속 달성된다. 따라서, 최적의 저 손실 필터 설계는 직렬 및 분권 공진기 설계의 서로 다른 기준을 암시한다. 최적의 설계는 모든 공진기에 동일한 기준을 적용시켜서는 달성되지 않는다.

위의 설명으로부터, 직렬 분권기에서 컨덕터 저항을 최소화시키는 것이 가장 중요한 고려 사항이다. 반면에 분권 공진기의 경우에 반공진에서의 기계적인 손실을 최소화시키는 것이 가장 중요한 고려 사항이다. 분명하게, 순수하게 원하는 모드와 관련된 기계적인 손실은 최소화되어야 하며, 즉 R_1 은 가능한 한 작아야 한다. 그러나, 도 3의 등가 회로를 참조하면, R_1 이 작더라도, 그로부터 f_a 에서의 분권 공진기의 컨덕턴스에 대한 기여도는 j 번째 (원치 않는) 모드는 그 주파수가 f_a 에 가까우면 충분하고, R_j 의 값은 그 기여도가 원하는 모드에 추가되도록 충분히 높다(즉, 그 Q팩터는 충분히 낮다). 도 6 및 도 8의 측정 곡선은 이를 분명하게 나타낸다. 이론상, 모든 원치 않는 모드는 반공진에서의 컨덕턴스를 증가시키는 방향으로 어느 정도 기여해서, 원치 않는 모드로의 분권 공진기의 에너지 손실은 최소화되어야 한다.

필터 설계에서, 공진기 유효 영역은 원하는 임피던스에 의해 고정되고, 이는 공진기 영역의 면적에 반비례한다. 그러나, 동작의 2차 특성은 공진기 형상의 영향을 받을 수 있다. 원치 않는 모드의 발생은 일반적으로 전극 에지와 관련되어서 기계적인 에너지 손실은 공진기의 직경과 상당히 관련된다. 반면에 저장된 에너지는 공진기 영역과 관련된다. 따라서, 면적대 직경의 비를 최대화시킨 공진기 형상에서 Q 팩터는 반공진에서 최대화된다. 이는 실험을 통해서 확인되었다. 따라서, 분권 공진기는 원형이 이상적이다. 레이아웃의 압축과 같은 어떤 이유로 사각형상이 바람직하다면, 분권 공진기는 사각형이다.

이론상 어떤 공진기는 직렬 또는 병렬로 하나 이상으로 분리될 수 있다. 위에 설명된 기준을 적용함으로써, 분권 공진기는 작은 면적으로 가지기 때문에 병렬 장치로 나누어지지 않지만, 각각이 원래의 면적에 2배인 면적을 가지기 때문에 도 5에 도시된 바와 같이 직렬로 2개를 만드는 것이 바람직하다.

본 발명에 따라서, 위의 고려 사항은 전형적으로 기계적인 손실이 컨덕터 손실보다 훨씬 적은 직렬 공진기의 설계에서는 크게 중요하지 않다. 따라서, 일련의 직렬 공진기를 지나는 전류에 의해 취해진 경로의 저항은 최소화될 것이다. 이는 필요한 임피던스 레벨을 유지하도록 공진기 폭에 따라서 위에 설명된 바와 같이 그 길이 방향에 대응하는 치수를 크게 만듦으로써 달성될 수 있다(공진기 길이에 대해서 위에 설명된 바와 같이 횡단 방향 치수는 작다). 실제로, 매우 좁은 폭을 가진 공진기에 대응하는 특정 값을 초과하면, f_r 에서의 기계적인 손실이 전기적인 손실에 비해서 중요해질 것이기 때문에 가로 세로 비는 제한될 수 있다.

본 발명을 종래의 기술과 분명하게 구별하기 위해서, 본 발명에 따른 BAW 공진기를 포함하는 사다리형 필터가 도 10, 11, 12에 도시된다.

본 발명에 따른 박막 BAW 사다리형 필터는 적층형 박막 구조로 형성된 상호접속 공진기의 세트를 포함한다. 위에 설명된 바와 같이, 각각의 벌크 탄성과 공진기는 적어도 2개의 전극, 즉 상부 전극과 바닥 전극을 포함한다. 2개의 전극이 평면에서 돌출되면, 유효 공진기 영역은 상부 전극과 바닥 전극의 중첩 영역으로 정의된다.

따라서, 모든 벌크 탄성과 공진기는 특정 유효 영역을 가지며, 이는 전극 기하학적 형상 및 크기로 정의된다.

도전성 상호 접속부와 함께 전극은 박막 구조의 금속 층으로부터 형성된다. 적어도 한쌍의 직렬 및 분권 BAW 공진기로 이루어진 BAW 필터가 하나의 기판에 장착된 하나 이상의 금속층을 포함하는 박막 기술에 기초해서 제조될 때, 금속층이 금속 패턴으로 패터닝되어서 공진기와 도전성 상호접속부의 전극을 형성한다.

도 9는 층이 박막 기술로 연속해서 증착되어 있으며, 금속층이 전극으로 패터닝되는 구조를 도시하고 있다. 이는 탄성 미러(4) 및 기판(5)과 같은 분리 구조인 압전층(3)의 양측의 상부 금속 층(1) 및 바닥 금속층(2)을 포함하는 박막 벌크 탄성과 필터의 적층부의 단면을 도시하고 있다.

도 10은 본 발명의 설계 기준에 기초한 본 발명의 제 1 실시예의 상부 및 바닥 금속 패턴의 물리 계층을 도시하고 있다. 상부 금속층(1)은 전형적으로 알루미늄(Al) 또는 몰리브덴(Mo)이고, 바닥 금속층(2)은 전형적으로 금(Pt) 또는 알루미늄(Al) 또는 몰리브덴(Mo)이다.

공진기의 입력 단자, 출력단자 및 상부 전극은 공통 단자와 함께 원하는 공진기의 폭 및 길이와 단자 패드 크기로 제 1 금속 층에 배치되고, 공진기 바닥 전극은 팬 형상 기구를 제공하도록 스테거된 제 2 금속 패턴으로 배치되며, 여기서 스테거 정도는 직렬 및 분권 공진기의 상대적인 폭에 따라 달라진다. 이 공진기 영역은 제 1 및 제 2 금속층의 각각의 중첩부로 정의된다.

입력 또는 출력 단자에 인접한 부분이 2개의 물리 공진기가 직렬로 구현되는 것을 제외하면, 각각의 직렬 공진기는 개략적이다. 2개의 입력 및 출력단자는 레이아웃의 좌측 및 우측 상단부에 위치된다. 2개의 신호 입력 및 출력 그라운드 는 레이아웃의 좌측 및 우측 바닥부에 위치된다. 도시된 바와 같이 2개의 그라운드 접속부는 서로 접속된다.

바람직한 실시예에서, 직렬 공진기의 폭 w_{series} 은 분권 공진기의 폭 w_{shunt} 의 2/3이고, 직렬 공진기의 길이 l_{series} 는 분권 공진기 w_{shunt} 의 폭의 1과 1/2 배이다. 도 11 및 도 12는 위의 설계의 변형예이다.

직렬 공진기(A)와 분권 공진기(B)의 최적의 성능에 필요한 서로 다른 가로 세로비가 도시된 팬 형상 레이아웃에서 고려된다. 상부 금속이 바닥 금속과 중첩하지 않는 레이아웃의 좌측 및 우측 영역은 입력, 출력 및 접지 패드이다. 전형적으로 이들 영역에는 추가로 두꺼운 금속 층이 인가된다. 이는 직렬 저항을 감소시키고 접속을 더 용이하게 한다(예컨대, 플립 플롭). 가능하다면, 중첩 영역의 에지는 상부 층의 전극 에지에 의해 형성된다. 이러한 에지에서, 압전 층의 물리적인 단절은 없으며, 따라서 에너지를 원치 않는 모드로 변환하는 것은 최소화된다. 도 11의 변형예는 이런식으로 형성된 분권 공진기 에지 길이의 비율을 증가시키도록 상부층의 긴 구멍을 갖고 있다. 구멍이 저항을 증가시키기 때문에, 직렬 공진기에서는 역효과를 낼 수 있으며, 따라서, 레이아웃의 이 부분에서는 제외된다. 도 12에 도시된 다른 변형예는 급작스러운 물리적인 단절을 더 감소시키도록 둥근 모서리를 갖고 있다.

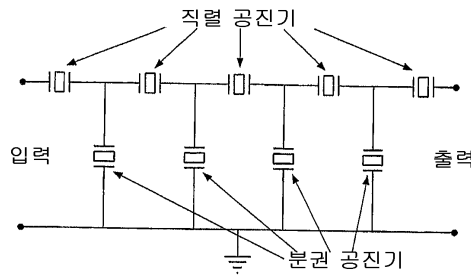
전체 면적과 전개 정도(degree of fan-out)의 관계가 고려되어야 하겠지만, 직렬의 2개 이상의 원형 분권 전극 및/또는 분권 공진기가 구현된 변형예도 고려될 수 있다. 자치 공진기에 의해 생성되는 원치 않는 모드에 더해서, 다른 모드가 압전층을 투과하는 스트레인 전기장에 의해 발생될 수 있다. 따라서, 금속 층의 상호 접속 라인의 길이는 이러한 모든 에너지 손실 및 저항 손실의 근원을 최소화시키도록 가능한 짧아야 한다.

도면의 간단한 설명

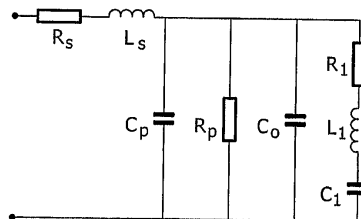
- 도 1은 본 발명에 따른 압전 공진기가 결합된 사다리형 필터를 도시하는 등가 회로도를 도시하는 도면,
- 도 2는 추가 기생을 갖는 버터워스 반 다이크 BAW 공진기 모델을 도시하는 도면,
- 도 3은 확장된 버터워스 반 다이크 BAW 공진기 모델을 도시하는 도면,
- 도 4는 예시적인 멤브레인 공진기의 측면도 및 정면도,
- 도 5는 예시적인 브래그 반사기 공진기의 측면도 및 정면도,
- 도 6은 넓은 대역의 컨덕턴스 $G(f)$; 측정치(파선), 회로 모델(실선), 물리 모델(점선)을 나타내는 그래프,
- 도 7은 f_r 에 가까운 컨덕턴스 $G(f)$; 측정치(파선), 회로 모델(실선), 물리 모델(점선)을 나타내는 그래프,
- 도 8은 f_a 에 가까운 컨덕턴스 $G(f)$ 특성; 측정치(파선), 회로 모델(실선), 물리 모델(점선)을 나타내는 그래프,
- 도 9는 박막 벌크 탄성과 필터의 적층부의 단면도,
- 도 10, 11, 12는 각각 팬형상 격자 필터의 일 실시예의 금속 층의 레이아웃을 도시하는 도면.

도면

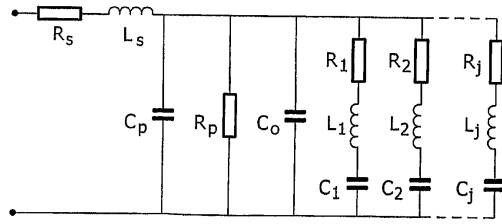
도면1



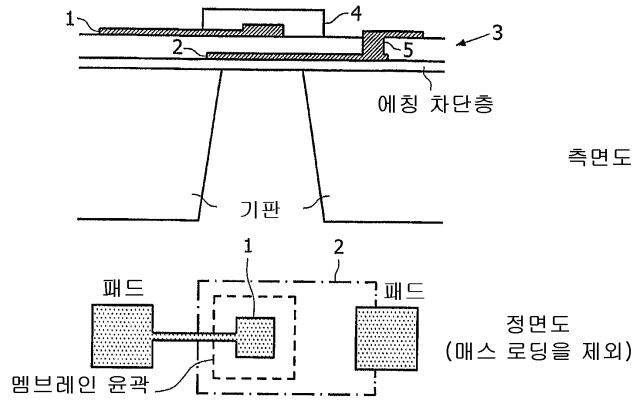
도면2



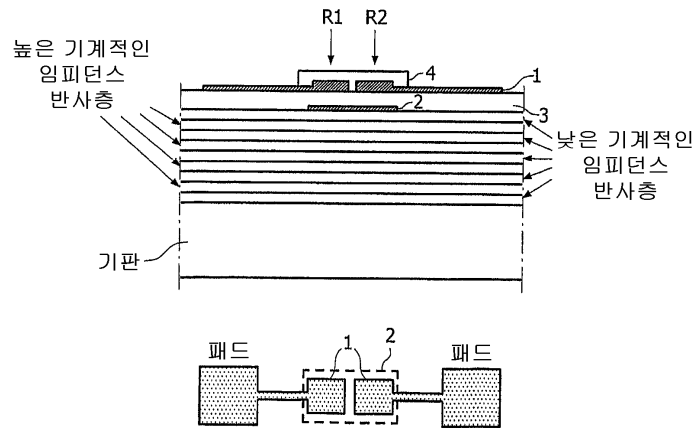
도면3



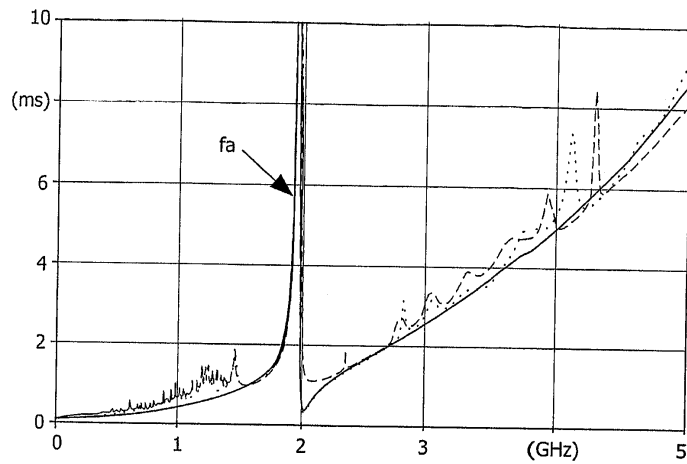
도면4



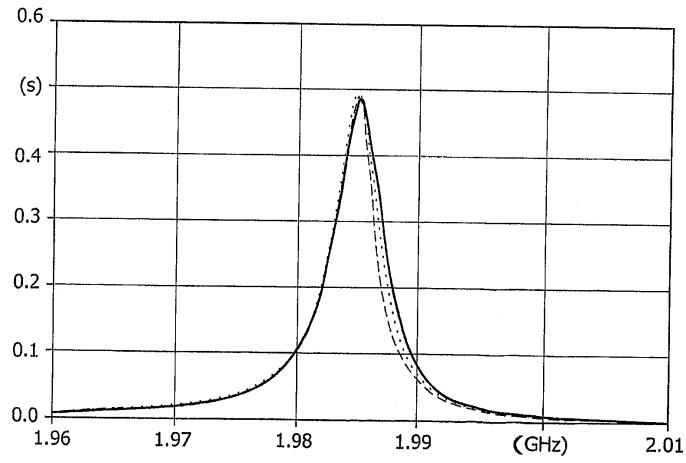
도면5



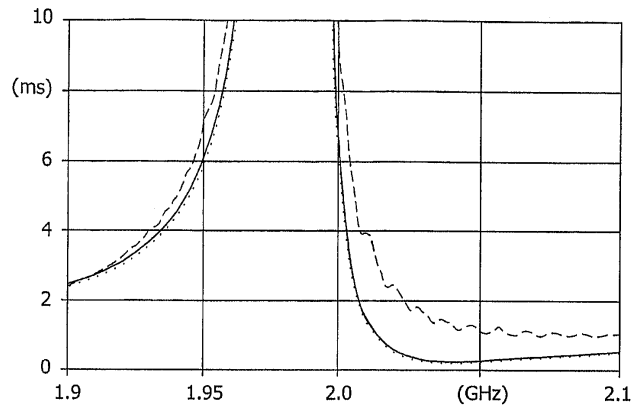
도면6



도면7

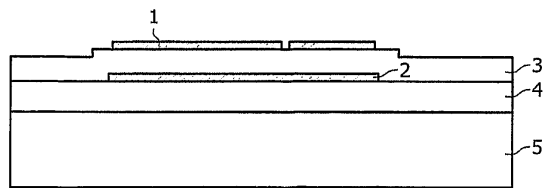


도면8

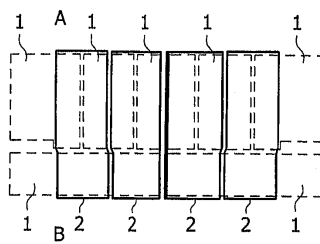


도면9

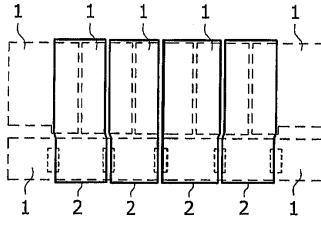
단면도 A-B



도면10



도면11



도면12

