

449

192KHZ CRYSTAL OSC 용
수정 발진자 연구

목 차

一. 서 론	29
二. 장파대 X-TAL 공진자의 이론	30
1. + 5° X - Cut 의 특성	30
1) + 5 ° X-Cut 의 세원	30
2) 온도 특성	30
3) 부하 용량	33
4) 진동 Mode	34
5) 부진동	34
2. Inductance (등가) 측정	35
三. 장파대 수정 발진자의 종류 및 지지방법	37
1. 절단 방위에 대한 구분	37
2. 진동자태 (Mode) 에 의한 구분	38
3. 지지 방법	39
四. 실 계	41
1. 변비 (W / L) 가 0.5 일 경우	41
2. 변비 (W / L) 가 0.18 일 경우	42
五. 제작 과정	46
1. 절 단	46
1) 절단 방위	46
2) 절단 조건	46

3) 절 단	46
2. X-RAY CHECK	47
3. Lapping	50
1) 방위 오차 수정	50
2) 편면 가공	51
3) 양면 Lapping	52
4) Carrier 와 Lapping 의 관계	52
4. 화학 처리 및 세척	53
1) 1차 세척	53
2) Etching 처리	54
3) 2차 세척	54
5. Spotting	54
6. 증 착	55
7. gas 주입 및 Sealing	56
六. 시작품 특성 분석	57
七. 결 론	61
(참고문헌)	62

통신기정	오	주	한
통신기좌	이	천	종
전송기사보	장	재	영
전송기원	이	광	표

一. 서 론

본 연구는 고도로 발전해 가는 국내 전자업체가 아직도 외국의 수입에만 의존하는 CRYSTAL FILTER의 국산화를 위하여 방송 단국 장치의 B. P. F. (Band Pass Filter)에 사용되 는 CRYSTAL FILTER (192 KHZ)의 ELEMENT중 수정 공진자의 이론 및 제작 기술을 개발하여 국내 생산을 가능토록 함에 있다.

二. 장파대 X-TAL 공진자의 이론

1. +5° X-Cut의 특성

장파대 CRYSTAL FILTER용 수정 공진자 제작시는 주진동 이외의 부진동의 억압 등가정수의 오차 한계와 온도 계수의 영향을 무시할수 없으므로 192 KHZ FILTER용 수정 공진자를 얻기 위해서는 종진동 MODE를 갖는 +5° X-Cut 수정편이 요구되므로 +5° X-Cut에 대하여 기술한다.

1) +5° X-Cut의 제원

가. 절단방위 : +5° X

나. 진동자태 : 종진동

다. 주파수범위 : 50 ~ 300 KHZ

라. 주파수 : $kfxl / L$

마. 형상 : 세장판

2) 온도 특성

X₂-Cut 제의 수정 진동자는 표 2에 표시한 Y축에 대한 절단 각도 θ 또는 표 4의 변비 W/ℓ 에 따르면 그 주파수 온도 계수가 다르며 영온도 계수를 주는 정점 온도가 이용된다.

즉 표 2에서 Y축에 대하여 +5°의 절단 각도의 것을 (+5° X-Cut) 영온도 계수를 가지며 더구나 온도계수가 적은 것을 얻을수가 있다.

여기서 변비 W/ℓ 의 치가 작을수록 온도 계수의 치가 작아지나 반면 impedance가 대단히 높아 진다. 그로 인하여 일반적으로는 $W/\ell = 0.15 \sim 0.18$ 정도의 것이 많이 사용된다.

그러나 수정 FILTER의 설계상 수정 공진자의 등가 인덕탄스에 대한 변화에 따라서는 온도 특성을 어느정도 저하시켜도 W/ℓ 가 0.3~0.5와 같이 큰 치를 얻을 경우가 있다.

표 3에서 변비 W/ℓ 에 대한 온도 특성 예를 표시한다.

$W/\ell = 0.15 \sim 0.18$ 에서는 그 정점온도가 $+40 \sim +50^\circ\text{C}$ 에 있다. 이와같은 이유로 Y축에 대하여 $+2^\circ$ 의 잘단 각도를 갖는 $+2^\circ$ X-Cut에서는, $+5^\circ$ X-Cut에 비하여 약간 온도계수는 나쁘나 그 정점온도가 상온부근에 있으므로 쓰여지는 점이 많다.

$+5^\circ$ X-Cut 굴곡진동자의 온도계수는 많다.

$+5^\circ$ X-Cut 굴곡진동자의 온도계수는 $W/\ell = 0.2$ 이며 약 $1 \times 10^{10-6} / ^\circ\text{C}$ 이다.

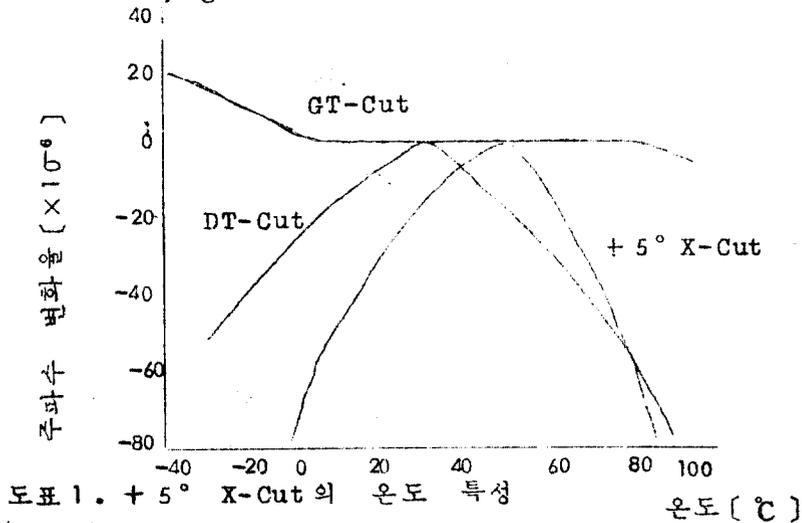


도표 1. $+5^\circ$ X-Cut의 온도 특성

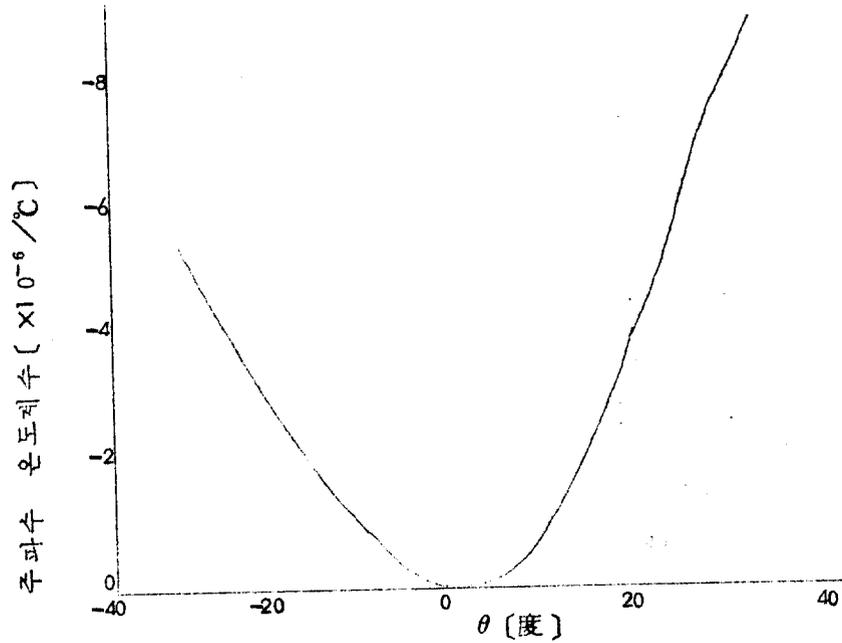


표 2. 절단 각도 θ 와 온도 계수와의 관계

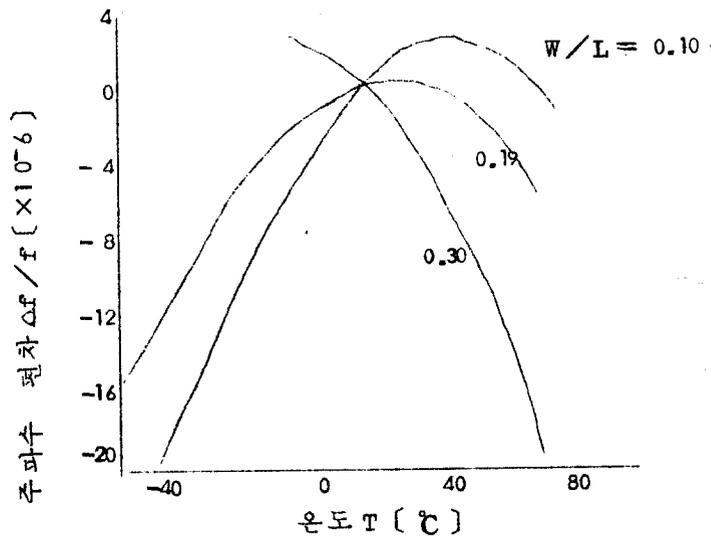


표 3. 변비에 따른 온도 계수

3) 부하용량

부하용량은 진동자를 유도성 임피던스로서 동작시키는 수정 발진회로에 있어서 그 동작 주파수를 결정하는 중요한 치이다.

따라서 진동자의 주파수를 측정할 경우는 그 진동자가 어느 정도의 부하용량에 있어서 동작 하는가를 미리 정해둘 필요가 있다. 다음 표는 부하용량이 IPF변화한 경우 주파수 변화율과 부하용량의 관계를 표시하였다.

수정편의 명 칭	부하용량의 규정치부터 IPF변화한 경우의 주파수 변화율 (단위 $\times 10^{-6}$)					
	규정치 20PF		규정치 30PF		규정치 40PF	
	변화율의 최소치	변화율 최대치	변화율 최소치	변화율 최대치	변화율 최소치	변화율 최대치
AT 두께진동	10	20	4	12	2	5
AT 3오바톤	1.5	2.5	1	1.5	0.3	0.6
BT 두께진동	6	14	3	8	1	3
LT 윤곽진동	4	11	2	6	1	3
DT 윤곽진동	5	16	2.5	9	1	4
ET 윤곽진동 오 바 톤	2.5	4	1.5	2.5	0.7	1
GT 신 장	12	13	6	7.5	2.5	3.5
+ 5° X종진동	20	40	12	30	6	15

4) 종진동 Mode

종진동은 그림 4 와 같이 Z . Y . 방향에 전계를 가하여
여진시키면 면의 변위가 그림의 아래부분과 같이 변화 하는것을
알수 있다.

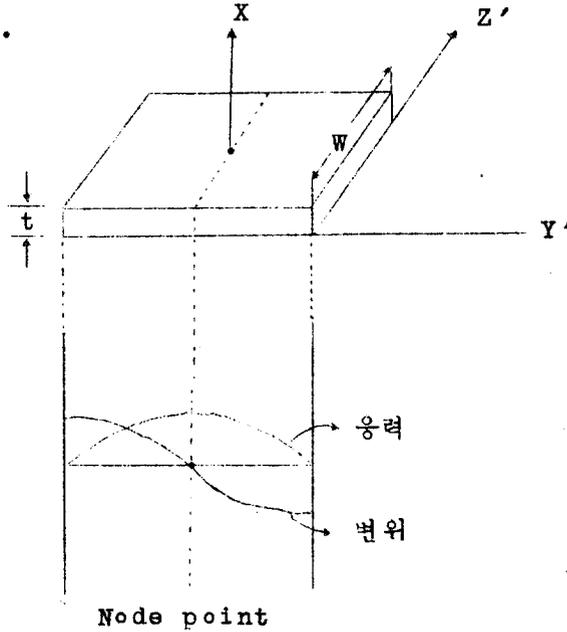


그림 4. 종진동 MODE 의 축방위

5) 부진동

X - Cut 계의 종진동에 있어서 실제 제조과정은 두께 진
동 세력이 결합하는 경우가 많다.

이것을 피하기 위하여 두께진동 Mode 의 고주파 차수 N을 변수
로 해서 t/ℓ 의 비를 조절하여 부진동 결합을 피할수 있다.

실제상으로 주파수가 결정되면 장변의 길이 ℓ 는 자동적으로 정해지기 때문에 수정 공진자의 Inductance의 값을 감안하여 t 를 조정하여야 한다.

두께 (t) 의 조절범위

진동 (두께) 차수	t / ℓ 의 값 (%)
$n = 4$	$6 + 10^{-2}$
$n = 5$	4.2×10^{-2}
$n = 6$	2.9×10^{-2}
$n = 7$	2.2×10^{-2}
$n = 8$	1.8×10^{-2}

2. Inductance (동가) 측정

동가 Inductance 측정 방법으로 적렬 공진주파수 f_r 과 부하 용량 CL 를 삽입하여 측정한 병렬 공진주파수 f_1 과의 차 Δf 와 C_0 를 측정하여 동가용량 C_1 를 공식에 의해 구하고 다시 동가 Inductance L_1 을 계산하여야 한다.

최근에는 부하용량 CL 를 2개의 다른치를 선택하여 CL_1 , CL_2 에 대한 Δf_1 , Δf_2 를 구하여 C_0 를 소거시켜 측정 정도를 높이는 방법이 사용된다.

$$C_1 = \frac{2 \Delta f_1 \cdot \Delta f_2 (CL_1 - CL_2)}{f_2 (\Delta f_2 - \Delta f_1)}$$

$$L_1 = \frac{1}{4\pi^2 \cdot f_2^2 C_1}$$

중래법

$$C_1 = \frac{2\Delta f}{f_2} (C_0 + C_L) \quad L : \text{장 변}$$

W : 폭

$$L_1 = \frac{1}{4\pi^2 f_2^2 C_1} \quad t : \text{두께}$$

※ 실용상으로 +5° X-Cut 판의 등가 Inductance는 전변전극의 경우

$$L_1 = K_L \times \frac{L \cdot t}{W}$$

$K_L = 9.7 (H/mm)$ 이하

三. 장파대 수정발진자의 종류 및 지지방법

1. 절단 방위에 대한 구분

장파대 수정 발진자의 종류를 절단 방위별로 분류하면 X-Ray Spectrometer 와 Diamond 절단기를 사용하여 필요한 방위 즉 수정편의 절결축에 대하여 형상 및 크기를 갖는 수정편으로 시공 하는 것인데 이것을 비교하면 다음표와 같다.

수정 판의 명칭	진동자태	주파수정수 (KHZ)	형상
+ 5° X	점합굴곡	$590 \times t/L^2$	장방형
+ 5° X	X Y 굴곡	$570 \times t/L^2$	봉상
NT	윤곽굴곡	$570 \times W/L^2$	세장판
+ 5° X	종진동	$280 \times I/L$	세장판
MT	종진동	$270 \times I/L$	장방형
- 18.5° X	종진동	$255 \times I/L$	장방형
DT	윤곽굴진동	$207 \times I/L$	정방형
GT	단변종진동	$329 \times I/W$	장방형
R ₁	두께진동기본과	$166 \times I/t$	정방형
R ₁	두께진동 3차	$490 \times I/t$	정방형
"	" 5차	$820 \times I/T$	장방형
R ₂ (BT)	두께진동	$255 \times I/T$	원형
CT	윤곽굴진동	$308 \times I/T$	정방형

※ $W/L = 0.859$

2. 진동 자태 (MODE) 에 의한 구분

장파대에 있어서 사용되는 수정 발진자의 진동 자태는 종진동, 굴곡진동, 윤곽진동의 3종류가 있으며 그 특성은 다음 표와 같다.

종 류	진동자태	주파수범위	용 도
종 진 동	그림 1 과같음	50-250KHZ	FILTER용공진자
굴 곡 진 동	그림 2 와같음	1 -60 KHZ	수 정 발 진 자
윤곽진동	그림 3 과같음	50-800KHZ	수정발진자, FILTER용공진자

Node point



그림 1

종진동 Mode

그림 2

굴곡진동 Mode

그림 3

윤곽진동 Mode

3. 지지 방법

우선 진동자의 구분에서 다시 생각해 보면 실선은 진동자의 정지 상태이며 점선은 진동하였을때의 형(型)을 말하는 것이다. 그러므로 이같은 종류의 수정편의 진동 자태의 공통점은 수정편 면상의 중심 또는 중심선상에 기하학적으로 표시되는 점이 한개 이상 존재하므로 이점이 진동의 절점(節點; NODE)으로 진동자 전체가 진동하여도 이점만이 전혀 움직이지 않는 점이다. 진동자는 외부로부터 진동 충격이나 습기, 험잡물의 혼입, 기압의 변화 등에 장애를 받지 말아야 하며 또 진동자의 진동을 저해하지 말아야 한다.

종래 시행해 오는 모든 방식은 압력지지 방식으로 물이 보족한 금속봉에 양측에서 적당한 바네 압력을 가하여 그 절점에 지지하는 방식이었으나 이의 절점은 외부로부터 진동 및 충격을 가하면 바네 압력이 약해졌을때 수정편이 미끄러져 움직이며 압력이 강한 경우는 이로 인해 발진 주파수가 변해지거나 발진 강도가 저하하며 극단의 경우 수정편이 Base에 접속되며 발진하지 않게 된다.

이와같은 압력지지방법으로 부터 근본적으로 해결한 것이 선지지 방식으로 저주파 수정 발진자 제작은 이를 택했다. 이는 진동판의 절점에(NODE) 작은 은점을 소부하고(은점 부착 강도 $1\text{mm}^2 / 0.7\text{kg}$) 이 은점의 중심에 극히 가는 바네선(Spot,

WIRE, 인청동선을 말함)을 미량의 납을 가지고 납땜하고 수정면에는 금, 은, 니켈, 알루미늄의 금속막을 진공 증착법에 의해 부착하고 진동의 절점 부근에서 지지선을 인출선 ($\lambda/4$ 또는 $\lambda/8$)에 고정하여 진공용기 (HC-13U)에 봉입하는 방법으로 이와같이 하여 얻어진 진동자는 외부적 진동 및 충격에 대해 주파수나 발진 강도가 안정함은 물론 Q도 높기 때문에 지지 방법으로는 이상적인 것으로 생각된다.

四. 설 계

1. 변비 (W/L) 가 0.5일 경우

변비 0.5일때의 시작품 No.1, No.2의 설계는 다음과 같다.

$$f_0 = kf \times l/L$$

f_0 : 수정 공진 주파수

kf : 비례 상수 (주파수정수)

L : 수정편 장편의 길이

여기에서 kf 는 도표 5에서 2700이 구하여 지므로,

$$192 \text{ KHZ} = 2700 \times l/L$$

$$\therefore L = 14,062 \text{ (mm)}$$

변비 (W/L) 가 0.5일때 W 를 구하면,

$$0.5 = W/L$$

$$W = 0.5 \times 14,062$$

$$\therefore W = 7,031 \text{ (mm)}$$

$W/L = 0.5$ 일때 인덕턴스 정수는 도표 6에서 $22,999 \text{ H/mm}$ 가
되므로 두께 (t)는,

$$t = \text{지정 동가 인덕턴스} / \text{인덕턴수 정수}$$

지정 등가 인덕턴스는 FILTER의 설계시 요구되므로 10,6662 H로 취하였다.

$$t = 10,6662 (H) / 20,999 (H/mm)$$

$$\therefore t = 0.4637 (mm)$$

따라서 장변의 길이 (L) 단변의 길이 (W) 두께 (t)를 구할 수 있다.

$$\therefore L = 14.062 (mm)$$

$$W = 7.031 (mm)$$

$$t = 0.4637 (mm)$$

2. 변비 (W/L)가 0.18일 경우 변비 0.18일 때의 시작품 No.3의 설계는,

$$f_0 = kf \times 1/L \text{에서}$$

kf는 도표 5에서 2815로 구하여지므로,

$$192 \text{ KHZ} = 2815 \times 1/L$$

$$\therefore L = 14.661 (mm)$$

변비가 0.18일때 W는,

$$W/L = 0.18$$

$$W = 0.18 \times 14.661$$

$$\therefore W = 2.638 (mm)$$

$W/L = 0.18$ 일때 인덕턴스 정수는 도표 6에서 $60 (H/mm)$ 가
 되며 지정 등가 인덕턴스는 $42.104 H$ 로 선정하면,

$$t = 42.104 / 60$$

$$\therefore t = 0.701 (mm)$$

따라서,

$$L = 14.661 (mm)$$

$$W = 2.638 (mm)$$

$$t = 0.701 (mm)$$

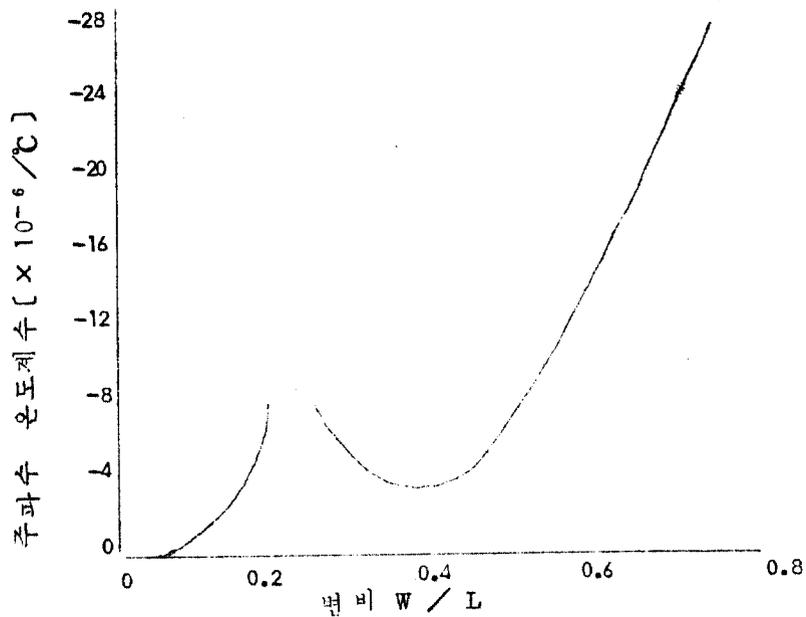


도표 4. 변비와 주파수 온도계수와의 관계

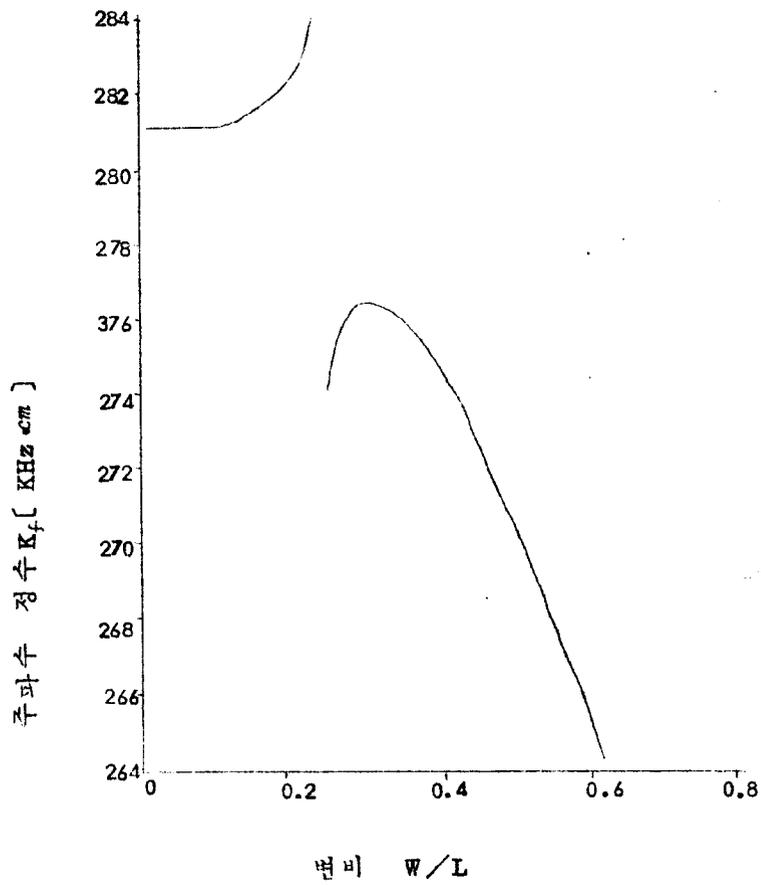


도표 5. 변비와 주파수 정수와의 관계

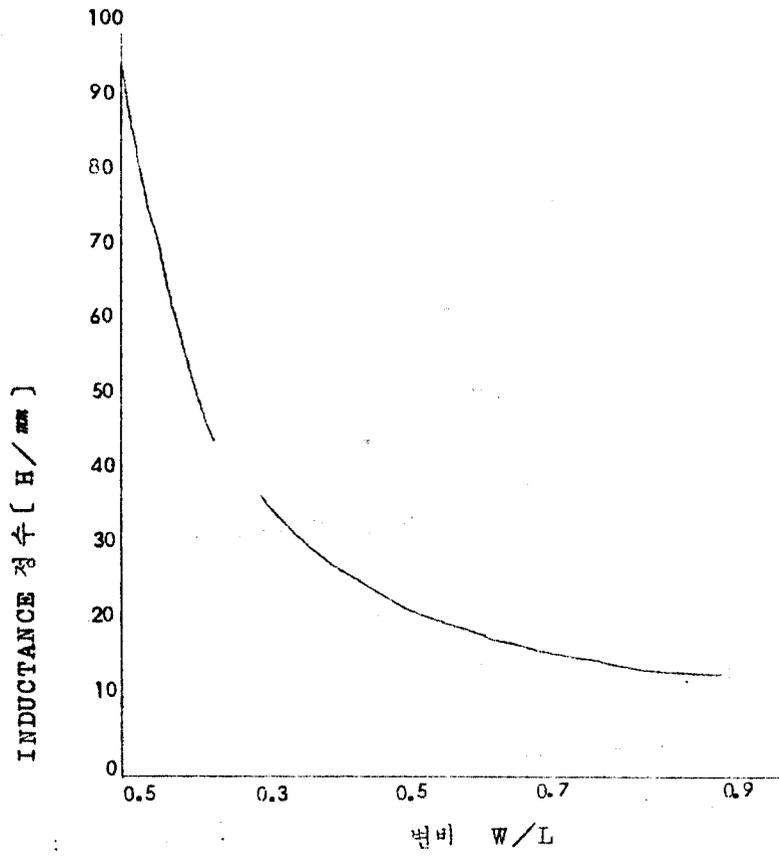
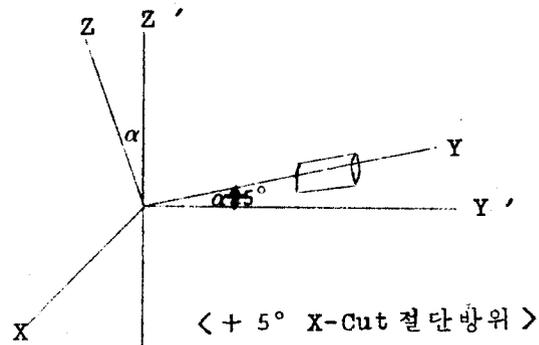


도표 6. + 5° X-Cut 종진동자의 변비와 인덕턴스 정수의 관계

五. 제 작 과 정

1. 절 단

1) 절단방위



2) 절단 조건

주속 : 1.540 m / Min

송속도 : 5.5 mm / Min

Diamond Wheel : 크기 : (내경 : 140 mm, 두께 0.6 mm, 입경 : 40 ~

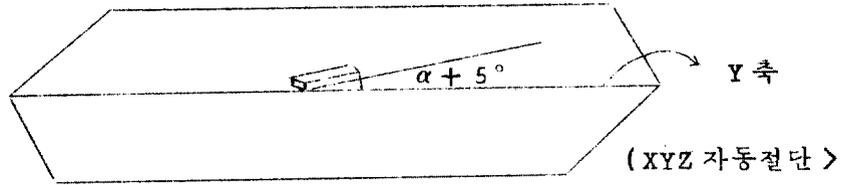
60 μ m

가공액 : 경유

3) 절 단

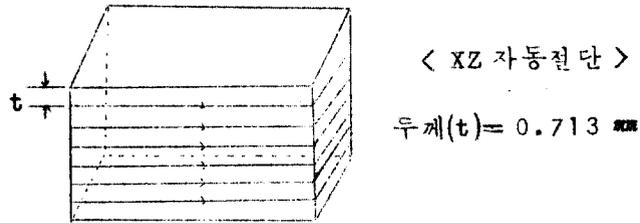
자동절단기를 이용하여 인공 수정을 절단한다.

가) 1 차절단



나) 2 차 절단

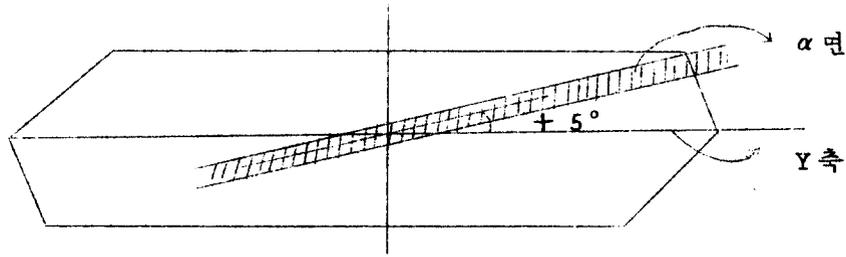
+ 90°로 방위를 바꾸어 2차 절단을 한다.



※ 절단후 가성가리 용액에 침전

2. X-Ray Check

X-Ray 발생기로 방위 Angle 측정



+ 5° X-Cut 측정시 소편으로는 면적이 작아 반사 beam이 약하며 + 5° Seed를 절단하여 α면을 측정한다.

Specimen

Holder-18.3°

Counter - X

< X - Ray 측정 >

광축에 대한 Angle	Y축에 Angle
a) green - 0°6'	green - 8°3'
-) green - 0°23'	+ Red - 1°41'
Difference 0°17'	sum 9°44'
mean 0°8'30'	mean 4°52'
b) green - 0°19'	green - 8°4'
-) " - 0°13'	Red - 1°30'

광측에 대한 Angle	Y측에 대한 Angle
Difference 6'	sum 9°34'
mean 0°3'	mean 4°47'
c) green - 0°3'	green -8°6'
" - 0°35'	Red -1°39.5'
Difference 0°32'	Sum 9°46'
mean 0°16'	mean 4°53'
d) green - 0°4'	green -8°4'
" - 0°24'	Red -1°35'
Difference 0°20'	Sum 9°39'
mean 0°10'	mean 4°49'30"
e) green -0°7'	green -8°10'
" -0°17'	Red -1°44'
Diff 0°6'	sum 9°54'
mean 0°3'	mean 4°57'
f) green -0°7'	green -8°4'
green -0°1'	Red -1°52'
Diff 6'	sum 9°56'
mean 3'	mean 4°58'

※ 광측에 7'와 Y측에 9'의 Angle의 오차가 났으나 잠파
대 절단에서는 양호한 Cutting angle이라고 생각됨.

3) 연마 (Lapping)

(1) 방위 오차 수정

방위오차 1' 이내의 시료편의 평면도 $5 \mu m / 30 mm$ 이내
 평행도 $9 \mu m / 30 mm$ 이내가 요구된다.

그러나 절단한 시료의 평면도는 보통 $5 \mu m / 30 mm$ 이상이므로
 방위 오차 수정을 하여야 한다. 이때 Lapping에 의한 측과
 시료의 접촉오차와 Twyman효과를 충분히 검토하여 절단한 시료
 를 양면 Lapping으로 평행 평면이 되게 행하여야 한다.

다음에 Lapping조건을 표시하였다.

Lapping 조 건

주 속	10 ~ 20 m/min
압 력	70 ~ 80 g/cm ²
Lap 재 질	주 철
연 마 제	# 1500 ~ 4000
가 공 유	경유 + 연삭액

2) 편면 가공

편면 Lapping 에서는 시료의 파손이 적으며 양면 Lapping 에 비하여 가공압력과 Lap 반 회전수를 크게 할 수 있어 비교적 가공능률이 높다.

편면가공에 명행, 평면의 금속 JIG는 취급이 용이한 크기로써 80 mm 각 15 mm 두께로써 평행도를 $1 \mu m / 80 mm$ 의 것을 사용했다.

다음 최종적인 가공으로써 양면 Lapping 하였다. 이때 얻어진 시료의 평행도는 대략 $0 \sim 3 \mu m / 30 mm$ 정도이며 이때 사용한 편면 Lapping 조건은 다음과 같다.

<편면 Lapping 조건>

주	속	20 ~ 40 m / min
압	력	100 g / cm ²
Lap	재 질	주 철
연	마 제	# 1000, # 1500
가	공 유	경유 + 방청재

3) 양면 Lapping

수정편의 가공은 보통은 양면 Lapping으로 하고 있으며 그 종류도 많다. 종래의 양면 Lap 반으로는 시료를 넣는 Carrier (유성치차)와 이것을 구동하는 치차만이 회전하는 운동 형식이 일반이다.

이 형식으로는 가동시 시료와 Lap 반 사이에 마찰이 크므로 얇은 Carrier는 변형되거나 시료가 파손되는 결점이 있다.

더욱 G.C # 4000 저입과 같은 미세입자를 사용하면 Lap 저항이 증대하므로 이 경향은 더욱 심하다. 여기에 대하여 B.T.L에서는 가동시 Torque를 되도록 적게 하기 위하여 상, 하 Lap 내, 외치차 및 Carrier가 회전하는 즉 상대운동으로써 4개의 회전운동으로 되는 4 운동형 양면 Lapping을 사용하면 200 μ m 까지 흠이 안가고 가공이 용이하다.

4) Carrier와 Lap

Carrier의 선택은 보통 Blank 두께의 2/3에 해당하는것을 사용하며 기계의 종류에 따라 Carrier를 선택한다.

Carrier내의 시료편 배치는 시료의 크기와 배치의 대칭성을 고려하여 1판의 Carrier에 시료를 3매 정도가 한계이다. 배치는 Carrier의 중앙에 Lap의 평면도의 열화를 적게하기 위하여 15mm ϕ 의 "다미"를 놓는다. 또 Carrier의 재질에 대해서는 금속에 비하여 플라스틱으로 하면 시료의 흠이나 Lap편의 흠이

적으므로 Poly Carbonate의 Carrier를 사용하면 좋다.

그렇지만 편면 Lapping에서는 시료의 평면도 Lap의 편면도에 의해서 결정된다. 양면 Lapping의 경우는 시료의 평면도 뿐만 아니라 평행도와 판두께 각각에도 좌우된다. 더구나 시료가 얇아지면 편면 Lapping과는 달리 Lap의 면형상이 시료에 전해질뿐 아니라 그의 인자의 작용이 문제된다.

1 μm 이하의 평면도를 유지하려면 Lap를 10분 이내의 간격으로 수정해야 한다. 그러나 단시간으로 여러번 시료의 위치가 변경되면 조각의 회수에 비례하여 시료를 파손하는 확률이 높고 오히려 작업능률면에서 문제가 된다.

예컨대 1판의 시료가 흠이 갔을 경우 평행도와 판두께의 편차를 유지하기 위하여 Carrier내의 시료를 대부분 재배열 하여야 하기 때문이다. 또 Lap의 수정은 수시간 요하는 것도 고려하면 Lap반의 평행도가 다소 낮아져도 최소한 30분마다 Lap반을 수정할 필요가 있다.

4. 화학처리 및 세척

주파수 안정과 Q, 실효저항을 좋게 하기 위하여 최종 연마 후 화학처리와 세척을 행한다.

1) 1차세척

가. 트리크로에치렌 - 30분

나. 초산 30분

다. 증유수 (3회 이상)

2) Etching 처리

가. 불화암모니아를 증유수에 혼합하여 사용

불화암모니아 : 증유수 1 : 5

나. 증유수

다. 주파수 한계

$0.125 \sim 0.2f^2$

3) 2차 세척

가. 가성가리 30분

나. 중크롬산칼리 60분

다. 증유수침전

라. 초음파 세척 (순수알콜 사용 99.5% 이상)

마. holder 와 Base 세척 카본텍스, 알콜로 초음파세척

5. Spotting

연마가 끝난 수정편을 소정의 화학처리를 끝낸 후 수정편의 node 점에 은점을 부착하고 전기로에서 도표 7와 같이 열처리를 하여 은점을 소부시킨다. 은점소부가 끝난 수정편의 은점에 Spot wire 를 부착한다.

※ 수정편위의 FLUX 제거는 가성가리 용액을 $60 \sim 70^{\circ}\text{C}$ 로 가열시켜 5분간 초음파 세척을 행하면 완전 세척이 가능하다.

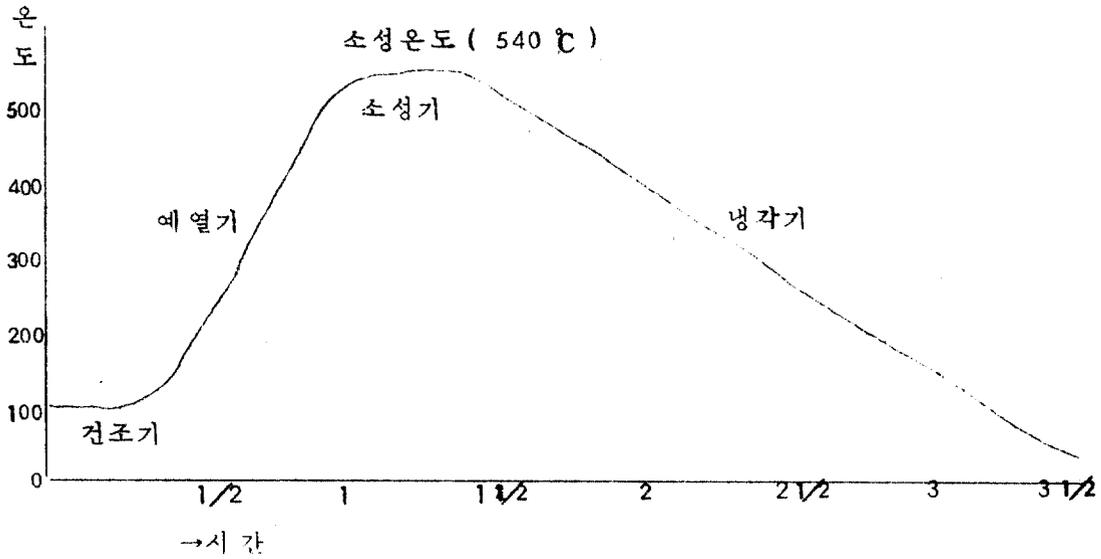


도표 7, 은점의 이상적 소성 온도곡선

6. 증착

수정편 양면에 전극을 형성 시키기 위하여 10^{-6} mm Hg 이상의 고진공에서 전면 증착을 행한다.

증착한계 - $1 f^2$

증착물질 - Silver

허용편차 - $0.05 f^2$

※ 증착물질 제거시는 초산에 침전하면 완전 제거됨

7. gas 주입 및 Sealing

주파수 aging 과 노화 방지를 위하여 holder 안에 gas 를 주입하고 고주파 유도가열기로 봉입을 행한다.

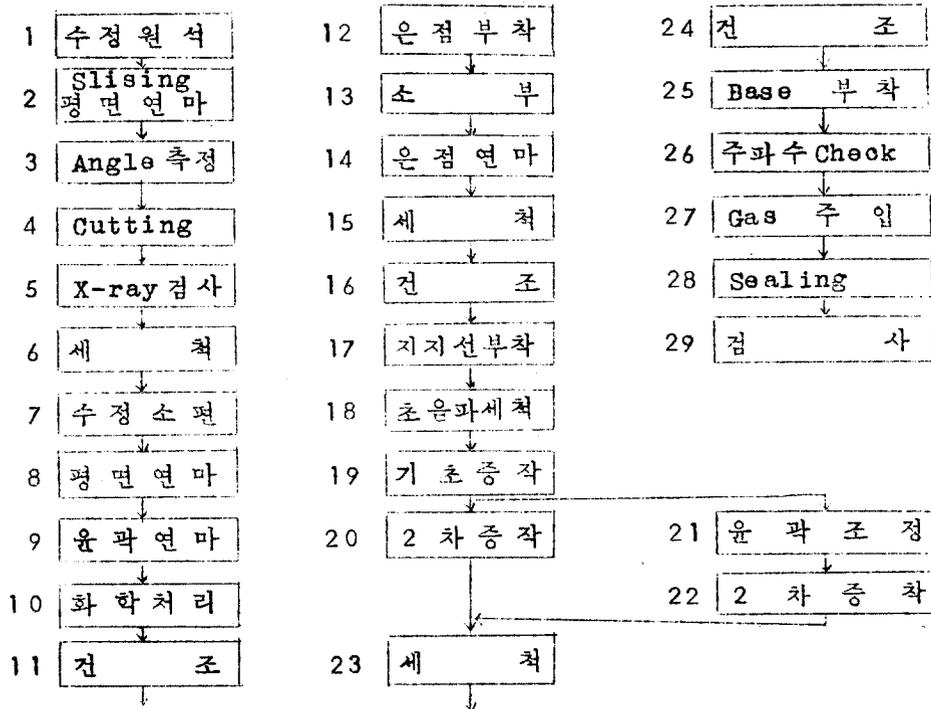
내 봉가스 - 질소 (99.8 %)

주파수안정도 - 5×10^{-6} / Year 이상

8. 검 사

Mil 3098F 규격과 JIS의 적합 여부를 최종 검사한다.

(수정공진자 제작공정)



六. 시작품 특성분석

구 분 \ 시 작 품	No. 1	No. 2	No. 3
형 식	HC-13/U	HC-13/U	HC-13/U
공진자주파수	191.970KHz	192KHz	192KHz
CUT-MODE	+ 5° X-Cut	+ 5° X-Cut	+ 5° X-Cut
측정시 온도	21° C	21° C	21° C
책열주파수	191842 KHz	191.871KHz	191.893KHz
직열저항	850 ohm	870 ohm	1500 ohm
병열주파수	191.972 KHz	192.000KHz	192.003KHz
병열저항	1500 ohm	1650ohm	2400ohm
증착물질	은	은	은
증착량	1 F ²	1F ²	1F ²
장변의 길이 (이론치)	14.112 (mm)	14.062 (mm)	14.661 (mm)
(제작치)	14.112 (mm)	14.061 (mm)	14.662 (mm)
단변의 길이 (이론치)	7.056 (mm)	2.031 (mm)	2.638 (mm)
(제작치)	7.056 (mm)	2.032 (mm)	2.639 (mm)
은점직경	0.5 (mm)	0.5 (mm)	0.5 (mm)
두께 (이론치)	0.464 (mm)	0.460 (mm)	0.701 (mm)
(제작치)	0.464 (mm)	0.461 (mm)	0.702 (mm)
지지선의 길이	1.2 (mm)	1.2 (mm)	1.2 (mm)

구 분	시 작 품		
	No. 1	No. 2	No. 3
변비 (W / L)	0.5	0.5	0.18
등가 Inductance	10.666 (H)	10.558	42.104 (H)
극간용량	4 PF	5 PF	5 PF

구 분	시 작 품		
	No. 4	No. 5	No. 6
형 식	HC-43 /u	HC- 13 /u	HC- 13 /u
공진자주파수	191.970 KHz	192 KHz	192KHz
CUT-Mode	+ 5° X-Cut	+ 5° X-Cut	+ 5° X-Cut
추정시온도	21 ℃	21 ℃	21 ℃
직렬주파수	191.845KHz	191.865KHz	191.875KHz
직렬저항	900 Ω	850 Ω	1700 Ω
병렬주파수	191.972KHz	191.997KHz	192.002KHz
병렬저항	1650 Ω	1400 Ω	2700 Ω
증착물질	은	은	은
증 착 량	1 F ²	1 F ²	1 F ²
장변의 길이 (이론치)	14.112 (mm)	14.062 (mm)	14.661 (mm)
장변의 길이 (제작치)	14.111 (mm)	14.063 (mm)	14.662 (mm)
단변의 길이 (이론치)	7.056 (mm)	7.031 (mm)	2.638 (mm)
단변의 길이 (제작치)	7.057 (mm)	7.030 (mm)	2.637 (mm)
은점직경	0.5 (mm)	0.5 (mm)	0.5 (mm)
두께 (이론치)	0.464 (mm)	0.460 (mm)	0.701 (mm)
• (제작치)	0.465 (mm)	0.461 (mm)	0.701 (mm)
지지선의 길이	1.2 (mm)	1.2 (mm)	1.2 (mm)
변비 (W / L)	0.5	0.5	0.18

구 분 \ 시 작 품	No. 4	No. 5	No. 6
등가 Inductance	10.670 (H)	10.562 (H)	42.114 (H)
극전용량	4.5 PF	5.5 PF	5 PF
부하용량 : 32 PF			

七. 결 론

시작품 특성에서 알수 있는 바와같이 변비를 0.5와 0.18로 선정하였을때 지정 인탁단수가 10.666(H)와 42.104(H)였다.

따라서 변비를 0.18에서 0.5로 변화시키므로써 지정 등가 인탁탄스를 10.666(H)로 부터 42.104(H)까지 변화시킬 수 있으므로 FILTER의 임피던스 정함에 필요한 요구에 응할수 있다.

또한 이론치와 제작치는 일치하는 것을 알수 있으며 X-Ray Spectrummeter을 보다 효율적으로 운용하여 정확한 Angle 측정과 Spotting기술의 숙달로 정확한 주파수 및 양호한 CI특성을 얻어 제작할 수 있었다.

참 고 문 헌

- 1 인공수정과 전기적 응용집 일본공업신문사, 2 인공수정의 이론과
실제 OHM사, FABRICATION OF QUARTE CRYSTAL OSCILLATOR
UHITS FILTER 설계집