(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.[6]
H03H 9/64

(45) 공고일자 2001년09월03일
(11) 등록번호 10-0300897
(24) 등록일자 2001년06월20일

(21) 출원번호 10-1997-0704669
(22) 출원일자 1997년07월08일
번역문제출일자 1997년07월08일
(86) 국제출원번호 PCT/JP1996/03284
(86) 국제출원일자 1996년11월08일
(81) 지정국 국내특허 : 아일랜드 대한민국 EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투칼 스웨덴

(65) 공개번호 특1998-0701280
(43) 공개일자 1998년05월15일
(87) 국제공개번호 WO 1997/17757
(87) 국제공개일자 1997년05월15일

(30) 우선권주장 95-290057 1995년11월08일 일본(JP)

(73) 특허권자 니뽄 가이시 가부시키가이샤 시바타 마사하루
일본 아이치켄 나고야시 미즈호쿠 스다쵸 2-56다케우치 마사오
일본 도쿄도 마치다시 고가사카 1810-1
야마노우치카즈히코
일본미야기센다이시타이하쿠쿠마츠가오카37-13
(72) 발명자 다케우치 마사오
일본 도쿄도 마치다시 코가사카 1810-1
야마노우치 카즈히코
일본 미야기 센다이시 타이하쿠쿠 마츠가오카 37-13
오다가와 히로유키
일본 미야기 센다이시 타이하쿠쿠 토미자와 4-15-23 후라와코토 101
타나카 미츠히로
일본 아이치켄 치타군 타케토요쵸 오하자후키 아자이치바 10
(74) 대리인 김창세

심사관 : 김종화

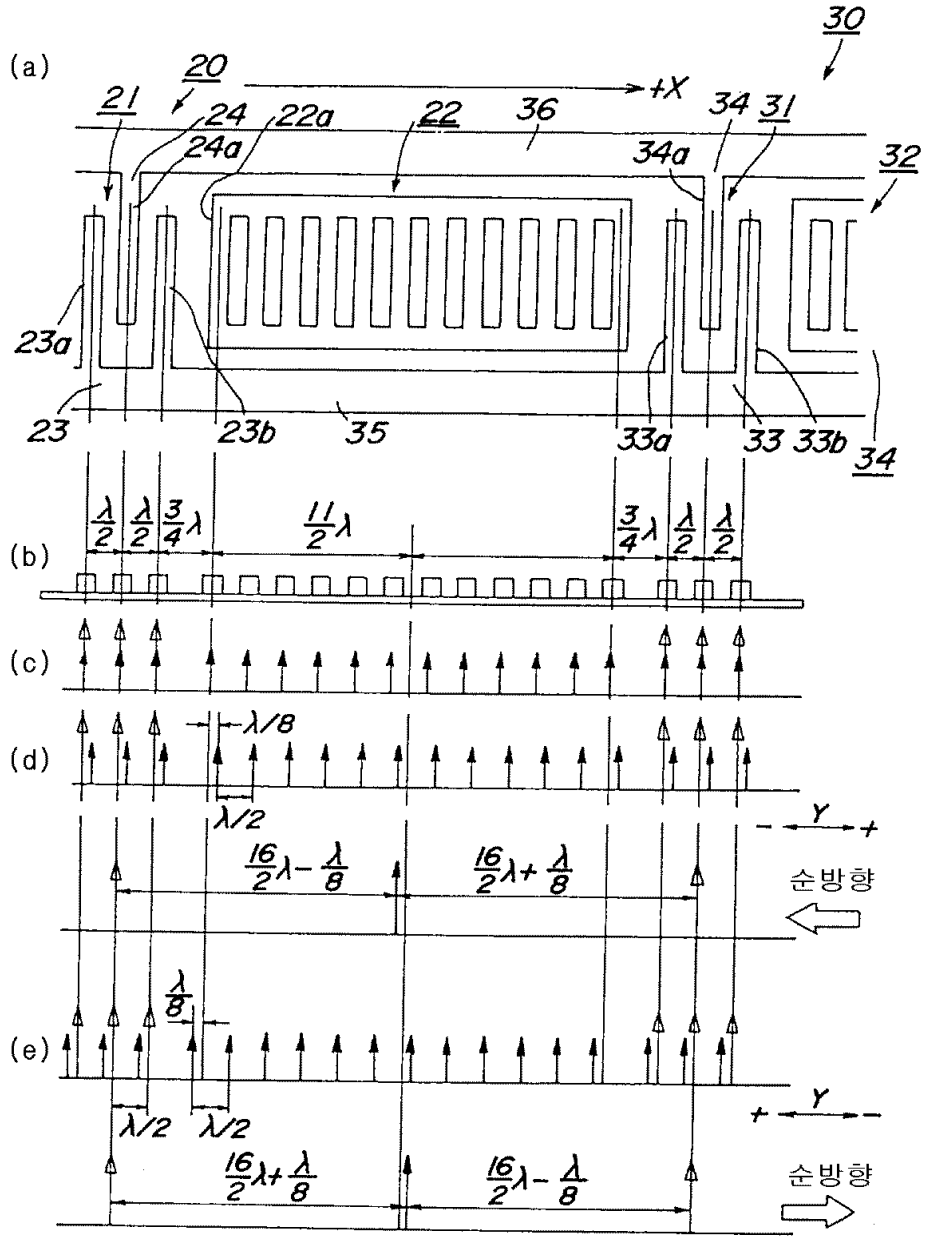
(54) 탄성표면파변환기및이변환기를이용한탄성표면파필터

요약

본 발명은 NSPUDT특성을 갖는 이방성 압전성 기판에 바람직한 변환기를 제공한다.

NSPUDT특성을 갖도록 컷트된 이방성 압전성 기판상에 형성된 여진 전극 구조체(21)와 반사기 구조체(22)를 구비하는 변환기 구조체를 포함하고, λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 여진 전극 구조체(21)가 λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극(23)과, 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2가 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극(24)을 구비하고, 반사기 구조체(22)는 중심간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 여진 전극 구조체(21)와 반사기 구조체(22) 사이의 거리 L_g는 $L_g=(2n+1)\lambda/4$ (단, n은 양의 정수)로 설정된다.

대표도



명세서

기술분야

본 발명은 탄성 표면파(surface acoustic wave:SAW) 필터나 SAW 공진기와 같은 탄성 표면파 장치에 이용되는 탄성 표면파 변환기(surface acoustic wave transducer)에 관한 것으로서, 특히 내츄럴 단상형 일방향성 변환기(Natural Single-Phase Unidirectional Transducer의 머릿글자를 따서 NSPUDT로 지칭됨) 특성을 갖는 압전성 기판과 방향성을 갖는 전극 구조체를 가진 탄성 표면파 변환기 및 이 변환기를 갖는 탄성 표면파 필터에 관한 것이다.

배경기술

지금까지 탄성 표면파 장치의 하나로서, 단상 신호원의 위상이 180° 다른 2단자에 각각 접속되는 전극인 정전극(positive electrode) 및 부전극(negative electrode)을 인터디지탈(interdigital)형으로 조합한 송신측 변환기와, 마찬가지로 정전극 및 부전극을 인터디지탈형으로 조합한 수신측 변환기를 압전성 기판상에 소정의 간격을 두고 배치하여, 특정한 주파수만을 선택적으로 출력하는 트랜스버셜(transversal)형 SAW 필터가 널리 실용화되어 왔다.

이러한 SAW 필터는 삽입 손실을 낮게 억제함과 동시에 소정 주파수 대역내에서의 리플(ripple)을 작게 억제할 것을 요구하고 있다. 통상의 인터디지탈형의 전극 구조체를 사용할 경우에는, 양방향성으로 되기

때문에, 이론적인 최소 손실이 6 dB로 되어, 삽입 손실을 낮게 억제할 수 없다는 결점이 있었다. 또한, 탄성 표면파 장치의 성능을 향상시키기 위해서는, 삽입 손실이 감소되어야 할 뿐만 아니라 위상 특성을 평탄화하여 통과 대역 및 억제 대역내의 리플 억제와 같이 주파수 특성을 개선하는 것도 중요하다.

상술한 요구를 만족시키기 위해서, 이상적으로는 1dB이하의 삽입 손실과 양호한 위상 및 주파수 특성을 얻을 수 있는 일방향성 변환기가 사용되고 있다. 이 일방향성 변환기로서는 여러가지 형식이 제안되어 있지만, 크게 나눠 (a)다상형 일방향성 변환기와 (b)단상형 일방향성 변환기가 있다. 또한, 후자의 단상형 일방향성 변환기로서는 전극구조의 비대칭성과 질량 부하 효과에 의한 내부 반사를 이용한 단상형 일방향성 변환기나, 부동(floating) 전극에 의한 반사를 이용한 단상형 일방향성 변환기나, 기판의 이방성을 이용한 내츄럴 단상형 일방향성 변환기 등이 제안되어 있다. 이들 단상형 일방향성 변환기를 이용한 탄성 표면파 장치로서는, 여진파(excited wave)와 반사파(exiting wave)와의 위상차가, 전진 방향에서는 동상(同相:same phase)로 되고, 그와 반대의 방향에서는 역상(negative phase)으로 됨에 따라 방향성을 갖도록 하고 있다.

상술한 내츄럴 단상형 일방향성 변환기 이외의 단상형 일방향성 변환기에 있어서는, 모두 전극 구조가 복잡해져서, 특히 전극 에지 사이의 간격 및 전극폭을 λ/4보다도 좁게 할 필요가 있고, 동작 주파수가 높게 됨에 따라 이 치수는 극히 작아져서, 소망하는 치수를 갖는 전극을 정확하게 제조하는 것이 곤란하다고 하는 결점이 있었다.

이러한 결점을 해소하는 수단의 하나로서, 압전성 기판 자체의 이방성에 의해, 전극 에지의 간격이나 전극폭이 λ/4인 통상의 전극을 사용함에도 불구하고 일방향 특성을 갖도록 한 내츄럴 단상형 일방향성 변환기(NSPUDT)가 제안되어 있다. 이 NSPUDT동작을 채용한 탄성 표면파 장치에 있어서는, 기판 자체의 이방성을 이용하고 있지만, 이러한 이방성에 의해 일방향성(NSPUDT특성)을 나타내는 압전성 기판으로서는 종래부터 수정 기판, $LiNbO_3$ 기판, $LiTaO_3$ 기판이 알려져 있다. 본 발명자는 또한, 특정 컷트의 리튬 테트라보레이트(lithium tetraborate)에 있어서도 NSPUDT특성이 나타나는 것을 확인하였다. 특히, 이 리튬 테트라보레이트 기판은 종래의 내츄럴 단상형 일방향성 변환기의 특성을 갖는 기판에 비해서, 전기 기계적 결합 계수 K^2가 크다는 것, 영(zero) 지연시간 온도계수가 존재한다는 것, 전원 전도각(power flow angle)이 영(zero)인 것 등의 이유로 인해, 이상적인 탄성 표면파 장치를 얻을 수 있다.

그러나, 상술한 NSPUDT를 이용한 탄성 표면파 장치에 있어서는, 기판 자체의 이방성을 이용하고 있기 때문에, 출력측, 즉 송신측 변환기 및 입력측, 즉 수신측 변환기로서 순방향이 서로 대향하는 일방향성 변환기를 얻을 수 없다는 것이 문제로 된다. 이 문제를 해결하기 위해서, 송신측 또는 수신측 변환기의 어느 한쪽의 변환기에 반사계수의 위상이 180° 다른 재료의 전극을 이용하여 방향성을 반전시키는 방법이나, 기판의 표면에 홈(recess)을 만들고, 홈속에 전극을 매설하여 방향성을 반전시키는 방법 등이 제안되고 있다.

그러나, 통상 사용하고 있는 제조 과정에서는, 이와 같이 다른 재료의 전극을 형성하거나 매립 전극을 형성함에 따라 제조 과정이나 설계가 복잡하게 되고 고가(高價)로 된다는 결점이 있음과 동시에 소망하는 정밀도를 얻는 것이 곤란해지고, 소망하는 주파수 특성이나 위상 특성을 얻을 수 없다고 하는 결점이 있었다.

또한, 이방성의 기판상에 송신측 변환기 및 수신측 변환기를 형성하여 특정한 주파수 대역의 신호를 출력하는 트랜스버셜형의 탄성 표면파 필터에 있어서, 송신측 변환기의 전극 구조와 수신측 변환기의 전극 구조가 상이하면, 이들 변환기에 있어서의 탄성 표면파의 전파 속도에 속도차가 생겨, 송신측 변환기와 수신측 변환기와의 사이에서 중심 주파수가 시프트된다고 하는 부적합한 점이 있었다.

또한, 전극 핑거의 반사 계수가 큰 NSPUDT기판을 사용하는 경우, 전극 핑거에 의한 반사 효과가 지나치게 강하게 되어, 변환기를 구성한 경우에 그 변환 특성을 제어하는 것이 곤란하다고 하는 부적합한 점이 있었다.

발명의 개시

본 발명의 목적은, 이러한 종래의 NSPUDT를 이용한 탄성 표면파 변환기의 결점을 해소 또는 경감하여, 제조가 용이하고 우수한 주파수 특성과 위상 특성을 갖는 탄성 표면파 장치를 실현하는 탄성 표면파 변환기 및 탄성 표면파 필터를 제공하는 데 있다.

본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기는, 내츄럴 단상형 일방향성 변환기 특성을 갖도록 컷트된 이방성 압전성 기판상에 형성한 여진 전극 구조체와 반사기 구조체를 갖는 변환기 구조체를 구비하고, λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장으로 한 경우, 상기 여진 전극 구조체가 λ의 피치로 배치한 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 정전극의 전극 핑거의 사이에 중심간 거리가 λ/2가 되도록 인터디지탈형으로 배치한 전극 핑거를 갖는 부전극을 갖고, 상기 반사기 구조체가 중심간 거리가 λ/2의 피치로 배치한 복수의 전극 핑거를 가지며, 여진 전극 구조체와 반사기 구조체 사이의 거리 L_g를, $L_g=(2n+1)\lambda/4$(n은 양의 정수)가 되도록 설정한 것을 특징으로 하고 있다.

이방성을 갖지 않는 통상의 압전성 기판에 있어서는, 전극 핑거에서의 반사는 전극 핑거의 입력측 에지 및 출력측 에지에서 발생하지만, 반사 중심은 전극 핑거의 중앙 위치에 존재할 수도 있다. 이에 대하여, 내츄럴 단상형 일방향성 변환기특성을 갖도록 컷트된 이방성의 압전성 기판에 있어서는, 반사할 때에 ±45° 의 위상 회전이 부가된다. 이 45° 의 위상 회전은, 반사 중심이 전극 핑거의 중심 위치로부터 상대적으로 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향 또는 부방향으로 λ/8의 위상 시프트를 발생시킨다. 본 발명은, 이러한 기판의 이방성과 전극에 의한 반사 효과 및 반사기에 의한 반사 효과를 적절히 이용하여 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향에 대하여 방향성이 반전된 일방향성 변환기를 실현한다. 즉, 예컨대, STX+25° 컷트의 수정 기판의 경우, 반사에 의해 45° 의 위상 회전을 받아, 반사 중심은 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향으로 λ/8시프트한다. 따라서, 여진 전극 구조체와 반사기 구조체 사이의 거리(서로 인접하는 여진 전극 구조체의 여진 동작을 실행하는 전극 핑거와 반사기 구조

체의 전극 핑거 사이의 중심간의 거리)를 (2n+1)λ/4(n은 양의 정수)로 되도록 설정하면, 여진 전극 구조체로부터 반사기 구조체를 향하여 순방향으로 전파하고, 반사기 구조체에서 반사하여 반대 방향(NSPUDT특성의 동작 방향)을 향하여 전파하는 탄성 표면파는, 여진 전극 구조체로부터 역방향으로 여진된 탄성 표면파와 동상(same phase)이 되어 서로 강화된다. 이 결과, 방향성이 반전한 변환기가 구성된다. 이 때, 변환기로서의 반사 효과는 여진 전극 구조체의 전극 핑거에 의한 반사 효과와 반사기 구조체의 전극 핑거에 의한 반사 효과와의 합이 된다. 따라서, 여진 전극 구조체와 반사기 구조체와의 사이에 있어서 전극 핑거의 수를 적절히 조정함으로써 NSPUDT특성에 근거한 동작 방향에 대하여 방향성이 반전하거나 또는 반전하지 않은 변환기를 실현할 수 있다.

본 발명에서는, 여진 전극 핑거 구조체 및 반사기 구조체의 각 전극 핑거를 λ/2의 피치로 주기적으로 배열하여, 반사기 구조체에 의한 반사 효과를 적절히 이용한다. 이에 대하여 마찬가지로 반사기를 이용한 변환기로서 이방성을 갖지 않는 양방향성 기판상에 여진 전극과 반사기를 배치한 변환기도 이미 공지되어 있다. 그러나, 이 이미 공지된 변환기는 여진 전극에 대하여 반사기를 경사지게 배치함으로써 반사파의 위상을 시프트시킨다는 점에서 본 발명과는 본질적으로 상이하다. 즉, 이미 알려진 반사 뱅크형의 변환기는, 여진 전극의 각 전극 핑거에 대하여 반사기의 전극 핑거를 주기적으로 λ/2 만큼 편위시키고 있다. 그러나, 이러한 배치구성을 NSPUDT특성을 갖는 이방성 기판에 그대로 적용하였기 때문에 반사 효과를 효율적으로 이용할 수 없어, 변환기를 구성할 수가 없다.

또한, 예컨대, 오일러각(Euler's angle)으로 나타내는 컷트각이 ψ=0°, Θ=51°, ϕ=90°가 되도록 컷트된 $Li_2B_4O_7$ 기판과 같이, 반사에 의해 -45°의 위상 회전을 받는 이방성 기판의 경우, 기판의 방위 방향과 반대 방향으로 λ/8의 위상 시프트를 받기 때문에, 여진 전극 구조체와 반사기 구조체 사이의 거리를 (2n+1)λ/4 (n은 양의 정수)로 설정하면, 여진 전극 구조체에 의해 NSPUDT특성의 동작 방향과 반대 방향으로 여진된 탄성 표면파와 반사기 구조체에 의해 반사한 탄성 표면파가 서로 동상이 되어, 마찬가지로 방향성이 반전한 변환기를 구성할 수 있다. 이와 같이 구성하면, 압전성 기판상에 송신측 변환기 및 수신측 변환기를 형성하여 트랜스버셜형의 탄성 표면파 필터를 구성하는 경우, 송신측 변환기 및 수신측 변환기를 함께 동일한 전극 재료로 구성할 수 있어, 제조 과정이 한층 더 용이하게 된다.

도면의 간단한 설명

도 1은 NSPUDT특성을 갖는 STX+25° 컷트의 수정 기판 좌표와 결정축과의 관계를 도시하는 사시도이고,

도 2a~도 2e는 λ/4의 정규형 전극의 전극 구조 및 이것을 여러가지의 기판상에 형성한 경우의 동작 특성을 나타내기 위해서, 여진 중심과 반사 중심의 위치 관계를 도시하는 개략적 도면이고,

도 3은 STX+25° 컷트의 수정 기판에 λ/4의 정규형 전극을 형성한 NSPUDT특성을 갖는 탄성 표면파 변환기의 변환 손실 특성을 도시하는 그래프도이고,

도 4는 리튬 테트라보레이트 기판에 λ/4의 정규형 전극을 형성한 NSPUDT특성을 갖는 탄성 표면파 변환기의 변환 손실 특성을 도시하는 그래프도이고,

도 5a~도 5d는 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기의 실시예 1의 전극 구조 및 동작 특성을 도시하는 개략적 도면이고,

도 6은 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기의 실시예 2의 전극 구조를 도시하는 평면도이고,

도 7은 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기의 실시예 3을 도시하는 개략적 도면이고,

도 8은 방향성을 확인하기 위한 소자의 구조를 도시하는 개략적 도면이고,

도 9는 STX+25° 컷트 수정 기판상에 도 5에 도시한 전극 구성을 형성하여 얻어진 변환기의 특성을 도시하는 그래프도이고,

도 10은 도 7에 도시한 변환기의 특성을 확인하기 위한 소자의 구조를 도시하는 개략적 도면이고,

도 11은 STX+25° 컷트 수정 기판에 도 6에 도시한 전극 구성을 형성하여 얻어진 변환기의 특성을 도시하는 그래프도이고,

도 12는 본 발명에 따른 탄성 표면파 필터의 실시예 1의 전극 구조를 도시하는 개략적 평면도이고,

도 13은 도 12에 도시한 탄성 표면파 필터의 주파수 특성을 도시하는 그래프도이고,

도 14는 본 발명에 따른 탄성 표면파 필터의 실시예 2의 전극 구조를 도시하는 평면도이고,

도 15는 본 발명에 따른 탄성 표면파 필터의 실시예 3을 도시하는 개략적 도면이고,

도 16은 본 발명에 따른 변환기의 변형예를 도시하는 개략적 평면도이고,

도 17은 본 발명에 따른 변환기의 변형예를 도시하는 개략적 평면도이고,

도 18은 본 발명에 따른 변환기의 변형예를 도시하는 개략적 평면도이고,

도 19는 본 발명에 따른 탄성 표면파 필터의 변형예를 도시하는 개략적 평면도이고,

도 20은 본 발명에 따른 탄성 표면파 필터의 변형예를 도시하는 개략적 평면도이다.

발명을 실시하기위한 최선의 형태

도 1은 NSPUDT특성을 갖는 STX+25° 컷트의 수정의 기판 좌표(x, y, z)와, 결정축(X, Y, Z)과의 관계를

도시하는 것이다.

도 2는 NSPUDT특성을 갖는 압전성 기판으로서 STX+25° 컷트의 수정 또는 오일러각(ψ, Θ, ϕ)으로 표시되는 컷트각이 (0°, 51°, 90°)로 되도록 컷트된 리튬 테트라보레이트($Li_2B_4O_7$) 기판상에 형성된 λ/4의 정규형의 전극 구조 및 그 동작을 설명하기 위한 여진 및 반사 중심을 도시하는 개략적 도면이다. 이러한 정규형 전극은 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기에 효과적으로 이용될 수 있다. 도 2의 (a) 및 (b)에 도시한 바와 같이, 정전극(11) 및 부전극(12)은 각각 λ/4의 전극폭을 갖고, λ의 피치로 배열된 전극 핑거(11a, 12a)를 가지며, 이들을 탄성 표면파의 전파 방향을 향해 λ/4의 에지 간격을 두고 인터디지탈형으로 조합하여, 예컨대 알루미늄으로 형성할 수 있다.

도 2의 (c)는 통상 사용되고 있는 알루미늄을 재료로 하는 λ/4의 정규형 전극을, NSPUDT특성을 갖지 않는 압전성 기판, 예컨대 ST컷트 수정의 압전성 기판상에 형성할 때의 탄성 표면파의 여진 및 반사의 중심 위치를 도시한다. 여기서, 백색 화살표 X_E는 여진 중심을 나타낸다. 또한, 흑색 화살표 X_R은 전극의 반사 중심을 나타내고, 반사 계수를 $r_0=|r_0|e^{-j90^\circ}$ 로 가정한다. 이러한 정규형 전극에서는 우향 및 좌향 중 어디쪽에 있어서도 여진되는 탄성 표면파 및 반사파에 위상차는 없고, 방향성은 나타나지 않는다.

도 2의 (d) 및 (e)는 단상형 일방향성 변환기(Single-Phase Unidirectional Transducer)의 동작 원리를 도시하는 것이다. NSPUDT특성을 갖는 압전성 기판으로서 STX+25° 컷트의 수정을 이용하는 경우에는, 도 2의 (d)에 도시한 바와 같이, 반사 중심 X_R은 여진 중심 X_E에 대하여 오른쪽으로 λ/8만큼 시프트하게 된다. 이와 같이 여진 중심 X_E에 대하여 반사 중심X_R을 상대적으로 거리 $L_{AB}=3\lambda/8$, 거리 $L_{AC}=\lambda/8$이 되도록 시프트시킬 수 있으면, 화살표로 나타내는 오른쪽으로 진행하는 탄성 표면파에 대하여 고려한 경우, 여진 중심 X_E를 위치의 기준으로 하여 좌측의 반사 중심 X_R로부터의 반사파의 전파 거리를 반사 위상을 고려하여 구하면, $3\lambda/8\times2+\lambda/4=\lambda$가 되고, 여진 중심 X_E로부터의 여진파와 동상으로 되어, 오른쪽으로 진행하는 탄성 표면파를 강화하게 된다. 마찬가지로, 왼쪽으로 진행하는 탄성 표면파에 대하여 고려한 경우에는, 오른쪽의 반사 중심 X_R로부터의 반사파의 전파 거리를 구하면, $\lambda/8\times2+\lambda/4=\lambda/2$로서 왼쪽으로 진행하는 여진파에 대해 역상이 되어, 왼쪽으로 진행하는 탄성 표면파는 제거되게 된다. 따라서, 우향의 방향성이 얻어지게 된다.

또한, (0°, Θ, 90°)(Θ=32~86°)로 컷트된 리튬 테트라보레이트 압전성 기판을 이용하는 경우에는, 도 2의 (e)에 도시한 바와 같이, 수정 기판을 이용하는 경우와는 반대로 되어, 왼쪽으로 진행하는 탄성 표면파는 강화되고, 따라서 좌향의 방향성이 얻어지게 된다.

도 3은 상술한 NSPUDT특성을 갖는 STX+25° 컷트 수정 기판상에 λ/4의 정규형 전극을 마련한 경우의 변환 손실 특성을 도시하는 그래프도로서, 가로축의 주파수는 탄성 표면파 변환기의 중심 주파수로 정규화되어 있다. 정전극(11)의 전극 핑거(11a)와 부전극(12)의 전극 핑거(12a)의 중첩 부분의 길이로서 정의되는 개구 길이를 250λ로 하고, 한 조의 정전극 핑거(11a) 및 부전극 핑거(12a)로 이루어지는 쌍을 250쌍 마련한 경우의 변환손실을, 50쌍의 분할 전극을 모니터 전극으로 하여 시뮬레이션에 의해 구한 이론값을 나타내는 것이다.

도 4는 상술한 NSPUDT특성을 갖는 리튬 테트라보레이트 압전성 기판을 이용한 경우의 변환 손실 특성을 도시하는 것으로서, 개구 길이를 200λ로 하고, 쌍의 수를 50쌍으로 하여 시뮬레이션하여 구한 이론값이다.

이와 같이 NSPUDT특성을 갖는 기판을 이용하는 경우에는, 정규형 전극을 마련함으로써 일방향성이 얻어지는 것을 알 수 있다. 일반적으로 SAW필터 등의 트랜스버셜형의 탄성 표면파 장치를 구성하는 경우, 송신측 변환기의 순방향과 수신측 변환기의 순방향을 서로 대향시킬 필요가 있기 때문에, NSPUDT특성에 의한 방향성의 방향을 반전시키는 탄성 표면파 변환기가 필요하게 된다. 이 경우, 여러 번의 미세 가공에 의해 알루미늄과 금 등의 전극 재료를 조합함으로써 서로 역방향의 방향성을 갖는 탄성 표면파 변환기를 얻을 수 있지만, 공정이 복잡하게 되고, 패턴 조합이 필요하게 되기 때문에 양품율이 나쁘게 되어, 고가로 되는 결점이 있다. 또한, 기판에 따라서는 금과 알루미늄의 반사 계수의 부호가 같아, 이 방법을 사용할 수 없는 경우도 있다.

일반적으로, 기판상의 전극 1개당 반사 계수는, 기판 재료, 전극 재료, 전극의 전기적 조건, 막의 두께 및 폭에 의해 변화한다는 것이 알려져 있고, 예컨대, 소화 60년 3월의「일본 음향학회 강연논문집」의 제 645~646 페이지에 기재되어 있다. 본 발명은 이 점에 착안하여 NSPUDT특성을 갖는 압전성 기판과 함께 이용되는 변환기 및 필터를 제공하고자 하는 것이다.

도 5는 본 발명에 의한 탄성 표면파 변환기의 실시예 1의 전극 구조 및 동작을 도시하는 개략적 도면이다. 본 예에서는, NSPUDT특성을 갖는 기판으로서 STX+25° 컷트의 수정 기판을 이용한다. 본 예의 변환기는 여진 전극 구조체와 반사기 구조체를 갖는 변환기 구조체를 탄성 표면파의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향에 따라서 복수쌍 배열한 구조로 한다. 또한, 도면을 명료하게 하기 위해서, 도면에는 2쌍의 변환기 구조체의 부분만을 도시한다. 또한, 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향을 화살표 +X로 나타낸다. 또한, 이방성 기판상에 λ/4의 정규형 전극을 형성한 경우에 대부분의 에너지가 여진되는 기판 고유의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향을 화살표 Y로 나타낸다. 제 1 변환기 구조체(20)는 여진 전극 구조체(21) 및 반사기 구조체(22)를 구비한다. 제 1 여진 전극 구조체(21)는, 기본 탄성 표면파의 파장을 λ로 한 경우, λ의 중심간 거리로 배치한 2개의 전극 핑거(23a, 23b)를 갖는 정전극(23)과, 정전극의 전극 핑거 사이에 배치한 전극 핑거(24a)를 갖는 부전극(24)을 갖는다. 정전극의 전극 핑거와 부전극의 전극 핑거 사이의 거리는 λ/2로 한다. NSPUDT특성에 기인한 이들 전극 핑거의 탄성 표면파의 동작 방향의 폭은 λ/4로 설정한다. 반사기 구조체(22)는 탄성 표면파의 전파 방향을 따라서 2m개(본 예의 경우 12개)의 전극 핑거를 λ/2의 피치로 주기적으로 배열한 전극 구조를 가지며, 이들 전극 핑거의 폭도 λ/4로 설정한다.

마찬가지로, 제 2 변환기 구조체(30)도 여진 전극 구조체(31)와 반사기 구조체(32)를 갖는다. 여진 전극

구조체(31)도 마찬가지로 λ의 중심간 거리로 배치한 2개의 전극 핑거(33a, 33b)를 갖는 정전극(33)과, 정전극의 전극 핑거 사이에 λ/2의 중심간 거리로 배치한 전극 핑거(34a)를 갖는 부전극(34)을 구비한다. 반사기 구조체(32)도 마찬가지로 λ의 피치로 주기적으로 배열한 12개의 전극 핑거(도면상 2개만을 도시한다)를 갖는다. 이들 전극 핑거의 폭도 λ/4로 한다. 각 변환기 구조체(20, 30)의 여진 구조체의 정전극(23, 33)은 제 1 버스 바(bus bar)(35)에 의해 상호접속하고, 부전극(24, 34)은 제 2 버스 바(36)에 의해 상호접속한다.

본 예에서는, 각 여진 전극 구조체와 반사기 구조체 사이의 거리(전극 핑거(23b, 22a)간의 거리 및 전극 핑거(33b, 32a)간의 거리)는 (2n+1)λ/4(본 예의 경우 3λ/4)로 설정한다. 또한, 제 1 변환기 구조체(20)와 제 2 변환기 구조체(30)간의 거리(반사기 구조체(22)의 탄성 표면파의 전파 방향의 최후의 전극(22b)과 이와 인접하는 제 2 변환기 구조체(30)의 정전극의 전극 핑거(33a)간의 거리)도 (2m+1)λ/4(본 예의 경우 3λ/4)으로 설정한다. 따라서, 제 1 변환기 구조체(20)의 여진 전극 구조체와 제 2 변환기 구조체(30)의 여진 구조체간의 거리는 8λ가 되어, 서로 동상으로 여진 동작이 실행된다. 이들의 전극은 모두 알루미늄으로 구성되어 있고, 도 5의 (b)에 도시한 바와 같이 동일한 막두께를 갖고 있다.

도 5의 (c)는 이러한 전극 구조를, NSPUDT특성을 갖지 않는 압전성 기판상에 형성한 경우의 여진 중심 및 반사 중심을 도시하는 것으로서, 도 5의 (d)는 STX+25° 컷트 수정 기판과 같이 NSPUDT특성으로서 반사파가 +45° 의 위상 회전을 받는 이방성 압전성 기판상에 형성하였을 때의 여진 중심 및 반사 중심을 도시하는 것이다. 도 5의 (c)에 도시한 바와 같이, NSPUDT특성을 갖지 않은 압전성 기판의 경우, 여진 중심과 반사 중심은 일치하고 있고, 여진 전극 구조체의 여진 중심과 반사기 구조체의 반사 중심간에는 위상 시프트는 발생하지 않는다. 이에 대하여, 도 5의 (d)에 도시한 바와 같이, 본 예의 NSPUDT특성의 기판은 전극 핑거에 의한 반사에 의해 +45° 의 위상 회전을 받기 때문에, 각 전극 핑거의 반사 중심은 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향으로 λ/8만큼 시프트된다.

제 1 변환기 구조체의 정전극의 전극 핑거(23b)에서 NSPUDT특성에 의한 동작 방향(도면의 우측 방향)으로 여진되고, 반사기 구조체에 의해 반사되어 다시 전극 핑거(23b)로 되돌아가는 탄성 표면파의 위상에 관해서 검토한다. 전극 핑거(23b)의 여진 중심과 전극 핑거(22a)의 반사 중심간의 거리는 (3λ/4+λ/8)로 된다. 따라서, 전극 핑거(23b)에서 여진되고 전극 핑거(22a)에서 반사하여 전극 핑거(23a)로 되돌아가기까지의 시간을 위상으로 나타내면, λ/4의 반사에 의한 위상 시프트를 고려하면, 2×(3λ/4+λ/8)+λ/4=2λ로 되고, 전극 핑거(23b)에 의해 NSPUDT특성에 의한 동작 방향(+X방향)과 반대 방향으로 여진된 탄성 표면파와 동상이 되어, 서로 강화하게 된다. 또한, 반사기 구조체(22)의 전극 핑거(22a)와 나머지의 전극 핑거간에는 λ/2의 정수배의 거리로 설정되어 있으므로, 여진 전극의 전극 핑거와 반사기 구조체의 모든 전극 핑거간에 있어 동상 관계가 유지된다. 마찬가지로, 여진 전극 구조체의 다른 전극 핑거(23a, 24a)에 대해서도 마찬가지이다. 또한, 다음단의 변환기 구조체(30)도 마찬가지로 도면의 좌향의 탄성 표면파가 서로 강화하게 된다. 이 결과, 모든 변환기 구조체에 관해서 도면의 좌향의 순방향이 얻어지고, 따라서 변환기의 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 근거한 동작 방향에 대하여 반전한 변환기가 구성된다. 따라서, 여진 전극 구조체와 반사기 구조체에 의해 방향성이 반전한 변환기가 구성된다.

도 5의 (e)는 이방성 압전성 기판으로서 $Li_2B_4O_7$의 (0° , 51° , 90°)컷트 기판을 이용한 경우의 여진 중심 및 반사 중심을 도시한다. $Li_2B_4O_7$의 (0° , 51° , 90°)컷트 기판은, 반사파에 대하여 -45° 의 위상 회전이 부가되기 때문에 STX+25° 컷트 수정 기판과는 반대로 반사가 도면의 좌측으로 λ/8시프트하기 때문에, +X방향이 변환기로서의 순방향으로 된다. 또한, 이 $Li_2B_4O_7$의 (0° , 51° , 90°)컷트 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향은 도면의 좌향이 정방향으로 되기 때문에, STX-25° 컷트 수정 기판과 마찬가지로 기판의 NSPUDT동작 방향에 대하여 방향성이 반전한 변환기가 실현된다.

도 6은 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기의 실시예 2를 도시한 것이다. 본 실시예의 변환기는 도 5에 도시한 전극 구조와 기본적으로 동일하고, 각 여진 전극 구조체 및 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수만이 상이하게 되어 있다. 전극 핑거에 의한 반사 효과는 여진 전극 및 반사기 전극과 함께 동일하다고 생각할 수 있고, 또한 각 전극 핑거는 λ/2의 간격으로 형성되어 있으므로, 전극 핑거에 의한 반사 효과는 각 전극 핑거에 대하여 가산한 것과 등가이다. 그리고, 여진 전극 구조체의 전극 핑거에 의한 반사 효과는, NSPUDT특성에 의한 동작 방향으로 여진된 탄성 표면파에 대해서는 서로 강화하고, 동작 방향과 반대의 부방향으로 여진된 탄성 표면파에 대해서는 서로 약화시키도록 작용한다. 도 5에 도시한 변환기(11)은, 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수가 3개이고, 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수가 12개이다. 이 경우, 반사기의 전극 핑거의 갯수가 여진 전극의 전극 핑거의 갯수보다도 많기 때문에, 반사기 구조체의 전극 핑거에 의한 반사 효과가 상대적으로 우세하게 되어, 반사기 구조체의 반사 효과가 현저하게 나타난다. 이 결과, NSPUDT특성에 의한 동작 방향에 대하여 반전한 방향성을 갖는 변환기를 얻을 수 있다.

이에 대하여, 도 6에 도시한 변환기의 경우, 여진 전극 구조의 전극 핑거의 갯수는 5개이고, 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수는 4개이다. 따라서, 여진 전극 구조체의 각 전극 핑거의 반사 효과가 우세하게 되어, NSPUDT특성에 근거한 동작 방향으로 대부분의 에너지를 여진하게 된다. 이 결과 STX+25° 컷트 수정 기판 및 $Li_2B_4O_7$의 (0° , 51° , 90°)컷트 기판과 함께 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향으로 되어, 즉 방향성이 반전하지 않은 변환기를 얻을 수 있다. 이 결과에서 명백한 바와 같이, 본 발명에 따른 변환기는 전극 구조가 기본적으로 동일하고 전극 핑거의 갯수를 상대적으로 바꾸는 것만으로 방향성이 반전하고 또는 반전하지 않은 변환기를 실현할 수 있다. 또한, $Li_2B_4O_7$의 (0° ,51° , 90°)컷트 기판과 같이 반사 계수가 큰 NSPUDT 기판의 경우 전극 핑거에 의한 반사 핑거에 의한 반사 효과가 극히 강하기 때문에, 전극 핑거의 갯수가 약간 상이한 것만으로도 변환기의 순방향을 바꿀 수 있다.

도 7은 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기의 실시예 3을 도시한 개략적 도면이다. 본 실시예에서는, 전술한 실시예와 마찬가지로 이방성 압전성 기판으로서 STX+25° 컷트 수정 기판과 같이 반사파가 +45° 의 위상 회전을 받는 기판 및 $Li_2B_4O_7$과 같이 -45° 의 위상 회전을 받는 기판 모두를 이용할 수 있다. 본 실시예의 변환기의 전극 구조는 도 5에 도시한 실시예 1의 변환기와 기본적으로 동일하다. 이 때문에, 도 5에서 이용한 부재와 동일한 부재에는 동일 부호를 붙이기로 한다. 본 실시예에서는, 여진 전극 구조체

(21)와 반사기 구조체(22)간의 거리 L_g(서로 인접하는 전극 핑거(23b, 22b)간의 중심간 거리)를 nλ/2(본 실시예의 경우 λ/2)로 설정하고, 전단의 변환기 구조체(20)와 후단의 변환기 구조체(30)간의 거리(서로 인접하는 전극 핑거(22b, 33a)간의 중심간 거리)도 마찬가지로 nλ/2(본 실시예의 경우 λ/2)로 설정한다. 이 이외에는 도 5에 도시한 변환기와 동일한 구조이다. 여기서, 도 7의 (c)는 NSPUDT특성을 갖지 않는 양방향성 기판을 이용한 경우의 각 전극 핑거의 여진 중심과 반사 중심을 도시하는 도면이고, 도 7의 (d)는 반사파가 +45° 의 위상 회전을 받는 이방성 기판(예컨대 STX+25° 컷트 수정 기판)에 있어서의 각 전극 핑거의 여진 중심과 반사 중심을 도시하는 도면이며, 도 7의 (e)는 반사파가 -45° 의 위상 회전을 받는 이방성 기판(예컨대, $Li_2B_4O_7$($Li_2B_4O_7$컷트 기판))의 여진 중심과 반사 중심을 도시하는 도면이다.

도 7의 (d)에 도시하는 이방성 기판의 경우, 반사기 구조체(22)에 의해 도면의 좌측을 향하여(기판의 동작 방향과 반대 방향) 반사된 반사파는 여진 구조체(21)에 의해 도면의 좌측을 향하여 여진된 탄성 표면파에 대하여 위상이 반전하고 있기 때문에, 좌측을 향하여 여진된 탄성 표면파는 상쇄되게 된다. 한편, 여진 구조체(31)로부터 좌측을 향하여 여진되어 반사기 구조체(22)에 의해 오른쪽을 향하여(기판의 우측방향) 반사한 반사파는 여진 구조체(31)로부터 오른쪽을 향하여 여진된 탄성 표면파와 동상으로 된다. 이 결과, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향을 향하는 변환기가 구성된다.

도 7의 (e)에 도시하는 이방성 기판의 경우도 마찬가지로, 상술한 반사 효과를 얻을 수 있고, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향을 향하는 변환기를 얻을 수 있다. 이와 같이, 본 발명에 따른 전극 구조의 변환에서는, 여진 구조와 반사기 구조간의 거리를 적절히 설정하는 것만으로 NSPUDT특성에 근거한 동작 방향에 대하여 방향이 반전하거나 반전하지 않는 변환기를 실현할 수 있다. 이 결과, 트랜스버셜형의 필터용의 송신측 및 수신측 변환기로서, 기본적으로 동일한 전극 구조체를 이용할 수 있는 극히 유익한 작용 효과가 달성된다.

다음에, 상기 변환기에 대한 방향성의 확인에 대하여 설명한다. 도 8에 도시하는 구조의 소자를 마련하고, 방향성을 확인하였다. STX+25° 컷트 수정 기판상에 도 5에 도시한 변환기 구조체를 형성하고, 이 변환기의 양측에 방향성을 갖지 않은 λ/8의 분할 전극을 배치하여, 방향성을 갖지 않은 전극에 의해 관측되는 주파수 특성을 모드 결합 이론에 의해 계산하였다. 조건은 이하와 같다.

변환기 구조체의 반복수	10그룹
반사기의 전극 핑거 갯수	38개
여진 전극의 쌍의 수	5쌍
여진 구조체와 반사기 구조체간의 거리	3λ/4
알루미늄 막두께	0.02λ
모니터 전극의 쌍의 수	50쌍

시뮬레이션의 결과를 도 9에 도시한다. 도 9에서 명백한 바와 같이 -X방향이 순방향으로 되어 있고, 도 3의 경우와는 방향성이 반전되어 있는 것이 확인되었다. 이 결과로부터 명백한 바와 같이, 도 5에 도시한 변환기는, NSPUDT특성을 갖는 이방성 기판을 이용한 트랜스버셜형 필터에 있어서, 수신측 변환기로서 효율적으로 이용할 수 있다.

다음에, 도 10에 도시하는 구조의 소자를 마련하여, 도 7에 도시하는 전극 구조의 변환기의 방향성으로 확인하였다. 이 결과를 도 11에 도시한다. 도 11로부터 명백한 바와 같이, 순방향이 NSPUDT특성에 의한 동작 방향에 대하여 그 정방향을 향하는 특성를 얻을 수 있는 것이 확인되었다. 따라서, 도 7에 도시하는 변환기를 NSPUDT특성을 갖는 이방성 기판상에 형성함으로써, 트랜스버셜형의 필터의 송신측 변환기로서 이용할 수 있다.

다음에, 본 발명에 의한 트랜스버셜형 탄성 표면파 필터에 대하여 설명한다. 도 12는 본 발명에 따른 탄성 표면파 필터의 실시예 1을 도시한 도면이다. 본 실시예에서는, NSPUDT특성을 갖는 기판으로서 STX+45° 컷트의 수정 기판을 이용하여, 송신측 변환기(40)로서 도 2에 도시한 전극 핑거의 폭의 λ/4의 정규형 전극을 이용하고, 수신측 변환기(41)로서 도 5에 도시한 방향성이 반전한 변환기를 이용한다. 이와 같이 구성하면, 동일한 전극재료를 이용하여 송신측 및 수신측 변환기를 형성할 수 있다. 또한, $Li_2B_4O_7$의 (0°, 51°, 90°)컷트 기판을 이용하는 경우 +X방향을 반전시킨 기판을 이용하면 좋다.

다음에, 상기 도 13에 도시하는 탄성 표면파 필터의 변환특성의 시뮬레이션의 결과에 대하여 설명한다.

(수신측 변환기)

여진 전극 구조체의 쌍의 수	7쌍
반사기의 전극 핑거 갯수	34개
변환기 구조체의 반복수	16쌍

(송신측 변환기)

λ/4 정규 전극

전극쌍의 수	112쌍

이 시뮬레이션 결과를 도 13에 도시한다. 도 13으로부터 명백한 바와 같이, 삽입 손실이 1dB정도로 극히 저손실인 특성을 얻을 수 있는 것이 확인되었다.

도 14는 본 발명에 따른 탄성 표면파 필터의 실시예 2를 도시하는 개략적 도면이다. 본 실시예에서는, NSPUDT기판으로서 STX+25° 컷트 수정 기판을 이용하여, 송신측 변환기(40)로서 도 7에 도시하는 전극 구

조의 변환기를 이용하고, 수신측 변환기로서 도 5에 도시하는 수신측 변환기를 이용한다. 이 전극 구조의 필터에 있어서도 극히 저손실의 변환 특성을 갖는 필터를 실현할 수 있다. 또한, 기판으로서 $Li_2B_4O_7$의 (0°, 51°, 90°)컷트 기판에 대해서도 마찬가지이다.

도 15는 본 발명에 따른 탄성 표면파 필터의 실시예 3을 도시하는 개략적 도면이다. 본 실시예에서는, 이방성 압전성 기판으로서 반사파가 -45°의 위상 회전을 받는 $Li_2B_4O_7$를 이용한다. 송신측 변환기(60)로서 도 6에 도시하는 방향을 반전하지 않는 변환기를 이용하고, 수신측 변환기(61)로서 도 5에 도시하는 방향을 반전한 변환기를 이용한다. 이들 송신측 및 수신측 변환기는 함께 기본적으로 동일한 전극 구조체를 가지며, 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 수와 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수가 송신측과 수신측으로 상이한 것에 지나지 않는다. 따라서, 송신측 변환기 및 수신측 변환기의 각 전극 핑거를 동일한 배열 피치로 형성할 수 있기 때문에, 제조 정밀도를 한층 더 향상시킬 수 있다.

도 16은 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기의 변형예를 도시하는 개략적 도면이다. 본 실시예에서는, 도 5에 도시하는 변환기에 있어서 여진 전극의 전극 핑거를 부분적으로 제거하여 가중을 실행하는 예를 도시한다. 부분 제거(partially removal)에 의해 가중을 실행하는 방법은 유용한 방법이다. 그러나, 전극 핑거를 부분적으로 제거한 경우, 그 부분에 있어서 국부적인 음속 변화가 발생하거나 혹은 벌크파(bulk wave)가 발생하여, 불량(spurious)의 원인이 된다. 이 때문에, 도 16에 도시한 바와 같이, 여진 구조체의 단부에 여진 동작을 실행하지 않는 더미 전극(dummy electrode)(70, 71, 72)을 마련함으로써 부분 제거 효과에 의한 불합리를 해소한다. 이와 같이 구성함으로써, 변환기 전체에 걸쳐 선폭이 λ/4인 전극 핑거를 λ/4의 간격으로 주기적으로 배열할 수 있어, 제조 정밀도가 향상됨과 동시에 노이즈의 저감도 도모할 수 있다.

도 17 및 도 18은 본 발명에 따른 변환기의 변형예를 도시하는 개략적 도면이다. NSPUDT기판에 있어서, 여진 전극으로부터 여진된 탄성 표면파는 회절(回折)을 무시하면 파면(波面)을 여진시 대로 유지하면서 전파 방향(+X방향)에 대하여 경사져서 전파하는 특성(전원 전도각)을 갖는 것이 있다. 빔 스티어링각(beam steering angle)이 0이 아닌 경우, 도 2, 도 5, 도 6 및 도 7의 전극 구조에서는 여진된 탄성 표면파의 파면 모두가 여진부를 통과하지 않기 때문에 효율이 저하한다. 또한, 파면의 기울기에 의해 전극으로부터의 반사파가 여진파에 일부 유효하게 중첩되지 않기 때문에, 전파 방향에 수직으로 방향성의 분포가 발생한다. 특히, 송수신 변환을 대향시킨 도 12, 도 14 및 도 15에 도시하는 필터 구성에 있어서는 탄성 표면파를 효율적으로 수신할 수 없다. 특히 전파 방향으로 긴 필터 등에서는 효율의 저하가 현저하다. STX+25°컷트 수정 기판에 있어서, 빔 스티어링각(beam steering angle)은 5.4°이다. 도 17 및 도 18은 STX+25°컷트 수정 기판의 빔 스티어링각에 맞추어 전극을 전파축으로 수직 방향으로 평행이동하여 배치한 것이다.

도 19 및 도 20은 본 발명에 따른 변환기에 의해 구성된 필터를 도시하는 개략적 도면이다. 빔 스티어링각이 0이 아닌 기판, 예를 들면 STX+25°컷트 수정 기판에 있어서 전원 전도각에 맞추어 송수신 전극을 구성하고, 또한 전파에 의해 경사지는 탄성 표면파의 빔을 효율적으로 수신할 수 있도록 송수신 탄성 표면파 변환기의 축을 맞춘 것이다. 이에 따라 손실을 한층 더 낮출 수 있다.

본 발명은 상술한 실시예에만 한정되는 것이 아니고, 여러가지의 변경이나 변형이 가능하다. 예컨대, 이방성의 압전성 기판으로서 반사에 의해 45°의 위상 회전이 발생하는 이방성 기판을 이용하였지만, 45°로부터 어긋난 위상 회전을 받는 기판도 이용할 수 있고, 이 경우에는 예컨대 전극 핑거의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향선 방향으로 폭을 변화시킴으로써 조정할 수 있다.

상술한 실시예에서는, 여리개의 변환기 구조체를 결합하여 1개의 변환기를 구성하였지만, 물론 1개의 변환기 구조체만으로, 즉 1개의 1 여진 전극 구조체와 1개의 반사기 구조체만으로도 변환기를 구성할 수 있다.

상술한 실시예에 있어서는, 압전성 기판으로서 오일러각(ψ, Θ, ϕ)으로 나타내는 컷트각이 ψ=0°, Θ=51°, ϕ=90°가 되도록 컷트된 리튬 테트라보레이트 기판과 STX+25°수정 기판을 이용하였지만, NSPUDT특성을 나타내는 다른 컷트의 리튬 테트라보레이트 기판을 이용할 수 있다. 즉, 컷트각 ψ=+5°~-5°, Θ=9°~29°, 32°~86°, ϕ=85°~95°가 되도록 컷트된 리튬 테트라보레이트 기판을 이용할 수도 있다. 또한, 리튬 테트라보레이트나 수정 이외의 기판을 이용할 수도 있다. 즉, NSPUDT특성을 나타낸다는 것이 알려져 있는 YZ+51.25°컷트의 탄탈산 리튬($LiTaO_3$)이나 Y-ΘX(Θ=25°~45°) 컷트 혹은 128°회전된 Y-ΘX(20°< Θ< 50°) 컷트의 니오브산 리튬($LiNbO_3$) 기판을 이용할 수도 있다.

또한, 상술한 실시예에 있어서의 각종 전극폭, 피치나 에지 간격 등은, 미세가공에 의한 정밀도상에서, ±10%정도 이내의 오차가 있더라도 소기의 목적을 달성할 수 있다. 또한, 기판의 재료나 컷트각 등에 의해 방향성이 어긋나는 것 같은 경우에는 전극 핑거의 폭을 변화시켜 이 어긋남을 수정할 수도 있다.

상술한 바와 같이, 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기에 있어서는, NSPUDT특성을 갖는 기판에 있어서 방향성을 반전할 수 있어, 정규형 전극과 조합함으로써 저손실의 위상 특성이 좋은 필터를 실현할 수 있다. 또한 한번의 미세가공으로 형성할 수 있기 때문에 제조 과정은 간단해지고, 가공의 양품율도 향상되어, 비용을 저감할 수 있다.

또한, 본 발명에서는, 반사기 구조체에 의한 반사 효과를 효율적으로 이용하고 있기 때문에, STX+25°컷트 기판과 같이 반사 계수가 작은 기판에서도 방향성을 반전시킬 수 있다. 또한, $Li_2B_4O_7$의 (0°, 51°, 90°)컷트 기판과 같이 반사 계수가 너무 크기 때문에 실용적이지 않다고 생각되었던 기판이더라도, 반사기에 의한 반사 효과를 적절히 이용하여 필요이상의 반사파를 취소시킬 수 있다. 이 결과, 전극 핑거에 의한 반사 효과를 적절히 제어할 수 있어, 우수한 변환 특성의 변환기를 실현할 수 있다.

또한, 정부(正負)의 전극 및 부동(浮動) 전극을 동일한 재료로 구성한, 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기의 실시예에 의하면, 제조가 대단히 용이하게 되고, 치수 정밀도를 용이하게 확보할 수 있기 때문에 NSPUDT특성을 나타내는 압전성 기판과의 조합에 의하여 삽입 손실을 현저히 작게 억제할 수 있음과 동시에 주파수 특성 및 위상 특성을 향상시킬 수 있다. 또한 본 발명에 따른 탄성 표면파 변환기는 변형에

의해 전원 전도각을 가지는 NSPUDT 기판에 있어서도 상기 특성을 실현할 수 있다.

특히, λ/4의 선폭의 전극 핑거를 주기적으로 배열함으로써 변환기 구조체가 형성되기 때문에, 제조 정밀도 및 변환 특성을 한층 더 개선할 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

내츄럴 단상형 일방향성 변환기 특성을 갖도록 컷트된 이방성 압전성 기판상에 형성된 여진 전극 구조체와 반사기 구조체를 구비하는 변환기 구조체를 포함하는 탄성 표면파 변환기에 있어서,

λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 상기 여진 전극 구조체가, λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2가 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극을 구비하고, 상기 반사기 구조체는 중심 간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체 사이의 거리 L_g를 $L_g=(2n+1)\lambda/4$ (단, n은 양의 정수)로 설정한 것을 특징으로 하는

탄성 표면파 변환기.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

m이 양의 정수일 때, 상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E를 $N_E=2m+1$로 하고, 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R를 $N_R=2m$으로 한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E와 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R가 $N_E<N_R$로 되도록 설정하고, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 부방향이 되도록 구성한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E와 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R가 $N_E>N_R$로 되도록 설정하고, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향이 되도록 구성한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 여진 전극 구조체 및 상기 반사기 구조체의 각 전극 핑거의 폭을 거의 λ/4로 설정한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 내츄럴 단상형 일방향성 변환기 특성을 갖는 이방성 압전성 기판을, STX+25° 컷트의 수정 기판, 오일러각(ψ, Θ, ϕ)으로 표현되는 컷트각이 (45°, 55°, 0°)인 수정 기판, YZ+51.25° 컷트의 탄탈산 리튬($LiTaO_3$) 기판, Y-ΘX(Θ=25°~45°)컷트의 니오브산 리튬($LiNbO_3$) 기판, 128° 회전된 Y-ΘX(20°<Θ< 50°) 컷트의 니오브산 리튬($LiNbO_3$) 기판 및 오일러각으로 표현되는 컷트각이 ψ=+5°~-5°, Θ=9°~29°, 32°~86°, ϕ= 85°~95°로 되도록 컷트된 리튬 테트라보레이트($Li_2B_4O_7$) 기판으로 이루어지는 그룹에서 선택한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 7

상기 내츄럴 단상형 일방향성 변환기 특성을 갖도록 컷트된 이방성 압전성 기판상에 형성된 여진 전극 구조체와 반사기 구조체를 구비하는 변환기 구조체를 포함하는 탄성 표면파 변환기에 있어서,

λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 상기 여진 전극 구조체가, λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2로 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극을 구비하고, 상기 반사기 구조체는 중심 간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체 사이의

거리 L_g를 $L_g=n\lambda/2$ (단, n은 양의 정수)로 설정한 것을 특징으로 하는

탄성 표면파 변환기.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

m이 양의 정수일 때, 상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E를 $N_E=2m+1$로 하고, 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R를 $N_R=2m+1$로 한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 9

내츄럴 단상형 일방향성 변환기 특성을 갖도록 컷트된 이방성 압전성 기판상에 형성된 여진 전극 구조체와 반사기 구조체를 구비하는 동시에 NSPUDT특성에 의한 동작 방향선이 서로 일치하도록 배치되어 있는 복수의 변환기 구조체를 포함하는 탄성 표면파 변환기에 있어서,

λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 상기 여진 전극 구조체가, λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2로 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극을 구비하고, 상기 반사기 구조체는 중심간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 각 변환기 구조체에 있어 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체 사이의 거리 L_g, 및 전단의 변환기 구조체와 후단의 구조체 사이의 거리 L_t를 모두 $(2n+1)\lambda/4$ (단, n은 양의 정수)로 설정한 것을 특징으로 하는

탄성 표면파 변환기.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 거리 L_g 및 L_t를 $3\lambda/4$로 설정한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 변환기 구조체의 각각에 대하여, 상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E와 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R가 $N_E<N_R$로 되도록 설정하고, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 부방향이 되도록 구성한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 변환기 구조체의 각각에 대하여, 상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E와 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R가 $N_E>N_R$로 되도록 설정하고, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향이 되도록 구성한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 13

제 9 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 변환기 구조체 중 적어도 하나의 변환기 구조체가 다른 변환기 구조체와는 다른 변환 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 14

제 13 항에 있어서,

상기 변환기 구조체 중 적어도 하나의 변환기 구조체의 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수를 다른 변환기 구조체의 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수와 다르게 한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 변환기 구조체 중 적어도 하나의 변환기 구조체의 여진 전극 구조체가 여진 동작을 행하지 않는 더미 전극(dummy electrode)을 갖는 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 변환기.

청구항 16

내츄럴 단상형 일방향성 변환기 특성을 갖도록 컷트된 압전성 기판상에 형성된 송신측 변환기와 수신측 변환기를 구비하는 트랜스버셜형 탄성 표면파 필터에 있어서,

상기 송신측 또는 상기 수신측 변환기 중 어느 한쪽의 변환기를, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 정방향으로 되는 변환기로 구성하고, 나머지 변환기를 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 부방향으로 되는 방향 반전 구조의 변환기로 구성하며,

상기 방향 반전 구조의 변환기가, 여진 전극 구조체와 반사기 구조체를 구비하는 하나 이상의 변환기 구조체를 포함하고,

λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 상기 여진 전극 구조체가, λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2로 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극을 구비하고, 상기 반사기 구조체는 중심 간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체 사이의 거리 L_g를 $L_g=(2n+1)\lambda/4$ (단, n은 양의 정수)로 설정한 것을 특징으로 하는

탄성 표면파 필터.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E와 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R가 $N_E<N_R$로 되도록 설정하고, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 부방향이 되도록 구성한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 방향 반전 구조의 변환기가 전파축들이 서로 일치하도록 배치된 복수의 변환기 구조체를 포함하고, 상기 변환기 구조체의 각각은 여진 전극 구조체와 반사기 구조체를 구비하며, λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 상기 여진 전극 구조체가, λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2로 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극을 구비하고, 상기 반사기 구조체는 중심 간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 각 변환기 구조체에 있어 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체 사이의 거리 L_g, 및 전단의 변환기 구조체와 후단의 변환기 구조체 사이의 거리 L_t를 모두 $(2n+1)\lambda/4$ (단, n은 양의 정수)로 설정한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 거리 L_g 및 L_t를 모두 $3\lambda/4$로 설정한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 변환기 구조체 각각에 대하여, 상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E와 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R가 $N_E<N_R$로 되도록 설정하고, 순방향이 기판의 NSPUDT특성에 의한 동작 방향의 부방향이 되도록 구성한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

청구항 21

제 16 항에 있어서,

상기 송신측 변환기가, λ의 피치로 주기적으로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2가 되도록 인터디지털형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부

전극을 구비하는 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

청구항 22

제 16 항에 있어서,

상기 한쪽의 변환기가, 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체를 갖는 변환기 구조체를 포함하고, λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 상기 여진 전극 구조체가, λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2가 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극을 구비하고, 상기 반사기 구조체는 중심간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체 사이의 거리 L_g를 $L_g=n\lambda/2$ (단, n은 양의 정수)로 설정한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

청구항 23

제 16 항에 있어서,

상기 한쪽의 변환기가, 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체를 구비하는 변환기 구조체를 포함하고, λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 상기 여진 전극 구조체가, λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거의 사이에 중심 간의 거리가 λ/2가 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극을 구비하고, 상기 반사기 구조체는 중심 간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체 사이의 거리 L_g를 $L_g=(2n+1)\lambda/4$ (단, n은 양의 정수)로 설정하고, 상기 여진 전극 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_E와 상기 반사기 구조체의 전극 핑거의 갯수 N_R가 $N_E>N_R$로 되도록 설정하며, 순방향이 기판의 NSPUDT 특성에 의한 동작 방향의 정방향이 되도록 구성한 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

청구항 24

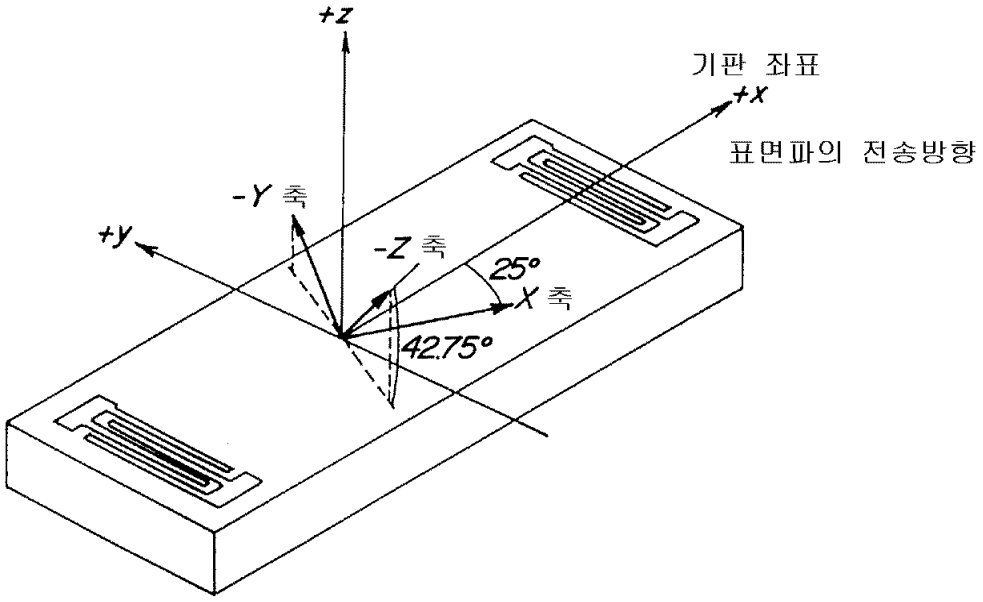
내츄럴 단상형 일방향성 변환기 특성을 갖도록 컷트된 압전성 기판상에 형성된 송신측 변환기와 수신측 변환기를 구비하는 트랜스버셜형 탄성 표면파 필터에 있어서,

상기 송신측 변환기 및 상기 수신측 변환기가, 여진 전극 구조체와 반사기 구조체를 각각 구비하며 NSPUDT특성에 따른 동작 방향선이 서로 일치하도록 배치된 복수의 변환기 구조체를 포함하며, λ를 기본 탄성 표면파의 전파 파장이라 할 때, 상기 여진 전극 구조체의 각각이, λ의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 갖는 정전극과, 상기 정전극의 전극 핑거들 사이에 중심 간의 거리가 λ/2로 되도록 인터디지탈형으로 배치된 전극 핑거를 갖는 부전극을 구비하고, 상기 반사기 구조체의 각각은 중심 간의 거리가 λ/2의 피치로 배치된 복수의 전극 핑거를 구비하며, 상기 변환기 구조체의 각각에 대하여 상기 여진 전극 구조체와 상기 반사기 구조체 사이의 거리 L_g, 및 전단의 변환기 구조체와 후단의 변환기 구조체 사이의 거리 L_t를 모두 $3\lambda/4$로 설정하고, m이 양의 정수일 때, 상기 여진 전극 구조체의 각각의 전극 핑거의 갯수 N_E를 $N_E=2m+1$로 하고, 상기 반사기 구조체의 각각의 전극 핑거의 갯수 N_R를 $N_R=2m$으로 하여, 상기 송신측 또는 상기 수신측 변환기 중 어느 한쪽의 변환기의 각 변환기 구조체에 대하여 $N_E>N_R$로 하고, 나머지 변환기 구조체에 대해서는 $N_E<N_R$로 한 것을 특징으로 하는

탄성 표면파 필터.

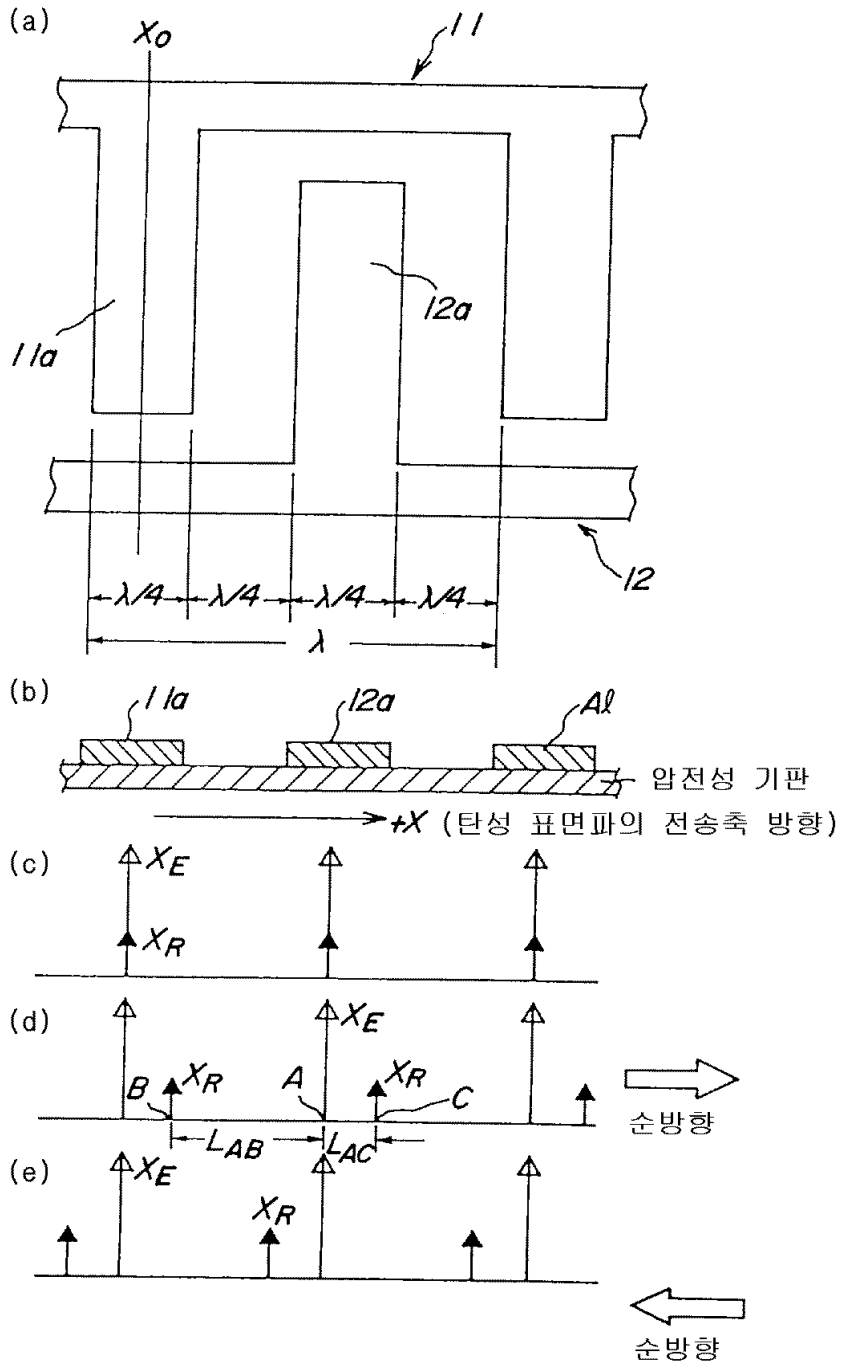
도면

도면1

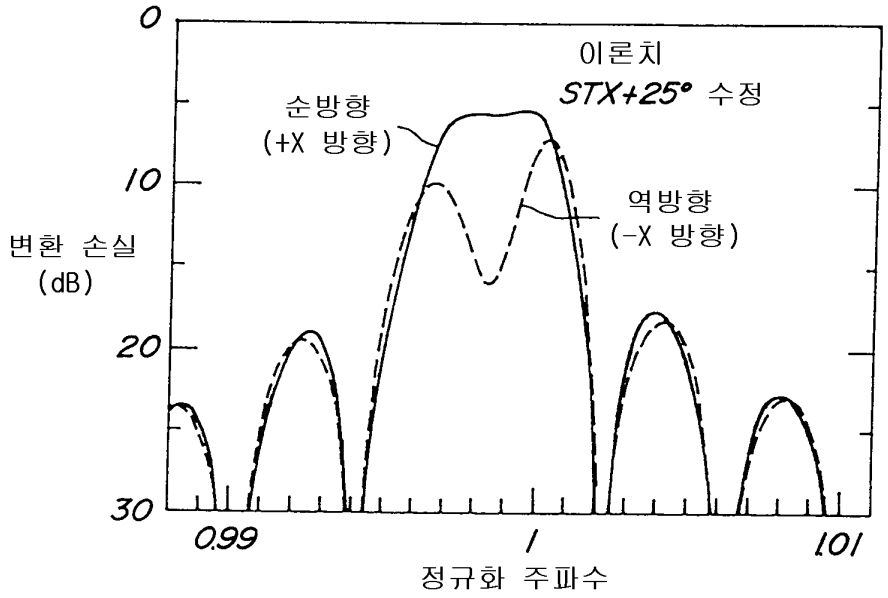


STX+25° 기판의 좌표와 결정축의 개략도

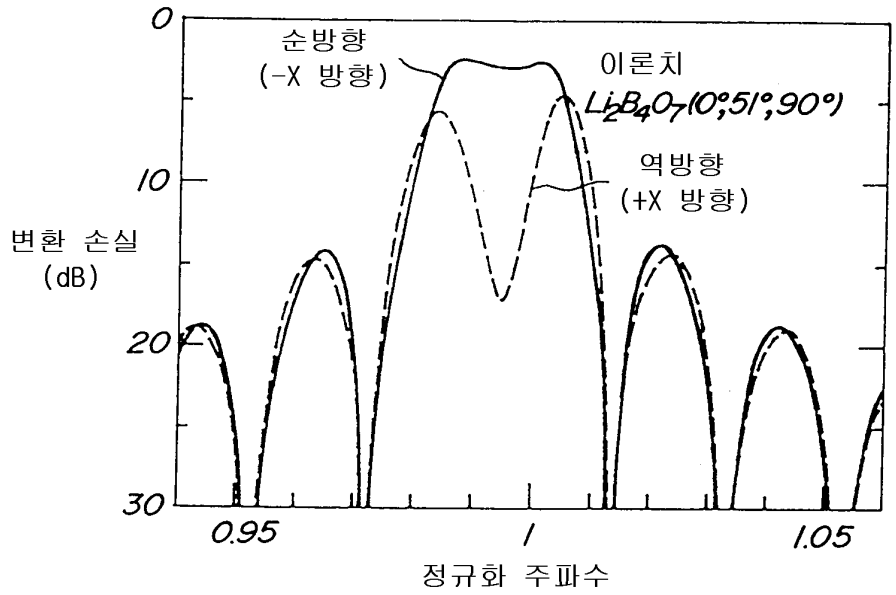
도면2


(a)
X_0
11
11a
12a
12
λ/4
λ/4
λ/4
λ/4
λ
(b)
11a
12a
Al
압전성 기판
+X (탄성 표면파의 전송축 방향)
(c)
X_E
X_R
(d)
X_E
B
X_R
A
X_R
C
L_{AB}
L_{AC}
순방향
(e)
X_E
X_R
순방향

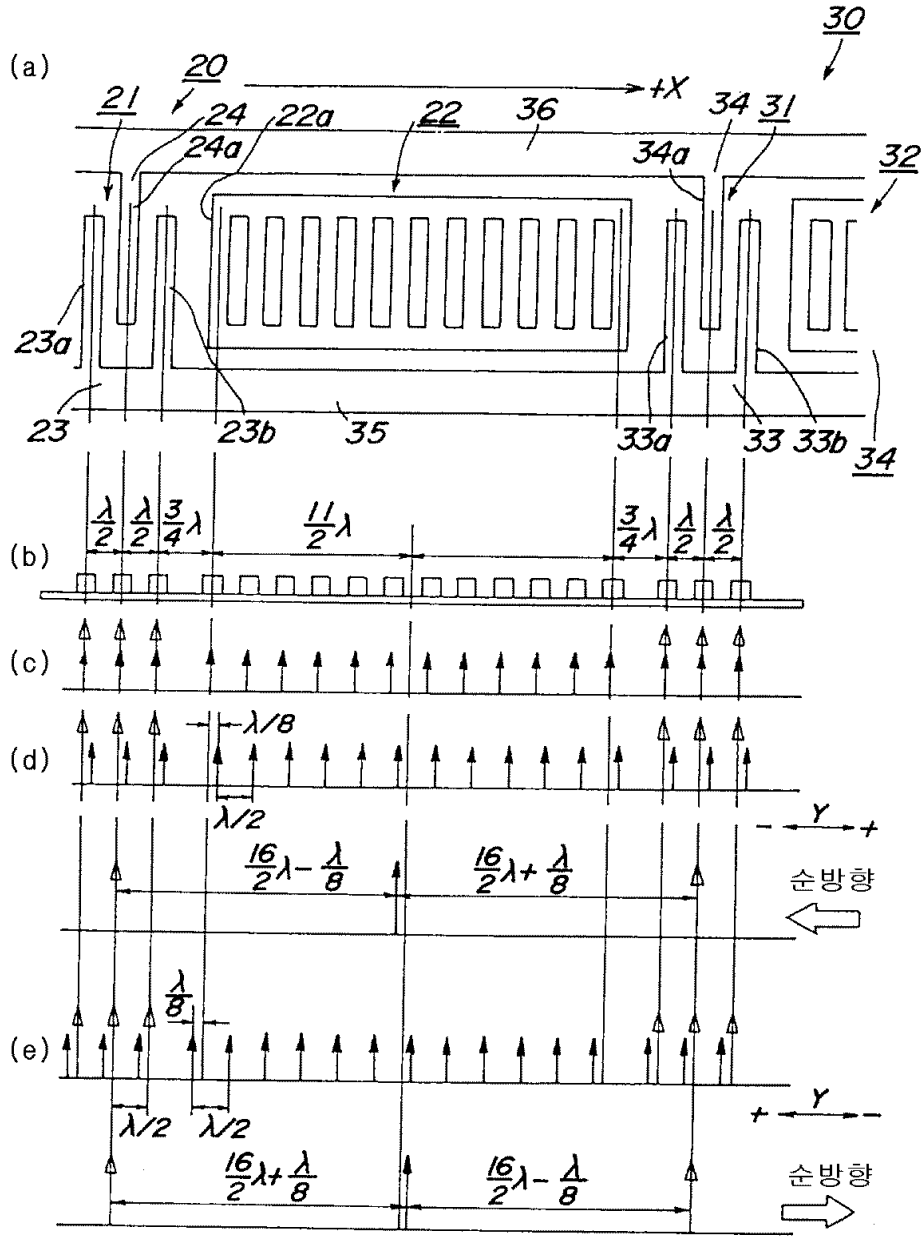
도면3


0
10
20
30
변환 손실
(dB)
이론치
STX+25° 수정
순방향
(+X 방향)
역방향
(-X 방향)
0.99
1
1.01
정규화 주파수

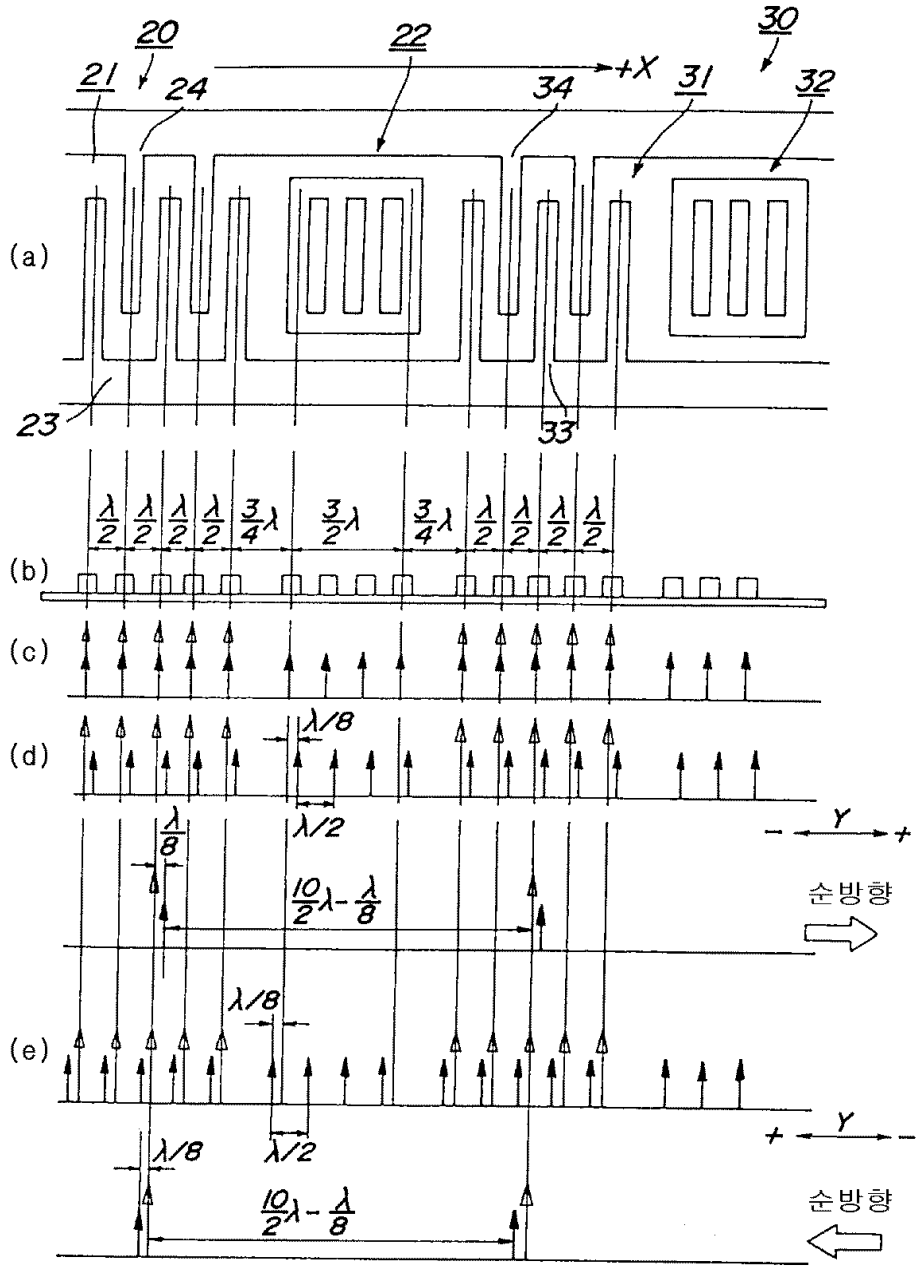
도면4


0
10
20
30
변환 손실
(dB)
순방향
(-X 방향)
이론치
$Li_2B_4O_7$(10°,51°,90°)
역방향
(+X 방향)
0.95
1
1.05
정규화 주파수

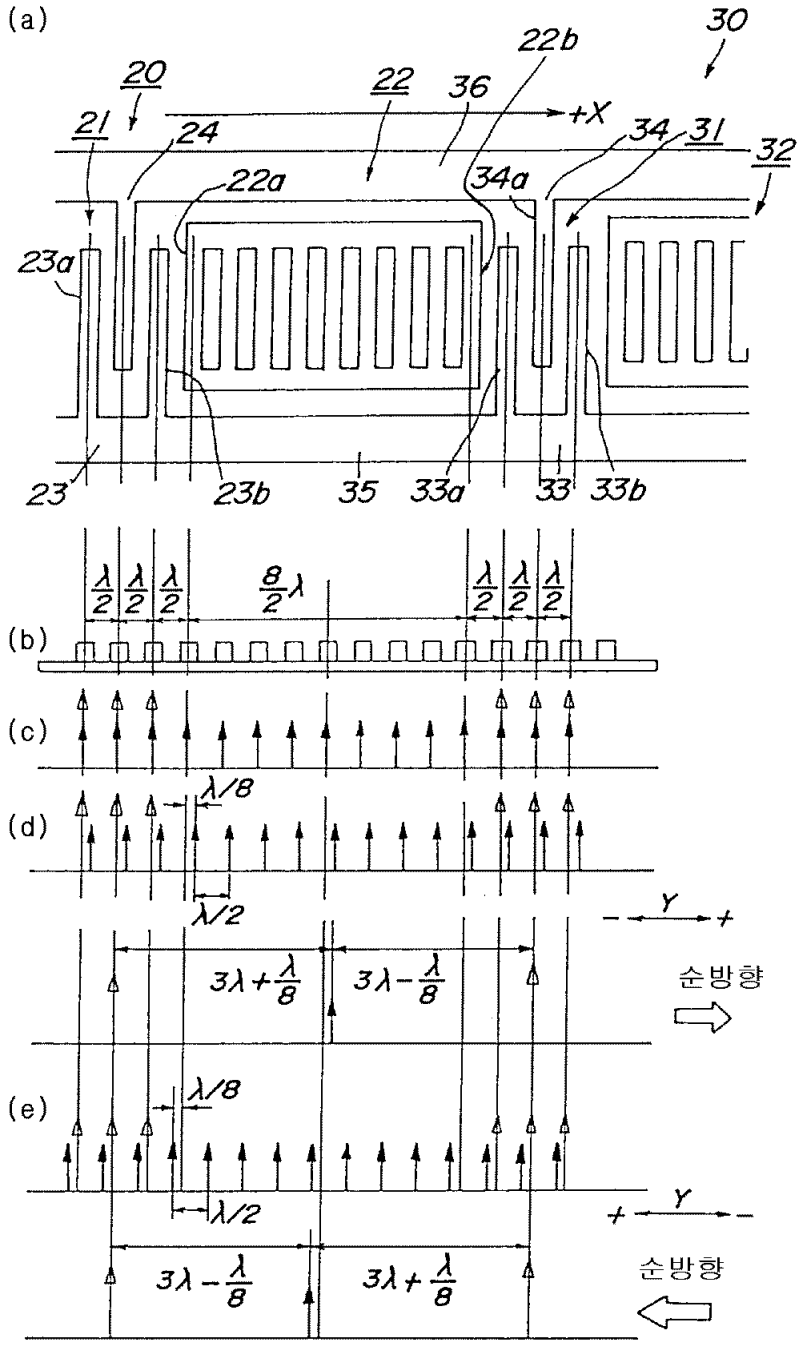
도면5


(a)
30
20
+X
21
24
22a
22
36
34
31
24a
34a
32
23a
23
23b
35
33a
33
33b
34
(b)
λ/2
λ/2
3/4λ
11/2λ
3/4λ
λ/2
λ/2
(c)
(d)
λ/8
λ/2
Y
16/2λ- λ/8
16/2λ+ λ/8
순방향
(e)
λ/8
λ/2
λ/2
Y
16/2λ+ λ/8
16/2λ- λ/8
순방향

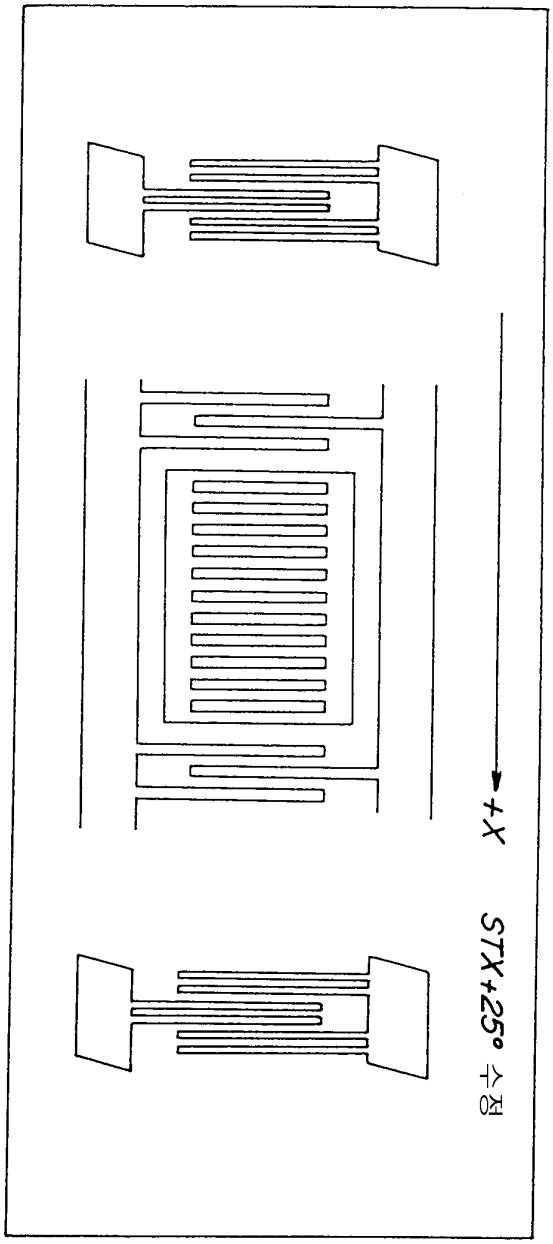
도면6



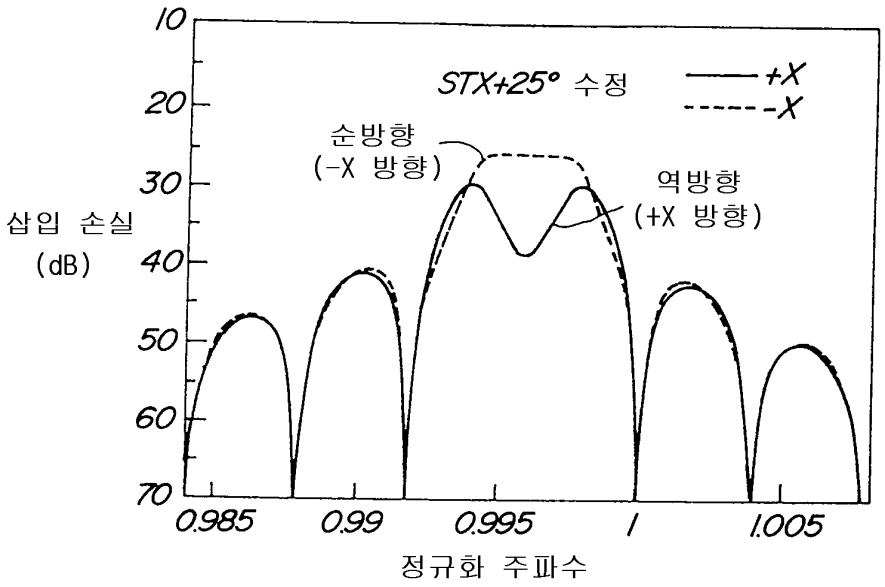
도면7


(a)
30
22b
20
22
36
+X
21
24
34
31
32
22a
34a
23a
23
23b
35
33a
33
33b
(b)
$\frac{\lambda}{2}$ $\frac{\lambda}{2}$ $\frac{\lambda}{2}$ $\frac{8}{2}\lambda$ $\frac{\lambda}{2}$ $\frac{\lambda}{2}$ $\frac{\lambda}{2}$
(c)
(d)
λ/8
λ/2
Y
$3\lambda+\frac{\lambda}{8}$
$3\lambda-\frac{\lambda}{8}$
순방향
(e)
λ/8
λ/2
Y
$3\lambda-\frac{\lambda}{8}$
$3\lambda+\frac{\lambda}{8}$
순방향

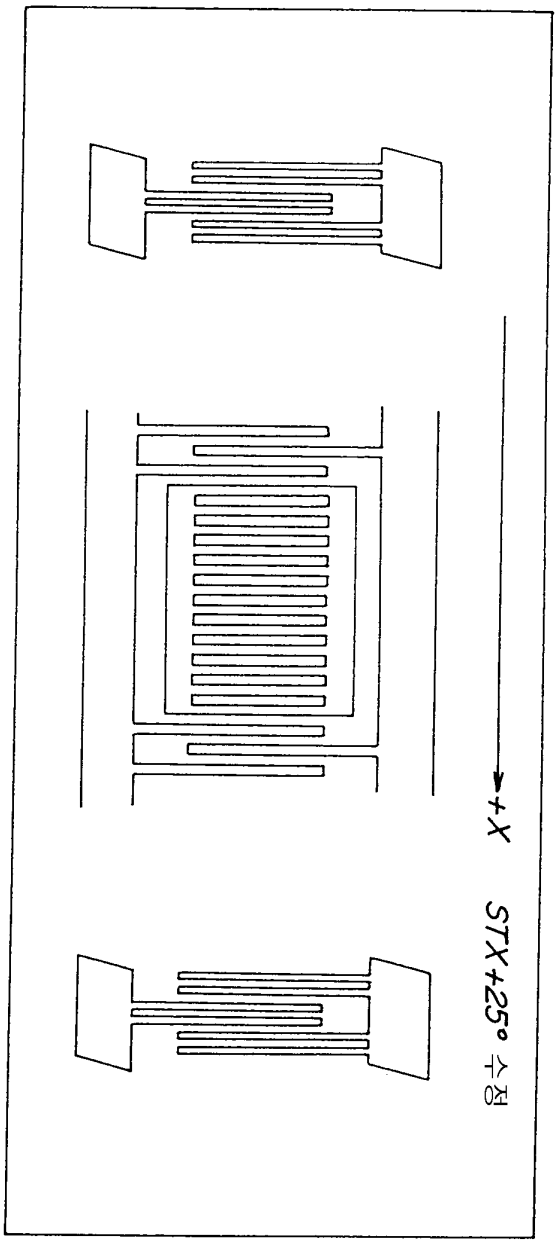
도면8



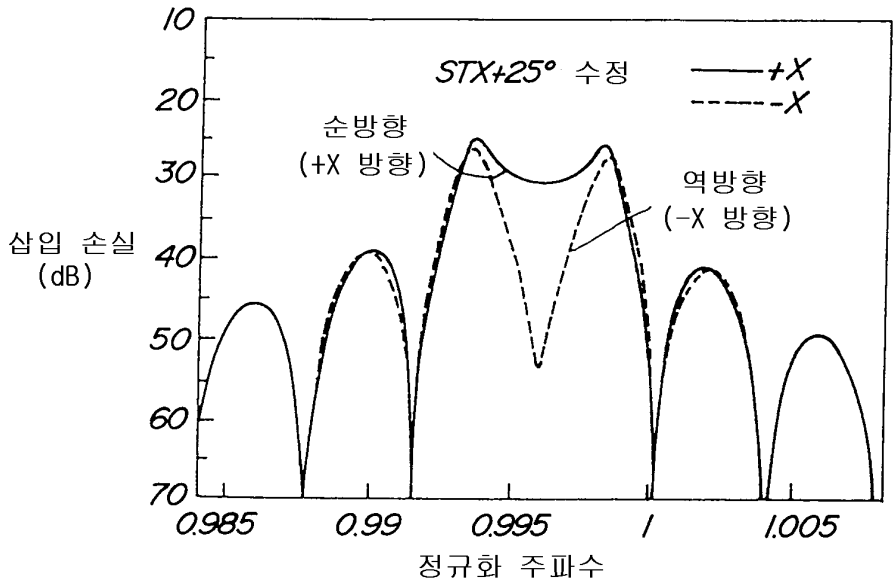
도면9


10
20
30
40
50
60
70
삽입 손실
(dB)
STX+25° 수정
+X
-X
순방향
(-X 방향)
역방향
(+X 방향)
0.985
0.99
0.995
1
1.005
정규화 주파수

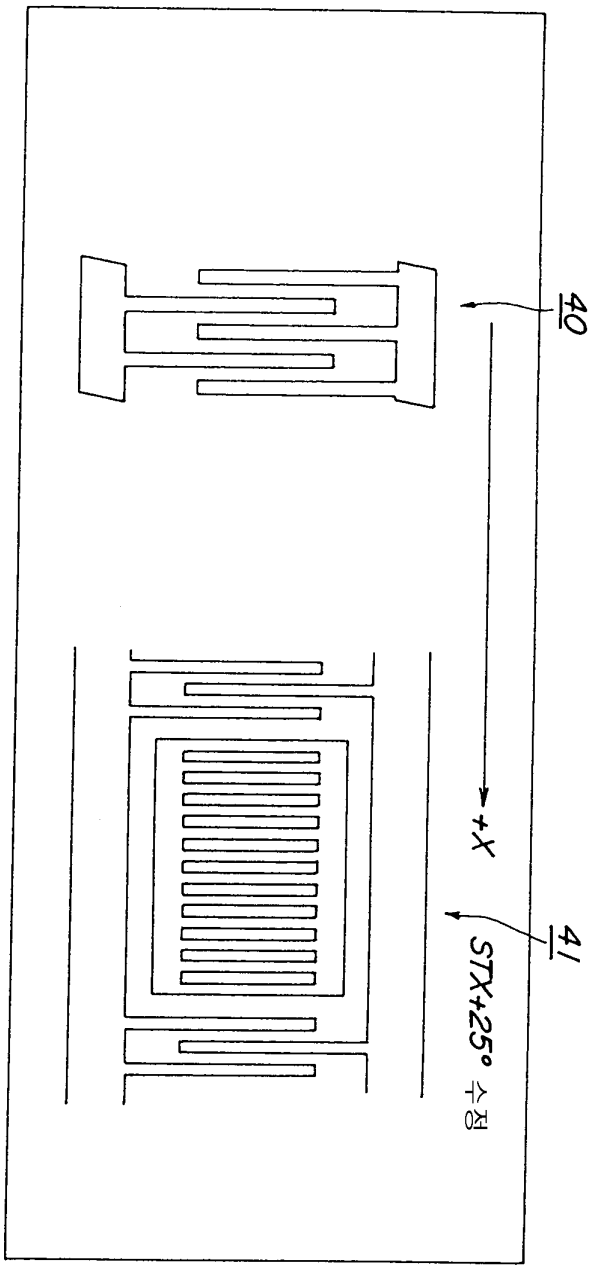
도면10



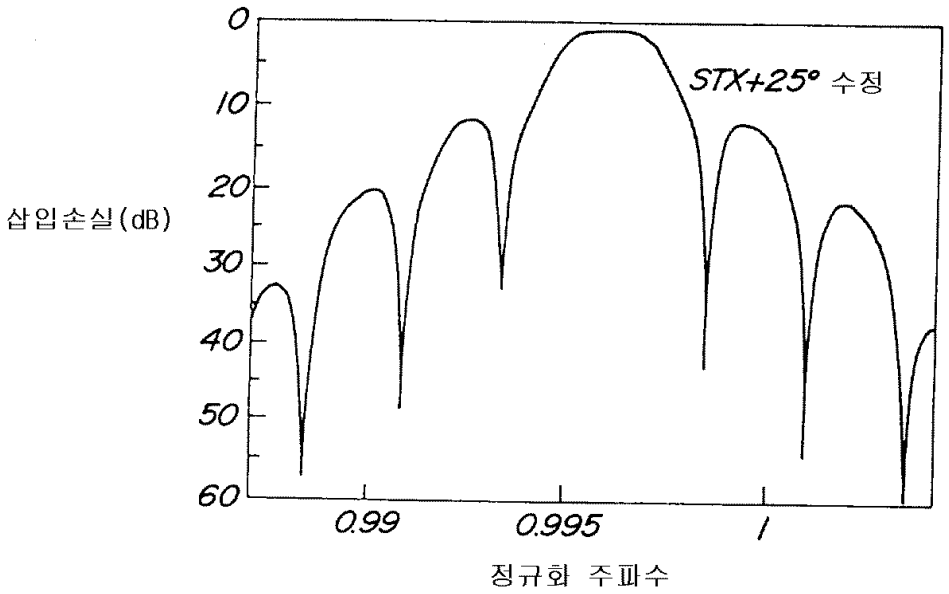
도면11


10
20
30
40
50
60
70
삽입 손실
(dB)
STX+25° 수정
+X
-X
순방향
(+X 방향)
역방향
(-X 방향)
0.985
0.99
0.995
1
1.005
정규화 주파수

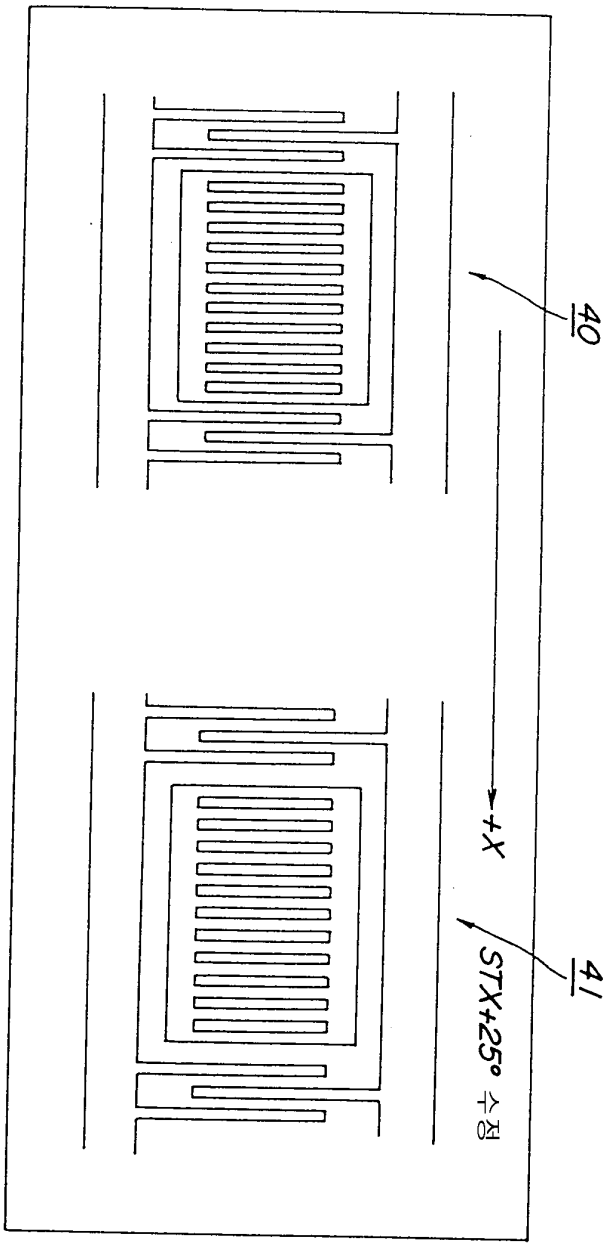
도면12



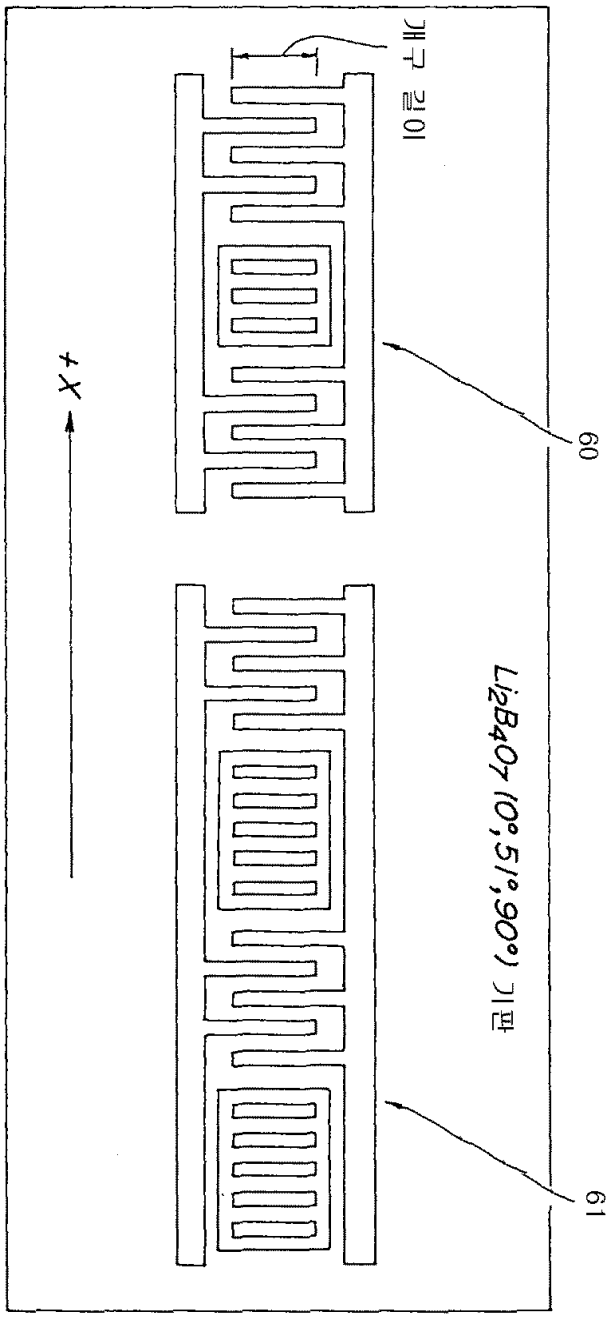
도면13



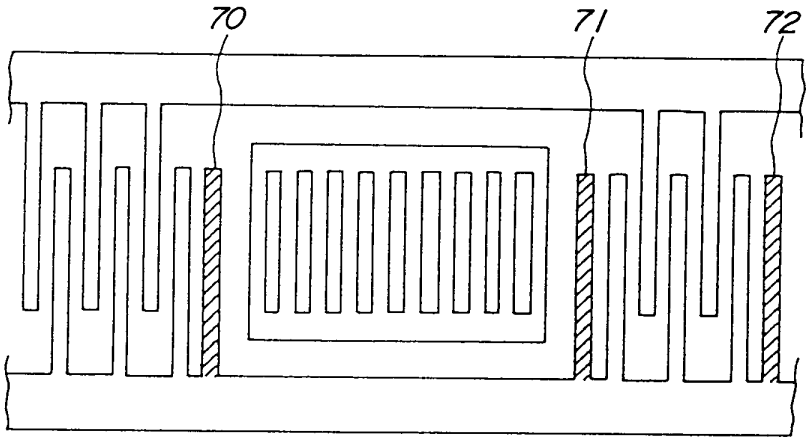
도면14



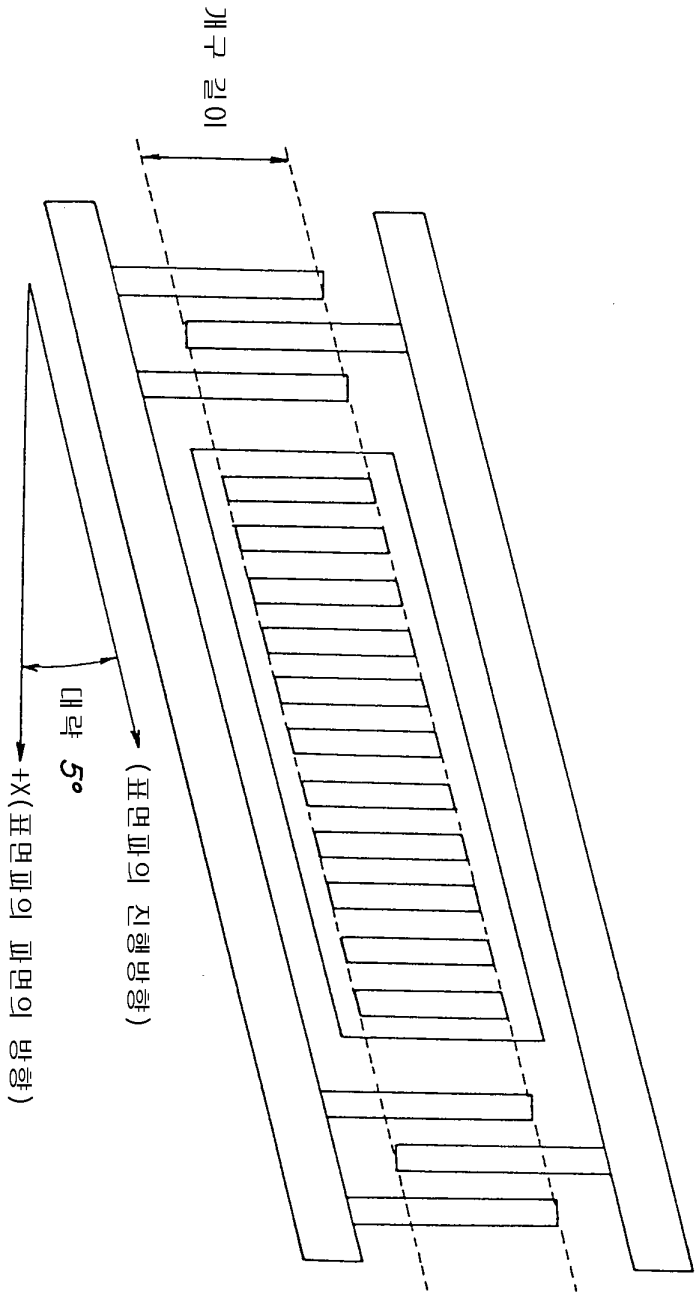
도면15



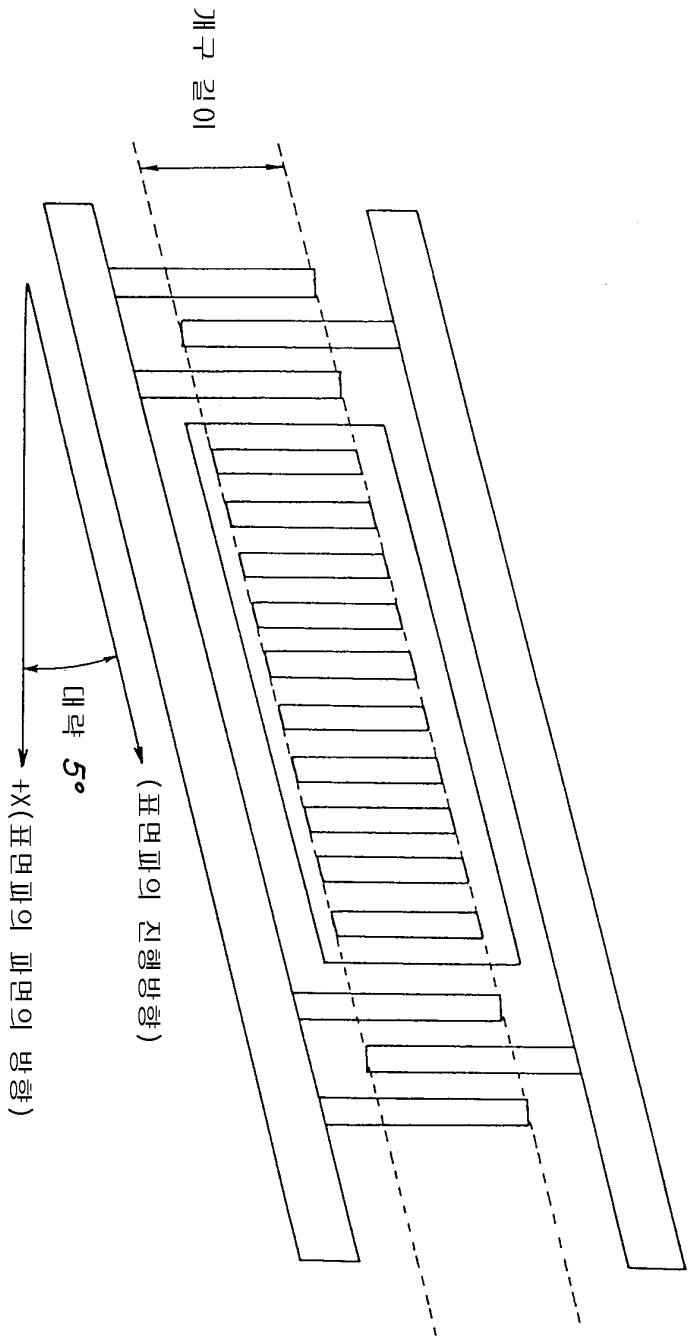
도면16



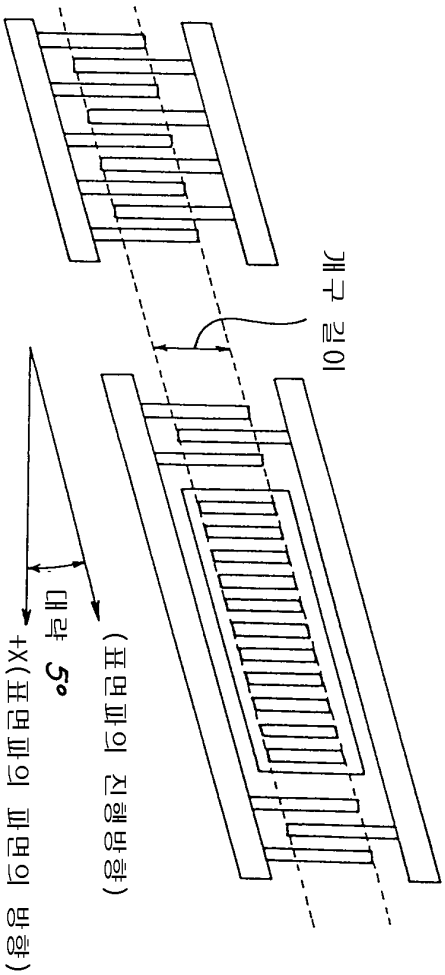
도면17



도면18



도면19



도면20

