

I. 서 론

이동 통신 단말기는 1980년대 Pager에서부터 1990년대 아날로그 셀룰러, 디지털 셀룰러로 계속 발전되어 2000년대에 이르러 PCS, IMT2000으로 이어져 왔다. 또한 개인 휴대 단말기의 크기와 무게의 경향을 보면 1987년 500 cc, 700g에서 1993년 200 cc, 250 g으로 변화하였고 2000년 100 cc, 100 g 이하로 점점 소형, 경량의 박형 형태로 발전되었다.

현재 이동 통신 단말기의 발달은 지난 수년간의 추세로 볼 때 기능을 통합하여 하나의 단말기에 구현하는 방향으로 진행될 것으로 보인다. 즉 화상 송수신이나, 화상회의, 홈쇼핑, 인터넷 게임, 보안 해독기, 전자 서명 결재, 화상진료, 도난 차량 추적 등의 다양한 기능들이 추가되리라 본다. 이에 따라 단말기에 부가적으로 첨부되는 부속물들이 증가함에 따라 부품의 소형화가 추진되어야 하며, 특히 단말기 내부에서 대부분의 면적을 차지하는 부품의 소형화는 필연적으로 이루어져야 한다. 따라서 소요 부품의 다기능화, 광대역화 및 초소형화는 필수적으로 추진되어야 할 것이다.

이를 이룩하기 위한 대표적인 기술이 MCM (Multi Chip Mould) 기술이다. 앞으로도 MCM 기술이 당분간 주도할 것이다. 그러나 개별형태의 부품을 물리적 결합이나 적층을 하게 되면 최종적으로는 경쟁력이 떨어질 수 있다. 왜냐하면 시스템 칩, 소위 능동소자는 모두 Si, GaAS, SiGe 등의 웨이퍼에서 제작이 이루어지므로 개별부품도 만일 웨이퍼에서 제작이 가능하게 되면 가격 및 크기 등에서 비

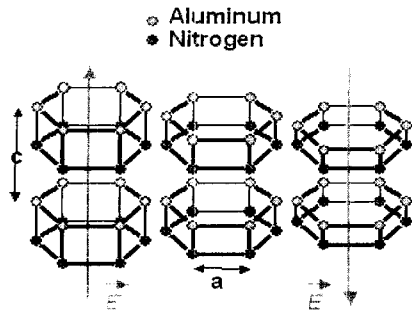
교우위의 위치를 차지하게 된다. 따라서 미래의 기술추이는 통합 단일 칩 형태로 계속 발전할 것이다. 그 유망기술로 첫번째가 MEMS-based RFIC 칩 형태가 될 것이며, 두번째는 주로 중 저주파에 응용되는 Off Chip이 없는 Direct Conversion 방식의 시스템 칩 등으로 발전될 것이다.

그중 MEMS (Micro Electro Mechanical System) 기술은 현재 수동부품을 위주로 전개되고 있으며, RF MEMS라는 영역으로 발전되고 있고, 그 중 면적이 가장 큰 듀플렉서 필터는 이 기술을 이용하여 초소형화 되었으며 시장을 형성하기 시작한 상태다.

따라서 본 고에서는 MEMS 기술을 이용한 주파수 필터에 대해서 그 기술동향과 시장 및 그 전개방향에 대해서 알아 보고자 한다.

II. MEMS-FBAR의 개요

FBAR란 Film Bulk Acoustic Resonator의 머리 글자를 딴 것으로 주파수에 따른 압전막의 탄성파를 이용한 필터이다. 전통적인 주파수 필터의 크기는 그 사용 주파수 대역에서의 마이크로웨이브 파의 파장과 동일하였다. 따라서 전자기파 즉, EM mode (ElectroMagnetic mode)를 이용한 필터의 크기는 상대적으로 크다. 즉 1 GHz일 때 약 30 cm, 300 GHz일 때 약 1 mm 정도의 크기를 가지게 된다. 그러나 압전물질의 탄성파를 이용하면 그 탄성파의 파장은 EM mode의 파장에 비해서 1/10,000로 작아지게 된다. 따라서 압전물질에 의해 마이크로웨이브파가 탄성파로 전환이 되고 그 사이즈는 탄성파



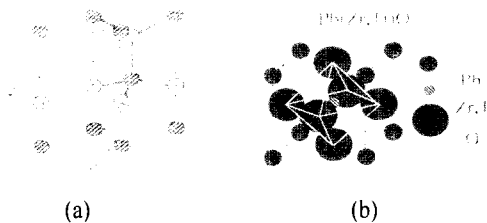
[그림 1] AlN의 구조

의 파장만큼 작아지는 것이다. 즉 그 크기는 수 백 마이크로미터 정도이고, 웨이퍼에서 제작이 가능하여 많은 양의 디바이스를 일괄적으로 공정이 가능하게 된다. 그러면 구체적으로 FBAR의 작동원리에 대해서 살펴 보기로 하겠다.

[그림 1]과 같이 압전막에 전압을 가하면 구조 자체가 전압방향에 따라 팽창, 수축하게 되는데 AC 신호를 가하게 되면 이러한 팽창, 수축이 주파수에 따라 발생하게 되고, 결국 구조의 팽창, 수축에 따른 기계적인 탄성파가 발생하게 된다. 주로 이러한 압전 성질을 갖는 압전 물질에는 두가지 종류가 있는데 Non-ferroelectrics와 Ferroelectrics가 있다.

이들은 그 구조가 다르고 또한 성질도 다르기 때문에 어떤 디바이스를 만들기 전에 그 특성에 따라 선택을 잘 해야만 한다. [그림 2]에 그 대표적인 구조를 나타내었다.

Non-ferroelectrics의 성질을 가지는 물질의 구조

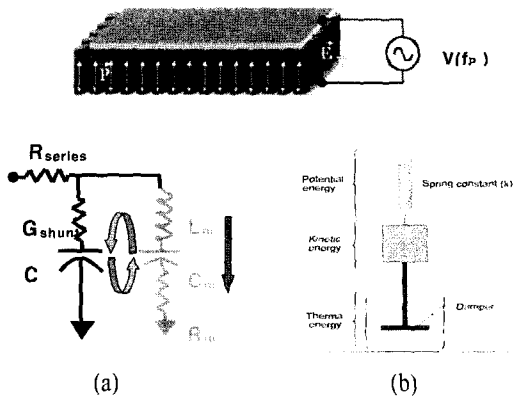


[그림 2] (a) AlN(Non-ferro), (b) PZT(Ferro)

는 Wurzite(Hexagonal)구조로 Polar direction과 같은 방향으로 성장한다. 일반적으로 Low dielectric constant(10.7), Small dielectric loss angle(0.2%), Good Insulator($E_g=6$ eV)특성을 가지며, 매우 단단(Rigid)하여, 탄성파 적용 재료로 적합하다. 여기에는 AlN(Aluminum Nitride), ZnO(Zinc Oxide)등이 있다.

반면 Ferroelectrics 성질을 가지는 물질의 구조는 Perovskite(tetragonal, Rhombohedral) 구조로 성장시킨 후 별도의 Poling이 필요하고, High dielectric constant(600~1300), High dielectric angle loss (2~4%), Good Insulator($E_g=3.5$ eV)특성을 가지고 Non-ferro에 비해 Soft하여 탄성파를 이용하는 재료에는 부적합하다. 이런 구조의 물질에는 PZT, PLZT 등이 있다. 따라서 FBAR를 구성하기 위해서는 주로 AlN, ZnO 등의 압전 재료를 사용하고 있으며, AlN가 ZnO에 비해서 탄성파의 속도가 빠르며, 온도에 따른 주파수 특성이 뛰어나, 고주파 밴드에 훨씬 적합하다고 할 수 있다.

AlN에 RF Signal을 인가 했을 때 기계적 진동이 FBAR의 압전막(AlN) 두께 방향으로 일어나 탄성파를 만든다. 이때 인가 Signal 파장의 1/2이 AlN 두께와 일치 할 때 공명이 일어난다. 공명(Resonance)이 일어났을 때, Electrical Impedance가 Sharp하게 변하기 때문에 주파수를 선택할 수 있는 필터로서의 가능성을 가지게 된다. 공명 주파수는 압전막의 두께, 압전막을 샌드위치 형태로 감싸고 있는 전극 및 그 압전막의 고유 탄성파 속도등에 의존한다. 즉 두께가 얇으면 얇을수록 그 적용 주파수가 커지게 된다. 그러나 박막으로서 그 두께를 감소시키는 데는 한계가 있기 때문에 최대 적용 주파수에 한계가 있다. 일반적으로 FBAR의 적용 주파수 범위는 MEMS 구조와 같이 3차원 부유 구조로 기판의 Constraint가 없는 경우면 약 0.8~10 GHz까지 대응이 가능하다. [그림 3]에 Signal에 대한 압전막의 반응에 대해 그



[그림 3] (a) Electrical equivalent
(b) Mechanical equivalent

L_m ; mass of materials acoustically resonating
 C_m ; elasticity of materials acoustically resonating
 R_m ; Mechanical resistance of materials at resonating
 C_p ; Physical Capacitance of Structure

Electrical equivalent와 Mechanical equivalent를 나타내었다.

요약하면

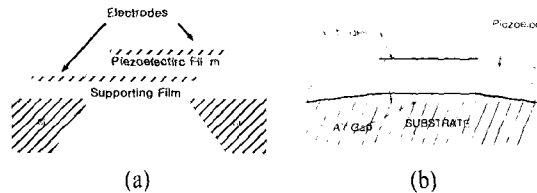
1. Resonance occurs at Thickness of Piezoelectric materials = $1/2$ wavelength of input RF signal and resonance.
2. Frequency depends on thickness of Piezoelectric materials, electrodes, and Acoustic velocity of piezoelectric materials

III. MEMS FBAR의 제조기술

FBAR를 제조하는 방법에는 여러 가지가 있으나, MEMS기술을 이용한 방법에 대해서 소개하겠다. (그림 4)

MEMS 구조물을 만들기 위해서는 일반적으로 대표적인 두가지 방법이 있다. 즉 Bulk Micromachining법과 Surface Micromachining법이다.

몸체미세가공법(Bulk Micromachining)은 실리콘



[그림 4] (a) Bulk Micromachining법
(b) Surface Micromachining법

웨이퍼 자체를 깎아내는 방식으로 [그림 4](a)와 같이 실리콘 웨이퍼 몸체에 가공이 된다.

이 방법을 이용하기 위해서는 웨이퍼 앞면에 전극 및 AlN를 미리 가공한 후에 웨이퍼 후면에서부터 압전막 아래의 전극까지 후방에서부터 전면으로 홈을 만들어서 소위 말하는 공기층을 형성하는데, 이때 후방의 공기층이 형성될 곳을 선택적으로 식각하기 위하여 다른 곳은 모두 보호막으로 가리고 공기층이 형성될 곳을 드러내어 놓은 상태에서 화학 용액에 웨이퍼 전체를 담구어서 가공한다. 이 방법을 이용하면 웨이퍼가 화학 용액에 식각되는 속도가 느려, 그 공정시간이 약 7시간 정도 걸리고, 장시간의 화학 용액에 의해 앞면이 손상을 받을 수도 있다.

또한 웨이퍼 몸체가 화학 용액에 의해 식각될 때 일정한 각도로 벌어지는 현상이 있다.

따라서 가공하고자 하는 면적보다 더 넓어지는 결과를 초래하여, 단위소자의 실제 면적은 더 커지게 되므로 웨이퍼 당 소자수가 그 면적 만큼 적어진다. 또 [그림 4](a)와 같이 후방면이 구멍이 나 있는 형태므로 소자를 나중에 잘라낼 때 이웃소자나 해당소자가 자르는 충격으로 깨어질 수 있어 여러 가지로 조심을 해야 하는 공법이다. 실제로 다이싱 공법을 사용하지 않고, 스크라이버 공법을 사용한다. 결론적으로 이 공법은 공정시간이 길며, 소자의 throughput이 상대적으로 작고, 또한 웨손 가능성이 크다. 표면미세가공법(Surface Micromachining)은

말 그대로 기판, 즉 실리콘 웨이퍼, GaAs, SiGe 등 자체를 가공하는 몸체법에 비해 표면만 인위적으로 공기층을 형성하는 공법으로 기판 자체를 가공하지 않는 공법이다.

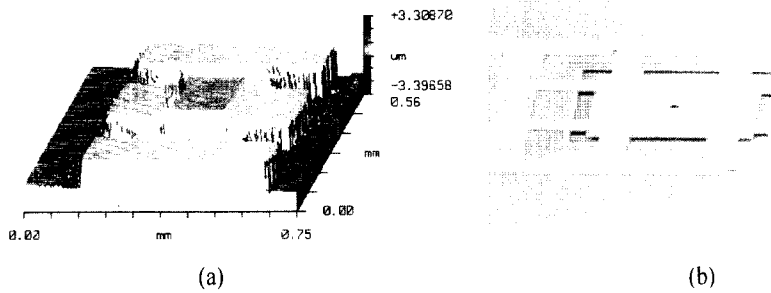
즉 [그림 4](b)와 같이 공기층을 형성하기 위해서 나중에 제거되어질 막을 입히고, 그 이후 전극, AlN를 증착 가공한 후 최후에 공기층을 만들기 위해서 최후로 입힌 막(희생층)을 제거한다. 이때 공기층으로 되는 막을 제거할 때 화학용액을 쓰지 않고도 빠른 시간에 제거가 용이하기 때문에, 몸체법에 비해 공정시간이 짧고, 화학용액에 의한 다른 막 즉, 전극, 압전막 등의 손상을 막을 수 있다.

이 공법은 몸체 가공법의 단점을 보완한 기술이다. 또한 웨이퍼 자체에 홀이 없기 때문에 소자를 다이싱법으로 분리할 때 깨어지지 않으며, 홀에 의해 면적이 늘어나지 않아 웨이퍼당 소자수가 상대

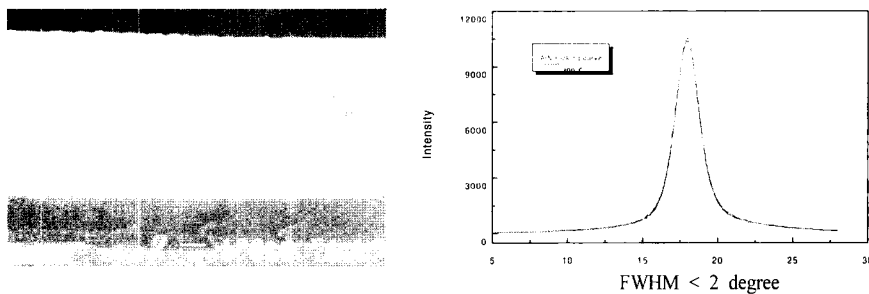
적으로 많다. 결론적으로 공정 시간의 단축 및 소자 Throughput 향상으로, 가격 측면에서 유리하다.

이 방법으로 3차원 구조를 잘 구현하려면, 공기층위에 부유하고 있는 막들의 응력을 잘 조절해야 하는데, 그 응력조절이 좀 어렵다는 단점이 있다. 응력조절을 잘못하면 구조가 응력에 의해 파열되거나, 공기층위의 구조가 휘어 기판과 닿게 된다. 그러나 집중적으로 연구를 하면 이 응력에 대한 조절도 가능하여 판판한 구조를 만들 수 있다. [그림 5]는 (㉞) 엠에스솔루션이 구현한 구조에 대해서 Surface profiler로 측정된 데이터와 SEM사진을 나타내었다. 결과적으로 약 -1800 Å정도로 아래로 약간 휘어있는 완벽한 3차원 FBAR 구조체를 얻을 수 있다.

본 디바이스는 dielectric loss를 줄이기 위하여 High Resistivity Wafer 또는 Thick Oxide Wafer를 가지고 구현을 하였고, 또한 GaAs나 SiGe로도 가공



[그림 5] (a) Flatness of MEMS-FBAR, (b) SEM View of MEMS-FBAR



[그림 6] SEM View of AlN crosssection and X-ray Rocking Curve.

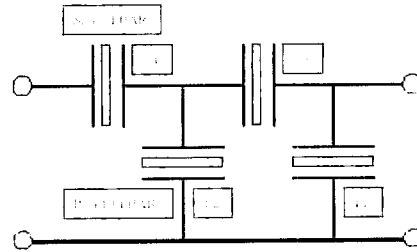
이 가능하여 차후에 RFIC와의 호환성도 가질 수 있다. 디바이스는 표준 반도체 공정을 이용하고, 압전막인 AIN는 RF Magnetron Sputter법을 이용 증착하였다. 증착된 AIN는 (002)의 우선방향을 나타내었으며, 치밀하고, Pin hole 없는 구조를 나타내었다. [그림 6]에 AIN의 단면 사진과 X-ray분석 데이터를 나타내었다.

IV. MEMS-FBAR의 설계 및 그 측정 결과

일반적으로 고주파 필터를 설계하기 위해서는 여러가지 모델을 사용할 수 있는데 당사에서는 Modified Butterworth-Van Dyke Model을 사용하였다. 단위 공진기의 실제 측정치를 근거로 하여 불성치를 추출하고 이 파라미터를 이용하여 Ladder Type의 필터를 설계한다. [그림 7]에 단위 공진자로부터 실제 측정치를 근거로 추출한 파라미터를 나타내었다.

단위 공진자는 잘 이용되지 않지만 다른 단위 공진자들과 결합하게 되면 Passband, Stopband 필터 등을 구현할 수 있다. 당사는 Ladder Type의 Passband 필터를 디자인하여 제작하였다. Ladder Filter는 몇 개의 단위 FBAR를 직렬과 병렬로 연결하여 구성된다(그림 8).

Passband filter를 구현하기 위해서 직렬 연결된

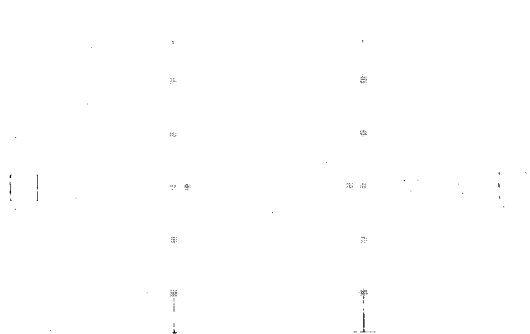


[그림 8] Ladder Type Passband Filter.

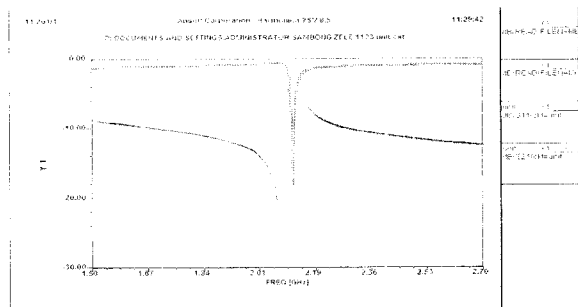
단위 FBAR들은 모두 동일한 주파수에서 공진을 일으키고, 병렬 연결된 단위 FBAR들은 직렬 FBAR들에 대해서 약간의 offset을 가지면서 공진을 해야 한다. 즉 직렬 FBAR들은 특정 주파수에서 최대 Transmission Peak를 가지게끔 하고, 동시에 병렬 FBAR들은 같은 주파수에서 최소 Transmission Peak를 가지도록 디자인하여 Signal 이 Ground에서 Short가 나지 않게 한다.

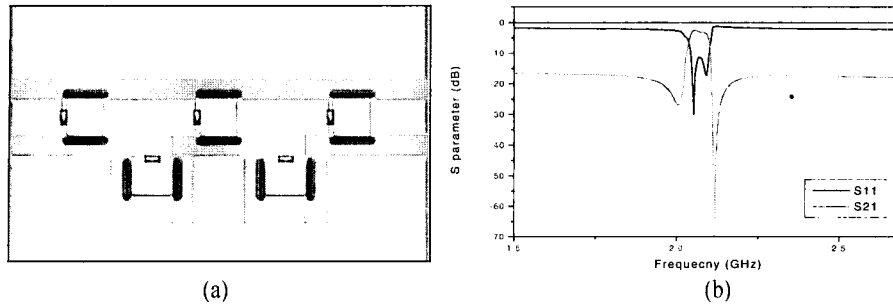
하나의 직렬 FBAR와 병렬 FBAR는 한 단(Section, or Stage)의 Ladder 필터가 될 수 있으며, Ladder 필터의 단수를 늘리면 늘릴수록 Band rejection, or Attenuation특성이 개선이 되나 Insertion loss가 나빠지므로, 요구하는 Spec.에 잘 맞추어야 한다.

2.5단의 필터를 구현하여 측정을 하였고 [그림 9]



[그림 7] 단위 공진자의 실측치와 모델링





[그림 9] (a) Photograph of PBF, (b) Measured Data

에 그 측정치와 필터사진을 나타내었다.

[그림 9](b)의 결과에서 전형적인 밴드패스 필터 특성이 나타나고, 중심 주파수 2 GHz, Insertion loss 1.6 dB, Attenuation > 30 dB, Ripple < 0.5 dB 등의 특성을 나타내었다.

최근 정부주도하에 제3, 4세대 주파수 규격이 확정되고, 그 대역은 약 2~6 GHz로 결정되기 때문에 기존의 고주파용 부품을 전면 교체해야 한다. 또한 동영상 등의 멀티미디어 서비스경쟁 체제하에서는 서비스의 질과 양을 위해 고성능 부품수가 증가할 수 밖에 없고, 이로 인해 통신 부품 사이즈 및 배터리 수명은 가장 중요한 이슈로 대두될 것이다.

V. FBAR의 최근 기술 및 시장동향

<표 1> 세라믹, SAW 필터와 FBAR필터의 비교

	장 점	단 점	향후 동향
Ceramic filter	<ul style="list-style-type: none"> High permittivity Low insertion loss High temperature stability 강한 내진동, 내충격 	<ul style="list-style-type: none"> 소형화 불가 MMIC화에 한계 	<ul style="list-style-type: none"> Monoblock & 적층 SMD(Surface mounted Device)
SAW filter	<ul style="list-style-type: none"> 소형 신호처리 용이 회로의 간략화 반도체 공정이용 대량생산 가능 통과대역내의 감쇄특성 우수, 고품위의 정보를 있음 	<ul style="list-style-type: none"> 큰 삽입손실 (~3 dB) 단결정 압전기판(LiNbO₃, LiTaO₃)사용으로 가격이 비쌈 노광장치로 자외선 사용 → 0.5 μm가 한계, 초고주파 (>5 GHz) 대역 불가 MMIC구조 및 단일칩불가 	<ul style="list-style-type: none"> X-ray나 전자빔 노광기 사용 표면파 속도를 높일 수 있는 압전 기판사용 → MMIC 구조와 단일칩화는 사실상 불가능
MEMS FBAR	<ul style="list-style-type: none"> Low insertion loss Silicon wafer Compatible 초소형 등장 주파수 제한이 적음 (0.8 ~ 8 GHz) 	<ul style="list-style-type: none"> 가공공정이 어려움 	<ul style="list-style-type: none"> MMIC 및 단일칩

이러한 환경하에서 주파수 필터 기술을 보면 대부분 원천특허가 외국사로 되어 있고, 최근 부각되는 세라믹 적층 기술은 주로 일본에 의해 그 양산화 기술이 진행되고 있는 추세이다. 한편 한국전자통신연구원 보고에 의하면 현재 이동전화 단말기 부품 수입 의존도가 57 %에 달해 가전제품 즉, 냉장고(2%), 청소기(4%), 세탁기(8%) 등과 비교해 볼 때 극명한 대조를 보인다. 이는 국내부품시장에서 부품산업의 경쟁력 재고를 방해하는 매우 중요한 문제이다.

이들 기존 상용화된 필터와 그에 대응할 수 있는 MEMS FBAR 기술을 비교해 보면 <표 1>과 같다.

최근 MEMS FBAR기술은 미 Agilent사에 의해 양산 단계에 와 있으며 이를 기화로 국내의 대기업군에 의해 이 기술의 확보에 총력을 기울이고 있다.(전자신문 2001.3.5참조)

국내의 FBAR 연구 개발현황을 <표 2>에 나타내었고 표에서 알 수 있듯이 대부분 MEMS기술을 활용하여 연구하고 있으며, 그 추세는 Surface법으로 전개되고 있음을 보여준다.

선두주자인 애질런트사와 국내 기관들의 현황을 좀 더 구체적으로 보면 다음과 같다.

애질런트 : FBAR 기술을 가장 먼저 상용화 한 애질런트는, 벌크형 FBAR 필터 및 듀플렉서를 출시하였으며 2001년 신축한 듀플렉서 양산 라인의 생산 규모를 보면 연간 6,000만개로, 2001년 기준 벌크 듀플렉서의 수요인 약 4.6억개에 대하여 13% 정도 대체효과를 노리고 있다. 수율 및 공정 안정화 부문에서 아직은 미흡함을 보이고 있지만 원천 특허 및 파생 특허 보유량과 축적 기술 면에서는 선두주자이다.

LG 이노텍 : 2000년 FBAR 연구팀을 조직한 LG 이노텍은, LG 중기원과 협력하여 FBAR 필터를 개발중에 있으며, 2001년 벌크 타입 단위 공진자를 발표하였다. 현재 특성 개선 연구를 행하고 있다.

삼성 전기 : 삼성전기는 대외적인 개발 현황에 대한 발표는 없지만, 애질런트의 구조를 기반으로 한 MEMS FBAR를 개발하고 있으며, 특허 분쟁을 피할 수 있는 새로운 구조를 연구하고 있다.

한국 전자 : 한국전자는 KIST 연구팀과의 FBAR

<표 2> 국내의 FBAR개발 현황

개발처	개발 형태	진척도	목표시점	비고
Agilent(미국)	MEMS-Bulk type	양산단계	-	
MSS(한국)	MEMS-Surface Type	개발단계(자체)	2002년 말	
TDK(일본)	MEMS, or Bragg Type	개발단계 (Cranfield Univ.와 공동)	2003년	
Marconi Casewell	MEMS-Bulk Type	개발단계	-	
EPFL(스위스)	MEMS-Bulk Type	개발단계(자체)	-	
LG 이노텍(한국)	MEMS-Bulk Type	개발단계(자체)	2003년	
삼성전기(한국)	MEMS Type	개발단계(자체)	2003년	
한국전자(한국)	MEMS, or Bragg Type	개발단계(KIST)	-	
VTT(핀란드)	MEMS-Surface Type	개발단계(Nokia 공동)	-	

공동 개발을 진행하고 있다.

MEMS FBAR의 상용화를 결정짓는 핵심 요소는 가격과 성능 두가지이다. 가격면이 웨이퍼를 이용한 배치공정이라는 FBAR 공정의 특징으로 인하여 비교 우위를 쉽게 확보할 수 있는 것에 비하여, 성능면은 이론적인 우위에도 불구하고 애질런트만이 양산 단계에 이른 상황이다.

MEMS FBAR의 성능은 크게 4가지로 나눌 수 있는데, 주파수 대역/삽입손실/Q factor/부피의 4가지가 그것이다. 주파수 대역과 부피는 설계과정에서 쉽게 예측할 수 있는 부분이지만, 삽입손실과 Q factor는 실제 시제품의 성능을 이론치에 접근시키는 것이 용이하지 않다. 따라서 이를 실현하는 부분이 핵심 개발 기술이라고 볼 수 있다.

이러한 핵심 개발 기술은, 판판한 3차원 부유 구조를 용이하게 제조하는 MEMS 구조설계 및 그 제조기술과 압전막의 성능을 극대화하는 압전막 성막 기술, 공진자의 성능을 최대한 활용하는 RF필터 설계기술 및 패키징 기술이 있다.

MEMS FBAR의 적용범위 및 그 시장 상황을 보면, 전세계적으로 이동 통신의 가입자수는 1999년 3억 7,000만명에서 IMT2000이 2002년 상용화된 후 2005년에는 가입자가 약 1억 5,000만명으로 증가할 전망이다. 이에 따른 단말기의 수요가 9억 4,000만대에 달한다. 따라서 오는 2005년에 세계 이동 통신 부품시장에서는 470억 달러의 수요 창출이 있을 전망이다(자료출처 : ITU)이며 이에 대해 고주파 필터가 차지하는 비율은 약 10 % 내외로 추정된다.

한편 우리나라의 이동통신 가입자는 2000년 2,727만명에 달하며 IMT2000이 상용화 되면 향후 2005년 이내에 기존의 유무선 가입자를 포함한 가입자 수가 4,626만명 (IMT2000 2,085만명, CDMA 2,441만명)에 이를 것으로 보인다. 이에 따른 국내 이동통신부품시장은 2005년에 1조 5,510억원의 규모에 이를 것으로 예측되며, 이에 대해 고주파 필터

가 차지하는 비율은 역시 약 10 % 내외로 추정된다. 즉, 고주파 필터 시장의 규모는 2005년 경 전세계 4조, 국내 1,000억원 가량으로 전망할 수 있다.

MEMS FBAR는 기존시장 신제품의 특성 가지고 있으며 대체 효과는 정확히 예측할 수 없으나, 미 Agilent사의 MEMS 듀플렉서 단일 품목에 대해서 생산 규모만을 보면 연간 6,000만개로, 2001년 기준 벌크 듀플렉서의 수요인 약 4.6억개에 대하여 13 % 정도 대체효과를 노리고 있다.

현재 각 개발사들의 타겟 시장은 US PCS 및 다중 모드인 US PCS/CDMA/AMPS등의 단말기에 집중을 하고 있으며, PDA용 통신모듈 및 박형을 선호하는 노트북 PC용 PCMCIA카드 등의 다른 시장도 공략을 하고 있는 실정이다.

따라서 MEMS Filter의 시장은 현재 진입기에 와 있으며, 본격적으로 그 시장이 열리는 시기는 2003년 중반기로 예측을 하고 있다 (WTC Consulting Report, 2002).

이러한 환경하에서 새로운 시장을 확보하기 위한 국내외의 노력은 계속되고 있으며, 그 기술의 뿌리라 할 수 있는 MEMS기술이 과거 20년동안 수익창출을 이룰 수 없었으나, MEMS-FBAR를 통하여 시장에서의 수익 창출을 가시화 시킬 수 있는 좋은 기회를 가질 수 있게 될 것이다.

VI. 맺음말

MEMS 기술을 이용한 FBAR기술은 미래의 개인 이동통신에서 사이즈 및 그 기능에서 분명히 큰 역할을 해낼 것이며, 그 기술의 파급효과는 RF Switch, Inductor, Variable Capacitor등으로 전개가 일어날 것이며, 또한 RFIC의 지속적인 발전과 더불어 통신 시스템의 통합화, 즉 SoC(System-one Chip)에 기여를 할 수 있는 하나의 기반 기술로 자리를 잡아갈 것으로 보인다.

고주파에서의 MEMS응용은 이미 RF MEMS라는 Category를 만들었으며, 그 첫번째 주자가 FBAR이며, 미래에는 소위 MEMS-based RFIC 원칩 혹은 MMIC등이 기대된다.

참고문헌

- [1] R. Ruby, P. Bradley, J D Larson III and Y. Oshmyansky, "PCS 1900MHz duplexers using film bulk acoustic resonators(FBARs)", *Electronic Letters* 13, vol. 35, no. 10, May 1999.
- [2] Marc-Alexandre Dubois, and Paul Muralt, "Properties of aluminum nitride thin films for piezoelectric transducers and microwave filter applications", *Applied Physics Letters*, vol. 74, no. 20.
- [3] *Microwaves & RF Magazine*, Sep. 2000.
- [4] The Market for RF MEMS 2002-2007, *WTC Consulting Report*, 2002.
- [5] Market Snapshot: RF MEMS, *Cahners In-Stat Report*, 2001.

≡ 필자소개 ≡

구 명 권



1982년 ~ 1986년: 한양대학교 공과대학
재료공학 (공학사)
1987년 ~ 1989년: 연세대학교 본대학원
금속공학 (공학석사)
1991년 6월 ~ 1994년 1월: 현대전자(주)
반도체 연구소 소자3실 연구원
1994년 1월 ~ 2001년 3월: 대우전자(주)

TMA 사업부 책임연구원
2001년 4월 ~ 현재: (주)에스솔루션 대표이사