



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년06월10일
 (11) 등록번호 10-0962958
 (24) 등록일자 2010년06월01일

(51) Int. Cl.
H03H 9/17 (2006.01) *H03H 9/15* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2008-0099606
 (22) 출원일자 2008년10월10일
 심사청구일자 2008년10월10일
 (65) 공개번호 10-2009-0037828
 (43) 공개일자 2009년04월16일
 (30) 우선권주장
 11/871,665 2007년10월12일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP17057332 A*
 US20040150293 A1*
 KR100718095 B1
 JP2005137001 A
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 아바코 테크놀로지스 와이어리스 아이피 (싱가포르) 퍼티이 리미티드
 싱가포르 768923 이순 애비뉴 7 넘버 1
 (72) 발명자
 탈람메르 로베르트
 독일 뮌헨 81739 구스타브-헤이네만-링 81
 한드트만 마르틴
 독일 뮌헨 81737 나부르케르 스트라세 19
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 김원준, 김창세

전체 청구항 수 : 총 23 항

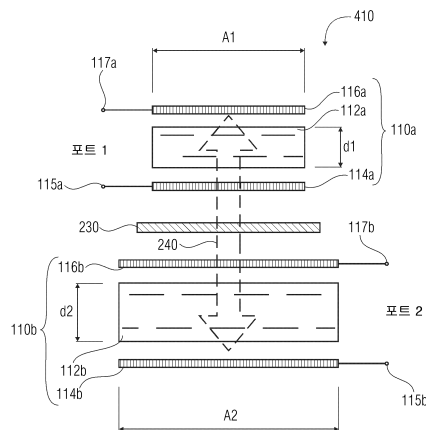
심사관 : 김남인

(54) BAW를 포함하는 장치, BAW 디바이스 및 임피던스 매칭 방법

(57) 요약

본 발명의 장치는 제 1 임피던스를 포함하는 제 1 벌크 음향파(BAW) 디바이스와 제 2 임피던스를 포함하는 제 2 BAW 디바이스를 포함하되, 제 1 임피던스와 제 2 임피던스는 서로 다르며 제 1 BAW 디바이스와 제 2 BAW 디바이스는 음향 커플링된다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

카이틸라 지르키

독일 리에메를링 85521 암 로테난게르 24에이

네슬러 윈프라이드

독일 뮌헨 81739 푸펜베그 42

엘브레흐트 루에데르

독일 뮌헨 81825 탈레르베그 7비

특허청구의 범위

청구항 1

제 1 임피던스를 포함하는 제 1 벌크 음향파(BAW: bulk acoustic wave) 디바이스와,
 상기 제 1 임피던스와는 다른 제 2 임피던스를 포함하는 제 2 BAW 디바이스를 포함하되,
 상기 제 2 BAW는 상기 제 1 BAW에 음향 커플링되며(acoustically coupled),
 상기 제 1 BAW 디바이스는 제 1 공진기 영역 위의 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 제 1 압전층을 포함하는 제 1 BAW 공진기를 포함하되, 상기 제 1 압전층은 제 1 층 두께를 포함하며,
 상기 제 2 BAW 디바이스는 제 2 공진기 영역 위의 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 제 2 압전층을 포함하는 제 2 BAW 공진기를 포함하되, 상기 제 2 압전층은 제 2 층 두께를 포함하며,
 상기 제 1 층 두께와 상기 제 2 층 두께는 서로 다른,
 BAW를 포함하는 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 공진기 영역과 상기 제 2 공진기 영역은 동일한
 BAW를 포함하는 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 공진기 영역과 상기 제 2 공진기 영역은 서로 다른
 BAW를 포함하는 장치.

청구항 5

삭제

청구항 6

제 4 항에 있어서,
 상기 제 1 BAW 공진기와 상기 제 2 BAW 공진기 사이에서 전파되는 음향파는, 상기 음향파의 진폭이 상기 공진기 영역들의 수평 방향의 외부에서 사전결정된 비율로 감소되는 특성 길이(a characteristic length)를 포함하고,
 상기 제 1 공진기 영역과 상기 제 2 공진기 영역 사이의 면적 차는, 상기 특성 길이와 상기 제 1 공진기 영역의 원주의 곱의 10배, 5배 또는 3배보다 작은
 BAW를 포함하는 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 BAW 디바이스와 상기 제 2 BAW 디바이스 사이의 음향 커플링을 정의하는 커플링 구조를 더 포함하는
 BAW를 포함하는 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,
 상기 커플링 구조는 고 음향 임피던스와 저 음향 임피던스의 재료가 교번하는 복수의 층을 포함하고,
 고 음향 임피던스의 재료를 갖는 층들 중 적어도 하나는 서로 다른 공진기 영역들에 대해 음향파의 파면(a wave front)을 조정할 수 있는 프레넬 렌즈(a Fresnel lens) 구조를 포함하는
 BAW를 포함하는 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,
 기관과 음향 미러를 더 포함하되,
 상기 음향 미러는 상기 제 1 BAW 디바이스 및 상기 제 2 BAW 디바이스 중 하나와 상기 기관 사이에 형성되고,
 상기 음향 미러는 고 음향 임피던스와 저 음향 임피던스를 갖는 교번하는 재료들의 층 조립체를 포함하는
 BAW를 포함하는 장치.

청구항 10

제 1 임피던스를 포함하는, 신호를 BAW 필터링하는 제 1 수단과,
 제 2 임피던스를 포함하는, 신호를 BAW 필터링하는 제 2 수단을 포함하되,
 신호를 BAW 필터링하는 상기 제 1 수단 및 상기 제 2 수단은 음향 커플링되고 서로 다른 공진기 영역을 포함하
 며,
 상기 제 1 수단은 제 1 공진기 영역 위의 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 제 1 압전층을 포함하며,
 상기 제 1 압전층은 제 1 층 두께를 포함하며,
 상기 제 2 수단은 제 2 공진기 영역 위의 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 제 2 압전층을 포함하며,
 상기 제 2 압전층은 제 2 층 두께를 포함하며,
 상기 제 1 층 두께와 상기 제 2 층 두께는 서로 다른,
 BAW를 포함하는 장치.

청구항 11

벌크 음향파(BAW) 디바이스로서,
 제 1 두께를 갖는 제 1 압전층을 포함하고, 제 1 포트에 전기적으로 접속된 제 1 BAW 공진기와,
 제 2 두께를 갖는 제 2 압전층을 포함하고, 상기 제 1 BAW 공진기에 음향 커플링된 제 2 BAW 공진기와,
 제 3 두께를 갖는 제 3 압전층을 포함하고, 상기 제 2 BAW 공진기에 전기적으로 접속된 제 3 BAW 공진기와,
 제 4 두께를 갖는 제 4 압전층을 포함하고 상기 제 3 BAW 공진기에 음향 커플링되며 제 2 포트에 전기적으로 접
 속된 제 4 BAW 공진기를 포함하되,
 상기 각 BAW 공진기는 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 압전층을 포함하고,
 상기 제 1 두께는 상기 제 2 두께와는 다른
 BAW 디바이스.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 BAW 공진기는 제 1 공진기 영역을 포함하되, 상기 제 1 공진기 영역 위에서 상기 제 1 압전층이 상기 제 1 BAW 공진기의 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 샌드위치되고,

상기 제 2 BAW 공진기는 제 2 공진기 영역을 포함하되, 상기 제 2 공진기 영역 위에서 상기 제 2 압전층이 상기 제 2 BAW 공진기의 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 샌드위치되고,

상기 제 3 BAW 공진기는 제 3 공진기 영역을 포함하되, 상기 제 3 공진기 영역 위에서 상기 제 3 압전층이 상기 제 3 BAW 공진기의 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 샌드위치되며,

상기 제 4 BAW 공진기는 제 4 공진기 영역을 포함하되, 상기 제 4 공진기 영역 위에서 상기 제 4 압전층이 상기 제 4 BAW 공진기의 상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 샌드위치되는

BAW 디바이스.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제 1 공진기 영역의 면적 및 상기 제 2 공진기 영역의 면적은 제 1 값을 포함하고,

상기 제 3 공진기 영역의 면적 및 상기 제 4 공진기 영역의 면적은 제 2 값을 포함하는

BAW 디바이스.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 제 1 층 두께는 실질적으로 상기 제 3 층 두께와 동일하며,

상기 제 2 층 두께는 실질적으로 상기 제 4 층 두께와 동일한

BAW 디바이스.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 압전층 및 상기 제 3 압전층은 공통 압전층의 일부분이고 상기 제 2 압전층 및 상기 제 4 압전층은 다른 공통 압전층의 일부분이며,

상기 제 1 BAW 공진기 및 상기 제 3 BAW 공진기는 상기 공통 압전층의 서로 다른 사이트(sites)에서 형성되고,

상기 제 2 BAW 공진기 및 상기 제 4 BAW 공진기는 상기 다른 공통 압전층의 서로 다른 사이트에서 형성되는

BAW 디바이스.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 공통 압전층 및/또는 상기 다른 공통 압전층은 개구부(an opening)를 포함하며, 상기 개구부를 통해 상기 제 2 BAW 공진기와 상기 제 3 BAW 공진기가 전기적으로 접속되는

BAW 디바이스.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 공통 압전층은 상기 제 1 두께를 포함하고, 상기 다른 공통 압전층은 상기 제 2 두께를 포함하며, 상기 제 1 공진기 영역은 상기 제 3 공진기 영역과는 다른

BAW 디바이스.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 BAW 공진기는 제 1 임피던스를 포함하고, 상기 제 2 BAW 공진기는 제 2 임피던스를 포함하고, 제 3 BAW 공진기는 제 3 임피던스를 포함하며 상기 제 4 BAW 공진기는 제 4 임피던스를 포함하되,

상기 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 임피던스의 비율은 사전결정된 값에 따르는

BAW 디바이스.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 제 1 임피던스와 상기 제 2 임피던스의 비율은 상기 제 2 임피던스와 상기 제 3 임피던스의 비율과 일치하고 상기 제 3 임피던스와 상기 제 4 임피던스의 비율과 일치하는

BAW 디바이스.

청구항 20

BAW 디바이스로서,

제 1 및 제 2 단자를 구비하는 제 1 포트와,

제 1 및 제 2 단자를 구비하는 제 2 포트와,

제 1 공진기 영역 위에서 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 제 1 압전층을 포함하는 제 1 BAW 공진기와,

상기 제 1 공진기 영역과는 다른 제 2 공진기 영역 위에서 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 제 2 압전층을 포함하는 제 2 BAW 공진기와,

제 3 공진기 영역 위에서 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 제 3 압전층을 포함하는 제 3 BAW 공진기와,

제 4 공진기 영역 위에서 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 제 4 압전층을 포함하는 제 4 BAW 공진기를 포함하되,

상기 제 1 BAW 공진기와 상기 제 2 BAW 공진기는 음향 커플링되고, 상기 제 3 BAW 공진기와 상기 제 4 BAW 공진기도 음향 커플링되며,

상기 제 1 BAW 공진기는 상기 제 1 포트에 전기적으로 커플링되고, 상기 제 4 BAW 공진기는 상기 제 2 포트에 전기적으로 커플링되며 상기 제 2 BAW 공진기 및 상기 제 3 BAW 공진기는 전기적으로 접속되는

BAW 디바이스.

청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 제 1 BAW 공진기 및 상기 제 4 BAW 공진기는 공통 압전층의 서로 다른 사이트에서 형성되고, 상기 제 2

BAW 공진기 및 상기 제 3 BAW 공진기는 다른 공통 압전층의 서로 다른 사이트에서 형성되는 BAW 디바이스.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 4 공진기 영역은 상기 제 3 공진기 영역과 서로 다르고/다르거나 상기 제 3 공진기 영역은 상기 제 2 공진기 영역과 서로 다른

BAW 디바이스.

청구항 23

제 20 항에 있어서,

상기 제 1 BAW 공진기와 상기 제 2 BAW 공진기 사이에 형성된 제 1 커플링 구조와,

상기 제 3 BAW 공진기와 상기 제 4 BAW 공진기 사이에 형성된 제 2 커플링 구조를 더 포함하되,

상기 제 1 커플링 구조는 상기 제 1 BAW 공진기와 상기 제 2 BAW 공진기 사이의 음향 커플링을 정의하고, 상기 제 2 커플링 구조는 상기 제 3 BAW 공진기와 상기 제 4 BAW 공진기 사이의 음향 커플링을 정의하는

BAW 디바이스.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 제 1 및 제 2 커플링 구조의 고 음향 임피던스의 재료를 갖는 층 조립체 중 적어도 하나의 층은 프레벨 렌즈 구조를 포함함으로써, 상기 제 1 BAW 공진기와 상기 제 2 BAW 공진기 사이 그리고 상기 제 3 BAW 공진기와 상기 제 4 BAW 공진기 사이 중 적어도 하나에서 서로 다른 공진기 영역으로의 음향과 전파를 조정하는

BAW 디바이스.

청구항 25

BAW 디바이스의 제 1 포트에서의 제 1 임피던스를 상기 BAW 디바이스의 제 2 포트에서의 제 2 임피던스에 매칭시키는 방법으로서,

상기 BAW 디바이스는 복수의 BAW 공진기들을 포함하고, 각 BAW 공진기는 공진기 영역 위에서 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 샌드위치된 압전층을 포함하며,

상기 방법은,

제 1 임피던스를 갖는 제 1 BAW 공진기를 상기 제 1 포트에 접속시키는 단계와,

제 2 임피던스를 갖는 제 2 BAW 공진기를 상기 제 1 BAW 공진기로 음향 커플링하는 단계와,

제 3 임피던스를 갖는 제 3 BAW 공진기를 상기 제 2 BAW 공진기로 접속시키는 단계와,

제 4 임피던스를 갖는 제 4 BAW 공진기를 상기 제 3 BAW 공진기로 음향 커플링하는 단계와,

상기 제 4 BAW 공진기를 상기 제 2 포트에 접속시키는 단계를 포함하되,

상기 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 임피던스는 사전결정된 비율에 따르는

임피던스 매칭 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

[0001] 본 발명의 실시예는 음향 커플링된(acoustically coupled) 벌크 음향파(BAW: bulk acoustic wave) 공진기를 구비하는 장치와 디바이스들 간의 임피던스 변환에 관한 것이다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0002] 고주파수 애플리케이션에서, 소위 표면 음향파 필터(SAW 필터: surface acoustic wave filter)는 현재 종종 전형적인 솔루션과 같이 대역통과 필터로서 사용되며 가파른 롤-오프(roll-off)를 나타낸다. 또한, 소위 벌크 음향파(BAW) 공진기 또는 BAW 공진기를 포함하는 필터(BAW 필터)는 현재 또다른 솔루션으로서 사용된다. 이러한 필터의 하나의 주요 애플리케이션 분야는, 특히 휴대폰에서의 사용과 관련된다.

[0003] SAW 필터는, 거의 임의적인 변환 비율을 갖는 입력 신호와 출력 신호 간의 임피던스 변환에 대해, 이에 필요한 실질적인 기술적 오버헤드 없이 허용한다. 이것은 중요한 기술적 장점을 나타낸다. 또한, 이는 싱글-엔디드(single-ended) 신호로부터 밸런스된(balanced) 신호로의 변환(s-b) 실행을, 이에 필요한 실질적인 기술적 오버헤드 없이도 가능케 한다. 그러나, SAW 필터의 기계적 단점은 그들의 품질(삽입 손실(insertion loss)) 및 플랭크 스틱네스(flank steepness)를 포함한다. 일반적으로, 이러한 단점은 BAW 필터보다 심각하다. 또한, SAW 필터의 전력 호환성은 BAW보다 열등하며, 이것은 특히 증가하는 주파수에서 나타날 수 있다.

[0004] 다른 한편으로, BAW 또는 BAW 필터는 그들의 품질 및 플랭크 스틱네스와 관련하여 기술적으로 유리하고 SAW 필터의 경우에서보다 뚜렷하게 높은 전력 호환성을 갖는다. 그러나, 필터 내에서 임피던스 변환이 가능하지 않다는 것 및/또는 단지 약간의 미스매치가 임피던스의 매치 비율을 1:1의 비율에 근접하게 할 수 있으며 항상 성능 열화를 가지고 접촉된다는 것이 BAW 내의 기술적인 단점이다. 또한, BAW 필터 내에서의 싱글-밸런싱 전환(single-to-balanced conversion)(s-b)이 불가능하며, 높은 비용에 의해 성능을 감소시키는 외부 구성요소를 통해서만 구현될 수 있다.

[0005] 커플링된 공진기 필터(CRF: coupled resonator filters)는 적층된 장치 내에 적어도 두 개의 음향 커플링된 BAW 공진기를 포함하는 BAW의 추가적인 개발물이다. BAW의 기술적인 장점, 특히 품질 및 전력 호환성이 유지되며, 필터 내에서의 싱글-밸런싱 전환의 가능성이 더 보충되었다. BAW의 단점은 그들 사이에서 보상된다.

[0006] 또한, CRF는 미스매치 없이 또는 외부 구성요소 없이 특정 변환 비율에 대한 임피던스 변환을 허용한다. 예를 들어, 1:4(또는 그 역인 4:1)의 비율이 가능하다. 이를 위해, 2단(two-stage) CRF가 사용되며, 이것의 입력단 및 출력단은 각각 두 개의 BAW 공진기 적층에 의해 형성된다. 전술된 전환을 위해, 네 개의 모든 공진기들은 동일한 임피던스(Z0)를 가짐으로써 최적의 전기 및 음향 매칭을 보장한다. 하나의 단(예를 들어, 입력단)에서, 임피던스가 2*Z0까지 추가되도록 두 개의 적층이 직렬 접속되고, 다른 단(예를 들어, 출력단)에서, 두 개의 어드미턴스가(admittances) 모두 Z0/2의 전체 임피던스까지 추가되도록 두 개의 적층이 병렬 접속된다. 따라서, 1:4의 변환 비율이 발생한다. 입력과 출력을 교환함으로써, 4:1의 변환 비율이 유사한 방식으로 구현될 수 있음이 명확하며, 복수의 이러한 변환 비율(1:16 또는 16:1)들이 이러한 몇몇 디바이스들을 서로 포개어 접속시킴으로써 구현된다.

[0007] 그러나, CRF의 실질적인 단점은 현재는 임의의 임피던스 변환 비율이 획득될 수 없다는 것이다. 그러나, 다른 한편으로, 현대 CDMA 전화기(대역1, CDMA=Code Division Multiple Access)는 예로서 듀플렉서 RX 필터 내에서 50Ω으로부터 100Ω으로의 변환을 요구하며, 이것은 1:2의 변환 비율에 상응하고, 이것은 전술된 바와 같이 CRF를 사용해서는 획득가능하지 않다.

[0008] 종래의 솔루션에서, 임피던스 변환은 BAW/CRF에 대한 외부 구성요소에 의해서만 구현될 수 있었다. 이들 외부 구성요소에는, 예로서 외부 변환기뿐 아니라 코일 및 커패시터도 포함된다. 유일한 예외로서, CRF를 사용하여 전술된 특정 임피던스 변환 비율이 획득될 수 있었다. 그러나, 외부 구성요소는 공간을 필요로 하고 추가적인 손실을 발생시키며, 그에 따라 이것은 삽입 손실의 증가로 이어진다. 또한 이들은 종종 추가적인 관련 비용의 증가를 나타낸다. 따라서, 이미 전술된 바와 같이 일반적으로 요구되는 플랭크 스틱네스, 품질 및 전력 호환성

을 제공하지 않는 SAW가 이러한 애플리케이션에서 단일의 대체물로서 사용되어왔다.

[0009] 특히, CDMA 모바일 전화기에 대한 듀플렉서에서의 애플리케이션에 있어서, 현재는 기술적으로 요구되는 모든 특성들을 포함하는 큰 구성요소이면서 상대적으로 비용이 높은 CDMA 모바일 전화기에 대한 듀플렉서에서의 애플리케이션만이 존재한다. 크기 및 가격과 관련된 평가(크고 비용이 높음)는, 예로서 항상 인터스테이지(interstage) 필터 또는 GSM 필터와 비교되었다. 이러한 대체물은 전술된 네 개의 특성 모두를 동시에 필요로 하지 않으며 따라서 보다 쉽게 및/또는 보다 저렴하게 구현될 수 있다. 그러나, CDMA 기술과는 별개로, 전술된 모든 특성들의 저렴한 기술적 구현을 요구하는 다른 애플리케이션 분야가 존재한다.

[0010] 그러므로, CRF를 사용한 임의의 임피던스 변환 비율의 획득을 가능케 함으로써 SAW와 반대되는 BAW/CRF의 큰 기술적 단점이 보상되는 디바이스 및/또는 회로 또는 제조 프로세스에 대한 필요성이 존재한다. 따라서, 출력 임피던스 Z_{out} 에 대한 입력 임피던스 Z_{in} 의 변환 뿐 아니라 싱글-엔디드(single-ended) 입력으로부터 밸런스-엔디드(balanced-ended) 출력으로의 동시 전환이 가능할 수 있다.

[0011] CRF 내의 입력 신호와 출력 신호 간의 커플링이 음향 특성을 갖기 때문에, 이것은 노력없이 싱글-엔디드 입력으로부터 밸런스-엔디드 출력으로의 신호 변환을 허용한다.

과제 해결수단

[0012] 본 발명의 실시예는 제 1 임피던스를 갖는 제 1 벌크 음향파(BAW) 디바이스와 제 2 임피던스를 갖는 제 2 BAW 디바이스를 포함하는 장치에 관한 것으로, 제 1 임피던스와 제 2 임피던스는 서로 다르며, 제 1 BAW 디바이스와 제 2 BAW 디바이스는 음향 커플링된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 본 발명의 실시예는 첨부된 도면을 참조로 하여 아래에서 설명될 것이다.

[0014] 도면을 기초로 하여 본 발명의 실시예가 아래에서 보다 상세하게 설명되기에 앞서, 도면 내의 동일한 소자에는 동일하거나 또는 유사한 참조번호가 제공되었으며 이들 소자에 대한 반복적인 설명은 생략될 것임이 주지되어야 한다.

[0015] 본 발명의 실시예는 제 1 BAW 디바이스와 제 2 BAW 디바이스를 포함하는 장치를 기술하며, 이때 제 1 BAW 디바이스는 제 1 임피던스를 갖고 제 2 BAW 디바이스는 제 2 임피던스를 가지며, 제 1 및 제 2 임피던스는 서로 다르고, 제 1 및 제 2 BAW 디바이스는 음향 커플링된다. 제 1 및 제 2 BAW 디바이스는 예로서 BAW 공진기를 포함할 수 있으며, 각각의 BAW 공진기는 제 1 및 제 2 전극 사이에 샌드위치된 압전층을 포함한다. 따라서 샌드위치 구조는 압전층을 따라 공진기 영역 위에서 수평으로 연장하여 획득된다. 또한, 압전층은 소정의 층 두께를 포함한다.

[0016] 추가의 실시예에서, 제 1 BAW 디바이스는 제 1 BAW 공진기이고 제 2 BAW 디바이스는 제 2 BAW 공진기이며, 이때 제 1 BAW 공진기의 제 1 압전층과 제 2 BAW 공진기의 제 2 압전층은 서로 다른 층 두께를 갖는다. 서로 다른 층 두께들은 제 1 BAW 공진기와 제 2 BAW 공진기의 서로 다른 임피던스를 발생시킨다. 다른 실시예에서, 제 1 BAW 공진기는 제 1 공진기 영역을 구비하고 제 2 BAW 공진기는 제 2 공진기 영역을 구비하며, 이때 제 1 및 제 2 공진기 영역은 서로 다르다. 다른 실시예에서, 제 1 및 제 2 BAW 공진기는 서로 다른 유전상수 애플리케이션을 갖는 유전체 재료를 사용하고, 서로 다른 임피던스를 포함한다. 세 개의 선택권의 조합, 즉 서로 다른 압전층 두께, 서로 다른 공진기 영역 또는 서로 다른 압전 재료를 포함하는 BAW 공진기들을 사용하는 것 또한 가능하다.

[0017] 또한, 제 1 BAW 공진기 및 제 2 BAW 공진기는 커플링 층 구조에 의해 음향 커플링될 수 있으며, 이때 커플링 층 구조는 한편으로는 음향 커플링을 정의하고 다른 한편으로는 제 1 공진기 영역과 제 2 공진기 영역의 가능한 영역 차를 조정하거나(adapt) 또는 밸런싱할 수 있다. 예를 들어, 음향 커플링은 사전결정된 필터 특성을 발생시키도록 조정될 수 있다. 다른 실시예에서, 영역 차의 조정 또는 밸런싱은 커플링 층 구조가 프레넬 렌즈(Fresnel lens)로서 형성되도록 발생할 수 있으며, 즉 커플링 층 구조는 고 음향 임피던스 및 저 음향 임피던스를 갖는 재료의 교번하는 층 시퀀스를 갖고, 고 음향 임피던스를 갖는 층은 증가하는 개구부가 층의 중심으로부터 증가하는 거리를 가지고 형성되도록 만들어진 개구부를 구비할 수 있다. 따라서 전술된 조정은 음향파의 파면(wave front)이 공진기 영역들로 가능한한 균일하게 분배되고, 음향 커플링된 공진기들 사이에서 가능한한 적

은 손실이 발생하도록 수행된다.

- [0018] 다른 실시예에서, 제 1 및 제 2 BAW 공진기는 제 2 CRF 단에 전기적으로 커플링되는 제 1 CRF 단(stage)을 형성하며, 제 2 CRF 단은 다시 두 개의 BAW 공진기, 즉 제 3 및 제 4 BAW 공진기를 포함할 수 있으며, 제 3 및 제 4 BAW 공진기는 서로 다른 임피던스를 포함하고 음향 커플링될 수 있다. 제 2 CRF 단의 BAW 공진기들의 서로 다른 임피던스는 예로서 서로 다른 층 두께의 압전층에 의해서뿐만 아니라, 제 2 CRF 단의 두 개의 BAW 공진기들의 서로 다른 공진기 영역에 의해서 또는 서로 다른 유전상수를 갖는 서로 다른 압전 재료들에 의해서도 발생할 수 있다.
- [0019] 제 1 및 제 2 CRF 단은 제 1 CRF 단의 제 1 및 제 2 BAW 공진기 사이에서 제 1 임피던스 점프가 발생하고, 제 1 CRF 단의 제 2 BAW 공진기와 제 2 CRF 단의 제 3 BAW 공진기 사이에서 제 2 임피던스 점프가 발생하며, 제 2 CRF 단의 제 3 및 제 4 BAW 공진기 사이에서 제 3 임피던스 점프가 발생하도록 형성될 수 있다. 예를 들어, 추가의 임피던스 점프는 두 개의 커플링된 CRF 단이 업스트림 디바이스의 출력과 다운스트림 디바이스의 입력 사이에 접속되었을 때 발생할 수 있다. 따라서, 두 개의 CRF 단의 입력과 두 개의 CRF 단의 출력에서 추가의 임피던스 점프가 발생할 수 있으며, 이것의 높이는 업스트림과 다운스트림 디바이스에 의존한다.
- [0020] 그러므로, 이러한 예에서, 5개의 임피던스 점프는 예로서 각 임피던스 점프가 동일한 크기이도록 분배될 수 있다. 또한, 임피던스 점프는 임피던스 점프가 최소화된 결과로서 두 개의 CRF 단의 입력으로부터 출력으로의 신호 전파를 반영하여 최적화될 수 있으며, 따라서 삽입 손실이 최적화된다.
- [0021] 따라서, 임피던스 미스매칭은 아래의 5개의 인터페이스에 대해 분배될 수 있다:
- [0022] 입력에서 제 1 CRF 단의 제 1 BAW 공진기로의 (예컨대 업스트림 디바이스로의) 전기 커플링,
- [0023] 제 1 CRF 단의 제 1 BAW 공진기로부터 제 2 BAW 공진기로의 음향 커플링,
- [0024] 제 1 CRF 단의 제 2 BAW 공진기로부터 제 2 CRF 단의 제 3 BAW 공진기로의 전기 커플링,
- [0025] 제 2 CRF 단의 제 3 BAW 공진기로부터 제 4 BAW 공진기로의 음향 커플링,
- [0026] 제 2 CRF 단의 제 2 BAW 공진기의 출력에서의 (예컨대, 다운스트림 디바이스로의) 전기 커플링.
- [0027] 임피던스 점프는 항상 성능 열화(삽입 손실의 열화)를 수반한다. 성능 열화가 비선형 방식인 임피던스 미스매칭에 의존하기 때문에, 매 단계에서의 순차적인(step-wise) 임피던스 점프를 통해 증가하는 전체 성능 열화는 전체 임피던스 미스매치가 하나의 단계에서 발생되었을 경우의 성능 열화보다 낮다. 따라서 전체 임피던스 차가 동일하다 할지라도, 보다 작은 여러개의 임피던스 점프는 삽입 손실에 있어서 큰 임피던스 점프보다 적은 단점을 나타낸다.
- [0028] 이미 언급된 바와 같이, 전술된 서로 다른 공진기 영역과는 별개로, 지점(2) 및 (4)에서의 임피던스 변환 또는 임피던스 점프는 서로 다른 커패시턴스를 산출하는 압전층의 서로 다른 층 두께에 의해 발생할 수 있다. 이러한 경우에서 지점(2)과 지점(4)에서의 임피던스 변환이 서로를 상쇄시키는 것을 방지하기 위해, 크로스-와이즈 접속(cross-wise connection)이 필요할 수 있다. 예를 들어, 동일한 BAW 공진기들이 두 개의 압전층의 적층 상에 배치되는 경우 이것이 가능할 수 있다. 예컨대, 만약 네 개의 BAW 공진기들 중 두 개의 BAW 공진기들이 각각 하나의 압전층을 공유하거나, 또는 보다 구체적으로는 샌드위치 구조의 형태로 압전층의 서로 다른 사이트(site)에서 형성된다. 그러나, 크로스-와이즈 접속은 제 1 CRF 단 내의 바닥 공진기와 제 2 CRF 단 내의 상단 공진기의 접속에 있어서 비아가 필요할 수 있으며, 이것은 제조 프로세스를 현저하게 어려워지도록 하며 그에 따라 비용을 증가시킨다. 만약 예로서 기관과 다른 BAW 공진기 사이에 배치된 BAW 공진기가 바닥 BAW 공진기로 지칭될 수 있도록 CRF 단들이 하나의 기관 상에 배치된다면, 상단 및 바닥 공진기 사이의 구분은 항상 가능하다. 따라서, 다른 BAW 공진기에 의해 기관으로부터 분리된 BAW 공진기는 상단 BAW 공진기로 지칭된다.
- [0029] 이러한 비아가 바람직하지 않고 및/또는 비용이 너무 높은 한, 하나의 CRF 단 내에서의 음향 커플링의 임피던스 변환은 전술된 바와 같이 서로 다른 영역들에 의해 구현될 수 있다. 공진기 영역이 설계에 의해 결정되기 때문에, 원하는 임피던스 변환이 임의의 접속과 결합될 수 있다. 특히, 잠정적으로 필요한 두 개의 단의 크로스-와이즈 접속이 생략된다. 서로 다른 공진기 영역에 의한 임피던스 변환의 구현은 표준 접속을 사용하여 구현될 수 있으며, 즉 어떠한 비아도 필요로 하지 않고 그에 따라 제조 프로세스를 현저하게 단순화된다. 이러한 방법으로 임피던스 변환을 획득하기 위해, 하나의 CRF 단의 두 개의 (BAW) 공진기들은 서로 다른 크기로 제조되며, 따라서 순차적인 임피던스 변환이 구현된다. 그러나 만약 공진기들의 (공진기 영역의) 크기들이 서로로부터 크게 다르다면, 음향 커플링은 현저하게 방해받을 것이며, 따라서 CRF-전형적인 특성이 더이상 발달할 수 없다. 이것은

아래의 원리들 중 하나를 적용함으로써 방지될 수 있다.

- [0030] 이것은 미세한 영역 차를 가지고 작동되며, (보다 큰 공진기 영역을 갖는) 보다 큰 공진기가 보다 작은 공진기 위로 돌출된 돌출부(overhang)는 대략 특성 길이(characteristic length)의 크기이다. 예로서, 영역 차는 예로서 50%의 정확도로 특성 길이의 제곱에 일치할 수 있거나, 또는 영역 차와 특성 길이의 제곱의 비율이 0.5 내지 1.5 사이일 수 있다. 특성 길이는 음향파가 수평으로 (즉, 공진기 영역을 따라) 소멸되는 길이이다. 이것은 예를 들어, 음향파의 진폭이 사전결정된 비율로 감소되는 수평 거리일 수 있다(예로서, 1/10로, 또는 1/e; e = 오일러 수). 특성 길이는 적층의 적절한 분산 선택에 의해, 그리고 소정의 경계 내에서의 특정 에지 구조에 의해 조정될 수 있다. 예를 들어, 상응하는 BAW 공진기의 두 개의 전극 중 적어도 하나가 다른 층 두께를 포함하는 부분이 공진기 영역의 에지를 따라 형성될 수 있다. 이러한 부분은 음향파가 수평 방향으로 점차 소멸하도록 자신의 폭 및 (전극) 두께가 최적화될 수 있다.
- [0031] 하나의 CRF 단의 두 개의 공진기들 사이에, 저 음향 임피던스와 고 음향 임피던스를 교대로 갖는 일련의 커플링 층(또는 커플링 층 구조)이 존재하며, 고 음향 임피던스를 갖는 층은 이것이 프레넬 렌즈를 형성함으로써 보다 작은 공진기에 의해 발생된 음향파가 보다 큰 공진기로 투영되도록(projected) 수평으로 구조화될 수 있다. 물론, 이것은 보다 큰 영역을 갖는 공진기로부터의 음향파가 보다 작은 영역을 갖는 공진기로 포커싱되도록 반대의 순서로도 적용될 수 있다.
- [0032] 이와 달리, 전술된 바와 같이 음향 커플링된 BAW 공진기들 사이의 서로 다른 임피던스 또는 임피던스 점프는 두 개의 CRF 단의 상단 및 바닥 압전층을 서로 다른 두께로 제조함으로써 생성 또는 적용될 수 있다. 이것은 BAW 공진기(예로서 상단 BAW 공진기)의 일부분이 다른 BAW 공진기(예로서 하단 BAW 공진기)와 다른 전기 임피던스를 갖는다는 사실을 포함한다. 따라서, 동작시에, CRF 적층은 입력과 출력 사이에서 전파되는 신호에 대한 임피던스 변환을 수행한다. 예를 들어, 상단 BAW 공진기의 단자는 신호 입력을 제공할 수 있고 하단 BAW 공진기의 단자는 신호 출력을 제공할 수 있다.
- [0033] 서로 다른 층 두께를 갖는 압전층의 설계는 2단 CRF의 두 개의 공진기의 전기적 접속의 전술된 크로싱 아웃(crossing out)을 필요로 할 수 있다. 크로싱 아웃을 통해, 제 1 단의 변환 비율과 제 2 단의 변환 비율이 추가되거나 또는 실제로 배가되며 다시 상쇄시키지는 않는다. 따라서, 디바이스가 수행하는 음향 임피던스 변환이 사용될 수 있다. 크로싱 아웃은, 만약 제 1 및 제 2 CRF 적층(CRF 단)의 상단 공진기들과 제 1 및 제 2 CRF 적층의 바닥 BAW 공진기들이 각각 하나의 압전층을 공유하고, 두 개의 압전층이 서로 다른 층 두께를 갖는 경우 특히 중요하다. 두 개의 바닥 공진기들이 서로 접속되는 종래의 회로에서, 제 2 CRF 적층의 변환은 다시 제 1 CRF 적층의 변환을 상쇄시킬 것이다. 동시에, 이러한 두 개의 방법(다른 층 두께와 크로싱 아웃)에 의해, 임피던스 변환에 대한 매칭의 최적화에서 입수가 가능한 자유도의 수가 증가된다. 따라서, 보다 우수한 집적 임피던스 변환을 갖는 CRF가 대략 동일한 노력으로 구성될 수 있다.
- [0034] 임피던스 변환은 제 2 CRF 단의 BAW 공진기의 공진기 영역이 동시에 상응하여 변화되지 않는다면, 크로싱 아웃 없이도 수행될 수 있다. BAW 공진기의 임피던스 변환 또는 점프는 예로서 압전층과 같이, 재료의 변화를 통해 발생할 수 있다. 예를 들어, 제 1 압전층에 대해 제 2 압전층과는 다른 ϵ 값(유전 상수)을 갖는 재료를 사용하는 것이 가능하다.
- [0035] 따라서 본 발명의 실시예는 CRF에 대한 회로 구현의 가능성 및/또는 제조 방법을 제공하고, 이것을 사용하여 종래의 방법으로 접속된 CRF에서 이미 획득된 4:1, 1:1, 1:4, ...의 고정된 이산적인 변환 비율로 확장하는 것이 가능하며, 따라서 지금까지 비율 오버랩과 임의의 임피던스 변환 비율은 CRF의 도움으로 획득될 수 있다. 본 발명의 다른 장점은 이러한 2단 CRF가 디바이스 내의 필터에 대한 모든 필요조건을 동시에 만족시킨다는 사실에 의해 주어진다. 특히 이러한 CRF는 품질, 플랭크 스텝네스, 전력 호환성, 싱글-밸런싱 전환, 임피던스 변환 및 LC-소자, 벌룬 등의 외부 구성요소의 배제에 대한 필요조건을 만족시킨다. 그러므로, 본 발명의 실시예는 비용, 공간 필요성 및 성능의 측면에서, 듀플렉서와 같은, 그러나 이것으로 제한되는 것은 아닌 기술적인 도전 애플리케이션에 대한 최적의 솔루션이다.
- [0036] 또한, 실시예는 필요한 임피던스 점프가 여러 사이트(예로서, 5개 대신 3개)에 대해 분배될 수 있다는 점에서 바람직하며, 이때 추가의 콘택트 비아에 대한 추가적인 프로세싱 레벨을 설계함으로써 동일한 디바이스 크기를 갖는 동일한 디바이스 설계가 사용될 수 있고 약간의 제조 비용 증가만이 발생한다. 따라서 성능 열화는 강한 비선형 방식의 점프 사이트에서의 임피던스 비율에 의존하기 때문에 선택된 방법은 성공적이다. 예를 들어, 각 점프에서 1:1.2의 임피던스 비율을 갖는 두 개의 점프 사이트는 $1:(1.2)^2 = 1:1.44$ 의 임피던스 비율을 갖는 하나의 점프 사이트보다 낮은 비선형성으로 인해 보다 적은 손실을 의미한다. 따라서, 실시예는 보다 나은 매칭을

허용하며, 디바이스는 보다 나은 성능을 갖고, 그에 따라 보다 적은 삽입 손실과 적은 복귀 손실을 갖는다.

- [0037] 도 1은 제 1 전극(114) 및 제 2 전극(116) 사이에 배치된 압전층(112)을 갖는 BAW 공진기(110)의 단면도를 도시한다. 제 1 전극(114)은 제 1 단자(115)에 접속되고, 제 2 전극(116)은 제 2 단자(117)에 접속된다. BAW 공진기(110)는 기관(210) 상에 형성되고, 이때 음향 미러(220)는 기관(210)과 BAW 공진기(110) 사이에 형성된다. 예를 들어, 음향 미러는 고 음향 임피던스와 저 음향 임피던스를 갖는 재료들의 교번의 층 시퀀스를 포함한다. 도 1에 도시된 예시에서, 음향 미러(220)는 저 음향 임피던스를 갖는 세 개의 층을 포함하되, 제 1 층은 저 음향 임피던스(222a)를, 제 2 층은 저 음향 임피던스(222b)를, 그리고 제 3 층은 저 음향 임피던스(222c)를 갖는다. 또한, 도 1의 예시에서, 음향 미러(220)는 높은 임피던스를 갖는 두 개의 층을 포함하되, 제 1 층은 고 음향 임피던스(224a)를 갖고 제 2 층은 고 음향 임피던스(224b)를 갖는다.
- [0038] 압전층(112)과 제 1 전극(114) 및 제 2 전극(116)으로 형성된 샌드위치 구조는 공진기 영역 위에서 연장하고(도면의 평면에 직교하여 연장하고 단면도에서는 볼 수 없음), 압전층(112)은 사전결정된 층 두께를 포함하며, 이때 사전결정된 층 두께는 예로서 공진기 특성(예로서, 주파수 양상)을 산출하도록 선택된다. 도 1의 종래의 BAW 공진기는 견고하게 장착된 공진기를 나타내는 반면, 다른 실시예에서 BAW 공진기(110)는 음향 미러가 필요하지 않도록 양 측면 상의 공기 계면을 포함할 수 있다. 일반적으로, 압전층은 (압전기적으로 활성 및 비활성인) 복수의 층의 층 시퀀스를 포함한다. 이와 유사하게, 제 1 및 제 2 전극은 층 시퀀스를 포함할 수 있다.
- [0039] 도 2는 제 1 종래의 CRF(310)로부터 제 2 종래의 CRF(320)로의 커플링을 도시하며, 이때 제 1 및 제 2 종래의 CRF(310, 320)는 동일한 층 두께의 압전층을 포함하고, 제 1 BAW 공진기(110a), 제 2 BAW 공진기(110b), 제 3 BAW 공진기(110c) 및 제 4 BAW 공진기(110d)는 BAW 공진기들과 동일한 공진기 영역을 갖는다.
- [0040] 종래의 디바이스에서, 제 1 포트(포트 1)는 제 1 BAW 공진기(110a)로 커플링되고, 제 1 BAW 공진기(110a)는 제 1 음향 커플링 구조(230a)를 통해 제 2 BAW 공진기(110b)로 음향 커플링되며, 이것은 다시 제 3 BAW 공진기(110c)로 전기적으로 커플링된다. 제 3 BAW 공진기(110c)는 다시 제 2 커플링 구조(230b)를 통해 제 4 BAW 공진기(110d)로 음향 커플링된다. 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 BAW 공진기(110a, 110b, 110c, 110d)의 각각은 제 1 전극(114)과 제 2 전극(116) 사이에 배치된 압전층(112)을 포함한다. 이러한 종래의 디바이스에서, 임피던스 점프는 전기 커플링(250b)을 통해 제 1 CRF(310)와 제 2 CRF(320) 사이에서만 발생할 수 있다. 또한, 임피던스 점프는 제 1 포트 및 제 2 포트(포트 2)가 서로 다른 임피던스를 갖고 디바이스로 커플링되었을 때 발생할 수 있다. 이러한 추가의 임피던스 점프는 제 1 전기 커플링(250a) 및 제 2 전기 커플링(250c)에서 발생할 수도 있다.
- [0041] 신호의 흐름은, 입력 신호가 포트(1)에 존재하고, 제 1 BAW 공진기(110a)에서 제 1 음향 커플링 구조(230a)를 통해 제 2 BAW 공진기(110b)로 도달하여 음향 신호로 변환되고 추가적인 전기 신호를 생성하며, 그 다음 전기 커플링(250b)을 통해 제 3 BAW 공진기(110c)에 도달하고, 제 2 음향 커플링 구조(230b)를 통해 제 4 BAW 공진기(110d)로 전송되는 음향 신호로 변환되도록 발생할 수 있다. 그 결과, 전기 출력 신호는 포트(2)에 존재한다.
- [0042] 이것은 다음과 같이 개략적으로 도시될 수 있다:
- [0043] Signal In -> Top R1 -> Bottom R1 -> Bottom R2 -> Top R2 -> Signal Out
- [0044] 지금부터, 제 1 CRF 단 또는 제 1 공진기 적층(입력 공진기)은 R1로 표기되고, 제 2 CRF 단 또는 제 2 공진기 적층(출력 공진기)은 R2로 표기되며, 입력 및 출력 공진기는 교환될 수도 있다.
- [0045] 도 2에 도시된 경로를 출발하는 신호 전달은, 예로서 도 1에서와 같이 설계된 음향 미러(220)를 갖는 기관(210) 상에 형성된 제 2 BAW 공진기(110b) 및 제 3 BAW 공진기(110c)에 의해 억제될 수 있으며, 그에 따라 한편으로는 기관(210)으로의 음향파의 전파가 억제된다. 다른 한편으로, 기관(210)에 대해 반대 방향의 제 1 BAW 공진기(110a) 및 제 4 BAW 공진기(110d)로부터의 신호의 음향 전파는 제 1 BAW 공진기(110a)와 제 4 BAW 공진기(110d) 위에 (즉, 기관(210)으로부터 떨어져 대향하는 면 상에) 형성된 공기 계면에 의해 제한될 수 있다.
- [0046] 도 3은 음향 커플링되고 커플링된 공진기 필터(410)를 형성하는 제 1 BAW 공진기(110a) 및 제 2 BAW 공진기(110b)를 갖는 본 발명의 실시예를 도시한다. 여기에서 음향 커플링(240)은 커플링 구조(230)에 의해 정의되며, 이때 커플링 구조(230)는 음향 미러(220)와 유사하게, 서로 다른 음향 임피던스를 갖는 층의 시퀀스(고 음향 임피던스와 저 음향 임피던스가 교번하는 직렬)를 포함할 수 있다. 도 3의 실시예에서, 제 1 BAW 공진기(110a)는 층 두께(d1)를 갖는 제 1 압전층(112a)을 포함하고, 이것은 제 1 영역(A1) 상의 제 1 전극(114a)과 제 2 전극(116a) 사이에 형성된다. 제 1 BAW 공진기(110a)의 제 1 전극(114a)은 제 1 단자(115a)로 접속되고, 제 1 BAW 공진기(110a)의 제 2 전극(116a)은 제 2 단자(117a)에 접속된다. 제 1 및 제 2 단자(115a, 117a)는 제 1 포트(포트 1)를 형성한다. 제 2 BAW 공진기(110b)는 제 2 영역(A2) 상에서 제 1 전극(114b)과 제 2 전극(116b) 사

이에 배치된, 층 두께(d2)를 갖는 제 2 압전층(112b)을 포함한다. 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 1 전극(114b)은 제 1 단자(115b)에 접속되고, 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 2 전극(116b)은 제 2 단자(117b)에 접속되며, 이때 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 1 및 제 2 단자(115b, 117b)는 제 2 포트(포트 2)를 형성한다.

[0047] 제 1 압전층(112a)의 층 두께(d1) 및 제 2 압전층(112b)의 층 두께(d2)는 서로 다른 값을 포함할 수 있으며, 제 1 BAW 공진기(110a)의 제 1 공진기 영역(A1)과 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 2 공진기 영역(A2)은 서로 다른 값을 포함할 수 있다.

[0048] 제 1 BAW 공진기(110a)의 임피던스는, 다른 것들보다도, 압전층(112a)의 층 두께(d1)와 제 1 공진기 영역(A1)에 의해 주어진다. 이와 유사하게, 제 2 BAW 공진기(110b)의 임피던스는 다른 것들보다도, 제 2 압전층(112b)의 층 두께(d2)와 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 2 공진기 영역(A2)에 의해서 주어진다. 또한, 제 1 및 제 2 BAW 공진기(110a, 110b)의 임피던스는 각각의 압전층에 사용되는 압전 재료에 의존한다. 공진기 영역(A1, A2) 뿐 아니라 제 1 및 제 2 BAW 공진기(110a, 110b)의 압전층의 층 두께 값(d1, d2)이 서로 다른 값을 가질 수 있기 때문에, 임피던스 점프는 제 1 BAW 공진기(110a)로부터 제 2 BAW 공진기(110b)로의 신호의 전이에서의 포트(1)로부터 포트(2)로의 신호의 전송(또는 그 역 방향에서)에서 발생한다. 예를 들어, 제 1 BAW 공진기(110a)의 임피던스와는 다른 임피던스를 갖는 전기 디바이스가 포트(1)에서 부착될 때, 추가의 임피던스 점프가 발생할 수 있으며, 제 3 임피던스 점프는 제 2 BAW 공진기(110b)의 임피던스와는 다른 임피던스를 갖는 전기 디바이스가 포트(2)에 부착되었을 때 유사하게 발생할 수 있다.

[0049] 제 1 BAW 공진기(110a)로부터 제 2 BAW 공진기(110b)로의 (또는 그 역으로의) 신호 에너지의 음향 전송에서 가능한 최대한 작은 손실을 갖기 위해, 커플링 층(230)은 적절한 방식으로 설계된다. 적절한 설계는 수평 방향에서의 에너지 전파 및 그에 따른 공진기 영역에 평행인 방향에서의 에너지 전파가 최대한 억제되어, 음향파가 실질적으로 구간적인 평면에서만 전파되도록 (그리고 수평 방향에서는 전파되지 않도록) 선택된다. 이러한 전파 방향은 음향 커플링(240)의 화살표에 의해 표시된다. CRF(410)에서, 예로서 제 1 BAW 공진기(110a) 내의 포트(1)에 존재하는 전기 신호는, 음향 커플링(240)의 결과로서 제 2 BAW 공진기(110b)로 전파되는 음향 신호로 전환되며, 이는 제 2 BAW 공진기(110b) 내의 포트(2)에 존재하는 전기 출력 신호를 생성한다.

[0050] 도 4는 제 1 및 제 2 BAW 공진기(110a, 110b)의 제 1 및 제 2 공진기 영역(A1, A2)(서로 다름) 사이의 음향파의 전파가 가능한 한 손실이 없이 적용될 수 있도록 하는 커플링 구조(230)의 가능한 설계를 도시한다. 도 4는 커플링 구조(230) 상에서의 평면도(즉 도 3에 도시된 바와 같은 단면도에 직교함)를 도시하며, 이때 커플링 구조(230)의 오직 일부만을 볼 수 있고, 도 3의 커플링 구조(230)의 중심 영역 내부일 수 있는 주 영역(231)의 중심 지점(O)으로부터 에지 영역까지이다. 도 4에 도시된 커플링 구조(230)는 제 1 영역(232), 제 2 영역(233) 및 제 3 영역(234)이 에지 영역 내에 형성되어 중심 지점(O)으로부터 에지까지의 거리가 점차 작아지도록 설계된다. 동일한 방식으로, 주 영역(231)과 제 1 영역(232) 사이, 제 1 영역(232)과 제 2 영역(233) 사이, 제 2 영역(233)과 제 3 영역(234) 사이의 갭(235, 236, 237)은 중심 영역 또는 중간 지점(O)으로부터 더 멀리 떨어져 지게 된다.

[0051] 예를 들어, 고 음향 임피던스를 갖는 층은 도 4에 도시된 설계를 포함할 수 있고, 따라서 이것은 제 1 BAW 공진기(110a) 및 제 2 BAW 공진기(110b) 사이의 서로 다른 공진기 영역을 조정하고/하거나 그에 상응하여 음향파를 포커싱 또는 디포커싱한다.

[0052] 도 5는 제 1 CRF 단(410)과 제 2 CRF 단(420)을 갖고 전기적으로 커플링된 실시예를 도시하며, 각 CRF 단의 소자는 도 3에서 더욱 자세하게 기술되었다. 이 실시예는, 제 1 BAW 공진기(110a)의 제 1 공진기 영역(A1), 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 2 공진기 영역(A2), 제 3 BAW 공진기(110c)의 제 3 공진기 영역(A3) 및 제 4 BAW 공진기(110d)의 제 4 공진기 영역(A4)이 서로 다르게 선택된다는 점에서 도 2에 도시된 종래의 구조와 다르다. 이것은 제 1 BAW 공진기(110a)의 임피던스와 제 2 BAW 공진기(110b)의 임피던스가 서로 다르기 때문에 임피던스 점프가 제 1 BAW 공진기(110a)와 제 2 BAW 공진기(110b) 사이에서의 신호(240a)의 음향 전송을 발생시킨다는 것을 의미한다. 유사하게, 공진기 영역(A3)이 제 4 BAW 공진기(110d)의 공진기 영역(A4)와 비교하여 다르게 선택되었기 때문에 제 3 BAW 공진기(110c)의 임피던스는 제 4 BAW 공진기(110d)의 임피던스와 다르다. 따라서, 임피던스 점프는 제 3 BAW 공진기(110c)로부터 제 4 BAW 공진기(110d)로의 음향 전송(240b)을 발생시킨다.

[0053] 따라서 도 5에 도시된 실시예에서, 5개의 임피던스 점프가 함께 발생할 수 있다: 전기 커플링(250a)에서의 제 1 임피던스 점프(만약 제 1 포트(포트 1)에서 커플링된 전기 디바이스가 제 1 BAW 공진기(110a)의 임피던스와는 다른 임피던스를 갖는 경우), 제 1 BAW 공진기(110a)와 제 2 BAW 공진기(110b) 사이의 음향 커플링(240a)에서의 제 2 임피던스 점프, 만약 예를 들어 공진기 영역(A2) 및 (A3)이 서로 다르게 선택된 결과 제 2 BAW 공진기

(110b)의 임피던스가 제 3 BAW 공진기(110c)의 임피던스와 다를 경우, 제 2 BAW 공진기(110b)와 제 3 BAW 공진기(110c) 사이의 전기 커플링에서의 제 3 임피던스 점프가 존재한다. 제 4 임피던스 점프는 서로 다른 임피던스를 갖는 제 3 BAW 공진기(110c)와 제 4 BAW 공진기(110d) 사이의 음향 커플링(240b)에서 발생할 수 있다. 마지막으로, 제 5 임피던스 점프는, 만약 제 2 포트(포트 2)에서 커플링될 수 있는 출력 디바이스가 제 4 BAW 공진기(110d)의 임피던스와는 다른 출력 임피던스를 갖는 경우 발생할 수 있다. 따라서, 제 5 임피던스 점프는 전기 커플링(250c)에서 발생한다.

[0054] 그러므로, 제 1 포트로부터 제 2 포트로의 임피던스의 전체 변환율은 예로서 1:2의 비율을 포함하는 것이 가능하다. 따라서 이러한 미스매치는 5개의 커플링 또는 계면(250a, 250b, 250c, 240a, 240b) 전체에 걸쳐 동등하게 분배될 수 있다. 예를 들어, 만약 1:1.15를 포함하는 두 개의 커플링된 BAW 공진기의 공진기 영역의 영역 비율이 생성되는 경우를 보자. 예컨대: $A4=1.15 \cdot A3=(1.15)^2 \cdot A2=(1.15)^3 \cdot A1$ 이다. 따라서, 제 1 및 제 2 전극의 직사각형 설계에서, 예지 길이는 예컨대 1:1.07의 비율을 갖는다. 이것은, $50\mu\text{m}$ 의 예지 길이를 갖는 BAW 공진기에 있어서, 예컨대 각 측면 상에서 보다 작은 공진기에 대한 보다 큰 공진기의 돌출부가 $2\mu\text{m}$ 보다 작다는 것을 의미한다(약 $1.75\mu\text{m}$). 이러한 작은 오프셋을 사용하여, 음향파의 일반적인 수평 드롭의 연장이 적절한 오버랩에 충분하다.

[0055] 도 6은 변조된 커플링 구조(230)에 의해 도 5에 도시된 실시예와는 다른 실시예를 도시한다. 도 5와 유사하게, 도 6의 실시예는 서로 다른 임피던스를 갖는 4개의 BAW 공진기들이 전기적/음향적으로 커플링된 예시를 도시하며, 이때 서로 다른 임피던스는 서로 다른 공진기 영역에 의해 발생된다(소자들은 도 3에 더욱 자세하게 기술되었다).

[0056] 특히 만약 보다 큰 임피던스 점프가 음향 커플링에 의해 극복된다면, 만약 커플링 구조(230)가 서로 다른 공진기 영역들에 대해 음향파를 적응시키는 경우 유용하고 도움이 될 수 있다. 예를 들어, 제 1 BAW 공진기(110a)는 제 1 공진기 영역(A1)을 가질 수 있고, 제 2 BAW 공진기(110b)는 제 2 공진기 영역(A2)을 가질 수 있으며, 그에 따라 영역(A1)과 영역(A2)이 서로 달라 제 1 BAW 공진기(110a)로부터 제 2 BAW 공진기(110b)로의 음향 신호의 전송 동안 보다 큰 (신호) 손실을 발생시킬 수 있다. 이러한 경우, 제 1 BAW 공진기(110a)와 제 2 BAW 공진기(110b) 사이의 커플링 구조(230)는 프레넬 렌즈 또는 프레넬 렌즈 구조의 형태로 설계될 수 있다. 회절 및 산란 효과의 결과, 음향파의 전파 또는 파면(wave front)은 그에 상응하여 포커싱 또는 디포커싱될 수 있다. 따라서 이러한 렌즈 구조는 구현될 또는 브릿징될 보다 큰 영역 차의 결과로서 보다 큰 임피던스 점프를 가능케 한다.

[0057] 도 6에 도시된 실시예에서, 커플링 구조(230)는 저 음향 임피던스를 갖는 두 개의 커플링 층(231a, 231b)을 포함하며, 그 사이에는 고 음향 임피던스를 갖는 층(232a)이 위치한다. 프레넬 렌즈는 고 음향 임피던스를 갖는 층이 예지 영역을 포함하되, 예지 영역 내에서 고 음향 임피던스를 갖는 적어도 하나의 층이 예지로 향할수록 점차 넓은 크기의 개구부(235b, 236b, ...)를 포함하도록 형성될 수 있다. 그러므로, 고 음향 임피던스를 갖는 커플링 층은 외부로 향하여 감소되는 크기를 가지고 고리 또는 점에 의해 둘러싸이도록 가로로 구조화된다. 도 4에 도시된 고리형 설계의 예시에서 그 반경이 점(O)에서의 거리가 증가하면서 감소되는 반면, 점-형(point-shaped) 설계에서 영역(232, 233, 234)은 원형 구조를 가질 수 있다. 만약 커플링 구조(230)가 고 음향 임피던스를 갖는 추가의 층들을 포함한다면, 이러한 고 음향 임피던스를 갖는 추가의 층들 각각은 자신의 예지 영역 내에 프레넬과 같은 구조를 가질 수 있으며, 이때 개구부 영역(235b, 236b, ...)의 배치는 두 개의 음향 커플링된 BAW 공진기 사이의 신호 전달에서의 손실이 최소화되도록 발생할 수 있다.

[0058] 도 7은 제 1 CRF 단(410), 제 1 BAW 공진기(110a) 및 제 2 BAW 공진기(110b)의 BAW 공진기들이 동일한 공진기 영역(A1)을 구비하고, 제 2 CRF 단(420), 제 3 BAW 공진기(110c) 및 제 4 BAW 공진기(110d)의 BAW 공진기들 또한 동일한 공진기 영역(A4)을 구비하는 본 발명의 실시예를 도시한다. 그러나, 제 1 BAW 공진기(110a) 및 제 2 BAW 공진기(110b)는 서로 다른 압전층의 두께를 포함한다. 제 1 압전층(112a)의 층 두께(d1)는 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 2 압전층(112b)의 층 두께(d2)와는 다르다. 이러한 경우에서, 제 2 BAW 공진기(110b)의 층 두께(d2)는 제 1 BAW 공진기(110a)의 층 두께(d1)보다 크다. 유사하게, 제 4 BAW 공진기(110d)의 압전층(112d)의 층 두께(d1)는 제 3 BAW 공진기(110c)의 압전층(112c)의 층 두께(d2)보다 크다. 전술된 실시예와는 반대로, 여기에서 제 2 BAW 공진기(110b)와 제 4 BAW 공진기(110d)는 전기적으로 접속된다.

[0059] 압전층의 서로 다른 층 두께로 인해 제 1 BAW 공진기(110a)와 제 2 BAW 공진기(110b)의 임피던스가 서로 다르며, 제 4 BAW 공진기(110d)의 임피던스 또한 제 3 BAW 공진기(110c)의 임피던스와 비교하여 다르게 된다. 제 1 BAW 공진기(110a)와 제 2 BAW 공진기(110b)의 공진기 영역(A1) 또한 제 3 BAW 공진기(110c)와 제 4 BAW 공진기(110d)의 공진기 영역(A4)과 다르며, 모든 BAW 공진기들의 임피던스는 서로 다르다. 따라서, 5개의 임피

던스 점프를 함께 구현하는 것이 가능하다. 제 1 BAW 공진기(110a)의 임피던스가 업스트림 디바이스의 임피던스와 다른 한, 제 1 임피던스 점프는 제 1 포트(포트 1)에서 구현될 수 있다. 제 2 임피던스 점프는 제 1 BAW 공진기(110a)로부터 제 2 BAW 공진기(110b)로의 음향 신호의 전이에서 발생하며, 제 2 임피던스 점프는 음향 커플링(240a)에 의해 브릿징된다. 제 3 임피던스 점프는 제 4 BAW 공진기(110d)로의 제 2 BAW 공진기(110b)의 전기 커플링에서 발생하며, 이때 서로 다른 임피던스가 서로 다른 공진기 영역(A1, A4)으로 인해 발생된다. 제 4 임피던스 점프는 제 4 BAW 공진기(110d)로부터 제 3 BAW 공진기(110c)로의 음향 신호의 전기에서 발생하며 이것은 음향 커플링(240b)에 의해 브릿징된다. 마지막으로, 제 5 임피던스 점프는, 만약 제 3 BAW 공진기(110c)의 임피던스가 다운스트림 디바이스의 임피던스와 다른 경우 가능하다 (도 7에 도시되지 않음).

[0060] 따라서, 도 7에 도시된 실시예에서, 예로서 입력 신호는 제 1 포트에 존재할 수 있고, 제 1 포트는 제 1 BAW 공진기(110a)의 두 개의 전극으로 접속된다. 제 1 BAW 공진기(110a)는 음향 커플링(240a)을 통해 제 2 BAW 공진기(110b)로 음향 커플링된다. 제 2 BAW 공진기(110b)는, 예로서 제 4 BAW 공진기(110d)의 제 1 전극에 전기적으로 접속된 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 1 전극 및 제 4 BAW 공진기(110d)의 제 2 전극에 전기적으로 접속된 제 2 BAW 공진기(110b)의 제 2 전극에 의해, 제 4 BAW 공진기(110d)로 전기적으로 연결된다. 제 4 BAW 공진기(110d)는 음향 커플링(240b)을 통해 제 3 BAW 공진기(110c)로 음향 커플링되고, 제 3 BAW 공진기(110c)의 전극은 이 실시예에서 제 2 포트의 두 개의 단자를 포함한다. 서로 다른 기수법(notiation)에서, BAW 공진기들의 카운팅이 신호 경로를 따를 수 있으며, 즉 제 4 및 제 3 BAW 공진기(110d, 110c)가 반대로 표시될 수 있다(제 3 BAW 공진기(110c)는 상부이고 제 4 BAW 공진기(110d)는 하부임).

[0061] 따라서, 도 7의 실시예는 제 1 BAW 공진기(110a)와 제 2 BAW 공진기(110b) 사이의 제 1 음향 커플링(240a)과 제 4 BAW 공진기(110d)와 제 3 BAW 공진기(110c) 사이의 제 2 음향 커플링(240b)인 두 개의 음향 커플링을 도시한다. 또한, 도 7의 실시예는 제 1 포트와 제 1 BAW 공진기(110a)의 두 개의 전극들 사이의 제 1 전기 커플링(250a)와, 제 2 BAW 공진기(110b)의 두 개의 전극들과 제 4 BAW 공진기(110d)의 두 개의 전극들 사이의 제 2 전기 커플링(250b) 및 마지막으로 제 3 BAW 공진기(110c)의 두 개의 전극들과 제 2 포트의 두 개의 단자들 사이의 제 3 전기 커플링(250c)인 세 개의 전기 커플링을 포함한다.

[0062] 따라서 획득되는 접속은 다음과 같은 신호 경로로 표현될 수 있다:

[0063] Signal In -> Top R1 -> Bottom R1 -> Top R2 -> Bottom R2 -> Signal Out

[0064] 그러나, 입력 및 출력 신호의 선택(신호 입력 및 신호 출력)은 순전히 임의적이며, 다른 실시예에서 입력 신호는 제 2 포트에 존재하고 출력 신호가 제 1 포트에 존재할 수도 있다.

[0065] 도 8은 입력 신호로부터 출력 신호로의 싱글-밸런싱 모드 변환에 대한 가능한 구현을 도시한다. 예를 들어, 제 2 CRF 단(420)은 두 개의 CRF 단(220a, 220b)으로 대체될 수 있으며, 제 2 CRF 단(220a)은 제 3 BAW 공진기(110c) 및 제 4 BAW 공진기(110d)를 포함하고, 추가의 CRF 단(220b)은 제 5 및 제 6 BAW 공진기(110e, 110f)를 포함한다. 제 3 BAW 공진기(110c) 및 제 4 BAW 공진기(110d)는 제 3 및 제 5 BAW 공진기(110c, 110e)의 제 1 전극(114c, 114e)을 서로 접속시키고 제 2 전극(116c, 116e)을 서로 접속시킴으로써 병렬 접속된다. 다른 한편으로, 제 4 BAW 공진기(110d)의 제 1 전극(114d)은 포트(2)에 대해 단자(1)(예로서, 접지)를 제공하는 제 6 BAW 공진기(110f)의 제 2 전극(116f)과 접속된다. 남아있는 전극들인 제 4 BAW 공진기(110d)의 제 2 전극과 제 6 BAW 공진기(110f)의 제 1 전극(114f)은 포트(2)의 단자(2) 및 단자(3)를 제공하며, 여기에서 신호가 서로에 대해 (180° 만큼) 위상 시프트될 것이다. 물론, 제 1 CRF 단(410)도 두 개의 CRF로 대체될 수 있으며, 이에 상응하는 BAW 공진기들은 본 명세서에서 도시된 바와 동일한 방식으로 접속되고 그 결과 포트(1)에서도 밸런스 신호를 제공한다.

[0066] 따라서, 획득되는 실시예에서, 회로의 매칭 사이트(matching sites), 즉 신호가 하나의 기능 유닛으로부터 다음 기능 유닛으로 전파되는 신호 경로 내의 위치가 회로 기술의 측면에서 설계되어, 임피던스 점프가 극복되지 않거나 또는 가능한 한 적게 극복된다. 이러한 서로에 대한 임피던스의 적응은 "매칭"으로 지칭된다. 이러한 모든 사이트들이 도 2-7에서 전기 매칭(또는 커플링)에 대해서는 원형으로, 음향 매칭(또는 커플링)에 대해서는 확실 표로, 점선을 사용해 도시되었다.

[0067] 종래의 디바이스에서, 도 2에 도시된 바와 같이, 입력 임피던스 Z_0 으로부터 출력 임피던스 Z_1 로의 변환을 극복하기 위해, 세 개의 매칭 사이트가 존재하며 이들은 이와 같이 최적화될 수 있다:

[0068] Top R1으로부터의 입력 임피던스 Z_0 ,

- [0069] Bottom R1으로부터 Bottom R2,
- [0070] Top R2로부터 출력 임피던스 Z1.
- [0071] 예를 들어, 만약 50Ω에서 100Ω으로의 임피던스 변환이 구현된다면, 이것은 1:2의 변환율과 같고, 따라서 도 2의 종래의 접속에서 2배가 세 개의 매칭 사이트에 분배된다. 만약 세 개의 사이트가 A, B, C로 표시되고/되거나 세 개의 임피던스 비율(또는 점프)가 a1, a2, a3로 지정된다면, 아래와 같다:
- [0072] $Z0/Z1 = Z0/ZA*ZA/ZB*ZB/Z1 = a1*a2*a3 = 2.$
- [0073] 동일한 분배도 가능하고,
- [0074] $a1 = a2 = a3 = \sqrt[3]{2}$ 이며,
- [0075] 따라서 a1 ~ 1.26이다. 그러나 이것이 최적의 솔루션일 필요는 없으며, 재분배가 이루어질 수 있고, 이때 정확한 비율이 디바이스 시뮬레이션에 의해 결정될 수 있다.
- [0076] 세 개의 사이트에 대한 분배는 여전히 기술적으로 가능하지만, 전반적인 필터의 성능은 이미 삽입 손실 및 복귀 손실 신호에 따라 뚜렷하게 문제를 겪을 것이다. 구성에서, 도 2에 도시된 바와 같이, 신호가 각각 반대 방향으로 두 개의 공진기(R1)(제 1 CRF 단(310)) 및 공진기(R2)(제 2 CRF 단(320))를 통과하기 때문에, 음향 인터페이스는 임피던스 매칭에 사용될 수 없다. 따라서, 예로서 제 1 BAW 공진기(110a)로부터 제 2 BAW 공진기(110b)로의 R1의 각 변환은, 예로서 제 3 BAW 공진기(110c)로부터 제 4 BAW 공진기(110d)로의 제 2 CRF 단(320)에서의 역변환에 의해 R2에 대해 다시 보상될 것이다.
- [0077] 도 7에 도시된 크로스아웃된 회로에서, 두 개의 공진기(R1, R2)들이 동일한 방향에서 통과됨으로써 공진기들을 통한 음향 임피던스 변환이 사용될 수 있음을 볼 수 있다. 따라서, 5개의 인터페이스(두 개의 음향 인터페이스(240a, 240b) 및 세 개의 전기 인터페이스(250a, 250b, 250c))는 본 발명에서의 임피던스 매칭에서 사용가능하다. 그에 따라 획득되는 가요성은 예로서 최소 성능 손실에서 Z0으로부터 Z1로의 임피던스 변환에 대한 필요성을 만족시키는 데에 사용될 수 있다. 전술된 바와 같은 동일한 예시에서(50Ω 내지 100Ω), 미스매치의 동일한 분배가 다음과 같으며
- [0078] $(a1)^5 = 2,$
- [0079] 그러므로 매 임피던스 점프에서 $a1 \sim \sqrt[5]{2}$ 또는 약 1:1.15의 미스매치가 발생한다. 이것은 전술된 1:1.26에서 보다 뚜렷하게 적은 성능 열화를 나타낸다(전술된 비선형성으로 인해).
- [0080] 만약 제 1 BAW 공진기(110a) 및 제 4 BAW 공진기(110d)의 압전층의 층 두께가 서로 다르게 선택될 수 있다면, (도 7에서) 제 2 BAW 공진기(110b)로부터 제 4 BAW 공진기(110d)로의 크로싱 아웃, 즉 전기적인 접속이 생략될 수 있다. 이러한 경우에서, 도 2에 도시된 바와 같은 회로에서와 같이, 제 2 BAW 공진기(110b)와 제 3 BAW 공진기(110c)의 전기 접속이 구현될 수 있다. 그러나, 전술된 바와 같은 보상 효과를 방지하기 위해서, 제 4 BAW 공진기(110d)의 압전층의 층 두께(d4)가 제 3 BAW 공진기(110c)의 압전층의 층 두께(d2)보다 커야하고, 그러므로 제 4 BAW 공진기(110d)의 층 두께(d4)는 제 1 BAW 공진기(110a)의 층 두께(d1)보다 크다. 따라서 압전층의 층 두께 선택은 비아가 생략될 수 있다는 장점을 가질 것이며, 이것은 프로세싱을 단순화한다.
- [0081] 압전층의 층 두께의 변화와 개별적인 BAW 공진기의 공진기 영역의 변화와는 별개로, 다양한 재료를 통해 BAW 공진기의 임피던스를 변화시키는 것 또한 가능하다. 간단한 방법은 예로서 서로 다른 ε 값을 갖는 압전층을 사용하는 것이다. 특히, 만약 BAW 공진기가 서로 포개져서 배치된 두 개의 압전층을 따라 서로 다른 사이트에서 배치되었다면, 상단 압전층과 하단 압전층에 대해 서로 다른 재료를 사용하는 것이 가능하다.
- [0082] 다른 실시예에서, 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 전극들 중 적어도 하나의 전극은 예로서 텅스텐(W), 몰리브덴(Mo), 팔라듐(Pa)과 같은 서로 다른 음향 임피던스의 재료를 갖는 층 조립체를 포함한다. 특히 Mo 및 W는 높은 전도성을 가지며, 또한 CMOS 기술과 호환가능하다. 복수의 층을 포함하는 전극들을 구성하는 기본적인 장점은 결과적인 공진기의 보다 높은 전자기계적 커플링 계수를 나타내어 보다 넓은 필터 대역폭을 가능케 한다는 점이다.
- [0083] 일반적으로, 압전층은 하나 이상의 서로 다른 층들을 포함할 수 있으며, 서로 다른 층들 중 적어도 하나는 압전 동작을 나타낸다. 압전층을 샌드위치시키는 최상단 전극과 바닥 전극 사이의 다른 층들은 비-압전 동작 유전체일 수 있거나 또는 다른 층들은 온도 계수 보상과 같은 특별한 성능 효과를 획득하거나 접착층 등의 제조를 용

이하에 한다. 또한, 다른 층들은 전형적으로 "실제" 압전 (동작) 층에 비교하였을 때 보다 얇다.

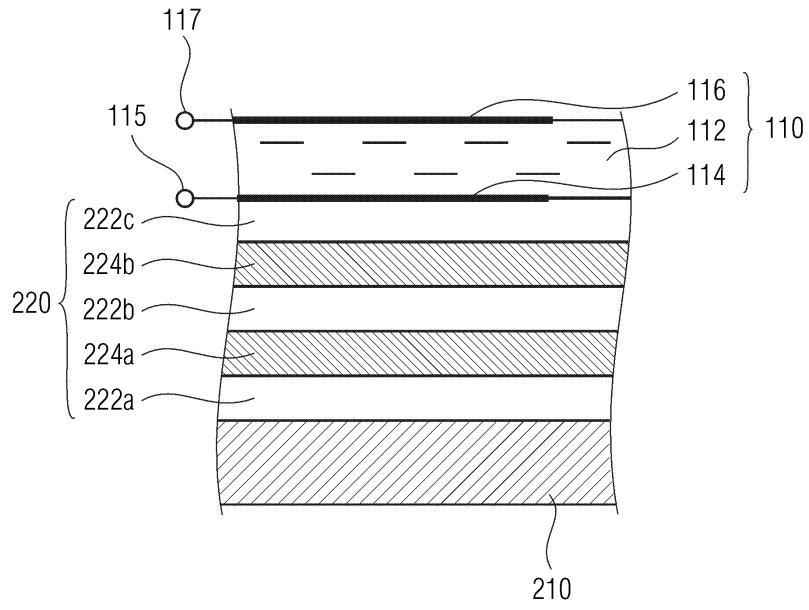
- [0084] 마지막으로, 고 음향 임피던스를 갖는 층으로 가능한 재료는, 예로서 W, Mo, Pt, Ta, TiW, TiN, Ir, WSi, Au, Al₂O₃, SiN, Ta₂O₅ 및 지르코늄 산화물이며, 이때 마지막 네 개는 유전체 재료이다. 압전층으로 가능한 재료는 예로서 AlN, ZnO, PZT 및 LiNbO₃이다. 저 음향 임피던스용 재료는 예로서 알루미늄이다.
- [0085] 다른 실시예는 자신의 위에 제 1 CRF(410) 및 제 2 CRF(420)가 형성되는 기관, 음향 미러 및 추가의 음향 미러도 포함한다. 음향 미러는 기관과 제 2 BAW 공진기(110b) 사이에 형성되고 추가의 음향 미러는 기관과 제 3 BAW 공진기(110c) 사이에 형성된다. 음향 미러 및 추가의 음향 미러는 고 음향 임피던스와 저 음향 임피던스의 교번하는 층 조립체를 포함할 수 있다.
- [0086] 전술된 프레넬 렌즈 또는 BAW 공진기들 사이에서 전파되는 음향파의 파면을 조정(adapting)하기 위한 보다 일반적인 수단은, 음향파의 전파가 포커싱 또는 디포커싱되도록 다양한 크기의 개구부를 갖는 고 음향 임피던스의 층을 포함할 수 있다.
- [0087] 실시예는 또한 전기적으로 접속 및/또는 음향 커플링되고 제 1 및 제 2 포트를 포함하는 BAW 공진기들의 임피던스를 매칭시키는 방법을 포함한다. 임피던스는 제 1 및 제 2 포트 사이의 삼입 손실을 최소화하도록 선택될 수 있는 사전결정된 비율을 따를 것이다. 다른 실시예에서 제 1 임피던스 대 제 2 임피던스의 비율은 제 2 임피던스 대 제 3 임피던스의 비율과 동일하고 제 3 임피던스 대 제 4 임피던스의 비율과 동일하다. 이 방법에 따르면, 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 임피던스는 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 BAW 공진기(110a-110d)를 형성하는 압전층의 층 두께를 선택함으로써 조정될 수 있고 제 1, 제 2, 제 3 및 제 4 BAW 공진기(110a-110d)의 공진기 영역을 선택함으로써도 조정될 수 있다.

도면의 간단한 설명

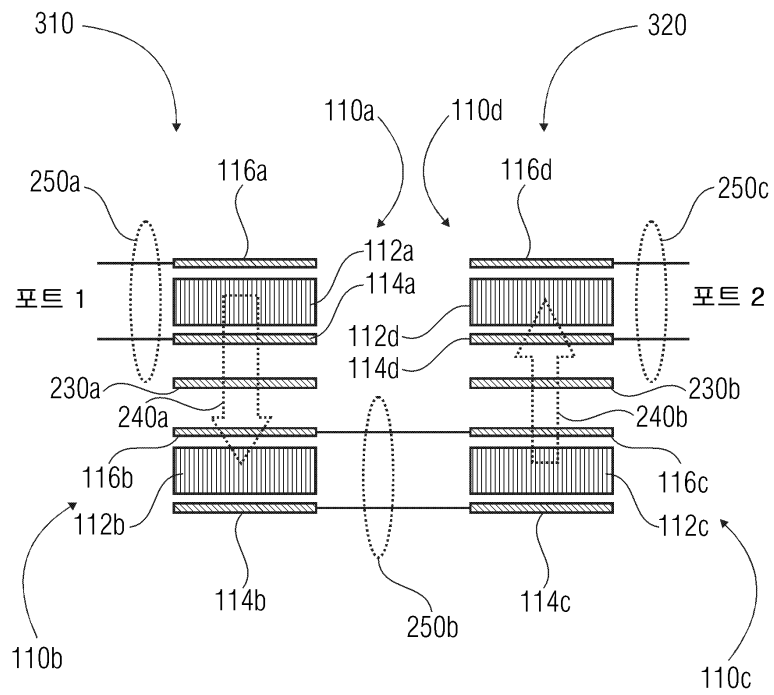
- [0088] 도 1은 종래의, 음향 미러를 구비하는 기관 상의 BAW 공진기를 도시한 도면,
- [0089] 도 2는 종래의, 두 개의 커플링된 공진기 필터 단(stages) 사이에서의 커플링을 도시한 도면,
- [0090] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 서로 다른 임피던스를 갖는 음향 커플링된 BAW 공진기들을 도시한 도면,
- [0091] 도 4는 프레넬 렌즈 구조를 구비하는 음향 커플링 층 구조를 도시한 도면,
- [0092] 도 5는 공진기 영역에서의 편차(deviations)에 의한 임피던스 변환을 갖는 두 개의 커플링된 CRF 단(stages)을 도시한 도면,
- [0093] 도 6은 프레넬 렌즈 구조를 포함하는 음향 커플링 층 구조를 구비하는 두 개의 커플링된 CRF 단을 도시한 도면,
- [0094] 도 7은 서로 다른 압전층 두께를 갖는 BAW 공진기들을 포함하는 두 개의 커플링된 CRF 단을 도시한 도면,
- [0095] 도 8은 두 개의 전기적으로 커플링된 CRF 디바이스에 의한 싱글-밸런스 전환(single-to-balanced conversion)을 도시한 도면.

도면

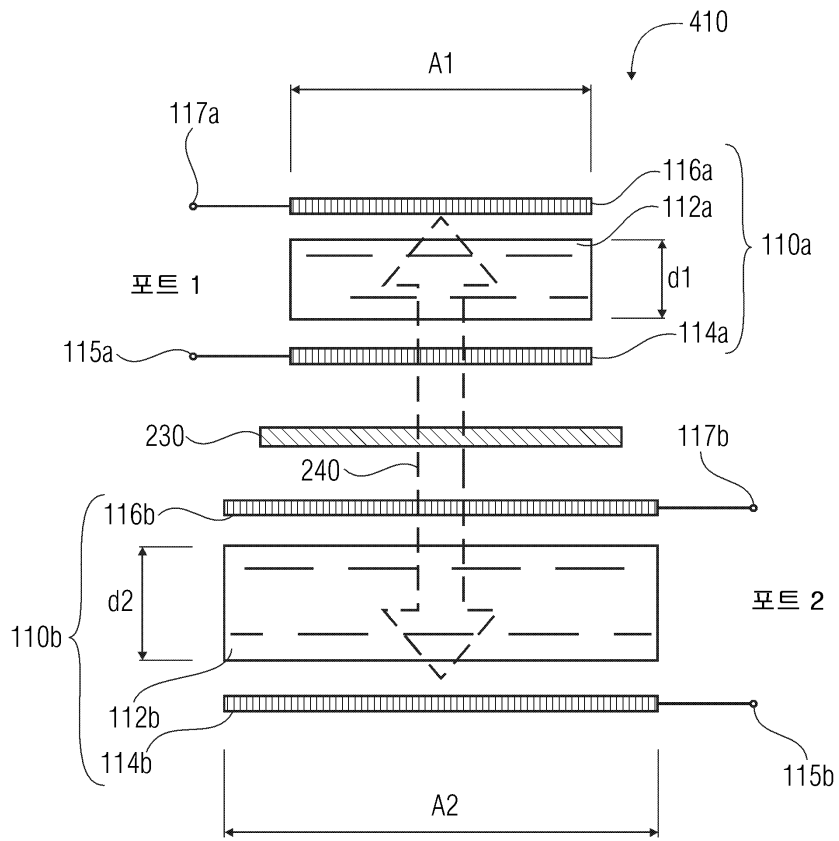
도면1



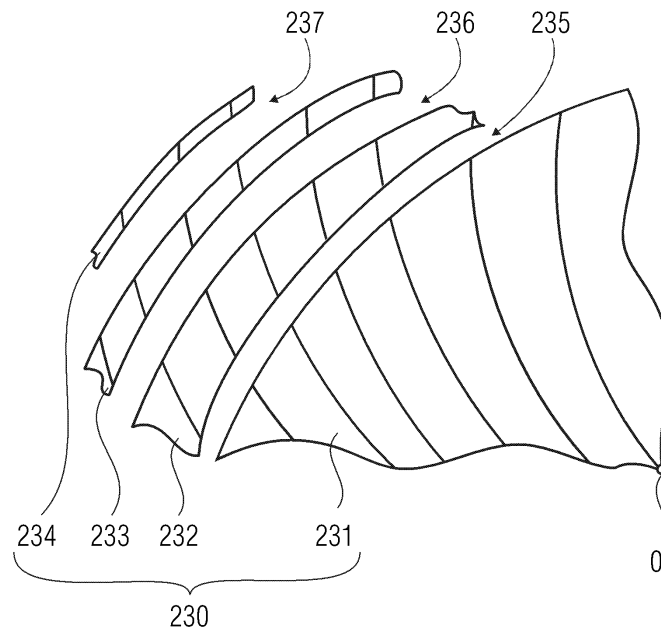
도면2



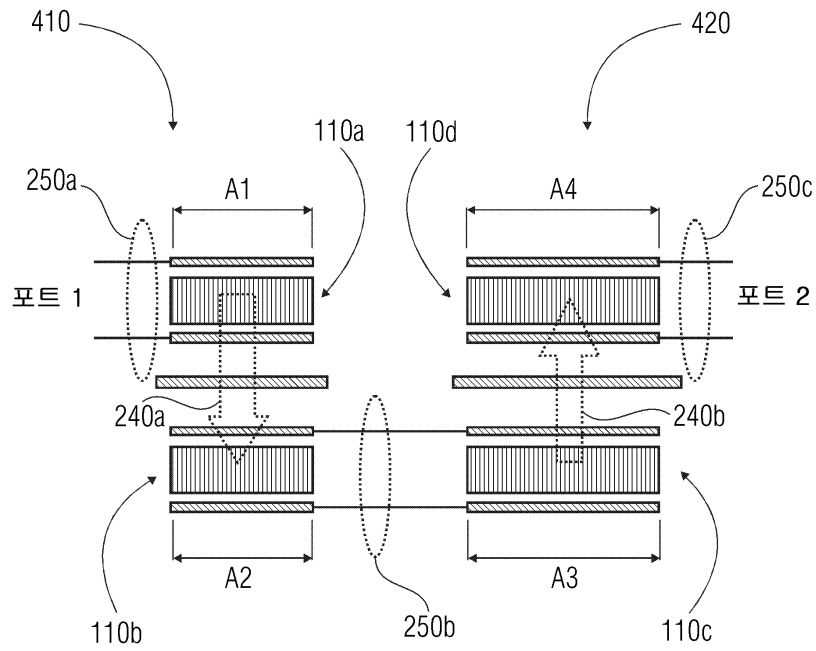
도면3



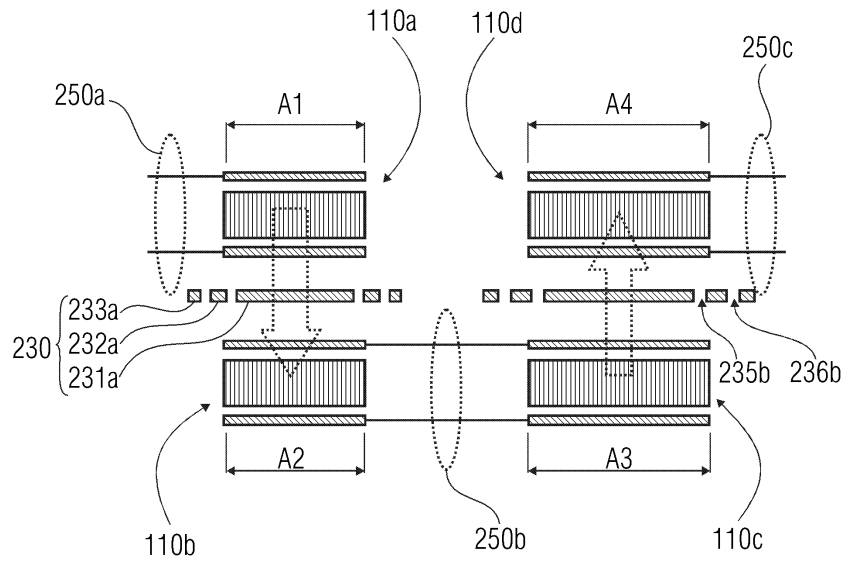
도면4



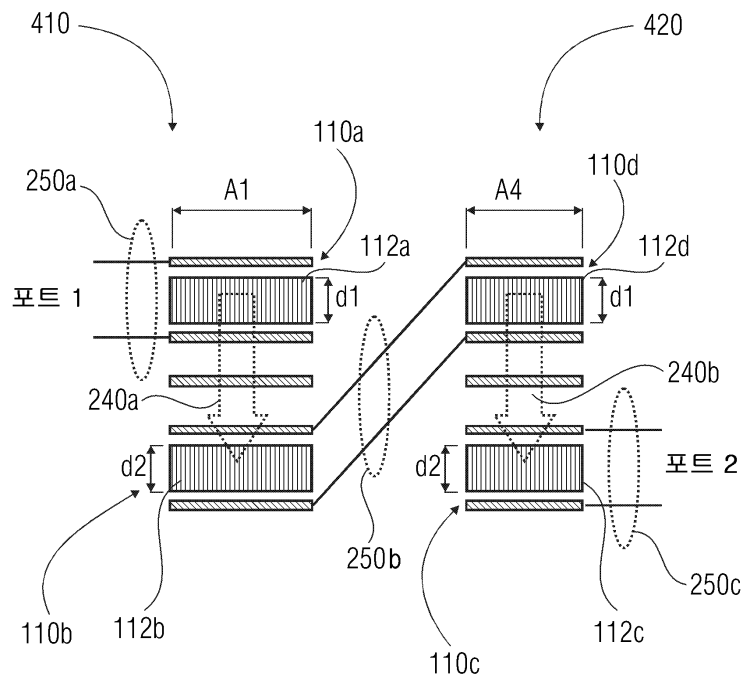
도면5



도면6



도면7



도면8

