

창립  
40주년학술대회  
논문 87-G-20-5

두께진동모드를 이용한 고주파대역의 단일체 세라믹필터에 대한 연구

박 창 열, 위 규진, 이 두희  
연세대학교 전기 공학과

A study on the HF monolithic ceramic filter using thickness mode

Park Chang Yub, Wi Gyu Jin, Lee Doo Hee<sup>o</sup>  
Dept. of Electrical Engineering, Yonsei Univ.

Abstract

Using the energy trapping theory and the acoustic coupling theory, the Bandpass filter (center frequency = 10.7 MHz) of the fundamental thickness mode was made from the composition of  $(\text{Pb}_{0.96}\text{Sr}_{0.04})(\text{Zr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47})\text{O}_3 + 1 \text{ wt\% Fe}_2\text{O}_3$ .

Also, in the double mode monolithic filter, it was observed that as decreasing the size of the electrodes, or shortening the gap between two electrodes, the percent frequency separation was increased. Based on these, a 10.7 MHz uniaxial filter was made having the characteristics that bandwidth was 700 kHz, and the percent frequency separation was 6 %, and selectivity was 29 dB, and spurious response was 24 dB, and insertion loss was 7 dB.

1. 서론

현재 실용화되고 있는 압전세라믹필터의 중심 주파수는 기본두께진동방식을 이용한 것으로 10.7 MHz에 이르고 있으며 비대역폭은 약 3 %에 상응한다. 필터의 각 진동자간의 결합정도는 전극간격을 높이거나, 전극무게 또는 전극크기 등을 조절하여 제어될 수 있으며, 이는 비대역폭의 변화로써 관찰될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기본두께진동방식을 이용한 중심 주파수 10.7 MHz인 고주파세라믹필터에서 탄성결합정도를 조절하여 비대역폭을 증가시키고자 한다.

2. 실험

2-1. 시편의 제작

산화물혼합법으로  $(\text{Pb}_{0.96}\text{Sr}_{0.04})(\text{Zr}_{0.53}\text{Ti}_{0.47})\text{O}_3 + 1 \text{ wt\% Fe}_2\text{O}_3$  을 조성으로하여 보통소성법으로 시편을 제조하였고, 주파수상수로 부터 중심주파수가 10.7 MHz가 되도록 계산하여 일정한 두께로 차른뒤 40 kV/cm의 칙류전압을 가하여 분극하였다.

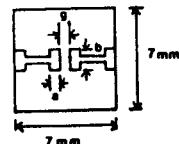
그리고, 이 시편에 일정한 무게의 은을 친공증착 하여 사진식각법으로 필터전극을 만들었다.

2-2. 전극구조에 따른 주파수특성 측정

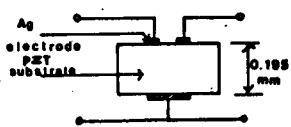
두께가 0.195 [mm]인 시편 위에 탄성결합정도를 조절하기 위해 표 (1)와 같이 전극사이의 간격이 g, 전극크기가 a X b인 이중모드필터를 구성하여 Impedance/gain phase analyzer로 주파수특성을 측정하였다. (그림 2-2)

2-3. 유니웨이퍼 필터의 주파수특성 측정

한번에 2개의 이중모드필터 전극을 갖는 유니웨이퍼 필터를 제작하여 주파수특성을 측정하였다(그림 2-3).



(a) 평면도



(b) 측면도

그림 2-2 표 (1)에 따른 이중모드필터의 구조

표 (1) 전극의 변화와 그 기호

전극간격 g(mm)	2/14				5/14		
	a X b (mm <sup>2</sup> )	0.5X1	0.4X1	0.25X1	0.25X0.7	0.4X1	0.25X1
기호	0 - A	1 - A	2 - A	3 - A	1 - B	2 - B	3 - B

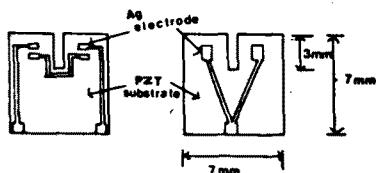


그림 2-3 유니웨이퍼 필터의 구조

### 3. 실험 결과 및 고찰

표(1)의 전극형태에 따르는 이중모드필터에서는 전극의 무게를 일정하게 할 때, 전극간격이 5/14 (mm)에서 2/14 (mm)로 작아질수록, 또 전극의 크기가 0.5X1 (mm<sup>2</sup>)에서 0.25X0.7 (mm<sup>2</sup>)으로 작아질수록 비대역폭이 증가되었고, (그림 3-1) 전극간격이 5/14 (mm), 전극의 크기가 0.4X1 (mm<sup>2</sup>)인 이중모드필터의 주파수특성은 선택도가 15 [dB], 대역폭이 130 [kHz]였다. (그림 3-2) 이는 전극간격이 작아질수록 공진 주파수대가 높은 반대칭 모드와 낮은 대칭 모드간의 주파수 차가 커짐으로써 결합인자가 증가하여 탄성결합 정도가 커지기 때문이다. 또한, 전극면적이 감소함에 따라 각 진동자에서 포획되는 탄성파의 공진 주파수가 증가하여 주변부의 공진주파수와의 차이가 작아지게 되며, 따라서 반대칭 모드와 대칭 모드와의 주파수 차가 증가하여 탄성 결합정도가 커지게 된다.

그러므로, 일정한 두 개의 동일한 필터에 있어서 탄성결합 정도가 전극의 크기와 간격, 그리고 무게에 거의 선형적으로 반비례하므로, 두 개진동방식을 이용한 필터에서는 중심주파수가 높아질수록 일정한 비대역폭을 유지하기 위해서는 전극의 크기와 간격, 무게가 작아져야 한다.

또한, 2/14 (mm), 전극의 크기가 0.25X1 (mm<sup>2</sup>)인 두상의 필터전극으로 구성된 유니웨이퍼 필터는 선택도가 29 [dB], 대역폭이 700 [kHz]로서 이중모드필터의 경우보다 선택도와 대역폭이 증가되었다(그림 3-3).

이는 유니웨이퍼 필터에 있어서 두개의 필터전극에 의하여 입력된 신호가 차례로 어과됨으로써 출력되는 신호의 선택도가 향상되어지기 때문이다.

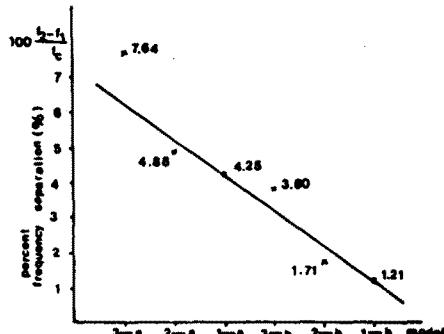


그림 3-1 전극구조에 따른 비대역폭의 변화

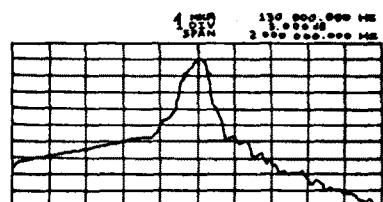


그림 3-2 이중모드필터의 주파수특성

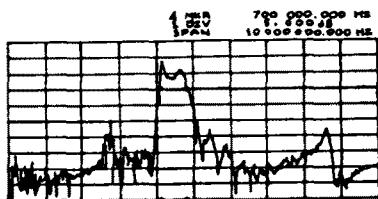


그림 3-3 유니웨이퍼 필터의 주파수특성

#### 4. 결론

- 1) 이중모드전극에서 전극의 크기가 커질수록, 또 전극의 간격이 넓어질수록 탄성결합정도는 작아지며 그에 따른 비대역폭이 감소하였다.
- 2) 중심주파수가 10.7 MHz인 유니웨이퍼 세라믹필터의 특성은 대역폭이 700 [kHz], 선택도 29[dB], Spurious response 24[dB], 삽입손실 7[dB], 그리고 비대역폭이 6[%]로서 이중모드필터보다 선택도와 대역폭등이 향상되었다.

#### 5. Reference

- 1) Beaver "Analysis of Elastically coupled Piezoelectric Resonators" J.Acoust.Soc.Am. vol.43 No.5 pp.972 - 981, 1968
- 2) Dworsky "Monolithic Crystal filter Design using a variational coupling approximation" IEEE Trans. Sonics and Ultrasonics vol. su-28 No.4, 1981
- 3) IRE Standards on Piezoelectric Crystals. Proc. IRE 46, pp.764 - 778, 1958
- 4) Sykes "Monolithic Crystal Filters" IEEE Int. Conv. Rec., pt.11, pp.78-93, 1967
- 5) Shockley "Energy Trapping and Related Studies of Multiple Electrode Filter Crystals" Proc. 17th Freq. Cont. Symp., pp.88-126, 1963
- 6) 中嶋 '基本厚みと共振力によるVHF常圧電セラミックフィルタ' 電子通信学会論文誌 Vol. J60-C, No.9, 1977