



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl.

H03H 3/08 (2006.01)

H03H 9/145 (2006.01)

(11) 공개번호 10-2006-0129514

(43) 공개일자 2006년12월15일

(21) 출원번호 10-2006-7019990

(22) 출원일자 2006년09월27일

심사청구일자 2006년09월28일

번역문 제출일자 2006년09월27일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2005/005414

(87) 국제공개번호 WO 2005/093949

국제출원일자 2005년03월24일

국제공개일자 2005년10월06일

(30) 우선권주장 JP-P-2004-00095962 2004년03월29일 일본(JP)

(71) 출원인 가부시키가이샤 무라타 세이사쿠쇼
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10반 1고

(72) 발명자 카도타 미치오
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10방 1고가부시키가
이샤 무라타 세이사쿠쇼
칸도 하지메
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메 10방 1고가부시키가
이샤 무라타 세이사쿠쇼

(74) 대리인 윤동열

전체 청구항 수 : 총 9 항

(54) 탄성 경계파 장치의 제조방법 및 탄성 경계파 장치

(57) 요약

본 발명은 주파수 편차가 적은 탄성 경계파 장치의 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

본 발명의 탄성 경계파 장치의 제조방법에 따르면, 제1~제3의 매질(1~3)이 이 순서로 적층되어 있으며, 제1의 매질(1)과 제2의 매질(2)과의 경계에 전극(5)이 배치되어 있는 탄성 경계파 장치의 제조방법으로서, 제1의 매질(1)과 제2의 매질(2)이 적층되어 있으며, 제1, 제2의 매질(1, 2)의 경계에 전극(5)이 배치되어 있는 적층체를 준비하고, 상기 적층체 단계에서, 제2의 매질(2)의 막두께를 조정함으로써 주파수, 또는 탄성 표면파, 의사 탄성 경계파 혹은 탄성 경계파의 음속을 조정하며, 조정 후에, 제2의 매질과 탄성 경계파의 음속 및/또는 재료가 다른 제3의 매질(3)을 형성한다.

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

제1~제3의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 또한 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있는 탄성 경계파 장치의 제조방법으로서,

제1의 매질과 제2의 매질이 적층되어 있으며, 제1, 제2의 매질의 경계에 전극이 배치되어 있는 적층체를 준비하는 공정과,

상기 적층체 단계에서 제2의 매질의 막두께에 의해 주파수, 또는 탄성 표면파, 의사 탄성 경계파 혹은 탄성 경계파의 음속을 조정하는 조정공정과,

상기 조정공정 후에, 탄성 경계파의 음속 및/또는 재료가 제2의 매질과는 다른 제3의 매질을 형성하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 탄성 경계파 장치의 제조방법.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 제3의 매질의 두께가, 탄성 경계파의 파장을 λ 라고 했을 때에, 0.5λ 보다 큰 것을 특징으로 하는 탄성 경계파 장치의 제조방법.

청구항 3.

제1~제4의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 또한 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있는 탄성 경계파 장치의 제조방법으로서,

제1~제3의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 또한 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있는 적층체를 준비하는 공정과,

상기 적층체 단계에서, 주파수, 또는 탄성 표면파, 의사 탄성 경계파 혹은 탄성 경계파의 음속을 조정하는 조정공정과,

상기 조정공정 후에, 음속 및/또는 재료가 제3의 매질과는 다른 제4의 매질을 형성하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 탄성 경계파 장치의 제조방법.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 제4의 매질의 두께가, 탄성 경계파의 파장을 λ 라고 했을 때에, 0.5λ 보다 큰 것을 특징으로 하는 탄성 경계파 장치의 제조방법.

청구항 5.

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서, 적어도 하나의 매질이 복수의 재료층을 적층한 적층구조를 갖는 것을 특징으로 하는 탄성 경계파 장치의 제조방법.

청구항 6.

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전극재료로서, Au, Ag, Cu, Fe, Ta, W, Ti 및 Pt로 이루어지는 군에서 선택된 1종의 금속을 사용하는 것을 특징으로 하는 탄성 경계과 장치의 제조방법.

청구항 7.

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 매질층이 니오브산리튬, 니오브산칼륨, 탄탈산리튬, 4붕산리튬, 랑거사이트(langasite)나 랑거나이트(langanite), 수정, PZT(티탄산지르콘산납계 세라믹스), ZnO, AlN, 산화규소, 유리, 실리콘, 사파이어, 질화실리콘 및 질소화탄소로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1종의 재료를 사용해서 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 탄성 경계과 장치의 제조방법.

청구항 8.

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전극이 탄성 경계과 공진자 또는 탄성 경계과 필터를 구성하기 위한 전극이며, 탄성 경계과 장치로서, 탄성 경계과 공진자 또는 탄성 경계과 필터가 얻어지는 것을 특징으로 하는 탄성 경계과 장치의 제조방법.

청구항 9.

제1~제4의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있고, 제3의 매질과 제4의 매질과의 음속 및/또는 재료가 다른 것을 특징으로 하는 탄성 경계과 장치.

명세서

기술분야

본 발명은 매질 사이의 경계를 전파하는 탄성 경계과를 이용한 탄성 경계과 장치의 제조방법 및 상기 탄성 경계과 장치에 관한 것으로서, 보다 상세하게는, 전극의 양측의 매질 중의 한쪽의 매질의 외측에 또한 매질이 적층되어 있는 구조를 갖는 탄성 경계과 장치의 제조방법 및 탄성 경계과 장치에 관한 것이다.

배경기술

종래, 휴대전화용의 RF 필터 및 IF 필터, 및 VCO용 공진자 및 텔레비전용 VIF 필터 등에, 각종 탄성 표면과 장치가 사용되고 있다. 탄성 표면과 장치는 매질 표면을 전파하는 레일리파나 제1 누설파 등의 탄성 표면파를 이용하고 있다.

탄성 표면파는, 매질 표면을 전파하기 때문에, 매질의 표면상태의 변화에 민감하다. 따라서, 매질의 탄성 표면과 전파면을 보호하기 위해서, 상기 전파면에 임하는 공동(空洞)을 형성한 패키지에 탄성 표면과 소자가 기밀(氣密) 봉지되어 있었다. 이러한 공동을 갖는 패키지가 사용되고 있었기 때문에, 탄성 표면과 장치의 비용은 비싸지 않을 수 없었다. 또한, 패키지의 치수는 탄성 표면과 소자의 치수보다도 대폭으로 커지기 때문에, 탄성 표면과 장치는 커지지 않을 수 없었다.

한편, 탄성과 중에는, 상기 탄성 표면과 이외에, 고체간의 경계를 전파하는 탄성 경계과가 존재한다.

예를 들면, 하기의 비특허문헌 1에는, 126°회전 Y판 X전파의 LiTaO₃기판상에 IDT가 형성되어 있으며, IDT와 LiTaO₃기판상에 SiO₂막이 소정의 두께로 형성되어 있는 탄성 경계과 장치가 개시되어 있다. 여기에서는, 스톤리파(Stoneley wave)라고 칭해지고 있는 SV+P형의 탄성 경계과가 전파하는 것이 나타나 있다. 한편, 비특허문헌 1에서는, 상기 SiO₂막의 막 두께를 1.0λ(λ는 탄성 경계과의 파장)로 한 경우, 전기기계 결합계수는 2%가 되는 것이 나타나 있다.

탄성 경계파는 고체간의 경계부분에 에너지가 집중된 상태로 전파한다. 따라서, 상기 LiTaO_3 기판의 저면 및 SiO_2 막의 표면에는 에너지가 거의 존재하지 않기 때문에, 기판이나 박막의 표면상태의 변화에 의해 특성이 변화하지 않는다. 따라서, 공동 형성 패키지를 생략할 수 있으며, 탄성과 장치의 사이즈를 저감할 수 있다.

한편, 탄성파를 이용한 필터나 공진자에서는, 공진 주파수나 중심 주파수의 편차(variation)를 억제하기 위해서, 여러 가지 주파수 조정방법이 제안되어 있다. 예를 들면, 하기의 특허문헌 1에는, 벌크파의 두께 진동을 이용한 압전 세라믹 필터에 있어서, 압전 세라믹 기판의 표면에 형성되어 있는 공진전극에 절연성 물질을 증착함으로써 주파수 조정을 행하는 방법이 개시되어 있다.

또한, 하기의 특허문헌 2에는, 표면파를 이용한 표면파 장치에 있어서, 압전기판상에 형성되어 있는 IDT전극 및 반사기를 덮도록 SiN 막이 형성되며, 상기 SiN 막의 막두께 조절에 의해 중심 주파수나 공진 주파수가 조정되고 있다.

한편, 하기의 특허문헌 3에는, 도 12에 나타내는 탄성 경계파 장치가 개시되어 있다. 탄성 경계파 장치(100)에서는, 압전성의 제1의 기판(101)상에, 빗살전극(102, 102)이 형성되어 있다. 그리고, 빗살전극(102, 102)을 덮도록 유전체막(103)이 형성되어 있다. 그리고, 유전체막(103)의 상면에, Si계 재료로 이루어지는 제2의 기판(104)이 적층되어 있다. 탄성 경계파 장치(100)에서는, Si계 재료로 이루어지는 제2의 기판(104)이 빗살전극(102, 102)과 직접 접촉하고 있지 않으며, 사이에 유전체막(103)이 배치되어 있기 때문에, 빗살전극(102, 102)간의 기생저항을 저감할 수 있다고 되어 있다.

비특허문헌 1: "Piezoelectric Acoustic Boundary Waves Propagating Along the Interface Between SiO_2 and LiTaO_3 " IEEE Trans. Sonics and ultrason., VOL.SU-25, No.6, 1978 IEEE

특허문헌 1: 일본국 특허공개 평5-191193호 공보

특허문헌 2: 일본국 특허공개 평2-301210호 공보

특허문헌 3: WO 98/51011호

발명의 상세한 설명

상술한 탄성 경계파 장치에서는, 공동 형성 패키지를 필요로 하지 않기 때문에, 탄성과 장치의 소형화를 도모할 수 있다. 그러나, 본원 발명자의 실험에 따르면, 탄성 경계파 장치에 있어서도, 탄성 표면파 장치의 경우와 마찬가지로, 제조 편차에 의해, 공진 주파수나 중심 주파수가 고르지 않기 쉽상이었다. 특히, 탄성 경계파 장치에서는, 제1의 매질상에 전극이 형성된 후에, 제2의 매질이 상기 전극을 덮도록 형성된다. 그 때문에, 제2의 매질의 제조 편차가 발생하면, 탄성 경계파 장치의 주파수 편차가 크게 발생하기 쉽상이었다.

한편, 특허문헌 1이나 특허문헌 2에 기재된 방법에서는, 벌크파 장치의 주파수 조정시에, 벌크파 기판 표면에 절연성 물질이 증착되어 있으며, 특허문헌 2에 기재된 방법에서는, 표면파 기판상에 SiN 막이 부여되어 주파수 조정이 행해지고 있었다. 즉, 종래의 벌크파 장치나 탄성 표면파 장치에서는, 진동 에너지가 기판 표면에 분포하는 것을 이용하여, 기판 표면에 절연체나 금속을 부착시킴으로써 주파수 조정이 행해지고 있었다. 또한, 기판 표면의 전극을 에칭하거나, 기판의 표면을 에칭함으로써 주파수를 조정하는 방법도 알려져 있다.

그러나, 탄성 경계파 장치에서는, 장치 표면에는 경계파의 진동 에너지는 거의 분포하지 않기 때문에, 이러한 주파수 조정 방법을 사용할 수 없다. 즉, 기판 표면에 절연물 등의 이물(異物)을 부착시키거나, 기판 표면을 깎았다고 하더라도, 공진 주파수나 통과대역은 변화하지 않는다.

특허문헌 3에 기재된 탄성 경계파 장치(100)에서는, 상기 유전체막(103)을 개재시킴으로써 기생 저항의 저감이 도모되고 있으나, 완성 후에는 주파수 조정은 불가능하였다.

본 발명의 목적은 상술한 종래기술의 현상을 감안하여, 제조 편차 등에 기인하는 주파수 편차를 효과적으로 억제할 수 있으며, 따라서 소망 대로의 주파수 특성을 갖는 탄성 경계파 장치를 안정적으로 또한 확실하게 제공하는 것을 가능하게 하는 제조방법, 및 주파수 편차가 적은 소망 대로의 주파수 특성을 갖는 탄성 경계파 장치를 제공하는 데 있다.

본원의 제1의 발명은, 제1~제3의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 또한 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있는 탄성 경계과 장치의 제조방법으로서, 제1의 매질과 제2의 매질이 적층되어 있으며, 제1, 제2의 매질의 경계에 전극이 배치되어 있는 적층체를 준비하는 공정과, 상기 적층체 단계에서 제2의 매질의 막두께에 의해 주파수, 또는 탄성 표면과, 의사 탄성 경계과 혹은 탄성 경계과의 음속을 조정하는 조정공정과, 상기 조정공정 후에, 탄성 경계과의 음속 및/또는 재료가 제2의 매질과는 다른 제3의 매질을 형성하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다.

제1의 발명의 어느 특징의 국면에서는, 제3의 매질의 두께가, 탄성 경계과의 파장을 λ 라고 했을 때에, 0.5λ 보다 크다.

본원의 제2의 발명은, 제1~제4의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 또한 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있는 탄성 경계과 장치의 제조방법으로서, 제1~제3의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 또한 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있는 적층체를 준비하는 공정과, 상기 적층체 단계에서, 주파수, 또는 탄성 표면과, 의사 탄성 경계과 혹은 탄성 경계과의 음속을 조정하는 조정공정과, 상기 조정공정 후에, 음속 및/또는 재료가 제3의 매질과는 다른 제4의 매질을 형성하는 공정을 구비하는 것을 특징으로 한다.

상기와 같이, 제1, 제2의 발명에서는, 각각, 제3의 매질 및 제4의 매질이, 제2의 매질 및 제3의 매질과, 음속 및/또는 재료가 다르게 구성되어 있다. 이 경우, 재료가 다르면, 종파의 음속이나 횡파의 음속은 다르게 된다. 또한, 동일 재료라도, 결정 상태를 다르게 함으로써, 혹은 다결정체의 경우에는 치밀함을 변경함으로써, 음속을 변화시킬 수 있다. 또한, 매질층이 등방체인 경우, 매질층의 종파의 음속(V_s)과, 횡파의 음속(V_p)은 상기 매질층의 탄성 스티프니스 상수(C_{11} , C_{12}) 및 밀도(ρ)로부터, 하기의 식 (1) 및 (2)로 나타난다.

$$V_s = \sqrt{\frac{C_{11} - C_{12}}{2\rho}} \quad \dots (1)$$

$$V_p = \sqrt{\frac{C_{11}}{\rho}} \quad \dots (2)$$

제2의 발명의 어느 특징의 국면에서는, 상기 제4의 매질의 두께가, 탄성 경계과의 파장을 λ 라고 했을 때에, 0.5λ 보다도 크게 되어 있다.

제1, 제2의 발명의 다른 특징의 국면에서는, 적어도 1개의 매질이, 복수의 재료층을 적층한 적층구조를 갖는다.

제1, 제2의 발명의 또 다른 특징의 국면에서는, 상기 전극재료로서, Au, Ag, Cu, Fe, Ta, W, Ti 및 Pt로 이루어지는 군에서 선택된 1종의 금속이 사용된다.

제1, 제2의 발명에 따른 제조방법의 또 다른 특징의 국면에서는, 상기 매질이, 니오브산리튬, 니오브산칼륨, 탄탈산리튬, 4붕산리튬, 랑거사이트(langasite)나 랑거나이트(langanite), 수정, PZT, ZnO(티탄산지르콘산납계 세라믹스), AlN, 산화규소, 유리, 실리콘, 사파이어, 질화실리콘 및 질소화탄소로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1종의 재료를 사용해서 구성되어 있다.

제1, 제2의 발명에 따른 제조방법의 또 다른 특징의 국면에서는, 상기 전극이, 탄성 경계과 공진자 또는 탄성 경계과 필터를 구성하기 위한 전극이며, 탄성 경계과 장치로서, 탄성 경계과 공진자 또는 탄성 경계과 필터가 얻어진다.

본원의 제3의 발명은, 제1~제4의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있고, 제3의 매질과 제4의 매질과의 음속 및/또는 재료가 다른 것을 특징으로 하는 탄성 경계과 장치이다.

제1의 발명에 따른 제조방법에서는, 제1의 매질과 제2의 매질이 적층되어 있으며, 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있는 적층체를 준비한 후에, 상기 적층체 단계에서 제2의 매질의 막두께에 의해 주파수 또는 탄성 경계과의 음속이 조정된다. 그런 후, 조정공정 후에, 제2의 매질과는 음속 및/또는 재료가 다른 제3의 매질이 형성된다. 즉, 제1,

제2의 매질간에 전극이 배치된 적층체를 준비하고, 상기 적층체 단계에서 제2의 막두께를 조정하면, 주파수 또는 탄성 표면파 또는 의사 탄성 경계파 또는 탄성 경계파의 음속을 조정할 수 있다. 따라서, 소망 대로의 주파수의 탄성 경계파 장치를 실현하는 적층체를 얻을 수 있다. 이 경우, 적층체 단계에서 제2의 매질에 의해 주파수 또는 음속을 조정하기 위해서는, 적층체를 얻을 때에 제2의 매질의 막두께를 조정해도 좋고, 혹은 적층체를 얻은 후에 제2의 매질의 막두께를 변화시키도록 조정을 행해도 좋다.

그리고, 상기 조정공정 후에, 제2의 매질과는 음속 및/또는 재료가 다른 제3의 매질이 형성되는데, 탄성 경계파의 에너지 분포는 제3의 매질 중에는 거의 존재하지 않기 때문에, 제3의 매질의 제조 편차가 발생했다고 하더라도, 얻어진 탄성 경계파 장치에 있어서의 음속이나 주파수의 편차는 발생하기 어렵다. 따라서, 특성의 편차가 적은 탄성 경계파 장치를 용이하게 또한 안정적으로 제공할 수 있다.

제2의 발명에 따른 제조방법에서는, 제1의 매질과 제2의 매질과 제3의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있는 적층체를 준비한 후에, 상기 적층체 단계에서 제3의 매질의 막두께에 의해 주파수 또는 탄성 경계파의 음속이 조정된다. 그런 후, 조정공정 후에, 제3의 매질과는 음속 및/또는 재료가 다른 제4의 매질이 형성된다. 즉, 제1, 제2의 매질간에 전극이 배치되며, 또한 제2의 매질층 위에 제3의 매질층이 적층된 적층체를 준비하고, 상기 적층체 단계에서 제3의 매질의 막두께를 조정하면, 주파수 또는 탄성 표면파 또는 의사 탄성 경계파 또는 탄성 경계파의 음속을 조정할 수 있다. 따라서, 소망 대로의 주파수의 탄성 경계파 장치를 실현하는 적층체를 얻을 수 있다. 이 경우, 상기 적층체 단계에서 제3의 매질에 의해 주파수 또는 음속을 조정하기 위해서는, 적층체를 얻을 때에 제3의 매질의 막두께를 조정해도 좋고, 혹은 적층체를 얻은 후에 제3의 매질의 막두께를 변화시키도록 조정을 행해도 좋다.

그리고, 상기 조정공정 후에, 제3의 매질과는 음속 및/또는 재료가 다른 제4의 매질이 형성되는데, 탄성 경계파의 에너지 분포는 제4의 매질 중에는 거의 존재하지 않기 때문에, 제4의 매질의 제조 편차가 발생했다고 하더라도, 얻어진 탄성 경계파 장치에 있어서의 음속이나 주파수의 편차는 발생하기 어렵다. 따라서, 특성의 편차가 적은 탄성 경계파 장치를 용이하게 또한 안정적으로 제공할 수 있다.

제1의 발명이나 제2의 발명에 의해 구성된 탄성 경계파 장치를 전파하는 경계파는, 제1의 발명의 매질(3)이나 제2의 발명의 매질(4)의 두께 0.5λ 까지의 범위에 대부분의 에너지가 분포한다. 따라서, 제1의 발명의 매질(3)이나 제2의 발명의 매질(4)의 두께는 0.5λ 이상으로 하면 된다.

적어도 하나의 매질이, 복수의 재료층을 적층한 적층구조를 갖는 경우, 복수의 재료층을 선택함으로써, 여러 가지 음속 혹은 주파수 특성의 매질층을 용이하게 형성할 수 있다.

전극재료로서, Ag, Au, Cu, Fe, Ta, W, Ti 및 Pt로 이루어지는 군에서 선택된 1종의 금속을 사용한 경우, 이들 금속은 경계파 장치의 전파로나 IDT, 반사기로서 사용할 수 있다.

매질층이, 니오브산리튬, 니오브산칼륨, 탄탈산리튬, 4붕산리튬, 랑거사이트나 랑거나이트, 수정, PZT, ZnO, AlN, 산화규소, 유리, 실리콘, 사파이어, 질화실리콘 및 질소화탄소로 이루어지는 군에서 선택된 적어도 1종의 재료를 사용해서 구성되어 있는 경우에는, 이들 금속재료와 매질재료를 사용해서, 금속재료의 막두께나 IDT, 반사기의 듀티비를 조정해서 경계파의 음속을 매질재료의 음속보다 저음속화함으로써, 경계파 장치를 구성할 수 있다.

상기 전극이, 탄성 경계파 공진자 또는 탄성 경계파 필터를 구성하기 위한 전극인 경우에는, 본 발명에 따라서, 주파수 편차가 적은 탄성 경계파 공진자 또는 탄성 경계파 필터를 제공할 수 있다.

본 발명에 따른 탄성 경계파 장치에서는, 제1~제3의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 제1의 매질과 제2의 매질 사이의 경계에 전극이 배치되어 있고, 제2의 매질과 제3의 매질과의 음속 및/또는 재료가 다르며, 도 5에 나타내는 바와 같이 경계파의 에너지가 분포하고 있기 때문에, 제2의 매질의 두께를 변경시킴으로써 경계파의 음속을 조정할 수 있다. 한편, 제3의 매질의 두께를 변경시키더라도, 제3의 매질 표면에는 경계파의 에너지가 분포하고 있지 않으므로, 경계파의 음속은 조정할 수 없다. 경계파 장치의 동작 주파수(F)는 경계파의 음속(V)과 IDT의 스트립 배치 주기(λ)로부터, $F=V/\lambda$ 이므로, 음속을 조정함으로써, 경계파 장치의 동작 주파수를 조정할 수 있다.

제3의 발명에서는, 제1~제4의 매질이 이 순서로 적층되어 있으며, 제1의 매질과 제2의 매질과의 경계에 전극이 배치되어 있고, 제3의 매질과 제4의 매질의 음속 및/또는 재료가 다르며, 도 6에 나타내는 바와 같이 경계파의 에너지가 분포하고 있기 때문에, 제3의 매질의 두께를 변경시킴으로써 경계파의 음속을 조정할 수 있다. 한편, 제4의 매질의 두께를 변경시키

라도, 제4의 매질 표면에는 경계파의 에너지가 분포하고 있지 않으므로, 경계파의 음속은 조정할 수 없다. 경계파 장치의 동작 주파수(F)는 경계파의 음속(V)과 IDT의 스트립 배치 주기(λ)로부터, $F = V/\lambda$ 이므로, 음속을 조정함으로써, 경계파 장치의 동작 주파수를 조정할 수 있다.

또한, 제3의 발명에서는, 제2의 매질과 제4의 매질로서 동일한 재료를 사용할 수 있으며, 그것에 의해 여러 가지 특성의 개선을 도모할 수 있다. 일반적으로 대부분의 유전체 재료, 금속재료는 탄성파의 음속에 대해서, 음의 온도계수를 갖는다. 제1~제3의 매질층 및 전극층에 각각 음의 재료를 사용한 경우, 탄성 경계파의 음속의 온도계수는 음이 된다. 탄성 경계파 장치의 동작 주파수의 온도계수(TCF)는

$$TCF = \frac{1}{V} \cdot \frac{\Delta V}{\Delta T} - \alpha$$

이다. 여기에서, V는 경계파의 음속, ΔV 는 음속 변화폭, ΔT 는 온도 변화폭, α 는 선열팽창계수이다. α 는 대부분의 유전체 재료, 금속재료에서 양이다. 따라서, 탄성 경계파 장치의 TCF는 음이 된다. 탄성 경계파 장치에 있어서, TCF는 제로가 바람직하다.

온도특성을 개선하기 위해서, 양의 온도계수를 갖는 SiO_2 에 의해 제2의 매질 및 제4의 매질을 구성할 수 있다. 이 경우, 제2의 매질을 음의 온도계수를 갖는 유전체 재료로 구성한 경우에 비해서, 온도계수를 제로에 가깝게 할 수 있다. 또한, 제1 및 제3의 매질재료나 각 매질의 두께를 적절히 선정하면, TCF를 제로로 할 수도 있다.

실시예

이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명함으로써, 본 발명을 명백히 한다.

본원 발명자들은, 도 2a 및 도 2b에 나타내는 탄성 경계파 장치를 제작하고, 검토를 행하였다. 도 2b는 이 탄성 경계파 장치(200)의 정면 단면도로, 탄성 경계파 장치(200)는 제1의 매질(201)과 제2의 매질(202)을 적층한 구조를 갖는다. 제1, 제2의 매질(201, 202)간의 경계에는, 전극으로서, 입력 IDT(205), 출력 IDT(206, 207) 및 반사기(208, 209)가 형성되어 있다. 이들 전극구조는 도 2a에 있어서 평면도로 나타나 있다.

상기 탄성 경계파 장치(200)의 제작시에, 제1의 매질(201)은 15°Y컷트 X전파의 LiNbO_3 기판에 의해 구성하고, IDT(205~207)의 중심부의 배치 주기에 기초하는 파장(λ)을 $3.0\mu\text{m}$ 로 하며, 전극지(電極指) 교차폭을 50λ 로 하였다. 또한, 입력 IDT(205)의 전극지의 쌍수는 14.5쌍으로 하고, 상기 IDT(204)의 경계파 전파방향 외측의 4개의 전극지의 배치 주기는 0.86λ 로 하였다. 출력 IDT(206, 207)에서는, 각각, 전극지의 쌍수는 8.5쌍으로 하고, 입력 IDT(205)측에 근접한 4개의 전극지의 배치 주기를 0.86λ 로 하였다. 반사기(208, 209)의 전극지의 개수는 41개, 배치 주기는 1.033λ 로 하였다. 그리고, 반사기(208, 209)의 반사대역 내에 필터 통과역을 배치하고, 입력 IDT(205)와 출력 IDT(206, 207)의 최근접 전극지 중심간 거리를 0.43λ 로 하였다. 또한, 출력 IDT(206, 207)와 반사기(208, 209)의 최근접 전극지 중심간 거리를 0.5λ 로 하였다. IDT(205~207)와 반사기(208, 209)의 듀티비는 0.5로 하였다.

한편, 도 3은 상기 듀티비를 설명하기 위한 모식적 단면도이다. 듀티비란, 도 3의 L/P로 결정되는 값이다. 여기에서, L은 전극지의 폭이고, P는 경계파 전파방향에 있어서 인접하는 전극지간 스페이스의 중심간 거리이다. IDT나 반사기의 배치 주기(λ)는 $\lambda = 2 \times P$ 로 나타난다.

한편, 상기 각 전극은 0.05λ 의 Au막과, 상기 Au막의 하지(下地)에 배치된 0.003λ 의 NiCr막과의 적층체에 의해 구성하였다. 한편, 제2의 매질은 SiO_2 막에 의해 구성하였다.

상기 탄성 경계파 장치를 2회 제작하여, 제1의 로트 및 제2의 로트의 각 탄성 경계파 장치를 얻었다.

그리고, 제1의 로트 및 제2의 로트로 얻어진 탄성 경계파 장치의 S21특성(통과특성)을 측정한 결과, 도 13에 나타내는 바와 같이, 통과대역의 중심 주파수가, 제1의 로트의 평균값과, 제2의 로트의 평균값에서, 5.6MHz 다른 것이 확인되었다.

필터의 통과대역에서는, 그 중심 주파수가 소망으로 하는 중심 주파수와 일치될 필요가 있으며, 통과대역의 주파수 편차는 고정밀도로 억제될 것이 필요하다. 그래서, 상기 제1, 제2의 로트와 동일하게 해서, 다시 제1의 로트 및 제2의 로트의 탄성 경계과 장치를 제작하였다. 여기에서는, 제2의 매질인 SiO_2 막의 성막(成膜) 전후의 통과 주파수를 측정하였다. 결과를 하기의 표 1에 나타낸다.

【표 1】

	제1의 로트	제2의 로트
SiO_2 성막 전	844MHz	847MHz
SiO_2 성막 후	1060MHz	1065MHz

표 1로부터 명백하듯이, 제1의 로트 및 제2의 로트의 어떠한 것에 있어서도, SiO_2 막을 성막한 전후의 주파수 변화폭은 약 220MHz로 컸다. 또한, 제1의 로트의 탄성 경계과 장치의 경우의 결과와, 제2의 로트의 탄성 경계과 장치의 결과를 비교하면, SiO_2 막을 성막한 후에는, 주파수차가 2MHz 더 넓어지고 있음을 알 수 있다. 따라서, 제2의 매질인 SiO_2 막의 로트간에 있어서의 편차가, 최종적으로 얻어진 탄성 경계과 장치의 주파수 편차에 크게 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

상기와 같이, 제1의 매질상에 전극을 형성한 후, 제2의 매질로서의 SiO_2 막을 형성한 경우, 제2의 매질의 편차가 발생하면, 탄성 경계과 장치에 있어서 큰 주파수 편차가 발생함을 알 수 있다.

이에 비해서, 본원의 제1의 발명에서는, 제2의 매질이 형성된 적층체 단계에서 주파수 조정이 행해진다. 따라서, 주파수 조정공정 후에 있어서, 로트간의 주파수 편차가 현저하게 저감된다. 그리고, 제3의 매질을 더 형성한 경우, 제3의 매질에 편차가 발생했다고 하더라도, 얻어진 탄성 경계과 장치에 있어서의 주파수 편차는 효과적으로 억제된다. 이것을 도 1, 도 4 및 도 5를 참조해서 설명한다.

도 1은 본 발명의 한 실시형태에 따른 탄성 경계과 장치를 나타내는 부분 절제 정면 단면도이다. 이 탄성 경계과 장치에서는, 제1의 매질(1)상에 제2의 매질(2) 및 제3의 매질(3)이 적층되어 있다. 제1의 매질(1)과 제2의 매질(2) 사이의 경계에 전극(5)이 형성되어 있다. 본 실시형태에서는, 제1의 매질상에 전극(5)을 형성한 후에, 제2의 매질(2)이 형성되어, 적층체가 얻어진다. 그리고, 이 적층체 단계에서, 주파수 조정이 행해진다. 보다 구체적으로는, 제2의 매질(2)의 막두께를 변화시키도록 해서, 주파수 조정이 행해진다. 이 제2의 매질(2)의 막두께를 변화시키는 방법으로서, 에칭 등에 의해 제2의 매질(2)의 막두께를 얇게 하는 가공을 사용하는 방법, 혹은 또한 스퍼터링 등의 성막법(成膜法)에 의해 제2의 매질과 동일한 재료로 이루어지는 막을 성막하여, 제2의 매질(2)의 막두께를 실질적으로 증대시키는 방법 등을 들 수 있다. 혹은 제2의 매질(2)의 성막 단계에 있어서 그 막두께를 조정해 가도 좋다.

그리고, 본 실시형태에서는, 막두께 조정이 행해진 후에, 제3의 매질(3)이 형성된다.

한편, 제2의 매질(2) 및 제3의 매질(3)의 형성방법은, 스퍼터링 등의 성막 형성방법에 한정되지 않으며, 여러 가지 방법에 의해 행해질 수 있다. 특히, 제3의 매질(3)에 대해서는, 별도로 준비된 제3의 매질로 이루어지는 필름 혹은 판형상체를 제2의 매질상에 부착시켜도 좋다.

한편, 제1의 발명에 따른 탄성 경계과 장치에서는, 제3의 매질(3)은 제2의 매질(2)에 대해서, 경계과의 음속 및/또는 재료가 다르게 구성되어 있을 것이 필요하다. 제2의 매질(2)과 제3의 매질(3)에 있어서의 음속 및 재료가 동일한 경우에는, 상기 주파수 조정공정을 행했다고 하더라도, 주파수가 변화하지 않는 경우가 있다.

도 4는 종래의 탄성 경계과 장치의 모식적 정면 단면도와, 탄성 경계과의 에너지 분포와의 관계를 나타내는 도면이다. 도 4로부터 명백하듯이, 탄성 경계과 장치(200)에서는, 막두께 H1의 제1의 매질(201)과 막두께 H2의 제2의 매질(202)과의 경계에 IDT(205) 등의 전극이 배치되어 있다. 도 4의 우측에 나타내는 바와 같이, 경계과의 에너지는 경계 부근에 집중되

어 있다. 그러나, 제1, 제2의 매질(201, 202)에 있어서, 경계로부터 멀어짐에 따라 에너지는 감소하지만, 예를 들면 제2의 매질(202) 중에 있어서는 도 4의 해칭을 붙인 부분에 있어서도 에너지는 분포하고 있다. 따라서, 제2의 매질(202)을 형성한 후에, 제2의 매질에 편차가 발생하면, 주파수 편차가 발생하게 된다.

도 5는 본원의 제1의 발명에 따라 구성된 상기 실시형태의 탄성 경계와 장치의 모식적 단면도와 에너지 분포와의 관계를 나타내는 도면이다.

도 5에 나타내는 탄성 경계와 장치에서는, 막두께 H1의 제1의 매질(1)과 막두께 H2의 제2의 매질(2)과의 경계에 전극(5)이 형성되어 있다. 이 경우, 제1의 매질(1)상에 전극(5)이 형성되고, 그런 후 제2의 매질(2)이 형성된다. 이 제2의 매질(2)을 형성한 단계에서, 주파수 조정이 행해진다. 그리고, 주파수 조정 후에 막두께 H3의 제3의 매질(3)이 형성된다. 이렇게 해서 얻어진 탄성 경계와 장치에서는, 제1, 제2의 매질(1, 2)이 적층되어 있는 적층체 단계에서 주파수 조정이 행해진다.

한편, 상기 탄성 경계와 장치에 있어서의 경계와의 에너지 분포에서는, 도 5의 우측에 나타나 있는 바와 같이, 제3의 매질(3)에는 에너지의 극히 일부밖에 분포하지 않는다. 따라서, 제3의 매질(3)에 있어서 제조 편차가 발생했다고 하더라도, 그것에 의한 주파수 편차는 매우 작음을 알 수 있다. 따라서, 제3의 매질(3)의 형성 전에 주파수 조정을 행함으로써, 제3의 매질(3)을 형성한 후의 탄성 경계와 장치의 주파수 편차를 현저하게 작게 할 수 있음을 알 수 있다.

도 6은 제2의 발명에 따른 탄성 경계와 장치에 있어서 주파수 편차가 작게 될 수 있는 이유를 설명하기 위한 모식적 단면도 및 경계와의 에너지 분포를 나타내는 도면이다.

제2의 발명의 탄성 경계와 장치(20)에서는, 막두께 H1의 제1의 매질(21)과, 막두께 H2의 제2의 매질(22) 사이에 전극(25)이 형성되며, 또한 막두께 H3의 제3의 매질(23)이 적층되어, 적층체가 얻어진다. 이 적층체 단계에서 주파수 조정이 행해진다. 그리고, 제3의 매질(23)상에 막두께 H4의 제4의 매질(24)이 적층된다. 이렇게 해서 얻어진 탄성 경계와 장치(20)에서는, 경계와의 에너지 분포는 도 6의 우측에 나타내는 바와 같이 된다. 즉, 제4의 매질에 있어서는, 경계와의 에너지는 극히 일부밖에 분포하지 않는다. 따라서, 상기 제3의 매질(23)이 형성되어 있는 적층체 단계에서 주파수 조정이 행해져서, 주파수 편차가 현저하게 작게 되면, 제4의 매질(24)을 더 형성했다고 하더라도, 주파수 편차를 작게 억제할 수 있다.

한편, 제2의 발명에 있어서는, 제3의 매질(23)과 제4의 매질(24)이, 음속이 다르게, 및/또는 재료가 다르게 구성되는 것이 필요하다. 그렇지 않으면, 주파수가 변화하지 않기 때문이다.

상기와 같이, 본원의 제1, 제2의 발명의 제조방법에 있어서 주파수 편차를 억제할 수 있는 것은 최후에 형성되는 제3의 매질 또는 제4의 매질의 형성 전에 주파수 조정을 행하고, 최후에 제3의 매질 및 제4의 매질이 형성되는 것에 의한다. 즉, 제1의 발명에 있어서의 제3의 매질, 제2의 발명에 있어서의 제4의 매질 중에는, 경계와의 에너지는 극히 일부밖에 분포하지 않는다. 따라서, 제1의 발명에 있어서의 제3의 매질 및 제2의 발명에 있어서의 제4의 매질에 제조 편차가 발생했다고 하더라도, 이들의 제조 편차는 최종적으로 얻어지는 탄성 경계와 장치의 주파수 편차에 그다지 영향을 미치지 않는다. 따라서, 적층체 단계에서 주파수 조정을 행해 줌으로써, 주파수 편차가 적은 탄성 경계와 장치를 제공할 수 있다.

한편, 제2의 발명에 있어서는, 제2의 매질(22)과 제4의 매질(24)은 동일 재료로 구성되어도 좋고, 다른 재료로 구성되어 있어도 좋다. 예를 들면, 제2의 매질(22)이 주파수 온도계수가 양의 재료인 SiO_2 로 구성되어 있는 경우, SiO_2 와, 주파수 온도계수가 음인 많은 재료와 조합함으로써, 경계와 장치의 주파수 온도계수를 개선할 수 있다. 제1의 발명에서는, 제2의 매질(2) 및 제3의 매질(3)의 한쪽에 SiO_2 를 사용한 경우, 다른쪽은 주파수 온도계수가 음인 SiO_2 이외의 재료를 사용하는 것이 바람직하다. 단, 제2의 매질(2)과 제3의 매질(3)의 쌍방을 SiO_2 에 의해 구성해도 좋으나, 그 경우에는, SiO_2 의 밀도나 경도(탄성상수) 등을 다르게 해서, 음속을 다르게 할 필요가 있기 때문에, 주파수 온도계수의 개선효과가 열화할 우려가 있다. 따라서, 제1의 발명에서는, 제2의 매질(2) 및 제3의 매질(3)의 한쪽에만 SiO_2 를 사용하는 것이 바람직하다.

한편, 제2의 발명에서는, 제2의 매질(22) 및 제4의 매질(24)의 쌍방을 SiO_2 로 구성한 경우, 제3의 매질(23)로서 SiO_2 이외의 재료를 사용하면 된다. 따라서, SiO_2 에 의한 주파수 온도계수 개선효과를 유지하면서, 주파수 조정을 행할 수 있다.

한편, 제1의 발명에 있어서는, 제2의 매질의 두께 H2(λ)는, 바람직하게는, 1λ 이하로 된다. 즉, 제2의 매질의 두께를 1λ 이하로 함으로써, 탄성 경계와의 에너지 분포가 제3의 매질측에 있어서 거의 분포하지 않기 때문에, 제3의 매질의 제조 편차에 의한 주파수 편차를 효과적으로 저감할 수 있다. 또한, 바람직하게는, 제3의 매질의 두께 H3는 0.5λ 보다 크게 된다. 제3의 매질의 두께가 0.5λ 보다 커지면, 제3의 매질 중에 경계와의 에너지가 분포하고 있는 경우라도, 제3의 매질에 있어

서, 도 5에 나타내는 바와 같이, 매질(2)과 접하는 면과 반대면측의 매질(3)의 표면에 도달할 때까지 경계파의 에너지가 확실하게 감쇠되어, 양호한 경계파 전파가 얻어진다. 이와 같이 구성하면, 표면에 이물이 부착한 경우에 있어서도, 경계파 장치의 특성은 안정적이다.

제2의 발명에 있어서, 제2의 매질의 두께 H_2 를 0.5λ 이하로 하면, 도 6에 나타내는 바와 같이, 경계파의 에너지를 제3의 매질로 새어나가게 할 수 있다. 또한, 제3의 매질의 두께 H_3 를 0.1λ 이하로 하면, 제4의 매질로 경계파의 에너지를 새어나가게 할 수 있다. "제2, 제4"와 "제3"의 매질의 음속은 다르므로, 제3의 매질의 두께를 조정하면, 경계파의 음속을 조정할 수 있다. 제2의 매질이 두꺼워, 제3의 매질로 경계파의 에너지가 새어나가지 않는 경우에는, 제3의 매질의 상태를 변경하더라도 경계파의 음속은 조정할 수 없다. 또한, 제3의 매질이 두꺼워, 제4의 매질로 경계파의 에너지가 새어나가지 않는 경우는, 제3의 매질의 두께를 변경시키더라도 경계파의 음속은 조정할 수 없다.

또한, 도 6에 나타내는 바와 같이, 매질(3)과 접하는 면과 반대면측의 매질(4)의 표면에 도달할 때까지 경계파의 에너지가 확실하게 감쇠되어, 양호한 경계파 전파가 얻어진다. 이와 같이 구성하면, 표면에 이물이 부착한 경우에 있어서도, 경계파 장치의 특성은 안정적이다.

다음으로, 구체적인 실시예에 대해서 설명한다.

(실시예 1)

제1의 매질로서, 15°Y커트 X전파의 LiNbO_3 기판을 준비하고, 상기 LiNbO_3 기판상에, 도 2에 나타낸 전극구조를 제작하였다. 즉, 도 2a에 나타나 있는 입력 IDT(205), 출력 IDT(206, 207) 및 반사기(208, 209)를 형성하였다. 전극의 형성시에는, LiNbO_3 기판을 세정한 후, 레지스트를 스핀코팅하고, 프리베이크한 후, 현상하여, 레지스트 패턴을 형성하였다. 그런 후, NiCr막 및 Au막을 이 순서로 진공증착하고, 레지스트를 리프트오프하고, 세정하였다. 상기과 같이 해서, Au막의 막두께가 0.055λ , NiCr의 막두께가 0.001λ 인 전극구조를 얻었다.

다음으로, 상기 LiNbO_3 기판의 전극 형성면을 덮도록 제2의 매질로서, 두께 0.1λ 의 SiO_2 막을 RF 스퍼터링법에 의해 성막하였다. 이렇게 해서, 도 2b에 나타내는 적층체를 얻었다.

다음으로, 상기 SiO_2 막상에, 레지스트를 스핀코팅하고, 현상하여, 레지스트 패턴을 형성하며, 그런 후 반응성 이온 에칭 및 레지스트 제거를 행하여, 외부와 전기적으로 접속되는 전극상의 SiO_2 막을 제거하였다.

상기와 같이 해서 노출된 외부단자에 웨이퍼 프로브의 검사단자를 접촉하고, 중심 주파수를 측정하였다. 얻어진 측정값이 소망으로 하는 중심 주파수에 일치하도록, SiO_2 막을 가공하였다. 이 가공시에는, 반응성 이온 에칭에 의해 SiO_2 막을 얇게 하는 가공, 혹은 스퍼터링에 의해 성막하여 SiO_2 막을 두껍게 하는 방법으로 행하였다.

즉, 측정값이 소망으로 하는 중심 주파수보다도 낮은 경우에는, 상기와 같이 SiO_2 막을 얇게 하고, 반대로 높았던 경우에는 SiO_2 막의 두께를 증가시켰다.

한편, 이 시점에서 전파하는 탄성파는 탄성 경계파가 아니라, 표면에 변위를 집중시킨 탄성 표면파이며, 주파수 조정은 탄성 표면파에 대해서 행하였다.

주파수 조정 후에, 상기 SiO_2 막상에, 제3의 매질로서, 두께 1λ 의 다결정 Si막을 스퍼터링법에 의해 형성하였다.

이 시점에서, 전파하는 탄성파는 탄성 경계파가 된다.

상기 다결정 Si막상에, 레지스트를 스핀코팅하고, 현상하며, 베이킹하고, 반응성 이온 에칭에 의해 패터닝하였다. 그리고, 레지스트를 제거하고, 외부단자상의 다결정 Si를 제거하였다. 이렇게 해서, 다수의 탄성 경계파 장치를 얻었다.

상기와 같이 해서 얻어진 탄성 경계파 장치는 공진 주파수의 편차는 작아진다.

한편, 도 7은 본 실시예에서 얻어진 탄성 경계과 장치에 있어서의 SiO_2 의 막두께 H2와, 중심 주파수에 λ 를 곱해서 구한 경계과 장치의 음속과의 관계를 나타내는 도면이다. 또한, 도 8은 SiO_2 막의 막두께 H2와, 주파수 온도계수(TCF)(ppm/°C)와의 관계를 나타낸다. 한편, 탄성 경계과 장치이기 때문에, 제3의 매질인 다결정 Si의 막두께는 음속과는 관계하지 않는다.

도 7로부터 명백하듯이, 제2의 매질로서의 SiO_2 막의 막두께 H2가 커질수록 음속이 낮아짐을 알 수 있다. 또한, 도 8로부터 명백하듯이, SiO_2 막의 막두께 H2가 두꺼워질수록, 주파수 온도계수(TCF)가 개선됨을 알 수 있다.

(실시예 2)

제1의 매질로서, 15°Y커트 X전파의 LiNbO_3 기판을 준비하고, 실시예 1과 마찬가지로 도 2a에 나타낸 전극구조를 실시예 1과 동일하게 해서 형성하였다. 이와 같이 전극이 형성된 LiNbO_3 기판을 다수 준비하였다.

다음으로, 상기 LiNbO_3 기판상의 전극을 덮도록 LiNbO_3 기판상에 SiO_2 막을 RF스퍼터링법에 의해 성막하였다. 이 경우, 두께 0.1 λ , 0.3 λ , 0.5 λ 및 1.0 λ 의 막두께의 SiO_2 막이 성막된 구조를 각각 제작하였다. 그런 후, SiO_2 막상에, 두께 0.5 λ 의 다결정 실리콘을 RF스퍼터링법에 의해 성막하여, 다결정 Si/ SiO_2 /전극/ LiNbO_3 기판의 적층구조를 갖는, 즉, 제3의 매질/제2의 매질/전극/제1의 매질이 적층되어 있는 적층체를 준비하였다.

한편, 이 시점에서 전파하는 탄성파는 탄성 경계과가 아니라, 표면에 변위를 집중시킨 탄성 표면파이며, 주파수 조정은 탄성 표면파에 대해서 행하였다.

다음으로, 상기와 같이 해서 얻어진 적층체의 다결정 Si막상에, 레지스트를 스핀코팅하고, 프리베이킹하며, 패터닝하고, 그런 후 반응성 이온 에칭을 행해서, 레지스트를 제거함으로써, 외부단자상의 다결정 Si와 SiO_2 를 제거하여, 외부단자를 노출시켰다. 노출된 외부단자에 웨이퍼 프로브의 검사단자를 접촉시키고, 필터특성의 중심 주파수를 측정하였다.

주파수 측정값이 소망의 중심 주파수에 일치하도록, 다결정 Si를 가공하였다. 가공시에는, 측정값이 중심 주파수의 목표값보다도 낮은 경우에는, 반응성 이온 에칭에 의해 다결정 Si를 얇게 가공하였다. 반대로, 측정값이 소망으로 하는 중심 주파수보다도 높은 경우에는, 스퍼터링에 의해 다결정 Si를 다시 성막하여, 다결정 Si의 막두께를 증대시켰다. 주파수 조정공정 후에, 다결정 Si상에, 제4의 매질로서, 두께 1 λ 의 SiO_2 막을 스퍼터링법에 의해 성막하였다.

이 시점에서, 전파하는 탄성파는 탄성 경계과가 된다.

상기 SiO_2 막상에 레지스트를 스핀코팅하고, 패터닝하며, 반응성 이온 에칭을 행하여, 레지스트를 제거함으로써, 외부단자상의 SiO_2 막을 제거하였다. 이렇게 해서 다수의 탄성 경계과 장치를 얻었다.

상기와 같이 해서 얻어진 다수의 탄성 경계과 장치에 대하여 중심 주파수를 측정하였다. 두께 0.1 λ , 0.3 λ , 0.5 λ , 1.0 λ 의 제2의 매질이 형성되어 있는 각 탄성 경계과 장치에 있어서의 중심 주파수의 편차는 각각 차례대로 작아진다.

도 9는 상기와 같이 해서 얻어지며, 또한 제2의 매질의 SiO_2 막의 두께 H2가 0.1 λ , 0.3 λ 및 0.5 λ 인 탄성 경계과 장치에 있어서의, 제3의 매질인 다결정 Si의 두께 H3와, 음속(중심 주파수 $\times\lambda$)과의 관계를 나타내는 도면이고, 도 10은 다결정 Si의 두께 H3와, 주파수 온도계수(TCF)(ppm/°C)와의 관계를 나타내는 도면이다.

한편, 탄성 경계과 장치이기 때문에, 제4의 매질의 SiO_2 막의 막두께는 음속과는 관계하지 않는다.

도 9로부터 명백하듯이, 다결정 Si의 막두께 H3가 0~0.1 λ 의 범위에서 음속의 변화가 크고, 이 범위에서 효율적으로 주파수 조정을 행할 수 있음을 알 수 있다. 또한, 이 범위에서 있어서, 도 10으로부터 명백하듯이, 주파수 온도계수(TCF)는 도 8에 나타낸 실시예 1의 경우의 주파수 온도계수에 비해서 최대로 25ppm/°C 양호함을 알 수 있다. 또한, 제2의 매질인 SiO_2 막의 막두께가 0.5 λ 에서는, 도 9에 나타내는 바와 같이 음속의 변화가 보여졌으나, 제2의 매질의 막두께가 0.5 λ 보다도 큰 경우에는 다결정 Si의 막두께 H3를 도 9에 나타내는 범위에서 변화시키더라도 음속은 변화하지 않았다.

따라서, 바람직하게는, 제1~제4의 매질을 적층해서 이루어지는 탄성 경계과 장치에서는, 제2의 매질의 막두께 H_2 는 0.5λ 이하인 것이 바람직함을 알 수 있다.

한편, 상기 실시예에서는, 도 2a에 나타난 3IDT구조의 종결합형 탄성 경계과 공진자 필터에 대해서 설명하였으나, 본 발명에 따른 탄성 경계과 장치는 여러 가지 전극구조를 갖도록 구성될 수 있다. 즉, 2개 이상의 IDT를 사용한 종결합형 탄성 경계과 공진자 필터나, 도 11에 회로도로서 나타내는 바와 같이, 복수개의 탄성 경계과 공진자(S1, S2, P1, P2)를 접속해서 이루어지는 사다리형 필터여도 좋다. 한편, 도 11에서는, 4개의 탄성 경계과 공진자가 접속되어 있었으나, 임의의 단수(段數)의 사다리형 필터를 구성할 수 있다.

또한, 사다리형 필터에 있어서의 공진자의 수는 특별히 한정되지 않는다. 또한, 본 발명에 따른 탄성 경계과 장치 및 그 제조방법은 횡결합형 탄성 경계과 필터에도 제공할 수 있다.

또한, 전극으로서, IDT가 아니라, "탄성 표면과 공학"(전자정보통신학회 발행, 초판 제6쇄, 제57페이지)에 기재된 바와 같은 빗형 트랜스듀서를 사용할 수 있다. 빗형 트랜스듀서를 사용하는 경우에는, λ 는 빗형 트랜스듀서의 빗의 배치 주기가 된다. 요컨대, 전기 음향 변환기가 여진하는 파장을 λ 로 하면 된다.

또한, 상기 실시예 1, 2에서는, 전극은 Au로 이루어지는 전극층을 주체로 하고, 하지(下地)에 NiCr층이 적층되어 있었으나, 다른 금속을 사용해서 전극이 형성되어도 좋다. 예를 들면, Ag, Cu, Fe, Ta, W, Ti 및 Pt의 1종을 사용해도 좋다. 덧붙여, 제1의 매질 및 제2의 매질에 대한 전극의 밀착성을 높이거나, 내전력성을 높이기 위해서, Ti, Cr 또는 NiCr 등으로 이루어지는 얇은 제2의 전극층을 적층해도 좋다. 제2의 전극층은 제1의 매질과 상기 Au 등으로 이루어지는 주된 전극층 사이, 주된 전극층과 제2의 매질 사이의 어느 쪽에 배치되어도 좋다. 또한, 전극은 3 이상의 전극층을 적층한 구조로 되어도 좋으며, 그 경우, 제2의 전극층은 중간층으로서 적층되어도 좋다.

또한, 본 발명에 있어서는, 전극구조는 복수의 금속으로 이루어지는 합금에 의해 구성되어도 좋다.

또한, 본 발명에 있어서의 제1~제3의 매질 및 제1~제4의 매질을 구성하는 재료에 대해서도 특별히 한정되지 않는다. 즉, 여러 가지 유전체를 매질로서 사용할 수 있다. 이와 같은 매질로서는, 예를 들면, 니오브산리튬, 니오브산칼륨, 탄탈산리튬, 4붕산리튬, 랑거사이트나 랑거나이트, 수정, PZT, ZnO, AlN, 산화규소, 유리, 실리콘, 사파이어, 질화실리콘 및 질소화탄소로 이루어지는 군에서 선택되는 1종 등을 들 수 있다.

또한, 매질은 단일 재료로 구성되어 있을 필요는 반드시 없으며, 복수의 매질층을 적층해서 이루어지는 적층구조를 갖고 있어도 좋다. 즉, 제1~제3의 매질 또는 제1~제4의 매질 중 적어도 하나의 매질이, 복수의 재료층을 적층한 적층구조를 갖는 것이어도 좋다.

덧붙여, 본 발명에 따른 탄성 경계과 장치에서는, 외측에, 강도를 높이거나, 부식성 가스 등의 침입을 방지하기 위한 보호층을 형성해도 좋다. 또한, 탄성 경계과 장치는 부품 사이즈가 커지는 것을 마다하지 않는 것이면, 패키지에 봉입된 구조를 갖고 있어도 좋다.

한편, 상기 보호층으로서, 산화티탄, 질화알루미늄, 산화알루미늄 등의 절연성 재료에 의해 구성되어 있어도 좋고, Au, Al 또는 W 등의 금속막에 의해 구성되어 있어도 좋으며, 에폭시 수지 등의 수지막에 의해 구성되어 있어도 좋다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 한 실시형태에 따른 탄성 경계과 장치를 설명하기 위한 약도적 정면 단면도이다.

도 2는 (a) 및 (b)는 본 발명을 이루는 전제가 된 탄성 경계과 장치에 있어서의 전극구조를 나타내는 평면도 및 상기 탄성 경계과 장치의 정면 단면도이다.

도 3은 탄성 경계과 장치에 있어서의 IDT나 반사기의 듀티비를 설명하기 위한 모식적 부분 확대 단면도이다.

도 4는 종래의 탄성 경계과 장치의 단면구조와 탄성 경계과의 에너지 분포와의 관계를 나타내는 도면이다.

도 5는 본원의 제1의 발명에 의해 얻어지는 탄성 경계파 장치의 단면구조와 탄성 경계파의 에너지 분포와의 관계를 나타내는 도면이다.

도 6은 본원의 제2의 발명에 의해 얻어지는 탄성 경계파 장치의 단면구조와 탄성 경계파의 에너지 분포와의 관계를 나타내는 도면이다.

도 7은 실시예 1에서 얻어진 탄성 경계파 장치에 있어서의 제2의 매질인 SiO_2 막의 막두께 H2와, 음속(중심 주파수 $\times\lambda$)과의 관계를 나타내는 도면이다.

도 8은 실시예 1에서 얻어진 탄성 경계파 장치에 있어서의 제2의 매질인 SiO_2 막의 막두께 H2와, 주파수 온도계수와의 관계를 나타내는 도면이다.

도 9는 실시예 2에서 얻어진 탄성 경계파 장치에 있어서의 제3의 매질로서의 다결정 Si의 막두께 H3와, 음속(중심 주파수 $\times\lambda$)과의 관계를 나타내는 도면이다.

도 10은 실시예 2에서 얻어진 탄성 경계파 장치에 있어서의 제3의 매질로서의 다결정 Si의 막두께 H3와, 주파수 온도계수와의 관계를 나타내는 도면이다.

도 11은 본 발명이 적용되는 탄성 경계파 장치의 일례로서의 사다리형 필터의 회로구성을 나타내는 회로도이다.

도 12는 종래의 탄성 경계파 장치의 일례를 설명하기 위한 사시도이다.

도 13은 종래의 탄성 경계파 장치에 있어서, 주파수 편차가 발생하고 있는 상태를 나타내는 주파수 특성도이다.

<부호의 설명>

1 : 제1의 매질 2 : 제2의 매질

3 : 제3의 매질 5 : 전극

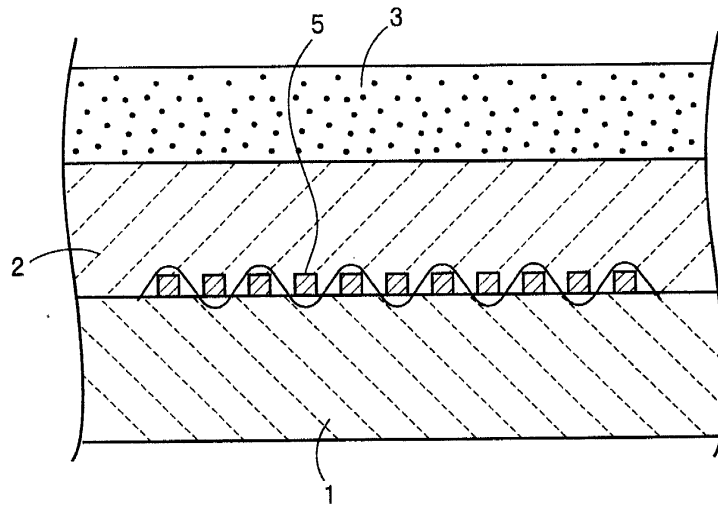
20 : 탄성 경계파 장치 21 : 제1의 매질

22 : 제2의 매질 23 : 제3의 매질

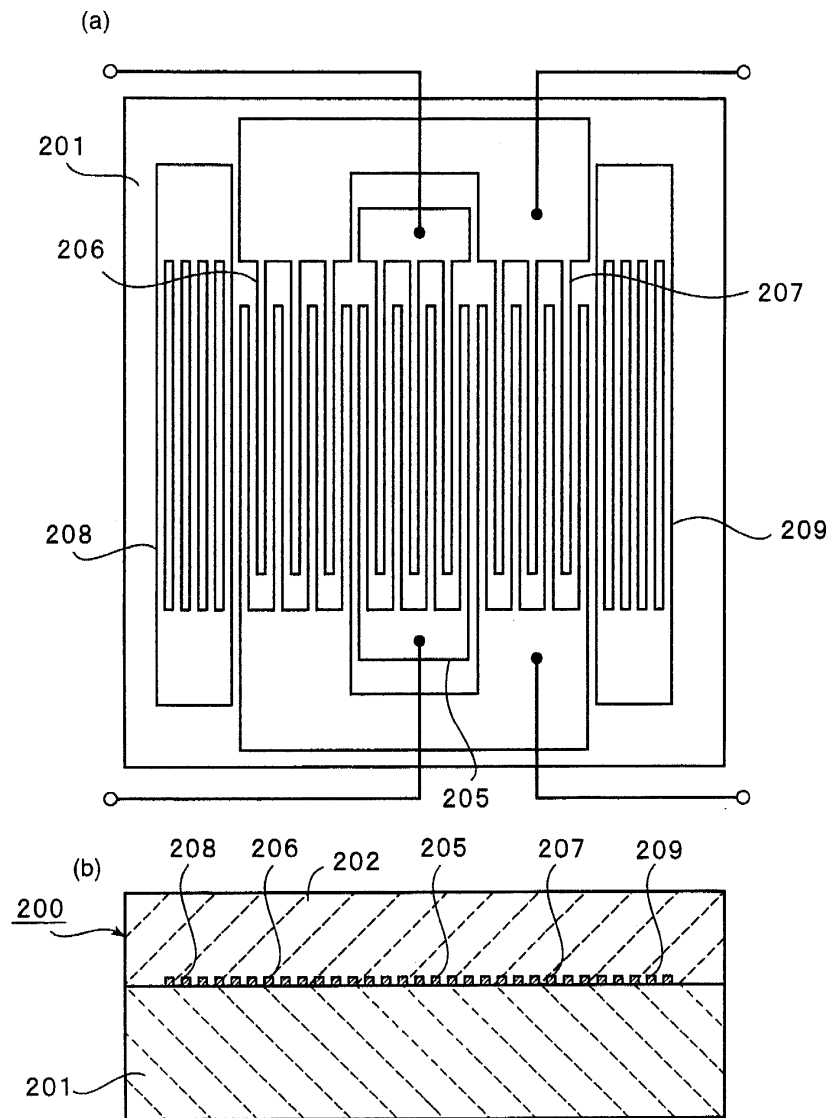
24 : 제4의 매질 25 : 전극

도면

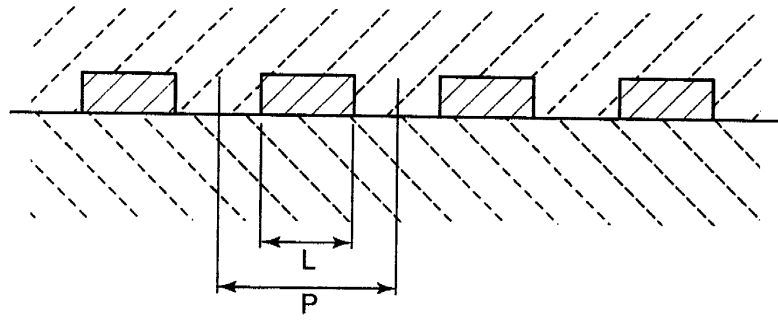
도면1



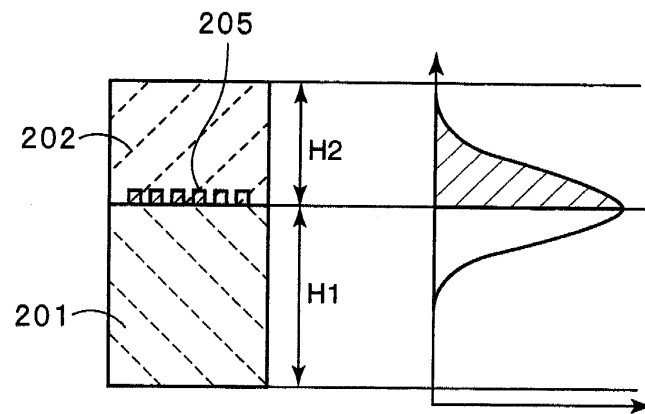
도면2



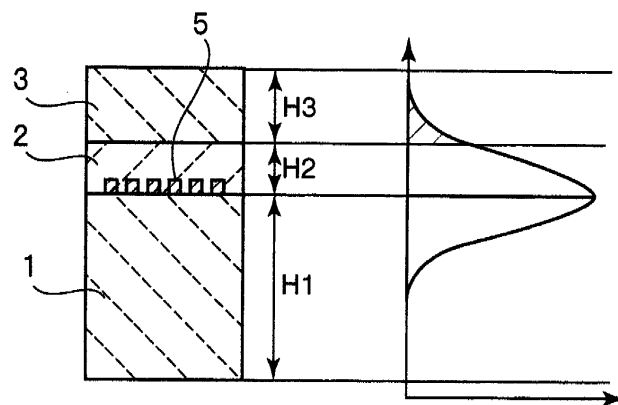
도면3



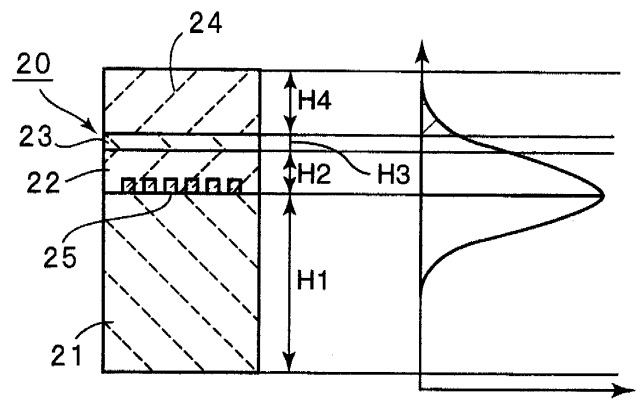
도면4



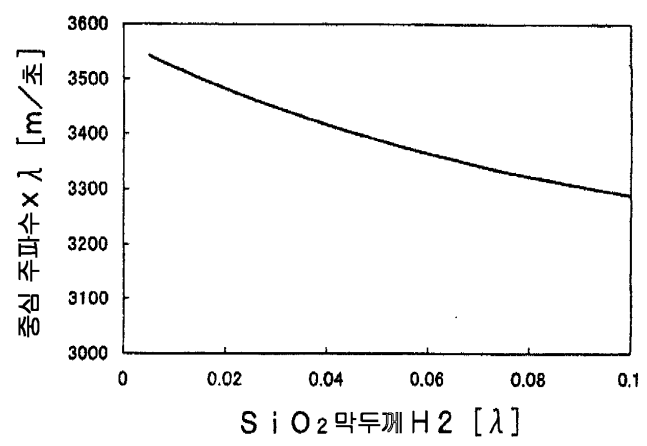
도면5



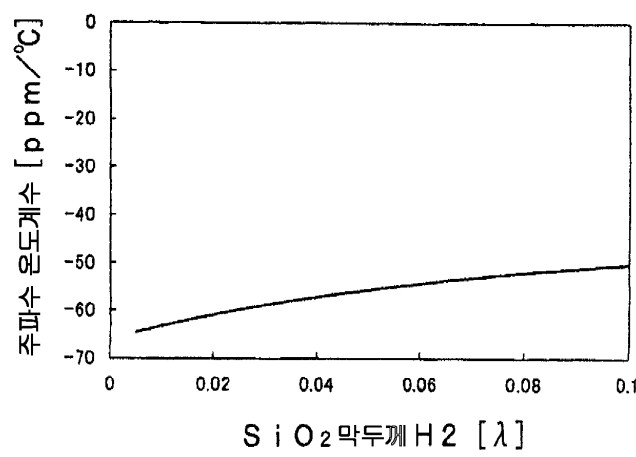
도면6



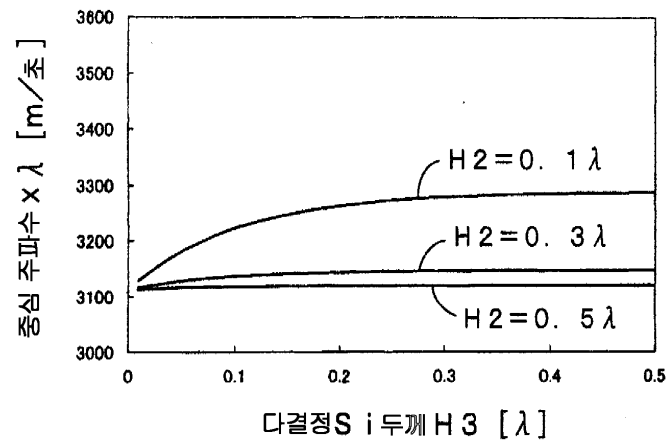
도면7



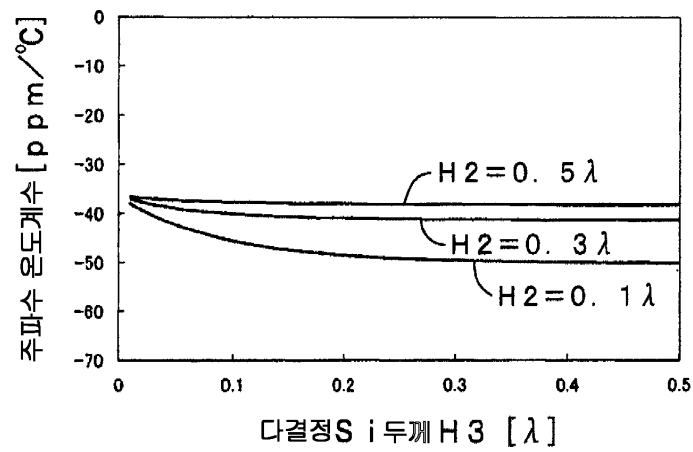
도면8



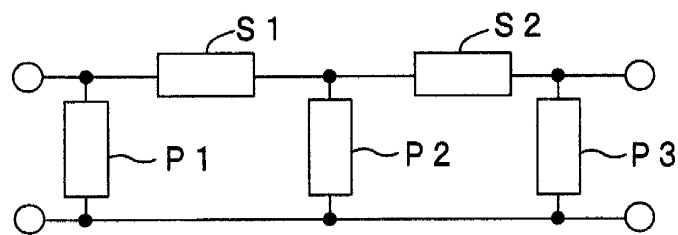
도면9



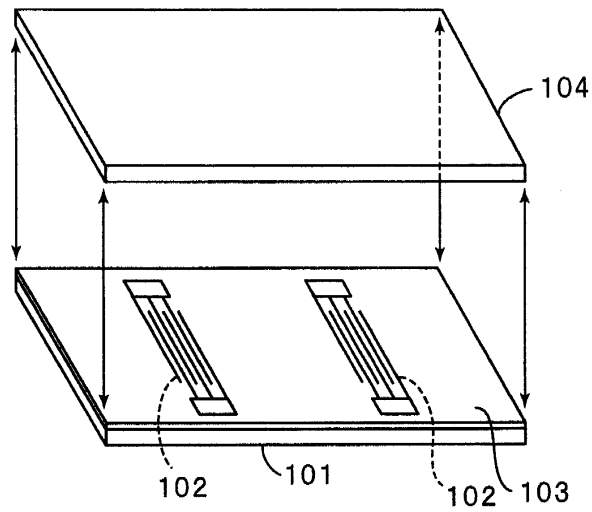
도면10



도면11



도면12



도면13

