

シームウェルダの電流制御装置

The Current Control Equipment for Seam Welders

西 一 郎* 北 之 園 英 博*

Ichirō Nishi

Hidehiro Kitanosono

内 容 梗 概

シームウェルダは、熔接電流を商用サイクルで通電、休止制御をなし、鋼板の熔接を行う。電流制御を行うための主回路開閉装置として、従来広くイグニトロンが用いられているが、本稿においてはエキサイトロンを主開閉装置として用い、サイラトロン、真空管を組合わせて通電サイクルの制御をなし、各サイクルの電流値を位相制御したシームウェルダ制御装置を紹介する。

1. 緒 言

今回完成した大同鋼板株式会社納シームウェルダ制御装置の概要を紹介する。

本装置は鋼帯クリーニングライン中クリーニングタンクの前段に位置し、シヤーで端面を切断したのち重ね合わせて熔接する。熔接は、鋼板の厚さに従って、電極移動速度、および電極加圧力を設定し、熔接電流の通電、休止サイクルを、それぞれ10サイクル以下の適当な値に選択し、かつサイクルの点弧位相を制御することにより行う。

熔接電流制御用主回路開閉装置として、従来広く用いられているイグニトロンに代ってエキサイトロンを採用した積極的理由は、(1)失弧が起りにくい、(2)ガス入りのため点弧しやすい、(3)寿命が長い、ことなどである。すなわち、(1)イグニトロンの場合は、イグナイタによる点弧現象から、失弧は必然性を有し、失弧に基づく正負電流の不均衡は、熔接変圧器を過励磁し、熔接電流の不足をもたらす。また(2)熔接機においては、作業工程上、整流器の予熱をさけ、ただちに点弧しうることが望ましい。さらに(3)イグニトロンの場合は、イグナイタにより、その寿命がおさえられるが、エキサイトロンは、これに比べはるかに長年月使用できる。

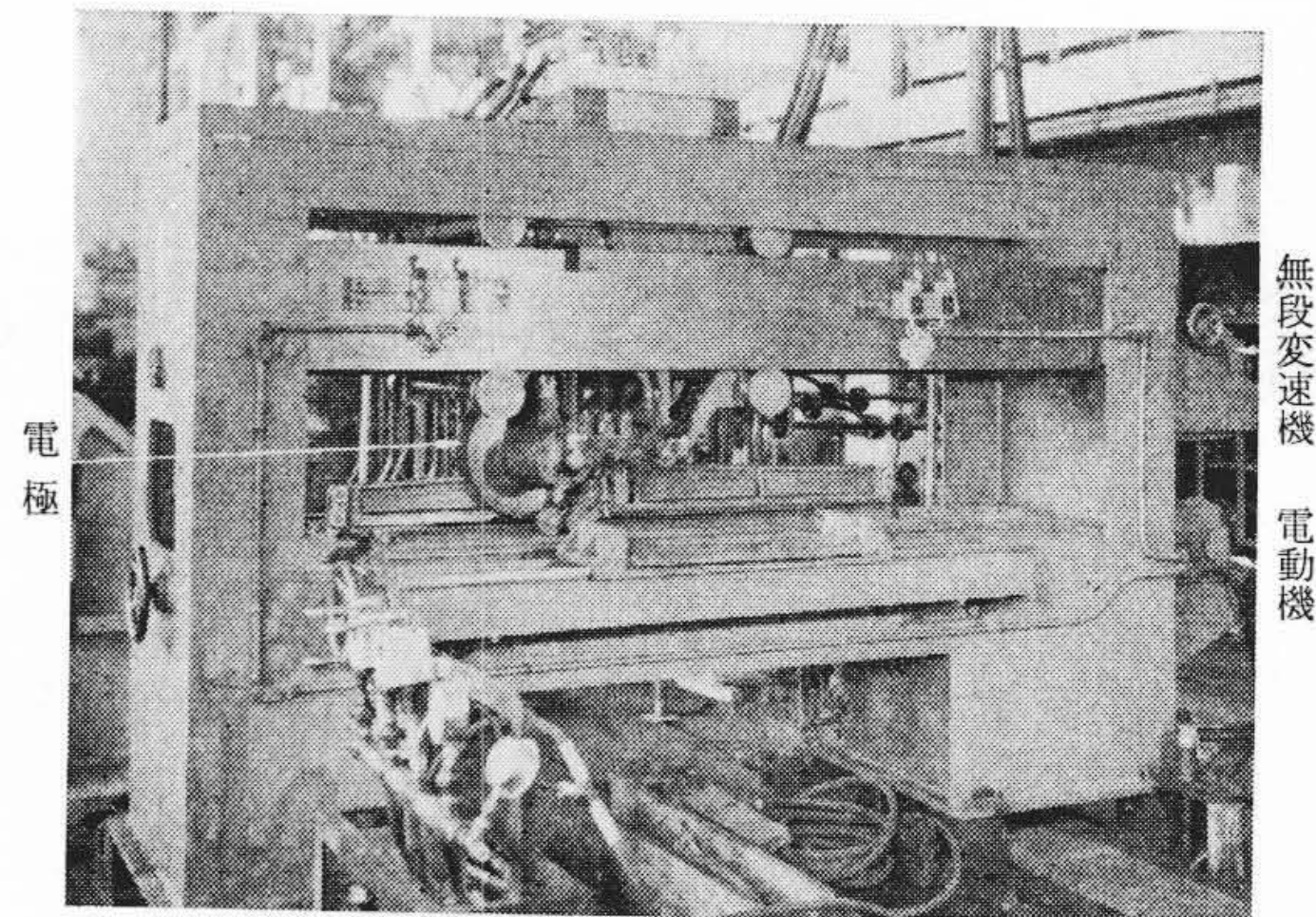
ここに本制御のおもなる問題は、熔接電流の通電サイクル制御と、各サイクルの電流位相制御より成る。前者は冷陰極放電管を要素とする1進リングカウンタを基本とし、後者はサイラトロンを組合わせた点弧位相制御回路より成る。

第1図に本熔接機本体、第2図に制御装置の写真を示す。以下に本装置の概要を紹介する。

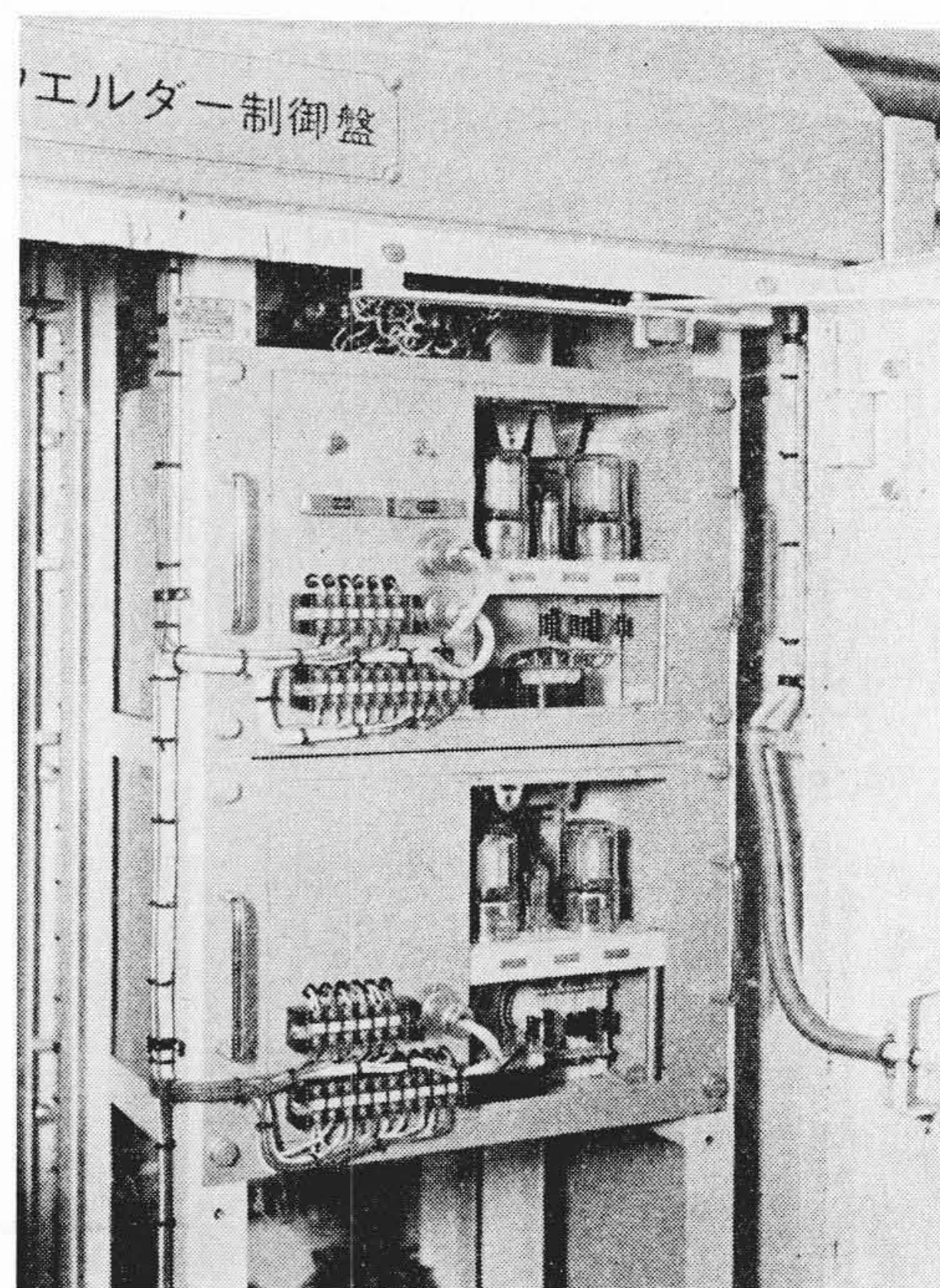
2. 制 御 概 要

熔接機は、ダブルシーム方式で、電極は熔接変圧器と一体になり、無段変速機を介して誘導電動機により駆動する。

* 日立製作所日立工場

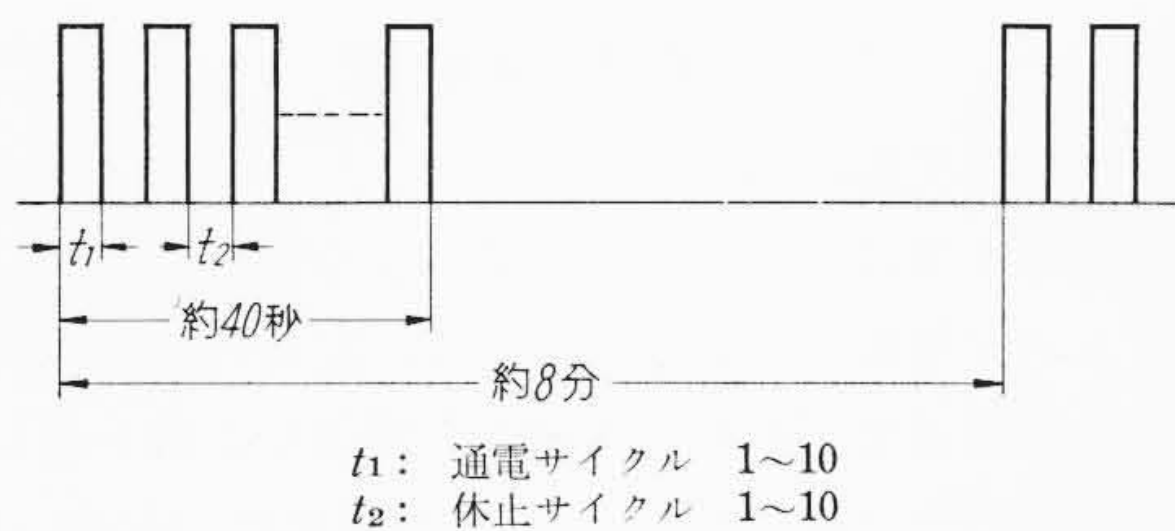


第1図 熔 接 機 本 体



第2図 制 御 装 置

電極移動速度および電極加圧力をあらかじめ設定し、通電、休止サイクルを選択し、さらに熔接電流点弧位相を所要の値に設定したのち、起動信号を与えれば、電極



第3図 デューティサイクル図

は移動を開始し、所定位置で電極を降下して加圧し、鋼板位置に達したことを制限開閉器で検出して通電する。鋼板を通過すると自動的に通電を停止した後電極を上昇し電動機は停止する。

本体仕様

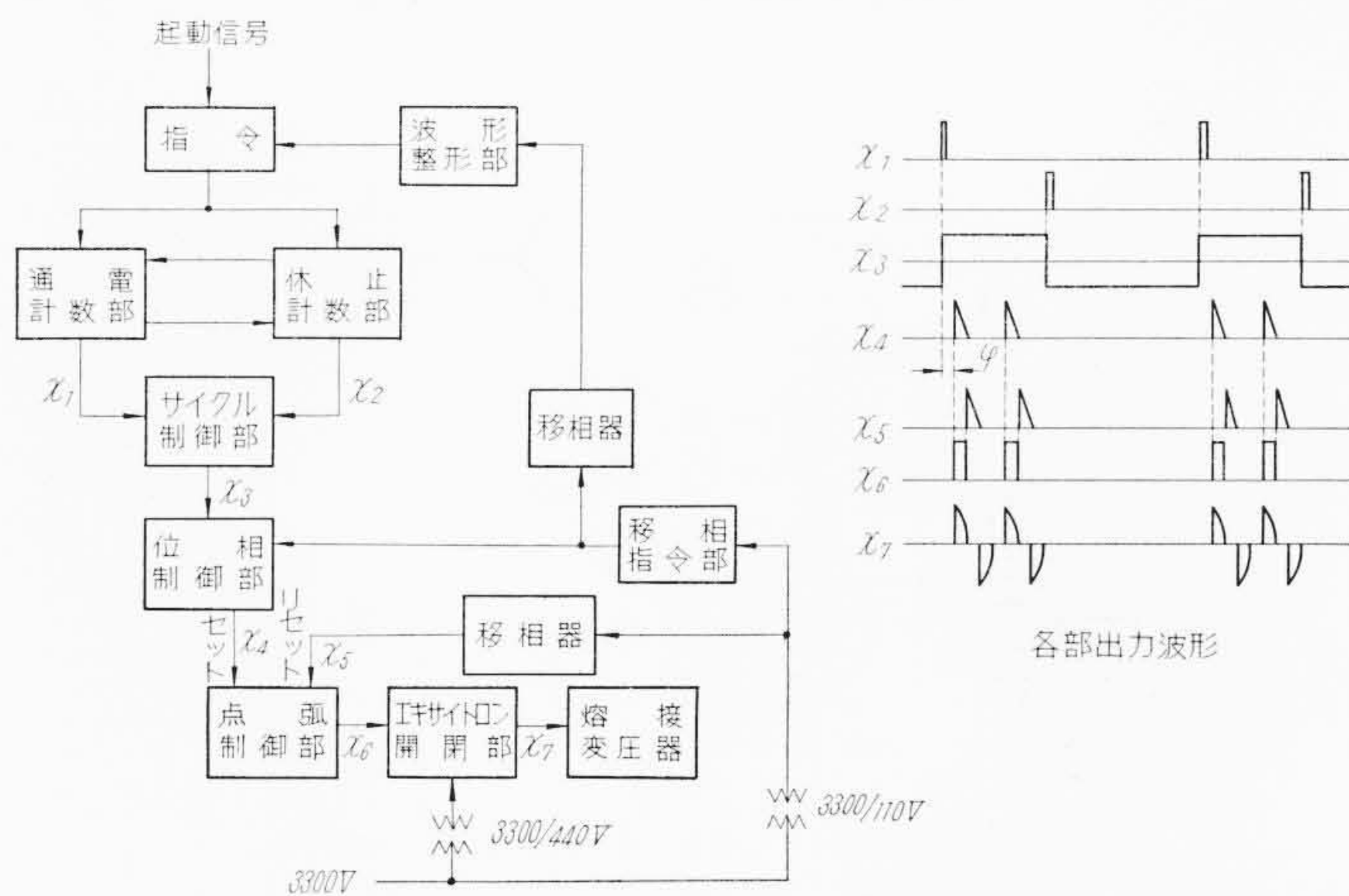
形 式	ダブルシーム熔接機
電 源	単相交流 440V 60~
容 量	最大入力 350 kVA
使用率	最大入力時 5% (第3図参照)
熔接電流	10,000~33,000 A
熔接能力	軟鋼板 0.25~2.3mm 2枚重ね 板 幅 450~1,300mm
熔接速度	2,000~6,000 mm/min

上記熔接機に対する電氣的仕様

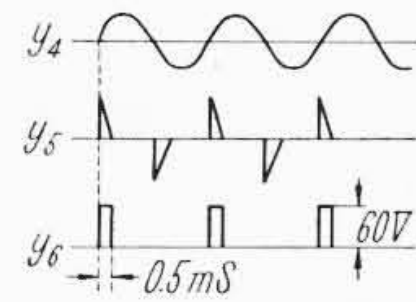
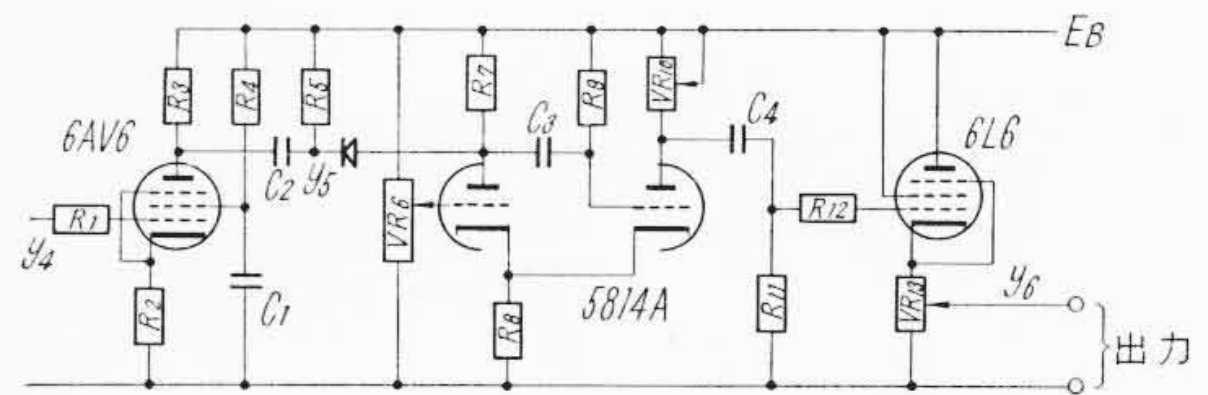
通電1~10サイクル、休止1~10サイクルとし、通電、休止サイクルの長さは、鋼板の厚さに応じて適当に、1サイクル単位で設定可能である。また各サイクルの電流は位相制御により、その大きさが変えられる。以上によるサイクル制御を約40秒行って通電を停止し、約8分周期で熔接を繰返す。概要を第3図に示す。

3. 制 御 方 式

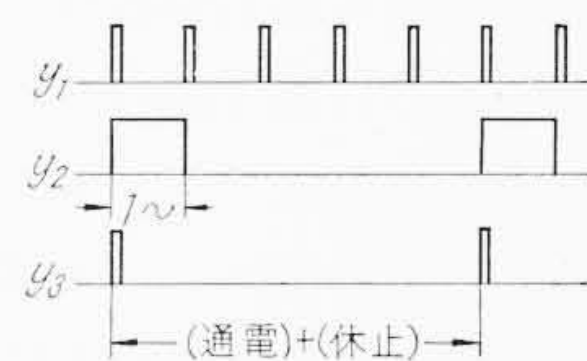
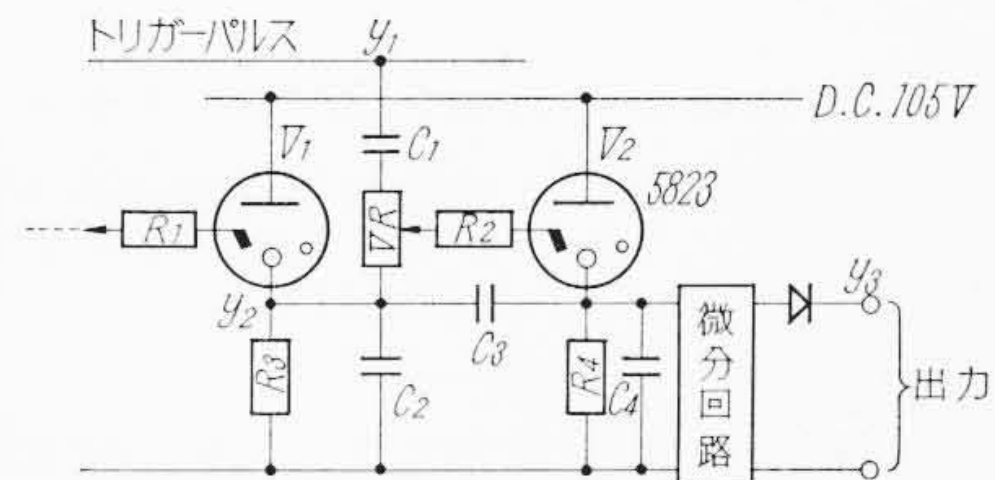
第4図に概略ブロック線図を示す。



第4図 シームウェルダブロック線図



第5図(a) 波形成形部



第5図(b) 計 数 部

図において、通電計数部、休止計数部は、熔接電流の通電サイクルと休止サイクルをカウントし、通電開始信号と通電休止信号を出す。

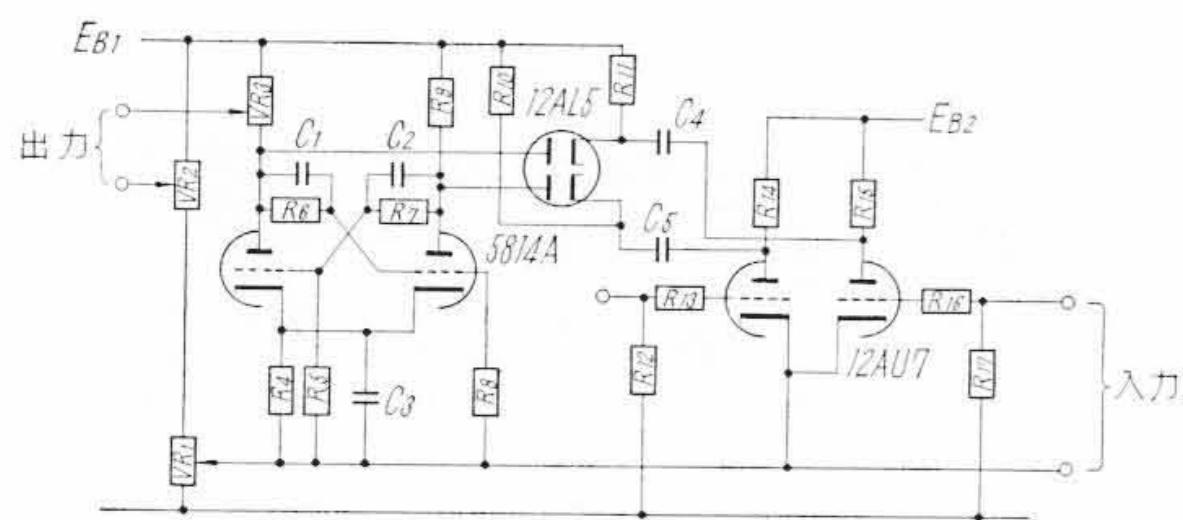
サイクル制御部は、計数部より出る信号に応じて、通電期間、休止期間に対応して変化する矩形波信号を出す。

位相制御回路は、エキサイトロンの点弧位相を設定し、各サイクルの電流値を制御する。

点弧制御回路は前段からの信号に応じて、サイクル制御、および位相制御を、2基のエキサイトロンに対し指令する。

4. 計 数 装 置

従来シームウェルダ用通電サイクル制御装置として、デカトロン方式、CR方式、同期電動機併用方式など、種々のものが考案されている。これらはいずれも、主回路開閉装置としてイグニトロンを用いており、エキサイトロンを用いた前例はない。今回はこの点を考慮し、さらにデカトロンの誤動作、CR方式の不安定性、同期電動機併用方式の機械的損耗などを検討した結果、冷陰極放電管を基本要素とする1進リングカウンタを用いた。



第 6 図 サイクル制御部

計数回路においては周囲条件の変化、電源電圧の変動、そのほかの外乱によって誤動作しないことが特に重視される。

本装置では、このため計数回路のトリガーパルスに、交流電圧を波形整形した最適の矩形波パルスを用いた。

波形整形回路を第 5 図(a)に示す。

本回路は、位相制御回路電源電圧と特定の位相関係にある電圧をクリップしたのち出力を微分してある。

この出力トリガーパルスは第 5 図(b)に示す各計数部放電管列に同時に入るが、直流バイアスにより現在放電中の次段のみが放電し、結合コンデンサ C_3 により前段は消弧するから、放電はトリガーパルスによってシフトし、サイクルをカウントする。

この放電管列中任意の放電管のカソード電位は、通電と休止サイクルの和に等しい放電管でリングを形成すれば通電と休止サイクルの和を周期とし、1 サイクルだけアースに対し正電位となる。したがって通電および休止計数部より、それぞれ 1 本を特定し、そのカソード電位を取出してこれを微分し、計数部の出力信号とする。これをダイオードで選択すれば、通電、休止の指令に応じ、通電開始時、および通電停止時に 1 パルスずつ信号が出る。

第 5 図(b)には各部の波形を示している。

5. サイクル制御装置

本回路を第 6 図に示す。

入力信号は、位相反転と増幅回路を経て、次段へ十分な負のトリガーパルスを出す。サイクル制御部には、3 極管による二安定回路を用いた。二安定回路は前段からの、通電開始、および通電停止信号パルスによって反転する。

本回路の出力信号として、二安定 2 極中 1 極の陽極電位と基準電位との偏差電圧をとれば、通電時、および休止時に対応して正負になる。

本回路では、誤動作は許されない。このことを考慮して回路定数を決めている。

6. 位相制御装置

本回路を第 7 図に示す。

本回路の主体はサイラトロン 2 本よりなり、電源は、エキサイترون電源位相と本回路とは、特定の関係にあるため、その電源変圧器の一次側から電圧変成器を通して制御変圧器の一次に入り、この二次側単相出力を用いた。

この回路の出力位相は、エキサイترون点弧位相と一対一の対応をなし、熔接鋼板の厚さに応じ、人為的に設定される。

本装置の入力は通電サイクル時のみ正電位となる矩形波信号であり、休止時は十分な負電位となっている。

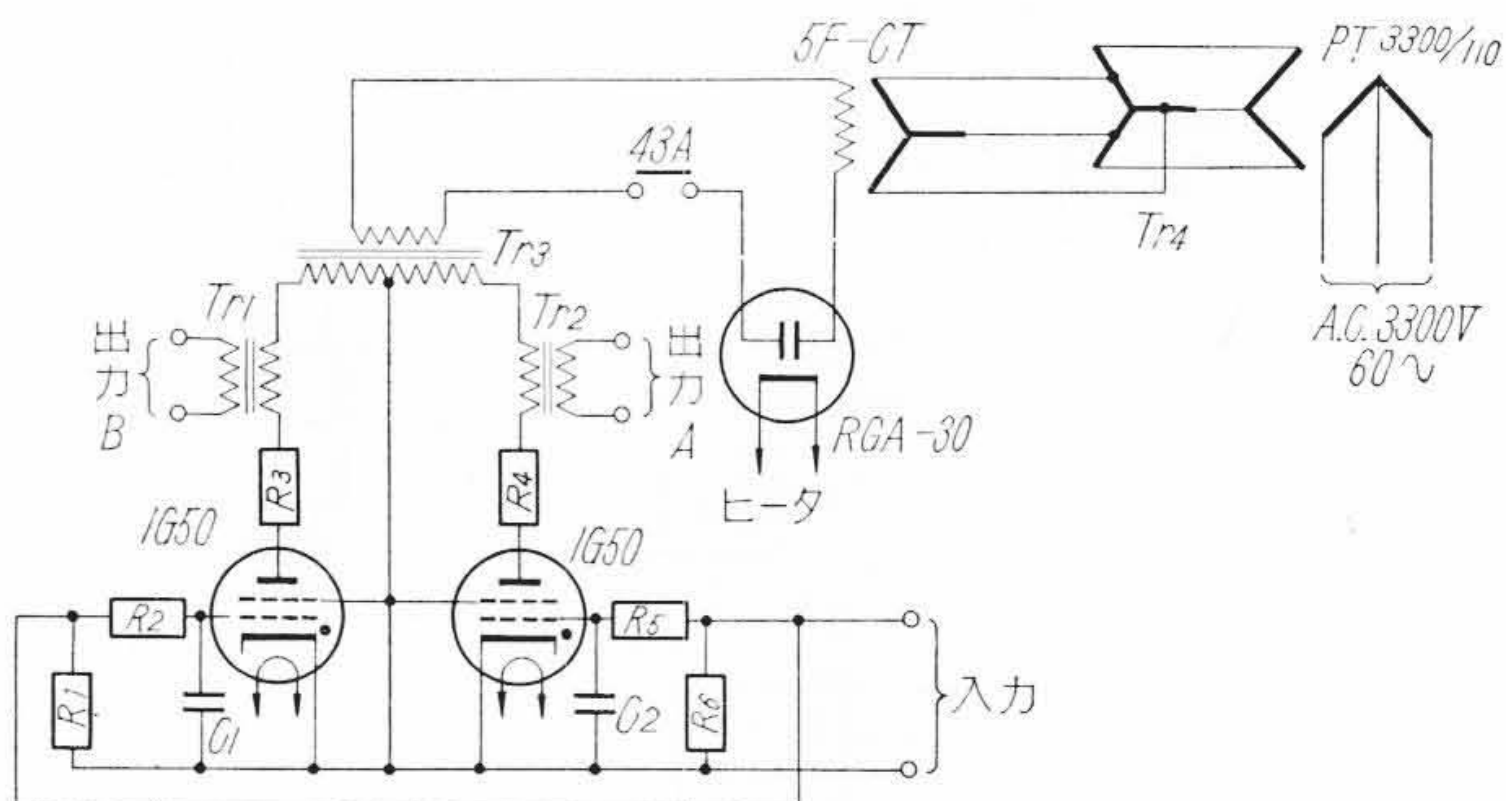
これをサイラトロンの格子に加えれば、通電信号時、サイラトロン格子電位は正となり、それぞれのサイラトロンは、電源が正の半波の時に通電となり、かつ陽極回路の時定数を十分小にしてあるから、それぞれの陽極負荷変圧器は、相互に位相が π だけずれた単相半波の微分波形を出力とし、出力パルス数は通電サイクルと同数になる。かつ通電休止時には出力を出さない。

本位相制御装置によって、エキサイترونの点弧位相は決まるが、誘導負荷に基づく電流位相の電圧位相に対する時間的おくれは、点弧範囲を制限する。この制限範囲より進んだ位相で点弧すれば、正負各半波の過渡電流は連続となり、熔接変圧器の一次回路に直流電流が流れて過励磁する。これをさけるため、点弧位相設定装置に保護装置を設けた。

また正負各半波の点弧位相のばらつきを無くするため、本装置の微分回路時定数を十分小にして、急しゅんな出力パルスを得ている。

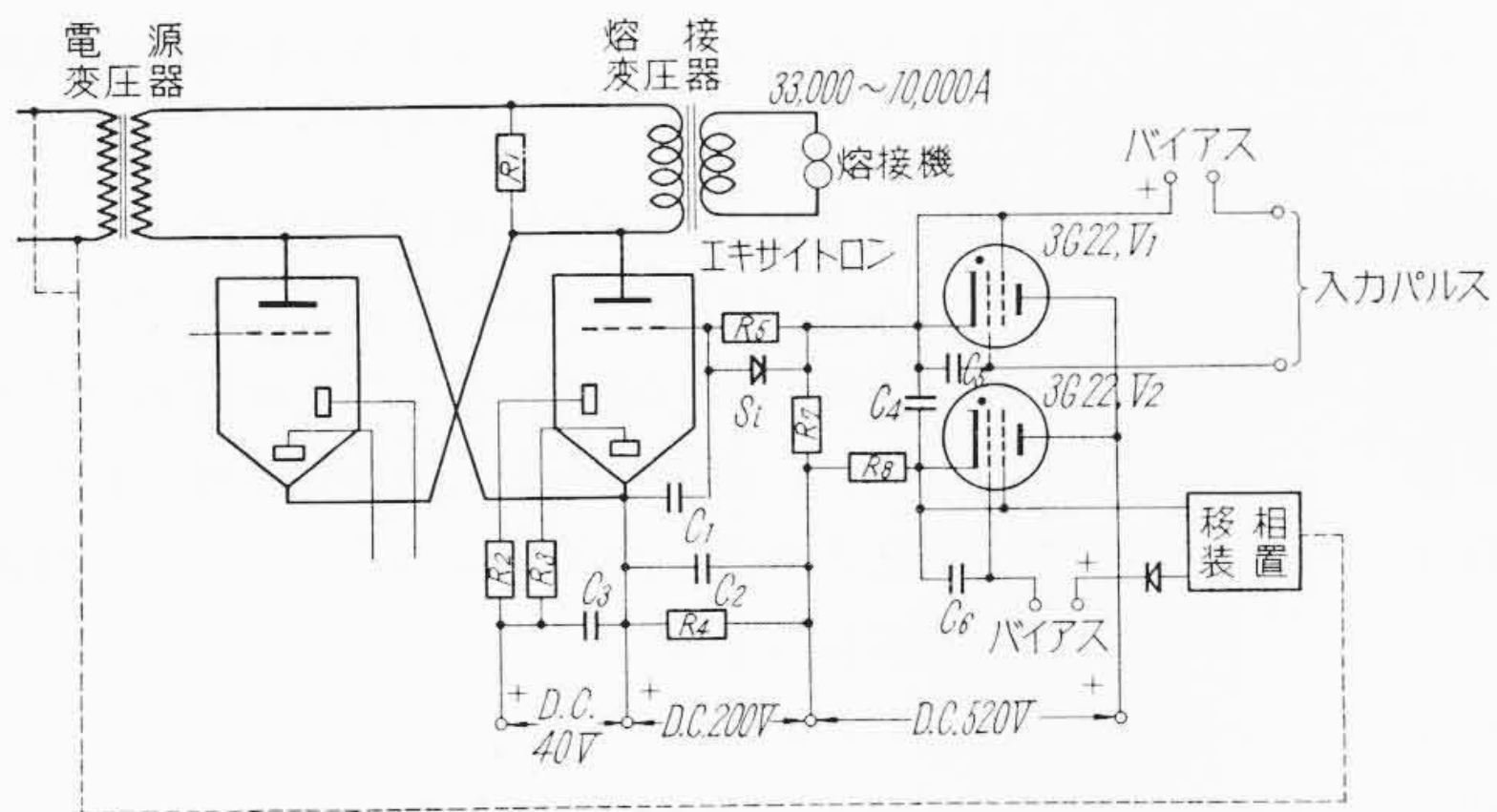
本装置の電源位相と計数装置のトリガー位相とは特定の関係にあることを必要とする。

なお図中 RGA-30 はサイラトロンのヒータウォームアップのインターロックに入れてある。

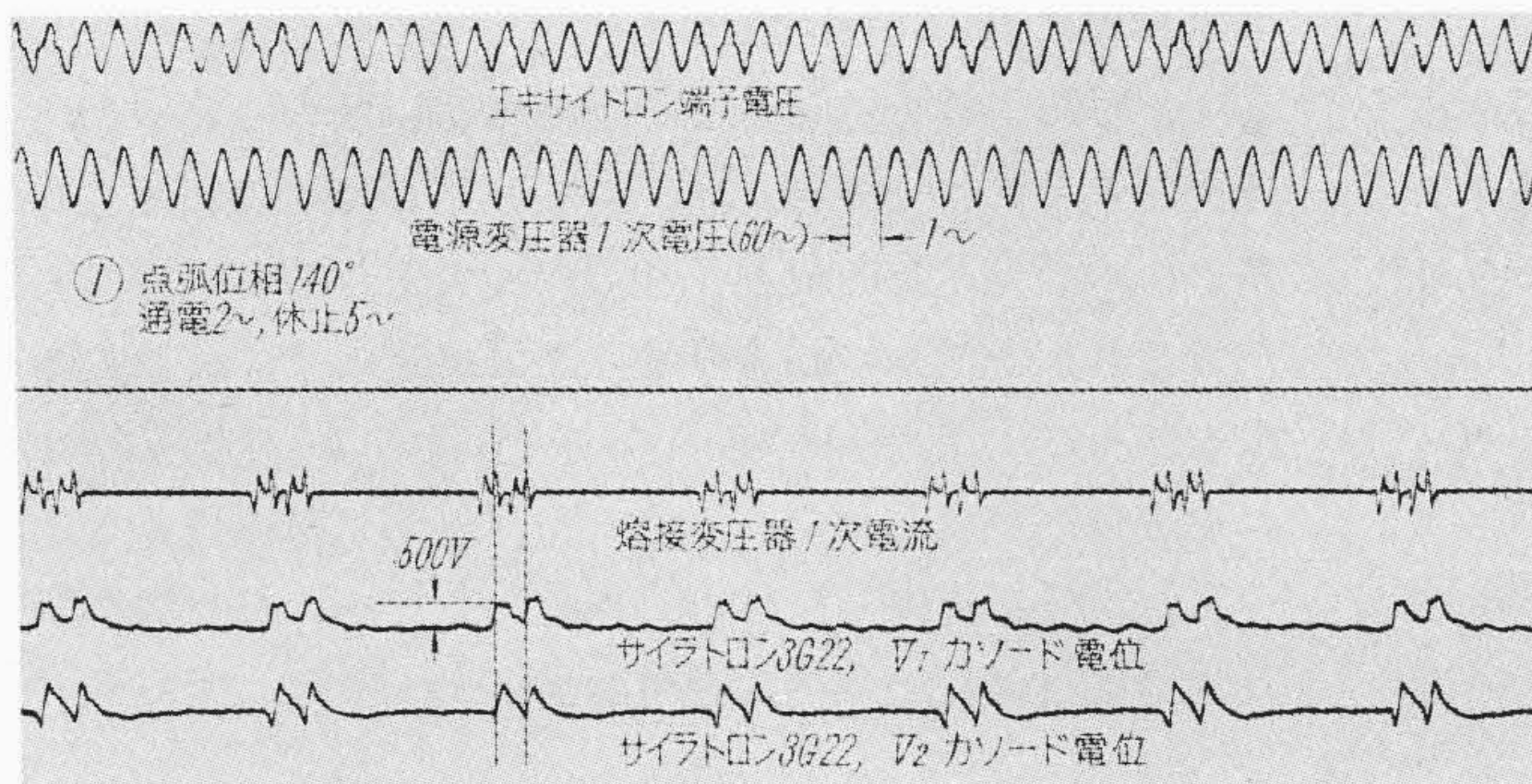


出力 A は熔接電流の正半波を、出力 B は負半波を制御する。
43A は通電準備完了で閉じる。

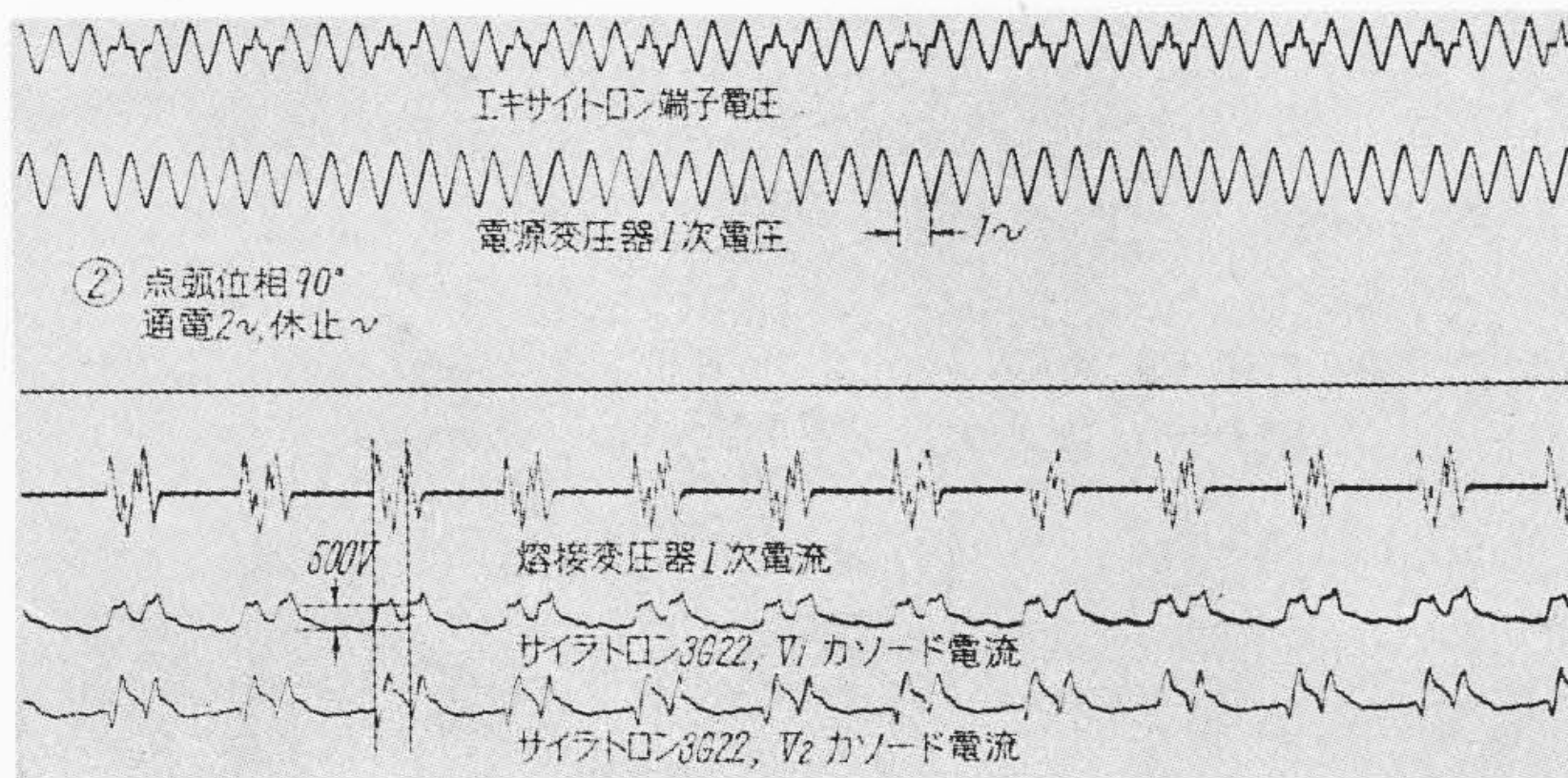
第 7 図 位 相 制 御 部



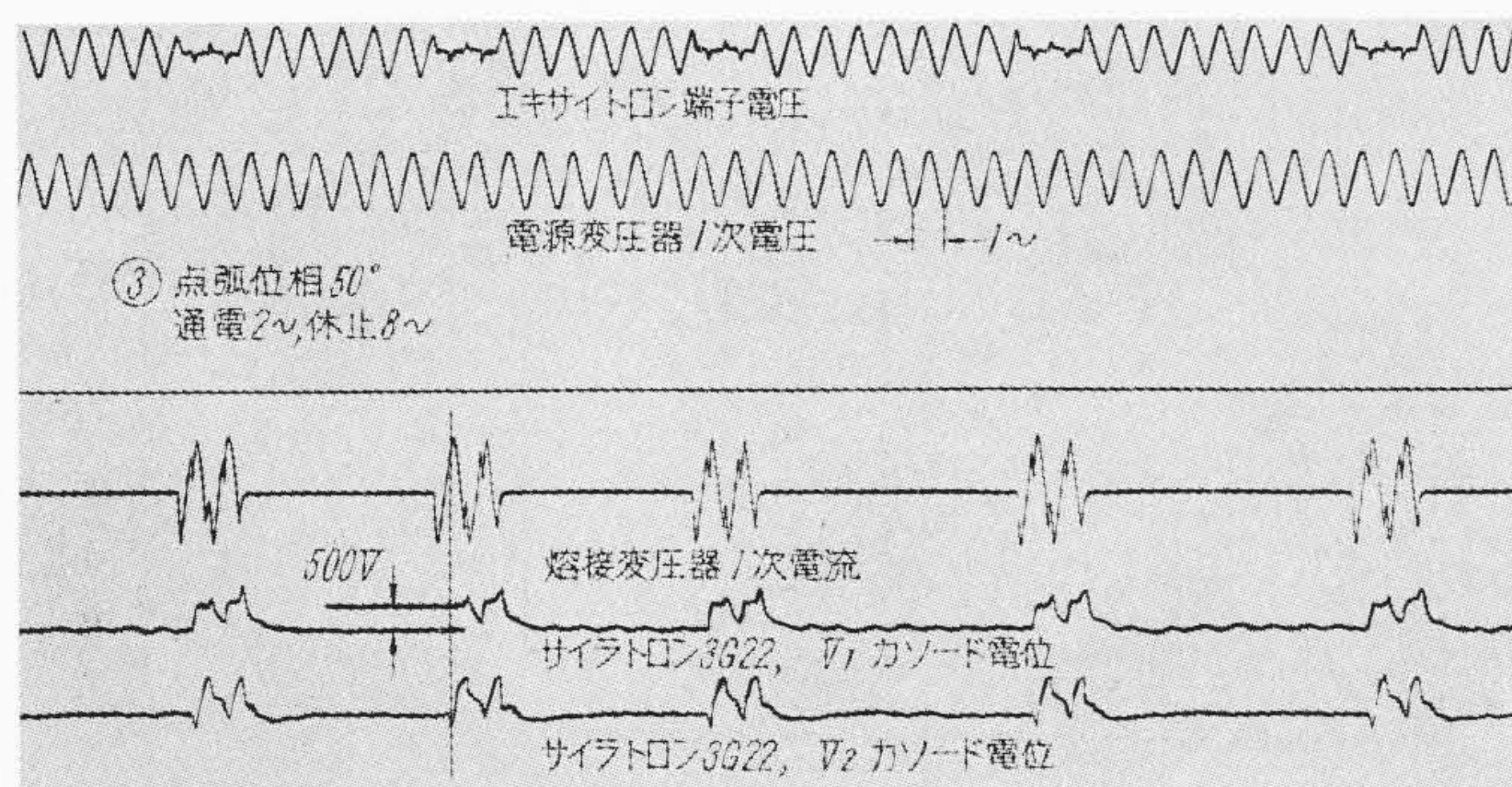
第8図 点弧制御部 (半波相当分)



点弧位相 140度 通電 2〜 休止 5〜
第9図 電磁オシログラム (1)



点弧位相 90度 通電 2〜 休止 2〜
第10図 電磁オシログラム (2)



点弧位相 50度 通電 2〜 休止 8〜
第11図 電磁オシログラム (3)

7. 点弧制御装置

本装置の概略結線を第8図に示す。

図中 V_1 のカソード電位変化で、エキサイトロン点弧指令を出す。

本装置の主体をなす4本のサイラトロン陽極には、急しゅん、かつ十分なトリガーパルスを与えるため直流電圧を供給し、2本ずつ一組となって、各組の2本は相互に消弧作用をする。

一組のサイラトロン中、1本はエキサイトロン点弧用、ほかはこのサイラトロンの消弧用に使う。(前者を V_1 、後者を V_2 とする。)

V_1 を点弧させるトリガーパルスは、位相制御回路から与えられ、これによって一たん点弧すれば、 V_2 が点弧するまで放電を維持する。

V_2 の点弧指令は、エキサイトロン電源電圧中、対応する半サイクルの値が零になる直前に、トリガーする。このトリガーパルスは、エキサイトロン電源電圧波形と同期させるため、エキサイトロン電源変圧器一次側から、電圧変成器を経たのち、移相装置を通し、 V_2 の格子に加えている。 V_2 はバイアスを深くし、トリガー電圧を高くして、正負各半波のそれぞれに対応する V_1 の消弧点を統一している。

一方 V_1 が点弧中 V_2 が点弧すれば、転流コンデンサ C_4 により V_1 に逆電圧が掛って消弧する。逆に V_2 が点弧中 V_1 が点弧すれば、 V_2 は同様に転流コンデンサによって消弧する。

以上により、エキサイトロンの格子をトリガーする V_1 のカソード電位は、前段よりのトリガーパルスによって昇圧し、 V_2 の点弧によって零電位になる。ただしエキサイトロン格子には、負のバイアスが与えてある。

ここにサイラトロン点弧パルスの立上り時間は、サイラトロン固有の放電立上り時間によって決まり、きわめて急しゅんな波形を与える。このことは、他面、周囲条件の変化による点弧位相のばらつきを防ぎ、エキサイトロン2基の正負不平衡電流を未然に阻止し、溶接変圧器の過励磁をさけている。

またシリコンダイオード Si は、電流遮断直後の残留イオンを急速に消去するための、バイパス回路となっている。

8. 試験結果

本シームウェルダ電流制御装置を熔接機本体と組合わせて、実際に熔接試験した時のオシログラムを、第9～11図に示す。図中エキサイトロン端子電圧は、通電時はアークドロップを示している。電流波形は、熔接変圧器一次電流を変成器を通して取っているから、電流の微分波形となっているが、位相制御の状態が見られる。

第9図は点弧位相 140 度、通電 2 へ、休止 5 への場合、第10図は点弧位相 90 度、通電 2 へ、休止 2 への場合、第11図は点弧位相 50 度、通電 2 へ、休止 8 への場合のオシログラムをそれぞれ示している。

熔接変圧器二次回路インピーダンスは、一般に電極移動によって変化するが、今回は構造上、二次インダクタンスの変動を最小におさえる機構になっており、オシログラムにも、これに基づく電流変化は見られない。

9. 結 言

本装置の特長を以下に列記する。

(1) 通電および休止サイクルを、それぞれ独立に選

択し、おのおの 1～10 サイクル中任意の数値をとりうる。

(2) エキサイトロンの点弧位相を制御できる。

(3) 急しゅんなトリガーパルスにより、通電サイクル時の過渡現象の連続に対し、正負電流の不平衡をなくし、熔接変圧器の過励磁を無くした。

(4) 電源電圧の変動、周囲条件の変化に対し、制御装置が誤動作しない。

(5) 熔接機の運転に際し、エキサイトロンの予熱を必要とせず、かつ操作が容易である。

(6) 機械的損耗部分がない。

本装置においては、すでに述べたように、熔接に先だって、(1)無段変速機による電極移動速度の設定、(2)圧力調整弁による電極加圧力の設定、(3)通電、休止サイクルの設定、(4)点弧位相の設定をそれぞれ選択するが、これらを適当に組合わせることによって、最適の熔接をすることができる。

以上今回完成したシームウェルダ制御装置の概要を紹介した。設計に際し、種々ご指導いただいた日立製作所日立工場泉部長、平川課長に深謝する。



特 許 の 紹 介



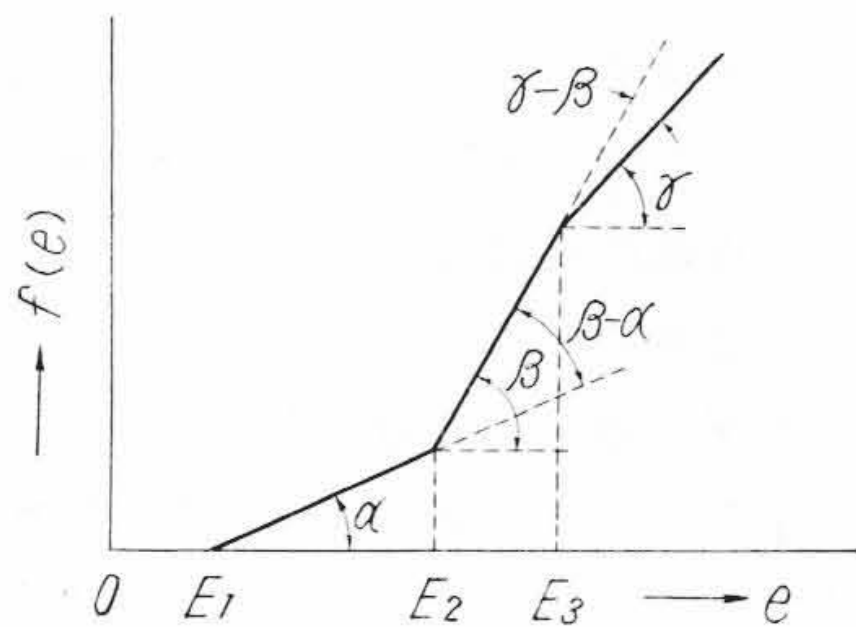
特 許 第 256581 号

三 浦 武 雄

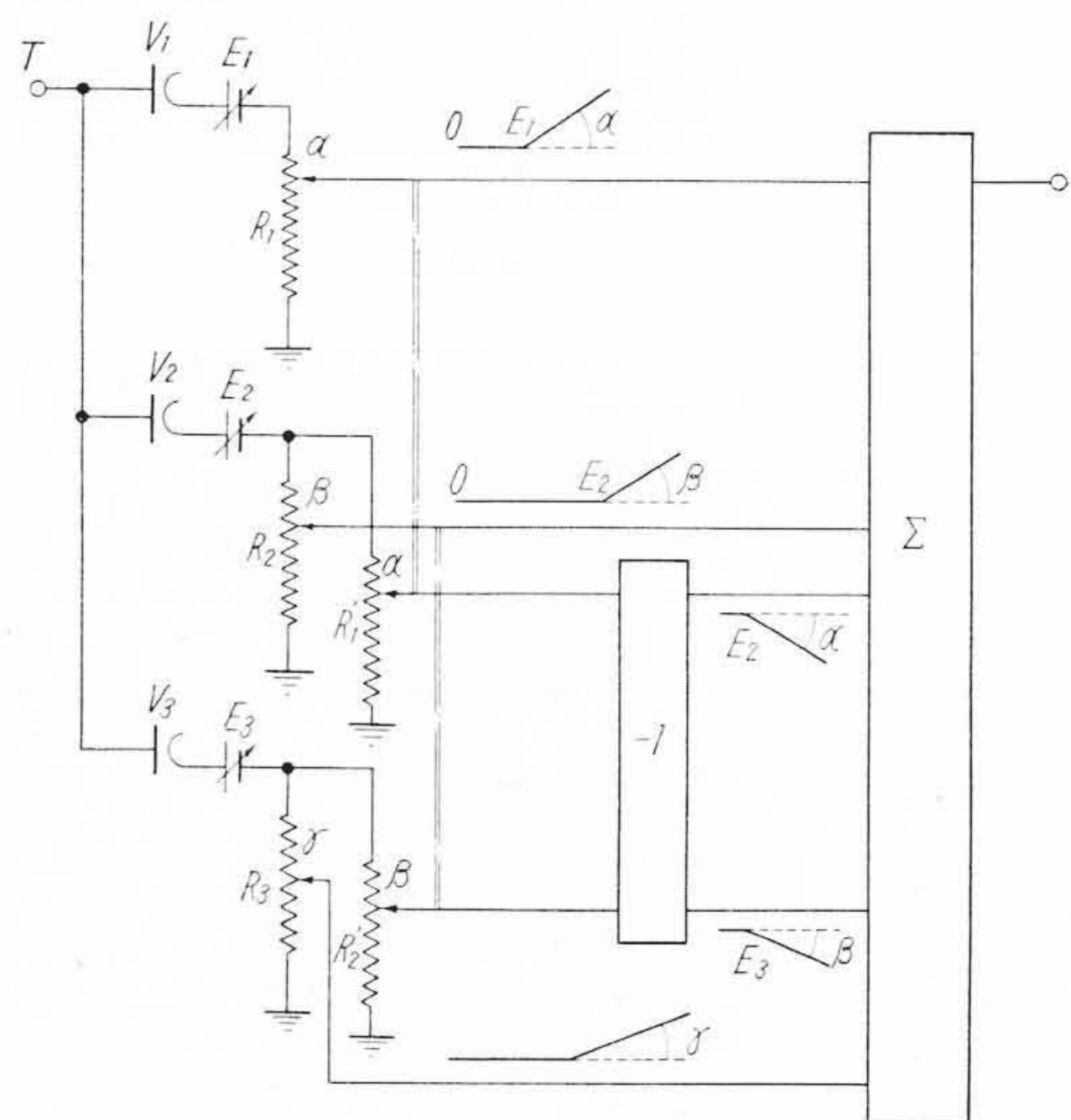
任 意 関 数 発 生 装 置

この発明は $f(e)$ で示される任意関数を第1図に示すように多数の区間折線の連続で近似的に表わしめる装置において、各区間折線を表わしめるユニットに対し、それぞれの前段の区間折線の勾配と同一勾配を表わしめる素子 R' を付設し、該付設素子 R' の接点より得られる出力を符号変換器-1 を通じて加算器 Σ に導くようにしたものである。

従来のものは上記素子 R' がないので、各段で勾配 α , β , γ などを与えるためには抵抗 R_1 , R_2 , R_3 などにおける接点位置は順次 α , $\beta-\alpha$, $\gamma-\beta$ などに定める必要があり、なおまた曲線に極大、極小が存する場合はそれだけユニット数を増加しなければならぬ煩雑であつたが、この発明によりこのような不便は解消され、各勾配を独立して与えることができるのである。



第 1 図



第 2 図