

日立ユニtrolΣシリーズ

新しいアナログ計測・制御

New Analog Instrument and Control "Hitachi Unitrol Σ Series"

日立ユニtrolΣシリーズの中のアナログ制御システムを取り上げ、具体的に紹介する。

特に制御ループ単位の共通電源や絶縁をもつ入出力モジュール、各種の演算モジュールを自由に配列し、それらの結合配線を合理化したラック部、フルスケール指示、PID(比例、積分、微分)遠隔設定、バランスレス・バンプレスの自動手動切換えなど、一歩前進した機能をもつパネル部の指示操作器に特長がある。

これらは、在来からオペレータになじまれているマン・マシンのレイアウトを急激に変えることなく、しかも新時代に適応した計装を可能にする。

倉持義徳* Yoshinori Kuramochi

篠原克彦* Katsuhiko Shinohara

西原元久** Motohisa Nishihara

1 緒 言

プロセスの制御用機器として空気式調節計シリーズに加え、電子式調節計シリーズが使用されてから既に10年以上を経過した。この間、使用される素子も真空管、ゲルマニウム トランジスタ、シリコン トランジスタ、アナログ集積回路(IC)と変化し、現在ではアナログ技術によるほぼ完成された計器とみることができる。しかし最近の大規模集積回路(LSI)、マイクロ コンピュータに代表されるデジタル技術の急速な

進歩は、アナログ計器へのデジタル素子の導入、アナログ計器とデジタル機器との融合の問題、特にインタフェースの簡素化の問題などが起こってきている。

このようなことから、新しいアナログ制御システムでは、DDC(Direct Digital Control)、シーケンス制御、更にプロセス用計算機との結合を含む総合システムの立場からアナログ制御システムをとらへ、再検討し、日立ユニtrolΣシリ

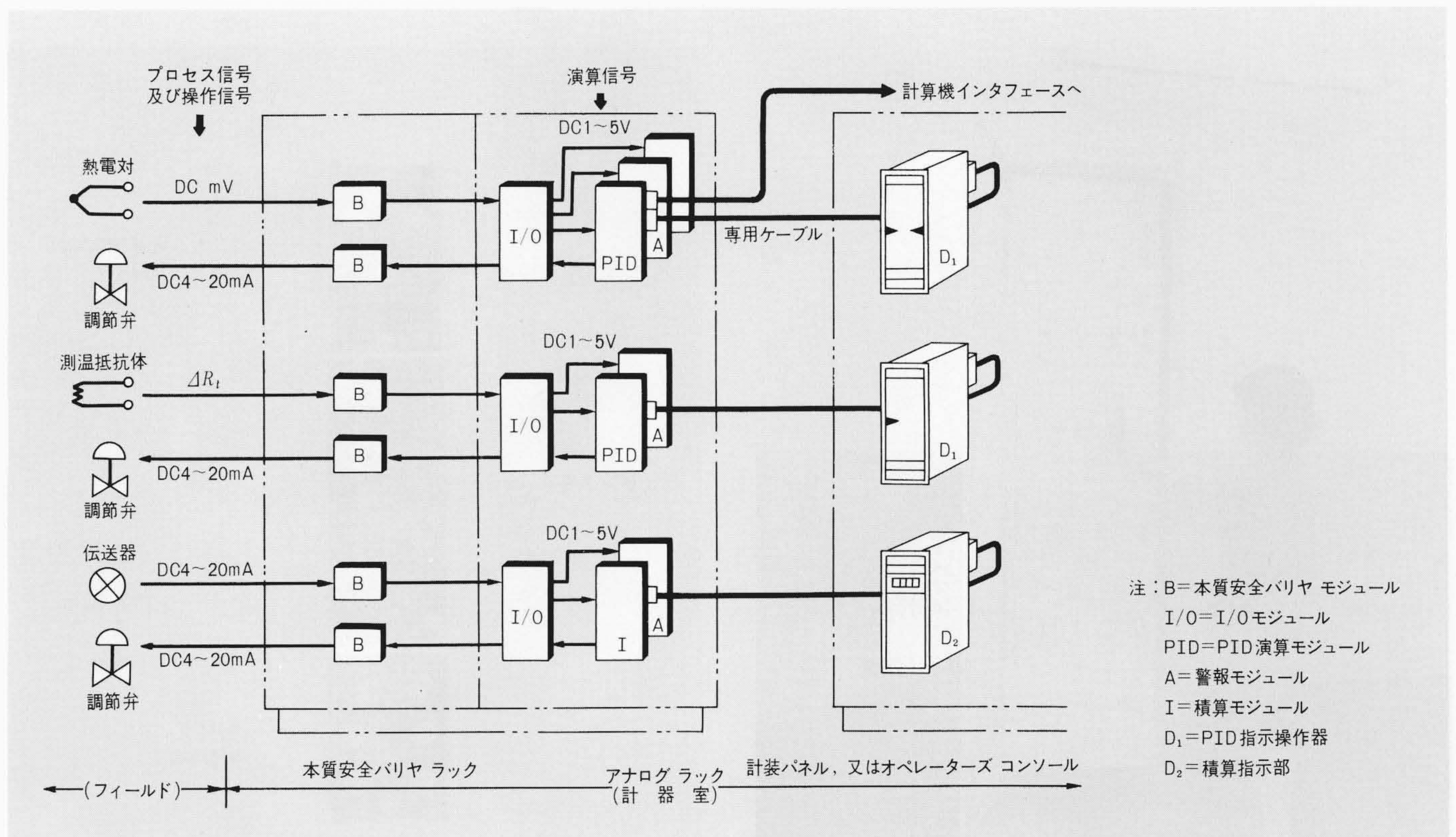


図1 アナログ制御システムの構成 本質安全バリア ラック、アナログ ラック内の各モジュールと計装パネル、又はオペレーターズ コンソール上の指示操作器群で構成される。

* 日立製作所那珂工場 ** 日立製作所日立研究所

ーズが開発されるに至った。以下、このΣシリーズの一環としてのアナログ制御システムを取り上げ、その構成、代表的な機器及び特長について具体的に紹介する。

2 システムの構成

アナログ制御システムの構成は、図1に示すように本質安全バリヤ⁽¹⁾、I/O (Input/Output)、PID演算、各種演算及び警報モジュールを組み込むラック部と、計装パネルやオペレーターズ コンソールなどの指示操作部に組み込むPID指示操作器や各種のディスプレイ群から成る。

アナログ ラックの外観を図2に、その裏面配線方式を図3に示す。フィールドからの入出力配線は、フィールド配線ダクトを通して直接I/Oモジュールにねじ端子で接続可能な構造となっている。I/Oモジュールと、その他演算モジュール間の配線は、ラッピング配線で行なわれる。各種演算モジュールとディスプレイ、計算機インタフェース、シーケンス ラック間などの配線は、それぞれ専用ケーブルによるシステム配線を使用して行なわれる。フィールド配線とシステム配線は、別ダクトを通して完全に分離されている。

3 アナログ機器の代表例

3.1 I/Oモジュール

I/Oモジュールはフィールドと計器室の接点に位置し、信号変換をはじめとして次のような多くの機能をもっている。

(1) 中継端子

フィールドに設置された各種伝送器や、温度検出端からのプロセス信号の取込み、調節弁などへの操作信号の送出しの

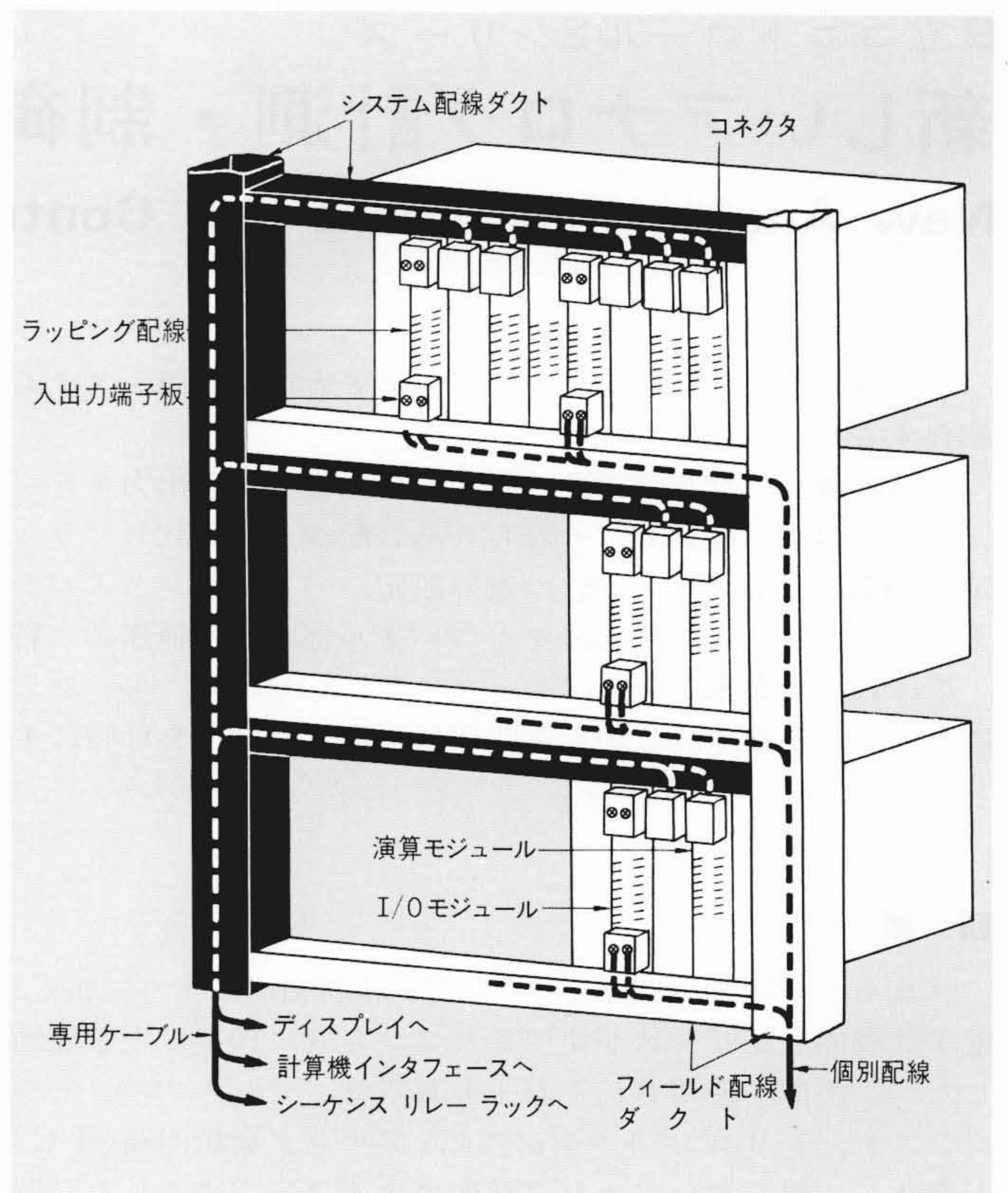


図3 アナログ ラックの配線 用途別にねじ端子配線、ラッピング配線、専用ケーブル配線などが使用され、システム配線とフィールド配線が完全に分離されている。



図2 アナログ ラックの外観 最上段はDC 24V用電源ユニット、その下段にI/Oモジュール、各種演算モジュールが配置されている。

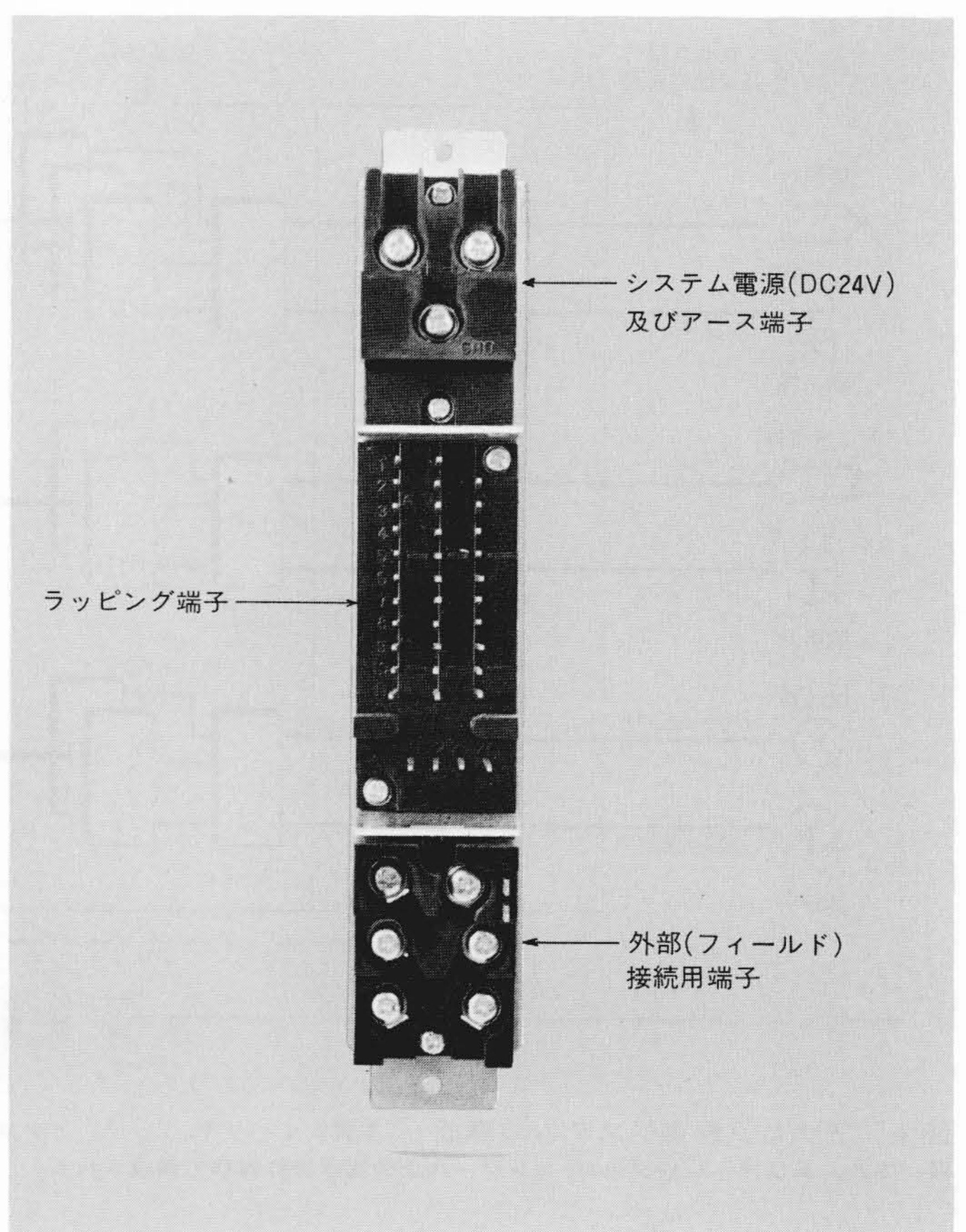


図4 I/Oモジュールの端子 使用目的、電流容量などからラッピング、ねじ端子が用いられている。

ための配線の中継端子板の役目をもっている。図4にI/Oモジュールの端子配置を示す。外部接続端子は、現場での配線工事の容易さを考え、ねじ端子構造となっている。在来のように中継端子板を設けず、直接フィールド配線をここに接続することも可能であり、スペース節減による高密度実装が可能である。

(2) 信号変換

プロセス信号であるDC mV、抵抗変化、DC 4~20mAなど

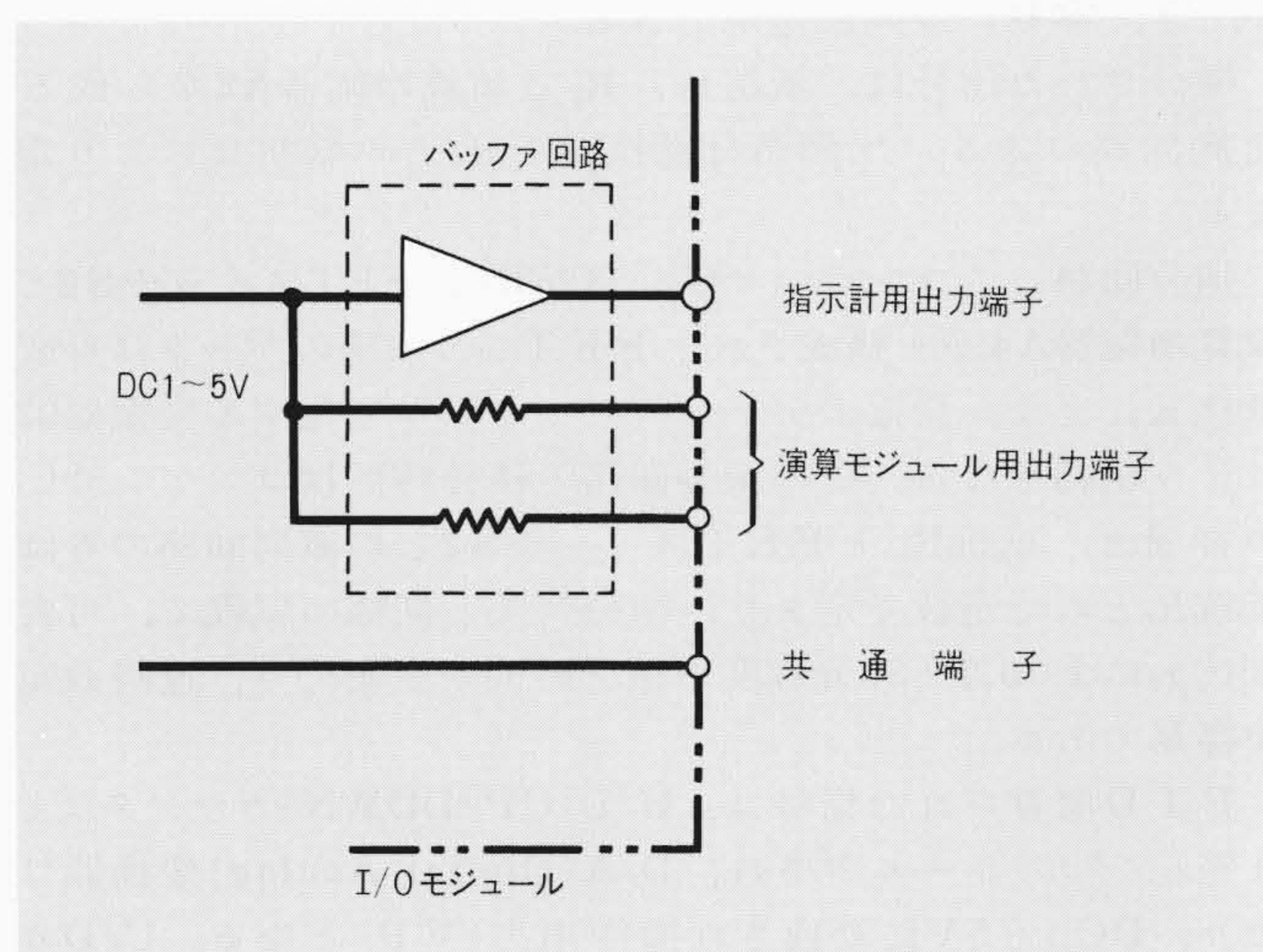


図5 出力のバッファ回路 バッファ回路により、相互干渉なく出力を独立に取り出すことができる。

の入力を、演算信号であるDC 1~5Vにここで変換する。このような電圧受信にすることによって、ラック内配線を簡素化するのに役立っている。

また、温度信号の直線化、差圧信号の開平演算⁽²⁾などの機能も付加することができるので、このために特別なモジュールを特に必要としない。

(3) 信号分配

変換されたDC 1~5Vの演算信号を、PIDその他演算モジュール、計算機などに分配する分配機能をもっている。図5はその回路図で、バッファ回路によって3点までの信号を独立に分配でき、分配先での短絡事故が、他に影響する単純な並列電圧受信方式の欠点をなくした。信号の分配は図4に示すラッピング端子を使用して行なう。

(4) 絶縁

図6にI/Oモジュールによるループ単位の絶縁⁽³⁾の方式を示す。各ループの計器とシステム電源DC 24Vとの間は、DC-ACコンバータのトランス T_s によって直流的に絶縁されている。またフィールドとの間には、入力トランス T_i 及び出力トランス T_o で絶縁することができる。図7に入力絶縁回路部分の原理を示す。入力電圧 E_i はトランジスタチョップ Q で約1kHzの方形波電圧に変調されて絶縁トランス T_i を通る。ICで構成される演算増幅器 A には、電源周波数の半周期だけ電源電圧が印加されて動作状態となる。この周期に演算増幅器の入力が増幅されて出力となる。次の半周期には電源電圧は印加されず、非動作状態となり出力はゼロとなる。このようにして利得をもった同期整流が可能になる。この利得を安定させるために、出力の直流電圧を負帰還して、入力交流電

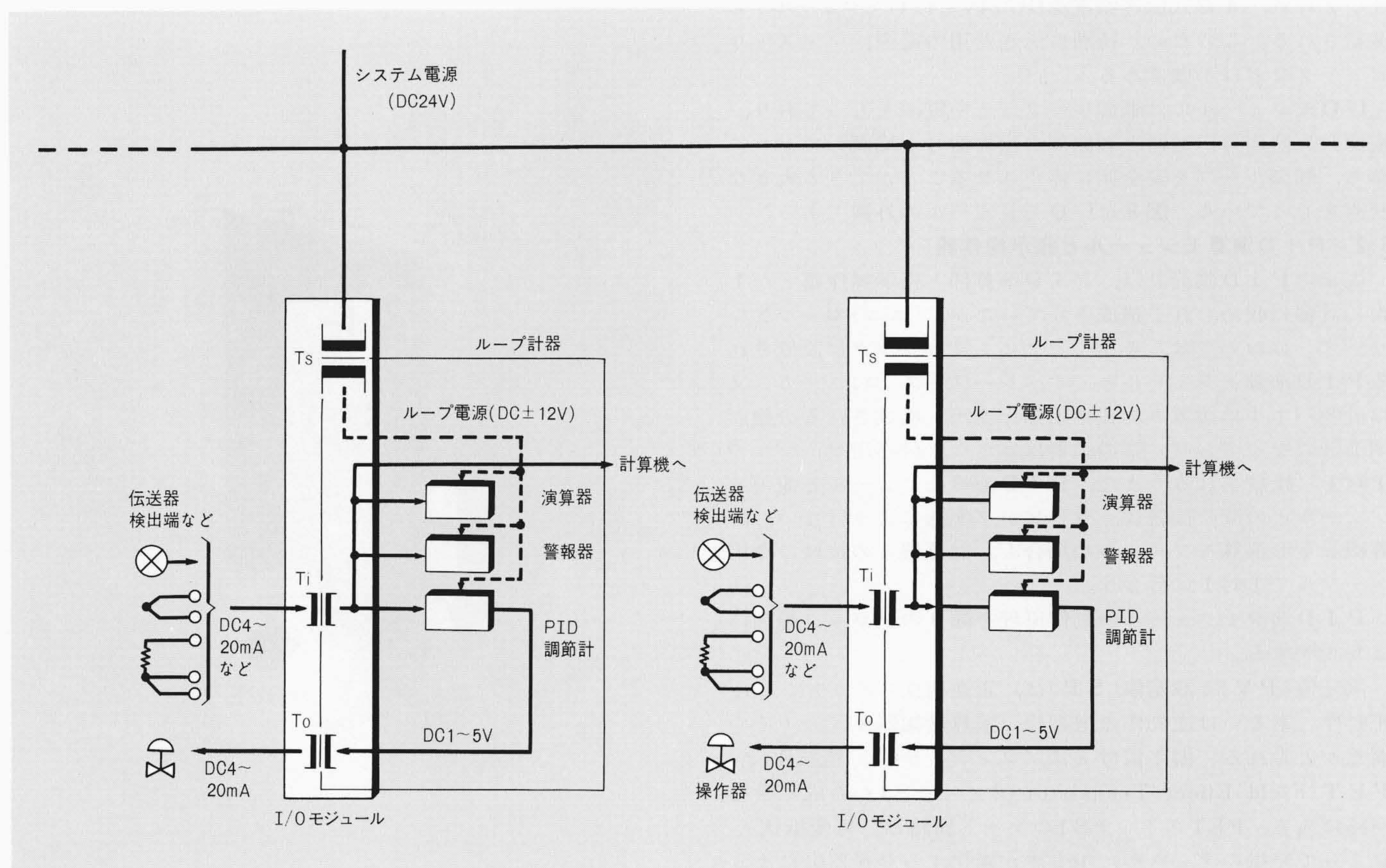


図6 ループ単位の絶縁 各制御ループはI/Oモジュールを中心として、ループ計器で構成され、ループごとに絶縁されている。

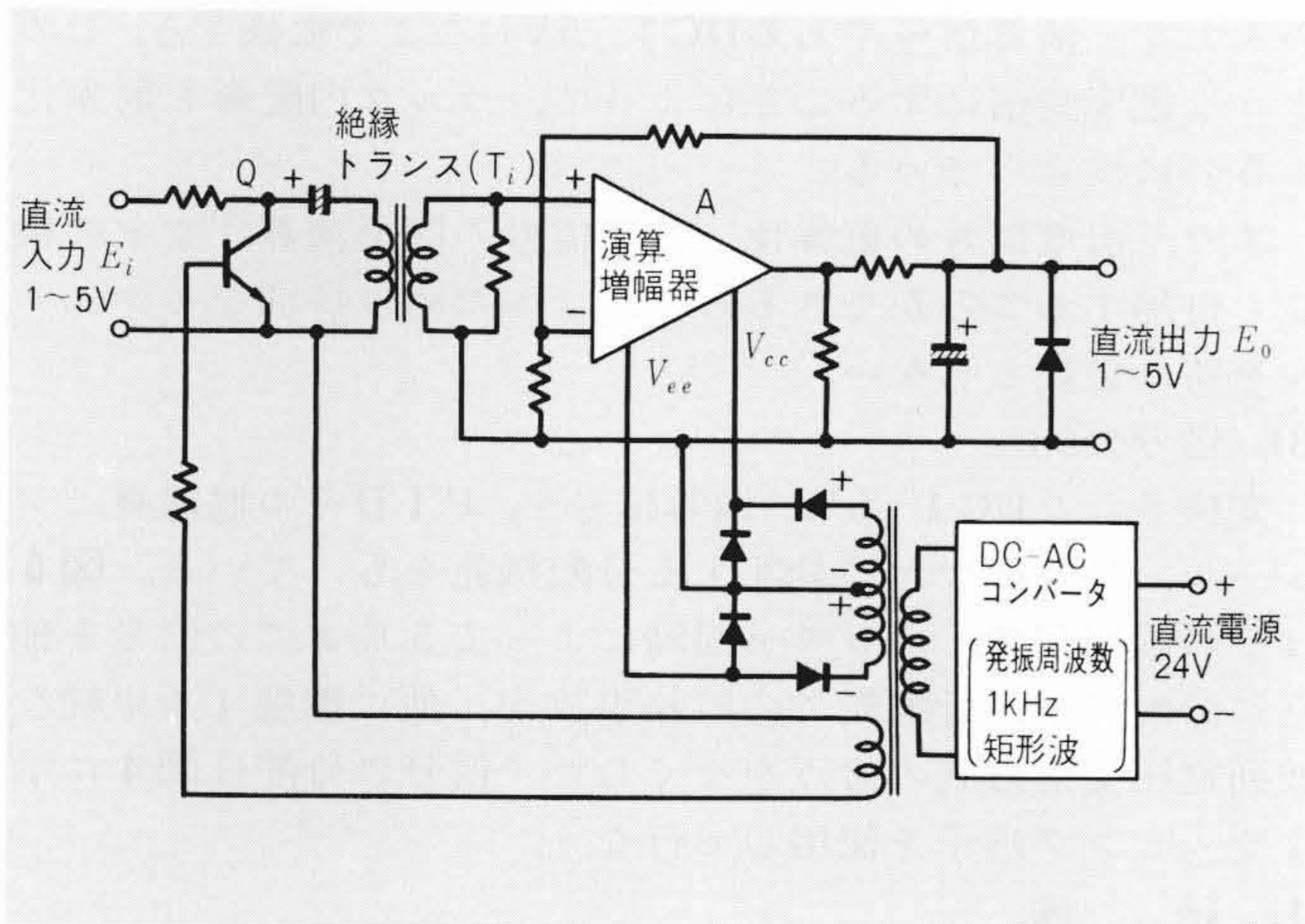


図7 入力絶縁回路 同期整流増幅器を使用して安定度と精度の良い絶縁回路を構成している。

圧と突き合わせている。この独特な帰還方式の結果、演算増幅器の電源回路のフィルタ コンデンサなどが不要になり、回路を簡略化することができた。

以上のように、制御ループ間は相互に完全に絶縁されているため、フィールドでの混触などによるトラブルが、他のループへ波及することを防止している。また、制御ループ相互間が直流的に絶縁されているため、共通線に大きな電源電流が流れて、それが演算誤差になるという従来の電圧受信方式の大きな欠点を解決した。

(5) 電源

ループ内の演算モジュールに必要なループ電源DC±12V、及び2線式、4線式伝送器電源DC 24VもI/Oモジュールから供給される。このため、特別に伝送器用の電源、ディストリビュータなどは不要である。

I/Oモジュールには制御ループごとの電源をもっており、電源喪失時には伝送器と調節部の出力信号が協調してゼロに落ち、制御ループを安全側に停止させることができる大きな利点をもっている。図8はI/Oモジュールの外観である。

3.2 P I D演算モジュールと指示操作器

従来のP I D調節計は、P I D演算部と指示操作器とが1台の計器に収められて構成されていたが、「ユニtrol Σシリーズ」においては、キュービクル、又はラックに設置されるP I D演算モジュールと、オペレータズ コンソール、又は計装パネルに設置される指示操作器から構成される分離形調節計になっており、この両者はコネクタ付専用ケーブルで1対1に接続される。また、P I D演算モジュールと他のモジュールとの間の接続は、ラッピング配線により行ない、計装機設定形演算モジュールの場合も、計装機との接続は専用ケーブルで1対1に行なう。

P I D演算モジュールの動作原理を図9のブロック線図により説明する。

測定値(PV)と設定値(SP)は、正逆切換スイッチにより、正動作、あるいは逆動作の選択後、演算増幅器A1によりその偏差がとられる。偏差信号εは、コンデンサC_D、抵抗R_D、FET(Field Effect Transistor)スイッチS1から成る微分回路に入る。FETスイッチS1のゲート回路は、可変抵抗r_dによって発振のデューティ レシオが変化する発振器01によって駆動される。この微分回路の微分時間は、コンデンサC_Dの容量と、抵抗R_DとFETスイッチS1との直列回路の等価抵

抗R_Dとの時定数で定まる。等価抵抗R_Dは、

$$R_D = R_D' \times \frac{t_{on} + t_{off}}{t_{on}} \dots\dots\dots(1)$$

ここに、t_{on} : FETスイッチS1のオン時間

t_{off} : FETスイッチS1のオフ時間

となるから、抵抗r_dにより発振器01のデューティ レシオを変化させれば、微分時間の変更ができる。通常、微分時間を10分程度にするためには、R_Dの値を数十メガオームにする必要があり、微分時間の遠隔設定は困難であったが、この方式によれば、比較的小さな抵抗値の抵抗r_dにより微分時間の変更ができ、容易に遠隔設定ができる。

微分された信号は、抵抗r_p、R_pと演算増幅器A3から成る比例回路に入る。比例帯は抵抗r_pとR_pとの抵抗比により定まる。

積分回路は、コンデンサC_i、抵抗R_i、FETスイッチS2と演算増幅器A4から構成され、FETスイッチのゲートは可変抵抗r_iにより、発振のデューティ レシオが変化する発振器02により駆動される。この積分回路の積分時間はコンデンサC_iの容量と、抵抗R_iとFETスイッチS2との直列回路の等価抵抗R_iとの時定数で定まり、微分時間と同様の原理で、可変抵抗r_iにより0.1~50分程度の積分時間の変更ができ、遠隔設定が容易である。

P I D演算された信号は、U/D(UP/DOWN)カウンタによりデジタル ホールドされ、D/A(Digital/Analog)変換器により、DC 1~5Vに変換され操作出力(VP)となる。U/Dカウンタへの書込みは、自動運転時にはA4の出力によりオンオフするスイッチS3、S4を通して発信器03からのパルスで行なわれ、手動時には手動スイッチS5、S6の操作により同様

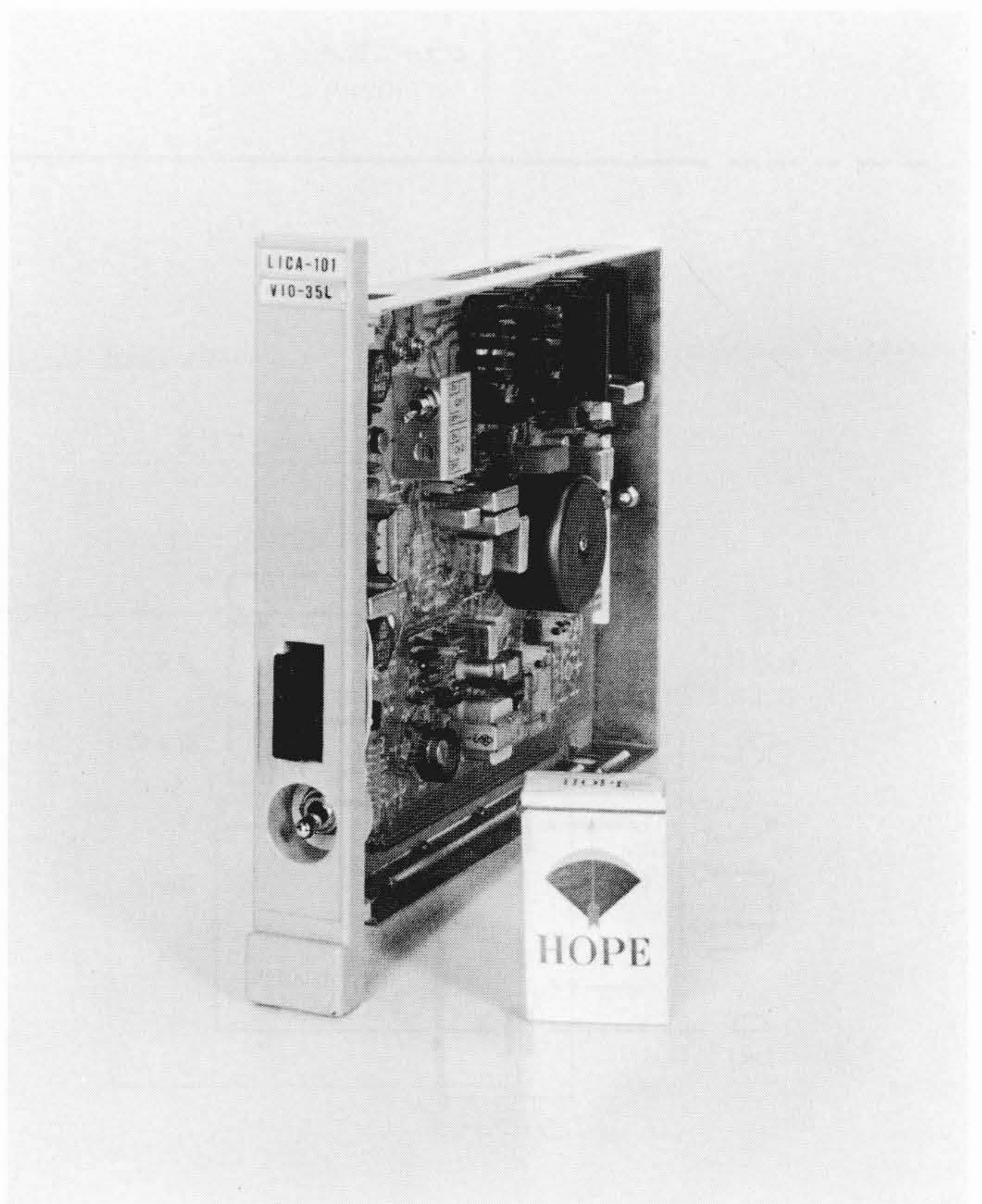


図8 I/Oモジュールの外観 前面の黒い部分が電源ヒューズ、その下に電源スイッチが配置されている。共通ケーシングに収納して使用する。

に行なわれる。

このデジタル ホールド方式の採用により、従来のコンデンサ ホールド方式で避けることのできなかった、ホールド時のドリフトを完全になくすことができた。

以上述べたように、新しい遠隔設定方式の実現により、従来と全く同一の操作方式がとれると同時に、PID設定値の自動変更が可能となった。また、デジタル ホールド方式の採用により、自動-手動運転の切換えがいずれの方向へもバラ

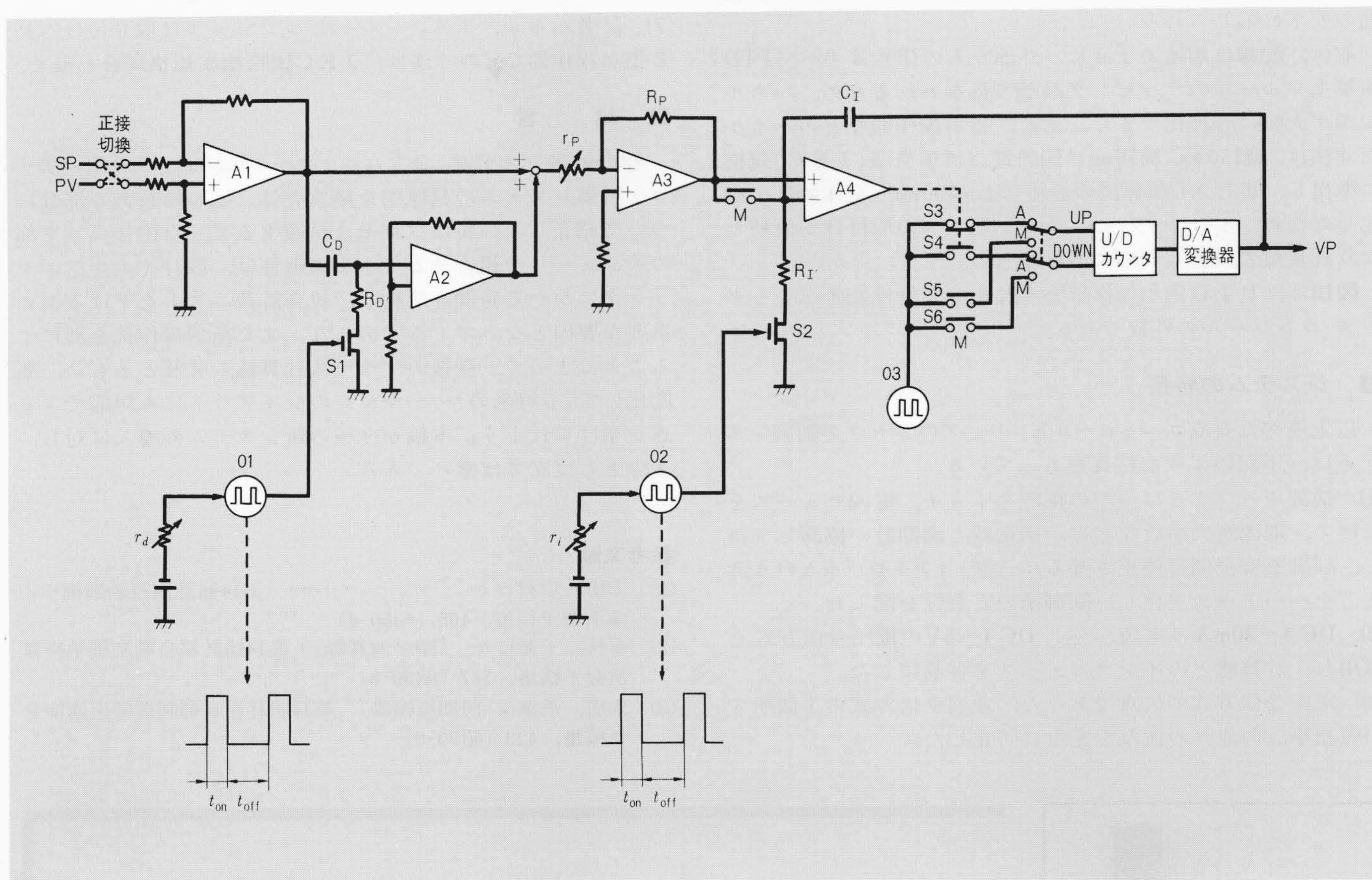


図9 PID演算モジュールのブロック線図 微分、積分、比例の演算を行なうPID演算モジュールのブロック線図で、PIDダイヤルの遠隔設定が可能である。

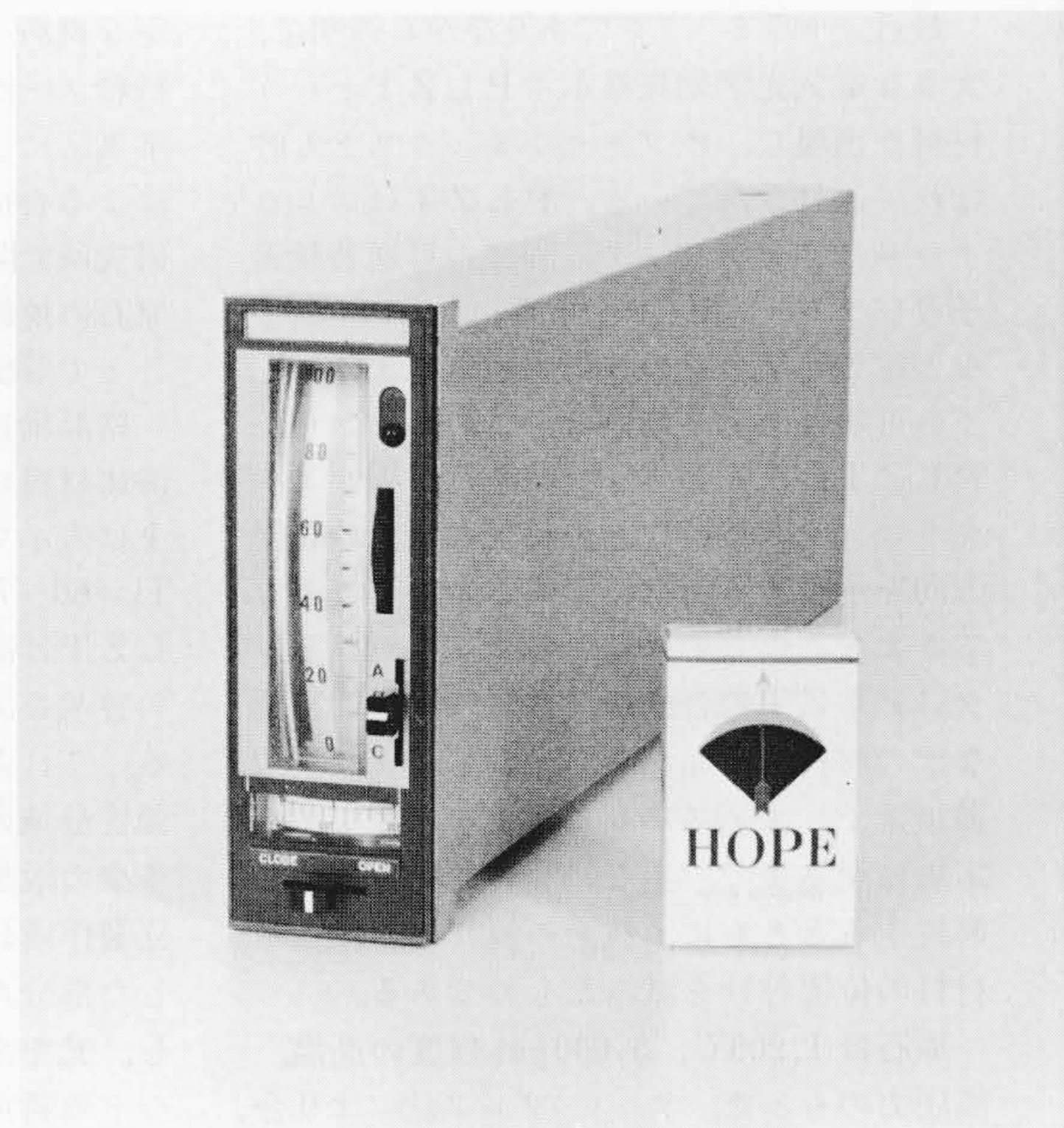
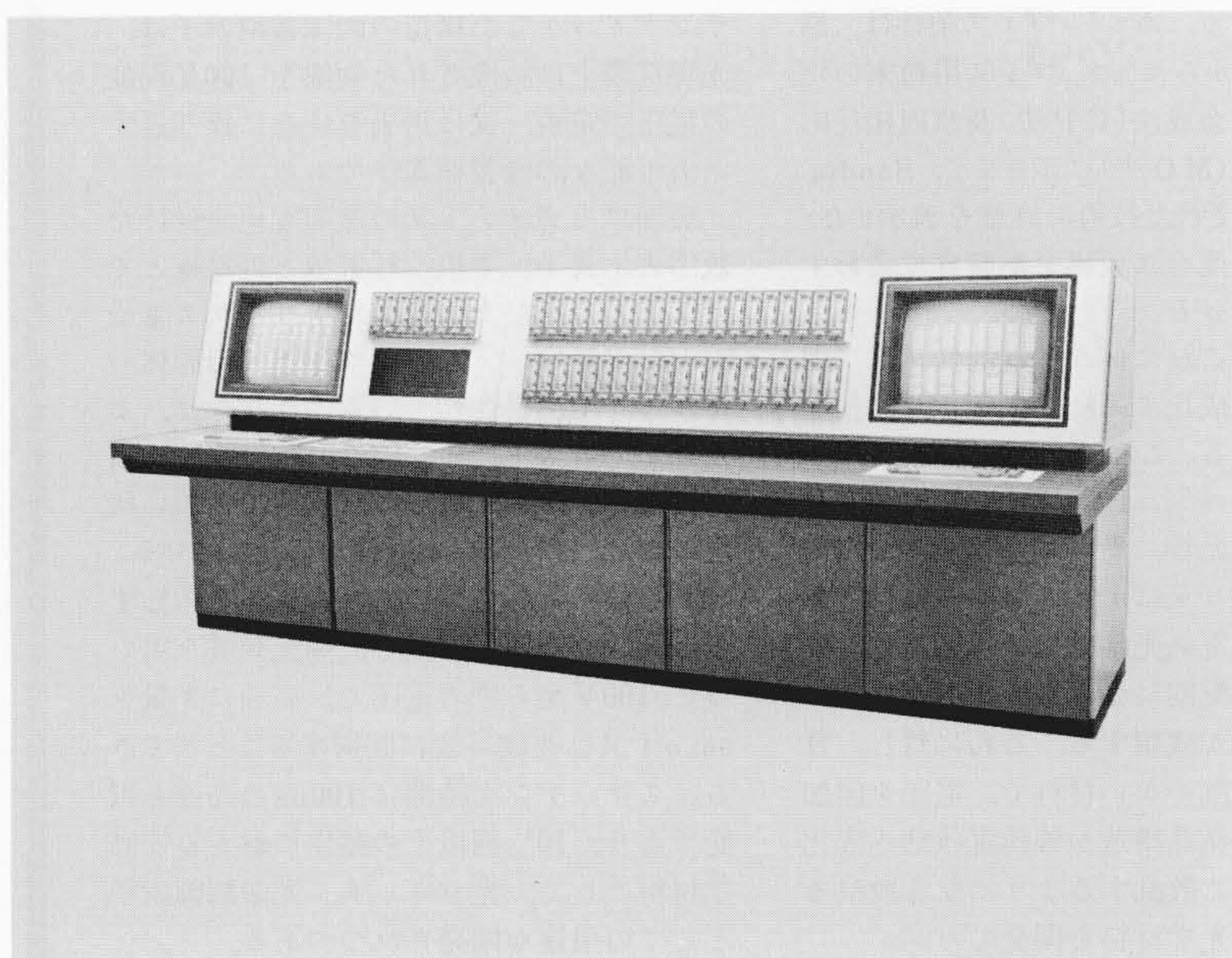


図10 オペレータズ コンソールとPID指示操作器 小形化されたPID指示操作器、DDC用出カステーション、カラーCRTなどが高密度に実装されている。

ンスレス・バンプレスに切り換えられ、且つ、手動運転時のドリフトを完全になくすことができた。

機種としては設定方式により、定値設定、カスケード設定及び計算機設定の3種類、また、指示方式により、集中管理に適した偏差指示と、スタートアップ時に都合のよいフルスケール指示の2種が用意されており、この組合せにより広範囲の要求に応じられる。

取付、配線は前述のように、外部からの信号はすべてPID演算モジュールのラッピング端子で行なわれるため、パネル配線が大幅に合理化できた。また、指示操作器などのパネル面寸法は、縦150mm、横50mmの国際電気標準会議(IEC)規格に準拠し、奥行きも演算部の分離により400mmと全体的に小形化したため、オペレータズ コンソールへの取付けが便利となり計装盤表面積も大幅に減少できる。

図10は、PID指示操作部とそれを取り付けたオペレータズ コンソールの外観である。

4 システムの特長

以上述べた日立ユニtrolΣシリーズのアナログ制御システムは、下記のような特長をもっている。

- (1) 制御ループごとに一つの電源スイッチ、電源ヒューズを設けて、電源喪失事故などに、伝送器と調節計が協調して落ち、制御を安全側に停止させるループコントローラという考え方をハードウェア化し、制御系の安全性を図った。
- (2) DC 4~20mAの電流伝送、DC 1~5Vの電圧受信方式を採用し、計算機とのインタフェースを容易にした。
- (3) 電圧受信方式の欠点であった、並列受信方式の1個所での短絡事故の他への波及を完全に防止した。

- (4) 共通線に発生する電圧が演算誤差となる電圧受信方式の欠点を、ループ単位の絶縁とモジュール配置によって解決した。
- (5) 計器個別の絶縁から、合理的な制御ループ単位の絶縁方式に変更し、安全性、信頼性のよりいっそうの向上を図った。
- (6) 配線の合理化を徹底的に行ない、工事期間の短縮、試運転時のチェックとその後の保守を容易にした。
- (7) 計装パネル、オペレータズ コンソールに取り付けられる指示操作器などの寸法は、IEC国際標準規格に合わせた。

5 結 言

総合計装システム、日立ユニtrolΣシリーズの中のアナログ制御システムの具体的な構成と二、三の特長ある部分について紹介した。特にプロセスに適するよう自由にラック部のモジュールの組合せができる柔軟性は、設計やエンジニアリングにかかる時間を節約し、総合計装コストを下げるため重要な要因となってくるであろう。また指示操作部を別にすることによって、今後のプロセス計算機の普及とともに、高度化してくる将来のマン マシンのレイアウトにも対応できる点が挙げられよう。本稿が今後の新システムの導入に対し、多少とも役立てば幸いである。

参考文献

- (1) 末広、中村ほか：「ツェナ バリヤ」 第14回計測自動制御学術講演会予稿集、405 (昭50-8)
- (2) 倉持、千葉ほか：「開平演算器」 第14回計測自動制御学術講演会予稿集、387 (昭50-8)
- (3) 末広、千葉：「同期増幅器」 第14回計測自動制御学術講演会予稿集、423 (昭50-8)

論文抄録

オプトセラミックスの画像技術への応用

日立製作所 熊田明生

テレビジョン 29-8, 600 (昭50-8)

最近、セラミックスでありながら透明で、大きな電気光学効果を示すPLZTという材料が出現し、オプトセラミックスとも呼ばれて注目されている。PLZTはエレクトロニック光シャッタ、画像の可逆蓄積素子及びフレーム メモリ付ディスプレイ素子など電気光学分野の技術課題へのアプローチの可能性を示している。このことから、PLZTはテレビジョン技術及び画像エレクトロニクス技術などの将来の新しい発展方向を示唆する新材料であるとみることもできよう。ここでは、このオプトセラミックスPLZTの合成法、性質、機能的特長などの材料的な面から、光シャッタ、画像蓄積素子、ディスプレイ素子などデバイス応用に至るまで、主な研究の成果を展望し解説するとともに、技術の流れにおける本材料の位置付けを試みたものである。

原石は1,200°C、3,000psi程度の高圧、高圧力のもとで、ホット プレス法により合成されるので、液晶などに比べ長寿命の安

定な材料である。ホット プレス条件は、原料粉メーカーからホット プレス用粉末の化学反応による合成法(CP法)及び固相反応による合成法(MO法)に至るまで、Sandia研究所で開発された技術の詳細を表示した。原石の焼結の度合は粒界を熱腐食で表わすことで評価できる。

結晶構造とこれに伴う誘電的性質は、固溶体材料の組成比で系統的に変化し、相図上に表示できる。ことに、固溶比Zr/Zr + Ti=60~70モル%、La=7~8モル%のPLZTは高透光性、高コントラストで消去の容易なメモリ又はディスプレイ材料である。これらの電気光学効果は、強誘電、強弾性分域の再配向によるものであり、常に多少の散乱光が残留する。これに対し、日立製作所は散乱のない材料で、電圧を印加した部分だけ結晶構造が強誘電状態へ変化し、光を激しく散乱するようになる散乱モードの新電気光学材料を開発した。

これらの薄板を光導電膜と透明電極とで

サンドイッチした構造の画像蓄積素子は、光導電膜上に結像された画像を100V程度の電圧で定着、又は消去を任意に繰り返す消去可能な画像蓄積素子である。

表面にセグメント状の透明電極を付けた数字表示素子、平板を行電極と列電極とでサンドイッチした構造のマトリックス素子などは平板パッシブ ディスプレイ用固体パネルとして注目されている。これらは、まだコントラスト比の指向性、動作電圧が高いことなどから、直ちには実用できない状況にあり、材料研究の進展が待たれている。

PLZTは等方体であり、電圧を印加すると大きな複屈折が生じ、偏光装置を用いると、100V足らずの電圧で、高速に光量をon, off 又は連続可変に制御することができる。スイッチング時間は100nsの高速も可能であり、10¹¹回以上の動作に耐える安価な材料として、光シャッタ、光量制御素子としての用途が開発されつつある。