

電 弧 炉 の リ ア ク タ 制 御

Reactor Control for Electric Arc Furnace

小 西 務* 堀 紘 一**
Tsutomu Konishi Kōichi Hori

内 容 梗 概

電弧炉操業において、特に溶解期には過大電流により遮断器が動作し、操業が中断される。リアクタ制御は、遮断器が動作する直前に電弧炉回路にリアクタをそう入して過電流を抑制し、遮断器動作を防止する。これにより電弧炉操業を円滑にし、かつ溶解時間の短縮、電力原単位の減少を目的にしている。

本報は試作したリアクタ制御装置の動作原理、構成ならびに実験結果について述べている。

1. 緒 言

近年、無接点継電器やデジタル技術が、圧延機、工作機械などの分野にまで導入され、相当の効果を収めている⁽¹⁾⁽²⁾。しかしながら最近設備の大形化と生産性向上の一環として、製鋼プロセスの自動化が実際に取り上げられるようになり、ようやく電弧炉プロセスの自動化が問題とされるようになってきている。

ところが、現在、電弧炉の自動制御の行なわれているのはもっぱら自動電極昇降装置くらいである。生産性の向上を目的として、操業上の立場から電弧炉の自動制御をさらに押し進めることが要望されているが、電弧炉操業に経験的要素が占めている割合が大きいいため、自動化には問題点が多い。そこで、われわれはまず溶解期の問題を取り上げ、特に遮断器動作による操業の中断回数を減少させることを試みた。この問題に関しては古くから興味を持たれていて、その解決を試みた例も見受けられるが⁽³⁾、実用化されるまでには至っていないようである。

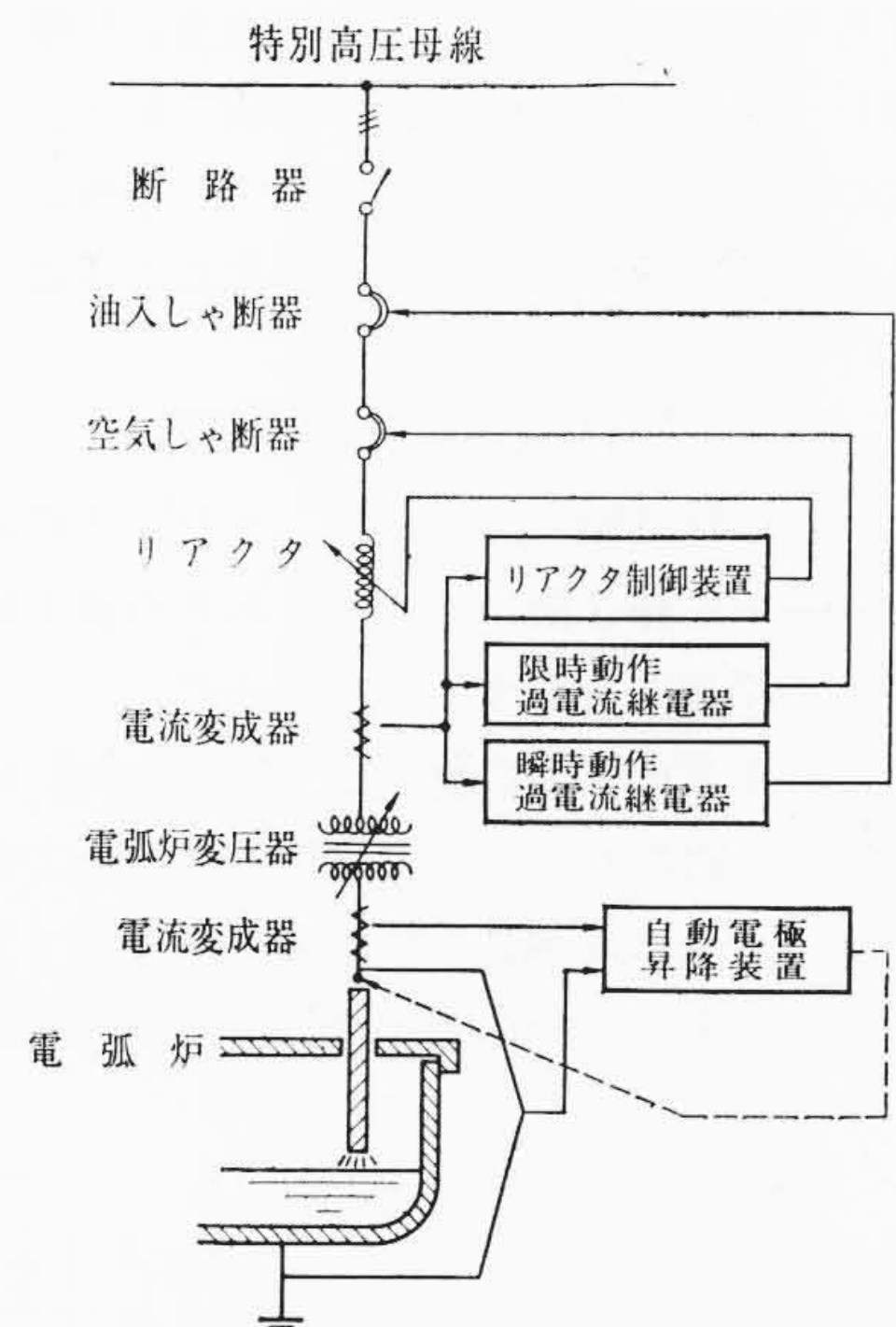
電弧炉操業の溶解期には電弧の不安定性に基づく過大電流のため、遮断器が動作して操業が中断する。このような現象は一操業中20回以上に及ぶことがある。そのため、操業時間の延長、電力原単位の増加、実効電力の低下による溶解効率の低下などの好ましくない結果を生ずる。リアクタ制御は、この過大電流の変化状態を検出し、遮断器動作以前にリアクタを電弧炉回路にそう入することにより、遮断器が動作することを防止し、以上の欠点を是正しようとするものである。

考案したリアクタ制御装置はシリコン・トランジスタ、シリコン・ダイオードなどから構成される全無接点方式になっていて、特に高い周囲温度、電源変動、雑音などの悪条件下においても安定、確実に動作するよう考慮されている。

ここでは、本装置の制御方式の概要、動作原理、回路構成、および実験結果などを取りまとめ報告する。なお本装置に用いるために新たに開発した要素についても説明を加える。

2. 制御方式の概要

電弧炉の電気回路の系統図を第1図に示す。最近の電弧炉の過電流保護方式は同図に示すように、限時動作の過電流継電器 OCR_L と瞬時動作の過電流継電器 OCR_T との協調により行なわれるのが普通である。この場合、通常の過電流に対しては空気遮断器 ABB が、また特に大きい過電流に対しては油入遮断器 OCB が動作するようになっている。リアクタ制御装置に必要な電弧電流の検出は、過電流継電器の電流変成器 CT により行なわれる。この検出した電弧電



第1図 電弧炉の電気回路系統図

流に応じてリアクタをそう入あるいは除去する判断の方法として、次のようなものがあげられる。

- (1) 過電流継電器と同一特性または類似特性を有する回路を用い、電弧電流の大きさに応じて限時動作をさせ、リアクタをそう入する方式……過電流継電器方式。
 - (2) 瞬時電弧電流が、一定時間のうちに一定値以上になる回数(すなわちひん度)を計数器で計数し、そのひん度に対応してリアクタをそう入する方式……カウンタ方式。
 - (3) 電弧電流の平均値変化を直流電圧の変化に変換し、過電流値に対応した電圧レベルを持つ電圧比較器で比較、判断させてリアクタをそう入する方式……比較方式。
- このうち(1)は主としてアナログ動作、(2)はデジタル動作、(3)はアナログとデジタルの併用動作をする。以下これらの長短について検討する。

(1) 過電流継電器方式

現在使用されている限時動作過電流継電器の限時特性から一定時間差引いた限時特性をもつ装置を用いることが理想的であるが、このような装置を製作するのは相当困難である。そこで別の過電流継電器を設け、この特性を同一過電流値に対し常に短い時間で動作するように設定して、リアクタをそう入する。この方法は過電流に対し連続的に制御できるが、過電流の大きい部分で遮断器の動作遅れのため効果がなかったり、過電流の小さい部分でリアクタがよけいにそう入されたりするという欠点をもつ。したがって本方式はリアクタ制御には不適當である。

* 日立製作所日立研究所 工博

** 日立製作所日立研究所

(2) カウンタ方式

本方式ではサンプリングにより過電流状態を知る方法をとることになる。したがって精度を上げようとすればサンプリング期間を長くする必要があるが、これを長くし過ぎるとリアクタそう入の時期を失する。また回路が複雑になりやすい。しかしながら主としてデジタル動作を扱うので雑音に対して強く、周囲温度の変化に対しても特性の変動を小さくできる。以上回路の複雑さなどが主たる原因で、本方式の採用は困難である。

(3) 比較方式

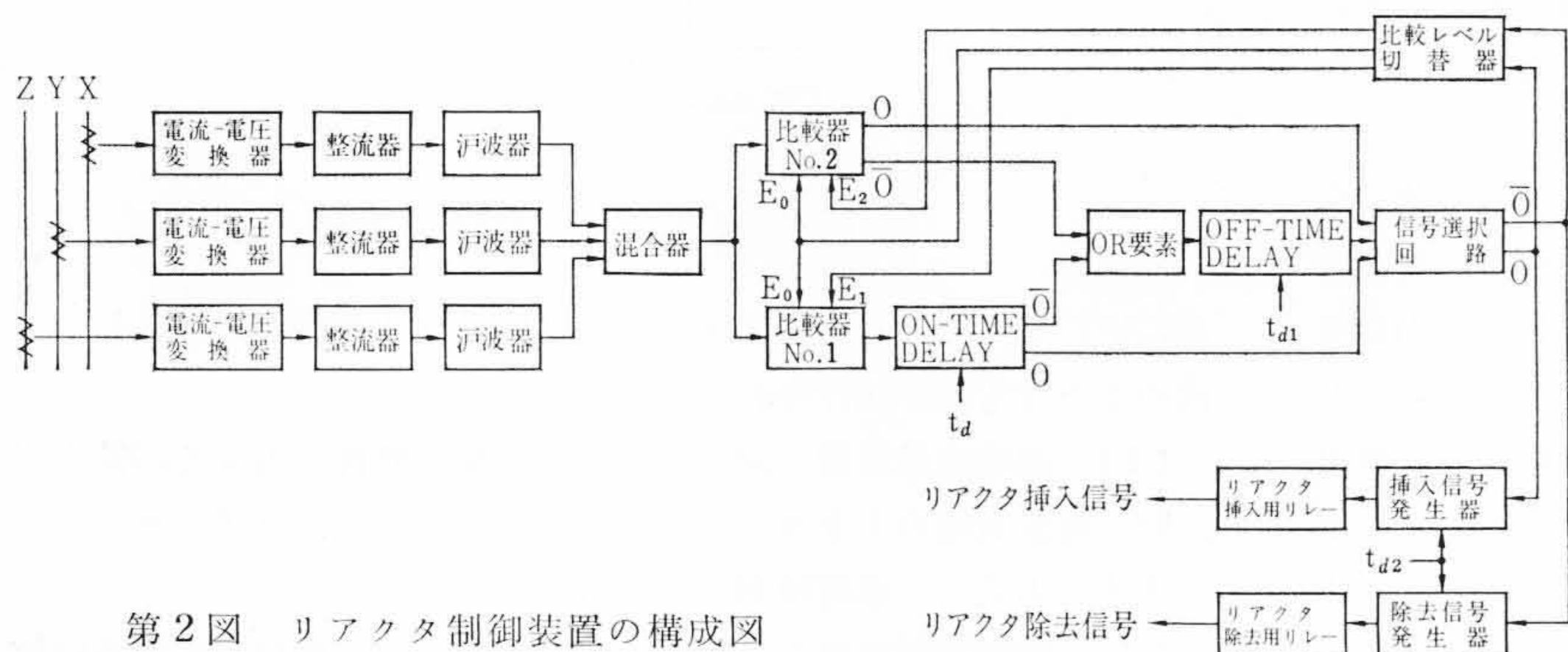
これは過電流継電器に見合った複数の比較器と判断素子の組み合わせによりリアクタのそう入、除去を行なうものである。比較器以後の信号の処理はデジタル動作であるので、電源変動、温度変動に対して動作が安定である。検出精度は比較器の精度によりほぼ定まるので、この回路の構成には注意を要する。また、連続的に変化する電弧電流を複数の点で検出し判断することになるので、動作レベルの選定には注意が必要である。

以上、各方式の特長を比較したが、ここでは動作が安定であり、構成が簡単である比較方式を採用し、検討することにする。

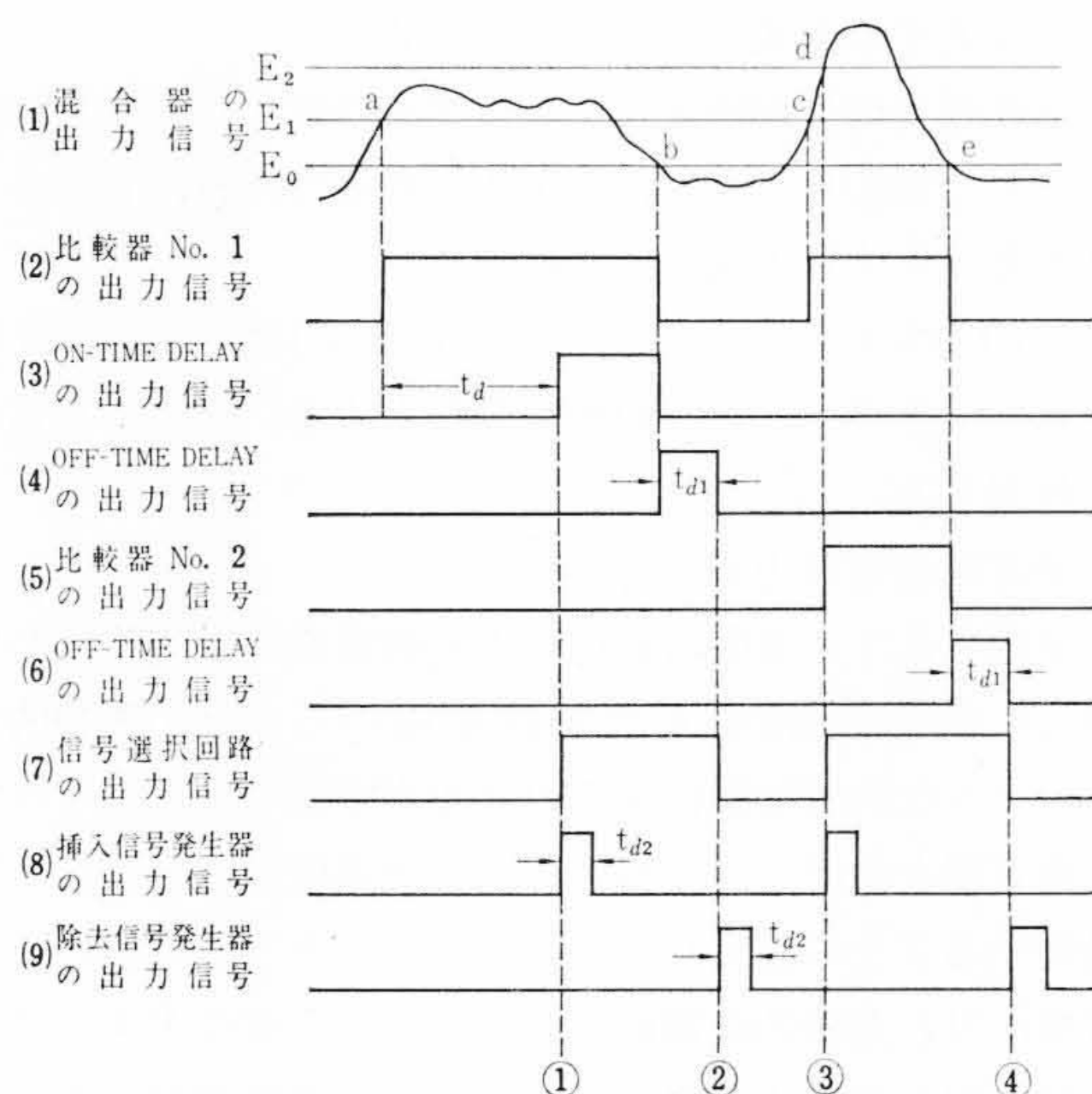
3. 制御装置の動作原理

リアクタ制御装置の構成図を第2図に、また、その各部の出力信号のタイム・チャートを第3図に示す。これらの図を用いて、リアクタ制御装置の動作原理を説明する。

電弧電流の検出は主変圧器1次側（または2次側）に設置されている電流変成器により行なわれる。電流変成器の出力電流を電流—電圧変換器により、それに比例した交流電圧に変換する。この交流電圧を整流器により整流し、その後平滑器により電弧電流の平均値



第2図 リアクタ制御装置の構成図



注 比較レベルは①と③のとき E_1 , E_2 から E_0 に切り替えられる。
比較レベルは②と④のとき E_0 から E_1 , E_2 に切り替えられる。

第3図 リアクタ制御装置のタイムチャート

に対応した直流電圧に変換する。ここまでは3相の各相を独立して行なう必要があるが、遮断器動作現象が各相の中の最大過電流によって発生するため、これ以後は変換された各相の直流電圧の最大値のみに着目すればよいことになる。そこで混合器により、これら変換された各相の直流電圧の瞬時値の最大のみを取り出す。このようにして得られた変化する直流電圧を第3図(1)に示す。

混合器の出力信号は比較器1と比較器2に同時に入られる。比較器1の出力信号は限時動作により、また比較器2の出力信号は瞬時動作により、リアクタをそう入する。これらの比較器の数は場合により必要数だけ用意されるが、ここではこの2個の場合について説明する。このとき混合器の出力信号は、各比較器の持つ電圧レベル E_1 , E_2 と比較される。 E_1 は、過電流継電器の動作下限界付近の過電流に相当する電圧レベルで、瞬時そう入の必要はないが、過電流が一定時間継続した場合、遮断器が動作するのを防止できる値を意味する。また、 E_2 は瞬時にリアクタをそう入しなければ遮断器の動作防止が困難となる電流値に相当する電圧レベルである。

いま電弧電流が増大して、混合器の出力が E_1 以上になると、第3図(1)のa点で比較器1が出力を出し、同時にON-TIME DELAYが動作し始める。その後ON-TIME DELAYの限時時間 t_d 秒間以上その値が継続する場合、信号選択回路が出力信号を生ずる。この信号によりそう入信号発生器を動作させ、リアクタがそう入される。このとき比較レベル切替器も動作して、比較器1および2の電圧レベルを E_0 に切り替える。 E_1 , E_2 をそう入レベル、 E_0 を除去レベルという。 E_0 はそう入されたリアクタを除去する電弧電流に対応するレベルで、普通過電流継電器が動作しない正常な電弧電流に相当する値に選ばれる。

電弧電流が減少し、混合器出力が E_0 以下になると第3図b点で、比較器1は出力信号がなくなり、同時にON-TIME DELAYは瞬時復帰する。これでリアクタを除去してもよい状態になるが、電弧電流が継続した定常値になったことを確認するため、その後 t_{d1} 秒間、リアクタのそう入を延長させる。第3図の(2)と(3)に示すようにこれらの信号がOFF状態になっても、(4)がON状態となって、OFF-TIME DELAYが出力信号を出すので、この期間(7)に示すように信号選択回路の出力が延長される。信号選択回路の出力信号がOFF状態になると、比較器の電圧レベルは比較レベル切替器によりそう入レベル E_1 , E_2 に復帰させられる。

次に電弧電流の増加が急激でそう入レベル E_1 を越えて後 t_d 秒以内にそう入レベル E_2 以上になる場合、すなわち第3図のd点では、比較器2が出力信号を出す。すでに述べたように、この場合はリアクタの瞬時そう入が必要な状態である。そのため信号選択回路が動作して、瞬時的にリアクタそう入信号が出される。このとき比較レベル切替器により比較器の電圧レベルを除去レベル E_0 に切り替える。電弧電流が減少して混合器出力が除去レベル E_0 以下になると、比較器2の出力がOFF状態になってから t_{d1} 秒間そう入時間が延長された後、リアクタが除去され、比較器の電圧レベルがそう入レベル E_1 , E_2 に復帰することは、前の場合と同様である。

以上の動作原理からわかるように、この方式によれば、3相電弧電流のうちどの1相が過電流状態になってもリアクタはそう入され、また3相とも完全に過電流継電器の動作範囲からはずれないかぎり、リアクタは除去されることはない。またリアクタそう入後は比較器の電圧レベルが E_0 に切り換えられるため、混合器出力信号が E_0 以下の値を t_{d1} 秒以上継続しなければリアクタは除去されず、

リアクタのひん繁なそう入, 除去が防止できる。したがって動作が安定化される。

4. 回 路 構 成

リアクタ制御装置は前章に述べたように次の要素から構成されている。

- (1) 電流—電圧変換器
- (2) 整 流 器
- (3) 戸 波 器
- (4) 混 合 器
- (5) 電 圧 比 較 器
- (6) ON-TIME DELAY
- (7) OFF-TIME DELAY
- (8) 信号選択回路
- (9) 比較レベル切替器
- (10) そう入信号発生器
- (11) 除去信号発生器
- (12) リアクタそう入用リレー
- (13) リアクタ除去用リレー

以上の要素はおののちに特別の工夫がなされている。また(1), (3)を除く全回路にはシリコン・トランジスタ, シリコン・ダイオードが使用されている。デジタル動作をする回路は直流直結方式になっているので, 高温においても動作が安定, 確実であり, 雑音に対しても誤動作しない。これらの要素のうち, 特に制御装置の性能に関係するのは(5), (6), (7)の各要素であるので, これらの機能, 性能などについて述べる。

4.1 電 圧 比 較 器

第2図に示すように, 本制御装置には電圧比較器が2個用いられているが, それらは全く同一のものである。電圧比較器はリアクタそう入レベル, あるいは除去レベルと電弧電流に比例した電圧を比較する役目をするから, 電圧比較器の性能は電弧電流の検出精度に関係するので重要である。

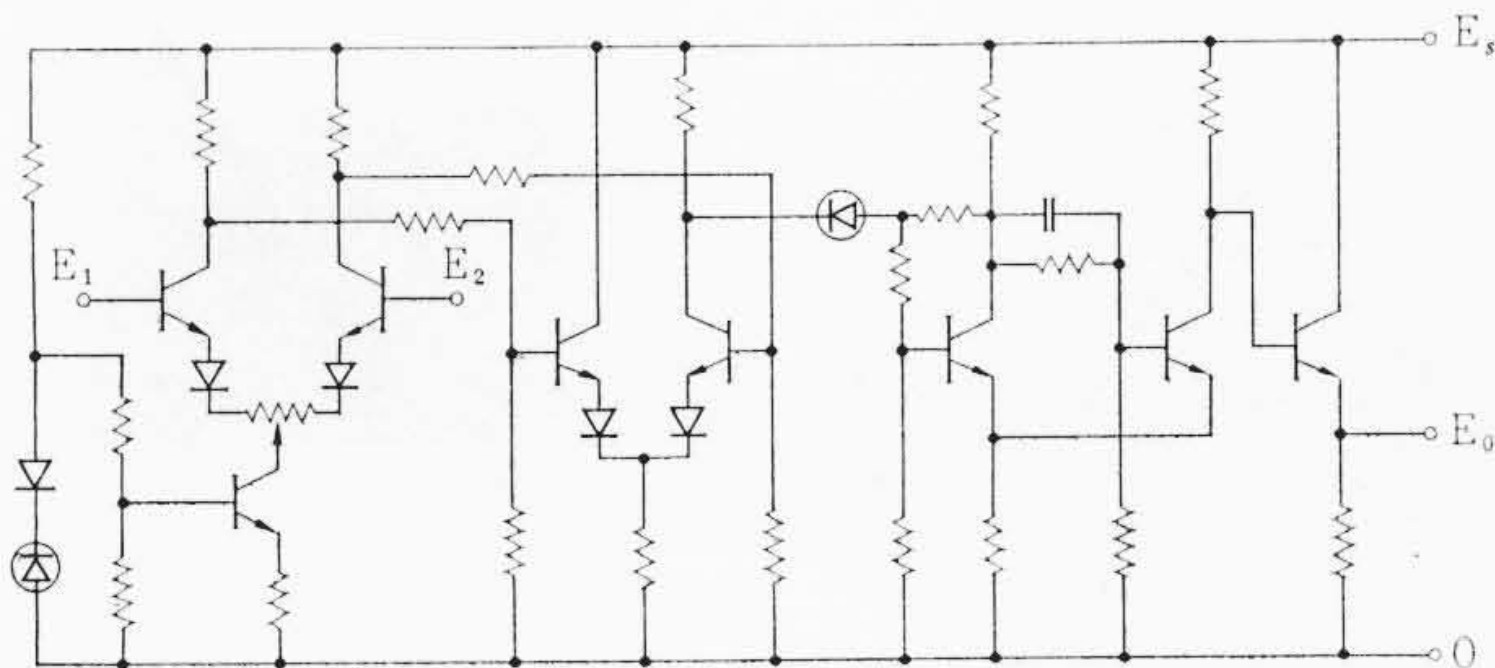
電圧比較器の接続図を第4図に示す。電源は, トランジスタ論理要素「シリコン・トランジログ」^{(4)~(6)}と協調できるように, 一電源方式になっている。同図において, 被比較電圧 E_1 が比較電圧に等しいか, それより大きい場合に出力電圧 E_0 が ON 状態となる。回路の解析の詳細についてはすでに発表済みであるので⁽⁷⁾, ここでは省略するが, 性能の大半は初段差動増幅器により決まるので, その特性を明らかにしておく。

初段差動増幅器の接続図を第5図に示す。同図において出力電圧 E_0 は次式で表わされる。

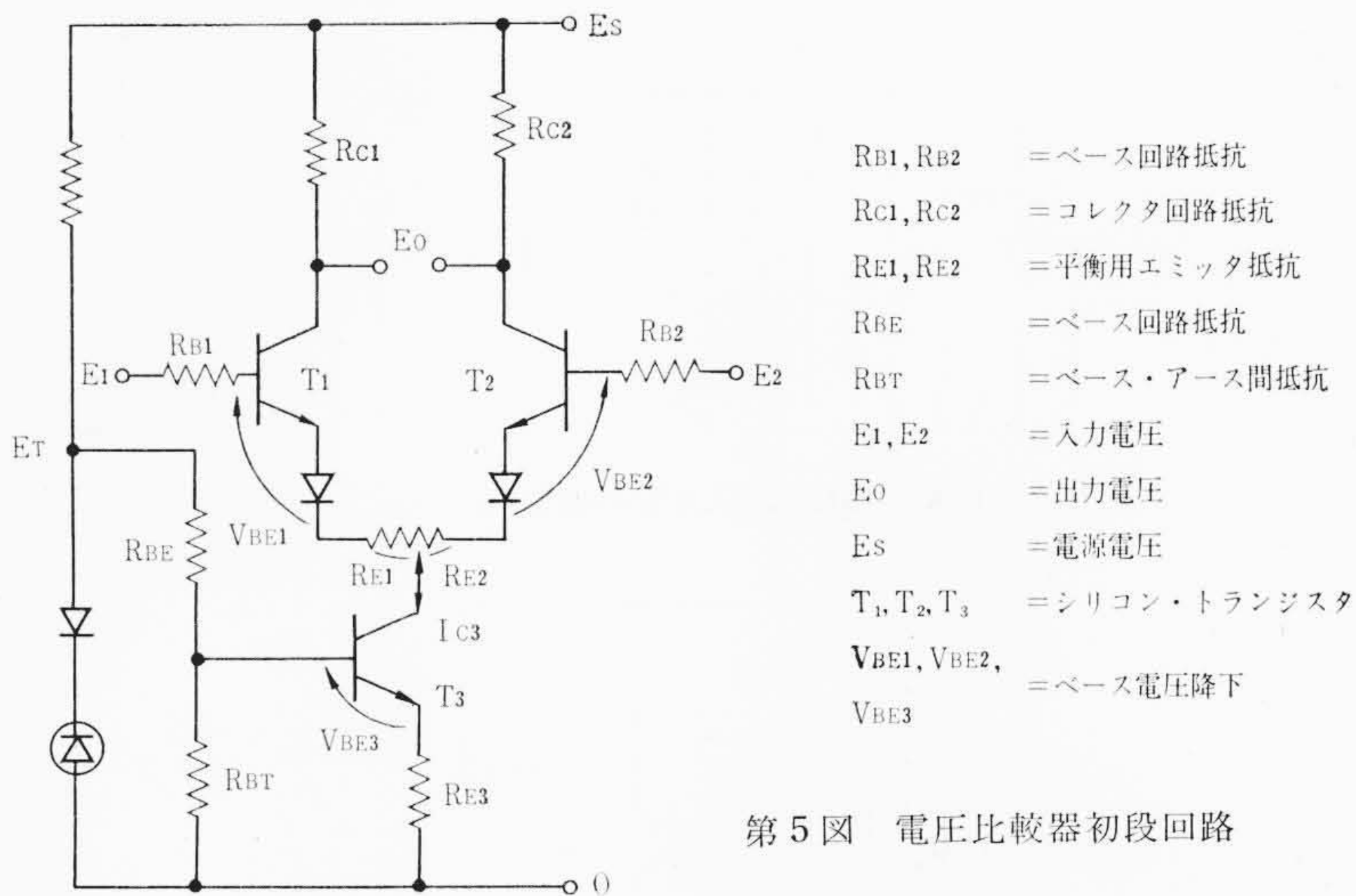
$$E_0 = [-(E_1 - E_2)(\alpha_1 R_{C1} + \alpha_2 R_{C2}) - I_{C3}(\alpha_1 R_{C1} R_2 - \alpha_2 R_{C2} R_1) + (V_{BE1} - V_{BE2})(\alpha_1 R_{C1} + \alpha_2 R_{C2})] / (R_1 + R_2) \dots\dots\dots (1)$$

ここに

$$R_1 = R_{E1} + (R_{B1} + \gamma_{B1}) / (1 + \beta_1)$$



第4図 電圧比較器の接続図



第5図 電圧比較器初段回路

$$R_2 = R_{E2} + (R_{B2} + \gamma_{B2}) / (1 + \beta_2)$$

$$I_{C3} = \left(\frac{R'_{BT} E_T}{R_{BE} + R'_{BT}} - V_{BE3} \right) \beta_3 / (1 + \beta_3) R_{E3}$$

$$R'_{BT} = (1 + \beta_3) R_{E3} R_{BT} / [(1 + \beta_3) R_{E3} + R_{BT}]$$

$$\beta_1 = \frac{\alpha_1}{1 - \alpha_1}$$

$$\beta_2 = \frac{\alpha_2}{1 - \alpha_2}$$

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$: トランジスタ T_1, T_2, T_3 の直流電流増幅率

V_{BE1}, V_{BE2} : トランジスタ T_1, T_2 のベース・エミッタ間電圧降下

γ_{B1}, γ_{B2} : トランジスタ T_1, T_2 のベース抵抗

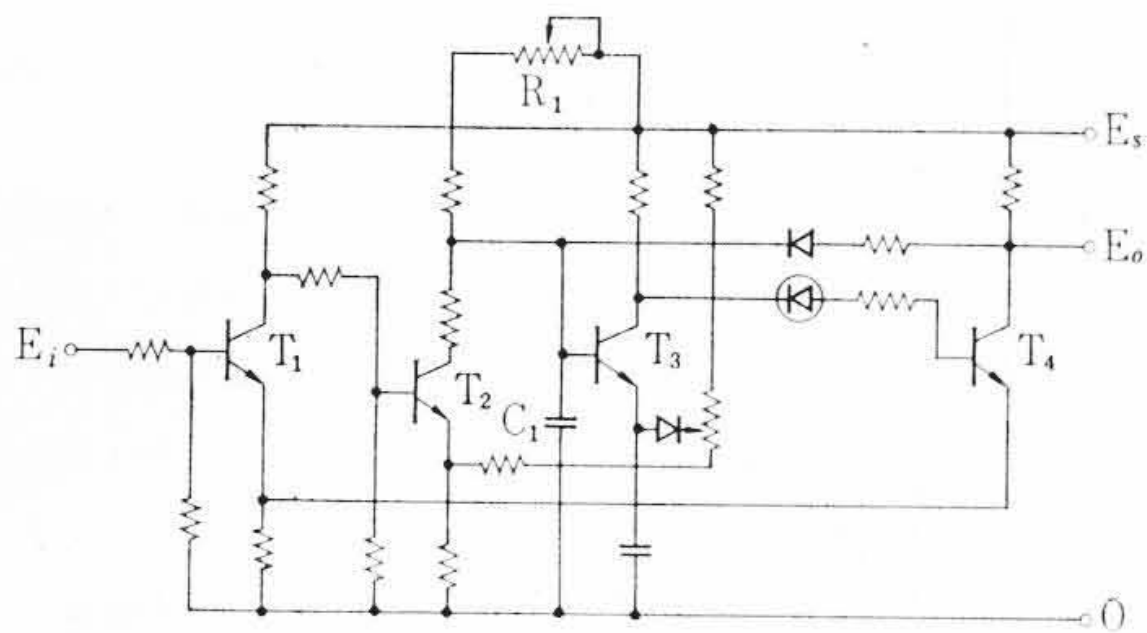
上式から入力比較電圧 E_1, E_2 の差に比例した出力電圧 E_0 が得られ, その他のオフセット分は差の形で出力に現われるので, オフセット分の絶対値およびその温度変動は非常に小さくなることが推察できる。また電源電圧に対しては原理的には影響を受けないが, 定電流回路の電流 I_{C3} が電圧 E_T の影響を受けることは注意を要する。したがって, 第4図の回路ではツェナ・ダイオードを用いて, E_T を定電圧化してある。

電圧比較器の性能の一例を第1表に示す。この結果, 試作した電圧比較器は次のような特長をもつことがわかる。

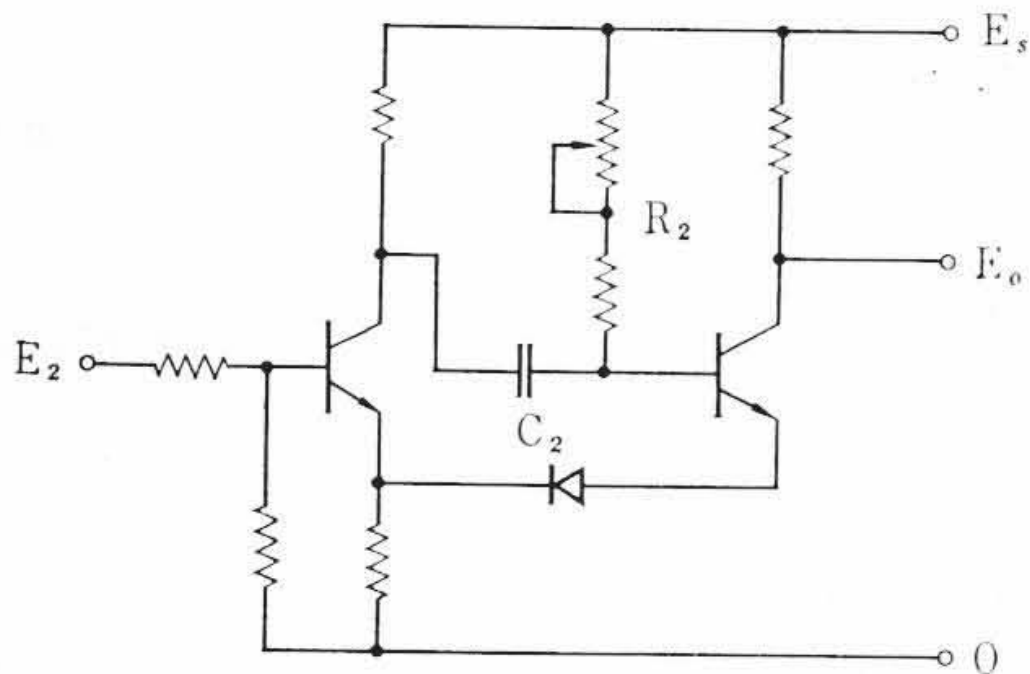
- (1) 分解能が非常によいので, 高精度(約0.01%)の変化を正確に判断できる。また比較範囲も広い。
- (2) 電源電圧変動, 温度変動が非常に小さい。
- (3) 入力抵抗が非常に大きい。
- (4) 動作速度が速い。

第1表 電圧比較器の性能例

名 称	条 件	性 能	単 位
比 較 範 囲	—	2.0~20.5	V
分 解 能	周囲温度 20℃, 電源 100%	±2.0	mV
同上温度依存性	-20~70℃	±3.0	mV
同電源電圧依存性	±3%	±5.0	mV
総 合 分 解 能	周囲温度 -20~70℃ 電源電圧変動 ±3%	±6.5	mV
入 力 電 流	平 衡 時	約 5	μA
	不 平 衡 時	約 12	μA
入 力 抗 抵	平 衡 時	約 80	kΩ
	不 平 衡 時	約 8	MΩ
動 作 速 度	方 形 波 入 力	DC~130	kc/s



第 6 図 ON-TIME DELAY の接続図



第 7 図 OFF-TIME DELAY の接続図

第 2 表 ON-TIME DELAY の性能例

項 目	条 件	性 能	単 位
遅延時間 調整範囲	—	0.1~3.0	s
同上 温度 依存性	-20~70℃	±2.9	%
同 電 源 電 圧 依 存 性	±3%	±0.9	%
総 合 性 能	—	±3.0	%

4.2 ON-TIME DELAY

ON-TIME DELAY は限時動作，瞬時復帰の限時継電器と同様な動作をする。その接続図を第 6 図に示す。動作原理は入力電圧を同図のトランジスタ T_1 、 T_2 により階段状の電圧に変換し，それを積分回路 R_1C_1 に入れる。このコンデンサの電圧が遅延時間 t_d の後，比較電圧 E_{E1} になるとトランジスタ T_3 が飽和状態となり，出力電圧 E_0 が生ずる。したがってこれらの間には次式が成立する。

$$t_d \doteq R_1C_1 \log \left(1 - \frac{E_{E1}}{E_s} \right)^{-1} \dots\dots\dots (2)$$

第 6 図の回路は電源電圧 E_s が変化しても E_{E1}/E_s が一定値になるように構成されているので，遅延時間は電源電圧の変動に対し，原理的にほとんど影響を受けない。また遅延時間は時限調整抵抗 R に比例する。

試作した ON-TIME DELAY の性能の一例を第 2 表に示す。試作した回路は遅延時間の調整範囲が広く，比較的精度のよい遅延要素であるといえよう。

4.3 OFF-TIME DELAY

OFF-TIME DELAY はリアクタの除去する時期を遅らせる意味で名付けられている。しかしながら，回路は第 7 図に示すように，直結形単安定マルチバイブレータである。すなわち，入力信号がくると，その後一定時間出力を出し，その後出力が OFF 状態となる。この出力電圧の存続する時間 t_d は次式で与えられる。

$$t_d \doteq R_2C_2 \log \frac{2}{1 - \frac{E_{E2}}{E_s}} \dots\dots\dots (3)$$

ここに， E_{E2} ： エミッタ電圧
 R_2C_2 ： 積分回路の時定数

上式からわかるように，この回路も時間 t_d が電源電圧の変動の影響をほとんど受けないようになっている。

OFF-TIME DELAY の性能の一例を第 3 表に示す。この結果か

第 3 表 OFF-TIME DELAY の性能例

項 目	条 件	性 能	単 位
遅延時間 調整範囲	—	1~5	s
同上 温度 依存性	-20~70℃	±1.1	%
同 電 源 電 圧 依 存 性	±3%	±0.3	%
総 合 性 能	—	±1.2	%

らわかるように，この回路は時間調整範囲が広く，かつ電源電圧の影響，温度の影響が小さいといえよう。

以上三つの要素について説明したが，他の要素については紙面の都合で割愛する。なお，信号選択回路にはシリコン・トランジログの OR 要素を使用している。

5. 実 験 結 果

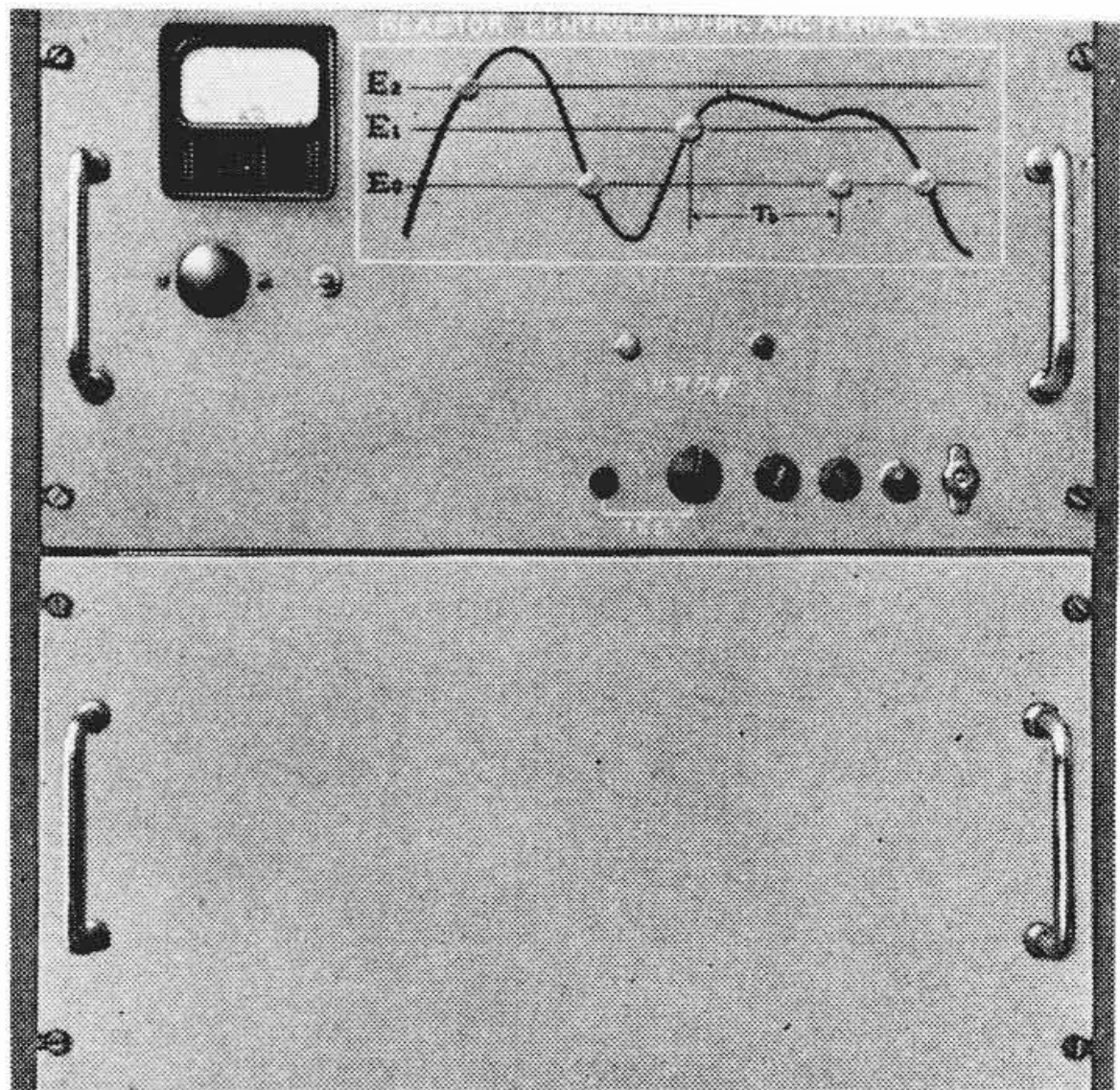
試作したリアクタ制御装置の外観を第 8 図に，またその内部構造を示す写真を第 9 図に示す。実験は 10 t 電弧炉を使用して行なった。その模様を第 10 図の写真に示す。

実験はリアクタ制御をした場合と，しない場合について行ない，トリップ回数，溶解時間，電力原単位の相違から，リアクタ制御の効果を定量的に得ることを目的に行なった。

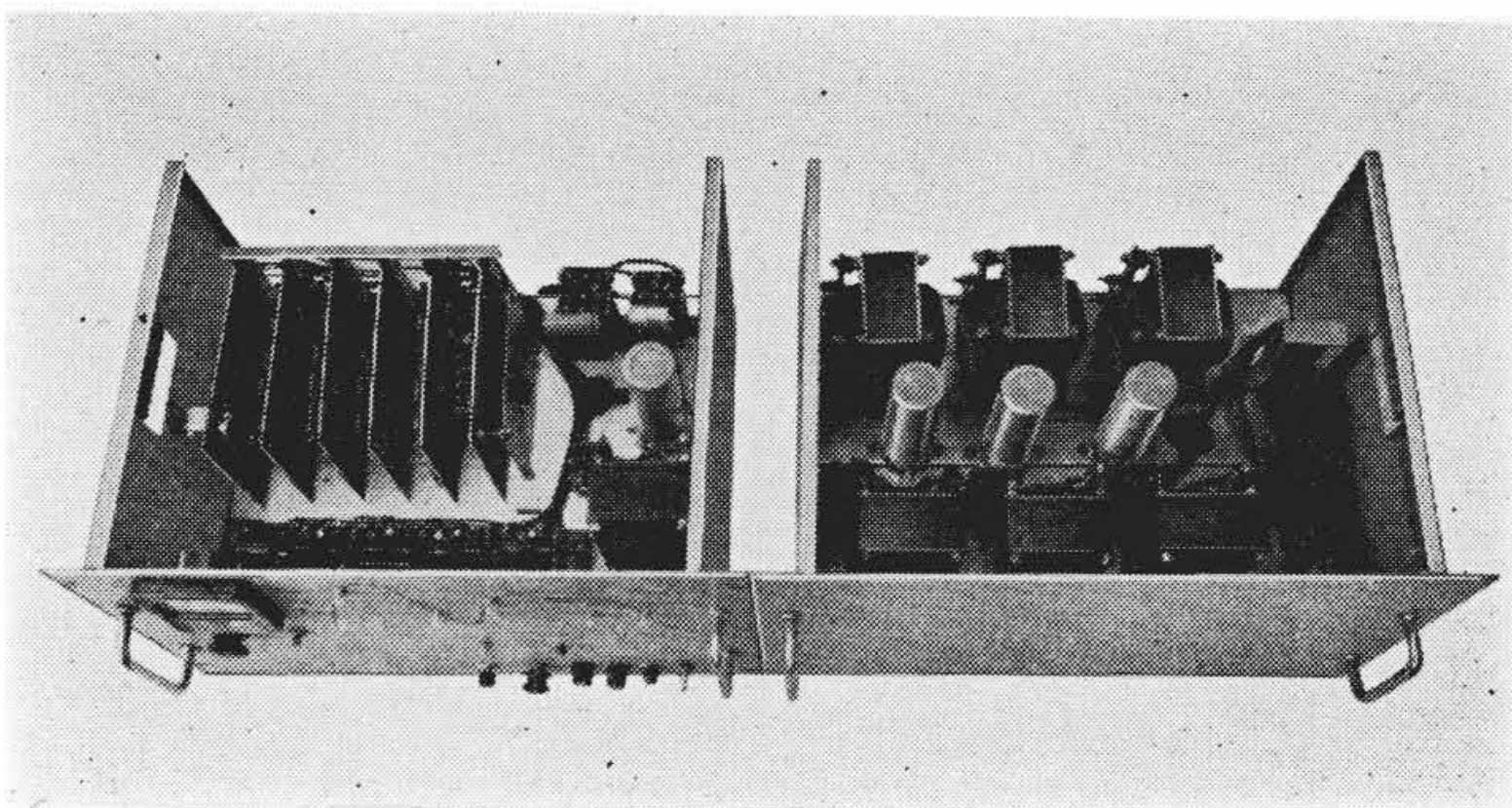
5.1 リアクタ制御と電弧電流波形

まず，電弧電流に対するリアクタ制御装置の動作状態および効果を確認するため測定を行なった。その結果のオシログラム例を第 11 図に示す。同図の現象は上から，電弧電流 (3 相分)，リアクタ挿除 (そうじょ) 波形，混合器出力信号と電圧設定レベル，比較器 1 の出力信号を示している。

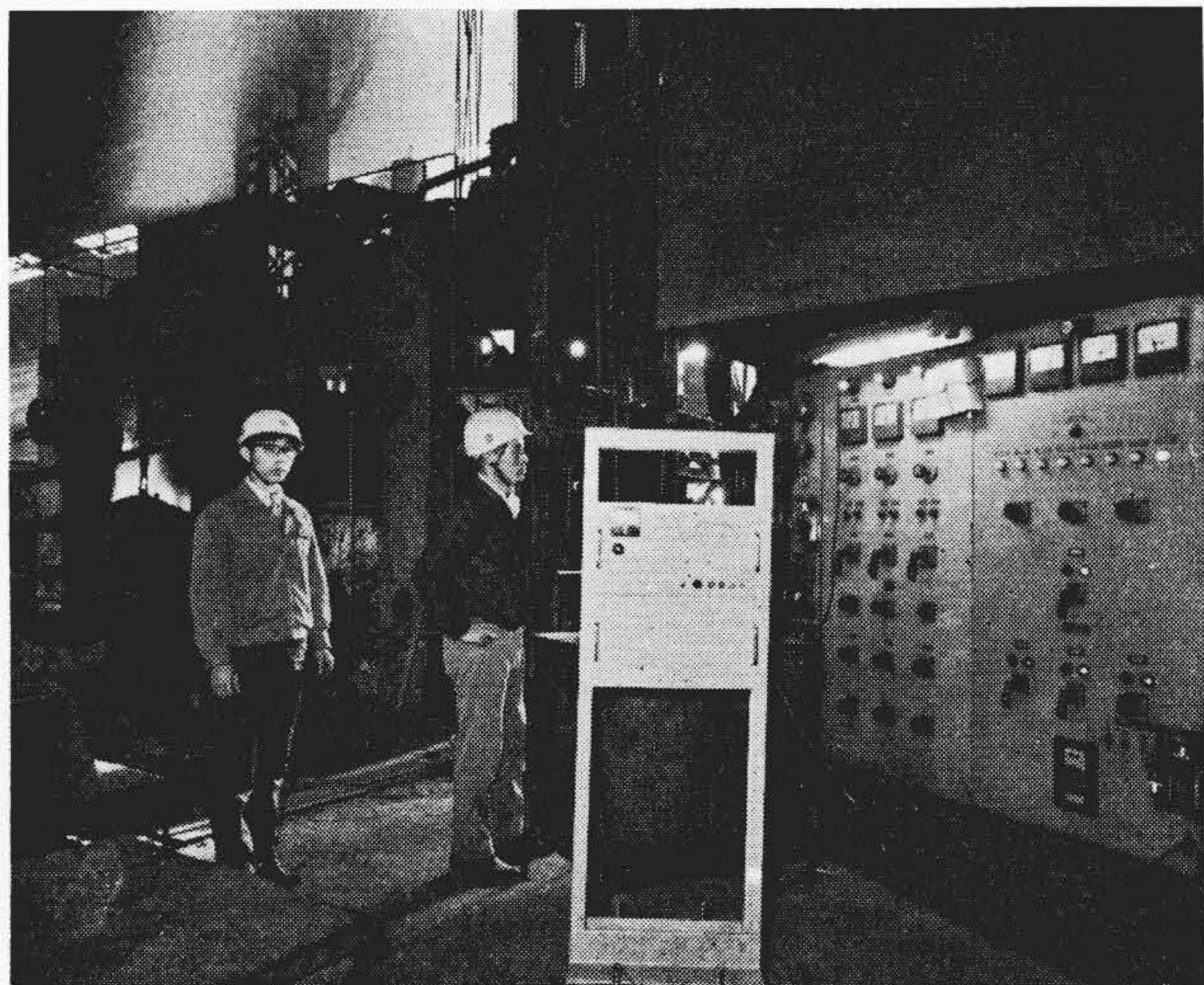
同図 (A) は限時そう入，(B) は瞬時そう入の例である。(A) ではそう入レベル E_1 により一定時間後にリアクタがそう入されている。この結果，電弧電流が減少し，遮断器動作が防止されている。この過電流は比較的長い時間続いているが，その後減少し，除去レ



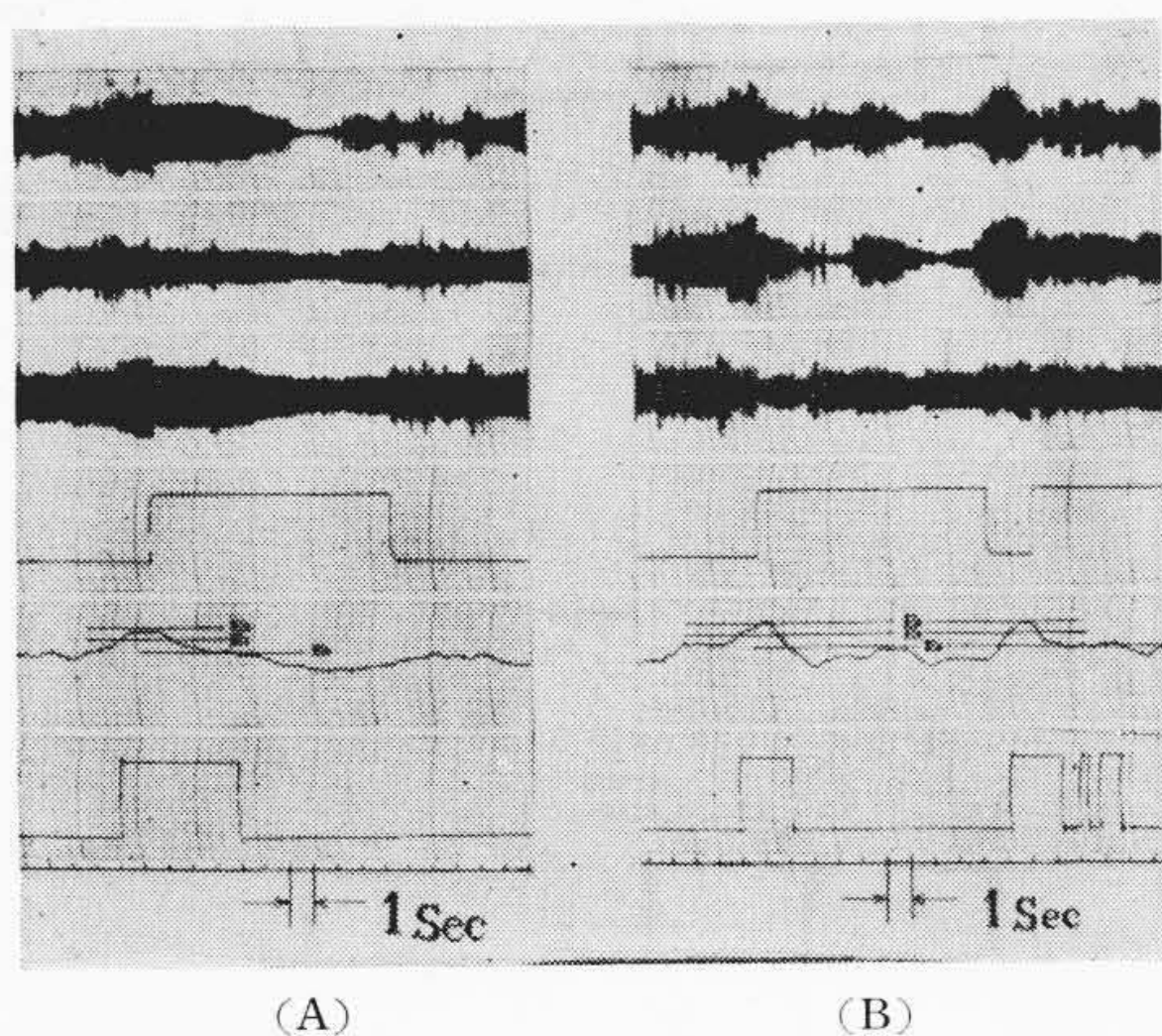
第 8 図 リアクタ制御装置の外観



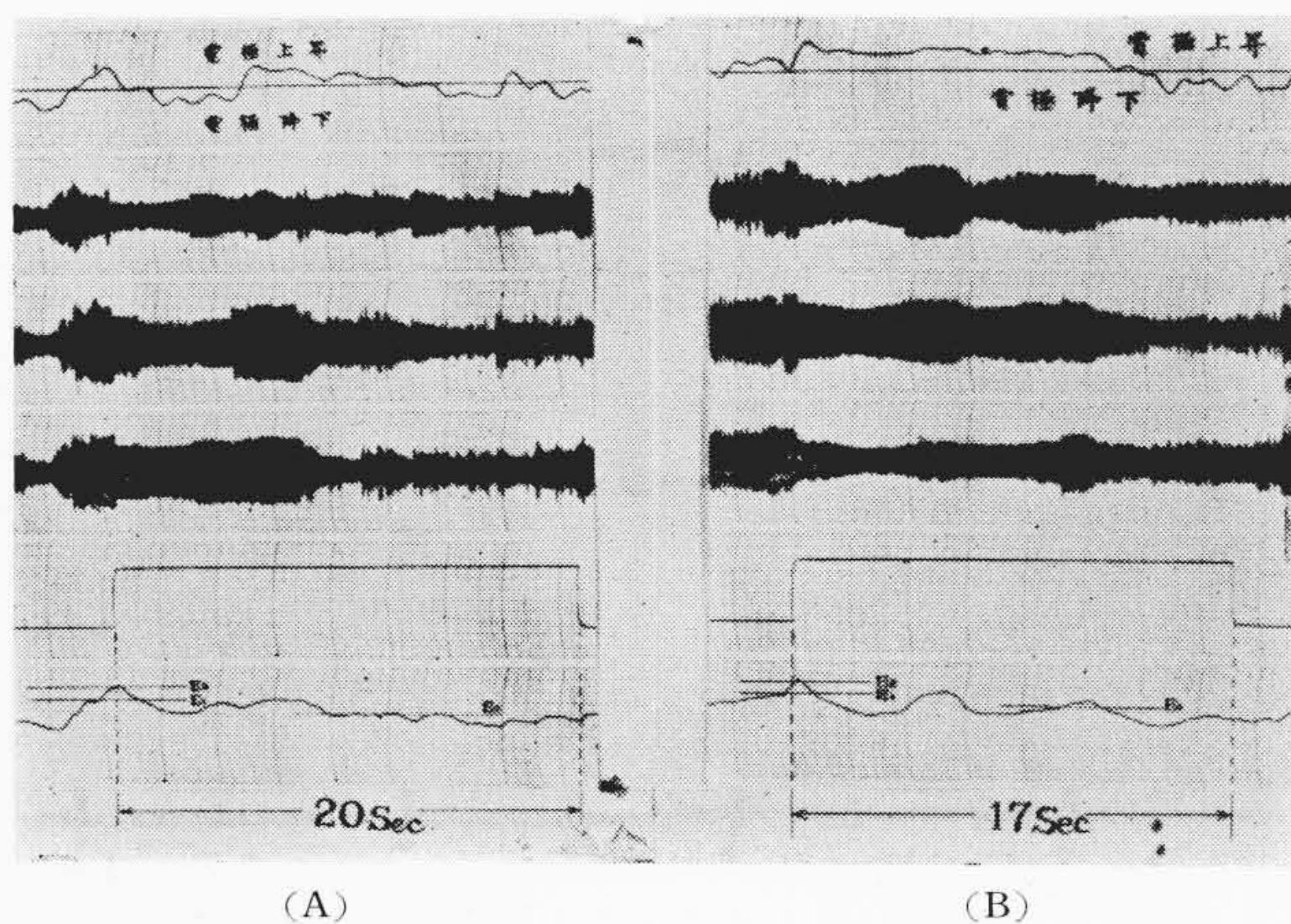
第 9 図 リアクタ制御装置の内観



第10図 10 t 電弧炉による実験状況



第11図 トリップ現象防止波形



第12図 トリップ現象防止波形

レベル E_0 以下となり一定時間後にリアクタが除去されている。(B)では最初、そう入レベル E_2 以上に混合器出力が増したため、瞬時にリアクタがそう入されている。このためリアクタの効果により電弧電流を減少することができている。この場合混合器出力が除去レベル E_0 以下になるとリアクタが除去される。その後再び過電流状態が発生しているため、今度はそう入レベル E_1 によりリアクタがそう入されている。この場合も当然リアクタそう入により、遮断器動作が防止されている。以上の実験から、リアクタ制御装置は所望の動作を安定、確実に行ない、遮断器動作の防止に効果を発揮することが明らかになった。

次に、リアクタ制御は電極昇降装置と密接な関係があるので、こ

第4表 リアクタ制御の有無による実験結果

項 目	条 件	制御した場合 (%)	制御しない場合 (%)
空気遮断器動作回数	4 回 以 上	13.3	60
油入遮断器動作回数	2 回 以 上	6.7	66.7
t 当たりの溶解時間	7.5 min/t 以上	20	80
	7.5 min/t 未満	80	20
電 力 原 単 位	420 kWh/t 以上	33	60
	420 kWh/t 未満	67	40

の関係を調べるために測定を行なった。その結果のオシログラム例を第12図に示す。同図において、現象は上から電極昇降電動機速度、電弧電流(3相分)、リアクタ挿除波形、混合器出力信号(電圧挿除レベルを記入)を示している。同図(A)では過電流のためそう入レベル E_2 によりリアクタがそう入されているが、その後もまだ電極の上昇が存続している。この場合、リアクタそう入に基づく電弧電流の減少のため、遮断器動作の防止が有効に行なわれていると考えられる。同図(B)では同じくそう入レベル E_2 により、リアクタがそう入され電流が減少しているが、同時に電極昇降電動機はほぼ全速力で電極を上昇している。この場合は明らかに電極昇降装置との協調により、遮断器動作が防止されている。

以上、実験の結果、電極昇降装置の動作はリアクタがそう入された後も正常に動作し、リアクタ制御と互いに補助し合い、単独で防止できない遮断器動作現象を防止できることが明らかになった。すなわち電極上昇だけでは減少させることのできない過電流を、リアクタ制御により速応性よく減少させ、その後、リアクタそう入中の電流増加に対しては電極昇降装置が働いて、遮断器動作を防止していることがわかる。

5.2 操業記録の検討

10 t 電弧炉を用いて、リアクタ制御をした場合としない場合を交互に行ない、操業記録のうえから、遮断器動作回数、t 当たりの溶解時間、電力原単位について、定量的に検討した。その結果をまとめると第4表のようになる。ただし、平均装入量は両方とも等しく、他の条件もだいたいそろえてある。

この結果、仮に空気遮断器の動作回数3回以内、油入遮断器の動作回数1回以内を許すとする、制御しない場合に対し制御する場合の操業数が空気遮断器では60%が13.3%に、油入遮断器では66.7%が6.7%に減少する。この結果、両遮断器の動作回数が1操業平均10回程度あったのが2～3回に減少し、相当の効果がある。

t 当たりの溶解時間は7.5 min/t 以上と7.5 min/t 未満の両者に分けると、リアクタ制御しない場合の操業回数は、前者が80%、後者が20%である。これに対し、リアクタ制御した場合には、前者が20%、後者が80%である。この結果、溶解時間の減少はリアクタ制御することにより顕著な効果があり、このため天井、炉壁、電極などの寿命が相当延長されることが期待できる。

次に電力原単位について同様な方法で調べてみるに、420 kWh/t 以上と420 kWh/t 未満の両者に分けると、リアクタ制御しない場合の操業回数が、前者が60%、後者が40%である。これに対しリアクタ制御をすると、前者が33%、後者が67%になっている。この結果、リアクタ制御すると電力原単位が減少することがわかる。

6. 結 言

電弧炉操業において、特に溶解期では電弧の不安定性のために電弧電流が過電流状態となり、遮断器が動作して操業が中断される。このような現象を防止するため、リアクタ制御を考案した。制御方

式にはいろいろ考えられるが、動作が安定、確実に、構成が簡単であるため比較方式を採用した。

回路構成の検討にあたり、シリコン・トランジスタ、シリコン・ダイオードなどを使用し、温度変動に対し特性が安定になるようにするとともに、回路を直流、直結方式とすることにより、雑音、電源変動に対し確実に動作するようにした。また電流-電圧変換器、電圧比較器、比較レベル切替器など独自の制御要素を開発し使用した。

実験には10t電弧炉を使用し、電弧電流波形の測定ならびに操業記録をとり、リアクタ制御をしない場合とした場合について比較検討を行なった。その結果、遮断器の動作回数を約75%減少させることができた。溶解時間の短縮は約16%、電力原単位の減少は約

5.6%となり、リアクタ制御が所望の効果を示すことが明らかになった。この結果、溶解コストの減少、炉壁、天井などの耐火物および電極の寿命の延長が可能となった。なお上記データは過去15溶解の平均値であり、現在各種鋼種についてさらに実験を進めている。

参考文献

- (1) 小西：電学誌 82, 567 (昭37-4)
- (2) 小西：電学誌 84, 615 (昭39-4) など
- (3) 電熱用放電委員会：電気協同研究 7, 9 (昭27-2)
- (4) 小西：日立評論 45, 1943 (昭38-12)
- (5) 小西：日本自動制御協会学術講演会 No.209 (昭38-10)
- (6) 小西：第6回自動制御連合講演会 No.223 (昭38-9)
- (7) 小西：昭39電気学会連合大会 No.245 (昭39-4)



特許第406668号

特許の紹介



沢田良嘉・久我和夫
鴨原文七

焼結型陰極

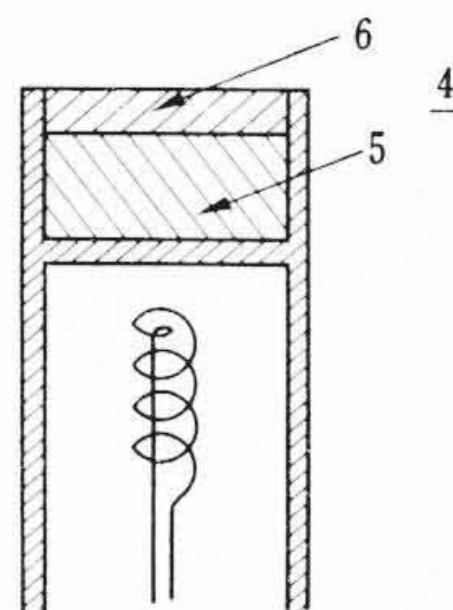
電子放射体と多孔質金属との複合構造よりなる焼結型陰極は、通常の酸化物陰極に比べ、低真空中における動作の安定性および高圧電子またはイオンなどの衝撃に対する強靱性などの点ではすぐれているが、その反面陰極の活性化に長時間を要する欠点がある。

本発明はこのような従来の焼結型陰極の長所を生かし欠点を改良するためになされたもので、バリウム化合物よりなる電子放射物質と、炭素よりなる還元剤を含有する電子放射体(4)を内外2層に形成し、内層(5)における炭素含有率を外層(6)における炭素含有率よりも大ならしめたものである。

このように構成された焼結型陰極は、初期活性化および再活性化が非常に容易であり、低真空中たとえば大気中に数時間放置しても熱的に短時間で良い活性度が得られ、低真空度の動作においても長

時間にわたって安定な電子放射が得られる。

(長崎)



特許第410888号

片桐信二郎・土井俊雄

電子レンズ用磁性材料

電子光学装置においては、その分解能の低下の原因の一つがこれに使用される電子レンズの非点収差にあることは周知のとおりである。かかる非点収差は、従来は主として材料の磁氣的性質の不均一によるもので、結晶異方性によると考えられたが、本発明者らの研究によれば、強励磁における非点収差は結晶異方性によるが、弱励磁においては磁歪によって発生することを究明した。この新発見事実に基づき、さきに弱励磁範囲の電子レンズ材料としてFe中にSiを含む合金材料を提案したが、Si含有量を多くすると磁歪を減少せしめることはできるが、その反面、工作が困難となり、またSi含有量を減少せしめれば工作上的困難性は緩和されるが、磁歪を減少

せしめることはできず、結晶粒度および組織の軸非対称性によって非点収差を生ずるなどの欠点がある。

これらの欠点を除去し、強励磁、弱励磁のいずれの範囲においても非点収差の少ない電子レンズ用磁性材料を得るため、Fe中にSiを0.5~7% (重量比) 混入するとともにZrを0.001~1% (重量比) 添加して溶铸造することが本発明の特長である。このように微量のZrを添加せしめることにより、これを結晶核として結晶粒が微細化されるので、非点収差を著しく改善することができ、電子レンズなどの磁性材料として効果はなほ大なるものである。(涌井)