

# IF 대역 SAW 필터 설계 및 제작

## A Study on Design and Fabricate of a Intermediate Frequency Band SAW Filter

유 일 현\*, 권 희 두\*\*, 정 양 회\*\*\*

(Il Hyun You\*, Hee Doo Kwon\*\*, Yang Hee Joung\*\*\*)

### 요 약

본 연구는 35° Y-X Quartz 기판에 낮은 형상 요소를 갖는 Code Division Multiple Access(CDMA) 방식 기지국용 Intermediate Frequency (IF) 단 통과대역 필터를 설계하고 제작하는 방법에 대해 연구하였다. 이 기판 위에 임펄스 모델링을 이용하여 낮은 형상 요소를 갖는 표면 탄성과 필터를 제작하기 위해 입력단에는 Apodization weighted형의 빗살무늬 변환기, 출력단에는 Withdrawal weighted형의 빗살무늬 변환기로 구성하였다. 그리고 입출력 IDT의 개수는 리플의 영향을 최소화하기 위해 Kaiser-Bessel 창함수를 이용하였으며, 각각 2200쌍과 1000쌍으로 하였다. IDT 전극의 폭은 3.6  $\mu\text{m}$ , 간격은 3.5  $\mu\text{m}$ 였으며 두께는 파장과의 비를 고려해 6000Å으로 할 때 최적의 결과를 얻을 수 있었으며, 구경은 임피던스 정합을 위해 2mm로 하였다.

제작된 SAW 필터는 중심 주파수 115.2MHz, 통과대역 폭은 1.27MHz 이상, 형상 요소는 1.3 이하, 삽입손실 -15dB 및 저지대역 -45dB 이하인 특성을 얻을 수 있었다.

### ABSTRACT

We have studied a method to design and fabricate the Intermediate Frequency(IF) band pass filter with low shape factor which is used for CDMA base station on the 35° Y-cut X-propagation Quartz substrate.

In order to fabricate a device of the low shape factor for the IF SAW filter on this substrate, we employed apodization weighted type interdigital transducer(IDT) as an input and withdrawal weighted type IDT as an output by using impulse modelling method.

Also, using the Kaiser-Bessel window function, we have adopted 2200pairs and 1000pairs of input and output IDT respectively to minimize the effect of ripple.

Furthermore, the width and the space of IDT finger are 3.6  $\mu\text{m}$  and 3.5  $\mu\text{m}$  respectively. Thus, we can have optimal results when the IDT thickness is 6000Å in consideration of the ratio of SAW's wavelength while it's aperture is 2mm for impedance matching.

The fabricated SAW filter for CDMA had the property of almost 115.2MHz of a center frequency, less than 1.27MHz of bandwidth, less than 1.3 of shape factor, -15dB of out band attenuation insertion loss and -45dB of rejection band.

### 1. 서 론

현재 유통되고 있는 통신용 단말기를 이루는 부품 중 표면탄성과(Surface Acoustic Wave: SAW) 필터는 통신용 대역통과(Band pass) 필터로서 가장 각광 받고 있는 부품이며, 내(耐)전력성을 해결한 RF(Radio Frequency) 단 표면탄성과 필터개발에 성공하므로서 유전체 필터 대신에 표면탄성과(이하 SAW) 필터를 채택하게 되었다.[1,2]

SAW 필터는 전극의 기하학적인 구조에 의하여 주파수 특성이 결정되므로 IDT 전극구조를 원하는 주파수 특성을 얻을 수 있도록 최적화 시키는 것이 중요하다. 특정한 주파수 요구 특성을 만족하는 표면탄성과 필터를 설계하기 위해서는 전극 구조의 최적화를 통하여 변환기를 설계하여야 한다.[3,4] 따라서 SAW 필터를 설계하기 위해서는 모의 실험기(Simulator)의 개발은 필수적이며, 필터를 설계하기 위하여 개발된 모의 실험기는 D. C. Malocha 등이 개발한 SAW CAD 및 SAW COM 등이 있다.[5]

본 연구에서는 중심 주파수 115MHz 대역 통과 필터를 설계 및 제작하기 위한 모의 실험기를 개발하였으며, 낮은 형상요소를 갖게 하기 위하여 sinc함수를 사용하였다.

\* 세명대학교 컴퓨터 응용물리학과

\*\* 동양화학 중앙 연구소 전자재료 연구실

\*\*\* 국립여수대학교 전기공학과

접수일자: 1998년 7월 24일

이동 통신 CDMA(Code Division Multiple Access) 기지국용 IF(Intermediate Frequency) 대역통과 필터는 매우 낮은 저지대역과 낮은 형상요소(low shape factor)를 갖는 특징이 있다. 그러나, 일반적으로 필터는 형상요소가 1.3 이하인 필터를 구성하기 어렵기 때문에, 이러한 특성을 갖는 필터를 제작하기 위하여 입·출력단 IDT finger의 접침 정도를 하중(Weight)을 주는 이른바 weighted IDT 설계 방법을 택하였다. 입·출력 IDT를 weighted IDT로서 설계하기 위한 방법은 입력단은 apodization weighted IDT, 출력단은 withdrawal weighted IDT로 설계하는 방법과, 입·출력단 모두 apodization weighted IDT로 설계하는 방법 그리고 입·출력단 모두 withdrawal weighted IDT로 설계하는 방법이 있다. 일반적인 필터의 구성은 입·출력단 모두 apodization weighted IDT의 결합으로 이루어지지만, 음파의 심한 회절에 의하여 원하는 특성의 주파수를 얻지 못하는 단점이 있다. 이러한 단점을 제거하기 위하여 입력단은 apodization weighted IDT로, 출력단에는 withdrawal weighted IDT로 필터를 설계하고 모의 실험하였다. 아울러 진행파의 속도 식으로부터 원하는 중심 주파수에 맞게 전극의 간격과 주기를 결정하였으며, 입력단에는 apodization weighted형의 IDT, 출력단에는 withdrawal weighted형의 IDT를 구성하였다. 그리고 입·출력 IDT의 개수는 리플의 영향을 최소화하기 위해 Kaiser-Bessel 창 함수를 이용하여 각각 2200쌍과 1000쌍으로 하였다. 제작한 필터는 Quartz 표면에 광 마스크를 사용한 사진 건판(Photolithography)법을 이용하여 전극을 형성시켰으며, 제작된 필터의 주파수 응답과 모의실험 결과를 비교하였다.

II. 표면탄성과 속도 보정

전기적 충격 응답 방식을 이용한 설계에서는 전극의 가장자리에서 일어 나는 반사 효과를 고려할 수 없으므로 실질적인 표면탄성과의 입사파와 반사파를 직접 분석한 결합모드 방식식, 각 전극간의 전기적인 파의 분석을 포함하는 반사열 모델 등을 도입하여 보정하여야 한다. 중심주파수를 결정하는 가장 중요한 것은 압전체에서의 표면탄성과 속도이다. 그러나 전극이 없는 압전체 위를 진행하는 표면탄성과의 속도는 전극이 있는 표면에서의 속도와 다르므로 정확한 중심주파수를 얻기 위해서는 전극이 있는 경우에 대해서, 표면탄성과의 속도를 보정해 주어야 한다.[6,7] 압전기판 위에 일정한 넓이와 길이를 갖는 전극이 존재할 경우 전극이 차지하는 면적 전체는 등전위면을 형성하므로 만들어 내고자 하는 정현파를 왜곡시킨다. 이로 인한 전기적 섭동에 관련한 항은

$$D_k = -\frac{1}{2} \left[ 1 + \frac{P_s(-\cos(\pi\eta))}{P_{s-1}(-\cos(\pi\eta))} \right] \quad (1)$$

이다.

여기서  $\eta$ 는 전극의 넓이와 전극 열의 주기(P)와의 비이며,  $P_s(x)$ 는  $x$ 에 관한  $s = p/\lambda$  차 Legendre 함수를 나

타낸다. 또 하나의 섭동항은 임의의 질량을 가진 전극이 압전기판 위에 형성됨에 따른 표면탄성과의 진행에 영향을 주게 된다. 이러한 역학적 섭동항은

$$D_m = \frac{\pi k^2}{C_s} \left[ \left| \frac{U_1}{\phi} \right|^2 (\alpha_1 - \rho' \nu_f^2) + \left| \frac{U_2}{\phi} \right|^2 (\alpha_2 - \rho' \nu_f^2) - \left| \frac{U_3}{\phi} \right|^2 \rho' \nu_f^2 \right] \quad (2)$$

이다. 여기서  $U_1, U_2, U_3$ 는 x, y, z 압전기판 표면 방향의 변위,  $\phi$ 는 기판표면의 전위,  $C_s$ 는 전극 캐패시터의 정전용량,  $k^2$ 은 전기기계 결합계수,  $\alpha_n$ 은 전극 각 방향으로의 탄성율,  $\rho'$ 은 전극의 질량 밀도를 각각 나타낸다.

위에서 제시한 모든 섭동항을 고려하여 보정된 실제 전극이 놓인 압전기판 위에서의 표면탄성과의 속도는

$$\nu = \nu_f \left( 1 + \frac{\Delta \nu}{\nu_f} \right) = \nu_f \left( 1 + D_k \left( \frac{k^2}{2} \right) + \eta D_m \left( \frac{H_m}{\lambda} \right) \right) \quad (3)$$

으로 나타낸다.[8]

여기서  $\nu_f$ 는 전극이 없는 압전기판 표면에서의 표면탄성과의 속도이며,  $H_m$ 은 전극의 두께를 나타낸다. 식 (3)을 이용하여 보정된 표면탄성과의 속도를 계산한 후에, 원하는 중심주파수에 맞게 전극의 간격과 주기를 결정할 수 있게 된다. 즉, 진행파의 속도식인  $\nu = f_0 \lambda$ 를 이용하면 요구되는 중심 주파수에 해당하는 표면탄성과의 파장을 계산할 수 있으며,  $f_0$ 는 중심 주파수를 의미한다. 그러므로  $2f_0$  샘플링 방법으로 제작한 단일 전극을 사용하여 IDT를 설계하는 경우, IDT 전극(finger)의 폭과 전극간의 간격(space)을  $\lambda/4$ 로 정하고,  $4f_0$  샘플링 방법으로 제작하는 이중 전극을 사용할 때에는 전극의 폭과 간격을  $\lambda/8$ 로 조정한다.

그림 1은 표면탄성과 필터의 개략적인 구조를 나타내고 있다.

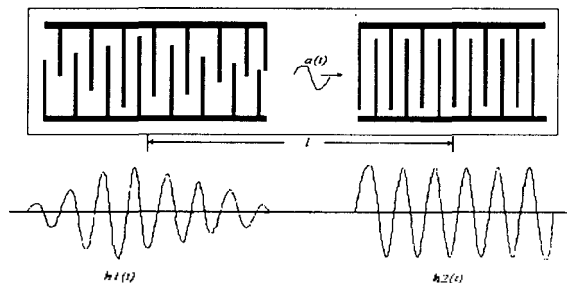


그림 1. 전형적인 표면탄성과 대역통과 필터  
Fig. 1. Representative SAW bandpass filter corresponding to the filter.

그림에 도시한 바와 같이 표면탄성과 필터는 입력 IDT,

전파로, 그리고 출력 IDT로 구성된다. 그림에서 왼쪽의 변환기는 입력측 IDT이고 오른쪽은 출력측 IDT이며, l은 두 IDT의 중심사이의 거리를 나타낸다.

### III. 실험

#### 1. 낮은 형상요소 필터 설계

이동 통신 CDMA(Code Division Multiple Access) 기지국용 IF(Intermediate Frequency) 대역통과 필터는 매우 낮은 저지대역과 낮은 형상요소(low shape factor)를 갖는 특징이 있다. 일반적으로 필터는 형상요소가 1.3이하이고, 저지대역이 -60dB이하인 필터를 구성하기 어렵다. 일반적인 필터의 구성은 입·출력단 모두 apodization weighted IDT의 결합으로 이루어지지만, 음파의 심한 회절에 의하여 원하는 특성의 주파수를 얻지 못하는 단점이 있다. 이러한 단점을 제거하기 위하여 입력단은 apodization weighted IDT형태로 구성하고, 출력단에는 withdrawal weighted IDT로 구성된 필터를 설계하고, 모의 실험하였다.

#### 1) Apodization weighted IDT 설계 및 모의실험

Apodization weighted IDT는 전극(finger)접침의 정도가 일정한 크기의 차로 일정하게 변하는 모양으로 구성된 전극 형태(그림 1의 왼쪽 IDT)를 일컫는다. 전극 접침의 길이는 가장자리에서 중심으로 갈수록 전극의 접침 정도가 커진다. 일반적으로 알려진 창함수만을 사용한 IDT 구조로는 1.3이하의 낮은 형상요소를 가진 필터를 구성하기가 매우 어렵다. 이러한 특성을 만족하기 위한 IDT 구성은 입력단과 출력단 모두  $\sin x/x$  (sinc) 함수를 갖는 apodization 형태로 구성해야 하지만 음파의 회절을 감안하면 실제 소자 제작에 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 방법으로 입력단은 sinc 형태의 apodization 형태로 전극을 구성하고 출력단은 sinc 형태의 withdrawal 형태를 취하므로 1.3이하의 형상요소를 갖는 주파수 응답을 얻을 수 있다. 사각파 형태의 이상적인 주파수 응답을 갖기 위한 sinc 형의 임펄스 응답은

$$h(t) = \frac{\sin(2\pi)(f-f_0)t}{2\pi(f-f_0)t} \quad (4)$$

이다.[9]

그림 2에서는 표본추출(sampling)의 수를 제한한 sinc 함수로서 구성된 임펄스 응답의 특성을 나타내고 있으며, 임펄스 응답의 표본추출의 수를 180개로 하였고, y축은 전극의 접침 정도를 일정비율로 변화시킨 것이다.

그림 2는 모의 실험용으로 제작한 apodization 형태를 하고 있는 입력측 IDT에서 전기적 충격응답을 보여주고 있다. 그림 2의 결과를 Fourier 변환하였더니, 주파수 응답은 통과 대역에서 많은 리플이 발생하였으며, 이는 무한대의 sinc 함수를 일정부분에서 절단하였을 경우 많은 리플이 발생한 결과로 판단된다. 아울러 정확한 신호처리를 요구하는 IF 단 필터 응용에는 통과대역의 Gibbs현상에 의한 많은 문

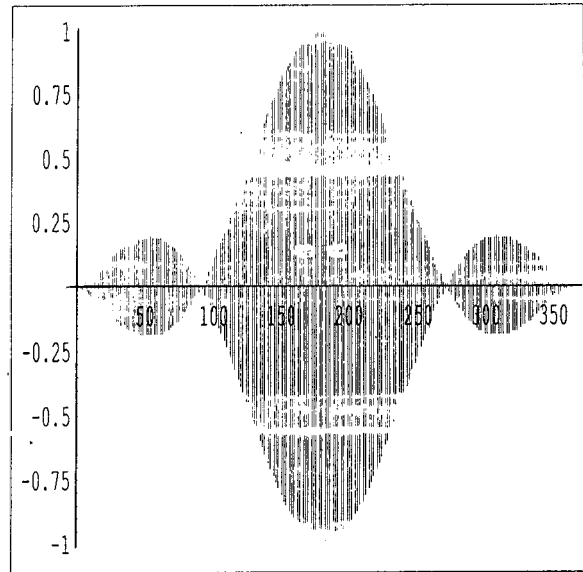


그림 2. IF 필터의 입력 변환기의 전기적 충격 응답  
Fig. 2. Impulse response for input transducer of IF filter.

제점이 야기될 수 있다. 이러한 문제점을 제거하기 위한 방법으로 창함수를 이용하면 통과대역의 리플을 줄일 수 있으며, 저지대역을 낮출 수 있다. 여기서 창함수를 적용한 전기적 충격응답(Impulse Response)에 있어서, 연구 수행시 계산된 주파수 응답의 통과 대역에서의 리플은 거의 0에 가까워짐을 확인할 수 있었다. 이러한 결과에 비추어 창함수를 이용하게 되면 1.3이하의 낮은 형상요소의 특성을 갖는 주파수 응답을 얻을 수 있다. 또한, 중심 주파수는 CDMA 기지국에 응용될 수 있는 IF단의 115MHz 대역을 목표로 하였으며, 이 필터는 -65dB이하의 저지대역과 0.1이하의 작은 리플을 요구한다. 이러한 요구조건을 만족하기 위하여 Kaiser-Bessel 창함수의  $\beta$  값을 2.5로 하여 계산하여 주파수 응답 특성에 대한 모의 실험한 결과를 그림 3에 보였다.

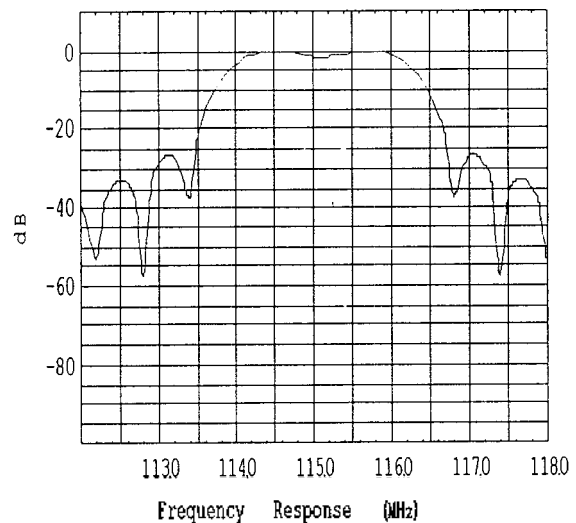


그림 3. 입력 IDT에 대한 주파수 응답  
Fig. 3. Frequency response for input IDT.

그림에서 보듯이 중심 주파수는 115MHz 정도이고, 통과대역에서의 리플은 2dB 정도로 측정되었음을 볼 수 있다.

2) Withdrawal weighted IDT 설계 및 모의실험

Withdrawal weighted IDT는 전극(finger) 겹침의 정도가 일정한 모양 (그림 1의 오른쪽 IDT)으로 구성된 전극 형태를 일컫는다.[6]

낮은 형상요소와 낮은 저지대역을 갖는 필터를 설계하기 위하여 입·출력단 모두 하중이 주어진 IDT를 이용하여 설계한다. Withdrawal weighted IDT로만 구성된 필터는 낮은 형상요소를 얻기 어려우므로, 낮은 형상요소를 얻기 위하여 입력단에는 apodization weighted IDT와 출력단에는 Withdrawal weighted IDT로 구성하였다.[10] 이러한 특성을 갖는 임펄스 응답의 특성을 그림 4와 그림 5에

각각 나타내었다.

그림 4는 모의 실험용으로 제작한 Withdrawal weighted 형태인 출력측 IDT에서의 임펄스 응답을 나타내고 있으며, 그림 5는 115MHz 주파수 응답특성을 보여주고 있다.

모의 실험 결과에서 전극의 개수에 의하여 통과대역의 폭은 차이를 보였으며, 전극의 개수가 많을수록 통과대역의 폭이 좁아졌고, 적을수록 통과대역의 폭이 넓어짐을 알 수 있다. 따라서 본 연구에서는 전극의 개수를 입력측 변환기는 2200쌍, 출력측 변환기는 1000쌍으로 제작함으로써 형상요소가 1.3정도 되는 통과대역의 폭을 구할 수 있었다. 그림3과 그림5를 각각 입력과 출력 변환기로 사용하였을 경우 전체 주파수 응답은 두 주파수 응답의 곱으로 표현된다.

그림 6은 Kaiser-bessel 창함수를 이용한 표면 탄성과 필터의 최종 응답의 모의실험 결과를 도시하였다.

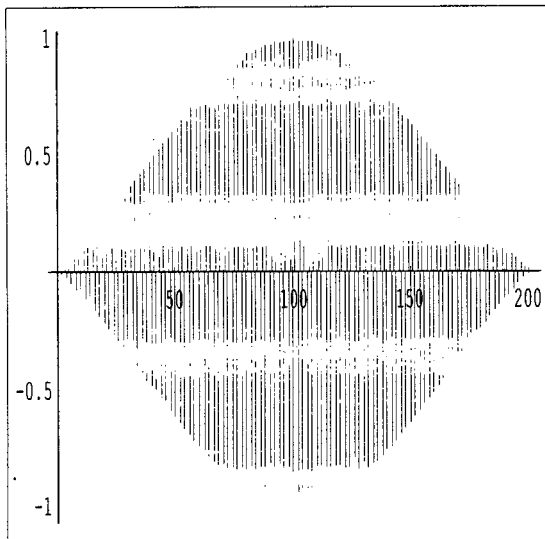


그림 4. IF 필터의 출력 변환기의 전기적 충격 응답  
Fig. 4. Impulse response for output transducer of IF filter.

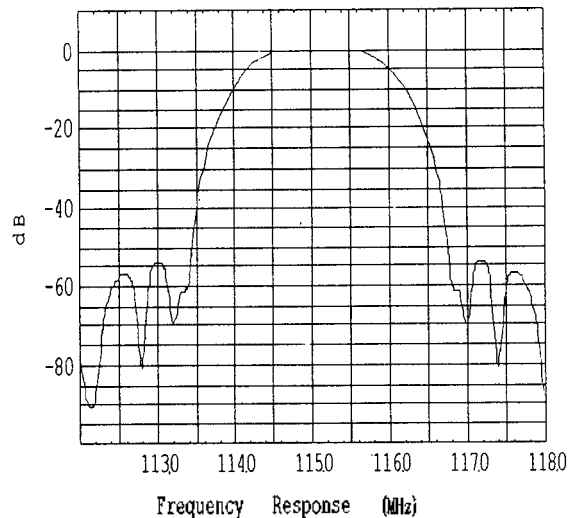


그림 6. IF 대역 통과 필터에 대한 전 주파수 응답  
Fig. 6. Total frequency response for IF band pass filter.

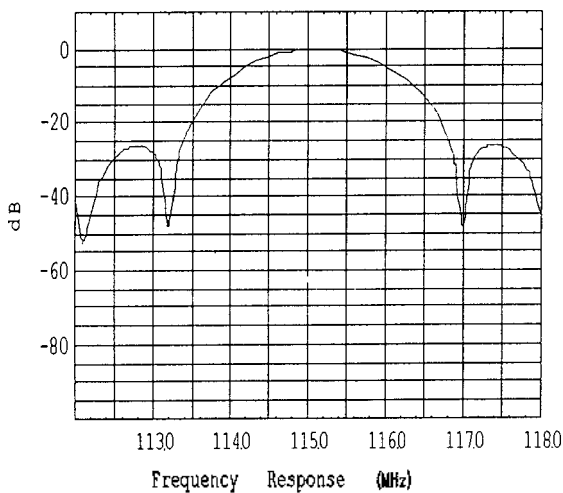


그림 5. 출력 IDT에 대한 주파수 응답  
Fig. 5. Frequency response for output IDT.

그림 6의 결과는 입력측을 2200쌍의 전극을 가진 apodization IDT로 하고, 출력측은 1000쌍의 전극을 가진 Withdrawal IDT로 형성된 SAW 필터의 전체적인 주파수 응답의 특성을 보이고 있다. 이 결과로부터 SAW 필터의 전체 주파수 응답은 입력단의 주파수 응답과 출력단 주파수 응답의 곱으로 구할 수 있음을 알 수 있다. 그림에 도시한 바와 같이 설계한 표면탄성과 필터의 전체 주파수 응답은 중심주파수가 115MHz 정도이며, 약 3dB에서의 통과대역폭이 대략 1.3MHz이고, 저지대역 레벨이 -50dB 이하임을 보여 주고 있다. 그러나 본 모의실험 결과는 반사에 의한 영향(Triple Transit Echo : TTE)과 최절 영향이 고려되지 않은 결과이므로 필터의 손실이 나타나지 않는다. 모의 실험에서는 중심주파수와 통과대역 폭을 기준으로 최적화를 수행하였으며, 저지대역 레벨은 -45dB이하, 리플은 0.7dB이하를 목표로 실험하였다.

2. IDT 제작

모의실험에 의하여 얻은 결과를 바탕으로 설계한 IDT를 압전 재료인 35° Y-cut X-propagation Quartz 표면에 사진 건판법을 써서 AI 전극을 진공 증착하였다.

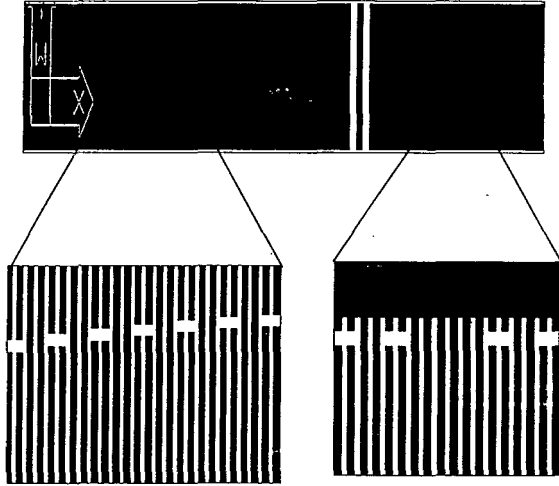


그림 7. CDMA 기지국용 IF 필터의 IDT 형상  
Fig. 7. IDT pattern for CDMA base station IF filter.

그림 7은 모의실험한 결과를 바탕으로 하여 35° Y-X Quartz 표면에 증착시킨 115MHz 대역의 CDMA 기지국용 IF대역통과 필터의 전극 구조의 일부를 나타내고 있다.

연구에서 Quartz 기판에서의 표면탄성파 전파속도는 3295m/s이나, AI 전극을 6000 Å 두께로 형성시켰을 경우 전극 캐패시터의 정전용량(Cs)은 0.5(PF/m), 전극기계 결합계수( $k^2$ )는 0.11(%)로 계산되었다.[9] 아울러 보정한 표면탄성파의 속도는 3285.6m/s이며, 이 값을 바탕으로 진행파의 속도식인  $v = f_0 \lambda$ 에 의하여 얻은 표면 탄성파의 파장은 28.4  $\mu\text{m}$ 이다.  $2f_0$ 표본화를 취하였을 때 전극의 폭은 표면탄성파 파장의 1/4인 7.1  $\mu\text{m}$ 임을 알 수 있다. 그러나 1/4  $\lambda$ 로 전극을 형성할 경우 탄성파의 반사에 의하여 원하는 주파수 응답을 얻을 수 없었으며, 이 문제점을 최소화하기 위하여 전극을 1/8  $\lambda$ 가 되도록 전극을 형성하였다. 또한, 이때 사용한 표면탄성파 필터의 전극 구조는 리플을 최소화하기 위하여 Kaiser-Bessel 창함수를 사용하여 가중치를 둔 2200쌍의 apodization weighted IDT로서 형성된 입력측 IDT와 1000쌍 withdrawal weighted IDT로서 형성된 출력측 IDT로 구성하였다. 제작한 SAW필터의 IDT 전극(finger)폭은 3.6  $\mu\text{m}$ , 전극간격(space)은 3.5  $\mu\text{m}$ 으로 구성하였다. 그리고 필터의 구경(aperture)은 임피던스 정합 조건(50 $\Omega$ )을 고려하여 2mm( $\approx 70 \lambda$ )로 하였다. 아울러 입력 측에서 형성되어 진행되는 표면탄성파의 속도와 반사를 일정하게 하기 위하여 접점이 없는 영역에도 무극(dummy)전극을 설치하였다. 또한, 입력 측 전극에 인가된 신호가 전자파 형태로 직접 출력 측 전극에 도달하는 것을 막기 위하여 두 전극 사이에 전자파 차폐용 전극을 위치시켰다.

IV. 결과 및 고찰

전기적 충격 방법으로 제작된 특성을 이용하여 전기기계 결합계수가 낮은 35° Y-X Quartz기판 위에 apodization weighted IDT와 withdrawal weighted IDT를 이용하여 shape factor 1.3이하의 필터를 제작하려 하였다. 모의 실험한 표면탄성과 필터의 전체 주파수 응답은 중심주파수가 115MHz로 측정되었고, 약 3dB에서의 통과대역은 1.5MHz 정도이고 저지대역 레벨은 -50dB이하로 추정되었다.

모의 실험한 결과를 바탕으로 제작한 SAW 필터의 주파수 응답을 회로망 분석기(HP 8510C)로 측정한 결과를 그림 8에 보였다.

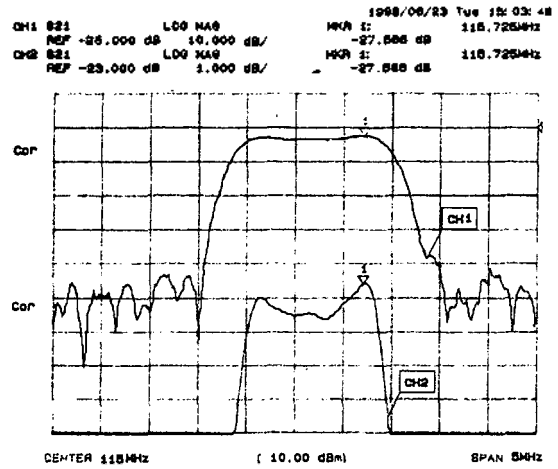


그림 8. 115.2MHz 통과 대역 필터의 측정된 주파수 응답  
Fig. 8. Measured frequency response of 115.2MHz band pass filter.

그림 8은 CDMA 기지국용 필터의 주파수 특성을 보이고 있다. 필터는 상온에서 측정하였으며, 입력측 측정 임피던스는 50 $\Omega$ 으로 하여 측정하였다. 그림에서 CH1의 경우 눈금은 X축이 0.5MHz/Div이며, Y축은 10dB/Div를 의미하며, CH2 경우 X축은 동일하지만 Y축의 눈금은 1dB/Div로 하여 측정한 것으로 통과 대역내의 리플을 좀더 정확히 묘사한 것이다. CH1에서 보인 것처럼 3dB에서의 통과대역은 1.3MHz이고, 필터의 삽입손실은 -15dB, 저지대역은 -45dB이하로서 설계조건과 비교해 만족할만한 결과를 얻었다. 그리고 그림에서 30dB와 60dB에서의 통과대역 비율 의미하는 형상요소는 1.4정도로 측정되었다. CH2에서 통과대역에서의 리플은 1dB정도이며 중심 주파수는 115.2MHz 정도로 측정됨으로서, 설계조건과 약간 벗어난 결과를 얻었다. 이러한 오차는 apodization IDT에서 발생하는 음파의 회절현상과 측정 치구(Zig)에서의 잡음 그리고 제조 공정상의 오차로 인하여 발생하는 현상으로 사료된다. 이러한 실험결과는 모의 실험 결과와 비교해 본 결과 좋은 일치를 보였다.

V. 결 론

본 연구에서는 중심주파수 115MHz 대역의 이동 통신 용 CDMA 기지국 IF 단 필터를 설계 및 제작하였다. 압전 기판 위에 AI 전극을 6000Å 두께로 형성시켰을 때 보정된 표면탄성파의 속도는 3285.6m/s로 계산되었으며, 표면탄성파의 파장은 28.4µm이다.

아울러 기판에서의 전극형성과 관련된 캐패시터의 전기용량(Cs)은 0.5(PF/m), 전기기계 결합계수(k<sup>2</sup>)는 0.11(%)로 계산하였다. 표본화를 2f<sub>0</sub>로 하였을 때 탄성파의 반사에 의하여 원하는 주파수 응답을 구할 수 없었으며, 이를 해결하기 위하여 전극을 1/8 λ로서 형성하였고, Kaiser-Bessel 창함수를 사용하여 리플을 최소화하였다.

그리고, 기지국용 IF 필터의 필수조건은 낮은 저지대역과 낮은 형상요소에 있기 때문에 필터는 -50dB 이하의 저지대역을 형성하는데 많은 어려움이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 weighted IDT를 설계할 수 있는 모의 실험기를 개발하였다. 필터를 제작할 경우에 입력단은 apodization weight를 주고 출력단에는 정규형의 IDT로서 필터를 제작하지만, 이 필터의 단점은 apodization인 경우 회절에 의한 저지대역의 특성이 좋지 않은 결과를 낳게 되고 정규형의 출력단 경우 낮은 형상요소를 얻기 어려운 단점을 가지고 있다.

그러므로 입력단에는 apodization weighted 형태의 IDT와, 출력단에는 withdrawal weighted형 IDT로서 필터를 설계하였다. 아울러 접점이 없는 영역에도 무극(dummy)전극을 설치하여 입력단에서 형성되어 진행되는 표면탄성파의 속도와 반사를 일정하게 하고, 입력측 전극에 인가된 신호가 전자파 형태로 직접 출력측 전극에 도달하는 것을 막기 위하여 두 전극 사이에 전자파 차폐용 전극을 위치 시켰다.

Mathematica package를 이용하여 모의 실험한 결과는 TTE나 회절의 영향이 고려되지 않은 결과이므로 필터의 손실이 나타나지 않았으며, 중심 주파수 115MHz 정도이고, 3dB에서의 통과대역은 1.4MHz 정도로 측정되었으며, 저지대역은 -50dB 이하로 측정되었다.

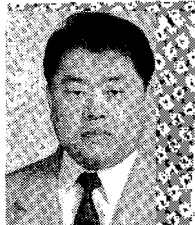
모의 실험을 바탕으로 제작한 필터의 중심주파수는 115.2MHz 정도이며, 통과대역은 1.3MHz 정도, 저지대역은 -45dB 이하, 형상 요소는 1.4 이하 및 삽입손실은 -15dB로서 설정조건을 만족하였다. 그러나 통과대역에서의 리플은 1dB로서 설계조건인 0.7dB 이하에 못 미치는 결과를 얻었다.

Reference

1. Cliton S. Hartmann, Delamer T. Bell, jr., and Ronald 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. George L. Matthaei, "Acoustic Surface-Wave Transversal Filters," IEEE Trans. Circuit and Theory, Vol CT-20, No. 5, pp. 459-470, 1973.
3. M. Hikita, H. Kojima, T. Tabuchi, and Y. Kinoshita, "800 MHz High Performance SAW Filter Using New Resonant

- Configuration," IEEE Trans. Microwave Theory Tech. MTT-17, 510, 1985.
4. Colin Campbell, "Surface Acoustic Wave Devices and Their Signal Processing Application," Academic Press, 1989.
5. D. C. Malocha, C. D. Bishop, "The Classical Truncated cosine Series Functions with Applications to SAW Filters," IEEE Trans. Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, Vol. UFFC-34, No.1 pp. 75-85, 1987.
6. T. Thoravaldsson, B. P. Abbott, "Low Loss SAW Filters Utilizing the Natural Single Phase Unidirectional Transducer (NSPUDT)," Ultrasonic Symposium, pp. 43-48, 1990.
7. Gerhard Fischerauer, Bernhard Bader, Peter Russer, and Robert Weigel, "Design of Mobile Phone IIDT-Type SAW Filters with Block-Like Distribution of Transducers," IEEE Trans. Microwave Theory and Techniques, Vol. 42, No.7, pp. 1380-1386, 1994.
8. D. P. Morgan and P. Durrant, "Low Loss Filters Using Group-type SPUDT Transducers," Ultrasonic Symposium, pp. 31-35, 1990.
9. T. Uno and H. Jumonji, "Optimization of quartz SAW resonator structure with groove gratings," IEEE Trans. on Sonics and Ultrasonics, Vol. SU-30, pp. 299-310, 1982.
10. K. Yamanouchi and M. Takeuchi, "Applications for Piezoelectric Leaky Surface Waves," IEEE Ultrasonic Symposium, 11-18, 1990.

▲유 일 현 (Ilhyun You) 1954년 2월 28일생



1979년 2월 : 인하대학교 응용물리학과(공학사)  
 1982년 8월 : 인하대학원 응용물리학과(공학석사)  
 1991년 2월 : 인하대학원 응용물리학과(공학박사)  
 1992년 3월~현재 : 세명대학교 컴퓨터 응용물리학과 조교수


\*주관심분야 : SAW filter, 수정 진동자

▲권 희 두 (Heedoo Kwon)

현재 : 동양화학 중앙 연구소 전자재료 연구실  
 Vol.14, No.4, p. 64, 1995. 참조

\*주관심분야 : SAW filter 제작

▲정 양 희 (Yanghee Joung) 1960년 12월 25일생



1983년 2월 : 단국대학교 응용물리학과(공학사)  
 1985년 2월 : 인하대학원 응용물리학과(공학석사)  
 1993년 2월 : 인하대학원 전자재료공학과(공학박사)  
 1988년~1995년 : LG 반도체 선임연구원

1995년 3월~현재 : 국립여수대학교 전기공학과 조교수

\*주관심분야 : 반도체 재료 및 공정기술