ポジスタ発振器について

井上　　浩
渡辺重治
麻生俊一

Posistor Oscillators.

Oscillators with posistors, which has complementary characters to thermistors, and equivalent circuits of posistors are observed.

Hirosi INOUE. Sigeharu WATANABE. Tosikazu ASO.

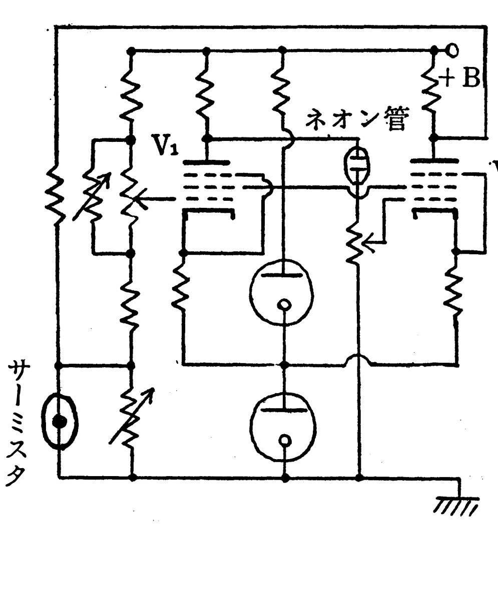
1．緒　言

先にサーミスタ発振器の諸特性の実験結果と理論的考察を述べたが，(1)(2) 此の場合は何れも正弦波的振動をなす場合即ちサーミスタに並列に容量を有する場合を取扱っている。此の並列容量のない場合には矩形波を発生するが，此の時の発振機構を取り扱い，又此のサーミスタと相補的なポジスタを用いると全く同じような発振器を作りうることを述べる。

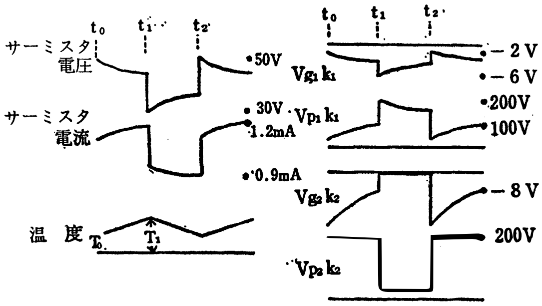
2．ポジスタ発振器の動作

サーミスタ発振器の回路を図一1に示す。各部の電圧波形を示すと図一2のようになる。

図一1　サーミスタ発振器



図一2　各部電圧波形



a. 時刻t_0〜t_1の場合。V_{g2k2}をcut off に黜整し，スイッチが入るとサーミスタにV_t＝50Vの電圧がかかる。サーミスタは熱せられてV_tは減少しV_{g2k2}は除々に回復し，－8Vで急に上昇する。

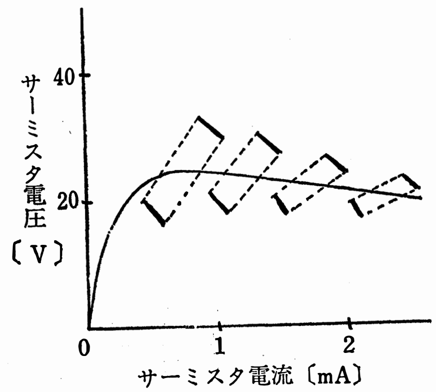
b. 時刻t_1〜t_2の場合。サーミスタは冷却されV_tは増加し，V_{g2k2}は0に近づき，グリッド電位は減少する。即ちV_{g2k2}が1段目で増幅され，V_{g2k2}は更にしゃ断点以下に追い下げられる。此の時V_{p2k2}，V_tは急に立ち上る。此の時のサーミスタの温度は$T_0°$から$T_1°$まで変化するもので，T_0に対応する抵抗値は，bottoming電圧および，サーミスタに並列の可変抵抗によって変化することが可能である。

発振周期としては，

$$t=2\int_{T_0}^{T_1}\frac{dT}{\frac{v^2}{HR_0}e^{-B\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_0}\right)}-\frac{K(T-T_0)}{H}}$$

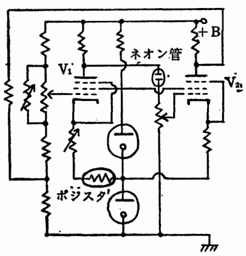
として求めることが出来る。式中のHはサーミスタ熱容量，Kはサーミスタ熱放散定数，R_0は周囲温度T_0のときのサーミスタ抵抗値，Bはサーミスタ定数，vはサーミスタへかかる電圧であり現在は$V_{p2}k_2$の矩形波が帰還抵抗を通じてサーミスタへ加えられると考えてみるとよい。サーミスタ並列抵抗を変えてサーミスタ電流を変化すると，

図—3　動作中の電圧電流特性



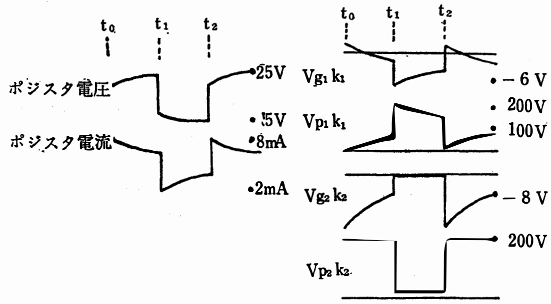
図—3のようにサーミスタ電圧，電流軌跡が変化し負性抵抗が小さくなる範囲ではループが小さくなることがわかる。サーミスタは熱慣性より電気的にインダ

図—4　ポジスタ発振器

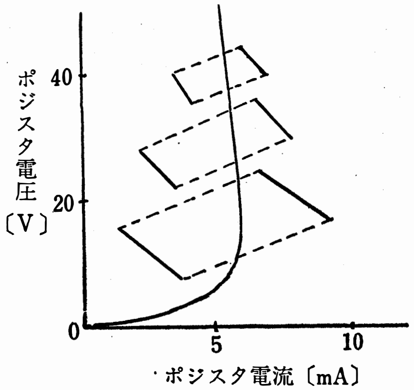


クタンスと等価に考えられるが，此れと類似の考えから，ポジスタは電気的にキャパシティーと考えうるので図—1，図—2，図—3に対して全く同様に，図—4，図—5，図—6のようになる。

図—5　ポジスタ発振器の各部電圧波形

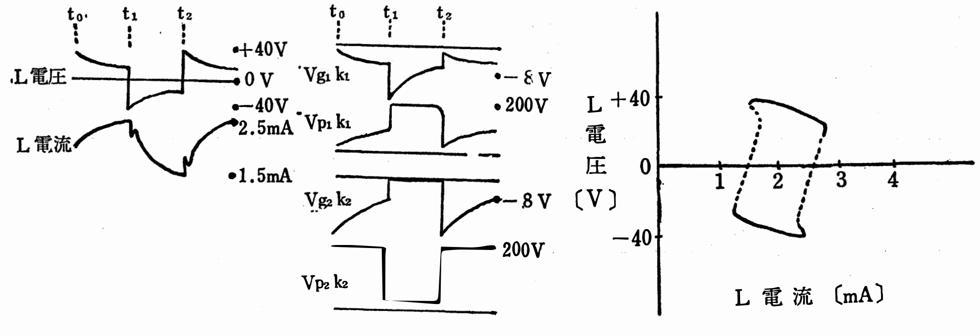


図—6　動作中の電圧電流特性

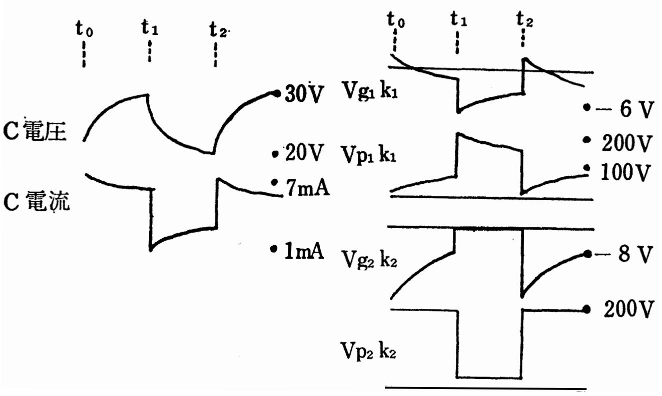


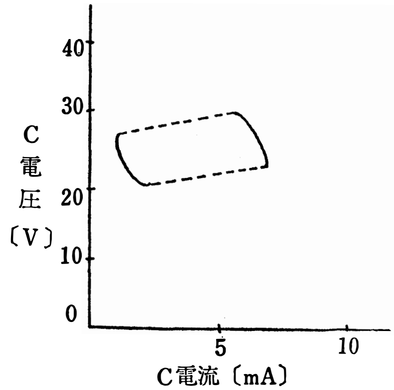
此のサーミスタ，ポジスタの特性から，サーミスタの代りにインダクタンスを用い，ポジスタの代りにキャパシティーを用いても発振器を作ることが出来る。

図—7　インダクタンスを用いた時



図—8　キャパシティーを用いた時



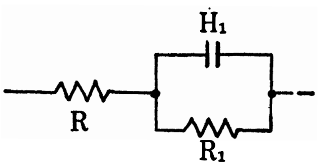


此の時の周波数は矩形波を帰還抵抗を通じて，第1段増幅器の格子回路へ印加した電圧による過渡現象として図—7，図—8の各波形から求めることが出来る。

3．サーミスタ及びポジスタの等価回路

上に述べた実験結果より我々はサーミスタ及びポジスタの等価回路を図—9の如くおくことが出来る。

図—9　等価回路



ここでRは発振時における動作中心点の抵抗とする。又R_1 はこれら熱慣性半導体素子の負抵抗部分を表わし，H_1 は等価インダクタンス，又は等価キャパシタンスを表わすものとする。

今，これらの物体の中で単位時間に消費される熱量をΔQとすると

$$\Delta Q = H\frac{d(T-T_0)}{dt} + K(T-T_0) = \Delta(VI) \cdots\cdots\cdots ①$$

単位時間に変化する温度を $\Delta T = T-T_0$ とすると消費電力の変化分は次のように表わされる。

$$\Delta(VI) = I\cdot\Delta V + V\cdot\Delta I \cdots\cdots\cdots ②$$

$$\Delta V = \Delta(IR) = I\cdot\Delta R + R\cdot\Delta I \cdots\cdots\cdots ③$$

又この物体の抵抗は$R = R_0 e^{B\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_0}\right)}$とあらわされるから，$\log R = B\left(\frac{1}{T}-\frac{1}{T_0}\right) + \log R_0$

この両辺をTで微分する

$$\frac{d\log R}{dT} = \frac{-B}{T^2}$$

又，Rは時間の関数でもあるから

$$d\int\frac{dR}{R} = \int\frac{-B}{T^2}dT\cdot dt$$

t＝1として

$$\frac{\Delta R}{R} = -\frac{B}{T_2}\Delta T$$

$$\Delta R = -\frac{B}{T^2}\cdot R\cdot\Delta T \cdots\cdots\cdots ④$$

但し，サーミスタの場合はBは正，ポジスタの場合はBは負

この素子に加わる電力がある周期をもって変化するもの(ΔP)であるならば，温度の変化分ΔTとの間には次の関係式がなりたつ。

①より　$$\Delta T = \frac{\Delta P}{K+j\omega H} \cdots\cdots\cdots ⑤$$

故にこの等価回路のインピーダンスZは

②より　$$Z = \frac{\Delta V}{\Delta I} = R + \frac{I\cdot\Delta R}{\Delta I} = R + \frac{I\cdot V}{\Delta I}\frac{\Delta R}{V}$$

$$= R + \frac{(I\cdot V)\,\Delta R}{\Delta P - I\cdot\Delta V}$$

ここで

$$IV = K\Delta T = K(T-T_0)$$

$$= R + \frac{K\cdot\Delta T\cdot\Delta R}{\Delta T(K+j\omega H) - \frac{I^2 R\cdot\Delta R}{R}}$$

$$= R + \frac{K\Delta T\cdot\Delta R}{\Delta T(K+j\omega H) - \frac{K\Delta T\cdot\Delta R}{R}}$$

$$=R+\frac{-\dfrac{KBR(T-T_0)}{T^2}}{K+jwH+\dfrac{BK(T-T_0)}{T^2}}$$

$$=R+\frac{1}{\dfrac{1}{R_1}+jwH_1}\cdots\cdots\cdots\cdots\cdots⑥$$

但し，$R_1=-\dfrac{BR(T-T_0)}{T^2+B(T-T_0)}$

$$H_1=\frac{-HT^2}{KBR(T-T_0)}\cdots\cdots\cdots\cdots⑦$$

ここで

サーミスタの場合（Bは正）

$R_1<0$ ………負抵抗

$H_1<0$ ………誘導性

ポジスタの場合（Bは負）

$|B|$か大きくなるとR_1の分母は負，分子も負，故に

$R_1<0$ ………負抵抗

$H_1>0$ ………容量性

さらに

⑥を変形して

$$Z=R+\frac{R_1}{1+jwH_1R_1}=R+\frac{R_1}{1+w^2H_1{}^2R_1{}^2}$$

$$-j\frac{wH_1R_1}{1+w^2H_1{}^2R_1{}^2}$$

$$=R+\frac{R_1}{1+w^2H_1{}^2R_1{}^2}+\frac{1}{jw\dfrac{1+w^2H_1{}^2R_1{}^2}{w^2H_1R_1}}$$

$$=R_s+\frac{1}{jwC_s}$$

のようになる。従ってポジスタは，負抵抗，キャパシティーを示す等価回路で表示出来る。

4．結　言

ポジスタもサーミスタと全く同様発振器を作ることが出来る。用途其の他について更に研究したいと考える。

文　献

① 井上，渡辺，"サーミスタ発振器について"昭和41年10月，富山大学記要．

② 井上，渡辺，麻生，"サーミスタ発振器の一例について"
昭和44年10月電気四学会，北陸支部大会