

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl. <sup>6</sup> H03H 9/64	(45) 공고일자 1999년04월01일
(21) 출원번호 특1996-034250	(11) 등록번호 특0177907
(22) 출원일자 1996년08월14일	(24) 등록일자 1998년11월19일
(30) 우선권 주장 7-207105 1995년08월14일	(65) 공개번호 특1997-013679
	(43) 공개일자 1997년03월29일
(73) 특허권자 가부시끼가이샤 무라따 세이사꾸쇼	무라다 미치히로
(72) 발명자 우시로쿠 다다마사	일본국 교오또후 나가오까교시 덴진 2초메 26방 10고
(74) 대리인 윤동열, 이선희	일본국 교오또후 나가오까교시 덴진 2초메 26방 10고 가부시끼가이샤 무라따 세이사꾸쇼

심사관 : 김재문

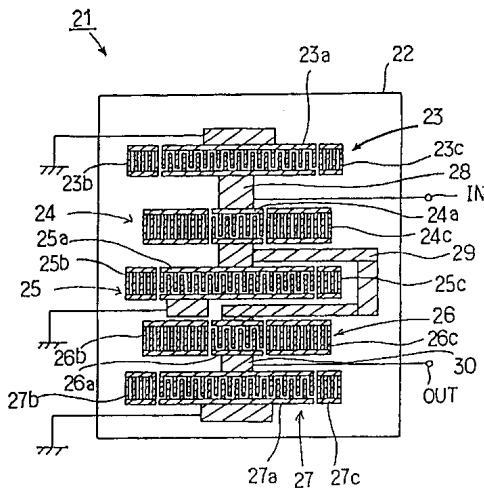
(54) 탄성 표면파 필터

요약

본 발명의 탄성 표면파(이하 SAW라 한다) 필터는 제1의 1-포트형 SAW 공진자가 입력 단자와 출력 단자 사이에 직렬 공진자로서 접속되고 제2의 1-포트형 SAW 공진자가 병렬 공진자로서 접속되는 사다리형 회로를 갖는다. 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 반공진 주파수는 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 일치한다.

제2의 1-포트형 SAW 공진자의 인터 디지털 트랜스듀서와 반사기 사이의 거리가 설정되면, 스푸리어스 성분은 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 필터의 통과 대역 사이의 주파수에서 발생되어, 통과 대역에 근접한 차단 대역에서 감쇠특성을 개선한다.

대표도



명세서

도면의 간단한 설명

- 제1도는 종래의 사다리형 SAW 필터의 전극 구조의 평면도이다.
- 제2도는 SAW 필터에서 사용된 종래의 SAW 공진자의 평면도이다.
- 제3a도는 SAW 공진자의 회로 기호를 나타낸다.
- 제3b도는 종래의 SAW 공진자의 임피던스-주파수 특성을 나타낸다.
- 제4도는 본 발명의 제1 양태에 따른 SAW 필터의 전형적인 평면도이다.
- 제5도는 제1 양태에서 사용된 SAW 공진자의 평면도이다.

제6도는 제5도에 도시된 SAW 공진자의 임피던스-주파수 특성을 나타낸다.

제7도는 본 발명의 제1 양태에 따른 SAW 필터의 회로도이다.

제8도는 인터 디지털 트랜스듀서(이하 IDT라 한다)와 반사기에서 전극지의 중앙 사이의 거리( $r$ ), 및 스푸리어스 성분이 발생하는 주파수 위치 사이의 관계를 나타낸다.

제9도는 제1 양태에 따른 SAW 필터의 주파수 특성을 나타낸다.

제10도는 종래의 SAW 필터의 주파수 특성을 나타낸다.

제11도는 제2 양태에 따른 SAW 필터의 평면도이다.

제12도는 제2 양태에서 사용된 SAW 공진자의 평면도이다.

제13도는 제12도에 도시된 SAW 공진자의 임피던스-주파수 특성을 나타낸다.

제14도는 제2 양태에 따른 SAW 필터의 구성을 나타내는 회로도이다.

제15도는 IDT와 반사기에서 전극지의 중앙 사이의 거리( $r$ ), 및 스푸리어스 성분이 발생하는 주파수 사이의 관계를 나타낸다.

제16도는 제2 양태에 따른 SAW 필터의 주파수 특성을 나타낸다.

제17도는 종래의 SAW 필터의 주파수 특성을 나타낸다.

제18도는 제3 양태에 따른 SAW 필터의 평면도이다.

제19도는 제3 양태에 따른 SAW 필터의 주파수 특성을 나타낸다.

제20도는 종래의 SAW 필터의 주파수 특성을 나타낸다.

\* 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명

21 : SAW 필터	22 : 표면파 기판
23, 25, 27 : 제2의 1-포트형 SAW 공진자	
24, 26 : 제1의 1-포트형 SAW 공진자	
41 : SAW 필터	42 : 표면파 기판
43, 45, 47 : 제1의 1-포트형 SAW 공진자	
44, 46 : 제2의 1-포트형 SAW 공진자	
51 : SAW 공진자	52 : IDT
55, 56 : 반사기	61 : SAW 필터
62 : 표면파 기판	
63, 65, 67 : 제2의 1-포트형 SAW 공진자	
65, 66 : 제1의 1-포트형 SAW 공진자	

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 다수 개의 대역 SAW 공진자로 구성된 SAW 필터에 관한 것이고, 더욱 상세하게는 사다리형 회로를 갖는 필터에 관한 것이다.

다수 개의 SAW 공진자를 사용하는 사다리형 회로로 구성된 대역 SAW 필터는 일본국 특허 공고 제 56-19765호 및 일본국 특허 공개 제 5-183380호에서 기재되었다. 상기 SAW 필터를 제1도를 참조하여 하기에 설명하고자 한다.

제1도에 도시된 SAW 필터에서, 다수 개의 SAW 공진자는 직사각형 압전 기판(2) 상에 다양한 전극을 형성 시킴으로써 구성된다. 1-포트형 SAW 공진자(3) 및 (4)는 직렬 공진자로서 입력 단자(IN) 및 출력 단자(OUT) 사이에서 직렬로 접속된다. 1-포트형 SAW 공진자(5) 및 (6)은 회로에서 두 개의 병렬암( $arm$ )에, 즉, 입출력 단자와 기준 전위 사이에서 각각 병렬 공진자로서 접속된다.

1-포트형 SAW 공진자(3) 내지 (6)은 인터 디지털 트랜스듀서(3a, 4a, 5a, 및 6a) 및 IDT(3a) 내지 (6a)의 양측에 즉, IDT에 의해 발생한 표면파 운반 방향 양측에 배치된 격자 반사기(3b, 3c, 4b, 4c, 5b, 5c, 6b, 및 6c)를 갖는다.

IDT(3a)의 빗모양 전극 중의 하나는 입력 단자(IN)에 접속되고, 다른 빗모양 전극은 IDT(5a)의 빗모양 전극 중의 한 전극에 전기적으로 접속되고, 접속 전극(7)을 통해 IDT(4a)의 빗모양 전극 중의 한 전극에 또한 전기적으로 접속된다. IDT(4a)의 다른 전극은 출력 단자(OUT)에 접속되고, 또한 접속 전극(18)을 통해 IDT(6a)의 빗모양 전극에 전기적으로 접속된다.

IDT(5a) 및 IDT(6a)의 다른 전극은 접지에 접속된다. 따라서, 사다리형 회로가 구성되어, 1-포트형 SAW

공진자(3) 및 (4)는 입력 단자(IN)와 출력 단자(OUT) 사이에서 직렬로 접속되어 회로의 직렬암을 형성하고, 병렬 공진자(5) 및 (6)은 상술한 직렬암과 기준 전위 사이에서 병렬로 접속된다.

SAW 공진자(3) 내지 (6)은 알루미늄과 같은 금속 재료로 압전 기관(2) 상에 접속전극(7) 및 (8)과 공동으로 형성된다.

SAW 필터(1)에서, 직렬 공진자로 작용하는 SAW 공진자(3) 및 (4)의 공진 주파수는 병렬 공진자로 작용하는 SAW 공진자(5) 및 (6)의 반공진 주파수와 일치되어, 전체회로가 대역 필터 특성을 얻는 것을 가능하게 한다. 제2도 및 제3도를 참조하여, 본 발명의 특성을 설명하고자 한다.

제2도는 1-포트형 SAW 공진자의 전극의 구조를 도시하는 전형적인 평면도이다. SAW 공진자(9)에서, IDT(10)는 중앙에 형성된다. IDT(10)는 빗모양 전극(10a) 및 (10b)의 한 쌍을 포함한다. 빗모양 전극(10a) 및 (10b)는 다수 개의 사이에 끼워진 전극지(finger)를 갖는다. 표면파 운반 방향에서 IDT(10)의 양측에 반사기(11) 및 (12)가 배치된다. 반사기(11) 및 (12)는 표면파 운반 방향에 수직인 방향으로 연장하여 다수 개의 전극을 갖고, 다수 개의 전극지는 양측 끝 부분에 접속된다.

IDT(10)의 빗모양 전극(10a)과 빗모양 전극(10b) 사이에 신호가 적용되는 경우, 표면파는 여진(勵振 : excite)되고, 여진된 표면파는 양측에 배치된 반사기(11) 및 (12) 사이에 트랩(trap)된다. 따라서 높은 Q 값을 지니는 공진자가 완성될 수 있다.

SAW 공진자(9)는 제3a도 도시된 회로에 의해 나타나고, 제3b도에 도시된 임피던스-주파수 특성을 갖는다. 제3b에서 도시되듯이, 임피던스는 공진 주파수(fr) 부근에서 낮고, 반공진 주파수(fa)에서는 매우 높다. 따라서, SAW 공진자(9)가 상술된 SAW 공진자(3) 내지 (6)과 같은 사다리형 방법으로 접속되는 회로에서, 직렬 공진자의 공진 주파수와 병렬 공진자의 반공진 주파수가 일치하는 경우, 입출력 임피던스는 공진 주파수 부근의 특징적 임피던스와 일치하고, 통과 대역이 발생된다.

SAW 필터(1)의 임피던스-주파수 특성에서, 상기 직렬 공진자의 반공진 주파수 부근에서 임피던스는 매우 높고, 병렬 공진자의 공진 주파수 부근에서의 임피던스는 매우 낮다. 따라서, 감쇠극(pole)이 이러한 주파수에서 형성될 수 있다.

상술된 구성에 따르면, 대역 필터 특성은 낮은 삽입 손실을 갖고 통과 대역에 근접한 차단 대역에서 비교적 큰 감쇠량을 갖도록 얻을 수 있다.

따라서, 상기 SAW 필터(1)는 통과 대역에 근접한 차단 대역에서 유리하게도 큰 감쇠량을 갖는다. 그러나, 예를 들어, 휴대 전화와 같은 최근의 통신 장치에서 송신 주파수와 수신 주파수 사이의 간격이 실질적으로 좁아서 전파 분광 이용 효율을 실질적으로 증가시킨다. 따라서, 알려진 SAW는 더 이상 충분한 선택도를 가지지 않아도 되며, 통과 대역과 차단 대역 사이에서 급경사의 필터 특성을 갖는 대역 필터가 필요하다.

송신 주파수와 수신 주파수 사이의 사다리형의 필터 특성(특히, 감쇠 특성)을 보다 급경사로 제조하기 위해, 공진자의 수를 증가시키고 또한 공진자 단수(段數)도 증가시키는 방법을 사용한다. 이러한 방법은 주로 압전 필터 등에 적용된다. 단수가 증가되는 경우, 소자 수(素子數)가 증가하듯이 전극의 저항도 증가하고, 삽입 손실 또한 더욱 크게 된다. 따라서, 압전 기관 상의 전극의 배치가 복잡하게 되므로, 제조 공정은 번잡해 지고, 압전 기관은 큰 크기로 되어야 한다. 따라서, 단수를 증가시키는 이러한 방법에는 한계가 있다. 따라서, 통과 대역과 차단 대역 사이의 경계에서의 감쇠 특성은 단수를 증가시키지 않으면서 급경사로 제조되는 방법이 요구된다.

### **발명이 이루고자 하는 기술적 과제**

따라서, 본 발명의 목적은 통과 대역과 차단 대역 사이의 경계에서 단수를 증가시키지 않으면서 급경사의 감쇠 특성을 갖으며 SAW 공진자를 이용하는 사다리형 SAW 필터를 제공하는 것이다.

본 발명은 상기한 목적을 달성하고자 한다. 본 발명은 직렬암이 입력과 출력 사이에 형성되고, 적어도 하나의 병렬암이 직렬암과 기준 전위 사이에 형성된 사다리형 회로를 갖는 SAW 필터에 관한 것이다. 본 발명의 SAW 필터는 직렬 공진자로서 직렬암에서 접속된 적어도 하나의 제 1의 1-포트형 SAW 공진자 및 병렬 암에서 접속된 제2의 1-포트형 SAW 공진자를 갖는다. 각 1-포트형 SAW 공진자는 IDT 및 IDT의 양측에 제공된 반사기를 갖는다. 다수 개의 IDT 쌍을 갖고 반사기를 갖지 않는 공진자가 직렬 공진자로서 이용될 수 있다. 병렬 공진자, 즉, 병렬암에 접속된 제2의 1-포트형 SAW 공진자는 직렬 공진자, 즉, 제 1의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 실질적으로 동일한 반공진 주파수를 갖는다. 실질적으로 동일하란 표현은 완전히 일치한 경우에 부가하여 두 개가 충분히 근접해 있는 경우를 포함한다.

본 발명의 SAW 필터는 제1 및 제2의 1-포트형 SAW 공진자가 직렬 공진자 및 병렬 공진자로서 각각 접속되어진 사다리형 회로를 가지므로, 종래의 SAW 필터와 동일한 방식으로 직렬 공진자의 반공진 주파수 및 병렬 공진자의 공진 주파수에서 감쇠극을 갖는 대역 필터 특성이 얻어진다.

종래의 사다리형 회로에서, 병렬 공진자로서 제공되는 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 IDT와 반사기 사이의 거리는 여진된 표면파의 파장을  $\lambda$ 로 나타내는 경우에, 일반적으로  $\lambda/2$ 로 설정된다. IDT와 반사기 사이의 거리가  $\lambda/2$  이상, 또는  $\lambda/2$ 로 이하로 되는 경우에, 무시될 수 없는 스퓨리어스(spurious) 성분이 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 반공진 주파수 사이에서 발생된다. 따라서, 이러한 불필요한 스퓨리어스 성분을 막기 위해 IDT와 반사기 사이의 거리는 통상적으로  $\lambda/2$ 로 설정된다.

상술된 스퓨리어스 성분이 발생하는 곳에서의 주파수가 IDT와 반사기 사이의 거리에 따라 변화하는 것을 주목하면, 발명자는 스퓨리어스 성분을 이용함으로써, 통과대역에 근접한 주파수 대 내의 차단 대역에서 감쇠량을 증가시킨다. 이러한 발견은 본 발명의 한 부분이다.

본 발명의 한 관점에 따르면, 제2의 1-포트형 SAW 공진자에서 IDT와 반사기 사이의 거리가 설정되어 스퓨리어스 성분은 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 SAW 필터의 통과 대역 사이에서 발생한다.

따라서, 하술 하는 양태로부터 명확하게 이해되듯이, 통과 대역의 저 주파수 차단 대역에 있는 통과 대역에 근접한 주파수 대역에서 감쇠량은 실질적으로 증가된다.

상기에 기재되어 있듯이, 통과 대역의 저 주파수 차단 대역에 있는 통과 대역에 근접한 감쇠량을 증가시키기 위해, 스퍼리어스 성분은 적절한 주파수에서 발생시키는 것이 필요하다. 스퍼리어스 성분이 고 주파수에서 발생하는 경우에, 리플(ripple)이 통과 대역에서 발생하여 삽입 손실은 증가된다. 스퍼리어스 성분이 저 주파수에서 발생하는 경우에, 스퍼리어스 성분은 SAW 공진자의 공진 특성에서 포함되어 스퍼리어스 성분의 발생으로부터 어떠한 효과도 얻어 질 수 없다.

따라서 본 발명의 이러한 관점에서, 임피던스의 경사는 주 공진에서 변화하는 것보다 더욱 급경사가 사용되기 때문에, 스퍼리어스 성분은 병렬 공진자, 즉, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수보다 고 주파수에서 발생시키는 것이 필요하다.

스퍼리어스 성분은 삽입 손실을 증가시키지 않도록 하기 위해 통과 대역보다 저 주파수에서 발생되어야 한다. 따라서, IDT와 반사기 사이의 거리가 설정되어 스퍼리어스 성분은 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 통과 대역 사이에서 발생된다.

더욱 상세하게는, 감쇠량을 증가시키기 위해서는, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 IDT에서 반사기에 근접한 전극지의 중앙, 및 반사기에서 IDT에 근접한 전극지의 중앙 전극 사이의 거리( $r$ )는  $0.50\lambda$  이하로 설정된다. 따라서 감쇠량은 통과 대역의 저 주파수 차단 대역에 있는 통과 대역에 근접하여 확실히 증가된다.

본 발명의 이러한 관점으로 인해, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 IDT와 반사기 사이의 거리가 설정되어 스퍼리어스 성분은 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수, 및 제2의 1-포트형 SAW 공진자에서 SAW 필터의 통과 대역 사이에서 발생되고, 감쇠량은 통과 대역의 저 주파수 차단 대역에 있는 통과 대역에 근접하여 증가 될 수 있다. 따라서, 통과 대역에 저 주파수 차단 대역 사이의 경계에서 감쇠 특성의 경사가 효과적으로 증가될 수 있다. 통과 대역과 저 주파수 차단 대역 사이에서의 좁은 주파수 간격을 가지고, 우수한 선택도를 가진 대역 필터는 성취 될 수 있다. 상기 필터는 좁은 주파수 간격을 가진 휴대 전화 필터에 적합하다.

본 발명의 다른 관점에 따르면, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 IDT와 반사기 사이의 거리가 설정되어, 제2의 1-포트형 SAW 공진자에서의 공진 주파수와 반공진 주파수 사이에서 발생된 스퍼리어스 성분은 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 반공진 주파수와 SAW필터의 통과 대역 사이에서 발생된다.

통과 대역의 고주파 차단 대역에서의 감쇠량은 직렬 공진자, 즉, 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 반공진 주파수에 있는 감쇠극으로 얻어진다. 즉, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 상술된 스퍼리어스 성분은 신호가 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 반공진 특성에 의해 감쇠될 수 없는 주파수대역에서 감쇠량을 증가시키도록 이용된다. 바꾸어 말하면, 제2의 1-포트형 SAW 공진자에서 발생된 스퍼리어스 성분은 통과 대역의 고주파 차단 대역에서의 통과 대역에 매우 근접한 주파수대역에서 감쇠량을 증가시키도록 이용된다.

또한, 본 발명의 관점에서, 스퍼리어스 성분이 통과 대역에서 발생하는 경우, 리플이 발생하여 통과 대역에서의 삽입 손실은 증가한다. 따라서, 스퍼리어스 성분은 직렬 공진자의 반공진 주파수보다 낮고 통과 대역보다 고 주파수에서 발생된다.

또한, 본 발명의 관점에서, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 IDT와 반사기 사이의 거리를 조정함으로써, 제2의 1-포트형 SAW 공진자에서 발생된 스퍼리어스 성분은 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 반공진 주파수와 통과 대역 사이에서 발생된다. 감쇠량은 따라서 고주파 차단 대역에서 통과 대역에 근접하여 실질적으로 증가된다.

더욱 상세하게는, 본 발명의 관점에서, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 IDT에서 반사기에 근접한 전극지의 중앙, 및 반사기에서 IDT에 근접한 전극지의 중앙 사이의 거리는  $0.50\lambda$  이상으로 설정되고, 감쇠량은 따라서 고주파 차단 대역에서 통과 대역에 근접하여 확실히 증가된다.

본 발명의 이러한 관점으로 인해, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 IDT와 반사기 사이의 거리가 설정되어, 스퍼리어스 성분은 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 반공진 주파수와 제2의 1-포트형 SAW 공진자에 있는 SAW 필터의 통과 대역 사이에서 발생되고, 감쇠량은 통과 대역의 고 주파수 차단 대역에 있는 통과 대역에 근접한 주파수 영역에서 실질적으로 증가된다. 따라서, 통과 대역과 고 주파수 차단 대역 사이의 경계에서 감쇠 특성의 경사는 효과적으로 증가될 수 있다. 우수한 선택도를 갖는 대역 필터가 제공된다. 휴대 전화와 같은 통과 대역과 차단 대역 사이의 좁은 주파수 간격이 있는 적합한 적용의 필터 장치가 제공될 수 있다.

본 발명의 제1 및 제2 관점이 결합될 수 있다. 다수 개의 제2의 1-포트형 SAW 공진자에서 IDT와 반사기 사이의 거리가 설정되어, 본 발명의 제1 및 제2의 관점에서 이용되는 조건을 만족시킬 수 있다. 이 경우에, 감쇠량은 삽입 손실의 증가없이 통과 대역의 양측에 배치된 차단 대역의 통과 대역에 근접하여 효과적으로 증가될 수 있다.

본 발명의 제1 및 제2 관점에 따른 SAW 필터는 단일 표면파 기관 상에 다수 개의 1-포트형 SAW 공진자를 형성함으로써 단일 부분으로서 형성된다. 본 발명에 따른 SAW필터는 또한 다른 부분으로서, 따라서 전기적으로 모든 공진자를 접속하는 각각의 다른 표면파 기관 상에 각각의 1-포트형 SAW 공진자를 형성하여 구성된다.

상술된 표면파 기관은 광범위하게는 종래적으로 압전 기관에 부가하여 압전 박막이 형성된 유전체 기관과 같은 SAW 장치에 사용되듯이 적절한 구조를 갖는 표면파 기관을 포함한다. 입전 박막과 함께 형성된 유전체 기관이 사용되는 경우에, 전극이 압전 박막의 위쪽 표면상에서와 마찬가지로, 압전 박막의 아래쪽 표면상에도 형성된다.

## 발명의 구성 및 작용

본 발명의 양태를 이하 도면을 참조하여 하기에 설명하고자 한다.

[양태 1]

제4도는 본 발명의 제1 양태에 따른 SAW 필터의 전형적인 평면도이다. SAW 필터(21)는 직사각형의 표면파 기판(22)을 사용하여 형성된다. 표면파 기판(22)은 36° 회전 Y 컷트  $\text{LiTaO}_3$  압전 기판으로 구성된다.

표면파 기판(22)상에, 1-포트형 SAW 공진자(23) 내지 (27)이 형성된다. 1-포트형 SAW 공진자(23) 내지 (27)은 중앙에 IDT(23a) 내지 (27a), 및 IDT(23a) 내지 (27a)의 양측에 있고 다수 개의 전극지를 갖는 격자 반사기(23b, 23c, 24b, 24c, 25b, 25c, 26b, 27b, 및 27c)를 갖는다.

SAW 필터(21)는 입력 단자(IN)와 출력 단자(OUT)에 접속된다. 입력 단자(IN)와 출력 단자(OUT)사이에는 직렬암이 형성된다. SAW 공진자(24) 및 (26)은 접속되어, 직렬 공진자로서 직렬암을 형성한다. 직렬암과 기준 전위 사이에서, 세 개의 병렬암이 형성된다. SAW 공진자(23, 25, 및 27)는 병렬 공진자로서 직렬암과 기준 전위 사이에서 접속된다.

SAW 공진자(23)에 있는 IDT(23a)의 빗모양 전극 중의 하나는 접속 전극(28)을 통해 SAW 공진자(24)에 있는 IDT(24a)의 빗모양 전극 중의 하나에 접속된다. IDT(24a)의 다른 빗모양 전극은 IDT(25a)의 빗모양 전극 중의 하나에 접속되고, IDT(26a)의 빗모양 전극 중의 하나는 접속 전극(29)을 통해 IDT(26a)의 빗모양 전극 중의 하나에 접속된다. 접속 전극(30)을 통하여, IDT(26a)의 다른 빗모양 전극은 IDT(27a)의 빗모양 전극 중의 하나에 전기적으로 접속된다.

IDT(23a, 25a, 및 27a)의 다른 빗모양 전극은 기준 전위에 접속된다. 따라서, 이러한 양태에 따른 SAW 필터(21)는 제7도에 도시된 사다리형 등가 회로를 갖는다.

SAW 공진자(23) 내지 (27), 및 접속 전극(28) 내지 (30)과 같은 전극은 적절한 방법으로 표면파 기판(22)에 알루미늄과 같은 금속 재료를 놓음으로써 형성된다. 제4도에 도시된 전극 구조는 기판의 전체 영역 상에 형성된 알루미늄에 예를 들어, 사진 석판 기술을 적용하여 형성된다. 다른 방도로서, 전극 구조는 증착, 스퍼터링(sputtering), 또는 다른 방법과 같은 방법을 이용하여 압전 기판(22) 상에 알루미늄과 같은 전도 재료를 전기적으로 형성함으로써 얻어질 수 있다.

제4도에서, SAW 공진자(23) 내지 (27)에서의 전극의 구조는 전극지의 수 및 전극지의 길이와 같이 개략적으로 도시된다. SAW 공진자(23) 내지 (27)은 하기의 표 1에서 나타난 것과같이 구성된다.

[표 1]

SAW 공진자	반사기의 수	IDT 쌍의 수	교차폭 ( $\mu\text{m}$ )	IDT 파장 $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	IDT-반사기 사이의 거리
23, 27	100	50	60	4.303	0.46 $\lambda$
24, 26	100	95	50	4.142	0.50 $\lambda$
25	50	120	120	4.327	0.43 $\lambda$

병렬 공진자인 SAW 공진자(23, 25, 및 27)의 반공진 주파수는 SAW 공진자(24) 및 (26)의 공진 주파수와 일치한다. 따라서, 제7도에 도시된 사다리형 회로의 구성으로부터 SAW 필터(21)는 대역 필터로서 작동한다.

표 1에 명시되듯이, SAW 공진자(23) 내지 (27)이 구성되어 IDT와 반사기 사이의 거리를 갖는다. 직렬 공진자로서 제공되는 SAW 공진자(24) 및 (26)은 중앙에서의 IDT(24a) 및 (26a)와 반사기(24b, 24c, 26b, 및 26c) 사이에 0.50 $\lambda$ 의 거리를 각각 갖는다. 이와 비교해 보면, 병렬 공진자로서 제공되는 SAW 공진자(23, 25, 및 27)는 0.50 $\lambda$  이하의 거리를 갖는다. 따라서, SAW 공진자(23, 25, 및 27)에서, 공진주파수와 반공진 주파수 사이에서 발생하는 스푸리어스 성분은 SAW 공진자(23, 25, 및 27)의 공진 주파수와 SAW 필터(21)의 통과 대역 사이에서 설정된다. 감쇠량은 통과 대역의 저 주파수 차단 대역에서 통과 대역에 근접하여 실질적으로 개선된다. 이러한 특성은 하기에서 상세하게 설명하고자 한다.

제5도는 병렬 공진자로서 제공하는 SAW 공진자의 전형적인 평면도이다. SAW 공진자(31)는 중앙에 IDT(32)를 갖는다. IDT(32)는 한 쌍의 빗모양 전극(33) 및 (34)를 포함한다. 빗모양 전극(33) 및 (34)는 다수 개의 전극지(33a) 및 (34a)를 각각 갖는다. 다수 개의 전극지(33a)와 다수 개의 전극지(34a)가 배치되어 서로 사이에 끼워진다. IDT(32)에서의 전극지의 피치(pitch)는  $\lambda$ 가 여진된 표면파의 파장을 나타내는 경우에 0.50로 설정된다.

반사기(35) 및 (36)은 IDT(32)의 양측에 배치된다. 반사기(35) 및 (36)은 각각 다수 개의 전극지(35a) 및 (36a)를 갖는다. 다수 개의 전극지(35a)는 공통의 전극(35b) 및 (35c)에 의해 양단에 공통으로 접속된다. 전극지의 피치는 반사기(35) 및 (36)에서 또한 0.50 $\lambda$ 로 설정된다.

SAW 공진자(31)가 병렬 공진자로서 이용되는 경우, IDT(32)와 반사기(35) 및 (36) 사이의 거리가 변화되면, 각각의 큰 스푸리어스 성분(x)은 제6도에 나타나듯이 공진 주파수( $f_r$ )와 반공진 주파수( $f_a$ ) 사이의 주파수에서 발생된다. 이러한 스푸리어스 성분이 발생하는 곳에서의 주파수는 하기에서  $f_s$ 로 나타난다. 종래적으로, 스푸리어스 성분(x)을 발생시키지 않도록 IDT(32)와 반사기(35) 및 (36) 사이의 거리(r)가 0.50

$\lambda$ 로 설정된다.

반사기(35)가 IDT(32)의 전극지 사이에 반사기(35)에 가장 근접한 전극지(34m)의 중앙과 반사기(35)의 전극지 사이에 IDT(32)에 가장 근접한 전극지(35m)의 중앙 사이의 거리를 실시예로서 받아들일 경우, IDT와 반사기 사이의 거리( $r$ )가 지시된다. 스푸리어스 성분( $x$ )은 IDT(32)와 반사기(35) 사이의 거리를 결정함으로써 막고, 전극지의 중앙 사이의 거리( $r$ )는  $0.50\lambda$ 가 된다는 것이 나타난다.

차단 대역에서 감쇠량이 스푸리어스 성분( $x$ )을 사용함으로써 증가된 것을 고려하면, 발명자는 스푸리어스 성분( $x$ )이 발생하는 곳의 진동수를 IDT(32)와 반사기(35)사이의 거리를 변화시킴으로써  $0.50\lambda$ 에서 그 이하의 값으로 변화시키는 것을 검토했다. 결과적으로, 제8도에 나타나듯이, IDT(32)와 반사기(35) 사이의 거리는  $0.50\lambda$ 이하로 감소되므로, 스푸리어스-성분 발생 주파수( $f_s$ )가 감소하는 것이 나타난다. 따라서, 거리( $r$ )를 조정함으로써, 스푸리어스 성분( $x$ )은 어떠한 주파수에서도 발생할 수 있다.

감쇠량을 증가시키기 위해 스푸리어스 성분( $x$ )을 사용하려면, 소망했던 주파수에서 성분을 발생시키는 것이 필요하다. 바꾸어 말하면, 스푸리어스-성분 발생 주파수( $f_s$ )가 매우 높은 경우, 통과 대역에서 리플이 발생하고 삽입 손실은 더 커진다. 스푸리어스-성분 발생 주파수( $f_s$ )가 매우 낮은 경우, 스푸리어스 성분은 SAW 공진자(31)의 공진 특성에서 발생되고, 감쇠량은 증가될 수 없다.

이러한 양태에 따른 SAW 필터(21)가 주 공진에서의 임피던스 변화의 경사보다 급경사를 가지므로, 스푸리어스-성분 발생 주파수( $f_s$ )는 병렬 공진자의 공진 주파수보다 더 높은 주파수로 설정되는 것이 필요하다. 스푸리어스-성분 발생 주파수는 또한 삽입 손실을 증가시키지 않도록 통과 대역보다 더 낮은 주파수로 설정될 필요가 있다. 따라서, 스푸리어스-성분 발생 주파수( $f_s$ )는 병렬 공진자의 공진 주파수와 통과 대역 사이에서 설정된다.

상술한 관점으로부터, 본 양태에 따른 SAW 필터(21)에서, 병렬 공진자(23, 25, 및 27)에서의 거리( $r$ )는 SAW 공진자(23) 및 (27)에서  $0.46\lambda$ 로 설정되고, SAW 공진자(25)에서  $0.50\lambda$ 이하인 거리( $r$ )는  $0.43\lambda$ 로 설정된다. 직렬 공진자로서 제공되는 SAW 공진자(24) 및 (26)에서, IDT와 반사기 사이의 거리( $r$ )는  $0.50\lambda$ 로 설정된다.

제9도는 본 양태에 따른 상술하듯이 구성된 SAW 필터(21)의 필터 특성을 나타낸다.

비교해 보면, IDT와 반사기 사이의 거리가 SAW 필터(23) 내지 (24)에서  $0.50\lambda$ 로 설정된 것을 제외하고 본 양태의 SAW 필터(21)와 동일한 방식으로 구성된 SAW 필터의 필터 특성은 제10도에 나타난다.

감쇠량이 통과 대역의 저 주파수 차단 대역에서 통과 대역에 근접하여 증가하는 제9도 및 제10도에서 나타난 주파수 특성 사이의 비교로부터 명확하게 이해된다. 제9도 및 제10도의 통과 대역(사선에 의해 빗금 친 영역(A)으로 표기) 및 통과 대역의 저 주파수 차단 대역(사선에 의해 빗금 친 영역(B)으로 표기) 사이의 경계에서, 필터 특성의 경사는 효과적으로 증가할 수 있다. 따라서, 우수한 선택도를 갖는 대역 필터가 제공할 수 있다.

[양태 2]

제11도는 본 발명의 제2 양태에 따른 SAW 필터(41)의 전형적인 평면도이다. SAW 필터(41)는  $36^\circ$  회전 Y 커트 LiTaO<sub>3</sub> 압전 기판으로 제조된 표면파 기판(42) 상에 배치된 접속 전극(48) 및 (49)는 표면파 기판(42) 상에 형성된다. 1-포트형 SAW 공진자(43) 내지 (47)의 전극은 IDT와 반사기 사이의 거리를 제외하고는 제1 양태에 설명된 SAW 공진자(23) 내지 (27)에서와 동일한 방식으로 구성된다.

이러한 양태에서, SAW 공진자(43, 45, 및 47)는 직렬 공진자로서 입력 단자(IN)와 출력 단자(OUT) 사이에 접속된다. 기준 전위와 입출력 단자 사이에 형성된 직렬암 사이에, SAW 공진자(44) 및 (46)은 또한 병렬 공진자로서 접속된다. 따라서, 제14도에 도시된 바와 같이, 세 개의 직렬 공진자와 두 개의 병렬 공진자를 갖는 2.5단의 사다리형 회로가 구성된다. SAW 공진자(44) 및 (46)의 반공진 주파수는 SAW 공진자(43, 45, 및 47)의 공진 주파수와 일치한다. SAW 공진자(43) 내지 (47)은 본 발명에 따른 SAW 필터(41)에서 표 2에 도시된 대로 형성된다.

[표 2]

SAW 공진자	반사기의 수	IDT 쌍의 수	교차폭 ( $\mu\text{m}$ )	IDT 파장 $\lambda$ ( $\mu\text{m}$ )	IDT-반사기 사이의 거리
43, 47	100	120	100	4.422	$0.50\lambda$
44, 46	80	80	120	4.591	$0.60\lambda$
45	100	100	70	4.403	$0.50\lambda$

직렬 공진자(43, 45, 및 47)에서 IDT와 반사기 사이의 거리( $r$ )는  $0.50\lambda$ 로 설정되는 경우, 병렬 공진자로서 제공되는 SAW 공진자(44) 및 (46)에서는  $0.50\lambda$ 보다 더 큰  $0.6\lambda$ 로 설정되므로, 고 주파수 차단 대역에서 통과 대역에 근접한 감쇠량은 증가될 수 있다. 이러한 특성은 제12도 및 제13도를 참조하여 하기에 설명하고자 한다.

SAW 공진자(51)는 중앙에 IDT(51)를 갖는다. 상기 IDT(52)는 한 쌍의 빗모양 전극(53) 및 (54)를 갖는다. 빗모양 전극(53) 및 (54)는 각각 다수 개의 전극지(53a) 및 (54a)를 갖는다. IDT(52)에서 전극지의 피치

는  $0.50\lambda$ 로 설정된다.

반사기(55) 및 (56)은 IDT의 양측에 배치된다. 반사기(55) 및 (56)은 각각 다수 개의 전극지(55a) 및 (56a)를 갖는다. 전극지의 피치는 반사기(55) 및 (56)에서 또한  $0.50\lambda$ 로 설정된다.

전압이 SAW 공진자(51)에서 빗모양 전극(53) 및 (54)에 걸리는 경우, 표면파는 여진되고 여진된 표면파는 반사기(55) 및 (56) 사이에서 반사되어, 그 사이에 트랩된다.

IDT 및 반사기(55) 사이의 거리(r), 즉, IDT(52)에서 반사기에 가장 근접한 전극지(54m)의 중앙, 및 반사기(55)에서 IDT(52)에 가장 근접한 전극지(55m)의 중앙 사이의 거리(r)는 일반적으로  $0.50\lambda$ 로 설정된다. 이것은 거리(r)가  $0.50\lambda$ 로부터 변화하는 경우에 불필요한 스푸리어스 성분이 발생되는데 기인한다. 특히 거리(r)가  $0.50\lambda$ 보다 큰 경우, 스푸리어스 성분(Y)은 제13도에서 도시된 SAW 공진자(51)의 임피던스-주파수 특성에서 반공진 주파수( $f_a$ )보다 고 주파수에서 나타난다. 스푸리어스 성분(Y)이 발생하는 곳에서의 상기 주파수는 하기에  $f_s$ 로서 언급된다.

이러한 양태에서, 감쇠량은 스푸리어스 성분(Y)을 이용하여 통과 대역의 고 주파수 차단 대역에서 통과 대역에 근접하여 증가한다. 발명자는 거리(r)가 제15도에 나타나듯이 변화되는 것과 같이 주파수( $f_s$ )가 변화하는 것을 알았다. 따라서,  $0.50\lambda$ 보다 더 큰 범위에서 거리(r)를 조정함으로써, 주파수( $f_s$ )가 소망했던 주파수로 설정될 수 있다는 것이 이해된다.

통과 대역의 고 주파수 차단 대역에서 감쇠량은 직렬 공진자의 반공진 주파수에서 감쇠극을 설정하여 SAW 필터(41)에서 얻어진다. 이러한 양태에서, 스푸리어스 성분(Y)은 직렬 공진자의 반공진 주파수에 근접한 특성에 의해, 즉, 고 주파수 차단 대역에서 통과 대역에 가장 근접한 주파수 특성에 의해 신호가 불충분하게 감소되는 주파수대에서 감쇠량을 증가시키도록 이용된다.

스푸리어스 성분(Y)이 통과 대역에서 나타나는 경우, 리플이 발생되어 삽입 손실은 제1 양태에서와 동일한 방식으로 상기 대역에서 증가한다. 따라서, 스푸리어스 성분(Y)은 직렬 공진자의 반공진 주파수보다 낮고, 통과 대역보다는 높은 주파수에서 발생하는 것이 필요하다.

병렬 공진자에서 IDT와 반사기 사이의 거리(r)를  $0.50\lambda$ 로 설정함으로써, 스푸리어스 성분(Y)은 원하는 주파수에서 설정될 수 있다는 것이 제15도에서 나타난다. 따라서, SAW 필터(41)에서, 병렬 공진자로서 제공되는 SAW 공진자(44) 및 (46)에서 IDT와 반사기 사이의 거리는  $0.6\lambda$ 로 설정된다.

제16도는 제2 양태에 따른 SAW 필터의 주파수 특성을 나타낸다. 비교해 보면, 병렬 공진자(44) 및 (46)에서 IDT와 반사기 사이의 거리가  $0.50\lambda$ 로 설정된 것을 제외하고는 표면파 필터(41)와 동일한 방식으로 구성된 SAW 필터의 필터 특성은 제17도에서 나타난다. 감쇠량이 통과 대역의 고 주파수 차단 대역(사선에 의해 빗금 친 영역(C)으로 표기)에서 통과 대역(사선에 의해 빗금 친 영역(A)으로 표기)에 매우 근접한 주파수에서 실질적으로 증가하는 것은 제16도 및 제17도에 나타난 주파수 특성 사이의 비교로부터 명확하게 이해된다. 바꾸어 말하면, 통과 대역과 고 주파수 차단 대역 사이의 경계에서 경사가 효과적으로 증가된다는 것이 이해된다. 따라서, 우수한 선택도와 낮은 삽입 손실을 갖는 대역 필터를 제공할 수 있다.

### [양태 3]

제18도는 본 발명의 제3 양태에 따른 SAW 필터의 평면도이다. SAW 필터(61)는 표면파 기판(62)상에 배치된 5 개의 SAW 공진자(63) 내지 (67)을 포함한다. 제3 양태에 따른 SAW 필터(61)는 제1 양태와 제2 양태에서 상술한 필터를 결합시킨다.

입력 단자(IN)와 출력 단자(OUT)사이에서, 1-포트형 SAW 공진자(64) 및 (66)은 직렬 공진자로서 접속된다. 병렬 공진자(63, 65 및 67)는 직렬암과 접지 사이에서 접속된다. 접속 전극(68, 69, 및 70)이 또한 나타난다.

이러한 양태에서, SAW 공진자(63) 내지 (67)은 표 3에서 나타나듯이 설정된다.

[표 3]

SAW 공진자	반사기의 수	IDT 쌍의 수	교차폭 ( $\mu\text{m}$ )	IDT 파장 ( $\mu\text{m}$ )	IDT-반사기 사이의 거리
63, 67	100	50	60	4.303	$0.62\lambda$
64, 66	100	95	50	4.142	$0.50\lambda$
65	50	120	120	4.327	$0.43\lambda$

표 3에서 명확히 나타나듯이, 직렬 공진자(64) 및 (66)에서 IDT와 반사기 사이의 거리는  $0.50\lambda$ 로 설정된다. 대조적으로, 병렬 공진자로서 제공되는 SAW 공진자(63) 및 (67)에서 IDT와 반사기 사이의 거리는  $0.62\lambda$ 로 설정되고, 병렬 공진자로서 제공되는 SAW 공진자(65)에서 IDT와 반사기 사이의 거리는  $0.43\lambda$ 로 설정된다.

병렬 공진자(63, 65, 및 67) 사이에서, 병렬 공진자(65)는 제1 양태에서 제2의 1-포트형 SAW 공진자에 상

응하고, 병렬 공진자로서 제공되는 SAW 공진자(63) 및 (67)은 제2 양태에서 제2의 1-포트형 SAW 공진자에 상응한다.

제19도는 본 양태에 따른 SAW 필터의 필터 특성을 나타낸다. 비교해 보면, 전체의 SAW 공진자(63) 내지 (67)에서 IDT와 반사기 사이의 거리가  $0.50\lambda$ 로 설정되어 구성된 SAW 필터의 필터 특성은 제20도에서 나타난다.

제19도 및 제20도에 나타난 필터 특성 사이의 비교로부터, 감쇠량이 통과 대역의 양측에서 차단 대역(사선에 의해 빗금 친 영역(B) 및 (C)로 표기)에 있는 통과 대역(사선에 의해 빗금 친 영역(A)으로 표기)에 근접하여 실질적으로 증가하는 것은 명확하게 이해된다. 따라서, 통과 대역의 양측에 우수한 선택도와 급경사의 감쇠 특성을 갖는 대역 필터를 제공할 수 있다.

### 발명의 효과

본 발명의 관점으로 인해, 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 IDT와 반사기 사이의 거리가 설정되어, 스퍼리어스 성분은 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 반공진 주파수와 제2의 1-포트형 SAW 공진자에 있는 SAW 필터의 통과 대역 사이에서 발생되고, 감쇠량은 통과 대역의 고 주파수 차단 대역에 있는 통과 대역에 근접한 주파수 영역에서 실질적으로 증가된다. 따라서, 통과 대역과 고 주파수 차단 대역 사이의 경계에서 감쇠 특성의 경사는 효과적으로 증가될 수 있고, 우수한 선택도를 갖는 대역필터가 제공된다. 통과 대역과 차단 대역 사이의 좁은 주파수 간격이 있는 휴대 전화와 같은 적합한 적용의 필터 장치가 제공될 수 있다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1

입력 및 출력 사이에 형성되고, 인터 디지털 트랜스듀서(interdigital transducer)를 포함한 적어도 하나의 제1의 1-포트형 SAW 공진자를 포함하는 직렬암 : 및 상기 직렬암 및 기준 전위 사이에 형성되며, 인터 디지털 트랜스듀서와 상기 인터 디지털 트랜스듀서의 양측에 제공된 반사기를 포함하고 상기 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 실질적으로 동일한 반공진 주파수를 갖는 제2의 1-포트형 SAW 공진자를 포함하는 적어도 하나의 병렬암을 포함하고, 상기 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 인터 디지털 트랜스듀서와 반사기 사이의 거리가 특정화되어, 스퍼리어스 성분이 상기 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 상기 탄성 표면파 필터의 통과 대역 사이의 상기 제2의 1-포트형 SAW 공진자에서 발생되도록 함을 특징으로 하여, 사다리형 등가 회로를 지니는 탄성 표면파 필터.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 인터 디지털 트랜스듀서에서 전극지 사이의 피치(pitch)에 의해 특정화된 표면파의 파장을  $\lambda$ 로 나타내는 경우, 인터 디지털 트랜스듀서와 반사기 사이의 상기 거리가  $0.50\lambda$ 이하로 설정되는 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

#### 청구항 3

입력 및 출력 사이에 형성되고, 인터 디지털 트랜스듀서를 포함한 적어도 하나의 제1의 1-포트형 SAW 공진자를 포함하는 직렬암 : 및 상기 직렬암 및 기준 전위 사이에 형성되며, 인터 디지털 트랜스듀서와 상기 인터 디지털 트랜스듀서의 양측에 제공된 반사기를 포함하고 상기 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 공진 주파수와 실질적으로 동일한 반공진 주파수를 갖는 제2의 1-포트형 SAW 공진자를 포함하는 적어도 하나의 병렬암을 포함하고, 상기 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 인터 디지털 트랜스듀서와 반사기 사이의 거리가 특정화되어, 스퍼리어스 성분이 상기 제1의 1-포트형 SAW 공진자의 반공진 주파수와 상기 탄성 표면파 필터의 통과 대역 사이의 상기 제2의 1-포트형 SAW 공진자에서 발생되도록 함을 특징으로 하여, 사다리형 등가 회로는 지니는 탄성 표면파 필터.

#### 청구항 4

제3항에 있어서, 인터 디지털 트랜스듀서에서 전극지 사이의 피치에 의해 특정화된 표면파의 파장을  $\lambda$ 로 나타내는 경우, 인터 디지털 트랜스듀서와 반사기 사이의 상기 거리가  $0.50\lambda$ 이상으로 설정되는 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

#### 청구항 5

제3항에 있어서, 상기 제1 및 제2의 1-포트형 SAW 공진자가 단일 표면파 기판 상에 모두 형성된 것을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

#### 청구항 6

제2항에 있어서, 상기 거리는 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 인터 디지털 트랜스듀서에서 상기 반사기의 하나에 가장 근접한 전극지의 중앙과 반사기에서 인터 디지털 트랜스듀서에 가장 근접한 전극지의 중앙 사이에서 측정됨을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

#### 청구항 7

제2항에 있어서, 상기 제1의 1-포트형 SAW 공진자는 상기 인터 디지털 트랜스듀서의 양측에 제공되며, 그것으로부터 실질적으로  $0.50\lambda$ 의 거리를 두고 있는 반사기를 더 포함함을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

#### 청구항 8

제1항에 있어서, 상기 제1 및 제2의 1-포트형 SAW 공진자는 단일 표면파 기판 상에 모두 형성됨을 특징으로



로 하는 탄성 표면파 필터.

**청구항 9**

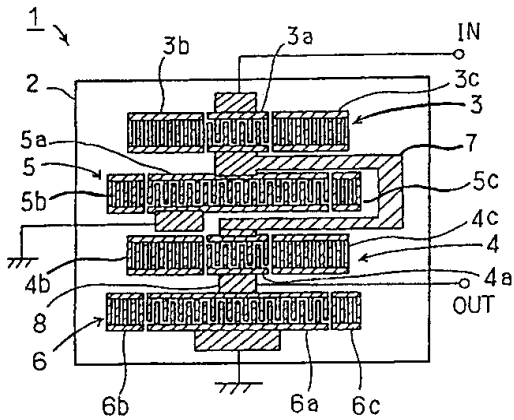
제4항에 있어서, 상기 거리는 제2의 1-포트형 SAW 공진자의 인터 디지털 트랜스듀서에서 상기 반사기의 하나에 가장 근접한 전극지의 중앙과 반사기에서 인터 디지털 트랜스듀서에 가장 근접한 전극지의 중앙 사이에서 측정됨을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

**청구항 10**

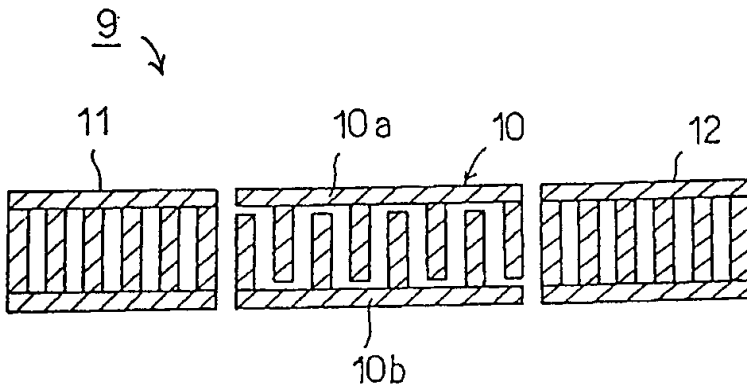
제4항에 있어서, 상기 제1의 1-포트형 SAW 공진자는 상기 인터 디지털 트랜스듀서의 양측에 제공되며, 그것으로부터 실질적으로  $0.50\lambda$ 의 거리를 두고 있는 반사기를 더 포함함을 특징으로 하는 탄성 표면파 필터.

**도면**

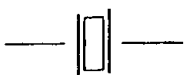
**도면1**



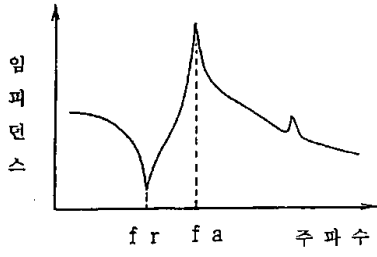
**도면2**



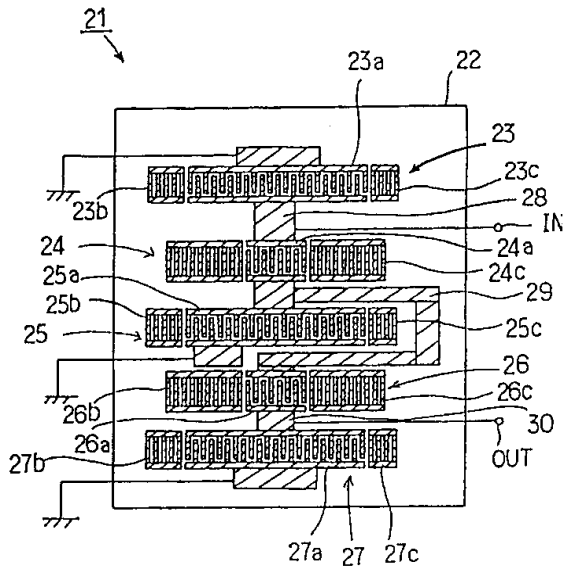
**도면3a**



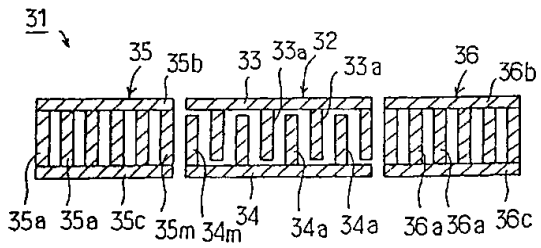
도면3b



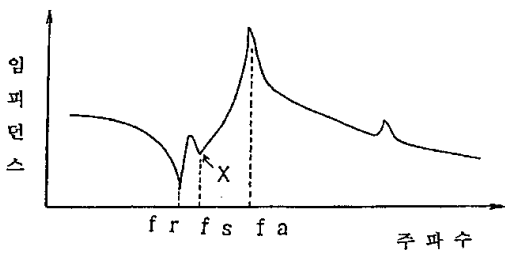
도면4



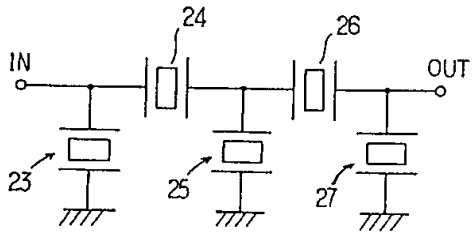
도면5



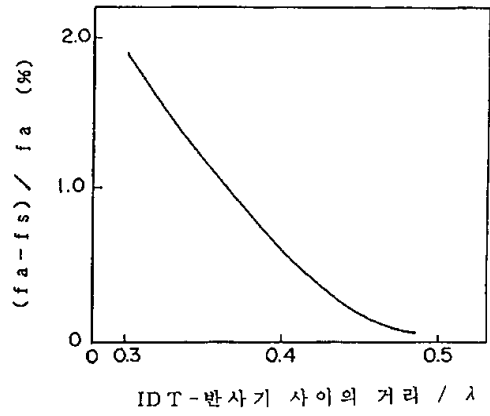
도면6



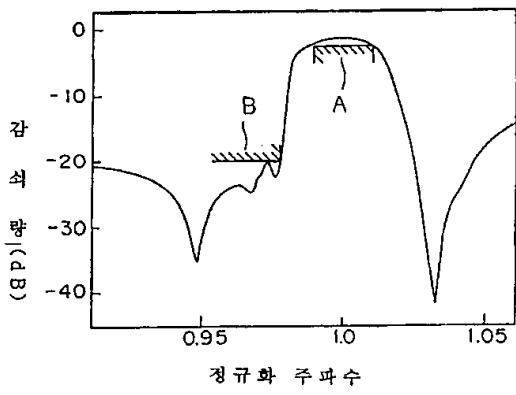
도면7



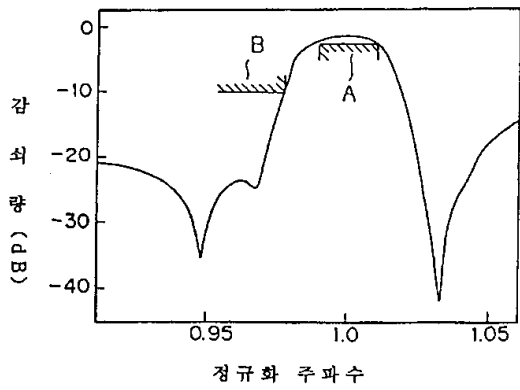
도면8



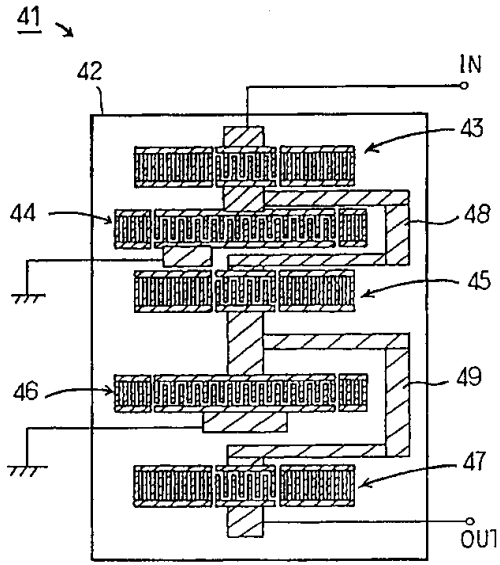
도면9



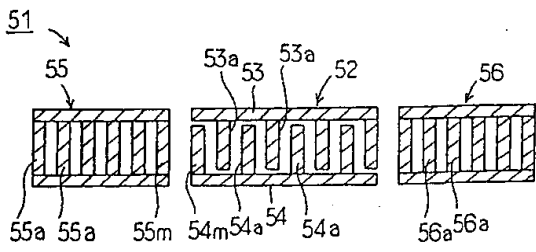
도면10



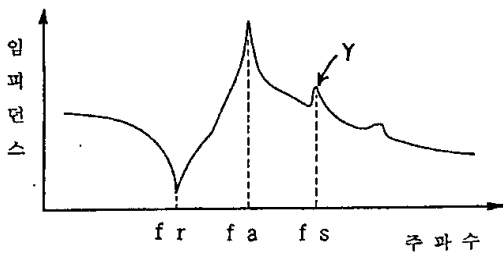
도면11



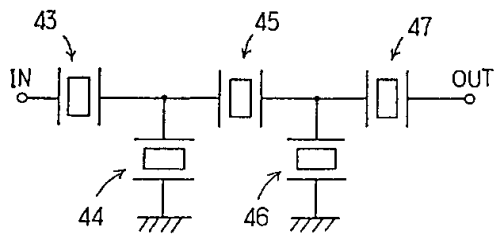
도면12



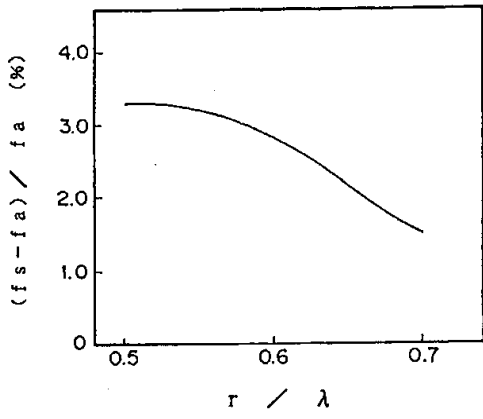
도면13



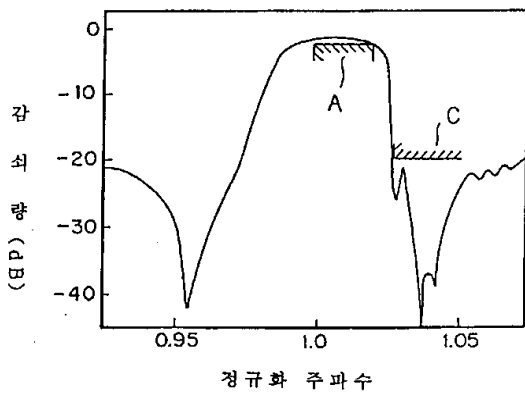
도면14



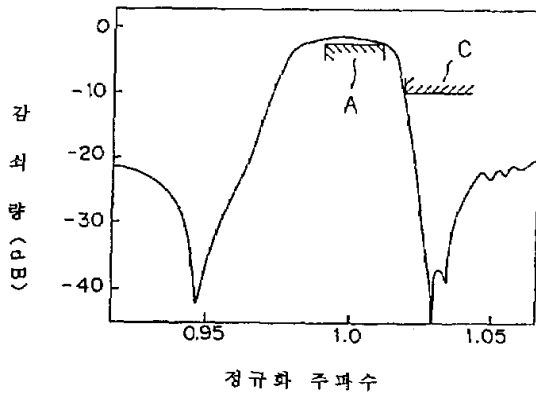
도면15



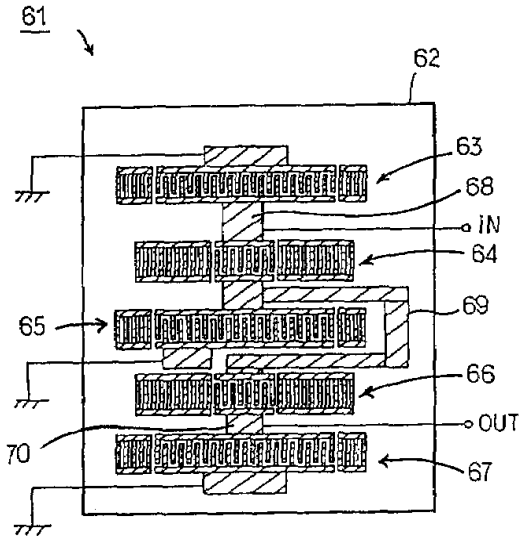
도면16



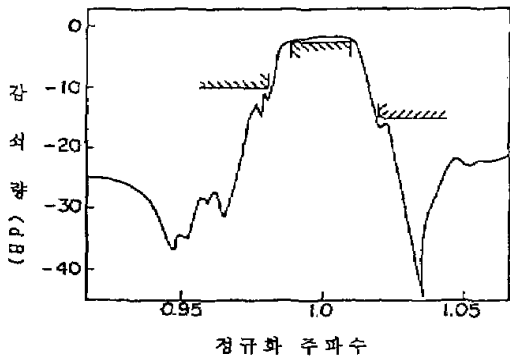
도면17



도면18



도면19



도면20

