# 수정진동자의 응용 및 동향

김 형 태

싸니전기공업(주) 생산담당 상무

# Application and Tendency of Quartz Crystal Unit

Hyung-Tae Kim

*Production Managing Director, SUNNY EMI Co. LTD*

## 서 언

전자산업은 날로 성장 추세에 있으며, 수요가 증가하여 user의 만족도는 전자제품의 다양성과 복잡성으로 인한 충족도로 대변할 수 있다. 전자제품의 life cycle이 짧음으로써 연구개발에 박차를 가하여 user가 예상하지 못하는 제품을 선보임으로 구매력을 자극하는데에 기인 한다고 할 수 있다. 세트업체의 노력에는 부품업체의 수평균형 및 지원이 없이는 결코 쉬운 일만은 아닐 것이다. 세트업체와 부품업체의 균형발전이 전자산업의 육성 및 발전에 기여하였다고 할 수 있다.

수정진동자는 전자산업중 첨단산업의 육성에 지대한 공헌을 하였다는 것은 무시할수 없는 점유율을 차지하고 있으며, 이의 발전이 직접적으로 통신산업의 단순화 및 인간의 생활이 윤택해 질 수 있는 활력소의 역할을 하였다고 자찬 할 수 있을 만큼, 어느 부품 못지 않게 획기적인 기술개발로 인한 발전속도가 빨랐다. 단순 진동자로써의 제품에서 온도 및 전압을 충분히 보상을 함으로써 세트의 취약요소를 보조해 줄 수가 있었다. 이는 수정진동자 생산업체의 지대한 노력과 정부 및 학계의 지원이 없었다면 불가능 했을 것이다. 국내 수정진동자 생산업체도 종래의 저주파수대의 제품에서 고부가가치 있는 제품으로 전환함으로써 날로 치열해지는 국제경쟁력을 강화시키기 위해 연구의 과감한 투자 및 기술혁신을 기하고 있다.

본 고에서는 수정진동자의 제조방식을 중심으로 하여 수정육성에서 진동자화하는 과정을 중심으로 다루고자 하며, 또한 수정진동자를 이용한 응용제품의 소개와 수요 및 기술수준에 따른 기술동향의 전반적인 내용을 포함하며, 제조방식은 생산업체마다 다소 차이가 있어 당사의 방법을 중심으로 하여 소개하고자 한다.

## 수정진동자의 제조방식

### 개 요

### 인공수정의 응용

수정발진자가 이용되기 이전에는 LC발진회로를 사용하였으나 전원, 부하, 주위온도 습도등이 변화하면 발진주파수가 변화함으로 $10^{-4}$—$10^{-5}$ 정도의 편차로 제한되는 상응송신기에는 사용이 어려워 보다 안정된 소재가 요구되었다.

이러한 필요조건에 의해 고대로 부터 장사용 귀중품 또는 광학용으로 이용되던 천연수정에서 전기적인 성질과 동등한 기계적인 성질을 발견하게 되

었고 천연수정이 갖고 있는 쌍정이나 이물질, 많은 crack 등을 보완 할 수 있는 화학적, 물리적으로 안정된 $SiO_2$의 결정인 인공수정을 생산하게 되었다.

그후 수정은 상당한 발전을 가져왔으나 기본적인 원인 및 관련된 응용기술이 어렵고, 복잡함에 따라 독특하고 새로운 기술 개발 및 창조에는 어려움이 상존해 있다.

인공수정의 육성

수정은 상온, 상압에서 각종의 용매에 용해되지 않지만 높은 온도에서 녹여서 냉각시키면 결정화된 석영유리가 된다.

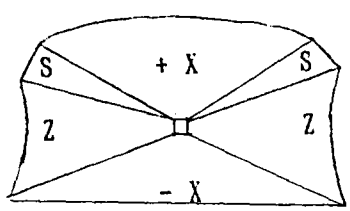
인공수정은 auto clave 를 이용해서 수열온도차법으로 육성하는데, 대류제어판을 경계로 해서 상부에 종자수정을 넣고, 하부에 원료수정을 넣고 적당량의 알칼리 용액을 가열해서 밀봉한다. 상부의 온도가(170℃),하부의 온도 (330℃) 보다 낮게 가열하면 자연대류에 의해 용해된 원료수정이 상부에서 냉각되면서 과잉포화가되어 종자에 붙어 성장한다.

알칼리 용액으로써 NaOH 나 $Na_2CO_3$를 이용하고·있으며 일정한 온도에서 NaOH쪽의 용해도가 크고 온도에 따른 용해도의증가는 $Na_2CO_3$ 가 커서 성장율이크다,다만 $NA_2CO_3$는 원하지 않는 결정이 만들어 지는 결점이 있다. 수정의 결정방위에 따른 성장은 현저히 달라서 Z방향과 X방향의 성장속도가 크고, Y방향은 거의 성장하지 않는다. X방향도 + 방향이 − 방향보다 성장이 크며 Z 방향의 성장속도는 X 방향의 2배이다.

인공수정의 영역의 특성

인공수정에 분포 되어 있는 불순물의 정도 및 차이에 따라 진동자의 Q-value. 주파수 온도 특성등 전기적인 parmeter 값에 영향을 주으로 불순물이 적게 분포되어 있는 Z 영역을 이용하여 수정편을 제작해야 된다.

(1) 인공수정의 종단면에 의한 결정구조별로 명명된 영역




SEED

(2) 영역별 불순물 함유도

1) 함유도 크기 : Z<+X<−X

2) 함유량

[UNIT:PPM]

| 불 순 물 | Z 영 역 | +X 영 역 | -X 영 역 |
|---|---|---|---|
| A | 15 | 30 | 45 |
| Na | 4 | 3 | 8 |
| Fe | 9 | 2 | 10 |
| Li | 2 | 3 | 3 |
| Mg | 2 | 1 | 1 |
| Cu | × | × | × |
| Q | 1.5×10 | 1.0×10 | 0.5×10 |

3) 영역별 $SiO_2$ 의 분포

Z 영역의 순수한 $SiO_2$의 분포 : 99.9%

+X 〃 : 93.9%

−X 〃 : 85.0%

## 수정진동자의 설계 및 제조방식

수정편의 설계 및 제조 방식

(1) 제조공정별 주요 내용

1) ROTARY POLISH

인공수정의 단위의 원석의 분류에 따른 수정편 가공의 첫공정으로써 원석의 seed 를 center에 위치하도록 하여 불필요한 면을 제거하여 양질의 lumbered를 만들기위한 원석가공공정이다.

① HANDLING POLISH

수정의 결정면과 −X면의 각도가 20′ 이내에 오도록 연마하여 작업의 기준면을 설정한다.

② ROTARY POLISH

일정한 규격 치수 및 각도로 +X면, Z면, −X면 순서로 규격별로 연마한다.

③ R면 CUTTING

육성된 인공수정의 표면은 결정구조 및 면에 기인하여 삼각형과 변을 이루는 X선

회절범위에 문제가 발생됨으로써 원하는 각도의 기준 설정이 어려우므로 R면 cutting을 하여 λ인 X선을 산란시켰을때 입체 회절 격자가 되도록 한다.

2) 절 단

1차 연마한 원석을 정해진 규격에의한 수정편을 가공하기위해 절단하는 공정이다.

① X-RAY 접착 및 WAFER 측각

주파수 온도특성의 변화 요인이 여러가지가 있는데, 이 변화의 주요인이 절단 각도에 의한 영향이라 할 수 있다. 절단각에 따라 주파수 온도곡선이 심한 변화를 일으키는데 당사에서 주로 생산하는 AT-CUT는 넓은 온도 범위에서 "S"형 주파수 변화 곡선을 나타내고 매우 안정된 주파수 온도특성을 가지며, 이의 조정이 가능하게 하기 위하여 절단전 R면을 기준으로 하여 X-RAY gauge의 최대치수가 될때 접착판 상단에 수정봉의 −X면을 순간접착하는 것이 "X-RAY 접착"이고, 절단된 WAFER상태의 각도를 X-RAY 측각기로 판정하는 것을 "WAFER 측각"이라 한다.

② 절 단

절단용 blade를 space로 고정시킨후 B.S.M.에 장치하여 압력과 R.P.M.을 조정하여, 조립된 blade를 왕복 운동

시킴과 동시에 연마제를 투입하여 WAFER상태로 가공하는 공정이다.

3) 외경연삭

절단한 직사각형의 WAFER를 원하는 원형의 수정편으로 가공하는 공정이다.

① WAFER 접착

절단된 WAFER를 일정한 외경을 갖춘 수정편으로 가공하기 위한 준비 단계로 절단된 WAFER를 배열한 후 직사각형의 bar상태로 접착한다.

② CENTER CUTTING

접착된 직사각형 bar를 정사각형 bar로 가공하기 위해 center를 중심으로 cutting하여 불순물이 많이 seed부분을 제거하여 원형가공을 용이하게 한다.

③ 외경연삭

정사각형의 bar를 선반으로 연삭하여 원형의 수정편으로 가공하는 공정이다.

4) LAPPING

원하는 주파수 조정 및 입자크기 mode별 crystal impedance 개선을 위해 연마제크기에 의한 표면조도, 기계별에 의한 안정을 판단하여 연마를 하여 표면 연마층의 정도를 높임으로써 제품의 특성 정도를 높인다.

① 연마제의 입자특성

(연마제의 입자크기)

| 종 류(#) | 평균경(μ) | 종 류(#) | 평균경(μ) |
|---|---|---|---|
| 220 | 80 | 800 | 20 |
| 240 | 67 | 1000 | 16 |
| 280 | 57 | 1200 | 13 |
| 320 | 48 | 1500 | 10 |
| 400 | 40 | 2000 | 7.9 |
| 500 | 34 | 2500 | 6.3 |
| 600 | 28 | 3000 | 5 |
| 700 | 24 | 4000 | 3 |

② 연마제에 의한 제품의 안정율

*종류 : 다이아몬드 : 700%
탄화붕소 : 500%
탄화규소 : 400%
ALUMINA : 250%

③ 정반무게 결정 방법

*정반무게=CARRIER 당 HOLE 수 × CARRIER 매수 × 기계안정율

(기계안정율은 이론치가 아니고 실험치로 사용한다.)

④ CARRIER 두께 결정방법

CRRIER 두께=FINAL 수정편 두께×0.83(0.83 : 실험치로 안정율임)

⑤ 연마제의 계산식

*연마량=연마제입자크기 ×연마제 안정율 ×연마제에 의한 제품의 안정 ×2

*표면조도=연마제 입자크기 ×연마제 안정율(15−30%)

*외경연마=표면조도 × 연마제에 의한 제품안정율(250−700%)

⑥ 연마 방법

연마방법에는 습식과 건식이 있는데 연마시 발열이 발생하면 α수정의 변이점이 나타나 쌍정 발생의 원인이 되고 불순물에 의해 crack 또는 가스가 발생하므로 연마시 주의해야 한다.

또한 제품의 평탄도를 유지 하기 위해서는 다 궤도의 운용이 필요하며 최종연마재 종류의 선택에 의해 잔유 압축 응력층에 영향을 주어 C.I.증대 및 분포를 확대시키고, 표면조도에 의한 증착 전극의 경시변화에도 영향을 준다.

따라서 외경연마시 발생되는 spark 를 보상하기 위해 충분한 절삭유공급이 필요하며 다 궤도의 운용, 환경관리 및 연마제 입자크기에 따른 기계구분이 명확해야 한다.

(수정편 연마제에 의한 표면조도)

| 구 분 | 입 자 크 기 | 표 면 조 도 |
|---|---|---|
| 1 | CUT 절단면 | 5.0 μ |
| 2 | 800 # | 4.7 μ |
| 3 | 1000 # | 1.9 μ |
| 4 | 1500 # | 1.3 μ |
| 5 | 2000 # | 0.95 μ |
| 6 | 3000 # | 0.76 μ |
| 7 | polishing | 0.06 μ |

5) ETCHING

Lapping machine 및 연마제에 의해 가공되는 과정에서 damage를 받은 수정편의 표면을 불소화합물에 의해 보상을 한다. 불소화합물에 의한 표면처리 정도 및 시간은 온도 및 양에 따라 달라지고 그 량에 따라 전기적인 특성이 변화함으로 표준작업을 한다.

① ETCHING의 작업 목적

−. LAPPING에서 정도의 부족에 기인하는 공진 주파수의 편차를 균일하게 한다.

−. 수정편 표면의 오물을 제거하고 CI를 최소로 조정하며 주파수경시변화를 최소화 하는데 있다.

−. LAPPING에 의한 가공층의 거칠기를 제거하고 주파수의 안정도를 좋게한다.

② ETCHING의 작업량

$\triangle F = K \times f^2$

여기서 f : MHz로 나타내는 기본 주파수

K : 입자의#에 의해 결정 되는 정수

F : KHz로 나타내는 최소 etching량

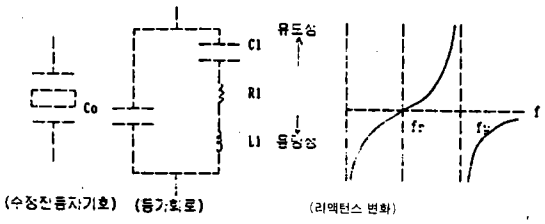
(입자#에 의해 결정되는 정수)

| # | K |
|---|---|
| 1000 | 0.30 |
| 2000 | 0.20 |
| 3000 | 0.10 |
| 4000 | 0.04 |

수정진동자의 설계 및 제조방식

(1) 개 요

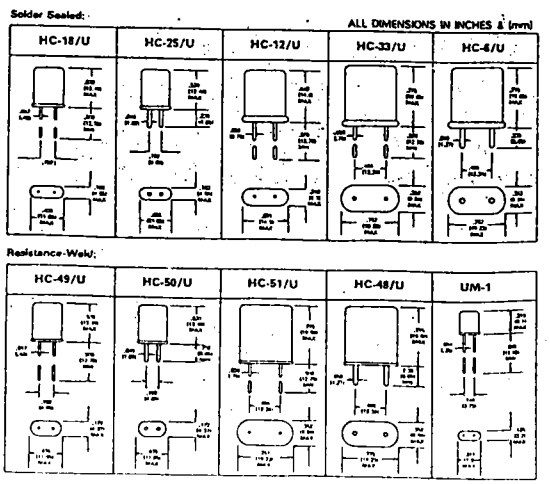
수정진동의 기계적인 진동수는 수정의 두께 크기에 따라 결정되며, 이를 고유진동수라하는데, quartz plate electrode에 교류전압을 가하면 압전현상에 의해 신축이 되풀이 되는데 그 크기는 교류 전압의 주파수가 수정편의 고유 진동수에 가까울수록 크고 회로전류도 크게 된다.




(2) 구조에 따른 수정진동자 분류

외관 또는 구조상의 분류는 사용자의 입장에서 필요한 것으로써 1950년대 이전에는 단파대에 공극형 또는 압력 보호지지형이 사용되었으나, 기밀성 및 충격에 약하고 부진동이 많은 결함을 갖고 있었고, 용적이 크기 때문에 당시의 통신기기가 요구하는 규격에도 만족스럽지 못한 점이 많았다.

일본의 경우 1952년 이후에야 hermetic seal형이 등장하여 이러한 결점을 없애줄 수 있었다. 현재에는 아래 그림과 같이 solder sealed, resistance weld, cold weld 방법이 사용되고 있으며 내부에는 불활성가스(질소 혹은 헬륨)을 주입하여 기밀성이나 주파수 안정성을 높이고 있다.




(2) 수정진동자 제조방식

1) 하증착

전기적으로 ENERGY를 인가하기 위해 전극면을 입히는 것과 1차 주파수 조정을 하기 위해 증착하는 2가지 목적으로 표현할수 있으며 증착정도에 따라 전기적인 parameter 값이 변화하는 것이다.

① 수정편을 예열한 후 증착하거나 수정과 친화성이 높은 금속(Ag, Au)을 1차 증착하는 등으로 증착강도를 높인다.
주파수 및 CL의 변화요인 중 증착강도에 의한 원인을 감소시키고, 수정편과 전극에 의해 어떠한 값의 R.L.C.가 존재하는데 이 요소의 변화를 가능한 적게함으로써 주파수의 안정도를 높인다.

② 전극경에 의한 Co 결정식

$$Co = 0.018924 \times F \times (\text{전극경})^2 + \alpha$$

AT-CUT 진동자의 Co는 MIL. SPEC.에 준하여 7.0pF이하가 기준이며 업체의 요구에 의해서 증착 mask 는 설계를 해야 한다.

③ 기생진동을 제거하기 위해 전극을 작게 제작 할 수 있으나, 수정 여파기와 같은 경우 각 소자 설계치가 상호연관 관계를 가지고 변하므로 전극경을 임의로 작게 할 수 없는 경우도 있다.

2) 주조증착

2차 주파수 조정을 하는것으로 후공정에서 주파수 변화요인까지 감안하여 주파수 조정을 함으로써 최종주파수 조정이라 할 수 있다. 이때는 수정진동자가 어떤 발진회로에 내장될 때 그 회로와 주파수 matching이 되어야 하는 전제조건 때문에 load값에 의한 주파수 조정을 해야한다.

주조 cap의 hole에 따라서도 parameter값이 변화함으로 규제가 없는 경우에는 표준화되어 있는 규격을 엄수해야 한다.

3) SOLDER와 WELD.

진동편의 보호를 위해 CAN을 solder sealed 하거나 resistance weld를 하게 되는데 이 과정 전 이미 형성되어 있는 electrode(Ag)의 산화를 방지하기 위해 CAN 내부에 불활성 gas인 $N_2$ 또는 He을 넣는다. 또한 제품의 장기사용 등의 신뢰성을 보장하기 위해서는 압력에 의한 규정된 기밀도를 유지해야 한다.

당사에서는 solder 제품을 18/U. weld. 제품을 49/U로 구분하여 생산하고 있다.

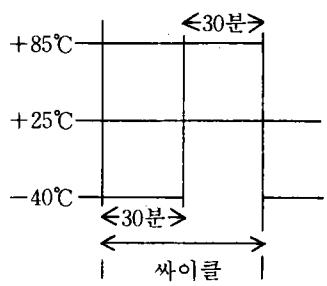
4) AGING

제작된 완제품에 열적 stress를 가하여 변화될수 있는 요인을 변화시켜 특성상 안정성을 유지하도록 하는것으로, 보호기를 봉입하는 과정에서 gas나 오물등이 내부에 포함되어 동적인 상태로 있다가 Aging을 함으로써 정적인 상태로 유지되어 제품의 안정성을 도모하는 것인데, 경시변화에 의한 제품의 특성을 최적상태로 하는 최종공정이다.

(3) 수정진동자의 신뢰성 보증

수정진동자의 특성을 최적조건으로 제조하기 위하여 제조LINE 별 특성 및 외관검사를 정확하고 철저하게 시행하며 제품의 신뢰성 확보 및 보증 차원으로 정기적 또는 LOT별 신뢰성 실험을 통한 제품의 품질보증을 확립하기위해 환경적 성능시험과 기계적 성능시험으로 2원화하여 신뢰성 보증체계를 구축하고 있다.

1) 환경적 성능시험

| 구 분 | 시험항목 | 시험방법및 시험조건 |
|---|---|---|
| 1 | 온도충격 시 험 | 1. 다음조건으로 3싸이클을 실시한다.<br>  <br><br>2. 시험종료후 상온에 1시간 방치후 측정한다. |
| 2 | 내 습 시 험 | 1. 온도 : +40℃-2℃<br>상대습도 : 90-95%<br>시험시간 : 48시간 |
| 3 | 내 한 시 험 | 1. 온도 : -20℃±2℃<br>시험시간 : 2시간 |
| 4 | 내 열 시 험 | 1. 온도 : +85℃±2℃<br>시험시간 : 2시간 |
| 5 | 경 시 변 화 | 1. 온도 : +85℃±2℃<br>시험시간 : 720시간 |

2) 기계적 성능시험 30분

| 시험항목 | 시험항목및 시험조건 | 판 정 기 준 |
|---|---|---|
| 1. 리드선 인장시험 | 1. 본체를 고정한다.<br>2. 리드선을 축방향으로 2LB의 인장력을 가한다.<br>3. 인장소요시간 : 5초 | 기밀 및 외관에 이상이 없을것 |
| 2. 리드선 굴곡시험 | 1. 리드에 1LB의 하중을 가한다.<br>2. 굴곡각도 : 90°(정상위치에서각방향 45°씩)<br>3. 굴곡소요시간 : 각방향 3초<br>4. 굴곡회수 : 3회 | 기밀 및 외관에 이상이 없을것 |
| 3. 리드선 납땜성 | 1. 리드를 플럭스에 5초동안 담근후<br>2. 230±5℃ 납용액조에 5초 동안 담근다. | 리드의 시험된 부분이 90-95% 이상 부착될것 |

(4) 선진국과 수정진동자 제조기술차이

| 구 분 | 요소기술 | 기술수준평가 | | | 기술격차의 | 기술격차 요인 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 구 분 | 내 용 | 한국 | 최 고 | 경쟁국 | 구체적 내용 | |
| 원 자 재 | 원석 | 20 | 100 (미국) | 일 본 | 생산 수율 저조 | 생산 초기 단계 |
| 부 분 품 | BASE | 50 | 100 (일본) | 〃 | 생산의 자동화 기술빈약 | 양산 초기 단계 |
| | HOLDER | 70 | 100 (일본) | 〃 | 도금기술부족 | 경제성 미약 |
| | 절연튜브 | 70 | 100 (일본) | 〃 | 품질이 균일못함 | 〃 |
| | CAN | 25 | 100 (일본) | 〃 | 금형설계기술 및 양산성 부족 | 정밀설계기술 부족 생산설비투자 부진 |
| 가공기술 | 원석선별 | | | | | |
| | 각도기술 | 80 | 100 (일본) | 〃 | 기술KNOW-HOW 부족 | 소재에 대한 기초 기술 부족 |
| | 절단기술 | | | | | |
| 생산기술 | 증착기술 | 90 | 100 (일본) | 〃 | 전극경MASK설계 기술부족 | KNOW-HOW 부족 |
| | 조립기술 | | | | | |
| 제품기술 | SMD기술 | 10 | 100 (일본) | 〃 | 기초기술빈약 | 세계적으로 개발단계 |
| | 초음파센서 | 30 | 100 (미국) | 〃 | 절단기술미약 | 고정밀, 고가장비소요 |
| | 고주파수용 설계기술 | 50 | 100 (미국) | 〃 | | 고가의 설비가 필요 |

## 수정진동자의 응용제품

개 요

수정진동자를 응용한 발진기의 종류는 여러가지가 있는데, 이중 수정진동자와 발진회로를 하나로 묶어 패캐지화 한 발진기로 크리스탈 크럭 오실레이터(Crystal Clock Oscillator)가 있다. AT-CUT 수정진동자는 다른 절단방법과 비교했을 때 온도변화에 대해 좋은 주파수 안정도를 제공하지만 카폰, 선박통신장비, 계측장비등에는 부적합하다.

따라서 배랙터 다이오드를 이용한 간접보상과 다른 소자와의 조합에 의한 직접보상 방법으로 온도변화에 대해 주파수를 ±3ppm이하까지 안정시키는 온도보상형 발진기와 항온조용 크리스탈 발진기 등으로 구분된다.

또한 이런 형태를 중첩한 전압조절 온도보상 크리스탈 발진기가 있는데, 이는 첨단의 오실 레이터로 당사가 세계 3번째로 자체개발에 성공한 바 있다. 이 제품은 낮은 소비전력과 변조신호에 의한 주파수변조기능이 내장되어 있으며, 넓은 온도 범위에서도 매우 좋은 주파수 안정도를 갖고 있다. 용도로는 이동 무선전화기 및 휴대용 전화기등에 일부 사용되고 있으며, 전자기기의 고밀도살장화에 따른 노이즈방지를 위해 위성통신 및 전자식 교환기에도 이용된다.

이러한 종류와 용도 이외에도 주파수 선택시스템이라 할 수 있는 것으로, 상부와 하부사이에 모든 주파수대는 전달하지만 이들 바깥쪽 주파수대는 감쇄시키는 밴드패스용 크리스탈 필터가 있는데, 채널간의 방해를 방지하기 위해 필터는 최대로 민감해야 하므로 높은 Q 값을 갖는 크리스탈공진자가 수용된 필터구조는FDM전화기시스템을 성공적으로 수용하는데 주요성분이 됐다.

제조기술 및 방식

1) 수정발진기

최근 수정발진기 제조기술은 고품질, 고성능, 저가격화 하기위하여 반도체 소자의 집적화와 함께 HIC화 하고 있다. HIC기술은 발진기 내부에 부품과 부품사이를 연결하고 배선간을 절연하는 기능을 함으로써 매우 중요하다. 현재 IC와 배선간의 bonding용 인쇄회로기판이 실용화 된 상태이며 점차 package 및 chip 부품을 사용함에 따라 SMT 기술향상과 자동라인의 확대로 양, 질적 제품의 향상이 도모되고 있다.

그러나 수정진동기의 주 부품은 80% 이상 수입에 의존하고 있어 수출시장에서의 가격경쟁력 우위 확보가 어려운 실정이다. 프로세스면에서는 고도의 품질을 보증하기 위하여 방진관리 및 무인화하는 추세이며, IC 및 부품의 보호를 위한 SMD화, MOLD화가 진행되고 있다. 제품 신뢰성 보증 및 품질 보증도 다양해지는 특성의 최적조건에 의한 신뢰성 실험등을 강화하고 있다.

2) VCXO(Voltage Control Crystal Oscillator)

고안정의 주파수와 함께 주파수를 가변할 수 있는 전압제어용 수정 발진기로써 PLL AFC, 사설교환기, 전자교환기에 이용된다.

3) TCXO(Temperature Compensated Crystal Oscillator)

온도 보상형 수정 발진기로 온도에 민감한 변화를 갖는 써미스터와 보상회로에 의해 외부온도에 관계없이 일정한 주파수를 출력시키는 것으로 car phone, 항법장치, 우주위성통신장치, 정밀계측기등에 이용된다.

4) VC-TCXO(Voltage Controlled Temperature Compensated Crystal Oscillator)

전압 제어 온도보상형 수정 발진기로 주변온도 변화에 관계없이 일정한 주파수를 가지며 출력 주파수를 변조할 수 있으며 무선전화기, 전자식 교환기 및 위성통신에 이용된다.

5) DTCXO(Digital Temperature Compenratad Crystal Oscillator)

현재 사용되고 있는 Analog TCXO보다 안정된 출력 주파수를 얻을 수 있는 것으로 전기통신과 time keeping 분야에 사용되고 있는 국내에서 현재개발 중에 있다.

6) OCXO(Oven Controlled Crystal Oscillator)

항온조 제어형 발진기로서 수정진동자의주변회로 부품을 항온조내에 수용하여 주파수 경시변화 특성이 매우 우수한 발진기로 정밀 계측기의 기준주파수 발생용으로 이용된다.

## 수정진동자 및 응용제품 동향

### 시장현황 및 전망

해외 현황

수정진동자 시장은 안정세를 보이는 한편 응용제품의 경우 미주지역이 87년 1억 5500만 달러에서 '89년에는 1억 7000만달러로 14.2%의 증가추세에 있으며, 유럽시장의 경우 서독, 프랑스, 영국, 이

수정 진동자의 수급추이 (단위 : 수량, 천개, 매출, 천달러)

| 구 분 | | 1985 | | 1986 | | 1987 | | 1988 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 수 량 | 매 출 | 수 량 | 매 출 | 수 량 | 매 출 | 수 량 | 매 출 |
| 총생산 | | 54472 | 16944 | 82723 | 24036 | 148688 | 47300 | 198798 | 59915 |
| 수출 | 직 접 | 36884 | 11140 | 42234 | 12268 | 81580 | 33686 | 167912 | 48220 |
| | 간 접 | 14547 | 4514 | 34268 | 9540 | 57762 | 18627 | 74033 | 22509 |
| | 계 | 51431 | 15654 | 76502 | 21808 | 139942 | 52313 | 241945 | 70729 |
| 내 수 | | 3196 | 1208 | 5293 | 1986 | 5528 | 2466 | 7148 | 2939 |

자료출처 : 전자, 전기공업통계(1985-1988)

탈리아 순으로 증가추세에 있고, '89년에는 2억달러로 나타나고 있다. 일본시장의 경우 88년도에 5억 2000만달러로 연평균 15%의 높은 성장추세에 있다. 홍콩, 대만의 경우에도 응용제품의 생산비중을 넓혀 나가고 있으며 동남아시아의 경우 낮은 인건비에 힘입어 저부가가치 제품이 생산되고 있는데, 특히 중공의 경우 괄목할 만한 성장을 하고 있다.

국내 현황

기존 수정진동자 시장에서 탈피하여 전자공업의 급속한 성장에 따라 수정응용제품은 지난 3년동안 3.5배의 신장율을 기록하였으나, 최근 수정업계는 원화절상, 노사관계, 고임금 등으로 어려움을 겪고 있다. 주요 수출대상국으로는 미주지역에 약 60% 정도이며, 유럽과 일본이 약 30%, 기타 중국, 싱가폴, 홍콩등 동남아시아 지역으로 점차 수출이 증가하는 추세이다.

## 수정진동자 및 응용제품 동향

수요 예측

프랑스의 통신시장모니터 기관인 OMSYC는 1990년 세계의 통신시장은 3천7백억 달러 규모에 이를 것이라고 예상했다. 이중 82%는 성장이 두드러진 전화, 팩시밀리, 비디오텍스트등 서비스가 차지하며 단말기 비율은 18%에 머물것이라고 전망했다. 통신시장은 지난 85년후 년평균 5.4%씩 성장, 팩시필리의 경우 판매고가 14억달러에 86억달러로 늘어났고, 비디오텍스트도 14억달러에서 84억달러로 성장했다고 분석했다. 또한 수정진동자, TCXO. MCF등이 사용되는 셀룰러폰의 미국시장의 동향은 미국의 이동통신 사업자인 나이넥스모빌 커뮤니케이션사가 최근 발표한 조사보고서에 따르면 미국의 이동전화 사용자는 금년 4백만명에 이어 해마다 30-40%의 급증세를 기록, 향후 95년에는 3천 1백만명 규모에 달할 것으로 예측됐다. 이러한 셀룰러폰 가입자의 폭발적인 급증현상은 현재 전체 수요의 대부분(88%정도)을 차지하고 있는 업무용에 이어 앞으로는 수요층이 가정용 분야로 확산될 것으로 전망되기 때문이다.

그리고 이 보고서에서는 특히 셀룰러폰 단말기 가격이 지난 84년 보급당시 대당 1천6백달러에서 금년에는 5백달러 수준으로, 95년에는 3백만달러로 하락 함으로써 이의 수용확산에 기폭제 역할을 할 것으로 예측하였다. 한편 미국의 셀룰러폰 시장규모는 금년 6억 2천만달러에 이어 오는 95년에는 8억달러의 장세를 형성하며 디지탈방식의 셀룰러폰이 전체시장에서 40% 이상의 점유율을 기록할 것으로 전망했다. 이외에도 코드레스폰, 컴퓨터등의 폭발적인 수요증가로 수정진동자 및 그 응용제품의 사용도 급증할 것으로 예상됨으로써 당사에서도 정확한 예측에 따른 신제품 개발에 박차를 가하고 있다.

기술동향

전자산업의 전반적인 발전과 더불어 경박단소의 추세는 회로 면적의 확대 및 고밀도 실장으로 원가 절감의 효과를 가져오고 있음으로, 특히 가전기기를 중심으로한 전기기부문에서는 SET 제품의 회로 형성에 SMT화 영향을 요구함으로 따라 최근 일본등의 경쟁이 점차 치열해 질것이다. 또한 SMD 제품의 chip 부품이 가지는 특유의 구조특성, 고주파화의 대응, EMC 대책등으로 인한 신뢰성 향상 및 생산자동화에 알맞아 자동차 전장품, 통신기기, 계측기등 산업용 분야에 급속히 확대되어가고 있다.

또한 세트의 소형화에 따라 기존제품 보다 3배정도 작은 LOW-PROFILE 타입의 개발 및 생산이 진행되고 있으며, 또한 이를 이용한 세트업체의 공장자동화에 기여하며, 고부가가치를 창출하기 위해 SX-1 타입이 개발, 생산되고 있다.

## 결 언

전자산업의 급속한 성장에 따라 수정진동자 및 응용산업도 지속적인 질, 양적 성장을 가져왔으나, 양적 성장에 비해 기술적인 성장이 균형적으로 발전되지 않았다. 완제품의 구성요소인 원자재 및 부품 산업이 수평전개가 되지 않아 제품 품질 보증에 만족도 불충한 것이 국산화가 저조한 것과 일치되어 기술집약형 고부가가치 제품보다는 저부가가치 제품을 생산하여 내수 및 수출을 하고 있는 실정에 있다.

또한 이로 인한 기술적 노하우가 부실하여 기초연구기술의 개발 및 품질보증측면에서 상대적으로 일본등의 선진국보다 뒤떨어지고 있다. 따라서 중공을 위시한 동남아시아권의 추격이 날로 심화해 가고 있어 국내 수정진동자 업체에서는 신제품 개발 및 기술력 향상에 적극적인 투자로 위기를 극복하고자 경주 하고 있다. 수정진동자 기술이 전자기술로 대변한다는 자부심으로 국제경쟁력 강화를 통한 우위확보와 지속적인 성장을 위해서는

1) 업체간 소재 및 응용 부품의 국산화 추진의 긴밀한 협조
2) 신제품 개발에 대한 생산업체의 과감한 투자
3) R & D 육성에 대한 정부의 다각적인 정책적 지원
4) 제품의 다기능화 추구
5) 소형화 및 SMD화에 의한 부품의 고품질화
6) 생산방식의 혁신 및 LOSS ZERO화 등이 선행되어야 할것이다.

그러기 위해서는 수정진동자 생산업체와 원자재, 부품업체 뿐 만 아니라 학계 및 연구기관의 적극적인 협력 및 다각적인 노력이 병행되어야 할 것이며 이를 근간으로 하여 적극 수용하면 전자산업의 선진화에 중추적 역할을 담당하게 된다는 것은 자명할 것이다.

국내 수정진동자 관련 업체의 R & D 투자 계획

| 구분 | 수정진동자 생산업체 | | | | | 자재,부품 생산업체 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A사 | B사 | C사 | D사 | E사 | I사 | J사 |
| 1989 | 750 | 300 | 500 | 500 | 200 | 1,000 | 100 |
| 1990 | 900 | 200 | 1,000 | 300 | 350 | — | 150 |
| 1991 | 1,050 | 500 | 1,500 | 400 | 450 | 500 | 200 |

(단위 백만원)

국내 수정진동자 관련 업체의 설비투자 계획

| 구분 | 수정진동자 생산업체 | | | | | 자재,부품 생산업체 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A사 | B사 | C사 | D사 | E사 | I사 | J사 |
| 1989 | 420 | 1,000 | 1,000 | 500 | 200 | — | 50 |
| 1990 | 550 | 1,000 | 1,500 | 300 | 100 | 300 | 100 |
| 1991 | 670 | 1,500 | 2,000 | 400 | 50 | — | 150 |

(단위 백만원)