



国立公文書館	
分類	
	返 赤
配架番号	3 A
	14
	35-35

摘録	1		
目次	1		
本文	8		

所  
長

秘

# 研究實驗成績報告

技報第〇三九八號

*Polyphase Quartz Crystal Oscillator*  
多相水晶發振器の研究

技研秘第一三三五號ノ  
29

236321

WDC No.

397.545094

X

處理法  
用済後焼却要通報

昭和十八年七月八日

5094

海軍技術研究所

国立公文書館	
分類	
配架番号	35-35

めくられず

配 付 部 数	部 数	配 付 部 数	部 数
海軍艦政本部	1	大湊海軍工作部	1
同 第三部	1	鎮海海軍工作部	1
海軍航空本部	1	馬公海軍工作部	1
軍 令 部	1	海軍大學校	1
海軍省軍務局	1	海軍兵學校	1
同 教育局	1	横須賀海軍通信學校	1
同 兵備局	1	海軍機關學校	1
横須賀海軍工廠	1	海軍工機學校	1
同 造兵部	1		
同 通信實驗部	1		
吳海軍工廠	1		
同 電氣部	1		
同 電氣實驗部	1		
佐世保海軍工廠	1		
同 造兵部	1		
舞鶴海軍工廠	1		
同 第一造兵部	1		
海軍航空技術廠	1		
同 支廠兵器部	1		
同 電氣部	1		

秘

報告番號 技報第〇三九八號 技研電報第五三五號 技研秘第一三三五號

多相水晶發振器の研究

研究實驗場所	海軍技術研究所電氣研究部	研究實驗期間	自 昭和十四年五月二十六日 至 昭和十四年八月二十三日
研究實驗番號	研究第一三〇四號 (電研第一六九號)	研究實驗擔當者	海軍技術大佐 伊藤庸二 (海軍技師 田原口長久) 海軍技師 水間正一郎
訓令通牒等の區分	昭和十四年度實施方針	報告作製者	海軍技術大佐 伊藤庸二 (海軍技師 田原口長久)
目的	水晶を多相的に動振せしめ、以て多相電氣振動發振器を作り、安定な多相振動を發生せしめて多相振動實用化の基礎を作らんとするものである。		
成果概要	X切圓板狀水晶片に三對の電極を配置した三相水晶發振器を用ひて、三相發振器を組立て、三相電氣振動を發生せしめ得た。今後更に各種の切方による環狀並に圓板狀發振器に就き多相振動發生の可否並に特性を研究すべきである。		
所長所見	1. 實用價值 多相振動に依る水晶片の動振は機械振動としては全く新しい部門である。之が如何なる實用上の意義を有するかは、未だ明らかではないが、本研究に同様な關係ある他の多相振動に於て、其の意義次第に明らかになりつつある現在、本研究にも今後の研究によつては積極的な意義を求め得るものと思ふ。 2. 研究實驗繼續の要否 繼續の要あり。		
艦政本部所見			

# 多相水晶発振器の研究

## 目次

	頁
第一 目的	1
第二 成果並に所見	1
第三 詳細報告	1
§1 緒言	1
§2 三相勵振による環状水晶発振子の回轉振動	2
§3 X切圓板状發振子による三相發振の實驗	3
§4 結言	7

[終]

## 多相水晶發振器の研究\*

### 第一 目的

水晶を多相的に振動せしめ、以て多相電氣振動發振器を作り、安定な多相振動を發生せしめて多相振動實用化の一基礎を作らんとするものである。

### 第二 成果並に所見

X切圓板狀水晶片に三對の電極を配置した三相水晶發振器を用ひて三相發振器を組立て實驗した結果、三相電氣振動を發生せしめ得た。之により多相水晶發振器による多相電氣振動を起し得る事が立證せられた。更に環狀水晶發振器に就き實驗すると共に、各種の切方による環狀並に圓板狀の發振器に就き、その振動姿態及多相振動の場合の特性を研究調査するのを今後の研究問題とする。

### 第三 詳細報告

#### § 1 緒言

ピエゾ効果による結晶體の振動を多相的に勵振する、即結晶體に回轉振動を行はせること云ふ考へは、昭和 14 年 5 月 26 日初めて理論的に考へられた事である。之は一般多相振動論に於て真空管の格子或は陽極回路に電氣振動回路  $\Omega a$  及  $p\Omega p$  の代りにピエゾ結晶體をおき電氣機械的に振動せしむれば良いのである。此の考への正しい事は其の後同年 8 月

\* 多相振動工学の研究第 28 回報告、本研究昭和 14 年 5 月から 8 月迄の間に行はしめたものであるが、其の後時局の逼迫は此の種問題への突進を妨げた。今ややく古い記録を報告するに至つたのである。

1) 技研報告第 2205 號一般多相電氣振動論 昭和 14 年 1 月 7 日

18 日初めて実験的に実証された<sup>2)</sup>。而して其の後有限相振動から無限相振動の動振なる問題が完全に解けたので、水晶の多相振動なる問題も第一次的には明らかになった。茲に於て本問題に関する研究を一通りまごめる事にした。

水晶發振子が回轉振動をなすためには圓板状若は環状の水晶發振子である事が先づ必要である。從來圓板状或は環状の水晶片が利用された例はあるが、何れも皆單相振動即ち往復振動にのみ利用されたものである。併し元來往復振動は右廻り及左廻りの二つの回轉振動の合成とも考へられる。仍つて發振條件を決める回路の選擇により、この何れかの回轉振動のみを勵起し得れば其處に回轉振動を得られる譯である。本報告はかかる回轉振動の可能なる理を、X 切圓板状水晶發振子を用ひて三相振動を發生せしめ得た實驗結果を記したものである。

§ 2 三相勵振による環状水晶發振子の回轉振動

環状水晶發振子の三點に於て、ピエゾ電氣的に三相電氣振動で勵振せしめる事を得る。今圖 1 の如く環状水晶の任意點 P を示すのに角  $\theta$  を以てする。尙  $OP$  を含む弧面に直角な面による水晶の断面は一様な振動を行ふものとする。三相電氣振動による勵振點 A B C は  $\theta = 0^\circ, 120^\circ$  及  $240^\circ$  の點とする。尙水晶の環の内面では彈性定数は等しいものと假定する。A, B, C に與へられる三相交流電壓  $u_1, u_2, u_3$  を次の如くおく。

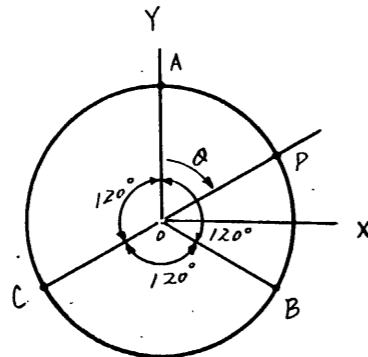


圖 1 環状水晶發振子の三相勵振  
Figure 1

$$(1) \begin{aligned} u_1 &= 11e^{i\omega t} \\ u_2 &= 11e^{i(\omega t - \frac{2\pi}{3})} \\ u_3 &= 11e^{i(\omega t - \frac{4\pi}{3})} \end{aligned}$$

2) 彈性振動體を以て迴轉振動を意圖的に發生せしめた最初の記録であらう  
3) 技研報告第 2539 號 有限相振動より無限相振動の勵振 昭和 15 年 7 月 29 日

但し勵振周波数は環の圓周に沿ふ機械振動の周波数と等しいものとする。

今 A 極の印加電壓による歪  $\epsilon$  は AO 方向に起るものとして各電極 A, B, C による任意の一點 P に於ける OP 方向の歪は夫々

$$\begin{aligned} e_1 &= \epsilon \cos \theta e^{i\omega t} = \frac{1}{2} \epsilon e^{i(\omega t - \theta)} + \frac{1}{2} \epsilon e^{i(\omega t + \theta)} \\ (2) \quad e_2 &= \epsilon \cos \left( \theta - \frac{2\pi}{3} \right) e^{i(\omega t - \frac{2\pi}{3})} = \frac{1}{2} \epsilon e^{i(\omega t - \theta)} + \frac{1}{2} \epsilon e^{i(\omega t + \theta - \frac{4\pi}{3})} \\ e_3 &= \epsilon \cos \left( \theta - \frac{4\pi}{3} \right) e^{i(\omega t - \frac{4\pi}{3})} = \frac{1}{2} \epsilon e^{i(\omega t - \theta)} + \frac{1}{2} \epsilon e^{i(\omega t + \theta - \frac{8\pi}{3})} \end{aligned}$$

FORMULA (2)

なる正負二方向の迴轉歪なるから點 P の歪は之等を合計して

$$(3) \quad e = e_1 + e_2 + e_3 = \frac{3}{2} \epsilon e^{i(\omega t - \theta)} = \frac{1}{2} \epsilon e^{i(\omega t + \theta)} \left\{ 1 + e^{-i\frac{4\pi}{3}} + e^{-i\frac{8\pi}{3}} \right\} = \frac{3}{2} \epsilon e^{i(\omega t - \theta)}$$

FORMULA (3)

なる。即正迴轉歪は合計して 3 倍となり、逆迴轉歪は合計して零となり水晶の歪は電極の相迴轉方向と同一方向の迴轉歪のみなる。仍つて回轉振動へ傳へられる形に結晶體に作り、之を多相振動發振回路に絡げば、發振子は多相振動を爲す。尙本實驗には 3 相勵振のみで用ひたが之は 4 相 5 相等の多相振動何れに用ひても同様の結果を得られる事は當然である。而して (3) 式に對應して n 相に於ては (3')  $e = \frac{n}{2} \epsilon e^{i(\omega t - \theta)}$  なる。圖 2 は本實驗に用ひた 3 相發振回路である。

§ 3 X 切圓板状發振子による三相發振の實驗

發振回路は三個の三極管を用ひたもので、真空管には UX-201A 又は UX-202A を用ひた。圖 2 に示す通り水晶の三對の電極を互に隣り合ふ真空管の格子及陽極に接続し相迴轉方向は圖中反時計方向にまつた。實驗に用ひた水晶片は中央に 1.5 mm の小穴を貫通せしめた外徑 27.5 mm なる X 切圓板状のものであつて、兩側に三分割した電極を配列したものである。(圖 3, 圖 4 及 圖 5)

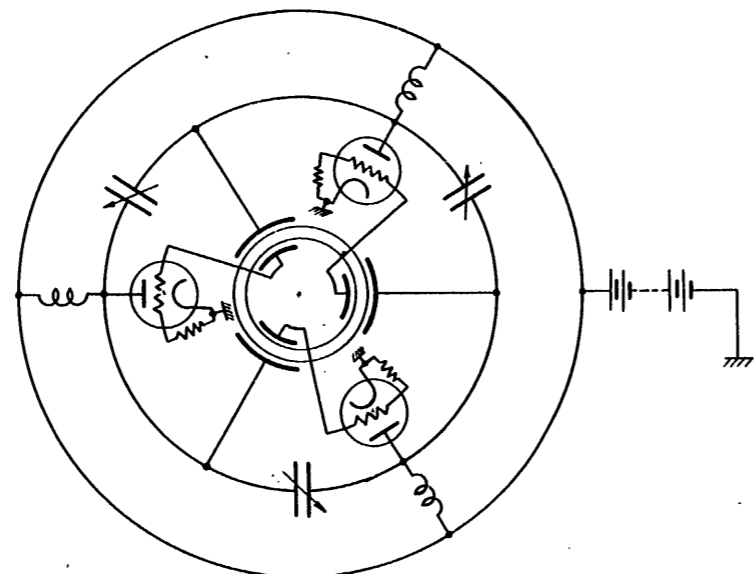
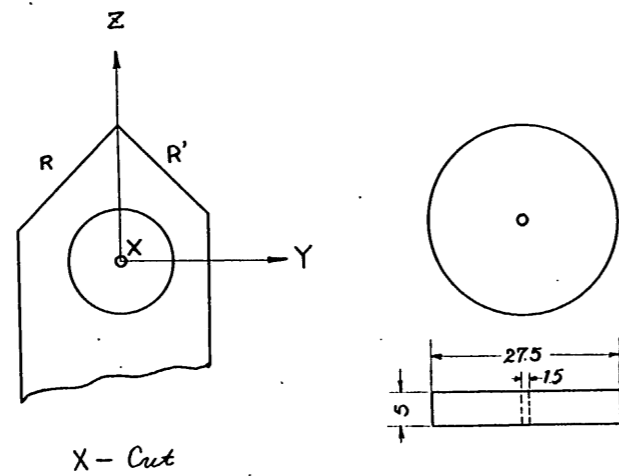
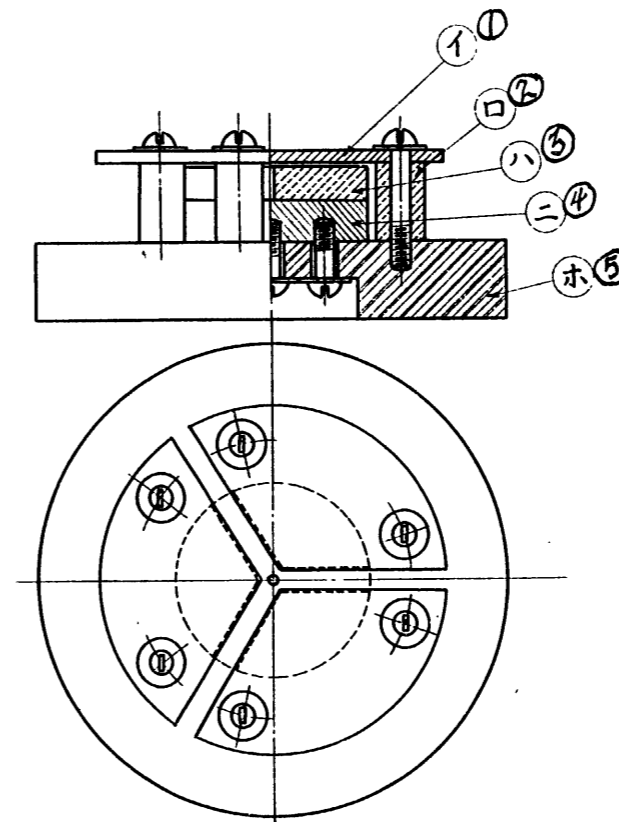


圖2 水晶發振回路  
Figure 2



X-Cut

圖3 水晶發振子  
Figure 3



- ① 上部電極 (眞鍮)
- ② 水晶上部電極の空隙間隙の作シム。上部電極の支持棒 (眞鍮)
- ③ 水晶發振子
- ④ 下部電極 (眞鍮)
- ⑤ 保持器受台 (フェノール樹脂)

圖4 水晶保持器  
Figure 4

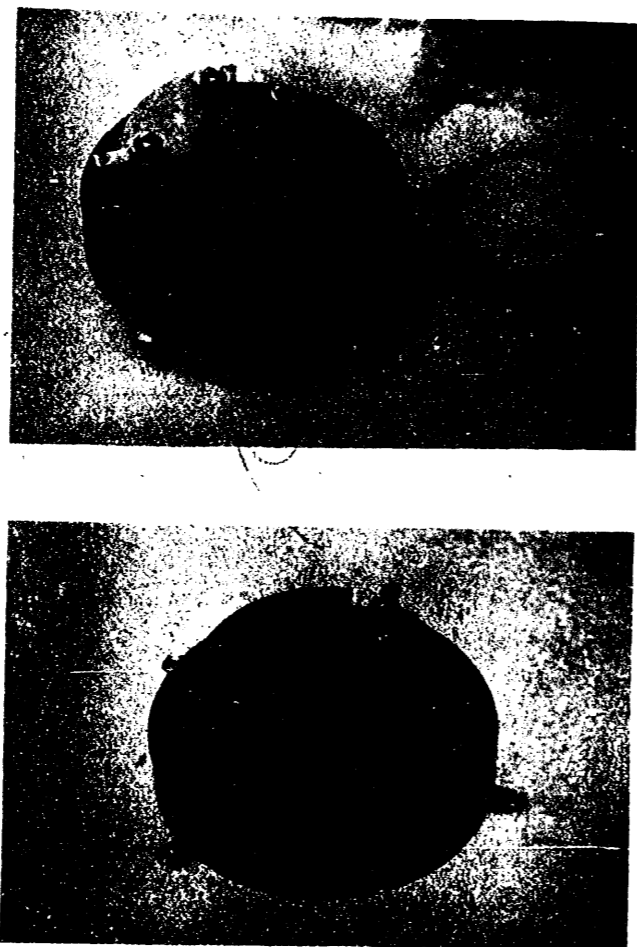


圖5 水晶片及保持器

Figure 5

前節に於て述べた接続で実験したが、水晶片と電極との位置を適當に選んで極めて容易に發振せしめ得た。

第1表 發振周波數

發振回路	周波數	水晶發振子の位置
三相發振回路	114.35 kc	格子陽極間
單相發振回路	100.03 kc	格子織條間
	94.5 kc	

此の場合の發振周波數は第1表第1行に示す通りであつた。尙單相發振回路を以つて動振し水晶を格子織條間に置いた場合に(Pierce回路)は第2行の周波數二種類を得て居る。此の多相及單相發振の周波數の差及單相動振に於て二種類を得る事云ふ事は振動體の性質を表はすものであり、今後の研究の手掛りである。發振回路に生じた電壓の位相を確めるために Braun 管に3個の電極を配置し、之に3個の發振器の陽極を接続して圖形を觀測した。平衡三相電壓の場合は圖形は圓形なるものである。此の場合得られた圖形は圖6の通りである。之が圓形ならざる原因は3個の回路が完全な對稱でない事、或は水晶發振子の振動が全く對稱的でない事に基因するものも考へられるが、其の原因は未だ明でない。

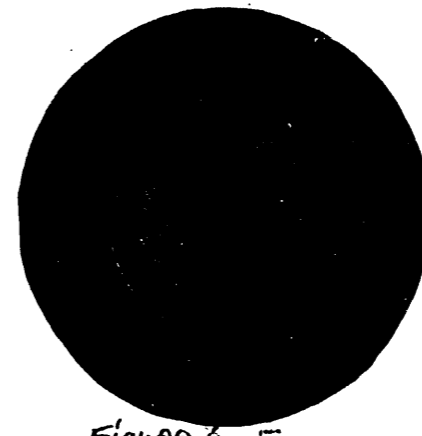


Figure 6. 5

圖6 三相振動の Braun 管圖

#### §4 結 言

以上述べた實驗結果より、水晶を適當な軸方向に切れば多相水晶發振子が得られ之を多相發振回路に結合して多相振動が得られる事が判明した。其の一例として X 切圓板狀水晶發振子を多相振動子として用ふる事を得る。



今後の研究事項を次に記す。

- (1) 各種の切方による環状及圓板状水晶を用ひて多相振動を發生せしめる事
- (2) 各發振子に就いて溫度係數及對數減衰率を測定する事
- (3) 波長の低下の方法を考究する事
- (4) 彈性力學的に回轉振動を研究する事

尙之と共に結線の研究を進捗せしむべきである。

(昭和十八年七月二日脱稿)

[終]

