

研究速報

尾上守夫：円板状水晶振動子の輪廓振動
 菊池真一他：生研式 III 型自動滴定器の試作

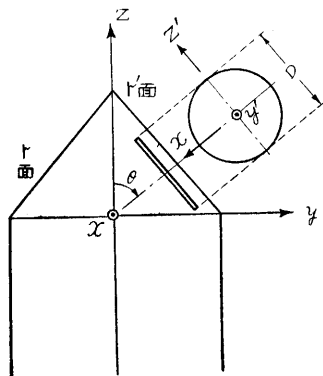
山辺武郎：濃厚溶液のイオン交換に対する
 Donnan 平衡の適用
 渡辺要他：孔あきベニヤの吸音率について

円板状水晶振動子の輪廓振動

尾上守夫

電気軸に平行な板面を持つ水晶振動子の輪廓振動については Bechmann⁽¹⁾ が 2 種の固有振動の中周波数の低い方の零温度係数の方位を実験的に求めた(ただし周波数の記載はない) 以外は、二三の実験的研究⁽²⁾⁽³⁾が断片的に振動変位方向と周波数とについてふれているのみであつて理論的研究は皆無のようである。

筆者はさきに輪廓が正方形の場合に使用した解析方法⁽⁴⁾が円形の場合にも拡張できることに着目して、実験とよく一致する解を得ることができた。



第 1 図

解法 座標軸を第 1 図の如く定める。ただし (') をつけることは略する。記号は別表の如くする。直径 D に比して厚味が十分薄ければ輪廓振動の周波数は厚味に関係しないことが実験的に確かめられているから、問題を二次元的に扱い

$$X_Y = Z_Y = Y_Z = 0 \dots\dots\dots (1)$$

を仮定する。また滑りひずみの強勢な振動であるので

$$\frac{\partial u}{\partial x} = \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \dots\dots\dots (2)$$

を仮定し、運動方程式を解くと中心を原点として次の変位分布が得られる。

$$\left. \begin{aligned} u &= \sin \alpha x \\ w &= \sin \alpha x \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (3)$$

ここまでの過程は輪廓が正方形の場合と全く同じである。この解は周辺において

$$X_Z = 0 \dots\dots\dots (4)$$

以外の境界条件は全て満足する。したがつて (4) を可及的満足するように、すなわち X_Z による周辺のひずみエネルギーが最小になるように未定係数 α を定める。

以上の方法で共振周波数 f を求めると

$$f = \frac{\beta}{\sqrt{2} \pi D} \frac{1}{\sqrt{\rho s_{55}'}} \dots\dots\dots (5)$$

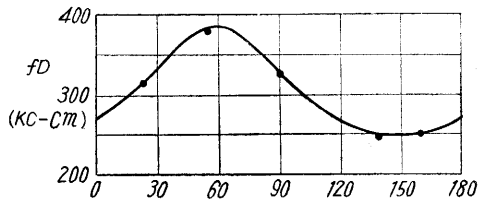
ただし $\beta (= \frac{\alpha D}{\sqrt{2}})$ は次式の根である。

$$J_1(\sqrt{2} \beta) + \sqrt{2} J_1'(\beta) = 0 \dots\dots\dots (6)$$

実験との比較 (6) 式の第 1 根 $\beta_1 = 3.345$ は基本振動に相当する。(5) 式に代入して

$$f D = 0.753 \frac{1}{\sqrt{\rho s_{55}'}} \dots\dots\dots (7)$$

を得る。これを実測と比較したものが第 2 図である。図



第 2 図

中実線が計算値、●印が実測値であつて、かなりよい一致を示している。またこの値は (3) 式の振動変位とともに従来の実験結果もよく説明する⁽²⁾⁽³⁾。また (5) 式の形は輪廓が正方形の場合と $1/\sqrt{\rho s_{55}'}$ の係数が異なるのみであるから両者の周波数零温度係数を与える方位は一致するのが当然であつて、Bechmann の見出した実験的事実を理論的に証明できたわけである。

等価定数、高調数振動等については詳報にゆずることにする。

謝辞 常に変らざる御指導御鞭撻を賜る高木昇教授に厚く感謝申上げる。また実験、計算に多大の御助力をいただいた当研究室市州初男君に深謝するものである。

記号

- θ : 方位
- ρ : 密度
- u, w : 変位
- s_{55}' : 弾性率 (θ の函數)
- x, z : 座標
- D : 直径
- $X_Y, Z_Y \dots$: ひずみ力
- f : 共振周波数
- J_1 : 1 次の第 1 種ベッセル函數 (1954 · 2 · 19)

文獻

- (1) R. Bechmann: H. T. E. A. 44, 145, Nov. 1934
- (2) R. B. Wright & D. M. Stuart: Bur. Stand. J. Res. 7, 519. 1931
- (3) R. O. Schumacher: Telefunken Ztg. 76. 16, Juli 1937
- (4) 尾上: 電気 3 学会東京支部連大 No. 160 昭 28. 10