

CDMA 기지국용 SAW BAND PASS FILTER 의 설계 및 제작

김재천, 윤영섭

인하대학교 대학원 첨단정밀공학과

Tel 032-873-1345, Fax 032-875-5882

Design and Fabrication of CDMA Base Station SAW Band Pass Filter

Jae Chun Kim and Yung Sup Yoon

Department of Advanced Precision Engineering, Inha University

Tel 032-873-1345, Fax 032-875-5882

ABSTRACT

CDMA base station SAW filter has been designed and fabricated successfully. Through the computer simulation, SAW filter is designed to have center frequency of 69.99MHz, ripples lower than 0.7dB and rejection level lower than 50dB. To obtain low noise band pass SAW filter, Input electrode has a apodization type and output electrode has a withdrawal type. For the fabrication of the SAW filter, Al thin film is deposited to the quartz substrates. The fabricated SAW filter has center frequency of 70.5MHz, ripples of 1dB and rejection level of 45dB.

Transducer : IDT) 를 사용하여 전기적 신호를 압전 기관의 표면을 따라서 전파하는 표면탄성파로 변환하고 발생된 표면탄성파를 출력측 변환기에서 전기적인 신호로 다시 변환하여 검출하는 소자이다. 표면탄성파의 장점으로는 표면 어디서나 감지가 가능하기 때문에 지연경로내에서의 많은 점에서 동시 샘플링이 가능하다는 점이다.^{1),2)} 또한 제조공정이 매우 간단 하므로 대부분의 반도체 공정으로 1 μ m 패턴을 만들 수 있다. 이를 표면 탄성파 필터의 IDT finger 패턴으로 사용할 경우 1GHz 에서 동작하는 소자를 제작할 수 있다. 표면탄성파 필터는 전극의 기하학적인 구조에 의하여 주파수 특성이 결정되므로 인터디지털 변환기 전극구조를 원하는 주파수 특성을 얻을 수 있도록 최적화 시키는 것이 중요하다.^{3),4)}

1. 서론

표면탄성파 소자는 압전기관 위에 전극의 열을 사용하여 형성시킨 인터 디지털 변환기 (InterDigital

2. 기본이론

필터의 기본 구조는 지연선으로 분리된 N 개의 IDT 로 이루어져 있으며, 각각의 전극은 weighting 되어진다.

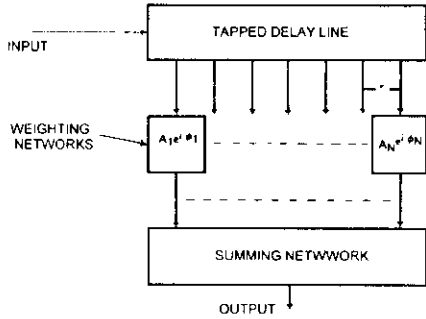


Fig. 1. Ideal filter based on uniform tap delay line

Fig. 1 에서 보듯이, signal 이 지연선을 따라 통과 되므로 지연된 signal 의 합으로 얻어진다. 필터에서의 지연선은 IDT finger 의 위치가 되고 하중계수는 IDT finger 의 겹침이 된다.

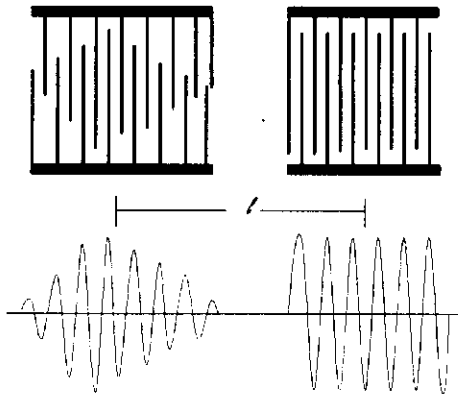


Fig. 2. Representative SAW bandpass filter corresponding to the transversal filter.

Fig. 2 에서 왼쪽의 변환기는 입력변환기이고 오른쪽 변환기는 출력변환기이다. 입력변환기 전달함수를 $H_1(\omega)$, 출력측 변환기의 전달함수는 $H_2(\omega)$ 라 하면 전체 전달 함수는 다음과 같다. 여기서 l 은 두 변환기 사이의 거리를 나타낸다.

$$\frac{V_0}{V_i} = H_1(\omega) \exp(-j\omega l / V) H_2(\omega) \quad (1)$$

필터이론에서 임펄스 응답의 $h(t)$ 에 대응하는 주파수 응답은

$$H(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t) \exp(-j\omega t) dt \quad (2)$$

(2)식의 역 Fourier 변환을 취함으로써 임펄스 응답 $h(t)$ 를 구할 수 있다.

$$h(t) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} H(\omega) \exp(j\omega t) d\omega \quad (3)$$

3. Kiser - Bessel 창함수

카이저-베셀 창함수는 주로 통과 대역폭의 ripple 을 줄이기 위해 사용 하는데 임펄스역 길이 M 과 형상매개변수 β 라는 두가지 변수를 가지고 있어 통과대역폭, 저지대역레벨을 최적화할 수 있다. 다음은 카이저-베셀 창함수이다.

$$\omega(t) = \begin{cases} I_0[\beta(1 - [(n - \alpha)/M]^2)^{1/2}] / I_0(\beta), & 0 \leq n \leq M \\ 0, & \text{그밖의 경우} \end{cases} \quad (4)$$

여기서 $\alpha = M/2$ 이고, $I_0(X)$ 는 0차 제1종 Bessel 함수이다. β 가 0인 경우에는 구형 창함수와 같이 가중치가 없는 경우이며 β 가 특정값을 가질 경우 가중치가 적용되어 일정한 진폭을 갖지 못한 경우이다.^[5,6]

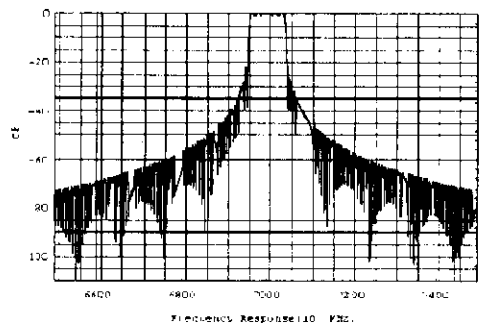


Fig. 3. Frequency response before the window function is applied

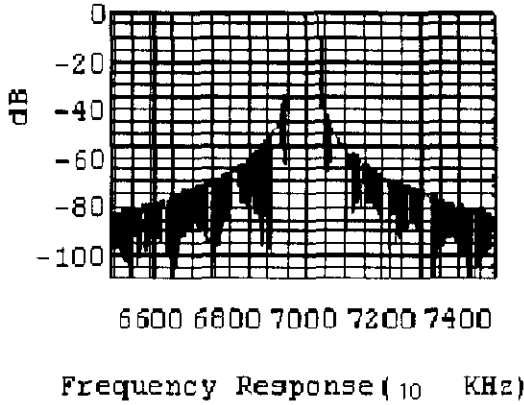


Fig. 4. Frequency response after the window function is applied

Fig. 3 과 Fig. 4 의 그래프는 창함수의 효용성을 보여준다.

4. 모의실험

본 연구에서는 입출력 모두 weighted IDT 로서 설계하였다. 입출력을 weighted IDT 로 설계하기 위한 방법은 입출력을 weighted IDT 로 설계하기 위한 방법은 입력단은 apodization weighted IDT 그리고 출력단은 withdrawal weighted IDT 로서 구성하는 방법과 입출력 모두 apodization weighted IDT 로서 설계하는 방법 그리고 입력단 및 출력단을 모두 withdrawal weighted IDT 로서 설계하는 방법이 있다.

이중 가장 이상적인 경우 입출력단 모두를 apodization weighted IDT 로 설계하는 것이나 이 경우 음파의 산란에 의하여 원하는 특성의 주파수폭 얻지 못한다. 이런 단점을 제거하기 위하여 입력단에는 apodization weighted IDT 를, 출력단에는 withdrawal weighted IDT 로 설계하였다. 이러한 필터의 장점은 입출력 IDT 에 모두 하중을 주면서 음파의 회전을 최소화 할 수 있다.

Fig. 5 와 같이 중심주파수 69.99MHz, 통과대역 1.3MHz 이상, 리플 0.7dB 이하, 저지대역 50dB 이하인

표면탄성파 필터를 설계하였다.

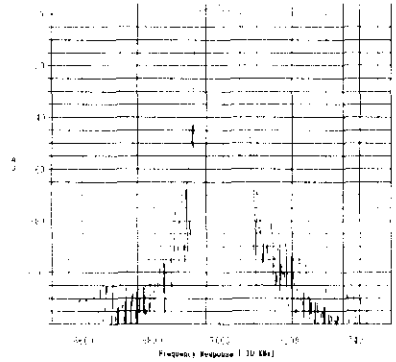


Fig. 5. Frequency response of center frequency 69.99MHz

5. 제작

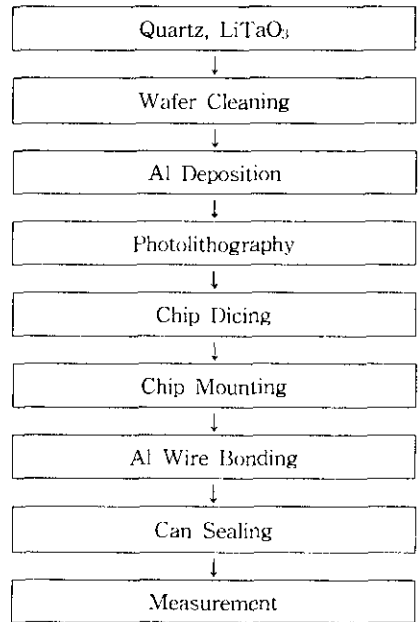


Fig. 6. Flow-chart of fabrication process for SAW filter

Fig. 6 과 같은 과정으로 제작되었고, 상온에서 측정하였다. 입출력 측정 임피던스는 50Ω 으로 하였다.

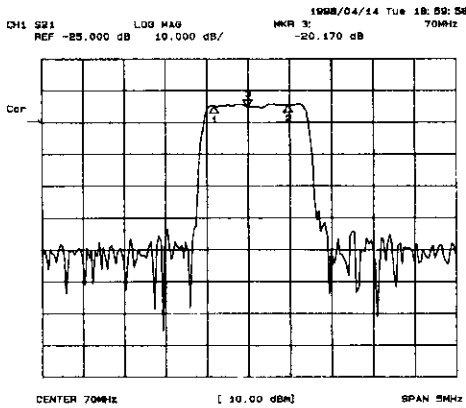


Fig. 7. Measured frequency response for CDMA base station IF bandpass filter

Fig. 7 에서 보듯이 제작된 필터의 중심주파수는 70.5MHz 이며 통과대역은 1.3MHz, 저지대역은 45dB, ripple 은 1dB 로 측정 되었다.

6. 결론

본 연구에서는 이동통신 CDMA 기지국용 IF 단 필터를 설계 및 제작하였다. 설계를 위한 시뮬레이터는 mathematica package 를 이용하였다. 개발된 시뮬레이터를 이용하여 모의실험한 결과 중심주파수 69.99MHz, 통과대역 1.3MHz 이상, ripple 0.7dB 이하, 저지대역은 60dB 이하로 계산 되었다.

실제 제작된 filter 의 경우, 중심주파수 70.5MHz, 통과대역 1.3MHz, 저지대역은 45dB 로서 개발하고자 하는 spec 을 만족 시켰으나 통과대역에서의 리플은 1dB 로서 요구 spec 0.7dB 에 못 미치는 결과를 얻었다. 이는 제작 공정의 개선이나 weighting 방법의 개선으로 리플을 줄일 수 있을 것이라 판단된다.

7. 참고문헌

[1] Clinton S. Hartmann, Delamer T. Bell, Jr., and Ronald C. Rosenfeld, "Impulse Model Design of

Acoustic Surface-Wave Filters", IEEE Trans. Microwave Thoery 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] Roger H. Tancrell, "Analytic Design of Surface Wave Bandpass Filters", IEEE Trans. Sonics Ultrason., Vol. SU-21, No. 1, pp. 12-22, 1974

[4] Kenneth R. Laker, Edward Cohen, Thoamas L Szabo, and John A. Pustaver, Jr., "Computer-Aided Design of Withdrawal-Weighted SAW Bandpass Filters", IEEE Trans. Circuits and Systems, Vol. CAS-25, No. 5, pp. 241-251, 1978

[5] M. Hikita, H. Kojima, T. Tabuchi, and Y. Kinoshita, "800MHz High Performance SAW Filter Using New Resonant Configuration", IEEE Trans. Microwave Theory Tech. MTT-17, 510, 1985

[6] 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