



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0060318
(43) 공개일자 2020년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H03H 9/17 (2006.01) H03H 9/10 (2006.01)
H03H 9/64 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H03H 9/178 (2013.01)
H03H 9/1092 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0060658(분할)
(22) 출원일자 2020년05월21일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2018-0091782
원출원일자 2018년08월07일
심사청구일자 2018년08월07일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-169206 2017년09월04일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 무라타 세이사쿠쇼
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메
10반 1고
(72) 발명자
미무라 마사카즈
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메
10방 1고 가부시키가이샤 무라타 세이사쿠쇼 내
키시모토 유타카
일본국 교토후 나가오카쿄시 히가시코타리 1초메
10방 1고 가부시키가이샤 무라타 세이사쿠쇼 내
(74) 대리인
윤앤리특허법인(유한)

전체 청구항 수 : 총 6 항

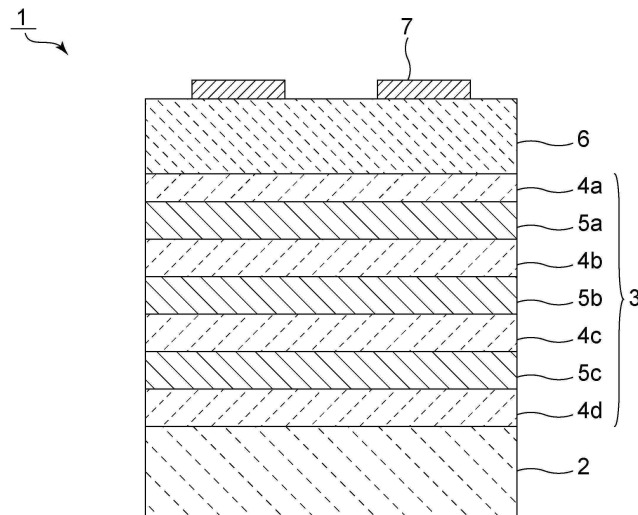
(54) 발명의 명칭 탄성과 장치, 고주파 프론트 엔드 회로 및 통신 장치

(57) 요약

메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있는 탄성과 장치를 제공한다.

탄성과 장치(1)는, 지지 기판(2)과, 상대적으로 음향 임피던스가 낮은 복수의 저음향 임피던스층(4a~4d)과, 상대적으로 음향 임피던스가 높은 복수의 고음향 임피던스층(5a~5c)을 가지면서, 지지 기판(2)상에 마련되어 있는 음향반사층(3)과, 음향반사층(3) 상에 마련되어 있는 압전체층(6)과, 압전체층(6) 상에 마련되어 있는 IDT 전극(7)을 포함한다. 음향반사층(3)에서의 각 층의 막 두께의 관계가, 압전체층(6) 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층(4a)의 막 두께가 다른 모든 저음향 임피던스층(4b~4d)의 막 두께보다도 얇은 관계 및 압전체층(6) 측에 가장 가깝게 위치하는 고음향 임피던스층(5a)의 막 두께가 다른 모든 고음향 임피던스층(5b, 5c)의 막 두께보다도 얇은 관계 중 적어도 한 쪽의 관계이다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류
H03H 9/64 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

지지 기판과,

상대적으로 음향 임피던스가 낮은 적어도 3층 이상의 저음향 임피던스층과, 상대적으로 음향 임피던스가 높은 적어도 2층 이상의 고음향 임피던스층을 가지면서, 상기 지지 기판 상에 마련되어 있는 음향반사층과,

상기 음향반사층 상에 마련되어 있는 압전체층과,

상기 압전체층 상에 마련되어 있는 IDT 전극을 포함하고,

상기 저음향 임피던스층과 상기 고음향 임피던스층이 교대로 적층되어 있으며,

상기 음향반사층에서의 각 층의 막 두께의 관계가, 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 저음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 저음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇은 관계 및 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 고음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 고음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇은 관계 중 적어도 한 쪽의 관계인 것을 특징으로 하는 탄성과 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 적어도 3층 이상의 저음향 임피던스층 중 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층이 상기 적어도 2층 이상의 고음향 임피던스층 중 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 고음향 임피던스층보다 상기 압전체층 측에 가깝게 위치하고 있고,

상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 저음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 저음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇은 것을 특징으로 하는 탄성과 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 음향반사층에서 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 저음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 저음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇으면서, 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 고음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 고음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇은 것을 특징으로 하는 탄성과 장치.

청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,

S_0 모드의 판파(板波; plate wave)를 이용하고 있는 것을 특징으로 하는 탄성과 장치.

청구항 5

제1항 또는 제2항에 기재된 탄성과 장치와,

파워 앰프를 포함하는 것을 특징으로 하는 고주파 프론트 엔드 회로.

청구항 6

제5항에 기재된 고주파 프론트 엔드 회로와,

RF 신호 처리 회로를 포함하는 것을 특징으로 하는 통신 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 탄성과 장치, 고주파 프론트 엔드 회로 및 통신 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 탄성과 장치는 휴대전화기 필터 등에 널리 이용되고 있다. 하기의 특허문헌 1에는 탄성과 장치의 일례가 개시되어 있다. 이 탄성과 장치는, 지지 기판과 압전체층 사이에 마련된 음향반사층을 가진다. 음향반사층에서는, 저음향 임피던스층과 고음향 임피던스층이 교대로 적층되어 있다. 특허문헌 1의 탄성과 장치는 S_0 모드 등의 판파(板波; plate wave)를 메인 모드로서 이용하고 있다. 복수의 저음향 임피던스층의 막 두께와, 복수의 고음향 임피던스층의 막 두께는 각각 모두 일치되어 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0003] (특허문헌 0001) 국제공개공보 W02012/086441

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 특허문헌 1에 기재된 탄성과 장치에서는, 메인 모드의 주파수 부근에 큰 스퓨리어스(spurious)가 발생하는 경향이 있었다. 그 때문에, 탄성과 장치의 필터 특성에 상기 스퓨리어스가 영향을 줄 우려가 있었다.

[0005] 본 발명의 목적은, 메인 모드의 주파수와 스퓨리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있는 탄성과 장치, 고주파 프론트 엔드 회로 및 통신 장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명에 따른 탄성과 장치는, 지지 기판과, 상대적으로 음향 임피던스가 낮은 적어도 3층 이상의 저음향 임피던스층과, 상대적으로 음향 임피던스가 높은 적어도 2층 이상의 고음향 임피던스층을 가지면서, 상기 지지 기판 상에 마련되어 있는 음향반사층과, 상기 음향반사층 상에 마련되어 있는 압전체층과, 상기 압전체층 상에 마련되어 있는 IDT 전극을 포함하고, 상기 저음향 임피던스층과 상기 고음향 임피던스층이 교대로 적층되어 있으며, 상기 음향반사층에서의 각 층의 막 두께의 관계가, 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 저음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 저음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇은 관계 및 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 고음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 고음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇은 관계 중 적어도 한 쪽의 관계이다.

[0007] 본 발명에 따른 탄성과 장치의 어느 특정한 국면에서는, 상기 음향반사층에서 상기 저음향 임피던스층이 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하고 있고, 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 저음향 임피던스층의 막 두께가 다른 상기 저음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇다. 이 경우에는, 메인 모드의 주파수와 스퓨리어스가 생기는 주파수의 차이를 보다 한층 크게 할 수 있다.

[0008] 본 발명에 따른 탄성과 장치의 다른 특정한 국면에서는, 상기 음향반사층에서 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 저음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 저음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇으면서, 상기 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 상기 고음향 임피던스층의 막 두께가 다른 모든 상기 고음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇다. 이 경우에는, 메인 모드의 주파수와 스퓨리어스가 생기는 주파수의 차이를 보다 한층 크게 할 수 있다.

[0009] 본 발명에 따른 탄성과 장치의 다른 특정한 국면에서는, S_0 모드의 판파를 이용하고 있다.

[0010] 본 발명의 고주파 프론트 엔드 회로는, 본 발명에 따라 구성된 탄성과 장치와, 파워 앰프를 포함한다.

[0011] 본 발명의 통신 장치는, 본 발명에 따라 구성된 고주파 프론트 엔드 회로와, RF 신호 처리 회로를 포함한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 의하면, 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있는 탄성과 장치, 고주파 프론트 엔드 회로 및 통신 장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 탄성과 장치의 정면단면도이다.

도 2는 판파의 전파 모드의 예를 나타내는 도면이다.

도 3은 비교예의 탄성과 장치의 임피던스 특성을 나타내는 도면이다.

도 4는 비교예의 메인 모드의 주파수에 있어서의 압전체층의 두께 방향에서의 변위의 분포를 나타내는 도면이다.

도 5는 비교예의 스푸리어스가 생기는 주파수에 있어서의 압전체층의 두께 방향에서의 변위의 분포를 나타내는 도면이다.

도 6은 본 발명의 제1 실시형태 및 비교예의 탄성과 장치의 임피던스 특성을 나타내는 도면이다.

도 7은 본 발명의 제1 실시형태에서 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층의 막 두께와 공진 주파수비 F_s/F_m 의 관계를 나타내는 도면이다.

도 8은 본 발명의 제2 실시형태에 따른 탄성과 장치의 정면단면도이다.

도 9는 본 발명의 제2 실시형태 및 비교예의 탄성과 장치의 임피던스 특성을 나타내는 도면이다.

도 10은 본 발명의 제2 실시형태에서 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 고음향 임피던스층의 막 두께와 공진 주파수비 F_s/F_m 의 관계를 나타내는 도면이다.

도 11은 고주파 프론트 엔드 회로를 가지는 통신 장치의 구성도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명함으로써 본 발명을 분명히 한다.

[0015] 또한, 본 명세서에 기재된 각 실시형태는 예시적인 것이며, 다른 실시형태 사이에서 구성의 부분적인 치환 또는 조합이 가능한 것을 지적해 둔다.

[0016] 도 1은 본 발명의 제1 실시형태에 따른 탄성과 장치의 정면단면도이다.

[0017] 탄성과 장치(1)는 지지 기관(2)을 가진다. 지지 기관(2)은 특별히 한정되지 않지만, 본 실시형태에서는 Si로 이루어진다.

[0018] 지지 기관(2) 상에는, 음향반사층(3)이 마련되어 있다. 음향반사층(3) 상에는 압전체층(6)이 마련되어 있다. 압전체층(6) 상에는 IDT 전극(7)이 마련되어 있다. IDT 전극(7)에 교류 전압을 인가함으로써 탄성파가 여진(勵振)된다. 음향반사층(3)은 탄성파를 압전체층(6) 측에 반사시키고, 판파를 압전체층(6) 측에 가두기 위해서 마련되어 있다.

[0019] 음향반사층(3)은, 상대적으로 음향 임피던스가 낮은 복수의 저음향 임피던스층과, 상대적으로 음향 임피던스가 높은 복수의 고음향 임피던스층을 가진다. 본 실시형태에서는 음향반사층(3)은, 저음향 임피던스층과 고음향 임피던스층이 교대로 적층된 적층막이다.

[0020] 탄성과 장치(1)에서의 음향반사층(3)은, 복수의 저음향 임피던스층으로서, 저음향 임피던스층(4a), 저음향 임피던스층(4b), 저음향 임피던스층(4c) 및 저음향 임피던스층(4d)의 4층의 저음향 임피던스층을 가진다. 음향반사층(3)은, 복수의 고음향 임피던스층으로서, 고음향 임피던스층(5a), 고음향 임피던스층(5b) 및 고음향 임피던스층(5c)의 3층의 고음향 임피던스층을 가진다.

[0021] 본 실시형태에서는 저음향 임피던스층(4a), 저음향 임피던스층(4b), 저음향 임피던스층(4c) 및 저음향 임피던스

층(4d)는 산화규소로 이루어진다. 산화규소는 SiO_x (x 는 정수)에 의해 나타난다. x 의 값은 특별히 한정되지 않지만, 본 실시형태에서는 각 저음향 임피던스층은 SiO_2 로 이루어진다. 또한, 상기 복수의 저음향 임피던스층의 재료는 상기에 한정되지 않고, 상대적으로 음향 임피던스가 낮은 재료이면 된다.

[0022] 다른 한편, 고음향 임피던스층(5a), 고음향 임피던스층(5b) 및 고음향 임피던스층(5c)은 Pt로 이루어진다. 또한, 상기 복수의 고음향 임피던스층의 재료는 상기에 한정되지 않고, 상대적으로 음향 임피던스가 높은 재료이면 된다.

[0023] 음향반사층(3)의 복수의 저음향 임피던스층 중 압전체층(6) 측에 가장 가깝게 위치하는 층은, 저음향 임피던스층(4a)이다. 복수의 고음향 임피던스층 중 압전체층(6) 측에 가장 가깝게 위치하는 층은 고음향 임피던스층(5a)이다.

[0024] 여기서, 음향반사층(3)은, 저음향 임피던스층을 적어도 3층 이상 가지고 있으면 되고, 고음향 임피던스층을 적어도 2층 이상 가지고 있으면 된다. 음향반사층(3)에서의 복수의 저음향 임피던스층 및 복수의 고음향 임피던스층의 층수의 합계가 5층 이상이기 때문에, 탄성파를 압전체층(6) 측에 효과적으로 가둘 수 있다. 본 실시형태에서는, 음향반사층(3)에서 복수의 저음향 임피던스층의 층수가 복수의 고음향 임피던스층의 층수보다도 많다. 그 때문에, 저음향 임피던스층(4a)이 압전체층(6) 측에 가장 가깝게 위치하고 있으면서, 저음향 임피던스층(4d)이 지지 기판(2) 측에 가장 가깝게 위치하고 있다. 본 실시형태에서는 저음향 임피던스층(4a) 및 저음향 임피던스층(4d)이 산화규소로 이루어지기 때문에, 주파수 온도 특성을 개선할 수 있으면서, 지지 기판(2)과 음향반사층(3)을 용이하게 접합할 수 있다. 또한, 음향반사층(3)에서 복수의 저음향 임피던스층의 층수가 복수의 고음향 임피던스층의 층수보다도 많은 구성에는 한정되지 않는다.

[0025] 저음향 임피던스층(4a)의 막 두께는, 다른 저음향 임피던스층인 저음향 임피던스층(4b), 저음향 임피던스층(4c) 및 저음향 임피던스층(4d)의 막 두께보다도 얇다. 또한, 저음향 임피던스층(4b), 저음향 임피던스층(4c) 및 저음향 임피던스층(4d)의 막 두께는 동일하다. 다른 한편, 본 실시형태에서는 고음향 임피던스층(5a), 고음향 임피던스층(5b) 및 고음향 임피던스층(5c)의 막 두께는 전부 동일하다. 여기서, 본 명세서에서 막 두께가 동일하다란, 탄성파 장치의 필드 특성 등이 손상되지 않을 정도로 막 두께가 실질적으로 동일한 것을 나타낸다.

[0026] 저음향 임피던스층(4b, 4c, 4d)의 막 두께와, 고음향 임피던스층(5a, 5b, 5c)의 막 두께는, 탄성파 장치(1)에서 메인 모드로서 이용되는 모드가 여진되는 주파수대에서 탄성파의 반사율을 높게 하고, 탄성파의 지지 기판(2)에 대한 누설을 충분히 작게 하도록 설정되어 있다. 압전체층(6) 내에서 여진된 탄성파가, 음향반사층(3) 내의 각 층의 경계면에서 반사되므로, 음향반사층(3) 내의 각 층에 존재하는 탄성파의 에너지는, 압전체층(6)에 가까운 층일수록 크다.

[0027] 압전체층(6)은, 본 실시형태에서는 LiNbO_3 로 이루어진다. 또한, 압전체층(6)은, LiNbO_3 이외의 LiTaO_3 등의 압전 단결정이나 적절한 압전 세라믹스로 되어 있어도 된다.

[0028] IDT 전극(7)은 특별히 한정되지 않지만, 본 실시형태에서는 Al로 이루어진다. IDT 전극(7)은 단층의 금속막으로 이루어져 있어도 되고, 복수의 금속층이 적층된 적층금속막으로 이루어져 있어도 된다.

[0029] 탄성파 장치(1)는 특별히 한정되지 않지만, S_0 모드의 판파를 메인 모드로서 이용하고 있다. 여기서 판파란, 여진되는 파의 파장을 λ 로 했을 때에, 파장 λ 에 의해 규격화된 막 두께가 1λ 이하인 압전체층에서 여진되는 다양한 파를 총칭하고 있다. 파가 압전체층에 집중하고 있는 것이라면, 그 수단은 상관 없다. 즉, 압전체층의 상하가 공동(空洞)이 되어 있어, 파가 압전체층만으로 갇혀 있는 멤브레인(membrane) 타입의 구조이더라도, 압전체층의 상하 적어도 한쪽에 탄성파를 반사하는 구조, 예를 들면 음향반사층이 존재하는 구조여도 된다. 본원은 음향반사층을 이용해서 판파를 압전체층에 가두는 구조에 관한 것이다.

[0030] 도 2는 판파의 전파 모드의 예를 나타내는 도면이다.

[0031] 도 2에서는, 판파의 다양한 전파 모드에서의 변위의 방향이 나타나 있다. U_1 방향, U_2 방향 및 U_3 방향은 좌표계를 나타내고, U_1 방향 및 U_3 방향은 화살표의 방향을 정(正), U_2 방향은 지면의 깊이 방향을 정으로 한다. U_1 방향은 판파의 전파 방향이다. U_2 방향은 압전체층의 주면과 평행하면서 판파의 전파 방향에 수직인 방향이다. 즉, U_2 방향은 SH 방향이다. U_3 방향은 압전체층의 두께 방향이다.

[0032] 도 2에 나타내는 바와 같이, A_0 모드, SH_0 모드, S_0 모드의 판파란, 변위의 주성분이 각각 U_3 방향, U_2 방향, U_1

방향의 성분이며 압전체층의 두께 방향에 마디(節; node)를 가지지 않는 파(波)를 총칭하고 있다. 압전체층의 두께 방향에 마디를 가지지 않는 모드 중에서는, 일반적으로 A_0 모드, SH_0 모드, S_0 모드의 순서대로 주파수가 높다. 또한, SH_1 모드, A_1 모드, S_1 모드의 판파는, 도 2에 나타내는 바와 같이, 압전체층의 두께 방향에 하나의 마디를 가지는 모드이다. 이들 모드는, 일반적으로 S_0 모드 등의 압전체층의 두께 방향에 마디를 가지지 않는 모드에 비해 주파수가 높다.

- [0033] 본 실시형태의 특징은, 압전체층(6) 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층(4a)의 막 두께가, 다른 저음향 임피던스층인 저음향 임피던스층(4b), 저음향 임피던스층(4c) 및 저음향 임피던스층(4d)의 막 두께보다도 얇은 것에 있다. 그로써 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있다. 따라서, 탄성과 장치(1)의 삽입 손실 등의 필터 특성에 대한 상기 스푸리어스의 영향을 충분히 억제할 수 있다. 이것을 본 실시형태와 비교예를 비교함으로써 이하에서 설명한다.
- [0034] 또한, 비교예의 탄성과 장치는, 복수의 저음향 임피던스층의 막 두께가 전부 동일한 점에서 본 실시형태와 다르다.
- [0035] 본 실시형태의 구성을 가지는 탄성과 장치 및 비교예의 탄성과 장치를 제작하여, 임피던스 특성을 비교했다. 본 실시형태의 구성을 가지는 탄성과 장치의 조건은 아래와 같다. 또한, 도 1에서의 부호를 참조한다.
- [0036] 압전체층(6): 재료 $LiNbO_3$, 막 두께 340nm, 오일러각 (90° , 90° , 40°)
- [0037] IDT 전극(7): 재료 Al, 막 두께 85nm, 듀티비 0.5
- [0038] IDT 전극(7)의 전극평거 피치에 의해 규정되는 탄성파의 파장 λ : $1.7\mu m$
- [0039] 저음향 임피던스층(4a~4d): 재료 SiO_2 , 층수 4층
- [0040] 저음향 임피던스층(4a)의 막 두께: 204nm,
- [0041] 저음향 임피던스층(4b~4d)의 각 막 두께: 272nm
- [0042] 고음향 임피던스층(5a~5c): 재료 Pt, 층수 3층
- [0043] 고음향 임피던스층(5a~5c)의 각 막 두께: 105nm
- [0044] 지지 기판: 재료 Si
- [0045] 비교예의 탄성과 장치의 조건은 아래와 같다.
- [0046] 압전체층: 재료 $LiNbO_3$, 막 두께 340nm, 오일러각(90° , 90° , 40°)
- [0047] IDT 전극: 재료 Al, 막 두께 85nm, 듀티비 0.5
- [0048] IDT 전극의 전극평거 피치에 의해 규정되는 탄성파의 파장 λ : $1.7\mu m$
- [0049] 저음향 임피던스층: 재료 SiO_2 , 층수 4층
- [0050] 저음향 임피던스층의 각 막 두께: 272nm
- [0051] 고음향 임피던스층: 재료 Pt, 층수 3층
- [0052] 저음향 임피던스층의 각 막 두께: 105nm
- [0053] 지지 기판: 재료 Si
- [0054] 비교예에서는 저음향 임피던스층 및 고음향 임피던스층의 막 두께는, 메인 모드로서 이용하는 S_0 모드가 여진되는 주파수대에서 탄성파의 반사율이 충분히 높아지게 설정되어 있다. 한편, 본 실시형태에서는 저음향 임피던스층(4b, 4c, 4d) 및 고음향 임피던스층(5a, 5b, 5c)의 막 두께가 비교예와 같다고 되어 있고, 저음향 임피던스층(4a)의 막 두께가, 다른 모든 저음향 임피던스층(4b, 4c, 4d)의 막 두께보다도 얇게 설정되어 있다.
- [0055] 도 3은 비교예의 탄성과 장치의 임피던스 특성을 나타내는 도면이다. 도 3의 가로축은, 메인 모드인 S_0 모드의 공진 주파수에 의해 주파수를 규격화한 규격화 주파수이다.

- [0056] 비교예에서는, 규격화 주파수 1.5 부근에 임피던스가 극소, 극대가 되는 점이 나타나 있어, 큰 스푸리어스가 생기고 있는 것을 알 수 있다. 스푸리어스가 생기는 주파수와 메인 모드의 주파수의 차이가 작은 경우, 탄성과 장치의 필터 특성에 대한 영향이 커질 우려가 있다.
- [0057] 그런데, 메인 모드의 주파수 및 스푸리어스가 생기는 주파수에 있어서의, 압전체층의 두께 방향의 변위의 분포를 각각 하기의 도 4 및 도 5에 나타낸다.
- [0058] 도 4는 비교예의 메인 모드의 주파수에 있어서의 압전체층의 두께 방향에서의 변위의 분포를 나타내는 도면이다. 도 5는 비교예의 스푸리어스가 생기는 주파수에 있어서의 압전체층의 두께 방향에서의 변위의 분포를 나타내는 도면이다. 도 4중의 실선은 U_1 방향의 성분을 나타내고, 파선은 U_2 방향의 성분을 나타낸다. 또한, U_3 방향의 성분은 거의 0이 되기 때문에, 도 4에서는 생략하고 있다. 2점 쇄선은, 탄성과 장치에서의 각 층의 경계를 나타낸다. 도 4에서의 위쪽에 위치하는 각 문자는, 비교예에서의 각 층을 나타내고 있다. 보다 구체적으로는, Al은 IDT 전극을 나타내고, LN은 압전체층을 나타내며, SiO_2 는 각 저음향 임피던스층을 나타내고, Pt는 각 고음향 임피던스층을 나타내며, Si는 지지 기판을 나타낸다. 도 5에서도 마찬가지이다.
- [0059] 도 4에 나타내는 바와 같이, 메인 모드는 U_1 방향의 성분이 주체이며, 압전체층 중에서 변위가 0이 되는 마디를 가지지 않는다. 따라서, 메인 모드는 도 2에 나타낸 S_0 모드에 상당한다. 다른 한편, 도 5에 나타내는 바와 같이, 스푸리어스의 모드는 U_2 방향의 성분이 주체이며, 압전체층 중에서 1개의 마디를 가진다. 따라서, 스푸리어스의 모드는 도 2에 나타낸 SH_1 모드에 상당한다. 또한, 제1 실시형태에서도 마찬가지로, 메인 모드는 S_0 모드이고, 스푸리어스의 모드는 SH_1 모드이다.
- [0060] 도 6은 제1 실시형태 및 비교예의 탄성과 장치의 임피던스 특성을 나타내는 도면이다. 도 6의 가로축은 도 3과 마찬가지로, 제1 실시형태 및 비교예의 각각의 임피던스 특성에 대하여 각각의 메인 모드의 공진 주파수에 의해 주파수를 규격화한 규격화 주파수이다. 제1 실시형태에서의 메인 모드의 공진 주파수는, 실제로는 비교예보다도 1% 정도 낮아져 있지만, 도 6에서는, 제1 실시형태 및 비교예에서의 메인 모드의 공진 주파수를 함께 도시하고 있다. 또한, 실선은 제1 실시형태의 결과를 나타내고, 파선은 비교예의 결과를 나타낸다.
- [0061] 도 6에 나타내는 바와 같이, 제1 실시형태 및 비교예에서 메인 모드는 거의 중복되어 있다. 이에 대하여, 스푸리어스가 생기는 주파수는, 제1 실시형태 쪽이 고역역 측이 되어 있는 것을 알 수 있다. 보다 구체적으로는, 스푸리어스의 공진 주파수 F_s 의 메인 모드의 공진 주파수 F_m 에 대한 공진 주파수비 F_s/F_m 은, 비교예에서는 1.464이다. 이에 대하여, 제1 실시형태에서는, 공진 주파수비 F_s/F_m 은 1.512가 되어 있다. 따라서, 제1 실시형태에서는, 비교예보다도 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있게 되어 있다. 따라서, 탄성과 장치의 필터 특성에 대한 상기 스푸리어스의 영향을 충분히 억제할 수 있다. 덧붙여, 제1 실시형태의 탄성과 장치가 안테나에 다른 필터와 공통 접속된 경우에는, 상기 필터의 필터 특성에 대한 상기 스푸리어스의 영향을 충분히 억제할 수도 있다.
- [0062] 여기서, 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층의 막 두께를 변화시키고, 공진 주파수비 F_s/F_m 을 각각 구했다.
- [0063] 도 7은, 제1 실시형태에서 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층의 막 두께와 공진 주파수비 F_s/F_m 의 관계를 나타내는 도면이다.
- [0064] 도 7에 나타내는 바와 같이, 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층의 막 두께가 얇을수록 공진 주파수비 F_s/F_m 이 커지는 것을 알 수 있다.
- [0065] 상술한 바와 같이, 제1 실시형태에서의 스푸리어스의 모드는 SH_1 모드이다. SH_1 모드와 같이, 압전체층의 두께 방향에 마디를 가지고, 변위의 변동이 큰 모드는, 두께 방향으로 변위의 변동이 작은 S_0 모드 등에 비해, 파의 에너지가 존재하고 있는 층의 막 두께의 변동에 대하여, 주파수 등의 특성값이 변동되기 쉽다. 따라서, 음향반사층 중에서 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 층의 막 두께를 얇게 함으로써, S_0 모드와 SH_1 모드의 주파수 간격을 크게 할 수 있다.
- [0066] 도 2에 나타내는 판파의 모드 중에서 압전체층의 두께 방향에 마디를 가지지 않는 모드 중에서는, S_0 모드가 가

장 주파수가 높다. 따라서, S_0 모드를 메인 모드로서 사용하는 경우에, 고영역 측에 생기는 스푸리어스의 원인이 되는 모드는, SH_1 모드나 A_1 모드 등, 압전체층의 두께 방향으로 마디를 가지는 모드이다. 따라서, A_1 모드 등, SH_1 모드 이외의 모드가 스푸리어스가 되는 케이스에서도, 음향반사층을 제1 실시형태와 동일한 구성으로 함으로써 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있다.

[0067] 어느 모드가 여진되어 스푸리어스가 될 것인지는, 압전체층의 종류나 방향등의 조건에 의존한다. S_0 모드를 메인 모드로서 이용하는 경우에는, 스푸리어스가 SH_1 모드 이외여도 본 발명을 바람직하게 적용할 수 있다.

[0068] 그런데, 상기 효과는, 압전체층의 막 두께를 얇게 해도 얻어지지만, 그 경우는 메인 모드의 전기 기계 결합 계수 등의 특성이 크게 변화되는 것이 된다. 이에 대하여, 본 실시형태에서는 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층만의 막 두께가 그 외의 저음향 임피던스층에 비해 얇기 때문에, 메인 모드의 특성에 큰 영향을 주지 않고, 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있다.

[0069] 덧붙여, 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층 이외의 저음향 임피던스층 및 복수의 고음향 임피던스층의 막 두께는, 메인 모드가 여진되는 주파수대에서 탄성파의 반사율이 높아지게 설정되어 있다. 따라서, 음향반사층의 반사 특성의 열화를 초래하지 않고, 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있다.

[0070] 도 8은 제2 실시형태에 따른 탄성파 장치의 정면단면도이다.

[0071] 본 실시형태는, 압전체층(6) 측에 가장 가깝게 위치하는 고음향 임피던스층(15a)의 막 두께가 다른 모든 고음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇은 점 및 복수의 저음향 임피던스층의 막 두께가 모두 동일한 점에서 제1 실시형태와 다르다. 상기의 점 이외에서는, 본 실시형태의 탄성파 장치는 제1 실시형태의 탄성파 장치(1)와 같은 구성을 가진다.

[0072] 본 실시형태의 구성을 가지는 탄성파 장치 및 비교예의 탄성파 장치를 제작하여, 임피던스 특성을 비교했다. 본 실시형태의 구성을 가지는 탄성파 장치의 조건은 아래와 같다.

[0073] 압전체층(6): 재료 $LiNbO_3$, 막 두께 340nm, 오일러각(90° , 90° , 40°)

[0074] IDT 전극(7): 재료 Al, 막 두께 85nm, 듀티비 0.5

[0075] IDT 전극(7)의 전극핑거 피치에 의해 규정되는 탄성파의 파장 λ : 1.7 μm

[0076] 저음향 임피던스층(4a~4d): 재료 SiO_2 , 층수 4층

[0077] 저음향 임피던스층(14a, 4b~4d)의 각 막 두께: 272nm

[0078] 고음향 임피던스층(15a, 5b, 5c): 재료 Pt, 층수 3층

[0079] 고음향 임피던스층(15a)의 막 두께: 88nm,

[0080] 고음향 임피던스층(5b, 5c)의 각 막 두께: 105nm

[0081] 지지 기판: 재료 Si

[0082] 비교예의 탄성파 장치의 조건은, 상기에서 제1 실시형태와 비교한 비교예와 동일한 조건으로 했다. 본 실시형태에서는, 저음향 임피던스층(4a, 4b, 4c, 4d) 및 고음향 임피던스층(5b, 5c)의 막 두께가 비교예와 같다고 되어 있고, 고음향 임피던스층(5a)의 막 두께가, 다른 모든 고음향 임피던스층(5b, 5c)의 막 두께보다도 얇게 설정되어 있다.

[0083] 도 9는 제2 실시형태 및 비교예의 탄성파 장치의 임피던스 특성을 나타내는 도면이다. 도 9의 가로축은 도 3과 마찬가지로, 제2 실시형태 및 비교예의 각각의 임피던스 특성에 대하여, 각각의 메인 모드의 공진 주파수에 의해 주파수를 규격화한 규격화 주파수이다. 제2 실시형태에서의 메인 모드의 공진 주파수는, 실제로는 비교예보다도 1% 정도 낮아져 있지만, 도 9에서는, 제2 실시형태 및 비교예에서의 메인 모드의 공진 주파수를 함께 도시하고 있다. 또한, 실선은 제2 실시형태의 결과를 나타내고, 파선은 비교예의 결과를 나타낸다.

[0084] 도 9에 나타내는 바와 같이, 제2 실시형태 및 비교예에서 메인 모드는 거의 중복되어 있다. 이에 대하여, 스푸리어스가 생기는 주파수는, 제2 실시형태 쪽이 고영역 측이 되어 있는 것을 알 수 있다. 보다 구체적으로는, 비

교예에서는 공진 주파수비 F_s/F_m 은 1.464이다. 이에 대하여, 제2 실시형태에서는 공진 주파수비 F_s/F_m 은 1.473이 되어 있다. 따라서, 제2 실시형태에서는, 비교예보다도 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 크게 할 수 있게 되어 있다.

[0085] 여기서, 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 고음향 임피던스층의 막 두께를 변화시키고, 공진 주파수비 F_s/F_m 을 각각 구했다.

[0086] 도 10은, 제2 실시형태에서 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 고음향 임피던스층의 막 두께와 공진 주파수비 F_s/F_m 의 관계를 나타내는 도면이다.

[0087] 도 10에 나타내는 바와 같이, 압전체층 측에 가장 가깝게 위치하는 고음향 임피던스층의 막 두께가 얇을수록 공진 주파수비 F_s/F_m 이 커지는 것을 알 수 있다.

[0088] 또한, 본 실시형태에서도 압전체층(6) 측에 가장 가깝게 위치하는 저음향 임피던스층(14a)의 막 두께가, 저음향 임피던스층(4b), 저음향 임피던스층(4c) 및 저음향 임피던스층(4d)의 막 두께보다도 얇아도 된다. 음향반사층(13)에서 저음향 임피던스층(14a)의 막 두께가 다른 모든 저음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇으면서, 고음향 임피던스층(15a)의 막 두께가 다른 모든 고음향 임피던스층의 막 두께보다도 얇아도 된다. 이 경우에는, 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 보다 한층 크게 할 수 있다.

[0089] 상기 각 실시형태의 탄성과 장치는, 고주파 프론트 엔드 회로의 듀플렉서 등으로서 이용할 수 있다. 이 예를 하기에 설명한다.

[0090] 도 11은 통신 장치 및 고주파 프론트 엔드 회로의 구성도이다. 또한, 해당 도면에는, 고주파 프론트 엔드 회로(230)와 접속되는 각 구성 요소, 예를 들면, 안테나 소자(202)나 RF 신호 처리 회로(RFIC)(203)도 함께 도시되어 있다. 고주파 프론트 엔드 회로(230) 및 RF 신호 처리 회로(203)는, 통신 장치(240)를 구성하고 있다. 또한, 통신 장치(240)는, 전원, CPU나 디스플레이를 포함하고 있어도 된다.

[0091] 고주파 프론트 엔드 회로(230)는, 스위치(225)와, 듀플렉서(201A, 201B)와, 필터(231, 232)와, 로우 노이즈 앰프 회로(214, 224)와, 파워 앰프 회로(234a, 234b, 244a, 244b)를 포함한다. 또한, 도 11의 고주파 프론트 엔드 회로(230) 및 통신 장치(240)는, 고주파 프론트 엔드 회로 및 통신 장치의 일례로서, 이 구성에 한정되는 것이 아니다.

[0092] 듀플렉서(201A)는 필터(211, 212)를 가진다. 듀플렉서(201B)는 필터(221, 222)를 가진다. 듀플렉서(201A, 201B)는 스위치(225)를 개재하여 안테나 소자(202)에 접속된다. 또한, 상기 탄성과 장치는 듀플렉서(201A, 201B)여도 되고, 필터(211, 212, 221, 222)여도 된다.

[0093] 또한, 상기 탄성과 장치는 예를 들면, 3개 필터의 안테나 단자가 공통화된 트리플렉서나, 6개 필터의 안테나 단자가 공통화된 헥사플렉서 등, 3개 이상의 필터를 포함하는 멀티플렉서에 대해서도 적용할 수 있다.

[0094] 즉, 상기 탄성과 장치는, 탄성과 공진자, 필터, 듀플렉서, 3개 이상의 필터를 포함하는 멀티플렉서를 포함한다. 그리고, 상기 멀티플렉서는, 송신 필터 및 수신 필터의 쌍방을 포함하는 구성에 한정하지 않고, 송신 필터만, 또는 수신 필터만을 포함하는 구성이어도 상관없다.

[0095] 스위치(225)는, 제어부(도시하지 않음)로부터의 제어 신호에 따라서, 안테나 소자(202)와 소정의 밴드에 대응하는 신호 경로를 접속하고, 예를 들면, SPDT(Single Pole Double Throw)형의 스위치에 의해 구성된다. 또한, 안테나 소자(202)와 접속되는 신호 경로는 1개에 한정되지 않고, 복수여도 된다. 즉, 고주파 프론트 엔드 회로(230)는, 캐리어 어그리게이션(carrier aggregation)에 대응하고 있어도 된다.

[0096] 로우 노이즈 앰프 회로(214)는, 안테나 소자(202), 스위치(225) 및 듀플렉서(201A)를 경유한 고주파 신호(여기서는 고주파 수신 신호)를 증폭하여, RF 신호 처리 회로(203)로 출력하는 수신 증폭 회로이다. 로우 노이즈 앰프 회로(224)는, 안테나 소자(202), 스위치(225) 및 듀플렉서(201B)를 경유한 고주파 신호(여기서는 고주파 수신 신호)를 증폭하여, RF 신호 처리 회로(203)로 출력하는 수신 증폭 회로이다.

[0097] 파워 앰프 회로(234a, 234b)는, RF 신호 처리 회로(203)로부터 출력된 고주파 신호(여기서는 고주파 송신 신호)를 증폭하여, 듀플렉서(201A) 및 스위치(225)를 경유해서 안테나 소자(202)에 출력하는 송신 증폭 회로이다. 파워 앰프 회로(244a, 244b)는, RF 신호 처리 회로(203)로부터 출력된 고주파 신호(여기서는 고주파 송신 신호)를 증폭하여, 듀플렉서(201B) 및 스위치(225)를 경유해서 안테나 소자(202)에 출력하는 송신 증폭 회로이다.

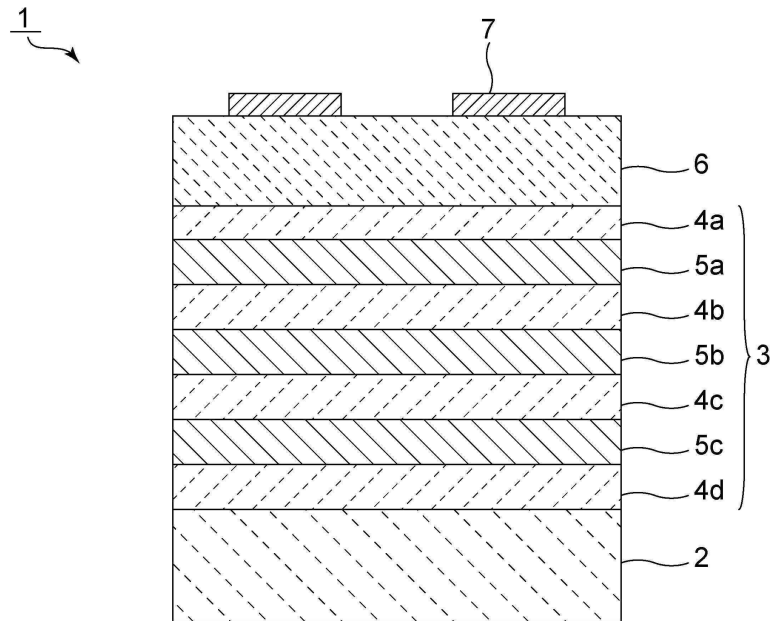
- [0098] RF 신호 처리 회로(203)는, 안테나 소자(202)로부터 수신 신호 경로를 통해 입력된 고주파 수신 신호를, 다운 컨버트 등에 의해 신호 처리하고, 상기 신호 처리해서 생성된 수신 신호를 출력한다. 또한, RF 신호 처리 회로(203)는, 입력된 송신 신호를 업 컨버트 등에 의해 신호 처리하고, 상기 신호 처리해서 생성된 고주파 송신 신호를 파워 앰프 회로(234a, 234b, 244a, 244b)로 출력한다. RF 신호 처리 회로(203)는, 예를 들면 RFIC이다. 또한, 통신 장치는, BB(baseband)IC를 포함하고 있어도 된다. 이 경우, BBIC는 RFIC에서 처리된 수신 신호를 신호 처리한다. 또한, BBIC는, 송신 신호를 신호 처리하고, RFIC에 출력한다. BBIC에서 처리된 수신 신호나, BBIC가 신호 처리하기 전의 송신 신호는, 예를 들면 화상 신호나 음성 신호 등이다.
- [0099] 또한, 고주파 프론트 엔드 회로(230)는 상기 듀플렉서(201A, 201B)를 대신하여, 듀플렉서(201A, 201B)의 변형예에 따른 듀플렉서를 포함하고 있어도 된다.
- [0100] 다른 한편, 통신 장치(240)에서의 필터(231, 232)는,로우 노이즈 앰프 회로(214, 224) 및 파워 앰프 회로(234a, 234b, 244a, 244b)를 통하지 않고, RF 신호 처리 회로(203)와 스위치(225) 사이에 접속되어 있다. 필터(231, 232)도, 듀플렉서(201A, 201B)와 마찬가지로, 스위치(225)를 개재하여 안테나 소자(202)에 접속된다.
- [0101] 이상과 같이 구성된 고주파 프론트 엔드 회로(230) 및 통신 장치(240)에 의하면, 본 발명의 탄성과 장치인 탄성과 공진자, 필터, 듀플렉서, 3개 이상의 필터를 포함하는 멀티플렉서 등을 포함함으로써, 메인 모드의 주파수와 스푸리어스가 생기는 주파수의 차이를 충분히 크게 할 수 있다.
- [0102] 이상, 본 발명의 실시형태에 따른 탄성과 장치, 고주파 프론트 엔드 회로 및 통신 장치에 대해서 실시형태 및 그 변형예를 열거해서 설명했지만, 본 발명은 상기 실시형태 및 변형예에서의 임의의 구성 요소를 조합하여 실현되는 다른 실시형태나, 상기 실시형태에 대하여 본 발명의 주지를 이탈하지 않는 범위에서 당업자가 생각해내는 각종 변형을 실시해서 얻어지는 변형예나, 본 발명에 따른 고주파 프론트 엔드 회로 및 통신 장치를 내장한 각종 기기도 본 발명에 포함된다.
- [0103] 본 발명은 탄성과 공진자, 필터, 듀플렉서, 멀티 밴드 시스템에 적용할 수 있는 멀티플렉서, 프론트 엔드 회로 및 통신 장치로서, 휴대전화기 등의 통신기기에 널리 이용할 수 있다.

부호의 설명

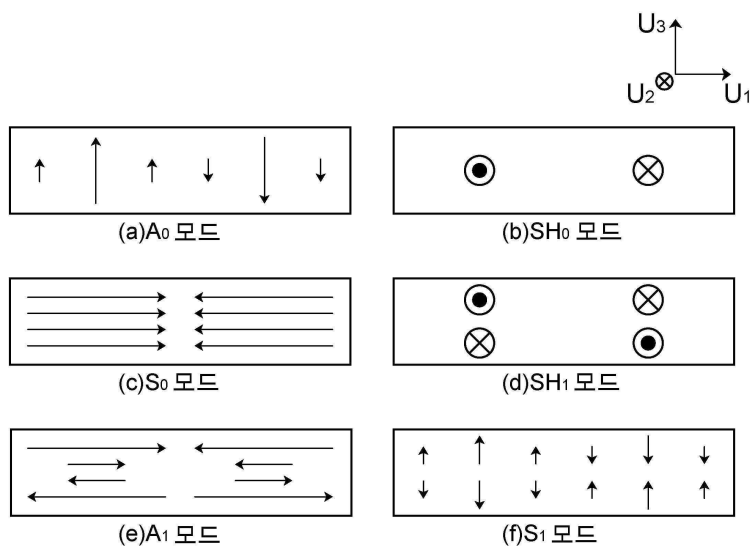
- | | | |
|--------|----------------------|------------------|
| [0104] | 1: 탄성과 장치 | 2: 지지 기판 |
| | 3: 음향반사층 | 4a~4d: 저음향 임피던스층 |
| | 5a~5c: 고음향 임피던스층 | 6: 압전체층 |
| | 7: IDT 전극 | 13: 음향반사층 |
| | 14a: 저음향 임피던스층 | 15a: 고음향 임피던스층 |
| | 201A, 201B: 듀플렉서 | 202: 안테나 소자 |
| | 203: RF 신호 처리 회로 | 211, 212: 필터 |
| | 214: 로우 노이즈 앰프 회로 | 221, 222: 필터 |
| | 224: 로우 노이즈 앰프 회로 | 225: 스위치 |
| | 230: 고주파 프론트 엔드 회로 | 231, 232: 필터 |
| | 234a, 234b: 파워 앰프 회로 | 240: 통신 장치 |
| | 244a, 244b: 파워 앰프 회로 | |

도면

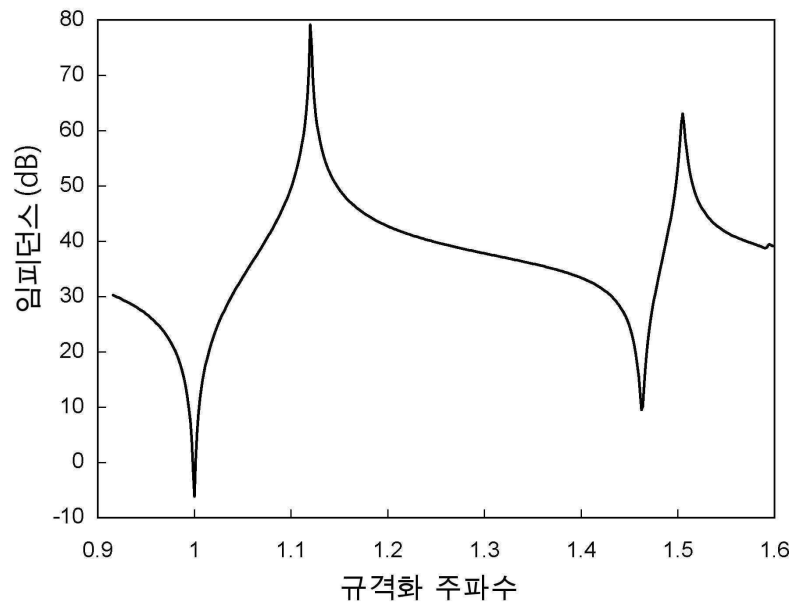
도면1



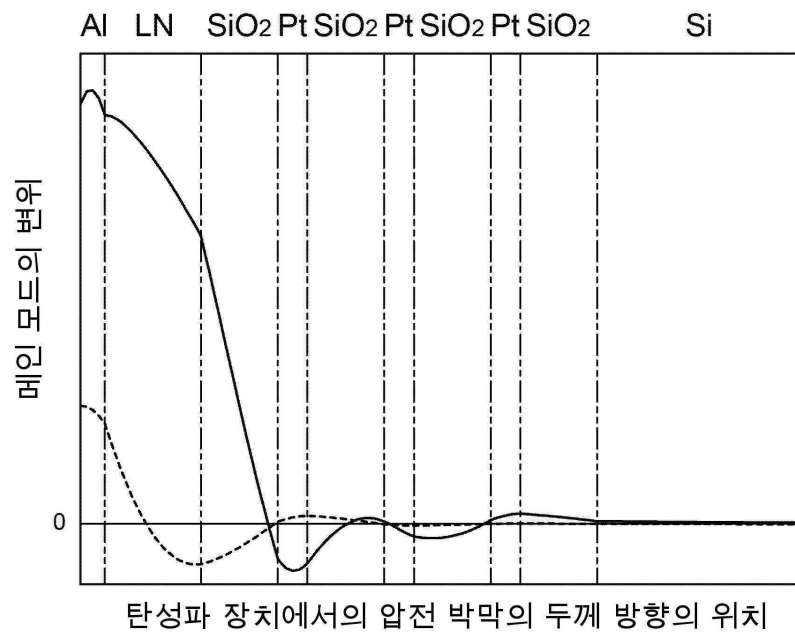
도면2



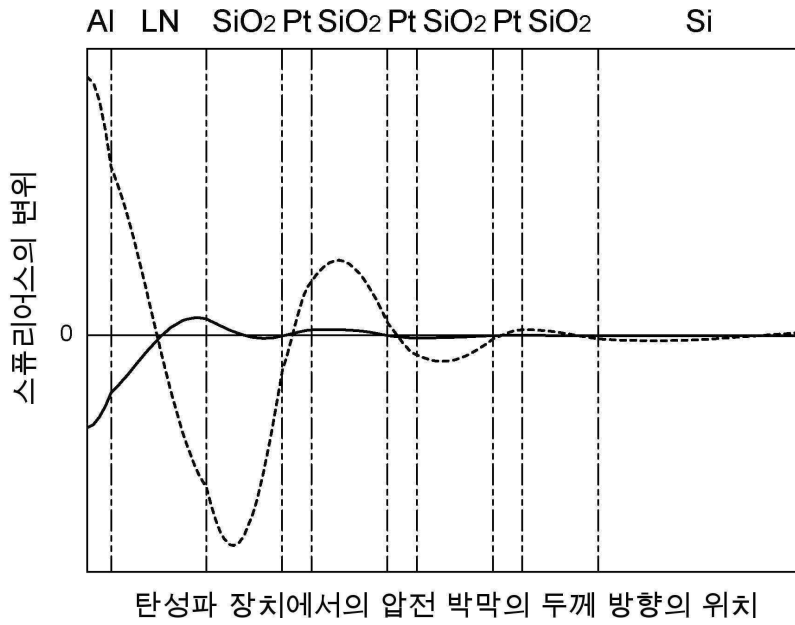
도면3



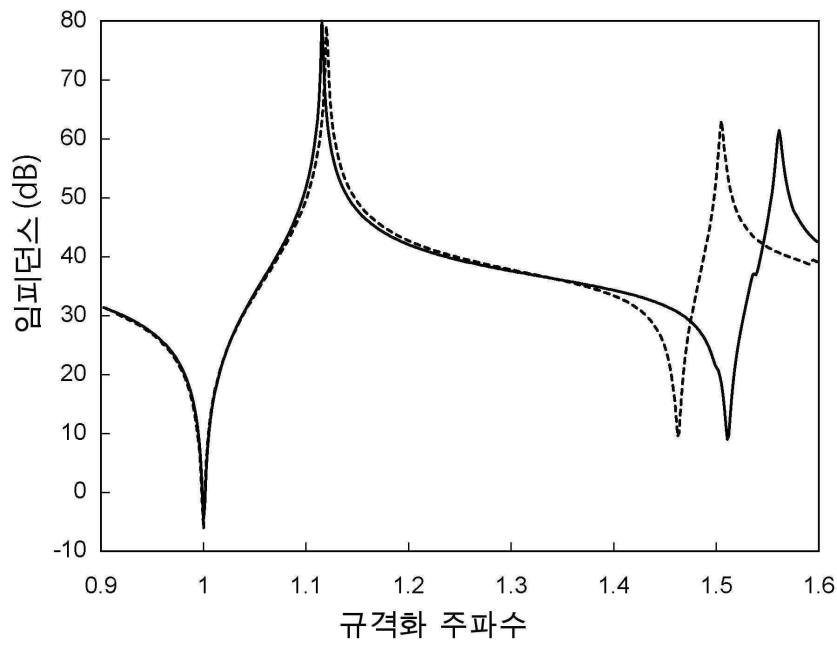
도면4



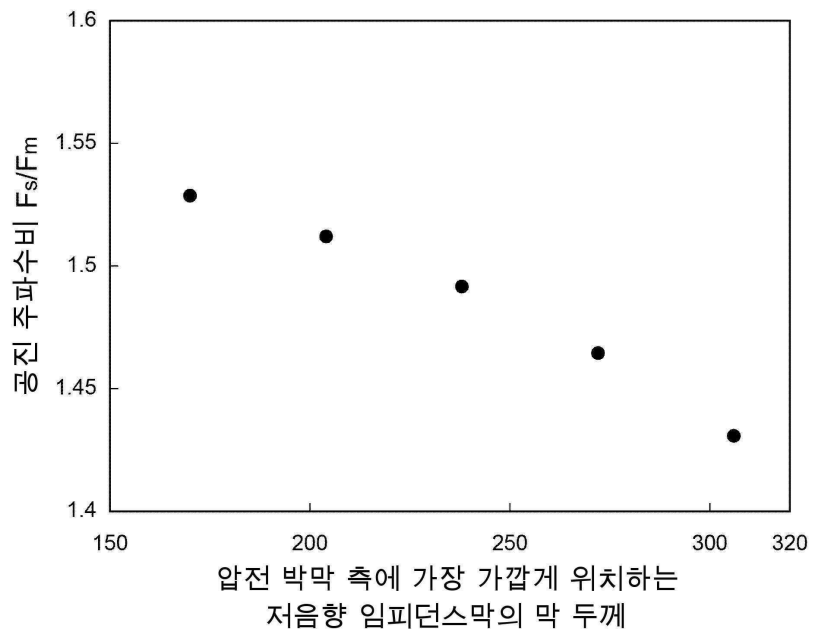
도면5



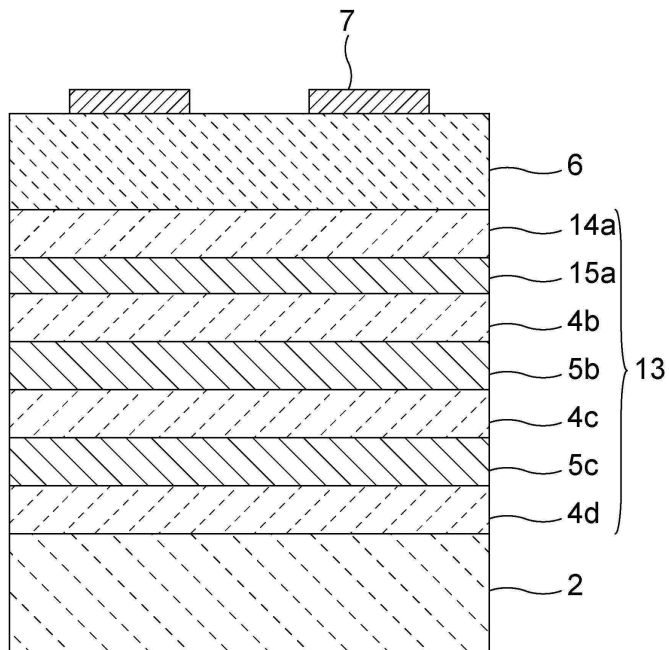
도면6



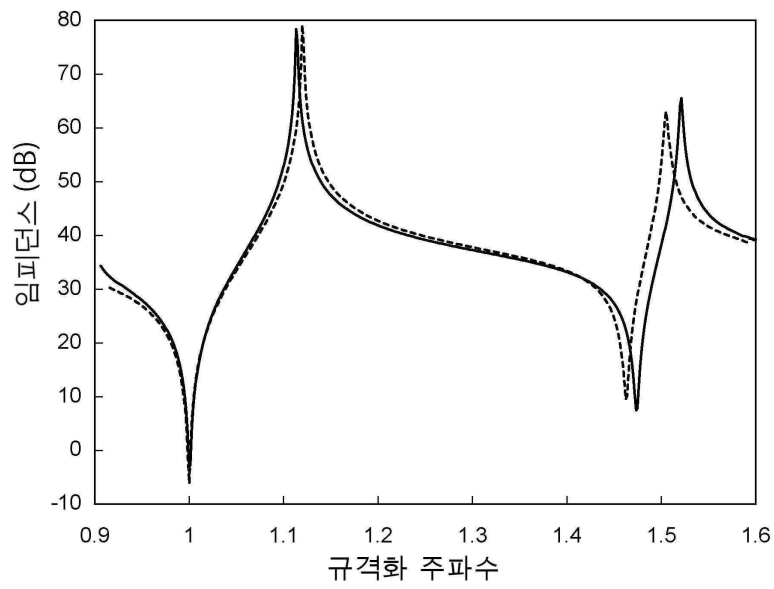
도면7



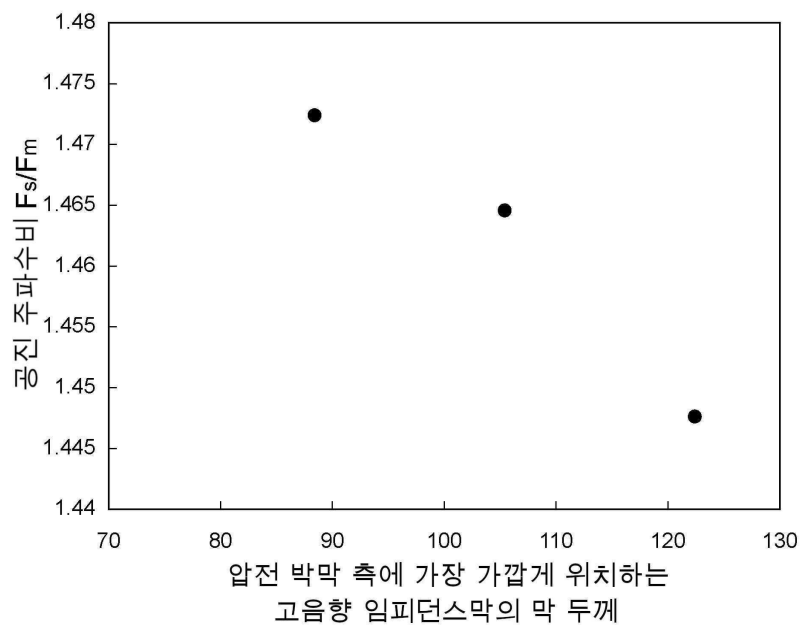
도면8



도면9



도면10



도면11

