

4. 장파대 수정 발진자 연구

목 차

1. 연구목적	123
2. 수정의 특성	124
3. 제 작	134
4. 시작품온도 특성	146
5. 시작품과 외 국제품과의 비교	147
6. 결 론	149

장파대 수정 발진자 연구

(100 KHz - 300 KHz)

연구 기간

1976.1.1 ~ 1976.12.31

연구관 : 통신기정 오 주 한
통신기좌 정 기 성
전송기사보 정 원 락
전송기원 이 광 표

一. 研究目的

安定한 發振器로서의 水晶 發振子は 抵周被帶를 비롯하여 거의 모든 周波數領域에 利用되고 있으나 現今 國內 實情으로는 中, 短波帶에서만 AT - CUT 의 水晶 振動子를 生産 補給하고 있을 뿐 長波帶의 水晶 振動子は 國內 技術 不足으로 그 製品을 外國에 만 依存하고 있는 實情인 바 長波帶 水晶 振動子の 理論 및 生産 技術을 開發하여 國內 生産을 可能토록 함에 있다.

二. 水晶의 特性

1. 水晶의 電氣的 特性

水晶의 振動은 彈性體의 振動이며 그 크기는 彈性率 密度에 依하여 定하여지며 固有 振動數(周波數)를 갖는 一般 水晶의 振動은 損失이 적고 따라서 固有 周波數는 大端히 安定하다.

또 水晶은 壓電氣 結晶體이며 應力이 作用하여 歪曲이 發生하면 어느 軸 方向에 電氣 電氣가 생기며 反對로 電界를 加하면 歪曲이 나타나며 應力을 發生한다. 即 水晶은 壓電氣 效果 또는 壓電氣 述效果를 가지며 따라서 이러한 것을 利用한 것이 水晶 振動子이며 이를 電氣 回路의 一素子로서 使用하면 發振 또는 共振 現象을 이룬다.

이러한 電氣 回路에 使用하는 水晶片은 水晶 石으로부터 所 定의 範圍로 切斷 된다.

그림 1에서 水晶의 頂點을 通하는 軸을 Z軸(光軸)이라고 하며 이 Z軸에 垂直인 平面內에 3개의 X軸(電氣軸)이 있다.

X軸 및 Z軸에 對하여 서로 直角을 갖는 軸을 y軸(機械軸)이라고 한다. 3개의 X軸은 120° 의 角度로 交하고 있다. 지금 水晶片을 3개의 X軸에 對하여 各各 同一 方位로, 또 y軸, Z軸에 對하여 各各 같은 方位로 切斷하면 이 3개의 水晶片은 똑같은 物理的 性質을 갖는다.

水晶片은 그 切斷 方位에 依하여 여러가지의 振動 모드들

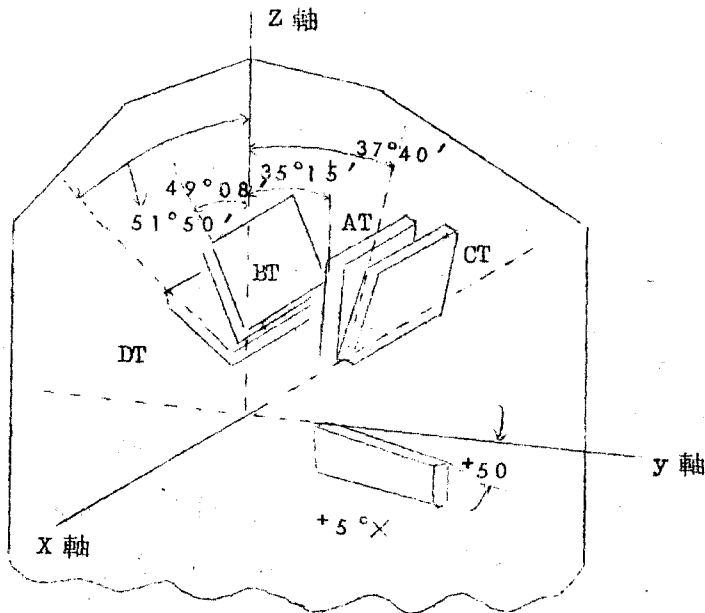


그림 1 수정의 대표적 절단방위

가지며 하나의 수晶片에 있어서도 그 振動 方程式의 解法은 無限個 있으며 無限個의 振動 모-드로 振動할 可能性이 있는 것이다.

새로이 電氣 回路로 부터 水晶片에 電界를 加하기 爲한 또 水晶의 歪曲에 依하여 發生한 電氣 電極에 依한 電壓을 電氣 回路에 갖게 하기 爲한 電極의 配置나 形象에 依하여 다른 振動 모-드를 갖게 할 수 있다. 따라서 그 水晶 振動子の 使用 目的, 使用 周波數帶, 溫度 變化에 수반하여 周波數 變化의 許容置, 等価 回路의 定數置 等に 適合하겠음 水晶片을 如何한 形狀 구조 및 水晶 振動子の 어떠한 振動 모-드를 使用하느냐 하

는 것을 決定하고 設計를 行한다.

2. 水晶 共振子の 温度 特性

水晶 共振子の 温度 变化에 수반하여 變動하는 것은 共振 周波数 外에 Q 가 있다.

温度 变化에 따라서 振抗의 变化는 主共振과 모-드에 基因하는 振動과의 結合을 除外하면 水晶의 内部 損失 또는 氣圧 등에 依한 变化分은 적고, 一般으로 保持 方法에 關한 것으로 思料된다.

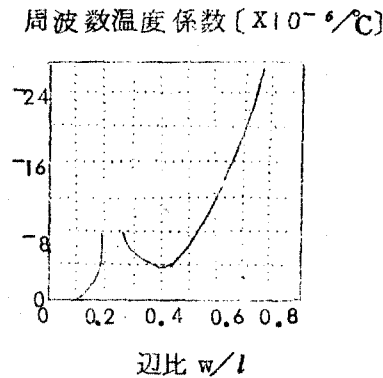
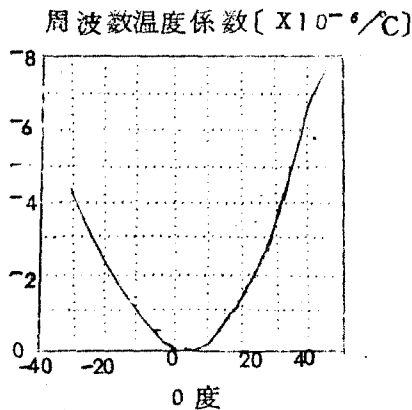
一般으로 이 抵抗은 0°C 에서 $+50^{\circ}\text{C}$ 의 温度 範圍며 數拾% 도 变化하고 水晶 FILTER의 比帶域幅이 좁으면 좁을수록 이 영향이 심하다. 따라서 比帶域幅이 大端히 좁은 것에 使用되는 水晶 共振子は 이 變化率을 적게함과 同時에 眞空 封入 또는 保持 方法의 改量等에 따라 Q 를 높이며 抵抗分의 變動의 絶對 置를 적어지게끔 해야된다.

특히 WIRE MOUNT 法에 따른 境遇 支持線의 共振, 温度에 따른 变化이며 水晶 共振子の 抵抗分 变化가 數倍 以上에 達할 경우가 있으므로 특히 注意하여야 한다. 水晶은 非等方性的의 結晶이므로 그 切断 方位에 따라 그의 物理的인 性質이 달라진다. 이때문에 水晶의 結晶軸에 對한 切断 方位를 바꾸면 共振 周波數의 温度 特性도 变化하고 어느 方位로 切断된 水晶 共振子は 温度 变化에 對하여 变化가 大端히 적은 特性을 얻을 수가 있다. 또 이 때가 水晶 共振子の 큰 長点이다. 이 振動 MODE 別로 周波

数-温度 特性을 説明한다.

가. 屈曲 振動子 및 從 振動子

X-CUT 系의 水晶 振動子는 그림 2에 表示한 y 軸에 對한 切斷 角度 θ 또는 그림 3의 迅比 W/l 에 따르며 그 周波數 溫度 係數가 달라질뿐 아니라 零溫度 係數를 주는 頂點 溫度가 變化한다.



即 그림 2에서 y 軸에 對하여 $+5^{\circ}$ 의 切斷 角度의 것을 $+5^{\circ}$ X-CUT 라고 하며 이때 零溫度 係數를 가지며, 더구나 溫度 係數가 적은 것을 얻을 수가 있다. 여기서 迅比 W/l 의 值가 작을수록 溫度 係數의 值가 적어지나 反面 IMPEDANCE가 大端히 높아진다. 그러므로 製造上 一般의으로는 $W/l = 0.15 \sim 0.18$ 程度의 것이 많이 使用된다. 그러나 水晶 FILTER의 設計에 있어서는 水晶 共振子의 等価 INDUCTANCE에 對한 要求에 따라서는 溫度 特性을 어느 程度 犧牲시켜도 $W/l = 0.3 \sim 0.5$ 의 큰값을 얻을 境遇도 있다. 그림 4에서 迅比 W/l 에 對한 溫度 特性 例를 表示한다.

$W/l = 0.15 \sim 0.18$ 에서는 그 頂点 溫度가 $+40^{\circ}\text{C} \sim +50^{\circ}\text{C}$ 에 있다. 이와같은 이유로 y軸에 對하여 $+2^{\circ}$ 의 切斷 角度를 $+2^{\circ}$ X - CUT 에서는, $+5^{\circ}$ X - CUT에 比하여 若干 溫度 係수는 나쁘나 그 頂点 溫度가 常溫 附近에 있으므로 쓰이는 境遇가 많다. $+5^{\circ}$ X - CUT 屈曲 振動子の 溫度 係수는 $W/l = 0.2$ 일때 約 $1 \times 10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ 이다.

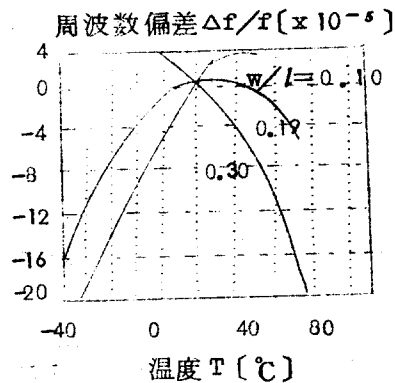


그림 4

나. 輪郭 미끄럼 振動子

CT 또는 DT-CUT 水溫 振動子是 그 溫度 特性이 거의 二次曲線을 나타내며 그 零溫度係수를 주는 頂点 溫度는 切斷 方位에 따라 變化하며 $\pm 1^{\circ}$ 變化시키면 CT板에서는 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ DT板에서는 $\pm 60^{\circ}\text{C}$ 까지도 移動한다.

또 이러한 水晶 振動子是 一般으로 正方形이지만 그 迅의 長이에 따라 頂点 溫度가 變化한다.

그림 4 에서 CT 판, 또 그림 5 에서 DT板의 切斷 角度에 對한 周波數 溫度 特性을 表示한다. 同一한 溫度 範圍에서 周波數 偏差

는 DT板이 CT板에 比하여 적다. 温度 範圍 $0^{\circ}\text{C} \sim +60^{\circ}\text{C}$ 에서
 는 一般으로 DT板이며 周波数 偏差 $\Delta f/f = 5 \times 10^{-5}$ 以下, CT板
 에서는 1×10^{-4} 以下이다.

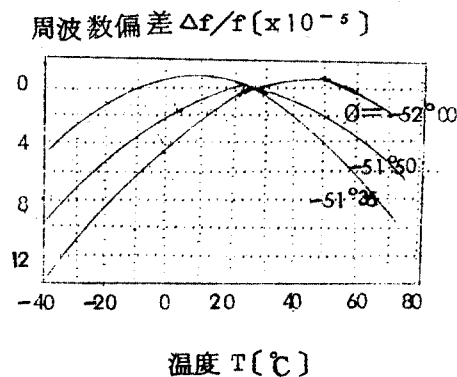


그림 5

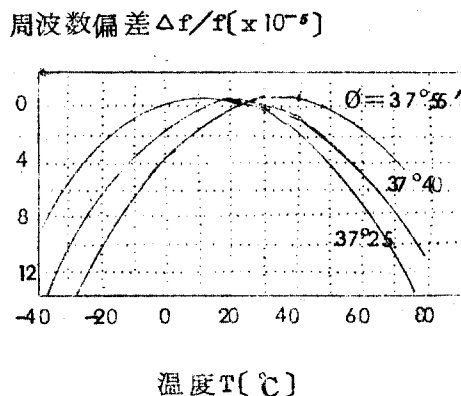


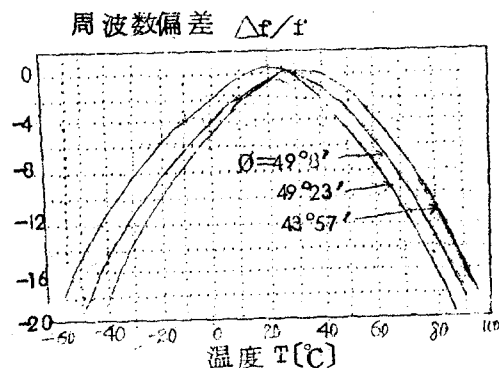
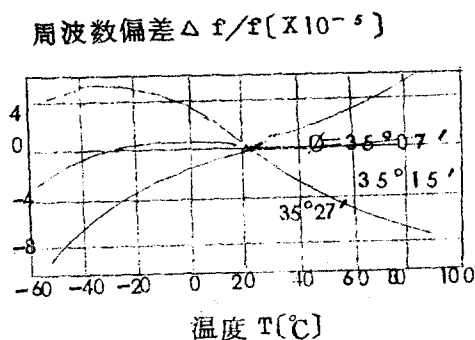
그림 6

다. 두께 미끄름 振動子

AT 또는 BT-CUT는 다 같이 零 温度 係數를 常温 附近에
 갖는 水晶 振動子 이므로 前者의 周波数 温度 特性은 三次 曲線
 을, 後者の 것은 二次 曲線을 表示한다. 따라서 前者는 後者보다
 도 넓은 温度 範圍에서 優秀한 周波数 温度 特性을 갖는다.

但 切斷 方位의 誤差에 對하여서 前者의 温度 特性이 銳敏함에
 反하여 後者は Z軸에 對한 切斷 角度(ϕ) $3'$ 差에 對하여 零
 温度 係數를 주는 頂点 温度의 變化는 10°C 程度이다.

그림 7 은 AT-CUT, 그림 8 은 BT-CUT 의 周波数 温度 特性을 表示한다.



現在 製造 技術의 發達에 따라 温度 特性이 좋은 AT-CUT가 使用되고 있다. 그러나 水晶 共振子로서 周波수가 大端히 높고 水晶 FILTER의 比帶域幅에 따라 OVERTONE의 使用이 不可能할 境遇는 周波数 定数值가 큰 BT-CUT가 使用될 境遇도 있다.

3. 副共振

이미 말한 바와 같이 하나의 水晶 共振子도 無限個의 振動 MODE, 또는 그 高調波 振動을 가지며 無限個의 振動을 할 可能性이 있다. 主振動 以外の 振動을 一般으로 副共振이라 하며 水晶 FILTER의 慮波 特性에 惡影響을 미치는 不必要한 振動이다. 卽 그 副共振이 主共振 附近에 있을 境遇는 FILTER의 通過 帶域內的 伝送 特性을 散乱케 하고 不規則한 減衰를 일으킨다.

또 比軸的 主振動으로 부터 먼 곳에 있을 境遇는 減衰域에 있어서 急激한 감쇠량의 低下를 發生케 한다. 特히 두개 미끄름 振動에서는 副共振의 數가 많고 또 主振動의 가까운 곳에 여러개가 存在하며 現在로는 그 抑壓 方法이 充分히 確立되어 있지 않다.

副共振은 主振動 以外の 振動 MODE에 基因하는 것과 그 高調波 振動 및 主振動의 振動 系列에 屬하는 것과 그 高調波 振動에 基因하는 것으로 나눈다.

后者에는 当然 主振動의 高調波 振動 및 두개 미끄름 振動子에 있어서 두개 미끄름 系列에 屬하는 振動等이 包含되어 있다. 一般으로 振動子는 그 主振動이 振動하기 쉽겠음 形狀, 크기나 保持 方法等を 行하고 있으므로 后者는 前者에 比하여 副共振의 振動이 強하다. 副共振은 그 세기 또는 主振動으로 부터의 存在 位置가 水晶廳의 電極의 形狀, 크기 또는 保持 方法等に 密接한 關係를 갖는다. 全面 電極을 붙였을 때에는 主振動의 高調波 振動은 그 次數가 높으면 높을수록 그 強動는 弱해진다. 그러나 第3次 高調波 振動에서는 主振動과의 FILTER 구간에 있어서 伝送 損失差가 10 db 程度로 되며 그 외의 振動 MODE의 高調波 振動에 比하여 一般으로 大端히 強하다.

이러한 副共振의 對 으로는 그 振動의 세기를 弱하게 하거나 或은 그 存在 位置를 主振動으로 부터 멀리 멀어지게 하거나의 두가지 方法이 있다. 그 存在 位置가 主振動(通過帶域 附近)보다 멀리 떨어져 있으면 LC回路의 入에 따라 減衰域에 있어서 減衰量の

저하를 補像할 수가 있다. 또 水晶 FILTER를 多段 維統시켜 各 区間の 減衰量에 따라 서로 副共振에 依한 影響을 補償시킨다.

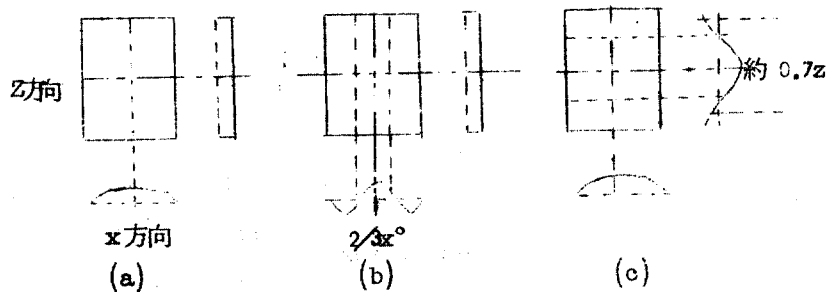
水晶 共振子 自身에 있어서 副共振의 全面的인 抑圧 方法에 關해서는 確立되어가고 있는 現狀이다. 輪郭 미끄름 振動子인 CT板에서는 主振動 周波數의 1.96 倍, DT板에서는 2.28 倍의 곳에 強한 副共振이 存在한다.

迅比 0.15 의 $+2^\circ$ X - CUT 縱振動子에서는 副共振 周波數 f_n 과 主振動 周波數 f_o 와의 比 $f_n/f_o = 0.74$ 附近에 屈曲 振動 M-MODE 에 基因하는 큰 副共振이 存在한다. AT板에서는 그림 9 (b) (c) 에 나타난 것과 같은 主振動 (a) 와 같은 두께미끄름에 基因하는 副共振이 主振動보다 높은 周波數의 곳에 存在한다. 또 同時에 輪郭 振動 MODE 및 그의 高調波 振動에 基因하는 副共振이 主振動 附近에 많이 存在한다.

이것 들의 副共振 抑壓 方法은 水晶廳 自身の 크기 形狀을 規定하여 다른 振動 MODE 와의 結合을 적게함과 同時에 水晶廳의 크기 또는 形狀에對한 電極의 振動이 하지, 앞젓금 (副共振의 振動 MODE에 依하여 發生하는 電荷의 總和가 으로 되젓금) 하면 좋다.

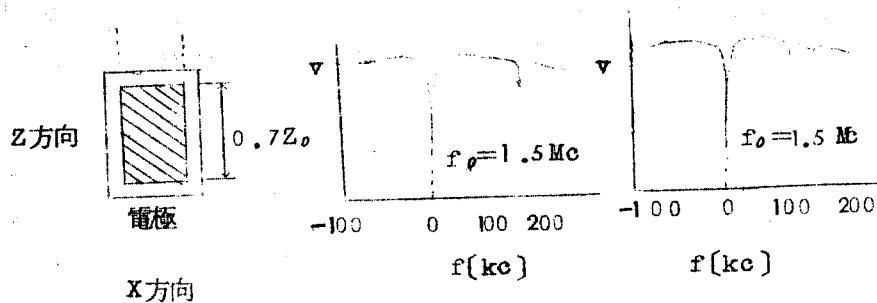
或은 副共振의 振動 MODE의 "腹" 의 部分을 눌러 副共振의 Q를 劣化하게하는 方法도 그 세기를 抑壓할 수 있다. 예를 들어, AT板에서 그림 9 (b), (c) 에 表示한 副共振은 그림 10 과 같은 部分 電極을 代着함에 따라 實用上 充分히 使用할 수 있는 程度까지 抑壓할 수 있다.

그림 10에 그 比較例를 表示한다. (a)는 副共振 抑圧을 特別히 考慮치 않고 製造된 1.5 MHz 水晶 共振子の 特性例이다. (b)는 水晶聽 自身の 크기 또는 그에 對한 電極 크기를 適當한 値에 副共振 抑圧을 充分히 考慮하여 製造된 特性例이다.



X° : 水晶片의 X軸의 方向의 길이
 Z° : 水晶片의 Z軸의 方向의 길이

그림 9



第 2 . 2 圖

第 2 . 3 圖

그림 10

三. 製 作

本 研究에서는 100 KHz ~ 300 KHz 를 主 対象으로 하였으므로 100 KHz 대는 + 5° X - CUT 의 從振動을, 200 KHz 및 300 KHz 대는 郭 振動을 하는 DT - CUT 로 設定하여 原石을 切斷하였다.

표 1 은 水晶의 切斷 方位別 振動 MODE, 周波數 範圍, 및 形狀을 나타낸 것이다.

1. BLANK의 設計

절단방위	진동 모드	주파수범위	주파수	형상
+2°X-CUT	종진동	50-300 KHz	$Kf \times \frac{1}{l}$ $Kf = 2760$	장방형
+5°X-CUT	"	50-300 KHz	$Kf \times \frac{1}{l}$ $Kf = 2870$	세장판
+5°X-CUT	판·굴곡진동	4-100 KHz	$Kf \times \frac{W}{l^3}$ $Kf = 5700$	장방형
CT - CUT	윤곡진동	200-750 KHz	$Kf \times \frac{1}{l}$ $Kf = 3080$	장방형
DT - CUT	"	100-500 KHz	$Kf \times \frac{1}{l}$ $Kf = 2070$	정방형
AT - CUT	두께진동	$500-20 \times 10^3$	$Kf \times \frac{1}{t}$ $Kf = 1670$	정방형 원형
BT - CUT	"	$3 \times 10^3 - 30 \times 10^3$	$Kf \times \frac{1}{t}$ $Kf = 2560$	"
AT - CUT (N	"	$60 \times 10^3 - 100 \times 10^3$	$Kf \times \frac{N}{t}$ $Kf = 1670$	원형

(표 1)

一般的으로 水晶 BLANK 의 設計 順席는 다음과 같다.

가. 使用 周波數 또는 周波數 許容 偏差에 依하여 水晶의 切斷 方法을 決定한다.

나. 周波數 許容 偏差, 副共振 特性 (주로 두께 振動子의 境遇), 使用溫度 範圍, 等価 INDUCTANCE 및 實効 振抗에 依하여 BLANK 의 크기의 比를 決定한다.

다. 使用 溫度, 許容 周波數 偏差로서 迅比 W/l 의 값을 決定한다.

라. 幅 (W) = 길이 (l) \times 변비 (W/l) (em)

마. 指定 等価 INDUCTANCE 에 依하여 두께 (t) 를 決定한다.

$$\text{두께} (t) = \frac{\text{지정 등가 인덕탄스 (H)}}{\text{인덕탄스 정수 (H/mm)}} \quad (\text{mm})$$

상기 式의 結果로 얻어진 l, W, t 가 製作 可能하면 충격이나 機械的 振動, 使用 레벨等에 依하여 安全度의 如否를 確認한다.

2. 試作品의 設計

試作品의 周波數로서는 100 KH_2 , 200 KH_2 및 300 KH_2 의 3 개의 周波數를 選定하여 100 KH_2 대는 $+5^\circ$ X-CUT 從振動 200 및 300 KH_2 대는 郭 振動의 DT-CUT 를 採하였다.

가. $+5^\circ$ X-CUT (100 KH_2)

$$f_0 = Kf \times \frac{1}{l} \quad 100 = 2870 \times \frac{1}{l}$$

$$Kf = 2870 \quad \therefore l = 2870 \text{ m} / m$$

그림 11에 依하여 迅比 W/ℓ 가 0.5 ~ 0.18 에서 周波数 温度 係수가 良好하므로 $W/\ell = 0.16$ 일때 그림 12에서 인덕탄스 定數는 60 H/mm 가 되므로

$$t = \frac{\text{지정 등가 인덕탄스}}{\text{인덕탄스 정수}}$$

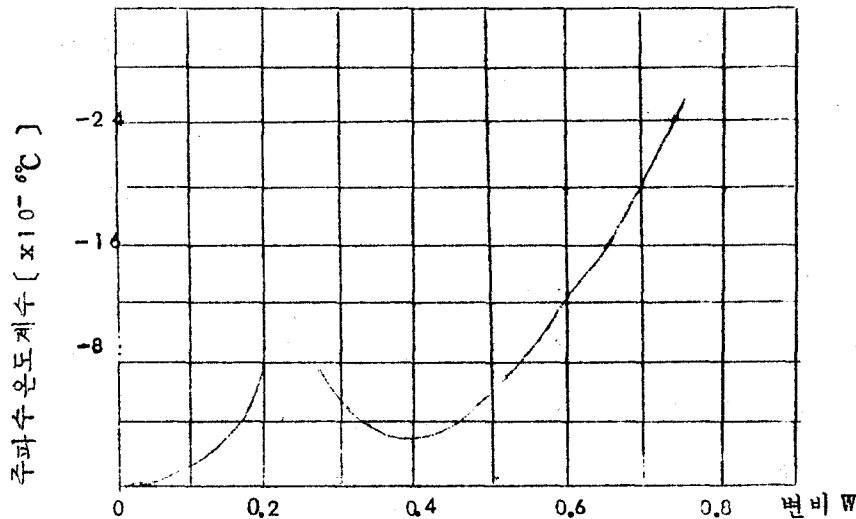
등가 인덕탄스를 48 H로 취하면

$$t = \frac{48(H)}{60(H/mm)} = 0.8(m/m)$$

$$\ell = 28.7 m/m$$

$$W = 4.5 m/m$$

$$t = 0.8 m/m$$



+5 x - OT 종진 동자의 변비와 온도계수의 관계

그림 11

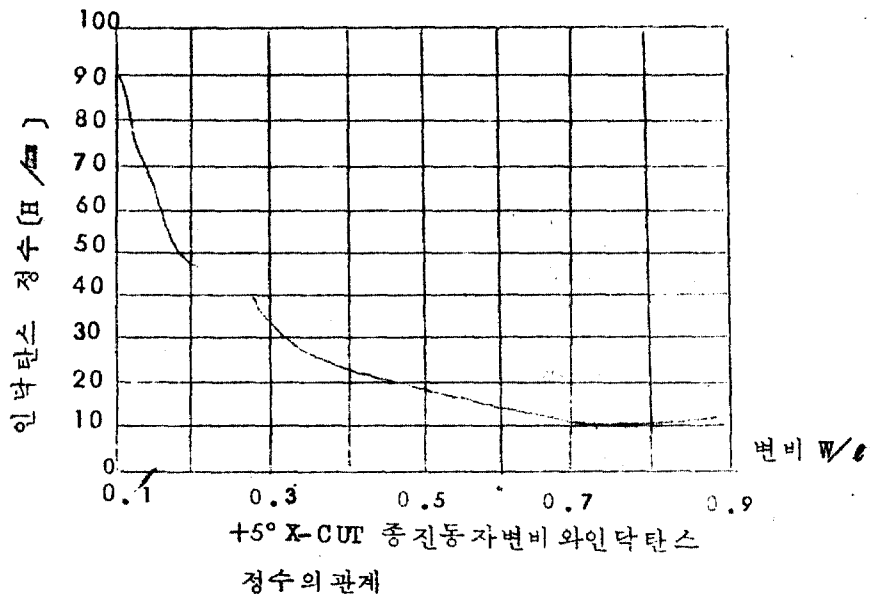


그림 12

나. DT-CUT (200 KH₂ , 300 KH₂)

200 KH₂ 의 境遇

$$f_0 = Kf \times \frac{1}{\ell}$$

$$200 = \frac{2070}{\ell} \quad Kf = 2070$$

$$\ell = 10.35 \text{ m/m}$$

CT-CUT 및 DT-CUT 에서는 BLANK 의 두께는 周波数에 전혀 無關하다.

周波数 定数 Kf = 2070에서

W = 20 t 의 관계가 있으므로 (그림 13 참조)

$$10.35 = 20 t$$

$$t = 0.5 \text{ m/m}$$

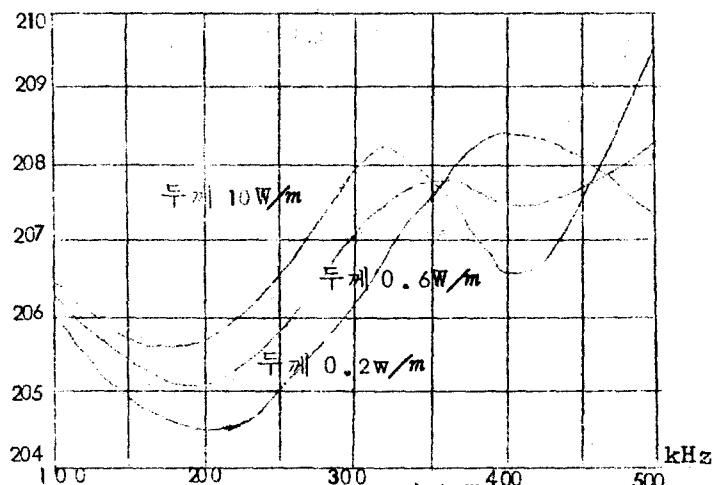
300 KHz 의 境遇 위와 마찬가지로

$$300 = \frac{2070}{\ell}$$

$$\ell = 6.9 \text{ m/m}$$

$$t = \frac{6.9}{20} = 0.345 \text{ m/m}$$

kHz/cm



DT-CUT 윤곽진 동차의 두께와 주파수정수와의 관계

3. SPOTTING

切断된 BLANK 를 所定の 化学 処理를 거친후 아래와 같이 幾何学的 中心点에 銀点을 附着한다. SILVER PREPARATION 은 使用하기전 적어도 4시간 이상 흔들어서 내용물이 잘 혼합되도록 한다.

- 가. BLANK를 SPOTTING MACHINE 의 加熱板 위에 놓고
- 나. 微鏡으로 BLANK 의 中心 位置를 잡은후 SILVER PREPARATION 을 묻히고 BLANK 에 내려서 SPOT 한다.
- 다. 反対便에도 같은 方法으로 實施한다.

라. SPOT가 굳도록 常溫에서 20 분간 굽는다.

마. 500 °C의 電氣에서 30 분간 굽는다.

바. 円 形으로된 SPOT를 上部가 납작하도록 잘라서 SPOT WIRE가 잘 접촉 되도록 한다.

사. SPOT 상에 FLUX를 바른후 가성가리 溶液에 넣어 10 分間 超音波 세척한다.

4. 증착 및 WIRE MOUNTING

SPOT된 BLANK를 兩面에 全面 電極으로 증착한후 인칭 동선으로 SPOT에 附着한다.

5. SEALING

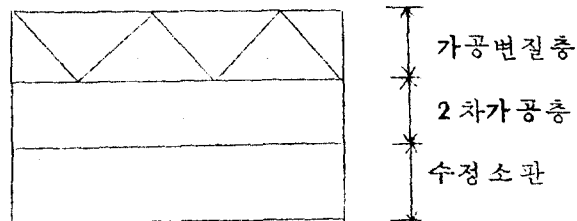
MOUNTING한 WIRE를 BASE에 납땜하고 배기한후 素 GAS를 注入하고 SEALING 한다.

6. 化学処理 및 洗滌

水晶 発振子の 特性 向上과 長期 性用 時 가져오는 周波数 周波数 Aging 變化를 막고 水晶 應 表面의 경화 維持를 위하여 化学處理 過程은 溶液의 濃度 Etching 한계 周波数 使用 溫度等이 周波数 平面度 維持等과 直接 關係되며 또 腐 限界值 選定은 Etch Pist와 關係되며 平面度の 不均衡으로 점재파를 減 衰시켜 主振動 抑圧의 結果를 가져오는 境遇가 있다. 腐 液体는 Ammonium Bifloride를 30 °C에서 使用하는것이 適當하다.

腐의 限界를 넘기면 実効 抵抗의 增加로 自然 Q가 低下되며 結果를 가져왔다. 더욱이 電極幕蒸差(銀幕)強度가 不良하여 周波

數變化가 생기며 심할 境遇 共振이 停止까지 되는 結果를 超來하였다. 製作 工程上 X-tal 에 묻어있는 手脂 其他 不純物을 除去하기 위해 아울러 酸處理를 해야 했으며 蒸流水內에서 몇번이고 탕 處理하는 洗滌을 充分히 施行 하였으며 이는 良好한 特性을 振動子를 얻는데 必要不可 의 要件이었다.



<水 晶 표 면>

가. 均斷後 洗滌

原石으로 부터 均斷한 水晶廳에 붙어있는 레몬洗탁 송진 輕油等을 除去하기 위하여 메탄올 가성가리 溶液을 80℃~90℃로 可熱하여 30 分以上 침전 시킨다.

나. 最終研磨後 化學處理 및 洗滌

1) 1次洗滌

最終研磨後 水晶廳 表面에 研磨濟 維持 또는 不純物을 除去하기 위하여 洗滌을 行한다.

A. 트리크로에치렌

가. 무색의 液体

나. 불연성이며 有毒하다.

다. 융점 : -70°C

라. 비점 : 87°C

마. 비중 : 1.459

바. 특성 : ① 有機物 洗滌에 쓰이며 물에 使用

B. 蒸流水 (1 회)

蒸流水를 80°C 로 끓여서 水晶廳을 蒸流 시킨다.

C. 초산 (30 분)

가. 무색의 液体

나. 刺 性 냄새가 나며 몸에 有毒함.

다. 융점 : 16.7°C

라. 비점 : 118°C

마. 비중 : 1.069

바. 특성 : 有機物 無機物 洗滌이 모두 可能함.

D. 蒸流水 (1 회)

2) 腐 (Etching)

周波数 微細調整 및 安定度를 높이기 위하여 1次 洗滌後

施行한다.

A. Etching 의 目的

가) . 研磨時 研磨된 水晶廳은 그 表面에 emery에 의하여 微細

한 흠집이 파져있다. 이 흠집을 除去하지 않으면 長期間

使用할때 變質을 가져오게 되며 이 흠집을 除去하기 위하여

Etching 處理를 한다.

나. 最終 研磨 및 1次 洗滌後 水晶體의 平面度를 좋게하여 安定
度를 높이고 周波數 經年變化를 막기 위하여 Etching를 한다.

B. Etching의 한계

$$\langle \text{maximum} \rangle \Delta f = 0.05 \times F^2 \times \mu$$

$$\Delta f = \frac{0.033 \times F^2 \times 15,000}{M} \langle \text{Mil3098F 규격참조} \rangle$$

0.033 : Fundamental Frequency

μ : 研磨濟 Micron size

M : 研磨濟 Mesh size

$$\langle \text{Etching 時 許容偏差} \pm 0.05 F^2 \rangle$$

C. Etching 溶液

불화 암모니아 : 증유수 < 부피 >

1 10

8 g 500 cc

불화수소 증유수

48 52무게

D. Etching 時 注意 할점

가. Etching 한계 周波數 範圍를 넘지 않을것

나. 시약은 混合 할때는 正確히 配合하여야 한다.

다. 溫度를 一定하게 維持 시킨다.

3. 2次 洗滌

2次 洗滌은 Etching 過程 後에 行한다.

A. 가성가리

가. 無色 單斜晶等 結晶

나. 比重 2.13

다. 特徵 溶해성이 있고 160℃에서 무수염으로 된다.

물에 잘 녹는다. <기름제거>

有機物 洗滌濟

B. 蒸流水 <1회>

이온화 蒸流水 無機物質은 없어 지나 有機物質은 完全 蒸流는 不可能함.

끓이는 蒸流水 無機物 有機物은 完全 蒸流 可能함.

當所의 이온화 蒸流水는 80°로 끓여서 使用 하였음.

C. 중크롬산 가리 (30분)

가. 濃度가 높으면 赤色 또는 黑色

나. 濃度가 낮으면 黃色

D. 蒸流水 <2회>

E. 超音波 洗滌 <5분>

超音波 洗滌器는 超音波 振動을 利用하여 洗滌을 行한다.

F. 純殺알콜 99.9%에 30분 이상 沈澱 시킨다. 에칠알콜 사용

G. 乾燥

110℃ 電氣로에서 完全 乾燥 시킨다.

7. 화학처리 과정의 연구 비교

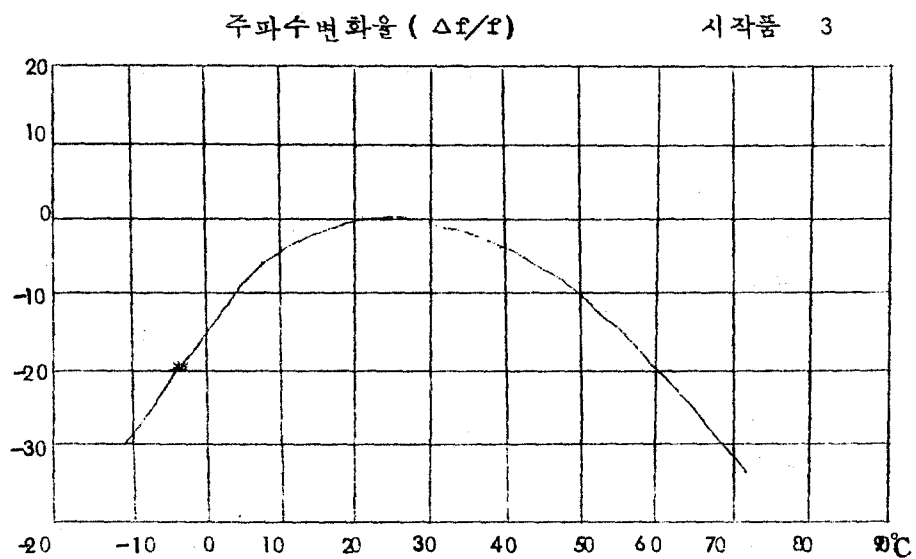
가) 전파연구소 및 미공군 화학처리

실시처 구분	전 파 연 구 소 (개정 전)	전 파 연 구 소 (개정 후)	미 공 군
1. 차세척	1. 트리크로 에치렌 (30 분) 2. 증류수 (1 회) 3. 초산 4. 증류수 (1 회) 5. 온도 : 60 °C 가열 처리	1. 트리크로에치렌 (30 분) 2. 증류수 (1 회) 3. 초산 4. 증류수 (1 회) 5. 온도 : 80 °C 가 열처리	1. 트리 크로에치렌 (30 분) 2. 증류수 (1 회) 3. 온도 : 80 °C 가열처리
ETCHING	1. 불화암모니아 (1 : 5 로 증류수로 혼합) 60 °C 가열 처리 2. 증류수 (1 회)	1. 불화암모니아 (1 : 10 로 물과 혼합) 80 °C 가열 처리 2. 증류수 (1 회)	1. 불화암모니아 (1 : 5 로 물과 혼합) 80 °C 가열처리 2. 증류수 (1 회)
2. 차세척	1. 가성 가리 (30 분) 2. 증류수 (1 회) 3. 중크롬 산카리 (30 분) 4. 증류수 (1 회) 5. 초음파세척 (알콜) 5 분	1. 가성가리 (30 분) 2. 증류수 (1 회) 3. 중크롬 산카리 (30 분) 4. 증류수 (1 회) 5. 초음파세척 (알콜) 10 분	1. CHROMIC ACI- DE) 크롬산카리 : 100 gr 유산 : 17.50 ml 증류수 : 200 ml 에서 혼합. 80 °C 가 열처리

6. 전고기 (적외선건조기 200 W 용으로 유리사래위에 백상지를 놓고 수정편을 건조시킴 (5분)	6. 전조기 (고온도 시험기로 사용 건조 (80℃ - 90℃ 10 분 건조)	2. 증류수 1 회
7. HOLDER 카본 택스로 초음파세척기 100℃에서 건조	7. HOLDER 카본 택스로 초음파 100℃에서 건조	3. 증류수 125 ml 에 암모니아수 4 방울 혼합하여 수정을 세척
		4. 증류수 1 회
		5. 110℃에서 건조 (고온도 시험기) (80℃ - 90℃ 10 분)
		6. HOLDER 트리 크로 에치 렌 초음파 세척 후 100℃에서 건조

四. 試作品의 溫度 特性

試作品의 溫度 特性은 그림 14 와 같다.



< 그림 14 >

五. 시 작품과 외국 제품과의 작성 비교

외 국 제 품 특 성 분 석

SAMPLE NO 구 분	1	2	3	4	5	6
형 식	HC-13/U	"	"	"		
제 작 회 사	NDK	TTK	"			
공 칭 주 파 수 (KHz)	110	110	"	200	"	"
CUT MODE	X-CUT	X-CUT	"	DT-CUT	DT-CUT	DT-CUT
직 렬 주 파 수 (KHz)	110.001	109.972	109.916	199.966	199.948	199.957
" (ohm)	560	320	300	2,400	2,800	1,400
병 렬 주 파 수 (KHz)	110.062	110.027	110.021	199.965	199.992	200.010
병 렬 저항(ohm)	1600	1,100	1,100	3,800	5,000	3,000
종 작 물 질	은	금	금	금	금	금
장 변 의 길 이 (m/m)	24.836	25.0	24.978	10.389	10.393	10.412
단 변 의 길 이 (m/m)	4.705	3.779	3.779	10.371	10.379	10.393
두 계 (m/m)	0.807	0.800	0.800	0.800	0.500	0.502

※ 부 하 용 량 32 PF

구분 \ 번호	1	2	3	4	5	6
형 식	HC-13/U	"	"	"	"	"
공칭 주파수(KHz)	100	100	200	200	300	300
CUT - MODE	X- CUT	X- CUT	DT- CUT	DT- CUT	DT- CUT	DT- CUT
직렬 주파수(KHz)	99.961	99.987	200.004	200.010	299.952	299.997
" (ohm)	310	350	2,000	2,500	2,800	3,000
병렬 주파수(KHz)	100.011	100.042	200.057	200.064	300.010	300.048
" (ohm)	1200	1250	3500	4000	4300	4600
종착 품질	은	은	은	은	은	은
장변의 길이 m/m (L)	28.152	28.148	10.542	10.513	7.012	6.977
단변의 길이 m/m (W)	4.308	4.352	10.528	10.498	7.008	6.932
두께 (m/m)	0.846	0.837	0.504	0.512	0.345	0.38

※ 부하용량 32 P F

六. 結 論

水晶廳의 等備抵抗은 切断 角度에는 影響이 있지만 長波帶 에서는 特히 銀點의 位置 즉 NODE 點을 如何히 正確하게 찾아서 SPOT 하느냐에 있으며 똑같은 切断 角度 및 똑같은 工程을 거치더라도 實効抵抗이 각각 다른 것은 바로 SPOT 의 位置에 起因하는 것으로 分析되며 앞으로 이 SPOT의 位置에 對한 研究 및 SPOTING 技術을 더욱 研究 하여야 할 것이며 그러므로서 等價 抵抗이 작은 良質品을 製作할 수 있다.

今番 研究에서는 人工水晶 원석을 實在 切断하여 製作하는데 重點을 두었으며 正確한 方位角 測定과 切断 技術을 習待하여 共振子 化學處理 方法을 改善 補強 하므로서 外國 製品에 遜색이 없는 良質의 特性을 얻을수 있었다.

“ 참 고 문 헌 ”

인공수정의 이론과 실제. (오무사)

FABRICATION OF QUARTZ CRYSTAL. (US. ARMY)

인공수정과 전기적 응용집

(일본 공업신문사)