

# ゲルマニウム熔解炉の 0.01% 自動温度制御における諸問題† Problems Concerning the 0.01% Automatic Temperature Control of the Germanium Melting Furnace

阿部 善右衛門\*  
Zen'emom Abe

沼倉 俊郎\*  
Toshiro Numakura

上田 浩\*  
Hiroshi Ueda

田内 省二\*  
Shoji Tauchi

徳山 巍\*  
Takashi Tokuyama

河井 陽一\*\*  
Yoichi Kawai

## 内 容 梗 概

ゲルマニウム単結晶を引上法により結晶させる場合、高精度の温度制御が必要である。筆者らは従来比較的大まかな温度制御(0.1%)を行っていた単結晶引上装置に改良を加え、高精度(0.01%)の温度制御に使えるようにした。問題になった諸点は次の三点である。

- (1) 925°C から 975°C までの指示範囲をもつ自動平衡記録計
- (2) 確実にして簡単に改良できる制御法
- (3) 雑音対策

第(1)の問題は、実験室的に 0.1 $\mu$ V の感度をもつた 100 $\mu$ V フルスケールの記録計を試作した。直交変換器としては 72.5 cps で断続するリストン型チョップを用いた。第(2)の制御法としてはリレーを使った強制振動法による二位置制御方式を採用した。第(3)の問題は雑音を分離し、その発生源をつきとめた。こうして約 0.01% に相当する制御が数拾分乃至 2~3 時間にわたり可能であることを確かめた。

## 1. 緒 言

ゲルマニウム単結晶を引上法でつくる場合、いちばん問題になるのは単結晶熔解炉(坩堝)の温度制御である。すなわち溶融ゲルマニウムの温度を溶融点近くに保ち、単結晶をそれに接して徐々に引上げていくのであるが、引上速度が一定でも温度が高いと径の小さい結晶が成長し、温度が低いと径の大きい結晶が成長する。また温度の変動は比抵抗のばらつき、結晶の直径のばらつき、したがって結晶欠陥の発生などとなつて現われる。ゆえに温度の変動はできるだけ小さくすべきであるが、種々の条件から考えて 940°C 付近で  $\pm 0.1$  deg 以内におさえることを一応の目標とした。

実験に用いた装置は比較的大まかな温度制御 (0.1%) を行っていたものであるが、本稿ではこれに改良を加え高精度の温度制御 (0.01%) に使えるようにした経過について報告する。問題になった諸点は次の 3 点である。

- (1) 925°C から 975°C まですなわち 50 deg の指示範囲をもつ自動平衡記録計の製作
- (2) 確実にして簡単に改良できる制御法の検討
- (3) 雑音対策

第 1 の問題に対してはフルスケール 100  $\mu$ V の自動平衡記録計の実験的検討を行つた。第 2 の問題に対しては強制振動法による二位置制御方式を採用し、また第 3 の問題に対しては雑音源を分析し十分な雑音除去対策を確

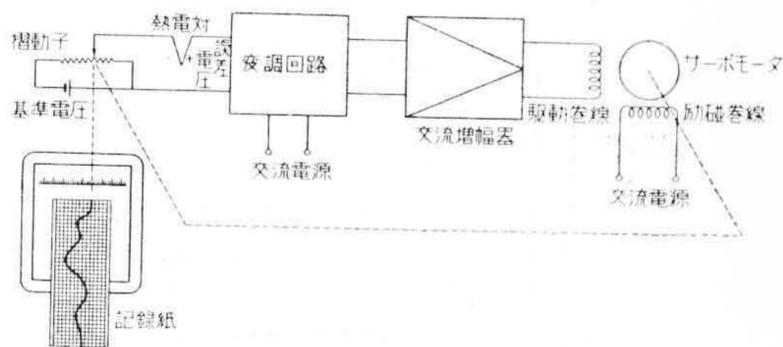
立することにより、それぞれ所期の結果を得た。なお第 3 の雑音対策は一般論として既報<sup>(1)</sup>してあるので本稿では省略する。

## 2. 100 $\mu$ V 自動平衡記録計の試作

### 2.1 記録計用直流増幅器の問題点

925~975°C の変化温度範囲を白金ロジウム-白金の熱電対で測定するには、500  $\mu$ V フルスケールの電子管式自動平衡記録計が必要で、その感度を 0.1% まで確保するには 0.5  $\mu$ V の検出ができなければならない。しかし実験室で使用するのと異なり、現場では各種の雑音源が多いので、十分の検出感度を確保するためには、記録計内の雑音、ドリフトなどをさらに数分の一以下に低下したい。ゆえに 100  $\mu$ V フルスケールすなわち 0.1  $\mu$ V の感度を有する自動平衡記録計を試作した。

第 1 図に電子管式自動平衡記録計の原理図を示す。この回路の左端にある熱電対起電力を測定するために、基準電圧と比較し、その差の直流電圧(誤差電圧)を変調回路により交流に変換する。交流化された誤差電圧は交流増幅器によつて増幅されて、サーボモータの駆動巻線



第 1 図 自動平衡記録計説明図

\* 日立製作所中央研究所

\*\* 日立製作所多賀工場

† 本稿の理論的な詳細な考察は電気学会雑誌に昭和 32 年 10 月投稿

に印加される。モータの一方の巻線すなわち励磁巻線には、これと90度の位相差を有する交流電圧で励磁されていて、前記駆動電圧が(数~拾)V以上になるとサーボモータを回転せしめ、熱電対出力を打消す(誤差電圧零の状態)までこの軸に連結された可変抵抗の摺動子を動かすようになっている。

この際、フルスケール  $100 \mu V$  (感度  $0.1 \mu V$ ) の性能を得るため

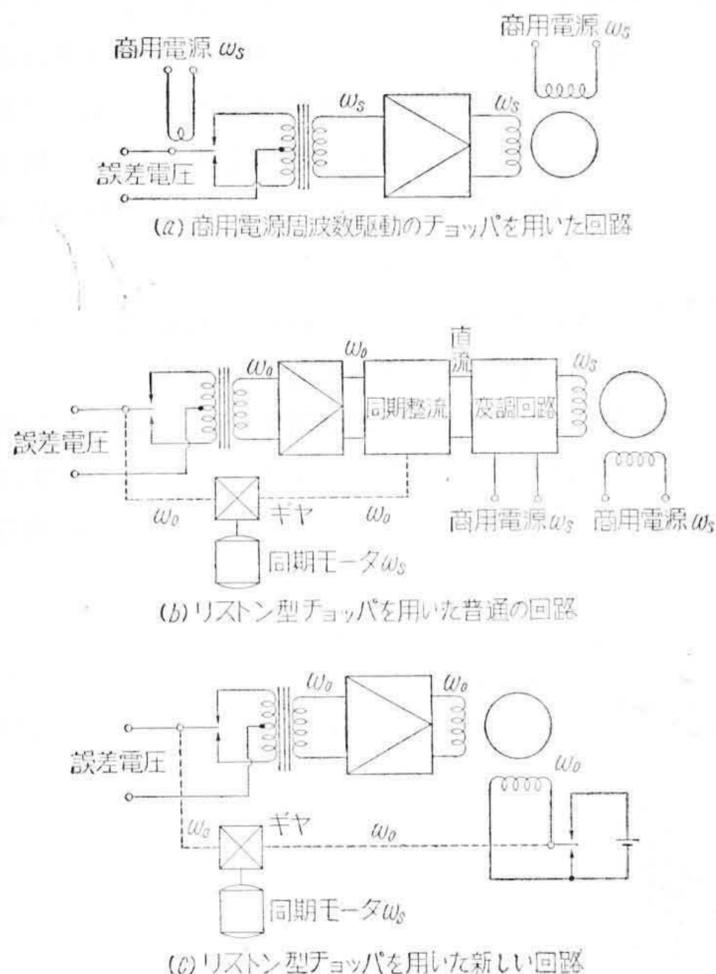
- (1) 交流誘導雑音を避けるための特殊な変調回路の設計
  - (2) 160 dbの交流増幅器の設計
  - (3) 回路の簡易化
- の3点に問題をしばり実験を行つた。

### 2.2 変調回路の検討

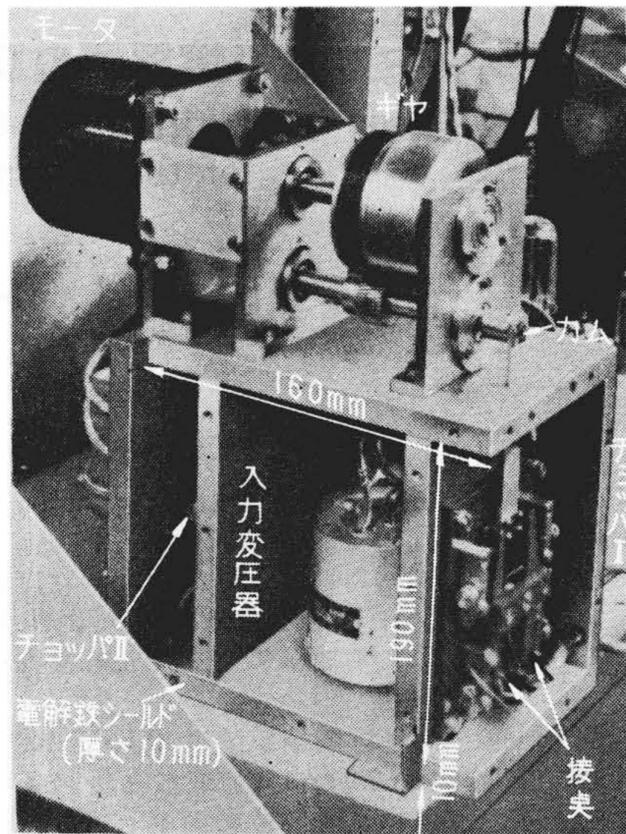
$0.1 \mu V$ , 数拾 $\Omega$ の被測定電源を対象とする増幅器は当然変調型回路で、その上交流誘導雑音を避けやすく、低雑音の実際的な回路でなければならない。これには次の2種が考えられる。

- (1) チョッパを利用する方法
- (2) 磁気変調器を利用する方法

まず、チョッパはその構造上の2種に分類される。一つは普通一般に使用されているもので、電源周波数に同期して電磁石駆動により接点の断続を行うものである。ほかは電源非同期の機械的回転を利用して接点の断続を行わせるもので、リiston型チョッパと称される。前者はその構造上電源周波数の誘導を受けやすく、研究室において得られた最良の結果でも<sup>(2)</sup>、高々  $0.1 \mu V$  の雑音、



第2図 チョッパによる種々なる変調回路



第3図 リiston型チョッパの外観

$0.02 \mu V/1$ 時間のドリフトレベルで、さらに性能の良いものも製作されつつあるが、数キロワットの交流電源を要する温度炉のそばでは、誘導障害が多く日常十分な動作を期待することは無理であろう。第2図(a)にその使用回路を示す。

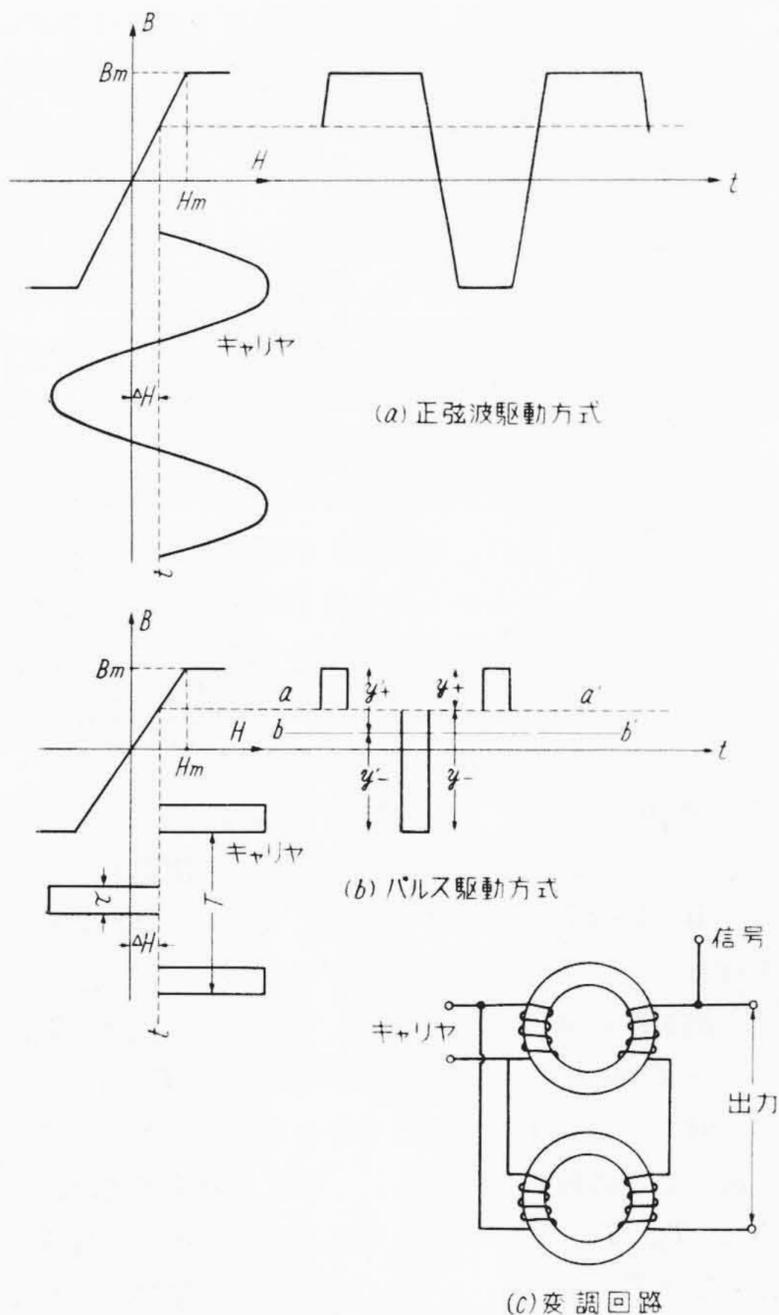
一方リiston型チョッパでは  $5 \Omega$  の被測定電源抵抗の場合、誘導雑音  $1.5 \times 10^{-3} \mu V$ , ドリフト  $5 \times 10^{-3} \mu V/8$ 時間とされていて<sup>(3)</sup>、電源同期型に比して数十倍の改善である。しかしリiston型チョッパの実用上の問題は(b)図に示すように、電源非同期で断続増幅された電圧を一度同期整流して直流に変換した後、ふたたび電源周波数を搬送波として変調しなければならないので、回路が多少複雑となることである。ゆえにこの簡単な解決法として(c)図に示すように、入力断続周波数と等しい電源をほかの接点によつて発生させ、これをサーボモータの励磁側に用いて、同期整流回路を不要とした(特許申請中)。ゆえに全回路の構成は普通のチョッパによる電子管式自動平衡計とほぼ同一の簡易なものとなつた。

使用したリiston型チョッパを第3図に示す。

また第2の方法すなわち磁気変調方式にも2種あつて、これはチョッパのように機械的な振動体をもたない点で信頼性は高い。その上測定された最高結果では  $5 \times 10^{-18} W/3$ 時間のドリフトで、これを  $5 \Omega$  の被測定電源抵抗の場合に換算すると  $5 \times 10^{-3} \mu V/3$ 時間となり、リiston型チョッパと同程度の値である。一般に磁気変調方式は

- (1) 偶数高調波方式
- (2) 振幅差方式

の二つに大別される。偶数高調波方式では(パーマロイなどの強磁性体の  $B-H$  特性が点对称な非直線特性であることから、これを正弦波または奇数高調波で駆動した



第4図 磁気変調方式の原理説明図

ときには出力に偶数高調波を生ぜず、一方入力信号  $\Delta H$  が加われば第4図(a)に示すように磁気変調器が点対称特性から非点対称特性へと動作点がずれる結果、その出力には入力に比例した偶数高調波を発生することを利用したものである。

これに対し振幅差方式のものは被変調波振幅の極性別による振幅の差が、入力に比例することを利用するものである。第4図(b)において、入力信号  $\Delta H$ 、パルス幅  $\tau$ 、duration を  $T$  とすれば、 $a - a'$  を基準とする振幅差は次式で与えられる。

$$y_+ - y_- = K \Delta H \quad (\text{ただし } K = B_m / H_m) \dots (1)$$

しかし実際に測定できる振幅差は交流増幅されたあとであるから直流項は消失し、同図  $b - b'$  を基準とした  $y'_+$  と  $y'_-$  との差で与えられる。計算の結果

$$y'_+ - y'_- = (y_+ - y_-) (1 - 2\tau/T) \dots \dots \dots (2)$$

となる。したがってパルス幅  $\tau$  が十分せまいならば感度が最もよいが、矩形波の場合には感度が零となる。この際第4図(a)のように正弦波を用いても、あるいは三角波を搬送波として用いても良いが、計算の結果パルスの場合が最も感度が高いことがわかる(正弦波の場合には

第1表 試作直流増幅器の性能

	ドリフト	雑音
直流増幅器として	0.06 $\mu\text{V/h}$	0.01 $\mu\text{V}$
自動平衡記録計として	0.04~0.1 $\mu\text{V/h}$	0.01~0.02 $\mu\text{V}$

その感度はパルスの場合に比べ、普通数分の一に低下する)<sup>(4)</sup>。

これらのいずれの方法を用いても 100  $\mu\text{V}$  フルスケールの自動平衡記録計が実現できると考えられたが回路が多小複雑となることおよび至急を要したので急場に間に合う前記リustonチョッパを利用することとした。

2.3 記録計の実験結果

リuston型チョッパと組合せる交流増幅回路の設計を次のように行つた。この回路の最小識別入力を 0.1  $\mu\text{V}$  とし、これをサーボモータを動作せしめる最小駆動電圧数 V まで増幅するには、150~160 db の増幅度を必要とする。これには入力変圧器で 30 db, 12A X7 3段と 6A Q5 1段で約 130 db の増幅が得られるので、計 160 db となり十分である。

第2図(c)の回路構成による実験を行つた。サーボモータの励磁側電源は前述のように、断続周波数(72.5 cps)と等しいものを直流電源を断続して供給してあるが、この所要電力は 100V, 30 mA 程度であるから、チョッパの接点としてタングステンをういれば楽にできる範囲である。

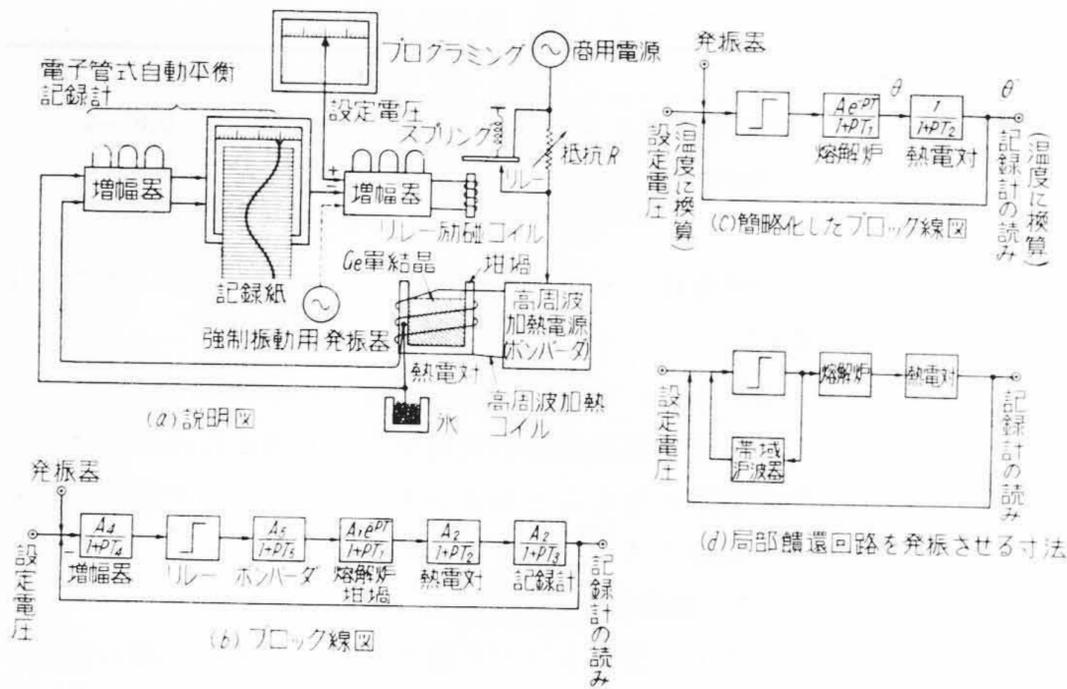
第1表に第2図(c)の回路を単に直流増幅器として動作させ自動平衡させないときと、自動平衡させて使用した場合の実験結果を示す。すなわち 100  $\mu\text{V}$  フルスケールを十分に満足していることがわかる。第1表の数値は容易に得られるもので、さらに向上できることは前節の数値から明らかであるが、自動平衡計器としての最高感度とか自動制御的にみた設計法などについては後日報告するつもりである。

3. 自動温度制御系の制御法の検討と実験結果

3.1 連続制御方式と二位置制御方式

主題の自動制御には連続制御方式と二位置制御方式(オン・オフ制御方式)が考えられる。前者は炉の温度と設定温度の差に比例した力で、自動的に制御を行う方式である。ゆえに炉の温度が設定温度より高ければ、温度を下げるようにその温度差に比例した力が加わり、炉の温度が低ければこれを高めるように力が加わり、絶えず連続的に制御を行うものである。

これに対し二位置制御では、もし炉の温度が設定温度より高ければ、その差に関係なく一定の力で温度を下げようとし、もし炉の温度が低ければその差に関係なく一定の力で温度を上げるようになっている。



第5図 二位置制御系のブロック線図

具体的には連続制御においてはボンバーダ（高周波加熱電源）の制御要素として、可飽和リアクトルなどのように連続的に温度差に比例した制御能をもつ装置を用い、一方二位置制御はリレーなどにより温度差の符号に応じて回路をオン・オフして出力を段階的に制御するものである。

両者の特長を比較すれば

- (1) 二位置制御では平衡点がないため必ず周期的な温度の擾乱（以下自励振動と呼ぶ）をもつが、連続制御では平衡点があるので自励振動を行わない。
- (2) 二位置制御で大幅な出力変化を与えると、オン・オフによる電圧変動のため、ボンバーダの真空管を劣化せしめやすく、かつリレーの安定度にも問題がある。連続制御ではそのようなことはない。
- (3) 二位置制御系ではリレーを使うだけで制御装置が非常に簡単であるが、連続制御の場合にはその制御装置が大かつ高価となる。

以上の考察により、既成の単結晶の溶解炉の改良には二位置制御の方が手軽であろう。しかし新しく精密な制御装置を設計するには、一般に連続制御方式を採用するのが無難とみられる。著者らの場合は既成の炉の改良という見地から二位置制御方式をした。

### 3.2 二位置制御系の解析

第5図(a)に実験装置の構成を示す。ボンバーダ（高周波加熱電源）から発生された数百キロサイクルの高周波電圧は高周波加熱コイルにより単結晶溶解坩堝を加熱する。炉内の温度は坩堝の壁内に挿入された熱電対により検出され、その起電力を自動平衡記録計に接続し温度を記録することができる。また自動平衡記録計の内部において、熱電対の起電力に比例した電圧を作り、設定電圧（設定温度に比例した電圧）との差を増幅器で増幅す

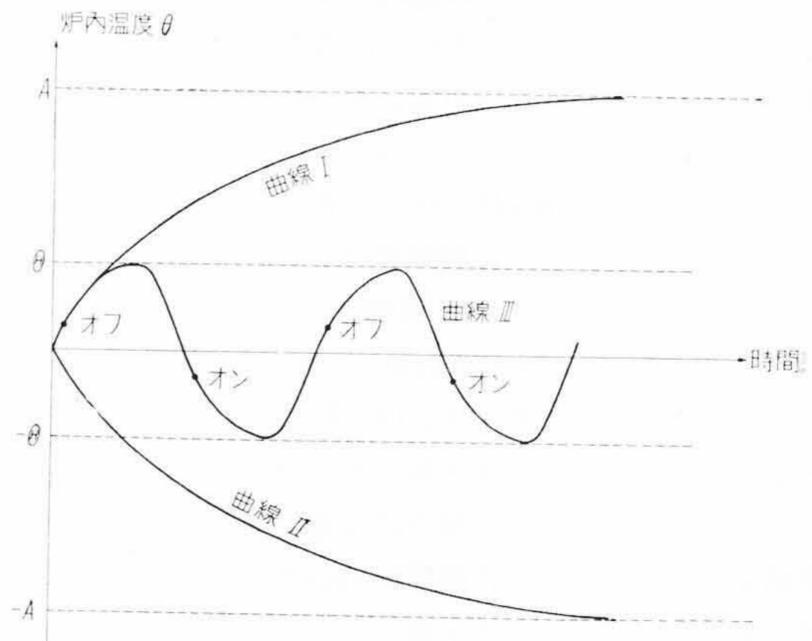
る。この設定電圧はプログラミングにより任意に変更できる。この差電圧がプラスならば（すなわち炉の温度が低ければ）リレーをオンし、差電圧がマイナスならばリレーをオフするよう調整しておく。すなわちリレーがオフの時は電源電圧は抵抗Rを通るから、ボンバーダにかかる電圧が低下し、したがって高周波出力電圧が低下して炉の温度は降下する。一方リレーがオンすれば、電源電圧が直接ボンバーダにかかるからその出力は増加し、したがって炉の温度は上昇する。かくて(a)図の構成により、炉の温度は自動的に制御されることになる。

第5図(b)に系のブロック結図を示す。ここで増幅器、ボンバーダ、熱電対、記録計などは一次遅れの伝達函数  $A_i/(1+pT_i)$  をもつと仮定してある。また坩堝は一次遅れ一つと一つのむだ時間  $e^{-\mu t}$  をもつと仮定した。実験の結果、記録計の時定数  $T_3$ 、増幅器の時定数  $T_4$ 、ボンバーダの時定数  $T_5$  は溶解炉の時定数  $T$ 、 $T_1$  および熱電対の時定数  $T_2$  に比し十分小さいので省略すると(c)図のように簡略化される。このままの状態では、この系は  $T_1, T_2, T, A$  により定まる自励振動を行う。計算の結果  $T_1 \gg T, T_2$  とすれば振動の角周波数  $\omega_0$  および振幅  $\theta_0$  はそれぞれ次式で与えられる。

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{TT_2}} \dots\dots\dots (3)$$

$$\theta_0 = \frac{\frac{4}{\pi}A}{\omega_0 T_1} \dots\dots\dots (4)$$

ゆえに  $\theta_0$  を小さくするには  $A$  を小さくするか  $T_1$  および

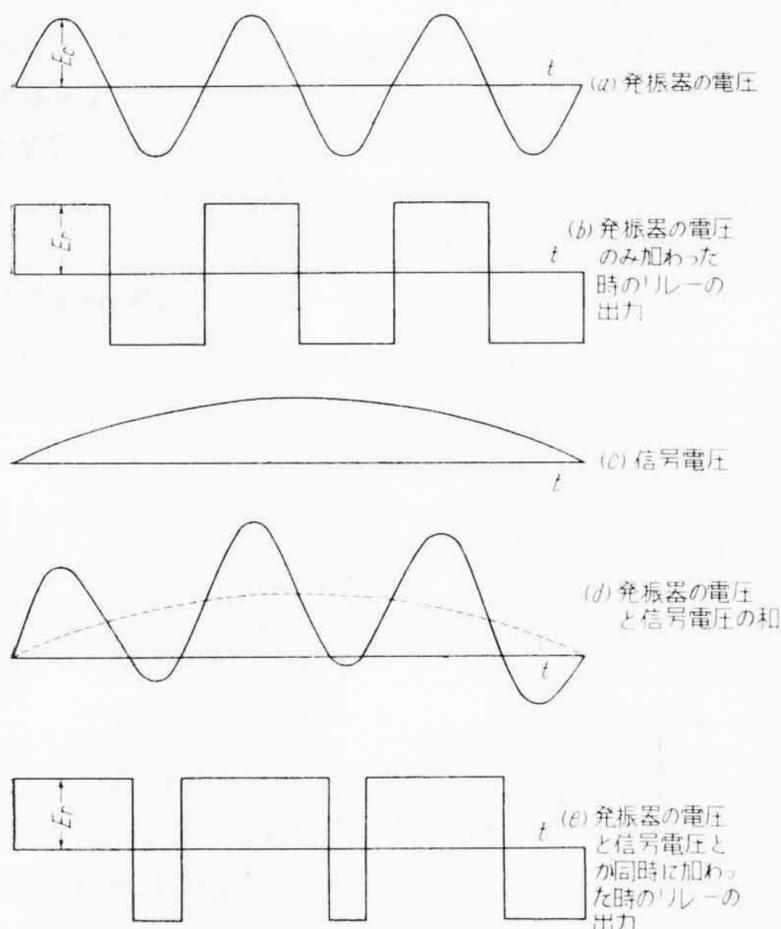


第6図 自励振動を起している炉の温度変化

$\omega$  を大きくすればよい。 $A$  はリレーをつけつばなしにしたときに設定温度からどのくらい上昇するか（あるいはオフし続けたときにどのくらい温度降下をするか）を表わすから、これを小さくすれば振動の振幅も小さくなるのは当然である。また  $T_1$  は炉の時定数なるゆえ、これを大きくすることは熱容量の大きな炉を使うことになり、変動に鈍感となるので振動の振幅を減少させる効果をもつ、自励振動を起している際の炉の温度の状態を第6図に示す。リレーがオンしつづけたとき、炉の温度は曲線 I をたどつて上昇し、ついに一定値  $A$  に収斂する。またリレーがオフしつづけると曲線 II をたどつて温度は降下する。したがつてオン、オフにより系が自励振動を続ける際は炉の温度は曲線 III のようになる。

既成の炉では  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T$  は変えることができないので、 $A$  を小さくする以外方法がない。しかし  $A$  を小さくするには限度があるので、以下に述べる強制振動法を用い特性の向上を計つた。

$\theta_0$  を小さくするためには、(4)式からわかるようになんらかの方法で  $\omega_0$  を増加させるのが一法である。第5図(c)のブロック線図で外部から強制的に高い周波数  $\omega_f$  を印加すればリレーはその周波数でオン・オフする。 $\omega_f$  の上限はリレーの応答速度で決まる。すなわちオン・オフに要する時間が極力小さくかつ大電流(数十アンペア)を断続できるリレーが必要である。われわれはこの方法を用い  $\omega_f = 2\pi \times 1.5$  (すなわち  $f_f = 1.5$  cps) とし、記録計の読みを  $\pm 0.1^\circ\text{C}$  以下にすることができた。また(d)図は帯域濾波器を用いた局部饋還回路を作り、高い



第7図 リレーの動作状態

周波数の発振を起させ、等価的に(c)図のように外部より強制振動用発振器電圧を印加させた同じ機能をもたせたものである。

ここで注意しなければならないことは、実際の炉の温度と記録計の指示が異なることである。 $\omega_f$  が印加されたときその出力変動は

$$\theta_f = \frac{4A}{\pi \omega_f T_1} \dots\dots\dots (5)$$

であるが、記録計の読みは熱電対を通ることにより

$$\theta'_f = \frac{1}{|1 + j\omega_f T_2|} \theta_f = \frac{1}{\omega_f T_2} \theta_f \dots\dots (6)$$

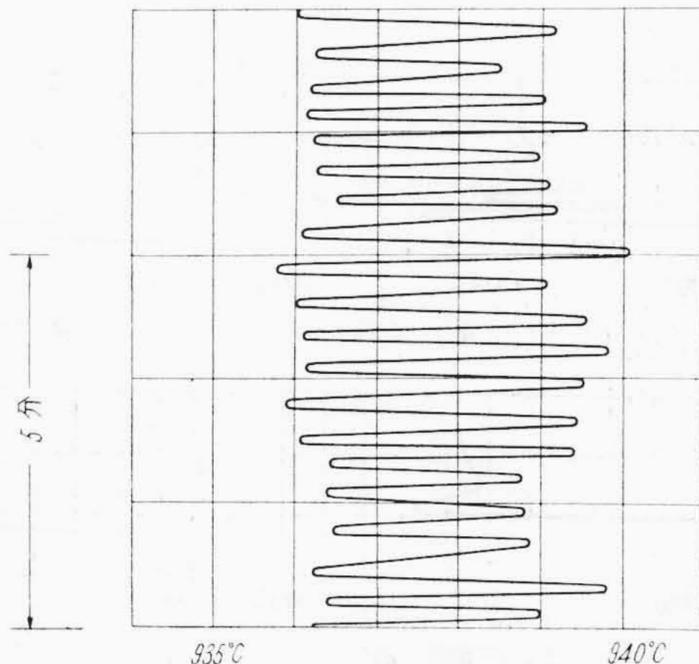
となり、実際の温度より  $1/\omega_f T_2$  だけ振幅が減少して記録される。ゆえに(6)式の関係から  $\theta_f$  を計算する必要がある。

以上は定常状態における振動の考察であるが、次に過渡応答特性を調べてみよう。

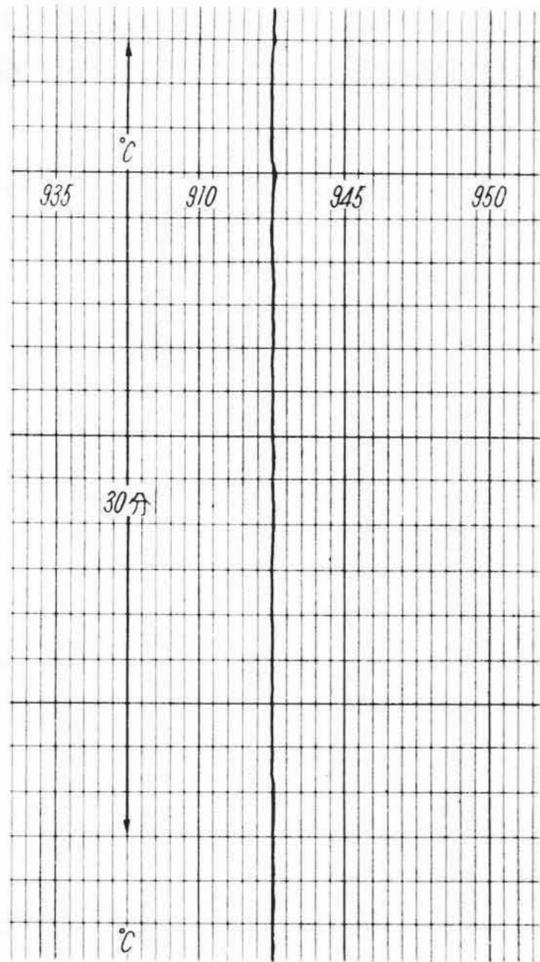
信号のない場合、第7図(a)に示した発振器の電圧(以下キャリアと称する)のみがリレーにかかれば、リレーは(b)図に示したようにオンとオフの時間が等しい状態で動作する。一方(c)図に示したような信号電圧がキャリアに重畳すると、(d)図のようになり、リレーの出力は(e)図に示したようにオンとオフの時間が異なってくる。Describing Function Methodにより入力信号電圧に対する出力の信号電圧成分すなわち等価線型利得は<sup>(5)</sup>

$$\frac{2}{\pi} \cdot \frac{Er}{Ec} \dots\dots\dots (7)$$

となる。この関係は入力信号がキャリアに対し十分振幅が小さく、かつキャリアの周波数が入力周波数に対し十分高い時に成立する。(7)式からわかるように等価線型利得に入力信号の大きさが入っていないゆえ、オンオフ



第8図 系の自励振動

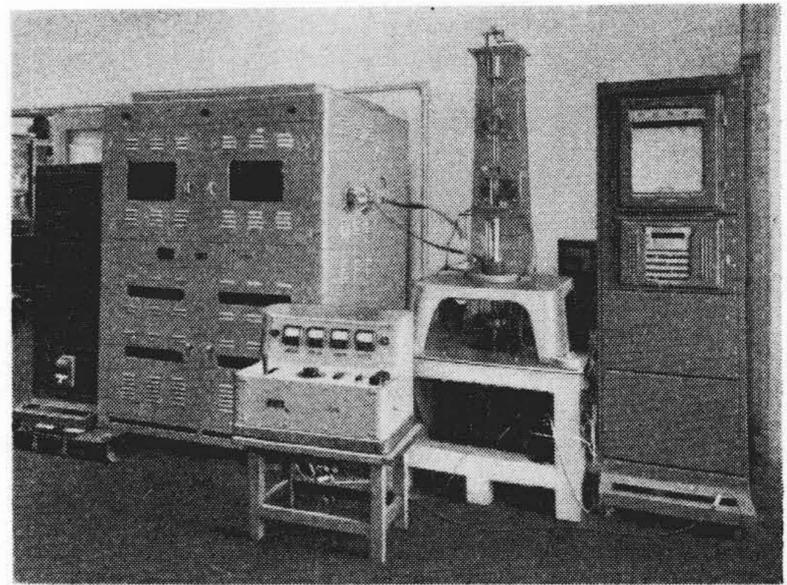


第9図 定常状態の特性

系はキャリアを重畳することにより等価的に線型化されたことになる。また等価線型利得はキャリアの振幅に反比例するゆえ、キャリア電圧の振幅を変化すると系全体の等価利得を任意に調整できる。

3.3 自動温度制御系の実験

第8~10図は以上の考察を基として改良された高周波炉の実験結果である。この際設定温度を950°C付近に選んである。第8図は強制振動を加えない場合、すなわち系の自励振動の状態を示す。その周期は26秒で、振幅 $\theta_0$ は約12 degである。一方実測により $T_1=100$ 秒、 $T_2=T=5$ 秒、 $A=80$ であるから、(3)、(4)式より周期は約35秒、振幅は $\pm 4.2$  degを得る(記録計上にお



第11図 制御装置の外観

いて)。ここで計算と実測の間に数十パーセントの誤差があるが、伝達関数の測定の困難さ、対象がプロセス制御であるなどを考えれば、これは許される範囲の値であろう。

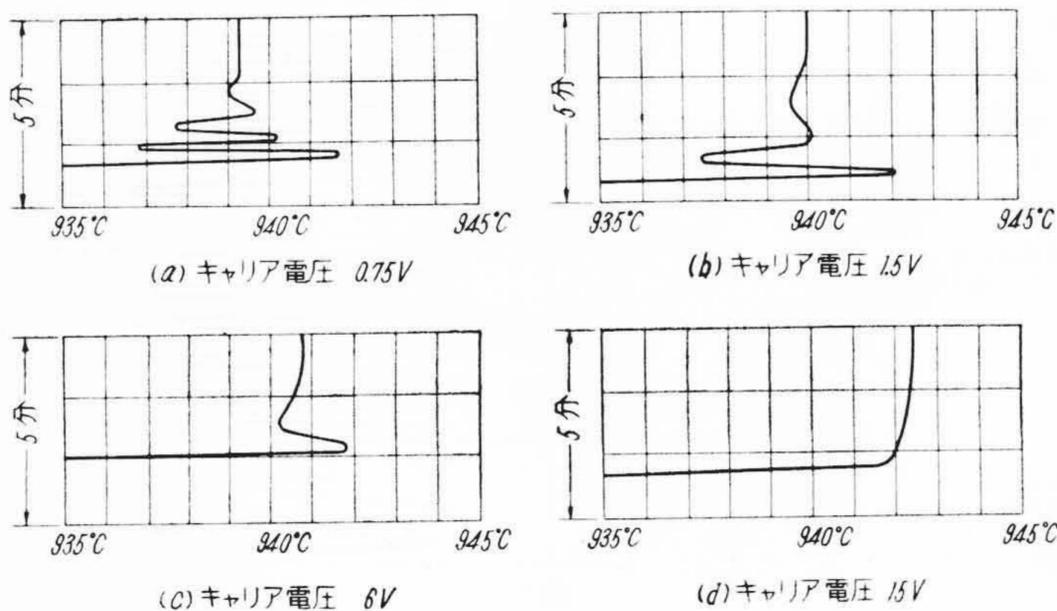
第9図は1.5 cpsの強制振動を加えた場合の定常状態の実験結果である。30分以上にわたり $\theta_f$ は十分 $\pm 0.1$  deg以内に収まっている。一方(6)式より $\theta_f$ を計算すれば、 $A=80$ 、 $T_1=100$ 、 $\omega=2\pi \times 1.5$ として、炉の温度自身の変動も0.1 deg程度である。

第10図(a)~(d)は強制振動を加えた場合のインディシャル応答である。この場合温度の過渡特性が不十分であると、結晶の完全性を阻害することが多い。したがってこの制御系において設定温度の変更に対するインディシャル応答は定常状態の安定性とともにより重要な因子である。図から分るようにキャリア電圧1.5 V<sub>p-p</sub>ではまだ不足制動で15 V<sub>p-p</sub>に至つて初めてゆきすぎがなくなつている。結晶生成の観点からすれば、1°C程度のゆきすぎは通常影響が少なく、むしろ速応性の大なる方が好ましいから、系は多少不足制動に調整するのがよく、キャリア電圧で数 V<sub>p-p</sub>程度が望ましい。

この際リレーとしては10cpsまで応答のあるものを用いたが、動作が確実である上限1.5 cpsで動作させた。なおリレーの応答がもつと高ければさらにキャリア周波数を上げることができ高精度が期待できるので、リレーの代りに3極放電管などの活用も一案である。

4. 結 言

既成のゲルマニウム単結晶溶解炉の制御装置を改良して $\pm 0.1$  degの制御、すなわち設定温度約1,000°Cに対し0.01%の制御が可能であることを理論的実験的に確めた。



第10図 強制振動を加えた場合のインディシャル応答

さらに性能を高めるためには放電管などによる切換方式を用い、オン・オフの周波数を高めるべきであるが、初めから設計する時には、連続制御方式を採用すべきである。ともかくこの装置は昭和31年秋に完成以来十分所期の成果をあげて今日に至っている。第11図に本装置の外観写真を示す。

終りに終始御鞭撻をいただいた日立製作所中央研究所菊田所長、浜田副所長、只野主任研究員、伴野主任研究員に深く感謝するとともに、制御装置の製作に御尽力下

さつた日立製作所多賀工場木内部長、北川課長に厚く御礼申し上げます。

参考文献

- (1) 阿部, 松尾: 電学誌 74, 766 (昭 29)
- (2) 宇都宮: 文部省科研費医用電子装置研究班報告 (昭 29-10)
- (3) M. D. Liston: R. S. I. 17, 198 (1946)
- (4) 阿部: 昭和30年電気三学会連合大会予稿 837
- (5) 電気学会, 通信学会共編: 自動制御の理論と応用 p. 44 (昭 32) (コロナ社)

特 許 と 新 案

最近登録された日立製作所の特許および実用新案 (その1)

区 別	登録番号	名 称	工場別	氏 名	登録年月日
特 許	242370	押 釦 開 閉 器	日立工場	白 土 忠 治	33. 5. 21
"	242382	操 作 電 動 機 を 用 い ない 界 磁 調 整 器	日立工場	勝 田 潔	33. 5. 23
"	242366	不 燃 油 を 使 用 し た 変 圧 器	国分工場	近 藤 喜 久 雄	33. 5. 21
"	242378	変 圧 器 の 端 子 套 管 吊 上 装 置	国分工場	栗 山 卓 司	33. 5. 23
"	242377	車 軸 制 動 装 置	水戸工場	古 山 義 雄	"
"	242367	粒 体 の 自 動 少 量 供 給 装 置	笠戸工場	大 谷 徹 太 郎	33. 5. 21
"	242362	複 胴 巻 上 機 の プレーキハンドルとクラッチ ハンドルの互鍵装置	亀有工場	大 若 森 俊 郎	"
"	242368	トルクコンバーターの同期装置	亀有工場	若 神 尾 昌 史	"
"	242371	流体式自動変速装置の制御装置	亀有工場	渡 部 富 治	33. 5. 23
"	242372	石炭水力輸送装置の保守装置	亀有工場	保 延 誠	"
"	242373	補助吸込ポンプを兼ねて往復動ポケット型 炭水置換機	亀有工場	保 延 誠	"
"	242374	制 動 用 圧 気 自 動 切 換 装 置	亀有工場	若 森 俊 郎	"
"	242375	制 動 用 圧 気 自 動 切 換 装 置	亀有工場	若 野 村 茂 元	"
"	242376	クレーンの荷重過巻防止装置	亀有工場	岡 田 武 田 輝 男	"
"	242381	電動スルースバルブの開閉装置	亀有工場	盛 富 村 田 敏 忠	"
"	242383	グラブバケット付ローフトロリー式クレー ンのフックビーム傾斜装置	亀有工場	井 上 啓 平	"
"	242385	斜 坑 巻 上 装 置	亀有工場	井 上 啓 平	"
"	242386	鋼 塊 クレーンの抽塊装置	亀有工場	平 栗 保 弘 敏	"
"	242384	振 止, 心 出 装 置 を 有 す る 旋 削 装 置	川崎工場	大 益 盛 子 三 郎	33. 5. 21
"	242365	絞 り 機	多賀工場	大 益 盛 子 三 郎	33. 5. 21
"	242379	ホ イ ス ト 用 握 り ス イ ッ チ	多賀工場	横 内 直 中	33. 5. 23
"	242380	ネジ型ホイスト手動微調整装置	多賀工場	横 内 直 中	"
"	242387	電 動 ト ロ リ 付 ホ イ ス ト	多賀工場	横 内 直 中	"
"	242363	送 受 パ ル ス 相 互 間 隔 を 連 続 信 号 に 変 換 す る 装置	戸塚工場	高 田 昇 平	33. 5. 21
"	242364	周 波 数 弁 別 方 式	戸塚工場	波 多 野 泰 吉 司	"
"	242369	高 伸 長 率 サ ー ミ ス タ 装 置	中央研究所	二 木 久 夫	"
実用新案	477263	堅 軸 水 車 発 電 機 制 動 装 置	日立工場	滑 川 清 清	33. 5. 28
"	477264	水 車 発 電 機 の 回 転 子	日立工場	滑 川 清 清	"
"	477274	蒸気罐におけるバーナーボックス取付装置	日立工場	内 藤 正 美	"
"	477277	カム型開閉器の橋絡接触片支持装置	日立工場	角 田 勝 美	"
"	477284	鎖 錠 装 置 付 電 磁 接 触 器	日立工場	白 土 忠 治	"
"	477285	電 磁 接 触 器 鎖 錠 装 置	日立工場	白 土 忠 治	"
"	477257	自 動 力 率 調 整 器 の 感 度 補 償 装 置	国分工場	河 合 義 夫	"

(第14頁へ続く)