

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.⁶
H03H 9/145

(11) 공개번호 특2000-0022521
(43) 공개일자 2000년04월25일

(21) 출원번호	10-1998-0710966	(87) 국제공개번호	WO 1998/51011
(22) 출원일자	1998년12월24일	(87) 국제공개일자	1998년11월12일
번역문제출일자	1998년12월24일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP1998/02008		
(86) 국제출원출원일자	1998년05월06일		
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 리히텐슈타인 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈		
	국내특허 : 아일랜드 중국 일본 대한민국		

(30) 우선권주장	9-118405 1997년05월08일 일본(JP)
(71) 출원인	가부시끼가이샤 도시바 니시무로 타이쵸
	일본국 가나가와켄 가와사끼시 사이와이구 호리가와쵸 72번지
(72) 발명자	미시마 나오유키
	일본 가나가와켄 후지사와시 조난 3-1-33-218
(74) 대리인	김명신

심사청구 : 있음

(54) 탄성경계파 디바이스 및 그 제조방법

요약

본 발명은 예를 들면 TV나 휴대전화, PHS 등에 있어서 필터소자나 발진자에 이용할 수 있는 탄성경계파 디바이스 및 그 제조방법에 관한 것으로서, 압전성의 제 1 기판(2)의 주면상에 빗살형상 전극(3)을 형성하고, 상기 빗살형상 전극(3)을 덮고 동시에 평활한 표면(4)을 갖도록 제 1 기체(2)의 주면에 유전체막(5)을 형성하고, 그 위에 Si계의 제 2 기판(6)을 서로 붙여 구성하여, 전극에서 여진되는 탄성파의 변환 효율을 향상시키고 동시에 전극 사이에서의 기생저항의 영향을 없앨 수 있는 탄성경계파 디바이스 및 그 제조방법을 제공하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도1

명세서

기술분야

본 발명은 예를 들면 TV나 휴대전화, PHS 등에 있어서 필터소자나 발진자에 이용할 수 있는 탄성경계파 디바이스 및 그 제조방법에 관한 것이다.

배경기술

탄성파를 응용한 디바이스의 하나로써 탄성표면파 디바이스(SAW디바이스:Surface Acoustic Wave Device)가 이전부터 잘 알려져 있다. 이 SAW디바이스는 예를 들면 45MHz~2GHz의 주파수 대역에 있어서 무선신호를 처리하는 장치에서 각종 회로, 예를 들면 송신용 밴드패스필터, 수신용 밴드패스필터, 국발필터, 안테나공용기, IF필터, FM변조기 등에 이용된다.

도 8에 이 SAW디바이스의 기본적 구성을 나타낸다. 동일 도면에 나타난 바와 같이 SAW디바이스는 LiNbO₃ 등의 압전성 기판(100) 상에 Si박막 등의 금속재료를 에칭 등에 의해 가공한 빗살형상 전극(IDT:Interdigital Transducer)(101, 102)을 설치하여 구성된다. 그리고 IDT(101)에 고주파 전기신호가 인가되면 압전성 기판(100)표면에 SAW(103)이 여진된다. 여진된 SAW(103)는 압전성 기판(100)표면을 전반하여 IDT(102)에 도달하고, IDT(102)에서 다시 전기신호로 변환된다.

그런데, SAW디바이스는 고체표면과 진공 또는 기체의 경계면 즉, 고체표면을 전반하는 탄성파를 이용하기 위해서 전반 매체인 압전성 기판의 표면을 자유 표면으로 할 필요가 있다. 따라서, SAW디바이스에 있어서는 예를 들면, 반도체 패키지에 사용되는 것과 같은 플라스틱몰드로 칩을 덮게 할 수 없어, 패키지 내부에 자유 표면을 확보하기 위한 중공부(中空部)를 설치할 필요가 있다.

그러나, 패키지 내부에 중공부를 설치한 구조로 하면, 디바이스가 비교적 고가인 동시에 대형이 된다는

문제가 있다.

그래서 본 발명자 등은 SAW디바이스와 동등한 기능을 갖고, 소형화가 용이하고 동시에 비용절감이 용이한 탄성경계파 디바이스를 제창하고 있다. 이 탄성경계파 디바이스는 예를 들면, 빗살형상 전극을 사이에 두도록 압전성 기판과 Si기판을 서로 붙여 구성된다. 본 발명은 이러한 탄성경계파 디바이스에 더욱 개량을 도모한 것이다.

즉 본 발명의 제 1 목적은 탄성경계파 디바이스에 있어서 전극에서 여진되는 탄성파의 변환효율을 향상시킬 수 있는 탄성경계파 디바이스 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

또, 본 발명의 제 2 목적은 전극 사이에서의 기생저항의 영향을 없앨 수 있는 탄성경계파 디바이스 및 그 제조방법을 제공하는 것을 목적으로 하고 있다.

발명의 상세한 설명

이러한 과제를 해결하기 위해, 청구항 1의 본 발명의 탄성경계파 디바이스는 압전성의 제 1 기판, 상기 제 1 기판의 주면에 형성되어, 탄성파를 여진하는 전극, 상기 전극을 덮고 동시에 평활한 표면을 갖도록 상기 제 1 기판의 주면에 형성된 유전체막 및 상기 유전체막의 표면에 서로 붙여진 Si계 제 2 기판을 구비한다.

청구항 2 기재의 본 발명의 탄성경계파 디바이스의 제조방법은, (a)압전성 제 1 기체의 주면에 탄성파를 여진하는 전극을 형성하는 공정, (b)상기 전극이 형성된 제 1 기체의 주면에 유전체막을 형성하는 공정, (c)상기 제 1 기체의 주면에 형성된 유전체막의 표면을 평활화하는 공정 및 (d)상기 평활화된 유전체막 표면에 Si계 제 2 기판을 서로 붙이는 공정을 구비한다.

청구항 3에 기재된 본 발명의 탄성경계파 디바이스의 제조방법은 상기 (b)공정에 있어서 유전체막을 전극보다도 두껍게 형성하고 동시에 상기 (c)공정에 있어서 전극이 표면에 노출되지 않도록 유전체막의 표면을 평활화하는 것이다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 한 실시형태에 관한 탄성경계파 디바이스의 구성을 나타내는 분해사시도,

도 2는 도 1의 A-A 화살표시의 평면도,

도 3은 본 발명의 탄성경계파 디바이스의 제조방법에 관한 한 실시형태를 설명하기 위한 공정도,

도 4는 본 발명의 탄성경계파 디바이스에서 다른 제조방법을 설명하기 위한 도면,

도 5는 본 발명의 탄성경계파 디바이스가 이용되는 이동체 통신장치의 구성을 나타내는 블록도,

도 6은 본 발명의 탄성경계파 디바이스가 이용되는 RF모듈레이터의 발진회로의 회로도,

도 7은 본 발명의 과제를 설명하기 위한 도면, 및

도 8은 종래의 SAW디바이스의 기본적 구성을 나타내는 도면이다.

실시예

탄성경계파 디바이스는 예를 들면 Si기판의 표면에 Al전극을 형성 후, 그 위에서 유전체막을 형성하고, Al전극 사이에 유전체막을 채움과 동시에 그 위에서 Al전극이 노출하기 까지 연마를 실시하고, 그 위에 압전성 기판을 서로 붙임으로써 제조되는 것이 일반적이라고 생각되지만 그 경우 이하의 문제점이 있다.

즉 도 7에 도시한 바와 같이 일반적으로 Al전극(10)을 연마할 때에 Al 등의 금속막은 SiO₂막(11)보다도 유연하기 때문에 Al전극(10) 표면에 구멍이 생기게 한다. 이 구멍의 크기는 5 μ m정도의 Al전극폭(a)에 대해서 약 30nm정도이다. 이렇게 구멍이 있으면, 서로 붙인 압전성 기판(12)과의 사이에 빈틈(13)을 생기게 한다. 그리고 이러한 빈틈(13)은 Al전극(10)과 압전성기판(12)이 밀접하지 않아, Al전극(10)에서 여진되는 탄성파의 변환효율을 저하시킨다.

또, Al전극(10)이 Si기판(41)에 직접 접하고 있는 경우에는 Si기판으로서 비저항이 100 $\Omega \cdot \text{cm}$ 정도의 고저항의 것을 이용한 경우라도, Al전극(10)간에 도전성이 생기기 때문에 무효전류(A)가 흘러 경계파 디바이스의 특성 악화에 연결된다. 예를 들면 Al 빗살형상 전극이 전극폭 1 μ m, 피치 2 μ m, 전극교차폭 0.1mm, 전극 쌍수 30쌍인 경우, 빗살형상 전극이 133 Ω 의 기생저항(병렬회로에서 무효전류로서 기여한다.)이 생긴다. 휴대전화용 고주파단 필터의 경우, 일반적으로 50 Ω 계에서 사용되기 때문에 이러한 작은 기생저항은 큰 손실로서 작용하기 때문에 실질적으로 사용에 견디지 못하는 필터가 될 우려가 있다.

이에 대하여 본 발명은 압전성의 제 1 기체측에 탄성파를 여진하는 전극 및 그 위에 유전체막을 형성하고, 그 유전체막 표면을 평활화하도록 구성하였기 때문에, 압전성의 제 1 기체와 탄성파를 여진하는 전극과의 사이가 밀착하여 빈틈이 없다. 따라서 전극에서 여진되는 탄성파의 변환효율을 향상시킬 수 있다.

또, 탄성파를 여진하는 전극과 Si계의 제 2 기판과의 사이에 유전체막이 개재하고 있고, 즉 탄성파를 여진하는 전극과 Si계의 제 2 기판이 직접 접하고 있지 않기 때문에 전극 사이에서의 기생저항의 영향을 없앨 수 있다.

이하, 본 발명의 실시형태를 도면에 기초하여 설명한다.

도 1 및 도 2는 본 발명의 한 실시형태에 관한 탄성경계파 디바이스의 구성을 나타내는 도면으로서 도 1

은 분해사시도, 도 2는 도 1의 A-A 화살표시의 평면도이다.

이들 도면에 도시한 바와 같이 이 탄성경계파 디바이스(10)는 압전성의 제 1 기판(2)의 주면상에 빗살형상 전극(3)을 형성하고, 이 빗살형상 전극(3)을 덮고 동시에 평활한 표면(4)을 갖도록 제 1 기판(2)의 주면에 유전체막(5)을 형성하고, 그 위에 Si계의 제 2 기판(6)을 서로 붙여 구성된다.

제 1 기판(2)으로서는 예를 들면 LiNbO_3 이 이용된다. 그러나 LiTaO_3 , 수정 등 외의 압전성 재료를 이용하는 것도 가능하다.

빗살형상 전극(3)의 재질은 예를 들면 Si이 이용된다. 그러나, 다른 유전성 재료 예를 들면 Cu, Ta 및 이들의 Si합금 등을 이용하는 것도 가능하다. 또, 이들 재료를 적층시켜도 좋다. 빗살형상 전극(3)은 예를 들면 여진용의 대향하는 한쌍의 빗살형상 전극(7)과 수신용의 대향하는 한쌍의 빗살형상 전극(8)에 의해 구성된다. 그러나, 이들 전극을 각각 복수 설치하여도 좋다. 또 빗살형상 전극(3) 외에 예를 들면 이들 전극을 사이에 두도록 설치하여도 좋다. 또한 이러한 전극뿐만 아니라, 예를 들면 이들 전극을 사이에 두도록 흡음재를 형성하도록 하여도 좋다.

요컨대 본 발명에 관한 탄성경계파 디바이스는 예를 들면 종래의 SAW디바이스에 대신하여 이용되는 것으로서 증, 필터, 지연선, 공진기, 발진기, 안테나 신호처리용 회로, 증폭기, 컨벌버메모리 등에 이용되지만, 빗살형상 전극(3) 등의 구성은 이들의 용도, 규정 등에 따라서 적정 설계 변경된다.

유전체막(5)은 예를 들면 SiO_2 가 이용된다. 유전체막(5)은 빗살형상 전극(3)을 덮고 동시에 평활한 표면(4)을 갖고 있다. 이것은 첫째로 1 빗살형상 전극(3)과 Si계 제 2 기판(6)과의 사이에는 유전체막(5)이 개재하고 있고, 둘째로 유전체막(5)의 표면(4)과 Si계 제 2 기판(6)과의 사이에 틈이 없이 밀착하고 있는 것을 의미한다.

제 2 기판(6)으로서는 예를 들면 Si가 이용된다. 그러나 아몰퍼스실리콘이나 폴리실리콘 등 외의 Si계 재료를 이용하는 것도 가능하다. 빗살형상 전극(3)과 Si계 제 2 기판(6)과의 사이에는 유전체막(5)이 개재하고 있기 때문에, Si계의 제 2 기판(6)은 반도체 집적회로에 통상 이용되고 있는 것과 같이 의도적으로 n-형, p-형으로서 비저항을 내린 것을 이용한 경우에도 빗살형상 전극(3)의 직류적인 누설을 방지하는 것이 가능하다.

그런데 탄성경계파는 2종의 고체간의 경계면을 전반하는 탄성파이다. 이 탄성경계파의 존재에 관한 이론적인 검토는 예를 들면, 시미즈(清水), 이리노(入野) 등의 「ZnO와 유리의 경계면을 전반하는 스톤리파의 이론적 검토」 학신론(C), J165-C, 11, pp.833-890에서 다루어지고 있다. 이 논문에서는 2종의 고체의 한 쪽은 압전재료인 ZnO, 또 한 쪽은 유리의 조합인 경우가 다루어지고 있지만, 2종의 고체 중 적어도 어느 한 쪽에 탄성파를 여진하기 위해서 압전성이 있어 2종의 고체 경계면에 탄성파의 에너지가 집중하고 전반하는 파를 이용하여 탄성경계파 디바이스를 실현할 수 있다.

다음에, 본 발명의 탄성경계파 디바이스의 제조방법에 대해서 설명한다.

도 3은 그 제조방법에 관한 한 실시형태를 설명하기 위한 도면이다. 또한 여기에서는 200MHz정도의 고주파 신호에 사용되는 탄성경계파 디바이스를 상정하고 있다.

우선, 압전성의 제 1 기판(2) 상에 증착 또는 스퍼터법에 의해 Al막(3a)을 형성한다(도 3의 (a)). Al막(3a)의 두께는 예를 들면 $0.02 \sim 0.07 \lambda = 0.10 \sim 0.15 \mu\text{m}$, 바람직한 것은 $0.05 \lambda = 0.12 \mu\text{m}$ 로 한다(여기에서 λ 는 파장이다.)

다음에 사진 식각(蝕刻) 등의 방법에 의해 Al막(3a)을 가공하고, 빗살형상 전극패턴(3b)을 형성한다(도 3의 (b)).

다음에 빗살형상 전극 패턴(3b)이 형성된 압전성의 제 1 기판(2) 상에 SiO_2 막(5a)을 스퍼터 등에 의해 막 형성한다(도 3의 (c)). SiO_2 막(5a)의 두께는 $0.2 \sim 0.7 \lambda = 1.2 \sim 1.5 \mu\text{m}$, 바람직하게는 $0.5 \lambda = 1.2 \mu\text{m}$ 를 약간 넘는 것으로 한다. 따라서, SiO_2 막(5a)은 Al막(3a)을 넘는 두께로 할 필요가 있다.

다음에 SiO_2 막(5a)의 표면을 연마하고, SiO_2 막(5a)의 표면의 요철을 없애 평활화한다(도 3의 (d)). 이에 의해 SiO_2 막(5a)의 두께는 예를 들면 $0.5 \lambda = 1.2 \mu\text{m}$ 로 한다. 그 때 빗살형상 전극 패턴(3b)은 SiO_2 막(5a)에 의해 덮여져 있다.

다음에 SiO_2 막(5a)의 표면(4) 및 Si계 제 2 기판(6)의 주면을 예로 들면 과산화 암모니아수에 의해 표면 처리함으로써, 양자의 표면을 수산화한다(도 3의 (e)).

다음에 SiO_2 막(5a)의 표면(4)과 Si계 제 2 기판(6)의 주면을 대향 접촉시켜, 약 300°C에서 1~2시간 정도 가열한다(도 3의 (f)).

이러한 열처리에 의해 2종의 기판표면에 있는 애기 끼리가 결합하여 H_2O 가 유리하고, 다른 종류의 재료인 SiO_2 막(5a)과 Si계 제 2 기판(6)을 직접 접합할 수 있다. 또한 가열온도는 바람직하게는 약 300°C지만, 100~1000°C의 사이로 할 수 있다. 100°C이하에서는 애기 끼리가 결합하는 반응을 생기게 하지 않고, 1000°C이상에서는 요소부재에 열적 악영향을 미칠 가능성이 있기 때문이다.

이상의 제조공정을 거쳐 형성된 탄성경계파 디바이스는 도 2에 도시한 바와 같이 빗살형상 전극(3)과 압전성의 제 1 기판(2)과의 사이에 틈이 없이 밀착하고 있기 때문에, 빗살형상 전극(3)에서 여진되는 탄성파의 변환효율을 향상시킬 수 있다. 또 빗살형상 전극(3)과 Si계 제 2 기판(6)과의 사이에 유전체막(5)이 개재하고 있고, 즉 빗살형상 전극(3)과 Si계 제 2 기판(6)이 직접 접하고 있지 않기 때문에 빗살형상 전극(3)의 전극 사이에서의 기생저항의 영향을 없앨 수 있다. 또한 상기 제조방법에서는 도 3의 (d)에 도시한 바와 같이 빗살형상 전극패턴(3b)이 SiO_2 막(5a)에 의해 덮여지는 정도까지 SiO_2 막(5a)의 표면을 연

마하고 있었지만, 도 4에 도시한 바와 같이 빗살형상 전극 패턴(3b)이 노출하기 까지, SiO₂막(5a)의 표면을 연마하여도 관계없다. 이에 의해서도 빗살형상 전극(3)에서 여진되는 탄성파의 변환효율을 향상시킬 수 있다고 하는 효과를 나타내기 때문이다.

본 발명에 관한 탄성경계파 디바이스는 예를 들면 필터, 지연선, 공진기, 발진기, 아나로그신호처리용 회로, 증폭기, 컨벌버메모리 등에 이용된다. 그리고, 이들 탄성경계파 디바이스를 구비한 필터, 지연선, 공진기 등은 휴대전화, PHS, TV 등에 이용된다.

도 5는 휴대전화, PHS 등의 이동체 통신장치의 구성을 나타내는 블록도이다.

동일 도면에 있어서 안테나(151)를 통해서 수신한 수신파는 안테나 공용기(152)에 의해 수신계로 분리된다. 분리된 수신신호는 앰프(153)에 의해 증폭된 후, 수신용 밴드패스필터(154)에 의해 소정의 대역이 추출되고, 믹서(155)에 의해 입력된다. 믹서(155)에는 PLL발진기(156)에 의해 발진된 국발신호가 국발필터(157)를 통해서 입력되고 있다. 믹서(155)의 출력은 IF필터(158), FM복조기(159)를 통해서 스피커(160)에 의해 수신음으로서 출력된다. 한쪽 마이크(161)에 의해 입력된 송화음은 FM변조기(162)를 통해서 믹서(163)에 입력된다. 믹서(163)에는 PLL발진기(164)에 의해 발진된 국발신호가 입력되어 있다. 믹서의 출력은 송신용 밴드패스필터(165), 파워앰프(166) 및 안테나공용기(152)를 통해서 안테나(151)에 의해 송신파로서 출력된다.

본 발명에 관한 탄성경계파 디바이스는 이 이동통신장치의 각부에 사용할 수 있다. 예를 들면 송신용 밴드패스필터(165), 수신용 밴드패스필터(154), 국발필터(157) 및 안테나공용기(152)에는 본 발명에 관한 탄성경계파 디바이스가 RF단의 필터로서 사용된다. IF필터(158)에는 본 발명에 관한 탄성경계파 디바이스가 채널선택에 불가결한 협대역의 IF단의 필터로서 사용된다. FM변조기(162)에는 본 발명에 관한 탄성경계파 디바이스가 음성의 변조에 있어서 공진자로서 사용된다.

본 발명에 관한 탄성경계파 디바이스는 VTRI나 CATV에 이용되는 RF모듈레이터의 발진회로 등에도 이용할 수 있다. 그 회로구성을 도 6에 도시한다. '167'은 본 발명에 관한 탄성경계파 디바이스이고 '168'은 회로부이다.

산업상이용가능성

이상 상술한 바와 같이 본 발명의 탄성경계파 디바이스에 의하면, 압전성의 제 1 기체, 상기 제 1 기체의 주면에 형성되어, 탄성파를 여진하는 전극, 상기 전극을 덮고 동시에 평활한 표면을 갖도록 상기 제 1 기체의 주면에 형성된 유전체막 및 상기 유전체막의 표면에 서로 붙여진 Si계의 제 2 기판을 구비하였기 때문에 전극에서 여진되는 탄성파의 변환효율을 향상시키고 동시에 전극 사이에서의 기생저항의 영향을 없앨 수 있다.

또, 본 발명의 탄성경계파 디바이스의 제조방법에 의하면 압전성 제 1 기체의 주면에 탄성파를 여진하는 전극을 형성하는 공정, 상기 전극이 형성된 제 1 기체의 주면에 유전체막을 형성하는 공정, 상기 제 1 기체의 주면에 형성된 유전체막의 표면을 평활화하는 공정 및 상기 평활화된 유전체막의 표면에 Si계의 제 2 기체를 서로 붙이게 하는 공정을 구비하였기 때문에, 전극으로부터 여진되는 탄성파의 변환효율이 향상된 탄성경계파 디바이스를 제공할 수 있다. 이 경우, 유전체막을 전극보다도 두껍게 형성하고 동시에 전극이 표면에 노출하지 않도록 유전체막의 표면을 평활화하면, 전극 사이에서의 기생저항의 영향도 없앨 수 있다.

(57) 청구의 범위

청구항 1

압전성의 제 1 기체,

상기 제 1 기체의 주면에 형성되어, 탄성파를 여진하는 전극,

상기 전극을 덮고 동시에 평활한 표면을 갖도록 상기 제 1 기체의 주면에 형성된 유전체막, 및

상기 유전체막의 표면에 서로 붙여진 Si계 제 2 기체를 구비하는 것을 특징으로 하는 탄성경계파 디바이스.

청구항 2

(a)압전성 제 1 기체의 주면에 탄성파를 여진하는 전극을 형성하는 공정,

(b)상기 전극이 형성된 제 1 기체의 주면에 유전체막을 형성하는 공정,

(c)상기 제 1 기체의 주면에 형성된 유전체막의 표면을 평활화하는 공정, 및

(d)상기 평활화된 유전체막 표면에 Si계 제 2 기체를 서로 붙이는 공정을 구비하는 것을 특징으로 하는 탄성경계파 디바이스의 제조방법.

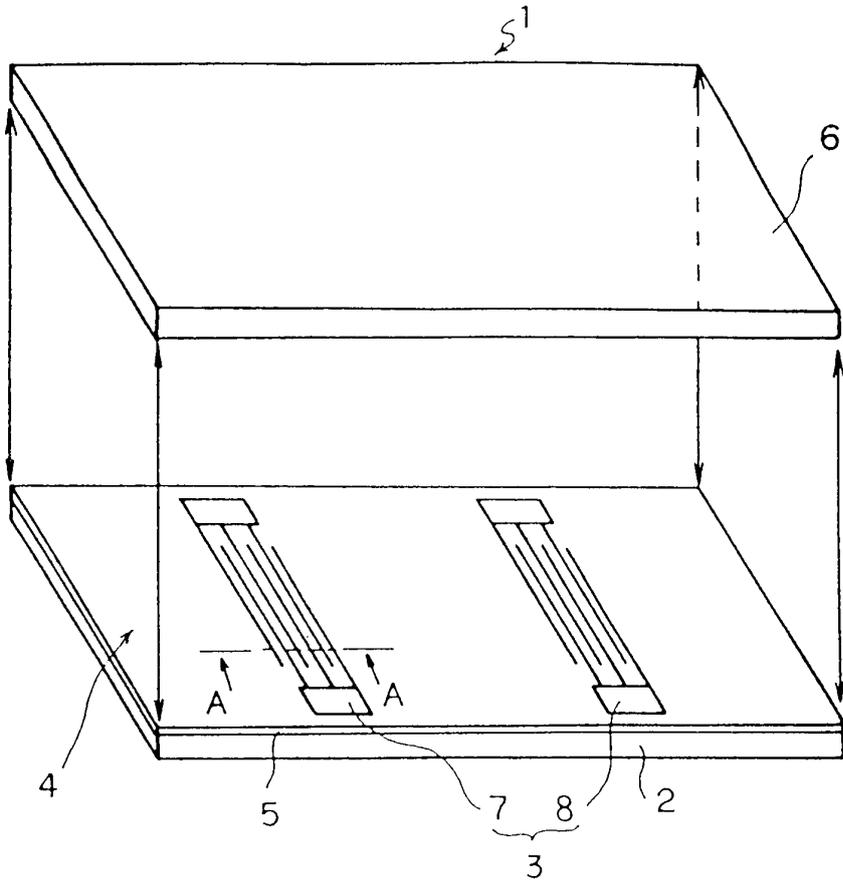
청구항 3

제 2 항에 있어서,

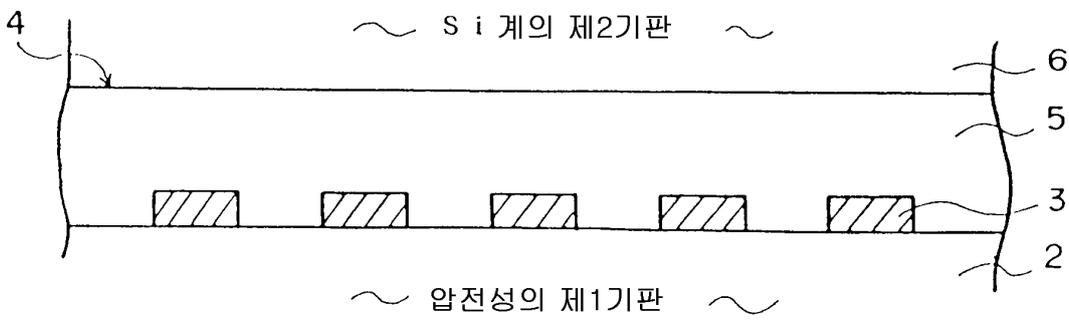
(b)공정에 있어서 유전체막을 전극보다도 두껍게 형성하고 동시에 상기 (c)공정에 있어서 전극이 표면에 노출되지 않도록 유전체막 표면을 평활화하는 것을 특징으로 하는 탄성경계파 디바이스의 제조방법.

도면

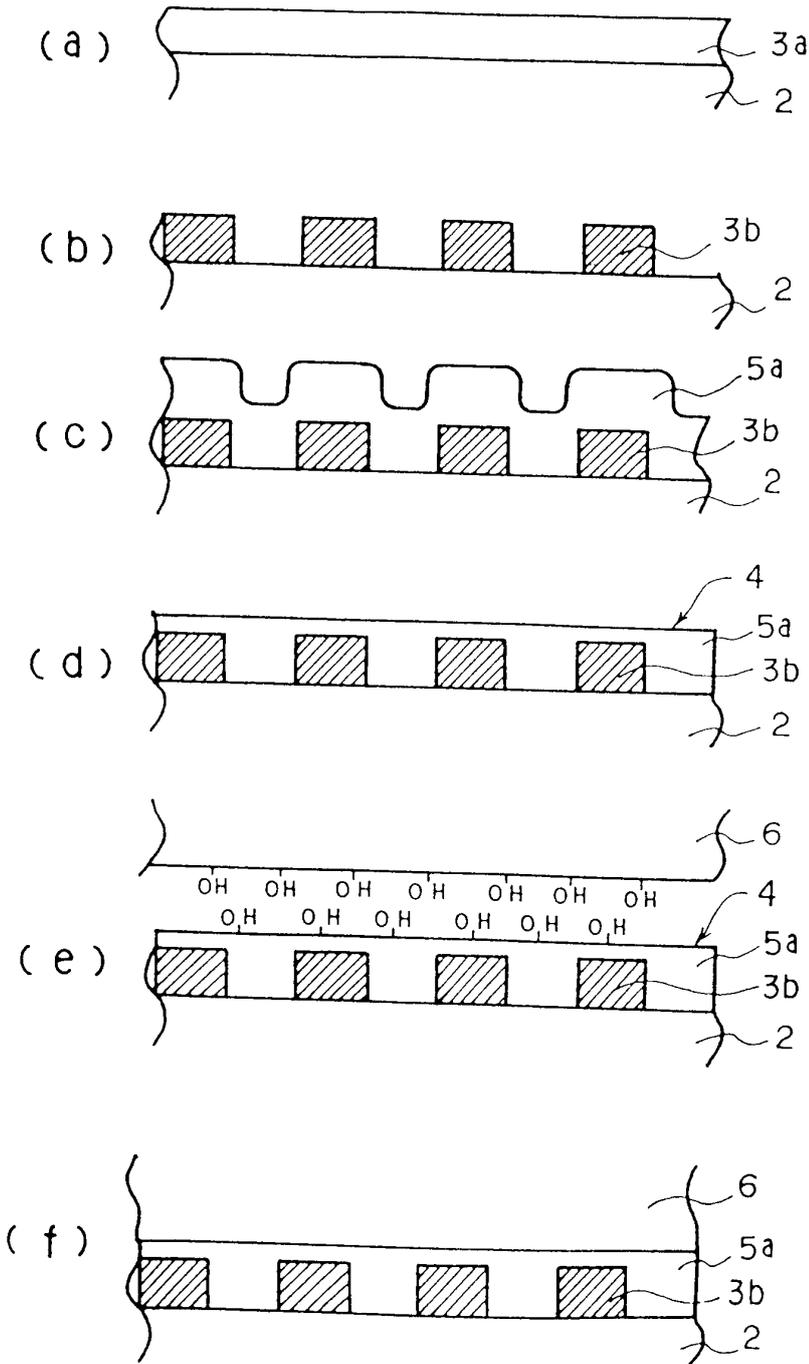
도면1



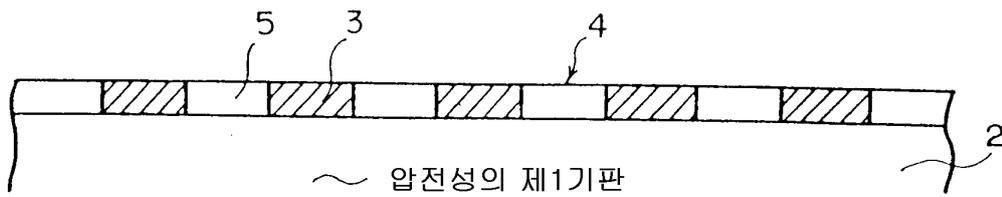
도면2



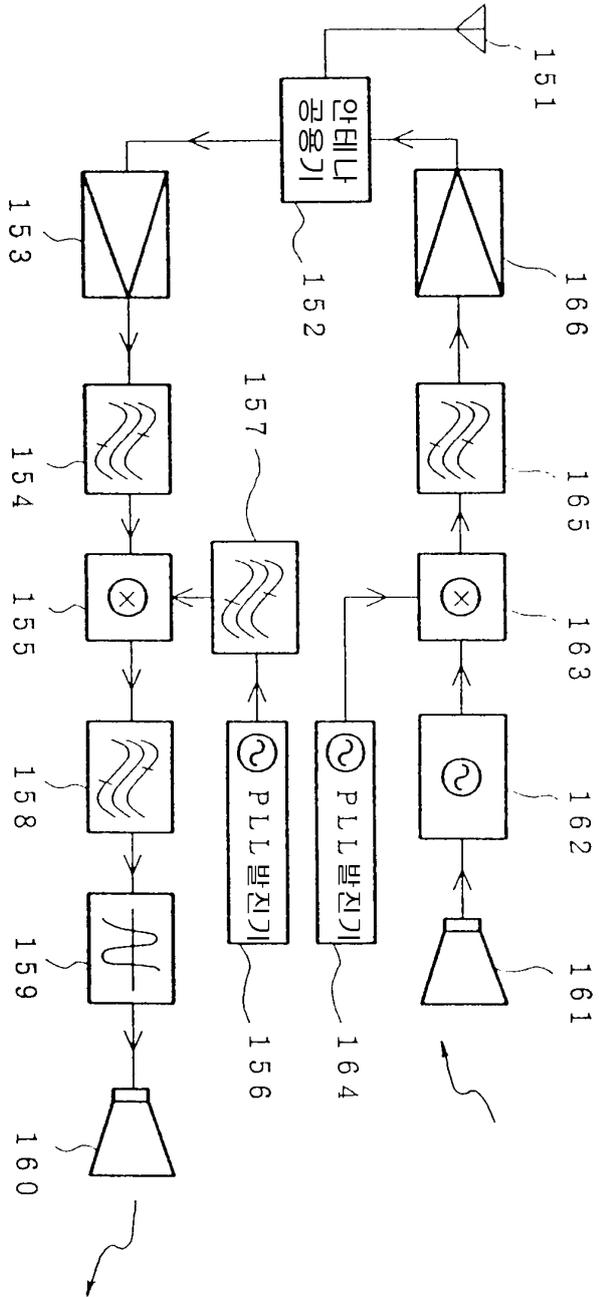
도면3



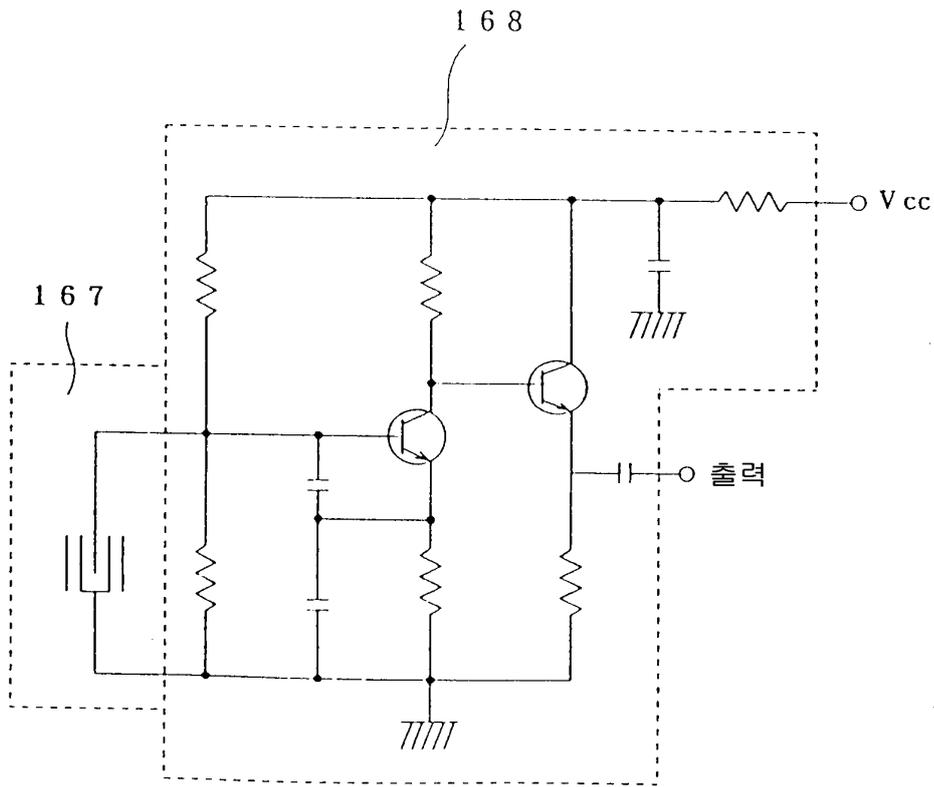
도면4



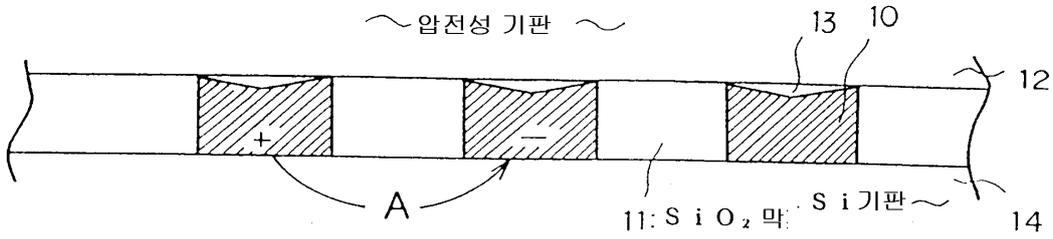
도면5



도면6



도면7



도면8

