

水晶共振子1箇所を用いた 帯域濾波器の設計圖表

—受信機中間周波増幅器の
選擇度向上のために—

高木 昇・尾上 守夫 (電氣)

外部雑音の多い所で使う受信機は、所要帯域の外での減衰傾度を増して信號對雜音比の改善を計ることが望ましい。その場合従來の中間周波トランスに若干手を加え、水晶共振子で橋絡することによつて簡単に目的を達することができる。それに必要な設計圖表とその使用方法設計例について述べてみた。

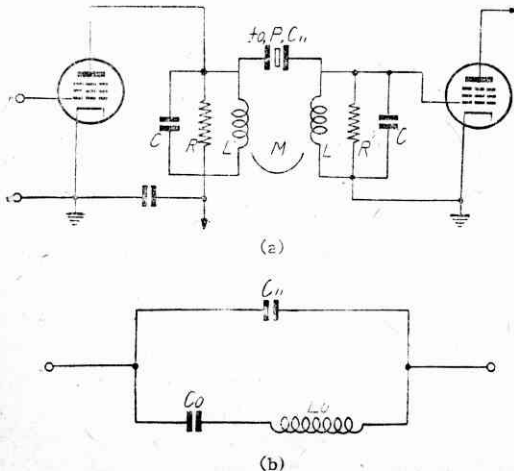
1. 緒 言

受信機の中間周波増幅器の選擇度を段數を増さずに向上させたい場合等には、第1圖に示すような水晶濾波器を用いるのが便利である。この回路は水晶共振子でもつて、普通の中間周波トランスを橋絡したような形になっている。回路構成は簡單であるが、階段2の影像インピーダンス及び傳播定數を持たせることができ、しかも水晶共振子は1箇所ですむ利點は見逃せないところである。

二等分定理を用いて格子形回路に等價變換すれば、格子形濾波器の理論がそのまま適用できるが、實用的見地からいへばむしろこのままの形で直接設計式其他が與えられていた方が便利である。本稿はそのような設計圖表を紹介し、設計手順及び調整法にふれている。

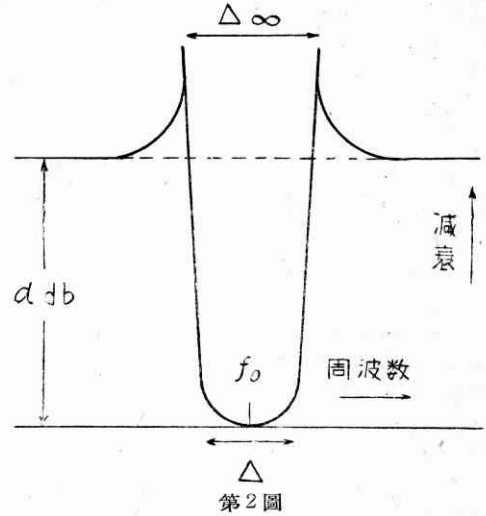
2. 設計圖表

各回路素子の記號を第1圖に示すように定めるものと



第1圖

する。水晶共振子は純リアクタンス素子として扱われる時には、よく知られているように第1圖(b)の等價回路を有している。その特性は等價定數 L_0, C_0, C_{11} で定まるわけであるが、實際の取扱には L_0, C_0 の直列共振周波數 f_0 (これが濾波器の中心周波數になる)、並列容量 C_{11} 及びその直列容量 C_0 との比 p の3つを用いた方が



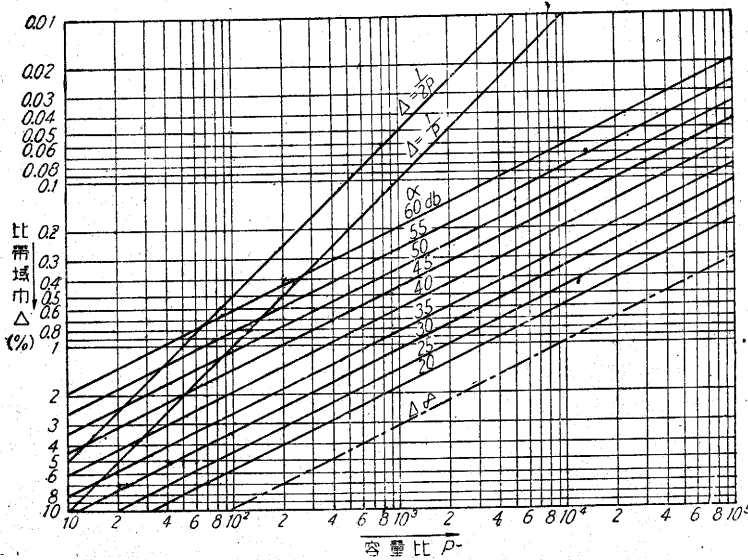
第2圖

便利である。並列容量は共振周波數から充分離れた周波數で共振子の呈する靜電容量に等しく、また容量比 p は共振子の反共振周波數 f_∞ と次の關係があるから、いずれも測定は容易である。

$$p = \frac{C_{11}}{C_0} = \frac{f_0}{2(f_\infty - f_0)} \dots \dots \dots (1)$$

得られる濾波器の特性は第2圖のように、2つの減衰極を有しており、その外側で減衰は次第に低下して最低 a db にいたる。帯域幅 Δ 及び減衰極相互の間隔 Δ_∞ は夫々中心周波數 f_0 に対する比の形で表わしておく。

以上の諸量を用いて設計圖表を求めることにする。(1)



第 3 圖

先ず a をパラメーターにして k, Δ の関係を描けば第 3 圖が得られる。 $\Delta \infty$ も ρ のみで定まるから共に書き込んである。なお圖中 $\Delta = 1/2\rho, \Delta = 1/\rho$ とある直線はそれぞれ水晶共振子 1 箇または 2 箇と容量とのみからなる濾波器の最大帯域幅 Δ と容量比 ρ との関係を与えているもので、これと比較して本濾波器は同じ共振子を用いても帯域幅が広くとれることが明かである。

また a に對し、中間周波トランスのみの同調周波數 $f_r (= \frac{1}{\sqrt{LC}})$ 、トランスの結合係數 $k (= M/L)$ 及び C/C_{11} を求めれば第 4 圖が得られる。

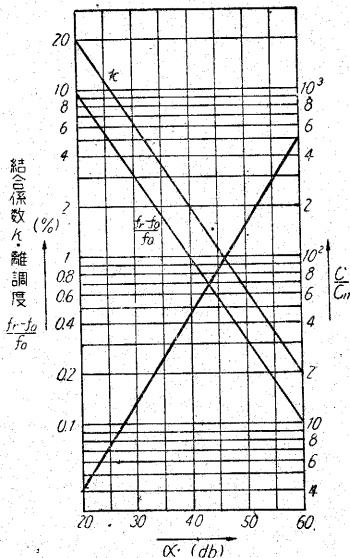
終端抵抗 R は次式で求められる。

$$R = \frac{1}{\Delta} \cdot \frac{1}{2\pi f_0} \dots (2)$$

これをコイルに含ませて Q で表わすとすれば

$$Q = \frac{1}{\Delta} \dots (3)$$

となり、例えば比帯域幅 1% の濾波器を作るには、少くとも $Q=100$ のコイルを要することが判る。



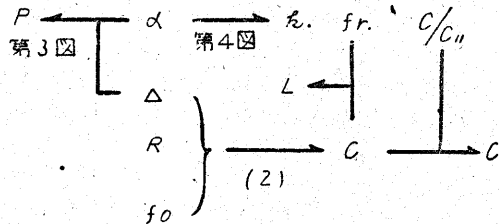
第 4 圖

3. 設計法

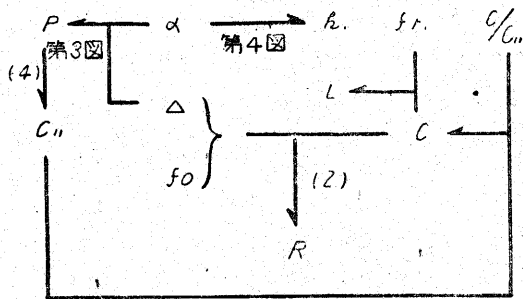
(1) 普通の設計では中心周波數 f_0 、比帯域幅 Δ 、減衰域に於ける最小減衰量 a 及び終端抵抗 R を與えて k 、

C_{11} 、 C 、 $f_r (L)$ 、 $k (M)$ を求める。それには (1) 式により C を求め、さらに a から第 4 圖によつて C/C_{11} を求めて、 C_{11} が與えられる。また同じく第 4 圖から k, f_r が求められる。一方 a, Δ から第 3 圖により ρ が求められる。この順序を圖式化すれば第 5 圖のようになる。

(2) 球間濾波器であるから R を自由に選ぶことを許すとすれば、ありあわせの水晶共振子の活用が可能になる。即ち既存の共振子が p_0, C_{110} なる定數を有している場合には、これに適當な容量 C_{11}' を並列に附加して所要の ρ にまで容量比を上げることができる。この補正後の並列容量 C_{11} は實驗的に求めてもよいが、次式でも與えられる。



第 5 圖



第 6 圖

$$C_{11} = C_{110} + C_{11}' = C_{110} \cdot \frac{\rho}{p_0} \dots (4)$$

これにより (1) の場合と同様にして第 6 圖の圖式に従つて設計を進めればよい。

調整法はまず共振子を除いた状態で普通の中間周波トランスと同様にして、周波數 f_r に對し同調をとる。次に共振子を挿入して、減衰極が左右對稱になるよう結合を調整してやればよい。(従つて實際には k の設計値を求めることは不要である。)

なおこの濾波器の利得は共振子を除いた時の中間周波増幅器の利得と同じであるから、濾波器を用いたための利得の損失はないといつてよい。

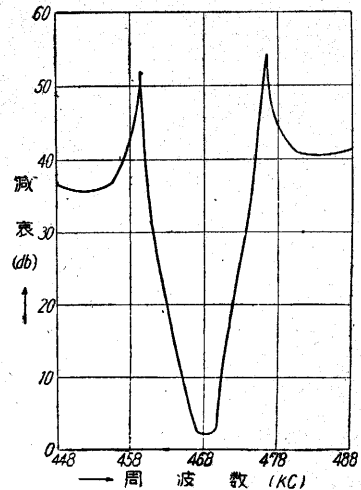
4. 設計例

$f_0=468$ kc, 帯域幅 4 kc, 減衰域において少くとも 35db の減衰を有する濾波器を, $C_{11}=5.4$ pf, $p=287$ の共振子を用いて作ることにする。

$d=4/468$ だから第3圖より $p=760$ を得る。従つて C_{11} は (4) 式により 14.2 pf となる。第4圖より $a=35$ db に對し $C/C_{11}=27$ を得る。よつて $C=38.7$ pf となる。また $(f_r-f_0)/f_0=1.8\%$ だから $f_r=476.4$ kc, 従つて $L=290$ μ H となる。さらに $k=3.6\%$ となる。一方 (2) 式から $R=95$ k Ω が得られる。實測した結果は第7圖の如くでいたい所要の特性を實現している。

文 献

(1) 高木, 尾上: 電氣三學會東京支部進大要旨 p. 14, 昭 24. 10.



第7圖

速報 29

引抜き加工中の歪の解析

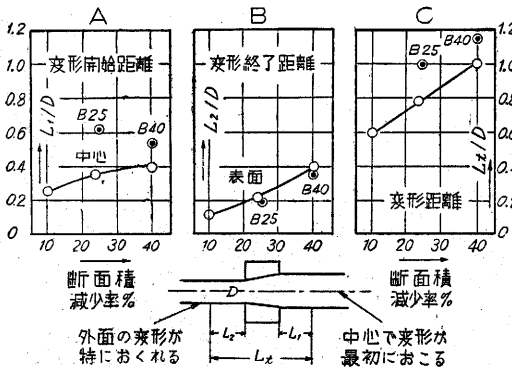
鈴木 弘・吉川英夫 (機械)

塑性歪の解析方法としては, Siebel-Hühne の方法が最もすぐれていて, 引抜き加工にこれを適用すれば任意点における歪の四要素, すなわち軸方向歪 $\ln l$, 半径方向歪 $\ln \beta$, 切線方向歪 $\ln r$ および附加的剪断歪 $\tan \delta$ をすべて求めることができる。しかし精密な實驗が必要な上に, 計算が繁雑なため, 引抜き条件を異にする多数の試験片についてこの方法を適用して, 歪分布と引抜き条件との関係を求めた研究がなかつた。

筆者等は, 下表の5種の条件の銅の引抜き試験片にこの方法を適用して, 引抜き中の歪の分布と引抜き条件との関係について, 新しい事実を幾つか見出した。

試験片番號	断面積減少率	逆張力應力	ダイス角度	引抜き應力
N 10	10.0 %	0 kg/mm ²	41° 20'	9.34 kg mm ²
N 25	24.0 %	0 "	41° 20'	13.26 "
B 25	25.0 %	5.02 "	41° 20'	15.74 "
N 40	38.1 %	0 "	41° 30'	20.22 "
B 40	39.6 %	4.23 "	41° 30'	22.22 "

たとえば變形域の範圍については, 第1圖に示すよ

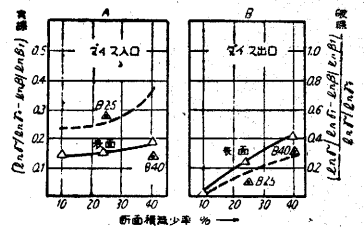


第1圖

うに, 断面積減少率を増すと變形域はダイスの前後に延びる, 殊に表面層の變形がダイスを出て以後繼續する傾向は甚しくなつて, ダイスの出口で變形が完了するとして従來の一連の考え方は再検討を要することとなつた。

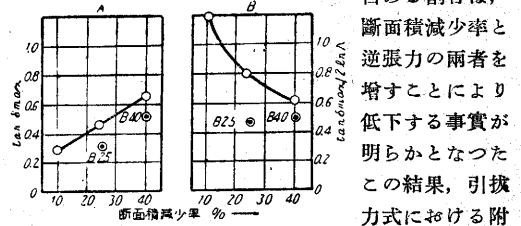
また従來は, 變形中どの位置においても $\ln \beta = \ln r$ の關係が成立すると考えられていたが, この關係は中心軸上以外では成立しないことを實驗と解析との両面から確かめた。(第2圖) しかし断面積減少率が小さければ, その差異は減少する。

多段連續引抜き作業の最終段の仕上引きでは断面積減少率を小さくする技術があるが, 上記兩事實からも好ましい方法であるといえる。しかし逆張力を適用すれば, 上記兩現象にもとづく不都合は軽減される。



第2圖

次に附加的剪断歪の最大値と線歪との關係は, 第3圖のようになり, 全引抜き抵抗中で附加的剪断歪抵抗の占める割合は, 断面積減少率と逆張力の兩者を増すことにより低下する事實が明らかとなつたこの結果, 引抜き方式における附加的剪断歪の補正項として一般に認められている Körber-Eichinger 項が, 現在の形のままでは不充分であつて, 逆張力と断面積減少率の兩者の影響を導入する必要があることを示すものといえる。(1950. 4. 1)



第3圖