

水晶製品의 技術動向

전자기기에서 小型, 薄型, 輕量化 및 고기능화의 기술진보를 받아서, 수정제품은 소형화, 표면실장 대응, 고정도화가 활발히 추진되고 있다.

수정진동자의 소형화와 표면실장화의 기술적 문제점은 IC와 저항과는 제품내용이 다르며, 水晶片이 있는 고체에 電界를 첨가하여, 고유의 자유진동을 시키기 위하여, 水晶片을 공간에서 확보하지 않으면 안되며, 주파수의 단이 장기적인 변화를 적게 하기 위하여 氣密性이 좋은 패키지에 수용하고, 또한 패키지에는 水晶片에 발생하는 電荷를 끄집어 내는 端子를 갖는 구조로 한다. 또한 水晶片의 支持方法은 진동시의 손실을 적게하는 방법을 취하지 않으면 안된다.

1) 水晶振動子の 小型化·表面實裝化

水晶振動子는 前述한 것처럼 氣密性을 갖는 구조를 기본으로 하고, 水晶片設計도 특성이 좋은 사이즈를 검토하지 않으면 안된다.

水晶片은 온도특성이 좋고, 가공이 용이한 AT Cut의 두께, 미끄러짐 진동이 요구되어지고 있다. AT Cut에서는 주파수의 두께로 결정된다. 두께는 주파수와 역비례이며, 주파수×두께=일정. 즉 $f(\text{KHz}) \times t(\text{mm}) = 1670\text{CKHzmm}$ 에서 표현할 수가 있다. 4MHz라면 약 0.42mm, 또한 20MHz이라면 약 0.08mm의 얇은 두께이다. 일반적으로 약 24MHz 이상은 진동의 3차와 5차의 高周波 成分을 이용하고 있다.

水晶振動子の 氣密防止의 모델은 예전에는 납땜封止의 HC-33/U와 HC18/U이었으나, 그 후 주파수 정도를 높일 수 있는 Cold 冷間壓接封止의 HC-43/U로 자동화생산이 용이한 레지스탄스 抵抗鎔接封止의 HC-49/U를 양산중이다. 그리고 水晶振動子の 形狀은 소형화가 추진되는 기기의 용도와 성능에 따라서 低姿勢Plat化, 面實裝對應으로 제품의 개발이 추진되고 있다 <그림-10>.

① 無線通信用 高精度 水晶振動子

코드리스 폰과 포켓 벨의 第1局發은 -10°C~60°C에서 ±4ppm 이하의 精度를 필요로 한다. 일반적으로 높이 8mm의 모델 HC-R/U-D가 채용되고 있는데, 높이를 낮게 한 4.5mm의 HC-R/UD.4.5 및 그 端子를 面實裝한 것이 있다.

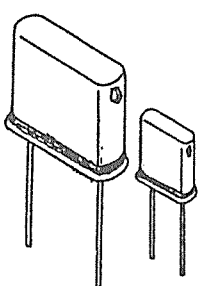
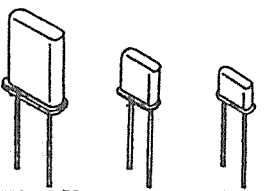

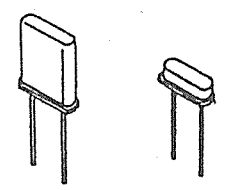
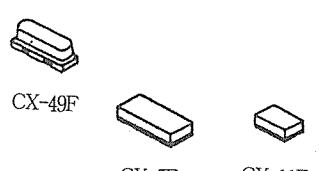
동계열의 본격적인 面實裝은 높이 1.8mm 이하인 Leadless CX-89F가 된다.

본제품은 세라믹의 基板을 베이스로 하여, 금속의 카바를 시무용접기술을 이용하여 封止한 구조이다. 이것은 봉지시에 열처리가 불필요하므로, 봉지 전후의 주파수 편차의 Flicker가 적다.

따라서 無線周波數의 채널간격이 좁고 온도 특성이 數ppm의 소형무선기에 적합한 것이 Model CX-89F이다.

② 마이컴, VTR用 水晶振動子

Resistance HC-49/U로 대표되는 水晶振動子는 컬러TV, VTR 그리고 마이크로 프로세서의

 <p>HC-33/U HC-18/U</p>	 <p>HC-43/U HC-R/U-D</p>	 <p>CX-RUF CX-87F CX-89F</p>	<p>無線・通信・ 高程度水晶振動子</p>
 <p>HC-49/U HC-49/U-S</p>		 <p>CX-49F CX-5F CX-11F</p>	<p>컴퓨터機器 映像機器・오디오 Car Electronics 等 量産適合水晶振動子</p>
<p>납납封止 水晶振動子</p>	<p>리드 타입</p>	<p>面實裝 對應</p>	
<p>現在の 水晶振動子</p>			

〈그림-1〉 水晶振動子・小型化로의 변천

Clock용으로써 다량으로 사용되고 있다. 기기의 소형화는 포터블에서 Handy, 薄型으로 추이하고 있는 것처럼, 水晶振動子の 形狀도 높이를 3.5mm로 한 Model HC-49/U-S의 설계에서, 水晶片 大小 및 내부구조의 개량이 첨가되고 있다. 그리고 이 소형기술은 晝實裝으로의 발판이 되어, 구조에서 薄型과 氣密性을 충족시키는 세라믹 패키지가 개발되어, 氣密封止方法도 400~450°C에서 봉착하는 低融点 Glass와 신뢰성이 있는 수지가 사용되고 있다.

小型化를 위한 패키지는 實裝面에서 基板으로의 설치시의 진동과 충격 그리고 Reflow 납땜 부착에 버틸 수 있는 材質, 또한 水晶의 특성이 기계적 진동과 충격성을 만족시킬 수 있는 구조의 검토가 이루어지고 있다. 알루미늄 세라믹의 패키지로 구성된 Model CX-5F는, 두께 2.5mm의 薄型面實裝水晶振動子인데, 진동차로써의 신뢰성, 實裝面에서의 효율업, 그리고 저코스트화의 점에서 현재 최근의 것이다. 이 面實裝化技術에 의해 개발된 초소형·박형의 新 Model CX-11F는 8×4.5×두께 1.8mm의 薄

片形狀으로 칩에 가까운 形狀에 접근했다. 또한 고주파화가 추진되는 가운데에서의 上限이 일반적으로 24MHz이므로, 30MHz까지 가능해졌다.

2) 水晶發振器의 小型化 表面實裝化

水晶發振器의 소형화는 水晶振動子の 소형화와 동시에 무선주파수의 數ppm 이하를 요구하는 고정도용과 數10ppm에서 數10ppm의 기준 Clock용으로 분리할 수가 있다. 이동체통신 무선기기 기준 발진용의 TCXO(온도보상수정발진기)와 VCITCXO(전압제어형)은 기기의 仕樣에 따라 다르지만, -30°C~75°C에서 상온편차를 포함하여 ±1~4ppm의 성능을 유지하지 않으면 안된다.

따라서 소형·면실장화에 즈음해서는 수정의 고정도특성은 물론 수정발진회로를 구성하는 모든 부품의 신뢰성에 대하여 총합적으로 검토하지 않으면 안된다. 한편 마이크로 프로세서용은 약 100ppm의 精度에서 좋기 때문에 이미 小型化 및 Leadless와 J리드의 面實裝對

應用이 상품이 되고 있는데, 또한 소형화의 개발의 촉진을 실시하고 있다.

① 移動體通信用高精度水晶發振器

핸디한 휴대전화가 화제를 불러일으키고 있다. 초소형 또는 디지털화 新方式의 PLL회로를 내장한 제1국발의 기준주파수의 발생원으로써 TCXO와 VCITCXO가 사용될 것으로 생각된다. TCXO는 폭넓은 온도범위에서 높은 주파수 안정도를 얻을 수 있기 때문에 수정진동자의 온도특성을 회로측에서 보정하는 方法을 취한다.

직접보상방식은 水晶의 특성과 逆방향의 특성을 갖는 Thermistor와 콘덴서에서 온도특성을 직접 相殺하는 방식인데, 이 방식은 약 $\pm 1\text{p}$ pm에서 5ppm에 적용할 수 있다.

또한 精度를 높이는 최근의 방식은, 水晶의 온도특성을 補正시키는 IC와 조립하여, 디지털적으로 제어하는 디지털 보상방식 DTCXO가 있다. 현재 많이 사용되고 있는 TCXO는 직접 補償型이 많다.

약 10년전의 TCXO는 구성부품과 기술의 과정에서 그 形狀이 $30 \times 30 \times 15\text{mm}$, 무게도 20g으로 소형경량과는 거리가 먼데, 据置機器에서는 충분히 목적을 달성하고 있다. 그러나 小型·輕量·低消費電力의 機器의 요망은 기기에 적합한 仕樣이 되고, 形狀도 $20 \times 20 \times 10\text{mm}$ 에서 $12 \times 12 \times 6\text{mm}$ 의 소면석화, 무게 1g의 모델 TCXO-36C의 상품화가 이루어지고, 또한 14pin IC 端子 配列形狀의 TCXO도 높이 10mm에서 8mm, 또한 Flat한 Model (VC)-TCXO-117C 및 面實裝 가능한 (VC)-TCXO-107C는 높이 4.5mm 이하, 용적 1cc, 무게 1g으로 현저하게 小型·薄型으로 기술개발이 이루어지고 있다.

이 TCXO와 VC-TCXO의 표준주파수는 무선주파수 대역의 채널간격에 의해 결정되며, 12MHz, 12.8MHz, 15.36MHz 및 10.625MHz가 일반적으로 사용되고 있다.

② 마이컴 Clock用 水晶發振器

디지털기기의 발달과 범용화와 함께 그 IC의 Clock用으로써 수정발진기의 수요가 급격히 신

장했다. 마이컴용수정발진기의 형상은 14pin IC 단자배열로 또한 소형·박형으로 개발이 추진되어 여러가지 제품이 송출되고 있다.

가장 일반적인 14pin 단자배열의 발진기는 TTC, CMOS, ECL의 IC驅動用으로써, 보다 고정도화와 고주파화기술이 첨가되어 다량으로 사용되고 있다. 소형에 대하여 수지 몰드 8pin 단자를 갖는데, 임의로 分周波를 인출할 수가 있다. Model EXO=3가 자동실장 가능한 소형 발진기로서 첨단을 攄었다. 또한 小型으로 개발이 추진되어 수정진동자 HC-49/UIS(높이 3.5mm로 同形狀의 JXO 시리즈, 水晶片과 IC베어 Chip을 일체봉입한 소형 CMOS 수정발진기이다. JXO시리즈는 16bit와 32bit CPU Clock 가능한 50MHz까지 주파수를 지향하여, 소형지향의 퍼스털 컴퓨터와 HDD 등 정보단말기에 적합한 형상이 되어 있다. 또한 面實裝의 개발이 이루어져, 수정진동자의 면실장기술과 EXO 및 JXO의 발진기기술을 도입한 모델 FXO-21F는 세라믹 패키지의 리드리스이며, 높이 2.5mm의 두께이다. 또한 小型·薄型 그리고 J리드의 요망에 따라서 水晶片의 小型化에 IC의 개량을 첨가하여 寸수 $5.8 \times 9.5 \times$ 높이 2.4mm, 무게 0.25g의 초소형·경량의 리드 타입, 樹脂 몰드의 Model EXO-8F를 개발하여 제품화를 개시했다.

저주파를 分周機能端子로 출력할 수 있는 EXO, 금속 케이스가 들어간 소면적의 JXO, 리드리스 고신뢰 세라믹 패키지의 FXO-21 그리고 수지몰드 J리드 박형의 EXO-8F 각종 Clock 용 소형 수정발진기가 준비되어, 다양한 기기 또는 고밀도실장, 생산의 효율을 배려하여, 기기의 설계자가 기기에 맞추어서 자유롭게 선택할 수 있게 되었다.

3) 水晶필터의 小型化 面實裝化

무선통신기의 수신부에는 과밀한 무선주파수대 중에서 필요한 주파수대만을 선택하여 통과시키는 전파의 필터가 필요한데, 제1차IF(中

間周波數) 用으로 水晶 필터가 사용된다. 코드리스 폰과 포켓 벨, 무선호출 시스템에는 21.4MHz와 21.7가 그리고 800MHz에서 900MHz대의 주파수를 이용한 이동체통신무선기기의 IF에서는 400MHz에서 500MHz帶 및 800MHz에서 90MHz帶의 MCF (Monolithic crystal Filter)가 이용되고 있다.

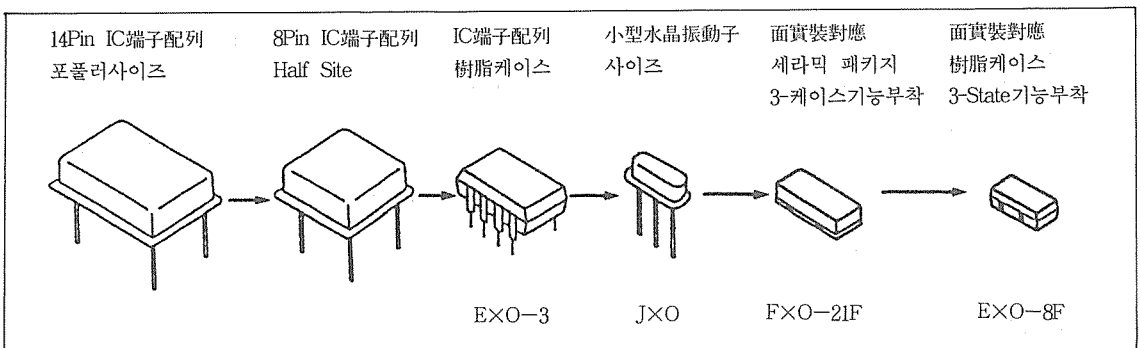
수정 필터는 수정 발진의 발진정도가 온도특성과 경시변화를 포함하여, 그 특성이 뛰어나도록 역으로 고유의 주파수에 정도가 잘共振하는 것을 이용하여, 특정의 주파수대만을 통과시키는 역할을 달성하고 있다. MCF는 1권의 수정청에 공진주파수 약간 비키어 놓은 통상 2개의 전극을 설치하여, 주파수의 통과대역을 확대하는 방법을 취했다. 이것을 1소자로써 콘덴서와 조립하여 필터 회로를 구성한다. 주파수 통과대역을 더욱 확대하는 방법을 취한다. 이것을 1소자로써 콘덴서와 조립하여 필터 회로를 구성한다. 주파수 통과대역을 더욱 확대하기 위해서는 2소자와 복소소자를 트랜스에서 특성을 보정하여 사용한다. 필터 회로를 조립하는 경우, 산입손실, 통과대역내의 진폭과 群遲延期間의 편차를 작게 하여, 필터 자신의

와 IM歪의 발생을 작게 하는 등의 조건을 만족시키는 설계가 이루어지고 있다.

그리고 通過帶域幅이 넓어질수록 또한 주파수가 높아질수록, 所定の 특성을 얻기 위하여共振子の 설계와 회로구성의 기술을 요구한다. 수정의 기본파 Mode를 이용하는 21.4MHz와 21.7MHz에서는 비교적 필터 특성을 얻기 쉬운데, 3차 고주파성분을 사용하는 80MHz에서 90MHz帶에서는 트랜스에서 同調回路를 조립하여 조정을 最良値로 하지 않으면 안된다.

소형 MCF 1소자의 형상은 진동자 HCR/V-D를 IN-OUT-GND의 3本足の 외관인데, 높이 8mm, 6mm, 4.5mm, 또 트랜스 내장의 유니트 패키지 형은 높이 9.5mm, 7mm로 박형화가 추진되고 있다. 面實裝 MXF를 사용하는 경우는 通過帶域幅의 조정을 충분히 행하여 보정감퇴를 과소하지 않도록 어셈블시의 앰피런스 매칭에 주의하지 않으면 안되는데, 실용상 면실장화가 발전기보다 뒤떨어지고 있다. 그러나 회로구성 기술이 높아짐에 따라 L리드化와 J리드型, 또는 높이 4.5mm의 트랜스 내장형 모델BT4가 개발되고 있다.

水晶振動子 발진기, 필터의 수정제품의 소형·박형·면실장화는 기기용도에 따라서 최근 2, 3년간 급속히 진전되고 있는데, 당분간 각종의 소형화 제품이 등장한 것으로 예상된다.



〈그림-2〉 마이컴 Clock用 水晶發振器·小型化로의 변천