IDT형의 전극 형태가 SFIT형 필터의 특성에 미치는 영향

유 일 현*

The effects of the shape of IDT electrode pair on the characteristics of SFIT filter

Ilhyun, You*

요 약

반사기 형태에 따른 경사진 빗살무늬 변환기 SAW 필터 특성을 비교하기 위해 모의실험을 통해 Langasite 기판위에 전극을 형성시켰으며, 전극재료로는 Al-Cu를 사용하였다. 모의실험을 바탕으로 입력단에는 IDT를 직렬형태로 연결시킨 block 형태로 하중을 가하는 전극 방법을 쓰고 출력단은 withdrawal 형태로 하중을 가하는 방법을 써서 제작하였다. 이를 바탕으로 광대역의 SAW 필터 전극 설계 방식에 대한 적절한 위상조건도 얻고자 시도하였다. Langasite 기판위에 형성시킨 입 출력 빗살무늬 변환기 전극 수는 50쌍, 두께는 5000Å 으로 하였으며, 반사기 폭과 간격은 각각 3.6μm 및 2.0μm으로 하였다. 제작한 필터의 주파수 특성은 중심주파수가 대략 190MHz정도, 대역폭은 8.0MHz 정도로 측정되었으며, matching 후 return-loss는 -16dB 이하이고, 리플 특성은 4dB 정도이며, 반사에 의한 잔향은 -20dB 이하로 측정되었다.

ABSTRACT

The effect of the reflector type for the SAW filter on the characteristics of the slanted finger IDT filter have been studied by computer simulation. The IDT was evaporated by Aluminum-Copper alloy. The design condition was optimized by the phase shift of the SAW filter for WCDMA. We have employed that the number of pairs of the input and output IDT are 50 pairs and the thickness are 5,000Å, and the width and the space of reflector are 3.6μm and 2.0μm, respectively. Frequency response of the fabricated SFIT filter has the property that the center frequency is about 190MHz and bandwidth at the 3dB is probably 8.2MHz. And we could obtain that the return loss is less then 16dB, the ripple characteristics is probably 4dB and the triple transit echo is less then 18dB after when we have matched impedance.

키워드

경사진 빗살무늬 변환기, 빗살무늬 변환기, 블록 하중

Key word

Slanted Finger Interdigital Transducer (SFIT), Interdigital Transducer (IDT), Block weighted

* 세명대학교 정보통신학부

접수일자 : 2009. 06. 30
심사완료일자 : 2009. 09. 03

Ⅰ. 서 론

CDMA(Codeless Division Multiple Access)방식 또는 WCDMA(Wide-band Codeless Division Multiple Access) 방식을 채택을 계획하고 있는 기지국용 필터는 송수신단에 있어서의 타 신호와의 간섭 및 삽입손실 등을 최소화하는 노력이 필요하고, 표면탄성파(Surface Acoustic Waves : SAW) 필터의 단점인 전기-음향적 재발진(Regeneration)에 의하여 시스템에 장착 시 임피던스 정합이 어려워지는 결과를 야기한다[1,2,3].

이러한 단점을 보완하기 위하여 1980년도에 단상 단방향 변환기(Single Phase Unidirectional Transducer : SPUDT)를 개발하게 되었다[4]. 그러나 SPUDT의 설계는 Withdrawal weighting 방식으로 설계하게 되므로 기판 위에 형성된 전극에서 나타나게 되는 전극 단에서의 신호 소멸(Ultimate Rejection : UR)현상과 같은 문제점을 가지게 된다. 또한, 기지국용 필터는 -50dB이하의 UR특성을 요구하므로 일반적으로 전극 하중(Apodization Weighting)정도가 변하는 방식으로 필터를 설계한다. 그러나 Apodization Weighting 방법은 전극하중이 연속적이어서 UR특성은 좋으나, 전극 겹침의 변화가 불가피하여 저 손실 SPUDT 구현이 쉽지 않다[4].

이를 보완하기 위하여 불연속적인 전극하중(Withdrawal Weighting)기법을 사용하는 경사진 빗살무늬 변환기(Slanted Finger Interdigital Transducer : SFIT)를 연구하게 되었다. 그러나 SFIT는 불연속적인 전극하중만으로 구현되는 까닭으로 UR특성이 좋지 않아 실용화를 시키지 못하였지만, SPUDT 구현도 가능하고 전극에서의 회절 및 간섭효과가 적은 빗살무늬 변환기(Interdigital Transducer : IDT)를 얻을 수 있다[5,6].

본 연구에서는 반사기의 개방과 단락형태를 갖는 SFIT형 필터 제작하기 위하여 입력단 전극에는 Block weighting 방법을 쓰고 출력단은 Withdrawal weighting 방법을 도입하였으며, 정확한 필터 구현을 위해 자체 개발한 모의실험기(Simulator)를 이용하였다.[7] 또한, SFIT의 단점인 전극에서의 회절현상들을 최소화하기 위하여 다른 압전 기판에 비해 상대적으로 표면탄성파 속도가 느린 Langasite 기판[8]을 써서 그 위에 전극을 형성시켰으며, 전극 개수는 공히 50쌍으로 동일하게 하였다.

아울러 반사기의 개방과 단락형태의 SFIT 필터의조건들을 얻기 위한 자료 및 이를 비교 분석하기 위한 목적으로 제작한 IDT-finer와 반사기 폭은 각각 1.8μm 및 3.6μm이며, IDT-finer와 반사기 거리는 2.0μm 간격으로 동일하게 형성하였다. 또한 개방형의 경우, 반사기 위치는 + 전극과 - 전극으로부터 각각 1.5μm 간격을 유지시켰으나, 단락형의 경우에서는 단지 +전극으로부터만 1.5μm 간격을 갖도록 형성하였다.

Ⅱ. 이론적 배경

일반적인 표면탄성파 필터는 형상인자(Shape factor)가 1.3이하이며, 저지대역이 60dB 이하 조건을 갖는 필터를 구성하기 어렵기 때문에 이러한 필터를 구성하기 위하여 입력단 및 출력단 모두 하중(Weight)이 가해진 필터로서 구성하는 것이 바람직하다.

따라서 Apodization weighted IDT 혹은 Withdrawal weighted IDT로 구성된 필터를 설계하지만, Apodization 형태로 하중이 가해진 경우에는 간섭 및 회절로 인하여 필터의 성능에 좋지 않은 결과가 야기되기도 한다. 그리하여 WCDMA용 광대역의 경우 Withdrawal weighting 필터를 구성하기가 어려우며, Withdrawal weighting으로 구성할 경우에는 큰 리플 및 IDT에서 발생된 신호에 영향을 주는, 이른바 Ultimate rejection (UR) 특성의 저하 현상으로 인하여 실용하는데 많은 어려움을 갖게 된다.

이러한 단점을 보완한 것이 Slanted Finger Interdigital Transducer (SFIT)이며, 기본구조는 그림 1과 같다.

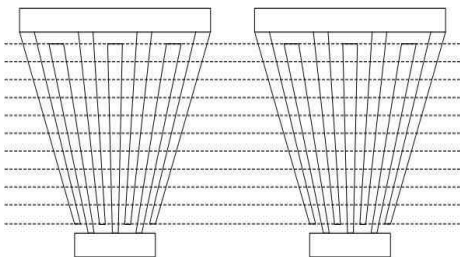


그림 1. 경사진 빗살무늬 변환기형태를 사용한 IDT 전극
Fig. 1. The IDT finger using slanted inter-digital transducer.

SFIT의 기본구조는 SAW의 전파 방향에서의 전극(Finger)주기는 일정하고 주파수가 높은 쪽에서는 전극의 주기가 짧고, 낮은 쪽에서는 주기가 길다. 결과적으로 SFIT로 구성된 필터는 다른 중심주파수를 갖은 필터들이 병렬로 연결된 것과 같은 효과가 있다.

SFIT를 사용하고 있는 진폭 응답(Amplitude response)은 변환기의 임피던스 변화에 의하여 통과 대역이 기울어지는 결과를 가져오고 이는 기판의 재질, 전극 개수 및 전극 구경(aperture)의 크기에 의존된다. 통과대역을 평탄(Flatten)하게 하기 위해서는 임피던스 매칭 방법, 채널의 전극 갯수 조정 및 채널의 전극구경을 변화시키는 방법 등이 있다.

기본적인 SFIT필터의 전달 함수를 $H_i(f)$라 할 때

$$H_i(f) = HI_i(f)\ HO_i^*(f) \tag{1}$$

이다.

여기서 $HO_i^*(f)$는 $HO_i(f)$의 공액(conjugate) 함수이고, $HI_i(f)$와 $HO_i(f)$는 i번째 채널에서의 입력과 출력에 대한 변환함수이다. 그러므로 SFIT의 전체적인 변환함수는

$$Hs(f) = \sum_{i=1}^{S} Hi(f) = \sum_{i=1}^{S} [HI_i(f)\ HO_i^*(f)] \tag{2}$$

로 표현되며, S는 채널 수이다.

그림1에서 보여 주듯이 SFIT 전극의 기본 구조는 대체적으로 부채꼴 형태를 하였으며, 한쪽은 좁고, 반대쪽은 조금 넓어지는 양상을 띄고 있다. 이러한 구조의 장점은 임의 필터모양을 구현하는데 용이하고 모델링이 용이하다. 그러나 통과대역을 크게 하기 위해서는, 각각의 IDT는 옆 전극에 닿게 되어 공정이 매우 어렵고, 전극의 쌍(pairs)수가 많아질수록 많은 채널 수 필요하게 되어, 적절한 필터 제작이 용이하지 않은 결과를 낳기도 한다. 따라서 이러한 단점을 보완하고자 Quasi-slanted IDT 및 Channel slanted IDT 전극 형태가 제안되었으며, 본 연구에서는 후자의 경우를 응용하였다.

그리고 반사기에 의한 phase shift는 기판의 종류에 따라 달라지며, 신호의 반사영향은 반사기의 폭이나 간격 또는 기판의 재질에 따라 반사 음파의 위상이 바뀌게 된다. 따라서 기판의 재질에 따라 반사기 폭을 조절하거나, 개방형이나 단락형으로 반사기의 형태를 조절하게 되면 최적의 필터를 구성할 수 있게 된다. 이러한 기판의 반사 값 및 음파의 속도들은

$$\frac{\Delta v}{vf} = D_k\left(\frac{k^2}{2}\right) + \eta D_m\left(\frac{H_m}{\lambda}\right) \tag{3}$$

이고 short grating의 속도는

$$v_{ac} = vf\left(1 + \frac{\Delta v}{vf}\right) = vf(1 + D_k(k^2/2) + \eta D_m(H_m/\lambda)) \tag{4}$$

이다.

여기서, vf는 free surface velocity, k^2은 전기기계 결합계수, H_m은 metal 필름의 두께, λ는 음파의 파장, η은 metal비를 나타낸다.

Single strip에서 finger의 반사계수는

$$r = jk^* = j[R_k\left(\frac{k^2}{2}\right) + R_m\left(\frac{H_m}{\lambda}\right)\sin(\pi\eta)] \tag{5}$$

이다.

$$D_k = -\frac{1}{2}[\cos(\pi\eta) + \frac{P_s(-\cos(\pi\eta))}{P_{s-1}(-\cos(\pi\eta))} \tag{6}$$

$$R_k = -\frac{1}{2}[\cos(\pi\eta) + \frac{P_s(-\cos(\pi\eta))}{P_{s-1}(-\cos(\pi\eta))} \tag{7}$$

η는 metal의 비를 나타낸다. Anisotropy를 갖은 기판 위에 D_m과 R_m는 각각

$$D_m = \frac{\pi k^2}{\varepsilon_s(\infty)}[\,|\frac{U_1}{\phi}|^2(\alpha_1 - \rho' v_f^2) + |\frac{U_2}{\psi}|^2(\alpha_2 - \rho' v_f^2) - |\frac{U_3}{\psi}|^3 \rho' v_f^2] \tag{8}$$

$$R_m = -\frac{\pi\kappa^2}{\varepsilon_s(\infty)}\left[\left(\frac{U_1}{\phi}\right)^2(\alpha_1+\rho' v_f^2)+\left(\frac{U_2}{\Psi}\right)^2(\alpha_2+\rho' v_f^2)+\left(\frac{U_3}{\Psi}\right)^2\rho' v_f^2\right] \quad (9)$$

이다.

Ⅲ. 실험 및 고찰

1. 전극 형성

SAW 필터용 소자의 전극은 박막 전극재료형성기술을 사용하여 Langasite 기판 위에 전극을 형성시켜 제작하였다. 습식세정 및 플라즈마 세척을 한 기판 위에 전극재료로는 Al-Cu 합금을 사용하였으며, 150°C에서 DC Magnetron sputter를 이용하여 증착하였으며, 두께는 5000Å으로 하였다.

이때, 표면탄성파 필터 제작에 사용하기 위한 고정밀도의 사진식각용 포토마스크는 설계된 변환기 전극 제원으로부터 CAD 설계에 의하여 전자주사선을 이용하여 0.05μm이상의 정밀도로 제작하였다. 이와 같이 제작된 마스크를 사용하여 반도체 제조공정 중 하나인 사진식각 방식에 의해 Langasite 기판위에 전극을 형성하였다. 아울러 Langasite 기판에 적절한 IDT 구성조건을 찾기 위하여 다량의 소자들을 제작하였고, 사용한 기판에서의 표면탄성파 속도는 광학적 실험장치를 통하여 얻을 수 있었다. 아울러 5000Å 두께의 Al 전극이 증착된 경우 탄성파 속도는 대략 2890m/s 정도였다.

2. SAW 필터 제작 및 특성

본 연구에서는 우수한 특성을 갖은 SAW 필터를 구현하기 위해서 모의실험을 통하여 얻은 자료를 바탕으로 입력단에는 Block Weighted IDT를 출력단에는 Withdrawal weighted IDT 형태를 채택한 SAW 필터를 설계 및 제작하였다. 아울러 기지국용으로 IDT를 직렬로 연결시킨 Block weighted 타입의 전극 형태를 채택한 필터의 등가 회로를 그림 2에 나타내었다.

그림에서 n 값은 각각의 단을 나타내며, 이러한 직렬형태의 block은 중앙에 전압이 가장 크고 양끝에 전압이 약한 결과를 가져오게 된다. 따라서 입력단의 block weighted IDT에서는 감쇄는 좋지 않으나, 통과대역으로부터 멀어질수록 UR특성이 좋은 결과를 가져오게 된다. 그리고 출력단의 Withdrawal에서는 통과대역 부근 저지대역에서 감쇄는 좋으나, 통과대역으로부터 멀어진 지점에서는 UR특성이 좋지 않은 결과를 가져오게 된다.

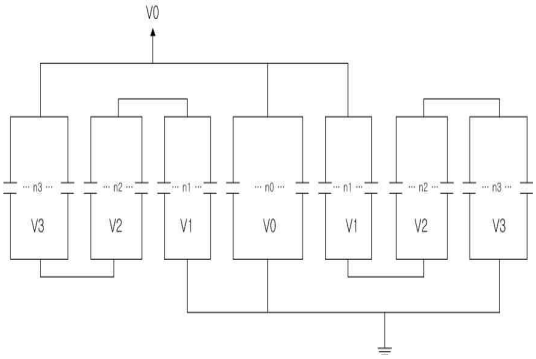


그림 2. 직렬 연결된 블록으로 하중을 가한 표면탄성파 필터의 등가회로
Fig. 2. The equivalent circuit of series block weighted SAW filter.

그러므로 입력과 출력의 트레이드 오프(Trade-off)로 인해 입출력이 서로 상쇄됨으로써 좋은 결과를 가져오게 된다. 또한, 표면탄성파는 압전 기판의 성질에 따라 반사기 및 전극에서의 반사로 인해 위상이 바뀌게 되므로 임의의 기판에 적절한 전극 구조 및 배열을 찾는 것이 어려운 과제 중 하나이다.

본 연구에서는 Langasite기판을 사용하여, 경사진 빗살무늬 변환기(Slanted Finger Inter digital Transducer : SFIT)전극 배열 형태를 응용한 SAW 필터제작 조건을 구하는 실험을 하였다. 즉, 반사기 의해 반사된 음파는 적절한 각도로 반사되도록 하기 위하여 반사기를 개방(open) 및 단락(short)으로 구성하였으며, 반사기와 IDT 전극 사이의 간격에도 변화를 주었다.

3. 필터 특성

적절한 자료를 얻기 위해 시료들의 반사기들을 개방 및 단락형태로 마련하였고, IDT 전극재료는 동일한 재료로 증착하였으며, 전극(IDT-finger)폭 및 전극간격(space) 등 이들 조건들을 변화시켰다.

시료들로부터 적절한 조건을 얻기 위해서 Langasite 기판위에 IDT를 형성시켰으며, 전극 갯수는 50쌍으로 균일하게 구성하였다.

서로 다른 형태의 반사기 형태를 갖도록 제작한 SFIT 필터들 중 대표적인 개방형 IDT 전극의 개략적인 모양을 그림 3에 나타냈다.

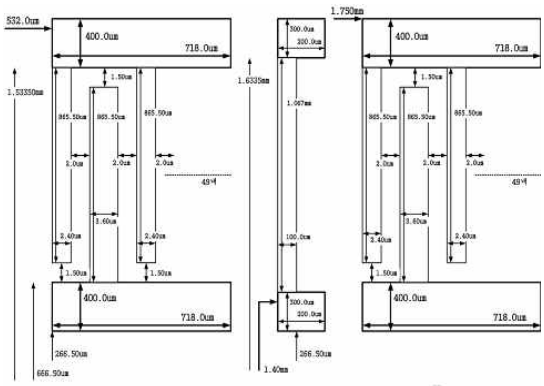


그림 3. Langasite기판 형성시킨 개방형 전극 구조
Fig. 3. The open-type IDT electrodes are formed on the Langasite substrate.

그림에서 보여주듯이 위쪽과 아래쪽에 위치한 상대적 넓은 전극은 +와 접지(-) 전극을 나타낸다. 위쪽에 형성시킨 IDT(hot 전극)에는 +신호를 인가하였으며, 아래쪽에 위치한 IDT는 접지로 사용하였다.

그리고 왼쪽 IDT는 입력단이고 오른쪽 IDT는 출력단이며, SAW 신호는 좌측에서 우측으로 전달되도록 신호체계를 형성시켰다.

아울러 그림의 왼쪽에 있는 전극들은 신호입력용 IDT-finger와 반사기(reflector) 그리고 IDT-finger의 순으로 반복되는 모습을 보여주며, 중앙의 "ㄷ" 자 형상은 ground bar를 나타낸다. 그리고 우측 전극들 또한 신호출력용으로써 IDT-finger와 반사기의 순으로 반복되는 양상을 보여준다.

그림에서 보인 바와 같이 개방형태 전극을 형성함에 있어 반사기를 hot(+) 전극과 접지 전극으로부터 각각 일정한 간격을 유지하도록 하였다.

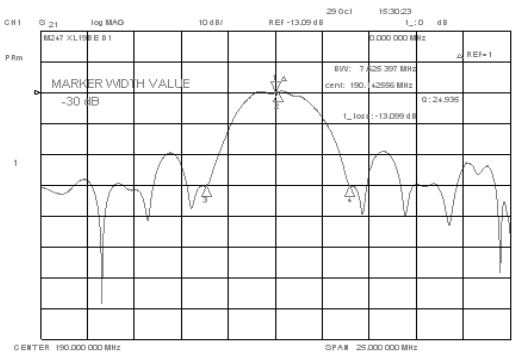
여기서, finer와 반사기 폭은 각각 2.4μm 및 3.6μm이며, finer와 반사기 거리는 2.0μm 간격으로 동일하게 형성하였으며, 개방형의 경우 반사기 위치를 +전극과 - 전극으로부터 각각 1.5μm 간격으로 유지하였으며, 단락형의 경우에서도 동일하다.

제작된 필터는 측정을 위하여 (5 x 5)㎟ 크기의 표면실장(Surface Mounted Device : SMD) 패키지에 실장하였으며, 필터의 특성을 측정하기 위한 치구를 별도로 제작하고, 50 Ω으로 임피더스 매칭시켰다. 또한, 제작된 필터의 입・출력단자에 맞게 측정 치구를 제작하였으며, 필터의 입출력 단자에서의 전자파를 차단시키기 위하여 동판으로 치구의 중앙을 차폐하였다. 이와 같은 방법으로 개방과 단락형태의 반사기를 갖도록 제작하여 각각 회로망 분석기를 이용하여 시료를 측정하였으며, 비교적 근사적인 범위의 조건을 보였던 결과들을 그림 4a, 4b, 4c 및 4d에 각각 나타냈다.

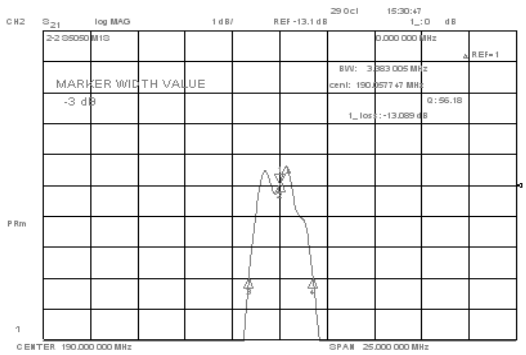
그림 4a에서는 제작한 필터의 주파수 특성을 나타낸 것이며, 중심주파수가 190MHz, 30dB 대역폭은 7.2MHz 정도임을 보여준다.

그리고 그림 4b에서는 매칭 후 리플특성 및 3dB 대역폭을 측정한 결과를 확대하여 표시한 것으로 각각 2dB 이하와 3.3MHz 정도로 측정되었다.

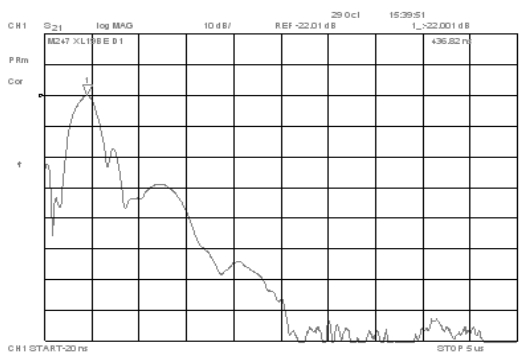
그림 4c에서는 필터의 시간 영역(time domain)특성을 나타내었다. 아울러 3dB 대역폭에 대한 30dB 대역폭의 비로 표현되는 형상인자(Shape factor)는 2.18정도로 계산되었다. 또한, 그림 4d에서는 입・출력 IDT에 대한 삽입손실(Return-loss)이 20dB 이하로 측정되었음을 보여준다.



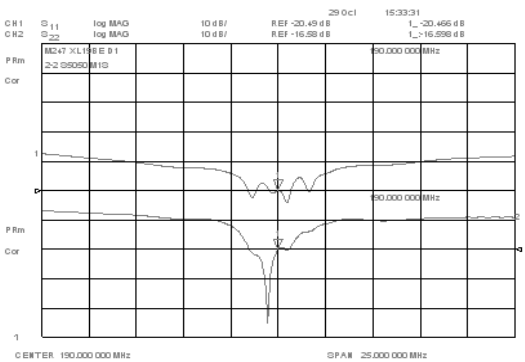
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 4. (a) 개방형 전극 필터의 주파수 응답특성 (b) 주파수응답에 대한 리플 특성 (c) 개방형 전극 필터의 시간영역 특성 (d) 개방형 전극 필터의 되돌림 손실

Fig. 4 (a) The frequency response of the open-type IDT filter. (b) The ripple characteristics of the the Frequency Response. (c) The time domain of the open-type IDT filter. (d) The return loss of the open-type IDT filter.

그림 5는 서로 다른 반사기 형태를 갖도록 제작한 SFIT 필터들 중에서 대표적인 단락형 IDT 전극의 개략적인 모양이다.

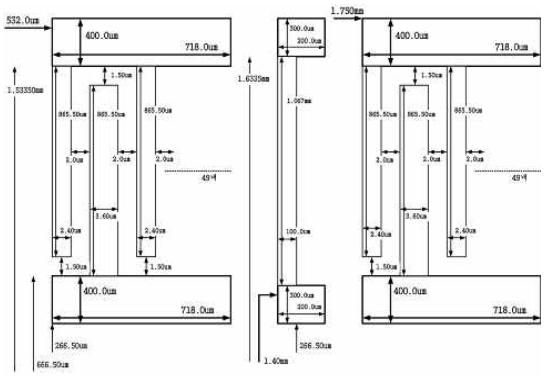


그림 5. Langasite 기판 형성시킨 단락전극 구조

Fig. 5. The short_type IDT electrodes are formed on the Langasite substrate.

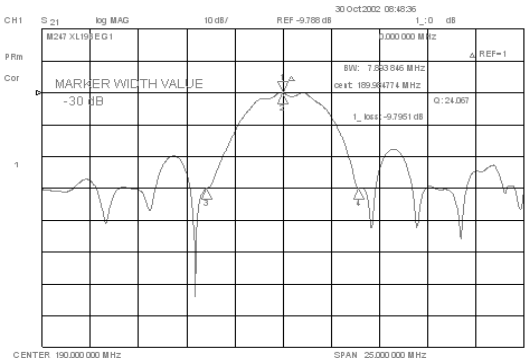
그림은 단락형태 전극으로서, 단락형태 전극을 형성함에 있어 반사기를 hot(+) 전극과 ground 전극으로부터 각각 일정한 간격을 유지하였고, 반사기는 ground 전극과 일체형으로 구성하였음을 보여 준다.

단락형 시료는 반사기를 단락시킴으로서 반사파의 특성을 분석하고자 하였다. 그림에서 보여주듯이 좌우 IDT 전극형태를 동일하게 제작하였고, 반사기를 -전극과 단락시킴으로서 IDT전극은 단지 신호 전달 역할만하도록 하였다. 그리하여 -전극은 접지와 반사기 역할을 동시에 하도록 하였으며, finer와 반사기 폭은 각각 2.4μm 및 3.6μm이다. 또한 finer와 반사기 간격은 2.0μm로 동일하게 형성하였으며, 단락형의 경우에서도 반사기 위치는 +전극과 - 전극으로부터 각각 1.5μm 간격을 유지하도록 하였다.

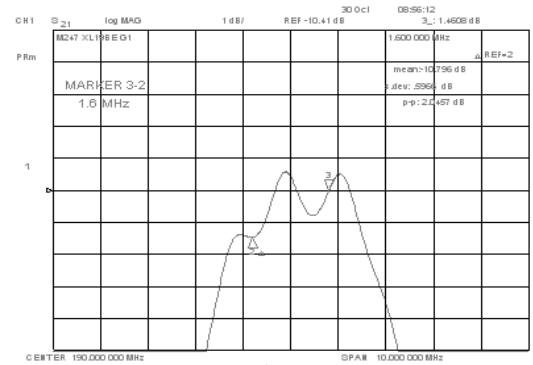
마찬가지로 단락형 시료도 측정을 위하여 5 x 5 ㎟ 크기를 갖는 SMD패키지에 실장하였으며, 50 Ω 정합시킨 후 측정하였다. 이와 같이 하므로써 반사기를 단락시켰을 경우 반사 특성을 보고자 하였다.

그러나 정합 후 삽입손실이 -14dB 이하로 측정되었으며, 정합 후 리플 특성은 3dB로 측정되었다. 필터는 정합 후 삽입손실이 -18dB 이하로 측정되었고, 정합 후 리플 특성은 3dB로 나타났다.

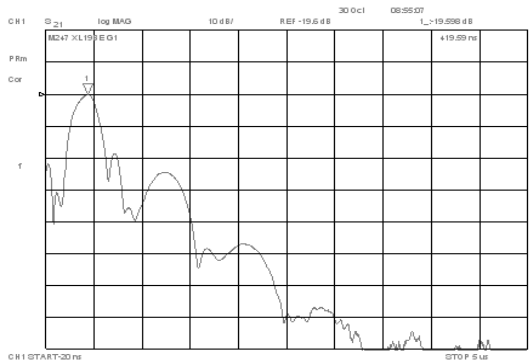
이러한 결과에 비추어 반사기에 의한 반사파의 위상을 45°로 보기에는 적합하지 않은 결과로 추정된다. IDT 전극과 반사기 그리고 IDT 접지와 반사기를 주기적으로 구성한 단락형 전극 필터의 응답 특성을 그림 6에 나타냈다.



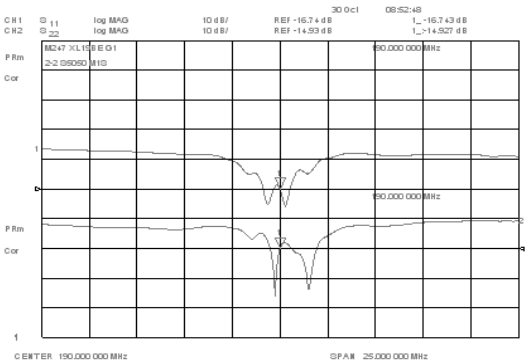
(a)



(b)



(c)



(d)

그림 6. (a) 단락형 전극 필터의 주파수 응답 (b) 주파수 응답에 대한 리플 특성 (c) 단락형 전극 필터의 시간영역 특성 (d) 단락형 전극 필터의 되돌림 손실

Fig. 6 (a) The frequency response of the short-type IDT filter. (b) The ripple characteristics of the frequency response. (c) The time domain of the open-type IDT filter. (d) The return loss of the open-type IDT filter.

그림 6a에서 보듯이 중심주파수가 대략 190MHz정도, 30dB 대역폭은 8.2MHz측정되었으며, 삽입손실은 4dB 정도로 측정되었다. 그림 6b에서는 리플특성은 4dB 정도로 측정되었으며, 3dB 대역폭은 3.8MHz로 측정되었다. 따라서 형상인자는 2.15정도로 계산되었다. 또한, 그림 6c는 입・출력 IDT에 대한 리턴손실(Return-loss)이 18dB 이하로 각각 측정되었음을 보여준다.

아울러 그림 6d에서는 입・출력 IDT에 대한 리턴손실이 20dB 이하로 측정되었음을 보여준다.

이상과 같이 그림에서 보인 바와 같은 대표적인 결과들과 다른 결과들을 종합 및 비교해 보면 30dB 대역폭은 증가하였으며, 3dB 대역폭은 상대적으로 낮은 결과를 얻었다. 이는 신호소멸 특성이 열화된 현상으로 인해 목표치로 했던 50dB에는 못 미치는 결과를 낳았다. 그러나 이러한 전극 구성은 광대역 SAW 필터 제작에 도움 줄 것으로 사료된다.

Ⅳ. 결 론

본 연구에서는 광대역용 표면 탄성파 필터 제작하기 위하여 입력단에는 IDT를 직렬형태로 연결시킨 block 형태로 하중을 가하는 전극 방법을 쓰고 출력단은 withdrawal 형태로 하중을 가하는 방법을 채택하였으며, 정확한 필터 구현을 위해 자체 개발한 시뮬레이터를 이용하였다. 그리고 시뮬레이터를 이용한 모의실험 결과를 바탕으로 적절한 광대역 표면탄성파 필터를 제작하였다. 또한, SFIT의 단점인 전극에서의 회절현상들을 최소화하기 위하여 다른 압전기판에 비해 상대적으로 표면탄성파 속도가 느린 Langasite 기판을 써서 그 위에 전극을 형성시킨 필터를 제작하였다.

또한, withdrawal 형태의 빗살무늬 변환기의 단점인 신호소멸 특성을 보완하기 위하여 finger와 반사기 폭은 각각 1.8μm 및 3.6μm로 하였으며, finer와 반사기 거리는 2.0μm 간격으로 동일하게 형성하였다. 그리고 개방형의 경우 반사기 위치는 +전극과 - 전극으로부터 각각 1.5μm 간격을 유지하며, 단락형의 경우에서도 마찬가지로 + 전극으로부터 1.5μm 간격을 유지하도록 하였다.

그 결과 Langasite 기판위에 IDT를 주기적으로 형성시킨 시료에서 제작한 필터의 주파수 특성은 중심주파수가 대략 190MHz정도, 30dB 대역폭은 8.0MHz 정도로 측정됨으로써 광대역 필터로 사용할 수 있다고 판단된다. 아울러 정합 후 삽입손실은 -16dB 이하이고, 리플 특성 및 반사에 의한 잔향은 각각 4dB 및 -20dB이하로 측정되었다. 제작한 필터의 형상인자는 대략 2.2정도로 계산할 수 있었으며, UR특성은 열화 현상으로 낮은 경향성을 보였다.

따라서 본 연구에 사용한 시료에서 측정된 data는 다소 불안한 필터의 특성을 보이고 있고, 위상변화에 대한 적절한 조건은 얻지 못했지만, 이러한 전극 구성에 대한 시도를 통해 얻은 자료 등은 앞으로 있을 광대역통과용 SAW 필터 제작에 도움이 될 것으로 사료된다. 특히, 반사기 폭을 1λ/4로 하여 실험 한 결과로 미루어 짐작해보면 기존의 단상 단방향 변환기방식에서 사용했던 것보다 발전된 결과를 얻었다고 할 수 있겠다.

이상과 같이 앞서 기술한 자료를 종합해 보면 리플특성을 제외하고 전극구조가 개방형보다는 단락형인 경우에서 근소한 우위를 나타냈다고 하겠다. 지금까지 얻은 자료를 바탕으로 좀 더 만족스런 데이터를 얻기 위한 보완 연구는 계속 수행 중에 있다.

참고문헌

[1] C. S. Hartman, D. T. Bell, Jr., and R. C. Rosenfeld, Impulse Model Design of Acoustic Surface Wave Filters, IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, Vol. MTT-21, No. 4, pp.162-175, 1973

[2] G. L. Matthae, Acoustic Surface Wave Transversal Filters, IEEE Trans. Circuit and Theory, Vol. CT-20, No. 5, pp. 459-470, 1973.

[3] R. H. Tancrell, Analytic Design of Surface Wave Bandpass Filters, IEEE Trans. Sonics Ultrason., vol.SU-21,No.1, pp.12-22, 1974.

[4] T. Thorvaldsson, Analysis of The Natural Single Phase Unidirectional SAW Transducer, IEEE Trans. Ultrasonic Sym., pp.91-96, 1989.

[5] H. Yatsuda, K. Yamanouchi, Automatic CAD Design of SAW Filters Using Slanted Finger Interdigital Transducer, IEEE Trans. Sonics UFFC, Vol. 47, No.1, pp.140, 2000.

[6] H. Yatsuda, Design techniques for SAW filters using slanted finger interdigital transducers, IEEE Trans. Sonics UFFC, Vol. 44, No.1, pp. 453, 1997.

[7] 유일현, 광대역 통과 필터제작을 위한 모의실험기, 한국해양정보통신학회지, pp685, 2004.

[8] C. B. Chvets, P.G. Ivanov, V. M. Maka, V. S. Orlov, Design of SAW Filters on Langasite, IEEE Ultrasonic Symposium, pp. 99. 1999.

저자소개

유일현(Ilhyun, You)

현재 : 세명대학교
정보통신학부 교수

※전공분야 : 광학, 통신 filter
※관심분야 : SAW 필터