

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.

H03H 9/02 (2006.01)

H03H 9/145 (2006.01)

(11) 공개번호

10-2006-0028811

(43) 공개일자

2006년04월03일

(21) 출원번호 10-2006-7000492

(22) 출원일자 2006년01월09일

번역문 제출일자 2006년01월09일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2004/006499

(87) 국제공개번호

WO 2005/006547

국제출원일자 2004년06월16일

국제공개일자

2005년01월20일

(30) 우선권주장

103 31 323.0

2003년07월10일

독일(DE)

(71) 출원인

에프코스 아게

독일 뮌헨 장크트-마틴-슈트라쎈 53 (우 81669)

(72) 발명자

마이어, 마르쿠스

독일 82024 타우프키르헨 아펠라이슈트라쎈 10

슈퇴머, 랄프

독일 85579 노이비베르크 호엔브루너 슈트라쎈 36

코박스, 귄터

독일 81541 뮌헨 암 베르크슈타익 8

베르크만, 안드레아스

독일 84533 하이팅 슐슈트라쎈 20

티카, 파지

독일 82024 타우프키르헨 임 미터펠트 6아

(74) 대리인

남상선

심사청구 : 없음

(54) 횡모드를 억제하는 음향파 변환기

요약

본 발명은 간섭성 횡모드가 억제되는 표면 탄성과 변환기에 관한 것이다. 간섭성 횡모드의 억제는 음향 트랙 및 인접 외부 영역에 의해 형성된 도파로의 기본 횡모드와 표면 탄성과의 횡 여기(transverse excitation) 파형이 상호 조정(adjusting)됨으로써 이루어진다. 그러한 조정은 음향 트랙이 여기 영역과 주변 영역으로 나뉘어 수행되고, 각각의 주변 영역의 폭은 기본 횡모드의 파장 길이의 대략 1/4에 상응하며, 상기 여기 영역에서의 기본 횡모드의 파수(波數)는 0과 같다. 본 발명의 한 바람직한 개선예에서는 여기 영역이 가로 방향으로 상호 직렬 및/또는 병렬 연결된 부분 트랙들로 분할됨으로써, 가로 좌표의 함수로서 기본 모드에 최적으로 매칭되는 여기 진폭이 획득될 수 있다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 파동의 간섭성 횡모드가 억제되는 표면 탄성과 변환기 또는 표면 탄성과 소자(Surface Acoustic Wave 소자, SAW 소자)에 관한 것이다. SAW 소자는 특히 휴대용 이동 무선 기기에서 필터로서 사용된다.

배경기술

공지되어 있는 SAW 소자들은 항상 압전 기관을 포함하며, 상기 압전 기관의 표면상에는 예컨대 내부에 인터디지털(interdigital) 변환기 또는 반사판(reflector)과 같은 소자 구조물이 배치된 음향 트랙이 제공되어 있다. 인터디지털 변환기에서는 전기 신호와 음향파간의 상호 변환이 이루어진다.

음향파는 변환기의 전극 핑거들의 거의 주기적인 배열에 상응하게 주로 양쪽 세로 방향으로 전파된다. 순환 필터(recursive filter)에서 사용되는, 여기된(excited) 음향파가 한 쪽 세로 방향으로만 우선적으로 전파되는 변환기도 공지되어 있다. 음향파의 전파시 표면 탄성과의 일부분이 가로 방향으로 방사됨으로써 변환기의 주변 영역에서 회절 손실이 발생한다.

여기된 표면 탄성과가 음향 트랙 - SAW 트랙 - 을 통해 전파되는 속도는 예컨대 수정, LinbO3 YZ와 같이 정상 분산(normal dispersion) 특성을 갖는 대부분의 압전 기관의 경우 기관 표면의 금속 코팅으로 인해 - 노출된 기관 표면에 비해 - 낮다. 따라서 단일 SAW 트랙 또는 전기적으로 상호 연결된 다수의 SAW 트랙이 기관 표면의 여기된 외부 영역과 함께 가로 방향으로 도파로로서 작용한다. 도파로 내에서는 횡파 모드 - 기본 모드 및 고차 모드 - 가 여기될 수 있는데, 이때 고차 모드가 종종 SAW 소자의 차폐 영역 또는 상위 통과 대역에서의 바람직하지 않은 공진에 기여함으로써 파동 에너지의 일부가 부적절하게 소모된다. 그러한 공진은 특히 통과 대역의 바람직하지 않은 리플(ripple)을 야기하며, 또한 소자의 삽입손 증가시 및 그룹 지연(group delay)의 주파수 응답에서의 간섭 피크에서 두드러진다. 이러한 현상은 소자의 필터 특성들에 악영향을 미친다.

기준에 공지된 간섭성 횡모드의 억제 방법에서는, 전기 신호의 결합이 가능한 한 음향의 기본 횡모드만을 구현하도록 전기 음향 변환기의 횡 여기(transverse excitation) 파형을 조정한다.

예를 들면, 기본 횡모드로의 전기 신호의 결합이 개선되도록 음향 트랙 내에서 여기된 전극 핑거 쌍의 나란히 배열된 2개의 전극 핑거가 겹쳐지는 영역의 가로 길이를 세로 방향으로 변동시킬 수 있다. 관련 방법은 고차회절소거법(apodization)에 근거하며, 예컨대 1979 IEEE Ultrasonic Symposium에서 발표된 W. Tanski의 문서 815~823 페이지에 공지되어 있다.

대안으로, 변환기의 두 전극의 서로 대향 배치된 버스 바들 사이의 간격이 유지되는 상태에서, 스텔브 핑거(stub finger)라고 고도 불리며 가로 방향으로 여기 전극 핑거의 맞은 편에 놓이는 비활성 전극 핑거의 길이를 확장시키는 동시에 여기 핑거 쌍의 중첩 영역의 길이를 그에 상응하게 단축시키는 방법도 가능하다. 이러한 방식으로는 고차 횡파 모드의 여기가 단지 제한적으로만 방지될 수 있다.

고차 횡모드를 억제하기 위한 또는 변환기의 여기 파형을 기본 횡모드의 형태에 매칭하기 위한 또 다른 공지된 방법이 DE 196 38 398 C2로부터 공지되어 있다. 음향 트랙이 다수의 부분 트랙으로 분할되고, 이때 모든 부분 트랙은 음향파의 여기에 기여한다. 억제될 도파로 모드가 N개인 경우 음향 트랙을 N개의 부분 트랙으로 분할할 수 있으며, 이때 고차 횡모드가 억제되도록 각각의 부분 트랙에서의 여기 부호의 조정 및/또는 트랙 폭의 조정을 통해 여기 파형이 기본 횡모드의 형태에 매칭될 수 있다. 이러한 방법은, 트랙 분할이 억제될 도파로 모드의 정확한 개수에 따라 좌우됨으로써 소자의 설계도 복잡해진다는 단점을 갖는다.

발명의 상세한 설명

본 발명의 목적은, 간섭성 횡모드가 억제되는 표면 탄성과 변환기를 제공하는 것이다.

본 발명은 음향 트랙 및 상기 음향 트랙 내에 배치된 소자 구조물들, 특히 제 1 및 제 2 전극의 서로 맞물려 있는 전극 핑거들을 포함하는 표면 탄성과 변환기를 제안한다. 음향 트랙 및 관련 소자 구조물들은 압전 기관 위에 배치된다. 음향 트랙

내에서는 기본 횡모드의 특성을 갖는 음향파가 여기될 수 있다. 기본 횡모드는 음향 트랙 및 상기 음향 트랙에 접하는 가로 외부 영역으로 형성된 도파로의 횡 속도 분포상으로부터 발생하는데, 이때 음향파의 대부분의 에너지는 음향 트랙에 집중된다. 상기 외부 영역은 음향 트랙에 접하는, 기관의 비여기 영역으로, 상기 영역에서는 가로 방향 음향파의 진폭이 관련 가장자리 영역과의 경계에서 최대값의 분수(fraction)(예: 10분의 1)까지 감소된다. 외부 영역에서는 트랙에서 먼 쪽의 가로 방향으로 파의 진폭이 지수적으로 감소한다.

또한, 결합된 음향파의 편향을 여기 진폭(excitation amplitude)이라고도 한다. 음향 트랙은 상기 (세로 방향 또는 가로 방향) 여기 진폭에 의해 특성화된다. 여기 진폭은 세로 방향으로 전달되어 배치되어 함께 여기 핑거 쌍을 형성하는, 서로 다른 전극들의 전극 핑거들 사이의 전위차(ΔU)에 비례한다. 여기서는 가로 좌표(y)의 함수인 여기 진폭을 여기 파형(Ψ_y)이라고 지칭한다.

그렇게 하여 형성된 도파로 내에서는 음향파의 다수의 횡모드(기본 모드 및 기본 모드의 조화 모드(harmonic mode))가 여기되거나 전파될 수 있다. 이때, 관련 횡 여기 파형(Ψ_y)이 기본 모드의 형태(Φ_y)에 매칭되도록 가로 방향 음향 트랙이 형성되는 경우, 정해진 주파수에서 음향파의 기본 모드로의 전기 신호의 최대 결합이 달성되며, 상기 매칭의 기준으로는 관계식,

$$\int \Psi_y \Phi_y dy / \sqrt{\int \Psi_y^2 dy \cdot \int \Phi_y^2 dy} \geq \alpha$$

가 사용될 수 있고, 상기 식에서 예컨대 $\alpha = 0.9$ 이며, 바람직하게는 $\alpha = 0.95$ 이다. Φ_y 는 가로 좌표(y)의 함수인 기본 횡모드의 편향을 나타낸다.

전기 신호가 음향 기본 모드로 최적으로 결합되면, 횡모드들의 체계(system)가 거의 직교하므로 고차 모드로의 결합이 소멸된다.

이러한 목적으로, 본 발명에 따라 음향 트랙이 가로 방향으로 1개의 여기 영역 및 2개의 가장자리 영역으로 분할되며, 이때 각각의 가장자리 영역에서 음향파의 세로 위상 속도는 여기 영역에서보다 더 작다. 이 경우, 기본 횡모드의 파수(k_y)에 있어서 각각의 가장자리 영역에서는 $(k_y)^2 > 0$ 이 적용되고, 각각의 외부 영역에서는 $(k_y)^2 < 0$ 이 적용된다. 여기 영역에서의 k_y 의 값이 가장자리 영역 및 외부 영역에서보다 훨씬 더 (예컨대 적어도 한 크기(magnitude)만큼) 작고, 이 경우 " $k_y = 0$ "인 것이 바람직하다. 파장에서 측정된 각 가장자리 영역의 가로 방향으로의 폭은 바람직하게 $\lambda_y/4$ 이고, 이때 λ_y 는 관련 가장자리 영역에서의 기본 횡모드의 파장이다.

가장자리 영역에서의 k_y 의 값은 다른 영역들에서보다 훨씬 더 크기 때문에, 가장자리 영역에서의 횡모드의 가로방향 편향이 그에 상응하게 빠르게 변동한다. 따라서 도파로 내에서 거의 직사각에 가까운 기본 모드가 세팅될 수 있으며, 그러한 기본 모드의 에지 경사도는 에지 트랙들의 절대폭 및 가장자리 영역에서의 파 위상 속도에 따라 좌우된다.

파동의 간섭성 횡모드의 억제, 본 발명에 따라 음향의 기본 횡모드로의 전기 신호의 결합이 음향 트랙의 가장자리 영역의 도입 및 특수한 형상으로 인해 개선됨으로써 달성된다. 파동의 간섭성 횡모드를 억제하는 본 발명에 따른 소자는, 상기 소자의 설계시 단 한 방향(세로 방향)으로만 파동 전파 시뮬레이션을 하는 것으로 소자의 가상 전달 함수와 실제 전달 함수를 일치시키기 위해 충분하다는 장점을 갖는다. 이 경우, 복잡한 2차원(세로 및 가로 방향) 파동 전파 효과의 시뮬레이션이 생략될 수 있다.

음향 트랙을 1개의 여기 영역과 2개의 에지 트랙으로 분할하는 것은, 본 발명에 따른 소자의 가장자리 영역들에서 음향파가 세로 방향으로 여기되지 않고 여기 영역에서 여기된 파가 목적에 맞게 감속된다는 점에서, 공지되어 있는 다수의 부분 트랙으로 음향 트랙을 분할하는 것과 차이가 있다.

본 발명에 따르면, 가장자리 영역은 도파로의 적절한 속도 분포상의 사전 설정을 통해 (사인파와 차이가 나는) 도파로의 기본 횡모드를 조정하기 위한 목적으로만 사용된다. 기본 횡모드의 형태를 조정하기 위해, 예컨대 가장자리 영역의 폭 및/또는 파의 위상 속도를 변동시킬 수 있다.

파의 위상 속도는, 예컨대 탄탈산 리튬 또는 니오브산 리튬과 같이 정상 분산 특성을 갖는 전기 음향 고결합(high coupling) 압전 기관의 경우, 기관 표면의 금속화 비(metallization ratio)에 반비례적으로 감소할 수 있다. 따라서 가장자리 영역에서의 파의 감속은 여기 영역을 기준으로 더 높은 금속화 비에 의해 달성될 수 있다. 가장자리 영역은 바람직하게 100%까지 금속화되며, 이때 관련 가장자리 영역은 $\lambda_y/4$ 의 가로 폭을 가진 관통 금속 띠의 형태를 갖는다.

예컨대 수정과 같이 정상 분산 특성 및 낮은 전기 음향 결합 계수를 갖는 압전 기관의 경우, 가장자리 영역에서의 길이 단위당 전극 핑거의 개수를 증가시킴으로써 파의 위상 속도 감속이 달성된다. 특정 방향으로의 음향파 전파 시간은 파동 전파 방향을 따라 배치된 전극 핑거 에지들의 개수에 따라서도 좌우되는데, 그 이유는 각각의 에지에서 파가 "제동(braking)"되기 때문이다. 이에 따라, 가장자리 영역의 관통식 금속 코팅의 대안으로 예컨대 가장자리 영역에서의 길이 단위당 전극 핑거의 개수를 여기 영역에 비해 더 증가시킴으로써 파의 감속이 달성될 수 있다(에너지 저장 효과). 가장자리 영역 내 전극 핑거는 바람직하게 주기적인 격자 패턴으로 배치된다. 음향 트랙의 여기 영역에서와 가장자리 영역에서 금속화 비는 같게 또는 다르게 선택될 수 있다.

이전에 공지된 모든 방법에서는 변환기의 여기 파형이 기본 횡모드에 매칭된다. 본 발명에 따른, 기본 횡모드의 형태를 미리 정해진 변환기의 여기 파형에 매칭시킨다는 발상은, 매우 간단하게 구현 가능한 여기 파형을 가진 변환기에서도 파동의 간섭성 횡모드의 억제에 달성될 수 있다는 장점을 갖는다.

본 발명의 바람직한 변형들에서는, 변환기의 여기 파형이 전술한 것처럼 미리 정해지는 기본 횡모드의 형태에 상응하게 추가로 미세 조정될 수 있다.

그러한 미세 조정은 예컨대 여기 영역이 가로 방향으로 다수의 부분 트랙으로 분할됨으로써 구현될 수 있으며, 이때 각각의 부분 트랙이 부분 변환기를 형성한다. 부분 트랙 또는 부분 변환기는 서로 직렬 및/또는 병렬로 접속된다. 직렬 접속은 여기되는 전극 핑거들의 전위차 및 부분 트랙들에서의 여기 진폭을 감소시킨다. 부분 트랙들은 세로 방향으로 그들의 폭을 제외하고는 동일하게 형성되고, 이때 부분트랙들의 폭은 여기 영역에서의 여기 진폭의 횡 파형(Ψ_y)이 기본 횡모드의 형태(Φ_y)에 매칭되도록 선택된다.

하기에서는 실시예들 및 상기 실시예들과 관련된 도면들을 참고로 본 발명을 더 상세히 설명한다. 도면들은 실측치에 따르지 않는 개략적인 도시에 기초하여 본 발명의 여러 가지 실시예들을 보여준다. 동일한 부품 또는 동일한 작용을 하는 부품들은 동일한 도면 부호로 표시하였다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 소자(도면 하단), 가로 방향으로의 파수의 변동(도면 중간) 및 그에 대응되는 기본 모드의 형태(도면 상단)를 도시한 도면이다.

도 1a는 본 발명에 따른 소자 구조의 단면도이다.

도 2는 여기 영역이 서로 직렬 접속된 부분 트랙들로 분할된, 본 발명에 따른 또 다른 소자(도면 하단), 그에 대응되는 가로 여기 파형 및 기본 횡모드의 형태(도면 상단)를 도시한 도면이다.

도 3은 여기 영역이 서로 직렬 및 병렬 접속된 부분 트랙들로 분할된, 본 발명에 따른 또 다른 소자(도면 하단), 그에 대응되는 가로 여기 파형 및 기본 횡모드의 형태(도면 상단)를 도시한 도면이다.

도 4는 연달아 접속된 다수의 음향 트랙들을 갖는, 본 발명에 따른 또 다른 소자(도면 하단), 그에 대응되는 기본 횡모드 및 가로 방향으로의 파수의 변동(도면 상단)를 도시한 도면이다.

도 5는 종래 기술에 따라 형성된 음향 트랙을 갖는 필터의 전달 함수(횡 여기 파형을 고려한 및 고려하지 않은 시뮬레이션) (a) 및 그에 대응되는 그룹 지연(b)을 도시한 그래프이다.

도 6a는 횡 여기 파형이 기본 모드에 매칭된 경우, 본 발명에 따라 형성된 음향 트랙을 갖는 필터의 전달 함수(횡 여기 파형을 고려한 및 고려하지 않은 시뮬레이션)를 도시한 그래프이다.

도 6b는 도 6a에 대응되는 그룹 지연을 도시한 그래프이다.

도 7a는 횡 여기 파형이 매칭되지 않은 경우 음향 트랙에서 전파될 수 있는 파동의 횡모드의 편향을 도시한 그래프이다.

도 7b는 도 7a의 횡모드에 대응되는 여기 진폭을 도시한 그래프이다.

도 8a는 횡 여기 파형이 기본 모드에 매칭된 경우 음향 트랙에서 전파될 수 있는 파동의 횡모드의 편향을 도시한 그래프이다.

도 8b는 도 8a의 횡모드에 대응되는 여기 진폭을 도시한 그래프이다.

실시예

도 1에는, 예컨대 수정과 같은 압전 기관 위에 배치되며 그 내부에서 표면 탄성파가 세로 방향(X)으로 전파될 수 있는(도면 하단) 음향 트랙(AS)을 갖는 본 발명에 따른 소자, 가로 좌표(Y)(도면 중간)의 함수로서 횡모드의 파수(k_y)의 제곱 및 파형의 결과로 발생하는 기본 횡모드(Φ_y)(도면 상단)가 도시되어 있다.

음향 트랙(AS)은 1개의 여기 영역(MB)과 2개의 가장자리 영역(RB1 및 RB2)으로 나뉜다. 이때, 가장자리 영역의 가로 방향 폭은 거의 $\lambda_y/4$ 이고, λ_y 는 가장자리 영역에서의 기본 횡모드의 파장이다.

소자는 2개의 전극(E1 및 E2)을 포함하고, 상기 두 전극은 각각 하나의 버스 바 및 상기 버스 바에 접속되는 전극 핑거를 포함한다. 여기 영역 내에는 상이한 전극의 전극 핑거들이 교대로 배치되어 여기 핑거 쌍들을 형성한다. 가장자리 영역의 전극 핑거들은 모두 동일한 전극에 속하는 것들이므로 비활성 상태이다. 즉, 상기 가장자리 영역에서는 음향파가 여기되지 않는다. 본 실시예에서는 가장자리 영역들이 격자 구조를 가지는데, 이 경우 격자의 주기는 여기 영역(MB)의 평균 격자 패턴에 비해 작으며, 가장자리 영역에서 전극 핑거 격자의 에지 수가 여기 영역에 비해 훨씬 더 많음으로써 가장자리 영역에서 유도되는 음향파의 위상 속도의 감소에 도움이 된다.

음향 트랙(AS)의 여기 파형은 여기 영역에 의해 정의되며, 상기과 같은 본 발명의 변형에서는 구형파이다.

음향 트랙(AS)과 상기 음향 트랙에 가로 방향으로 접하는 외부 영역(AU1, AU2)이 함께 도파로를 형성한다. 횡 도파로 모드는 위상 인자(phase factor)($e^{jk_y y}$)에 의해 특성화된다. 결합된 파 모드들의 경우, 횡 파수(k_y)는 도파로의 핵심 영역(즉, 여기 영역(MB)) 내에서는 실수이고, 도파로의 경계 영역(외부 영역 AU1, AU2)에서는 허수이다.

여기 영역(MB)에서의 k_y 의 값은 다른 영역들에서의 k_y 보다 훨씬 더 작다. $k_y = 0$ 인 경우(여기 영역에서), 기본 모드는 상기 영역에서 플래토 상태(plateau)를 취한다. 즉, 여기 영역에서 파의 편향이 가로 방향(Y)으로 일정하다.

음향 트랙(AS)의 외부에 놓이며 가로 방향으로 상기 음향 트랙에 접하는 외부 영역들(AU1, AU2)에서는 k_y 가 허수이고, $(k_y)^2 < 0$ 이다. 따라서 외부 영역들(AU1, AU2)에서는 파의 진폭이 가로 방향으로 지수적으로 감소한다.

각각의 가장자리 영역(RB1, RB2)에서 횡 파수(k_y)는 실수이고, $(k_y)^2 > 0$ 이다. 이 영역에서는 여기 영역에서의 최대 진폭이 외부 영역과의 경계에서 상기 진폭의 분수로 전환된다.

에지 영역의 폭이 전술한 것처럼 선택됨으로써, 외부 영역에서 파의 진폭이 밖으로 가면서 지수적으로 감소되고 가장자리 영역에서 가로 방향으로 정상파(standing wave)가 형성되는 기본 횡모드의 형태가 결정되며, 이때 여기 영역 및 가장자리 영역의 에지에 정상파의 배(antinode)가 놓이고, 외부 영역과의 경계에 정상파의 마디(node)가 놓인다. 그럼으로써 기본 모드의 형태가 음향 트랙(AS)의 구형파 여기 파형의 형태에 최적으로 매칭된다.

가장자리 영역에서의 파장(λ_y)의 값은 파의 세로 방향 전파 속도에 따라 좌우되며, 파의 세로 방향 전파 속도는 다시 가장자리 영역의 전극 핑거 격자의 패턴에 따라 좌우된다. 가장자리 영역의 절대 폭은 (미리 정해진 λ_y 의 값에 따라) 상이하게 선택될 수 있다. 이 경우, 파장에서 측정된 가장자리 영역의 폭은 $\lambda_y/4$ 이다. 가장자리 영역의 절대 폭이 변동함으로써 기본 모드의 대응되는 에지 경사도가 조정될 수 있다. 가장자리 영역에서의 파수(k_y)가 클수록, 대응되는 파장 및 가장자리의 절대 폭은 작다. k_y 값이 크면, 그에 상응하게 기본 횡모드의 에지 경사도가 증가한다.

도 1a에는 순환 변환기(recursive transducer)로서 형성된 본 발명에 따른 소자의 단면도가 도시되어 있다.

그러나 소자의 여기 영역을 세로 방향으로 적어도 부분적으로, 주기적인 격자 패턴으로 배치된 인터디지털 핑거들을 갖는 일반 핑거 변환기(normal finger transducer) 또는 공지되어 있는 스플릿 핑거 변환기(split finger transducer)처럼 형성하는 것도 가능하다.

본 발명의 또 다른 변형예에서는, 특히 예컨대 니오브산 리튬 또는 탄탈산 리튬과 같이 전기 음향 고결합 특성을 가지며 완전히 금속화된 표면에서의 단락으로 인해 위상 속도가 현저히 저하되는 압전 기관의 경우, 가장자리 영역이 선택적으로 $\lambda_y/4$ 의 가로 폭을 갖는 관통 방식으로 금속화된 영역으로 형성될 수 있다.

실제로는 가장자리 영역의 도입을 통해 완벽한 구형과 기본 횡모드를 달성하는 것이 불가능한데, 그 이유는 가장자리 영역의 절대 폭을 임의로 작게 선택할 수 없기 때문이다. 그러므로 본 발명의 또 다른 변형예에서는, 예컨대 여기 영역을 다수의 부분 트랙들로 분할함으로써 기본 횡모드에 변환기의 횡 여기 파형을 미세 매칭하는 방법이 제공된다. 이러한 방식의 미세 매칭은 매우 좁은 주파수 범위에서만 가능한데, 그 이유는 기본 모드의 형태가 주파수 의존적이기 때문이다.

도 2에 도시된 본 발명의 한 개선예에서는, 음향 트랙(AS)의 여기 영역(MB)이 가로 방향으로 4개의 부분 트랙(TB1, TB2, TB3 및 TB4)으로 분할된다. 이 부분 트랙들은 전기적으로 직렬 접속된다.

도 2 및 도 3에서 하부에는 음향 트랙(AS)의 일부가, 그리고 상부에는 여기 영역의 관련 여기 파형(Ψ_y) 및 기본 횡모드의 형태(Φ_y)가 개략적으로 도시되어 있다.

상기 방식으로 분할된 여기 영역의 모든 부분 트랙은 세로 방향으로 동일하게 형성되며, 이때 부분 트랙들의 폭들은 상이하게 선택되는 것이 바람직하다. 번호 i 를 가진 부분 트랙의 폭은 b_i 이다.

전극들(E1 및 E2) 간 전압차는 U 이다. 하나의 부분 트랙에서 전극 핑거 쌍의 여기 진폭은 전극 핑거들 간의 전압차(U_i)에 비례한다. U_i 는 부분 트랙의 용량에 반비례하고, 부분 트랙의 용량은 다시 부분 트랙의 폭(b_i)에 정비례한다. 즉, 하기의 식이 성립된다.

$$U_i = \frac{b_i^{-1}}{\sum_k b_k^{-1}} U$$

따라서 하나의 부분 트랙(i)에서의 여기 진폭의 조정 및 가중은 상기 부분 트랙의 폭을 변동시킴으로써 이루어질 수 있다. 이에 상응하여, 부분 트랙들이 직렬로 접속되는 경우, 분할된 여기 영역을 갖는 음향 트랙(AS)의 임피던스가 분할되지 않은 여기 영역을 갖는 음향 트랙의 임피던스보다 더 크다.

부분 트랙들로 분할된 음향 트랙의 임피던스를 유지하기 위해, 예컨대 도 3에 도시된 실시예에서처럼, 부분 트랙들의 일부는 서로 직렬로 접속하고, 이 직렬 회로를 다른 하나의 부분 트랙 또는 다수의 부분 트랙들과 병렬로 접속하는 것이 가능하다.

여기 영역(MB)은 다음과 같은 부분 트랙들, 즉 1개의 중간 부분 트랙(MT)과 2개의 가장자리 부분 트랙들(RT1, RT2)로 분할된다. 가장자리 부분 트랙들(RT1, RT2)은 서로 직렬로 접속되며, 이때 상기 부분 트랙들(RT1, RT2)의 직렬 회로는

중간 부분 트랙(MT)에 병렬로 접속된다. 중간 부분 트랙(MT)의 폭은 각각의 가장자리 부분 트랙(RT1, RT2)의 폭보다 훨씬 더 -바람직하게는 적어도 5배수 만큼- 크다. 음향 트랙(AS)의 임피던스는 실질적으로 더 넓게 형성된 부분 트랙(MT)의 임피던스에 의해 결정된다. 각각의 가장자리 부분 트랙(RT1, RT2)에서의 여기 진폭이 전압(U)이 인가되는 중간 부분 트랙(MT)에 비해 더 축소되는 것은 직렬 접속된 가장자리 부분 트랙(RT1, RT2) 사이에 인가된 전압(U)의 분할에 의해 달성된다.

도 4에는 본 발명의 또 다른 한 변형예가 개략적으로 도시되어 있다. 도 4에는 본 발명에 따른 소자의 단면(도면 하단), 관련 기본 횡모드 및 가로 좌표의 함수로서 횡 파수의 제곱(도면 상단)이 도시되어 있다.

본 변형예에서는 - 음향 트랙 AS와 유사하게 - 1개의 여기 영역(MB')과 2개의 가장자리 영역(RB1', RB2')으로 분할되며 음향 트랙 AS와 거의 동일하게 형성된 또 다른 음향 트랙(AS')이 제공된다. 이 실시예에서는 음향 트랙들(AS 및 AS')이 전기적으로 서로 직렬 접속되며, 이때 상기 음향 트랙들은 가로 방향으로 서로 병렬로 배치된다. 상기 음향 트랙들(AS 및 AS') 사이에는 중간 영역(ZB)이 배치된다. 상기 음향 트랙들(AS 및 AS')의 가장자리 영역들(RB1, RB2 및 RB1', RB2')의 폭은 상기 중간 영역(ZB)에서 k_y 값이 가장자리 영역(RB1, RB2) 및 외부 영역(AU1, AU2)에서보다 (예컨대 적어도 한 크기(magnitude)만큼) 더 작도록 선택된다. 상이한 음향 트랙(AS, AS')의 여기 영역들(MB, MB') 및 중간 영역(ZB)에서의 위상 속도는 실질적으로 같은 크기이며, 그 이유는 그렇지 않은 경우 두 여기 영역에서 기본 횡모드의 플레토 상태가 획득될 수 없기 때문이다.

평행하게 배치된 음향 트랙들도 서로 병렬로 접속될 수 있다. 2개 이상의 음향 트랙이 평행하게 배치될 경우, 트랙들의 직렬 접속과 병렬 접속이 결합되는 것도 가능하다.

다수의 트랙으로 형성된 소자의 모든 추가 음향 트랙의 경우, $(k_y)^2 > 0$ 인 가장자리 영역들이 제공되고, 이러한 가장자리 영역들에서는 음향파가 여기되지 않지만 관련 여기 영역에서 여기된 파가 세로 방향으로 전파될 수 있다. 2개의 음향 트랙 사이에는 더 작은 k_y 값을 갖는 중간 영역이 각각 제공된다. 이 중간 영역에서는 음향파가 여기되지 않는다. 각각의 중간 영역은 바람직하게 격자로 형성되는데, 이때 모든 여기 영역들 및 모든 중간 영역들에서의 길이단위당 전극 핑거 개수와 상기 영역들의 표면의 금속화 비가 같은 크기인 것이 바람직하다. 중간 영역(ZB) 내에 존재하는 전극 핑거는 주기적인 격자 패턴으로 배치되는 것이 바람직하다. 이 경우, 여기 영역들 내에 존재하는 전극 핑거들도 주기적으로 배치되거나, 단방향 방사 셀들을 형성할 수 있다.

여기 영역들에 상응하는 영역들에서는 거의 일정하게 편향되고, 중간 영역들에서는 그 편향이 소멸되는 기본 횡모드의 형태는 가장자리 영역들의 절대 폭의 적절한 선택을 통해 조정될 수 있으며, 이때 파장에서 측정된 가장자리 영역의 폭은 항상 파장의 1/4이다. 이러한 방식으로 기본 횡모드의 형태가 다중 트랙 구조의 여기 파형에 매칭된다.

도 5에서 a)에는 가장자리 영역을 갖지 않으며(즉, 횡 여기 파형이 기본 횡모드의 형태에 매칭되지 않으며) 구형파 횡 여기 파형을 보이는 음향 트랙을 구비한 필터의 전달 함수 시뮬레이션이 도시되어 있으며, b)에는 그룹 지연의 대응되는 주파수 파형이 도시되어 있다.

곡선 1 및 1'는 전달 함수(1) 및 그룹 지연(1')의 1D 시뮬레이션, 즉 가로 방향으로의 파동 전파를 고려하지 않은 시뮬레이션에 해당한다. 곡선 2 및 2'는 전달 함수(2) 및 그룹 지연(2')의 2D 시뮬레이션, 즉 가로 방향으로의 파동 전파를 고려한 시뮬레이션에 해당한다. 2D 시뮬레이션은 필터의 실제 특성 곡선과 일치하다.

실제 전달 함수(2)뿐만 아니라 실제 그룹 지연(2')도 통과 대역에서 각각 1D 특성곡선(곡선 1 및 1')과 차이를 보이며, 이러한 차이는 통과 대역의 바람직하지 않은 리플(ripple)을 나타낸다. 전달 함수(2)의 오른쪽 에지에서 진폭의 추가 부엽(side lobe)이 보인다.

부엽의 원인은 더 높은 횡파 모드이고, 상기 횡파 모드의 위상 인자들이 가로 좌표의 함수로서 도 7의 상단에 도시되어 있으며(곡선 11, 12, 13), 상기 횡파 모드의 상대 세기(relative intensity)가 도 7의 하단에 개략적으로 도시되어 있다.

차수가 1인 횡모드가 기본 횡모드이며, 상기 기본 횡모드는 종래와 같이 (가장자리 영역은 없고 여기 영역만 갖는 방식으로) 형성된 음향 트랙의 경우 사인파형이다(도 7의 곡선 11 참조). 제 1 횡모드의 상대 세기는 약 90%이다. 또한, 그러한 방식으로 형성된 음향 트랙 내에서는 홀수 차수의 추가 횡파 모드가 여기된다. 제 2 횡파 모드(곡선 12)에 대응되는 정상 음향파는 대칭 조건 때문에 여기될 수 없다.

제 2 횡파 모드(기본 모드의 제 2 조화 모드, 도 7의 곡선 13 참조)의 상대 세기는 약 9%이고, 도 7에 도시되지 않은 제 5 횡파 모드의 상대 세기는 약 1%이다.

음향 트랙의 횡 여기 파형이 구형파인 반면 횡모드의 형태는 사인파형이기 때문에, 제 3 및 제 5 횡모드로의 전기 신호의 결합은 달성될 수 없다. 그러한 모드들은 필터의 통과 대역 상부에서 바람직하지 않은 공진을 야기하며, 그러한 공진은 필터 품질(특히 통과 대역에서의 삽입손도 포함함)을 악화시킨다.

여기 파형과 기본 횡모드의 형태가 본 발명에 따라 상호 보정되는 경우에는 더 높은 횡파 모드들이 여기되지 않는다.

도 6에는 본 발명에 따라 형성된 도 1a)의 음향파 트랙을 갖는 필터의, 횡 여기 파형을 고려한 및 고려하지 않은 전달 함수의 시뮬레이션(a), 그리고 그에 대응되는 그룹 지연(b)이 주파수의 함수로서 도시되어 있다. 곡선 3 및 3'는 본 발명에 따른 필터의 2D 시뮬레이션과 관련된다.

그러한 음향 트랙에서의 기본 모드의 형태는 거의 구형파이므로 상기 여기 파형에 매칭된다.

도 1a에 따라 형성된 음향 트랙에서 여기 및 전파될 수 있는 횡 도파로 모드의 위상 인자들이 도 8의 상단에 도시되어 있고, 상기 모드의 상대 세기가 도 8의 하단에 도시되어 있다. 제 1, 제 2 및 제 3 횡모드의 위상 인자는 곡선 11', 12' 및 13'에 대응된다. 더 높은 횡모드의 상대 세기는 기본 횡모드의 상대 세기에 비해 매우 작다.

도 7 및 도 8의 곡선들(14, 14')은 각각의 음향 트랙에 대응되는 도파로의 속도 분포상을 재현하며, 여기서 파의 세로 방향 전파 속도가 추정된다. 도 8을 통해, 본 발명에 따른 음향 트랙의 가장자리 영역에서의 파동 전파 속도가 도파로의 다른 영역들에서보다 더 낮다는 것을 알 수 있다.

본 발명은 근본적으로 이미 공지되어 있는 모든 SAW 소자(예: 이중 모드 결합에 의한 SAW 필터(double mode SAW filter), 일반 핑거 변환기, 순환 필터)에 사용될 수 있으며, 도면들에 도시된 요소들의 개수 또는 특정 주파수 범위로만 제한되지 않는다.

도면 부호 목록

AS: 음향 트랙 MB: 여기 영역

RB1, RB2: 가장자리 영역 E1, E2: 전극

Y: 가로 방향 X: 세로 방향

AZ1: 여기 셀 RZ1 - RZ3: 반사 셀

AU1, AU2: 도파로의 외부 영역 TB1 - TB4: 부분 트랙

MT: 중간 부분 트랙 RT1: 가장자리 부분 트랙

AS': 추가 음향 트랙 MB': 추가 음향 트랙의 여기 영역

RB1', RB2': 추가 음향 트랙의 가장자리 영역

ZB: 중간 영역

1: 진폭(횡효과(transversal effect)를 고려하지 않은 시뮬레이션)

2: 횡 여기 파형이 매칭되지 않은 경우의 횡효과를 고려한 진폭 시뮬레이션

1': 그룹 지연(횡효과를 고려하지 않은 시뮬레이션)

- 2': 그룹 지연(횡 여기 파형이 매칭되지 않은 경우의 횡효과를 고려한 시뮬레이션)
- 3: 진폭(횡 여기 파형이 매칭된 경우의 횡효과를 고려한 시뮬레이션)
- 3': 그룹 지연(횡 여기 파형이 매칭된 경우의 횡효과를 고려한 시뮬레이션)
- 11: 가로 좌표의 함수로서 기본 횡모드의 위상 인자(횡 여기 파형이 매칭되지 않은 경우)
- 12: 기본 횡모드의 제 1 조화 모드의 위상 인자(횡 여기 파형이 매칭되지 않은 경우)
- 13: 기본 횡모드의 제 2 조화 모드의 위상 인자(횡 여기 파형이 매칭되지 않은 경우)
- 11': 가로 좌표의 함수로서 기본 횡모드의 위상 인자(횡 여기 파형이 매칭된 경우)
- 12': 기본 횡모드의 제 1 조화 모드의 위상 인자(횡 여기 파형이 매칭된 경우)
- 13': 기본 횡모드의 제 2 조화 모드의 위상 인자(횡 여기 파형이 매칭된 경우)
- 14: 기본 모드가 여기 파형에 매칭되지 않은 도파로의 속도 분포상
- 14': 기본 모드가 여기 파형에 매칭된 도파로의 속도 분포상

(57) 청구의 범위

청구항 1.

표면 탄성과 변환기로서,

상이한 전극(E1, E2)의 서로 맞물려 있는 전극 핑거들을 포함하는 음향 트랙(AS)을 구비하고,

상기 음향 트랙(AS) 내에서 기본 횡모드 특성을 갖는 음향파가 여기될 수 있으며,

상기 음향 트랙(AS)은 가로 방향(Y)으로 1개의 여기 영역(MB)과 2개의 가장자리 영역(RB1, RB2)으로 분할되고,

상기 가장자리 영역(RB1, RB2)에서의 음향파의 세로 위상 속도가 상기 여기 영역(MB)에서보다 더 낮으며,

상기 기본 횡모드의 파수(k_y)에 있어서,

각각의 가장자리 영역(RB1, RB2)에서는 $(k_y)^2 > 0$ 이 적용되고,

상기 음향 트랙(AS)의 외부에 놓이는 외부 영역(AU1, AU2)에서는 $(k_y)^2 < 0$ 이 적용되며,

상기 여기 영역(MB)에서의 k_y 의 값이 상기 가장자리 영역(RB1, RB2) 및 외부 영역(AU1, AU2)에서보다 적어도 한 크기 (magnitude)만큼 더 작은,

표면 탄성과 변환기.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 여기 영역(MB)에서 $k_y = 0$ 인,

표면 탄성과 변환기.

청구항 3.

제 1항 또는 제 2항에 있어서,

상기 여기 영역(MB)이 가로 방향(Y)으로 다수의 부분 트랙(TB1, TB2, TB3 및 TB4)으로 분할되고, 상기 부분 트랙들은 서로 직렬 및/또는 병렬로 접속된 부분 변환기들에 상응하는,

표면 탄성과 변환기.

청구항 4.

제 3항에 있어서,

상기 부분 트랙들은 세로 방향(X)으로 그들의 폭을 제외하고는 동일하게 형성되고, 상기 부분 트랙들의 폭은 상기 여기 영역에서의 여기 진폭의 횡 파형(Ψ_y)이 상기 기본 횡모드의 형태(Φ_y)에 매칭되도록 선택되는,

표면 탄성과 변환기.

청구항 5.

제 3항 또는 제 4항에 있어서,

상기 기본 횡모드의 형태(Φ_y)에 대한 상기 여기 진폭의 횡 파형(Ψ_y)의 매칭에 있어서,

$$\int \Psi_y \Phi_y dy / \sqrt{\int \Psi_y^2 dy \cdot \int \Phi_y^2 dy} \geq 0.9$$

가 적용되는,

표면 탄성과 변환기.

청구항 6.

제 3항 내지 제 5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부분 트랙들은 1개의 중간 부분 트랙(MT)과 2개의 가장자리 부분 트랙들(RT1, RT2)을 포함하고,

상기 가장자리 부분 트랙들(RT1, RT2)은 서로 직렬로 접속되어 하나의 직렬 회로를 형성하며,

상기 직렬 회로는 상기 중간 부분 트랙(MT)에 병렬로 접속되고,

상기 중간 부분 트랙(MT)의 폭은 상기 각각의 가장자리 부분 트랙(RT1, RT2)의 폭보다 적어도 5배수 만큼 더 큰,

표면 탄성과 변환기.

청구항 7.

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가장자리 영역들(RB1, RB2)은 각각 세로 방향으로 관통하면서 $\lambda_y/4$ 의 가로 폭을 갖는 금속 띠로서 형성되는,

표면 탄성과 변환기.

청구항 8.

제 1항 내지 제 6항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가장자리 영역(RB1, RB2)에서의 길이 단위당 전극 핑거의 개수가 각각 상기 여기 영역(MB)에서보다 더 많은,

표면 탄성과 변환기.

청구항 9.

제 1항 내지 제 8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기한 전극(E1, E2)의 전극 핑거들이 상기 여기 영역(MB) 내에 주기적인 격자 패턴으로 배치되는,

표면 탄성과 변환기.

청구항 10.

제 1항 내지 제 8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 여기 영역(MB)은 세로 방향으로 단방향 방사성 또는 단방향 반사성 셀들로 분할되고,

상기 여기 영역(MB) 내에 세로 방향으로 연달아 배치된 다수의 전극 핑거들이 바람직한 방향으로 음향파를 방사하는 셀 또는 반사 작용을 하는 셀을 형성하는,

표면 탄성과 변환기.

청구항 11.

제 1항 내지 제 10항 중 어느 한 항에 있어서,

맨 처음 언급한 음향 트랙(AS) 외에 하나 이상의 추가 음향 트랙(AS')이 제공되고, 상기 추가 음향 트랙(AS')은 여기 영역(MB')과 가장자리 영역들(RB1', RB2')로 분할되며, 실질적으로 상기 제 1 음향 트랙(AS)과 동일하게 형성되며,

상기 음향 트랙들(AS, AS')은 서로 병렬로 배치되고,

상기 두 음향 트랙(AS 및 AS') 사이에는 중간 영역(ZB)이 배치되며,

상기 음향 트랙들(AS 및 AS')의 가장자리 영역들(RB1, RB2 및 RB1', RB2')의 폭은 상기 중간 영역(ZB)에서 파수(k_y)의 값이 상기 가장자리 영역(RB1, RB2) 및 외부 영역(AU1, AU2)에서보다 적어도 한 크기(magnitude)만큼 더 작도록 선택되고,

상기 상이한 음향 트랙(AS, AS')의 여기 영역들(MB, MB') 및 중간 영역(ZB)에서의 위상 속도가 실질적으로 같은 크기인, 표면 탄성과 변환기.

청구항 12.

제 11항에 있어서,

상기 중간 영역(ZB)의 길이 단위당 전극 핑거의 개수가 상기 상이한 음향 트랙(AS, AS')의 여기 영역들(MB, MB')에서의 길이 단위당 전극 핑거의 개수와 실질적으로 같은,

표면 탄성과 변환기.

청구항 13.

제 12항에 있어서,

상기 중간 영역(ZB)에서의 전극 핑거들이 주기적인 격자 패턴으로 배치되는,

표면 탄성과 변환기.

청구항 14.

제 1항 내지 제 13항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가장자리 영역(RB1, RB2)의 가로 방향 폭은 실질적으로 $\lambda_y/4$ 이고, λ_y 는 상기 가장자리 영역(RB1, RB2)에서의 기본 횡모드의 파장인,

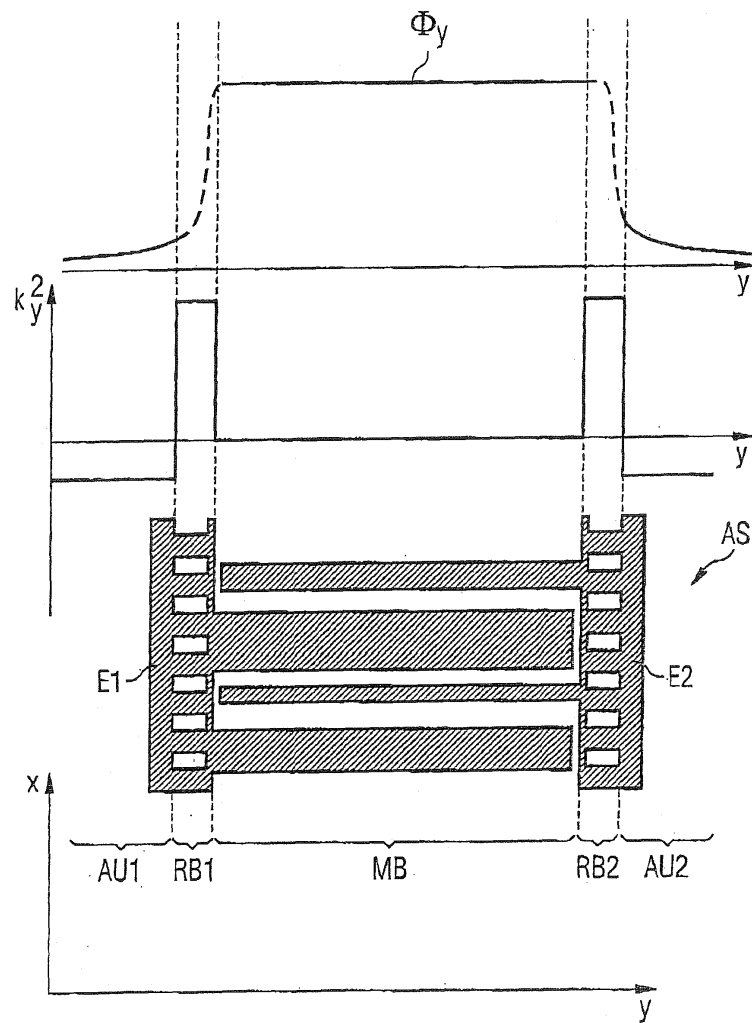
표면 탄성과 변환기.

청구항 15.

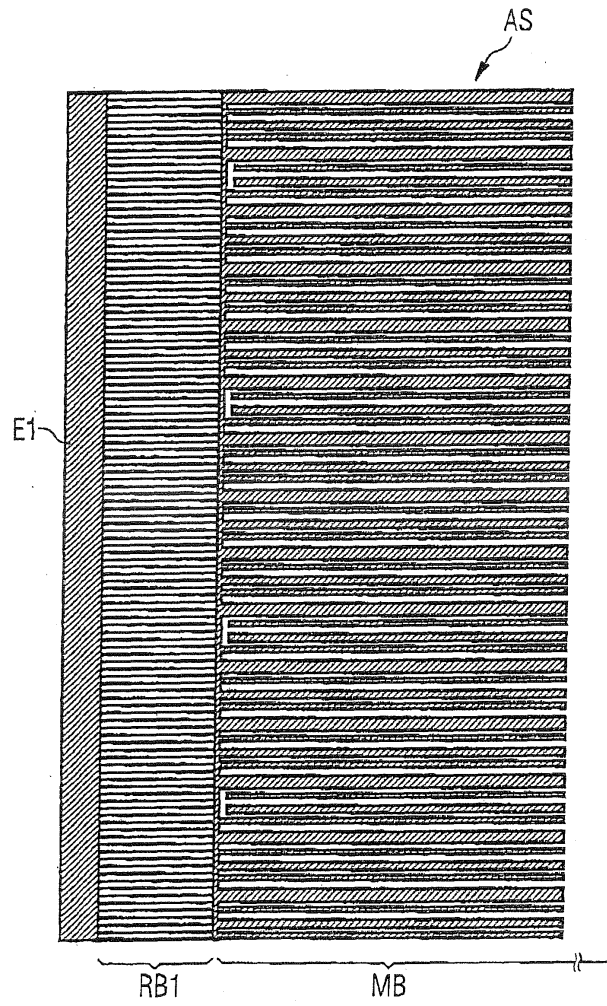
제 1항 내지 제 14항 중 어느 한 항에 따른 변환기를 하나 이상 구비한 필터.

도면

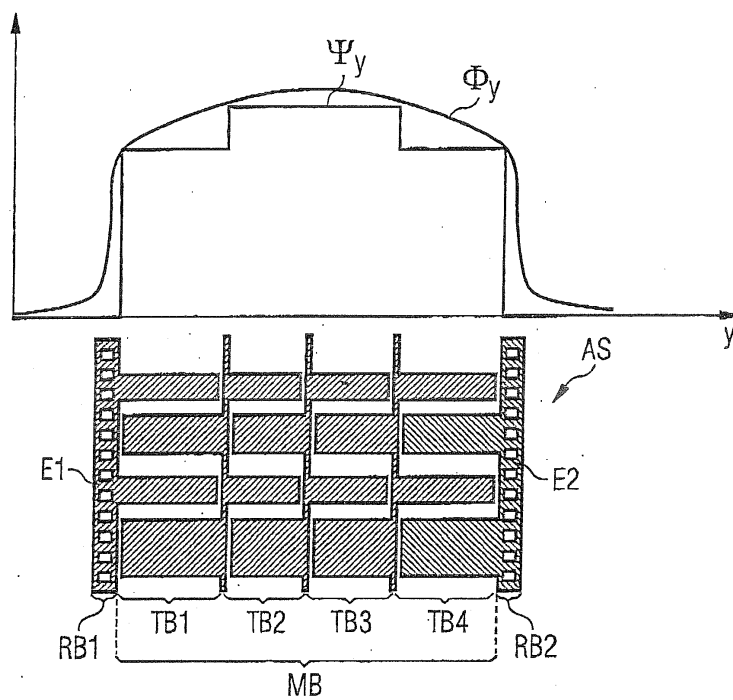
도면1



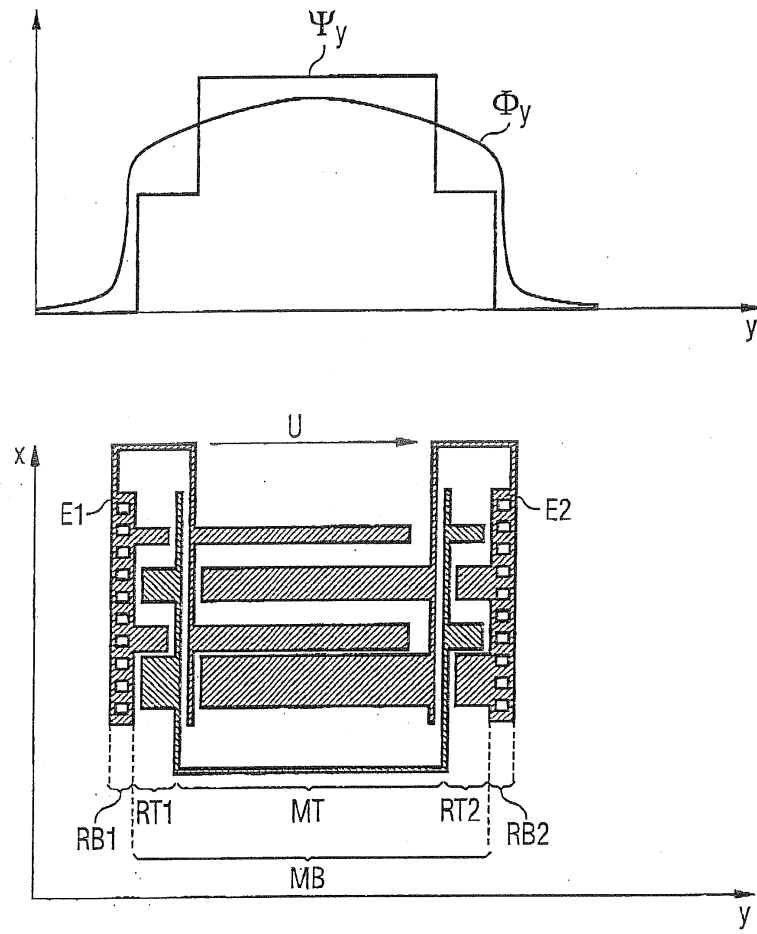
도면1a



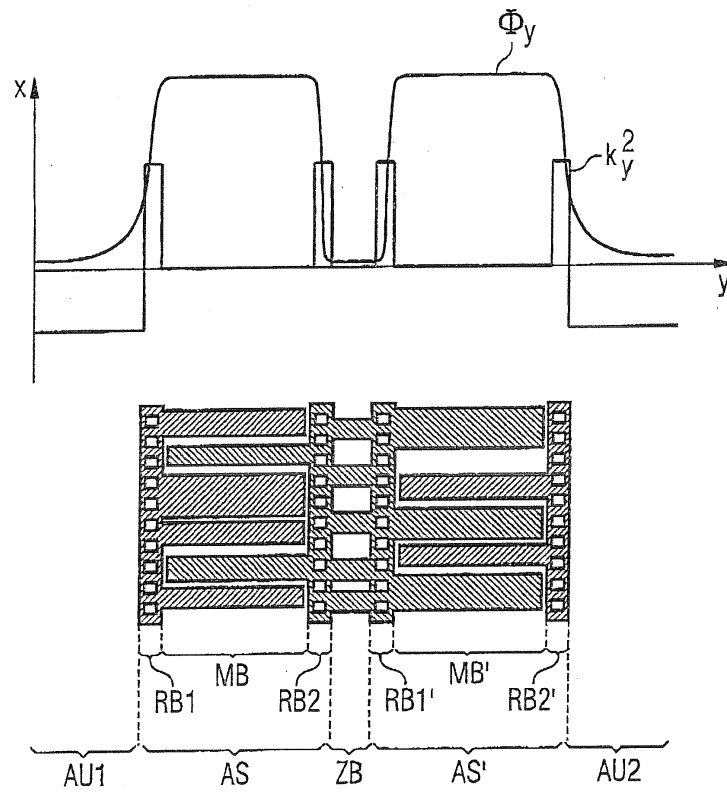
도면2



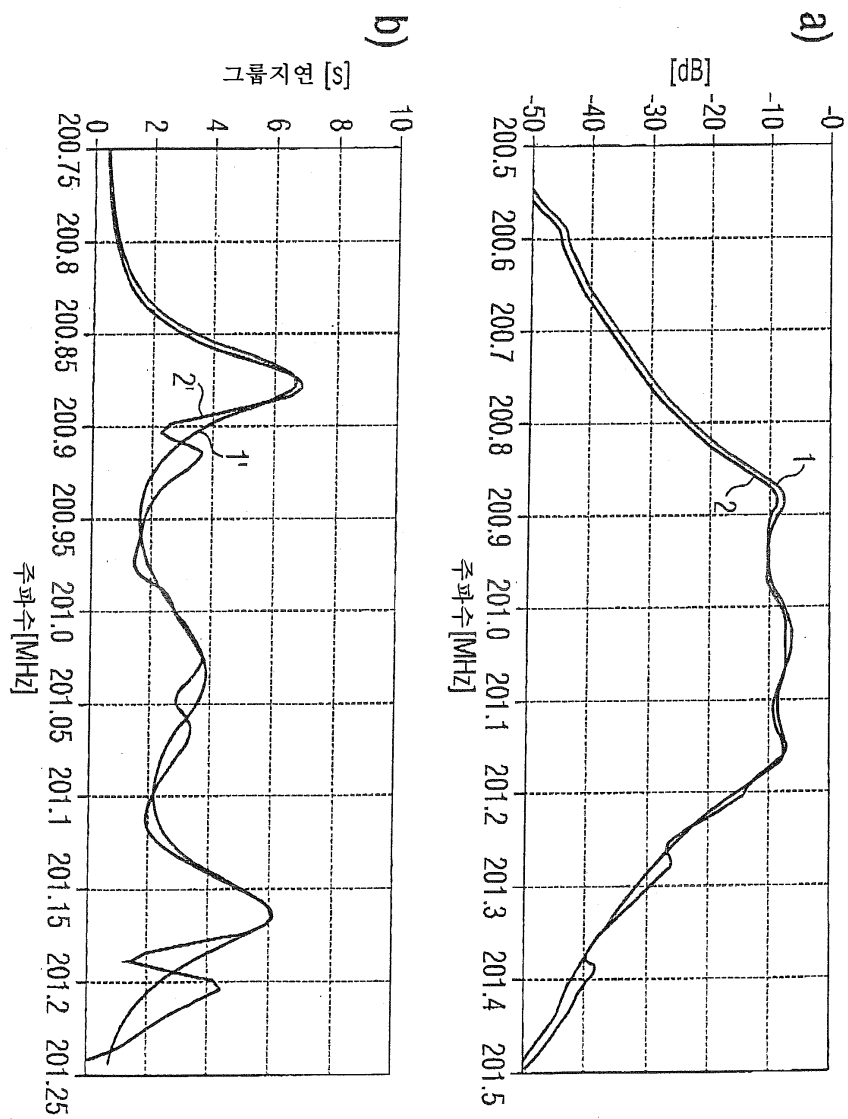
도면3



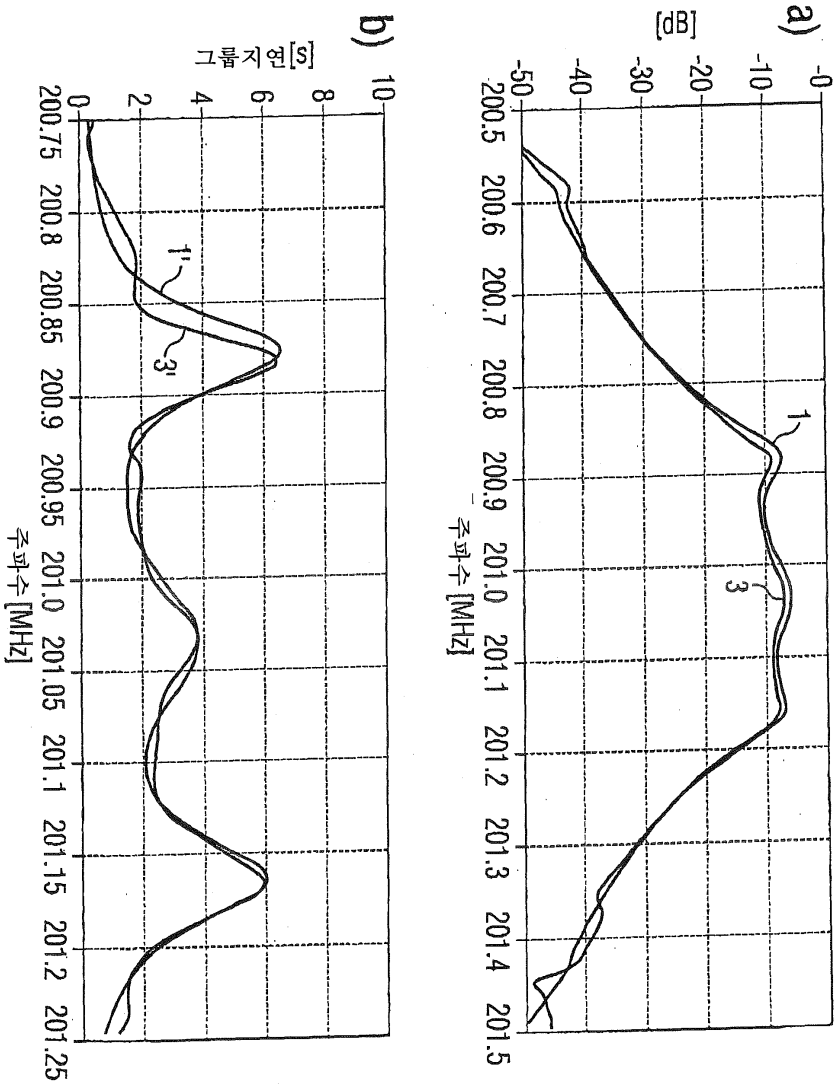
도면4



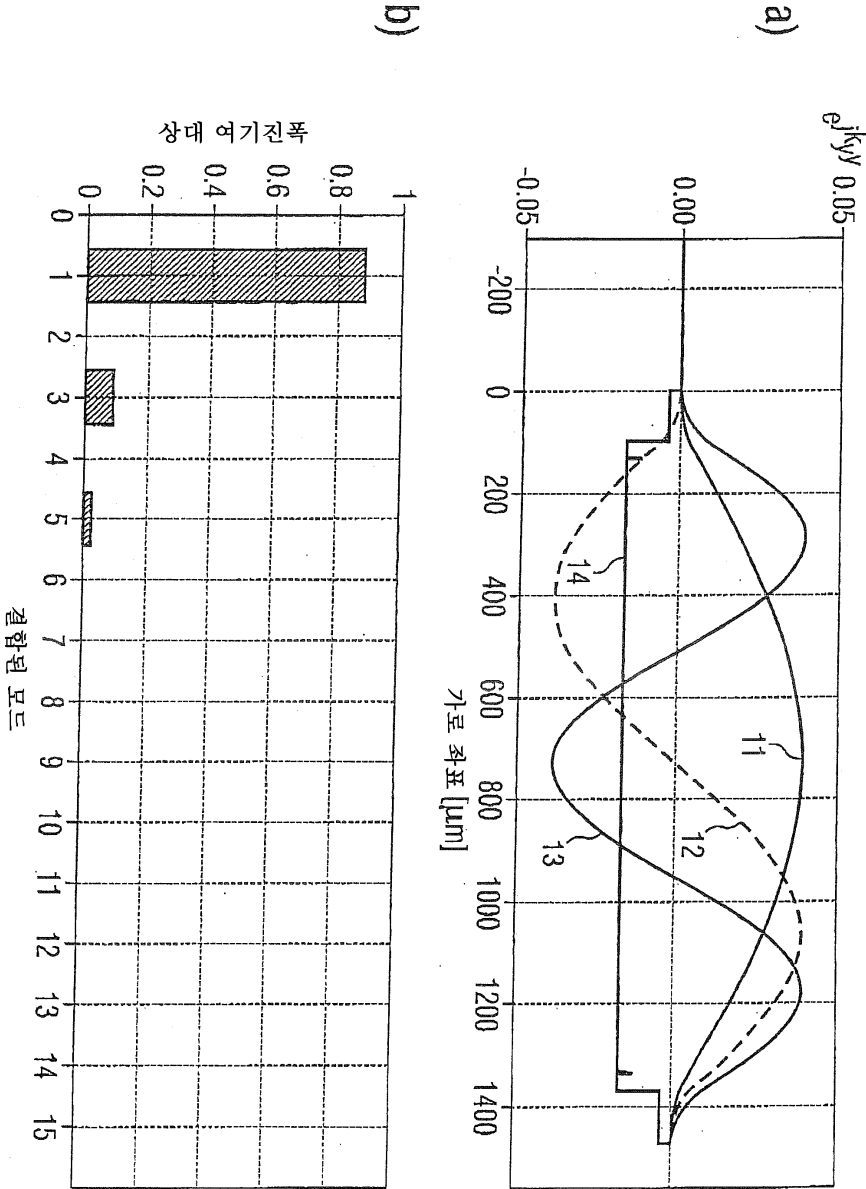
도면5



도면6



도면7



도면8

