

マイクロコンピュータによる全静止形直流エレベーターの開発

Development of Solid State DC Elevators with Microcomputer Control

日立製作所は、直流エレベーターに対する省電力、省スペース、運転制御方式の高機能化・多様化などの要求に対応するため、制御装置のマイクロコンピュータ化を進め、このほど、全静止形直流エレベーターを完成した。

本エレベーターは、群管理制御部及び号機制御部とも、コンピュータを二重系とし、信頼性を向上すると同時に、安全回路についてはフェールセーフ機能をもつリレー回路を最少限残し、人を運ぶ縦の交通機関としての安全性・保全性を確保した。

また、群管理制御には、ホール呼び割当てにミニマックス法を採用し、最高級エレベーターとしてのサービス性の向上を図った。

中里真朗* Masao Nakazato

金子 隆* Takashi Kaneko

島 清哉** Seiya Shima

1 緒 言

エレベーター制御へのマイクロコンピュータの応用は、複数台のエレベーターを有機的に運転制御する全自動群管理制御¹⁾に始まり、近年、量産機種である規格形エレベーターの号機制御装置(単独のエレベーターの運転停止を制御する装置)への応用²⁾が図られるなど、急速に発展してきている。

一方、オイルショック以後の社会情勢の変化に応じて、省エネルギー、ビル空間の有効利用、ビル内交通の効率向上、人間性を重視したサービス性の向上など、エレベーター運転制御に対する顧客の要求は高度化、多様化してきており、特に、直流エレベーターが納入される大事務所ビル、高層ホテルなどにこの傾向が顕著である。

日立製作所では、これらの情勢に対応するため、規格形エレベーターなどで多数の納入実績のあるマイクロコンピュ

ータに、従来から培ってきたエレベーターの制御理論を織り込み、更に、最新のエレクトロニクス技術と計算制御技術を付加した全静止形直流エレベーターを開発した。

本論文では、今回開発した全静止形直流エレベーターのシステム構成とハードウェアの概要、及びその特長について紹介する。

2 システム構成と特長

直流エレベーターの制御システムは、通常図1に示すように、群管理制御装置と号機制御装置から構成される。

群管理制御装置は、各号機制御装置から送信される乗りかごの位置、運転方向、かご呼びなどの信号をもとに、どのホール呼びに、どの乗りかごが応答すべきかを判断し、各号機

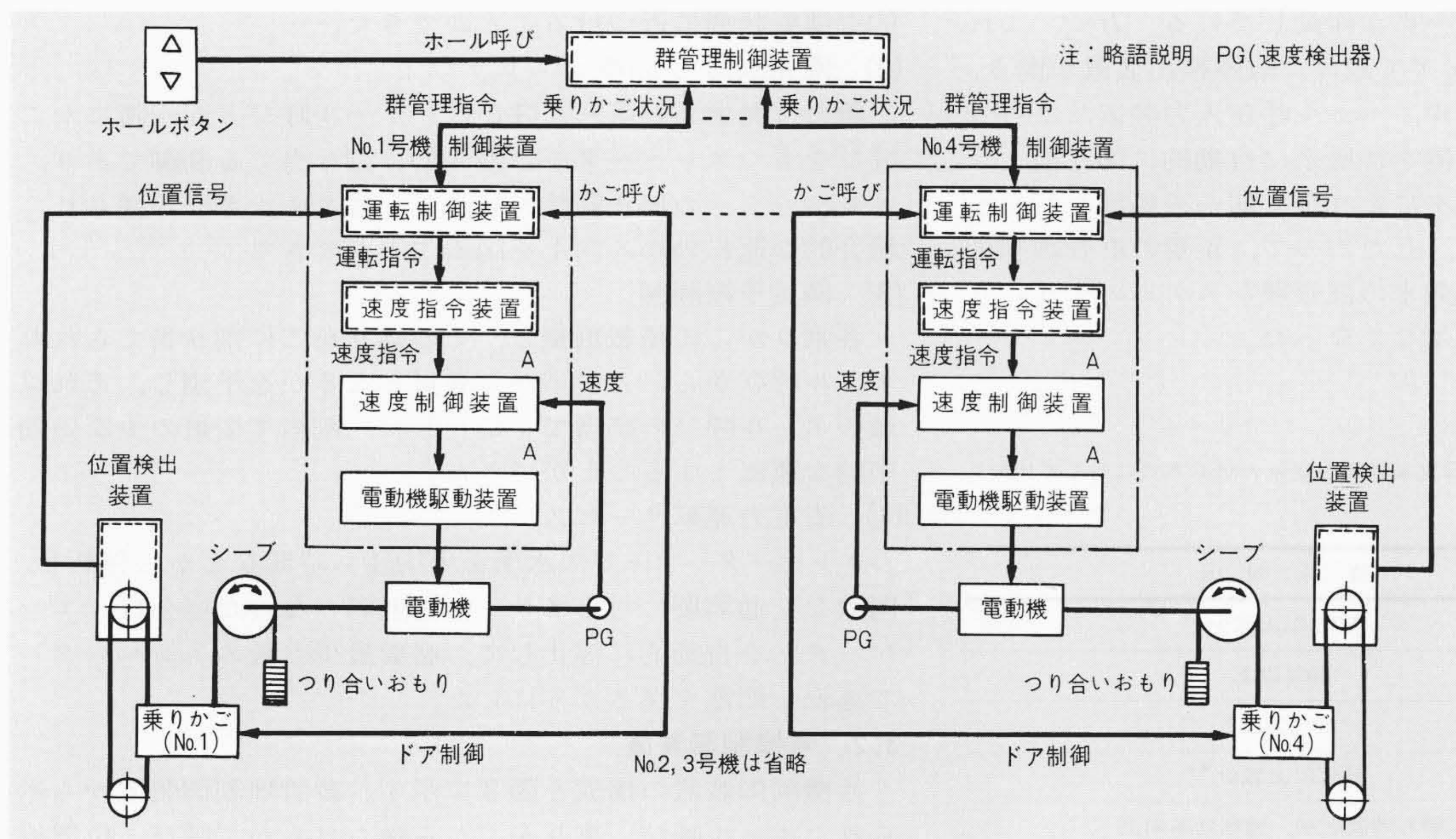


図1 直流エレベーターの制御システム構成 群管理制御装置の管理のもとに、複数のエレベーターが効率的に運行するシステムとなっている。
破線部をマイクロコンピュータ化した。また、A部も静止化した。

* 日立製作所水戸工場 ** 日立製作所研究開発部

制御装置にホール呼びの割当てを行ないエレベーターのグループ管理をつかさどるものである。

群管理制御装置からの信号を受けた号機制御装置内の運転制御装置は、停止すべき目的階と位置検出装置で検出されたエレベーターの現在位置との関係から駆動電動機に運転指令を発し、また、ドアや電磁制動機の制御などを行なう。速度指令装置では、先の運転指令と停止位置までの距離に従って、円滑な速度指令を発生し、速度制御装置では理想的な速度指令と実際の速度が常に等しくなるように電動機駆動装置によって電動機を速度を制御する。

以上のように構成される直流エレベーターは、規格形エレベーターなどの汎用機種に比べて速度制御性能、運転サービス機能とも高度であり、より多くの信号リレー、アナログ演算素子などを使用して制御システムの実現を図ってきた。

これらの制御装置をマイクロコンピュータ化するに当たって、その技術的な可能性を追求すると同時に、信頼性、安全性及び経済性について評価した結果、図1の[]で囲った部分をマイクロコンピュータ化した。その他、更に、電動機駆動装置についても従来の、ワードレオナード方式の電動発電機(M-Gセット)に代わり、既に多数の納入実績のあるサイリスタレオナード装置³⁾に置き換えて静止化の範囲を広めた。

その結果、表1に示すように、従来機種に比べ、省エネルギー、省スペース、信頼性の向上、サービス機能の向上などの面で、顕著な効果が得られた。

3 各装置の概要

3.1 群管理制御装置

3.1.1 ハードウェア構成

群管理制御装置は、先にも述べたように、エレベーターのグループ管理制御を行なう装置であり、各乗りかごの運行状況を把握して、常にシステムとして最良のサービスを行なうように各乗りかごの号機制御装置に運行指令を発するものである。図2に群管理制御装置の構成を示す。

図2に示すように、本システムの群管理制御装置は、制御の中核となるマイクロコンピュータを2システム設け、通常は運転系マイクロコンピュータが作動している。万一、これが故障すると、別ハードウェアで設けた故障検出装置が働き、待機系を作動させるとともに、ホール呼び入力装置及び各号機制御回路への信号伝送装置を待機系に自動的に切り換え、待機系マイクロコンピュータにより全く同一の処理を行なう二重系システムを採用した。したがって、正規の群管理制御装置が故障したときにも、従来の群管理システムのようにサービス機能が低下することはなくなった。

表1 静止化による効果 日立製作所の従来のM-G方式に対して比較したものである。

項 目	従 来 対 比
据 付 面 積	30%以上減少
省 電 力	30%以上
静 止 化 率	90%以上*
故 障 率	50%以上減少**
性能・機能	待ち時間短縮，運転効率向上

注：* マイクロコンピュータ化を図った信号リレー数
従来の信号リレー数

** 電気系統故障率

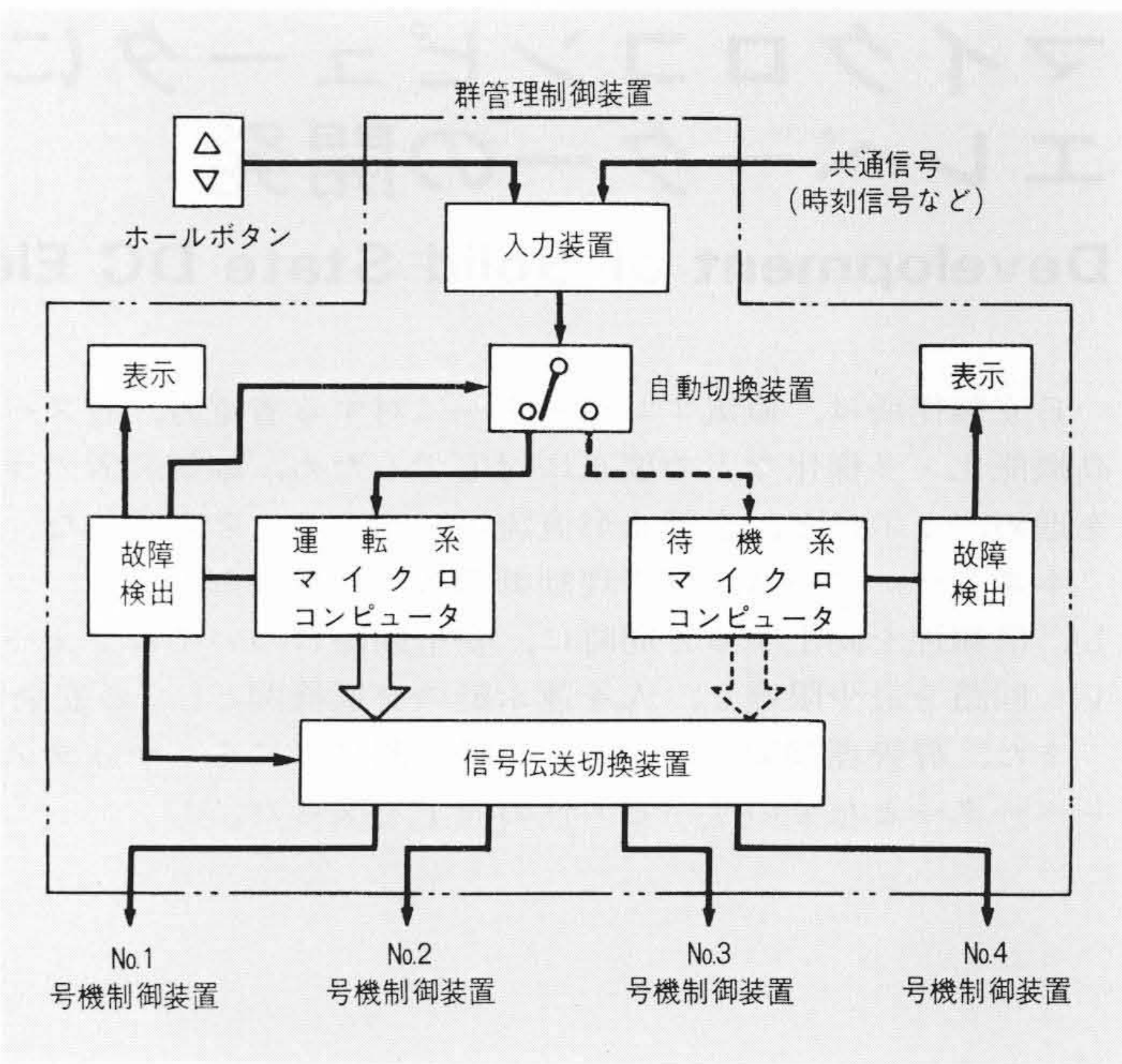


図2 群管理制御装置の構成 運転系、待機系の二つのマイクロコンピュータを設け、マイクロコンピュータの故障によるシステムダウンを防止している(図は4台のグループの場合を示す)。

3.1.2 群管理機能

本システムは、高性能マイクロコンピュータを使用するため、群管理機能も更に高度なものとした。主な群管理機能は次に述べるとおりである。

(1) ミニマックス割当て制御

ホール呼びひとつひとつについて、登録されてからの経過時間と更に到着までの所要時間を予測演算し、新たに発生したホール呼びよりも先方にある、既に割当て済みのホール呼びに対する待ち時間の最大値を比較して、そのうちの最小なエレベーターに割り当てる理論を採用した。その結果、待ち時間が短縮平均化され、また特に長待ちが著しく減少し、理想的な運転状態に近づけることができた。

(2) 優先割当て制御(ロックアウト)

新たに発生したホール呼びは、ホール呼びと同一階にかご呼びをもつエレベーターに優先的に割り当てる制御であり、エレベーターの停止回数を減少し、省エネルギーが図られ、総合的な運転効率の向上を図ることができた。

(3) 満員予測制御

各乗りかごの積載重量と、その乗りかごに割り当てられたホール呼びから、どの階から満員となるかを予測し、それ以後のホール呼びの割当てを禁止して、割当て変更の少ない効率的な運転とすることができた。

(4) 省電力運転サービス

エレベーターサービス水準を平均待ち時間などから判断し、閑散な交通需要に対してサービス過剰となった場合に、エレベーターを自動的に停止して、必要最少台数のエレベーターで運転し節電を図るようにした。

3.2 号機制御装置

号機制御装置の構成を図3に示す。群管理制御装置から送られたホール呼び、乗りかごから送られるかご呼び、位置検出装置から送られる乗りかご位置信号を入力し、主、従二つのマイクロコンピュータにより運転方向の選択、ドア開閉、エレベーターの起動・停止などの信号を処理し、運転制御を

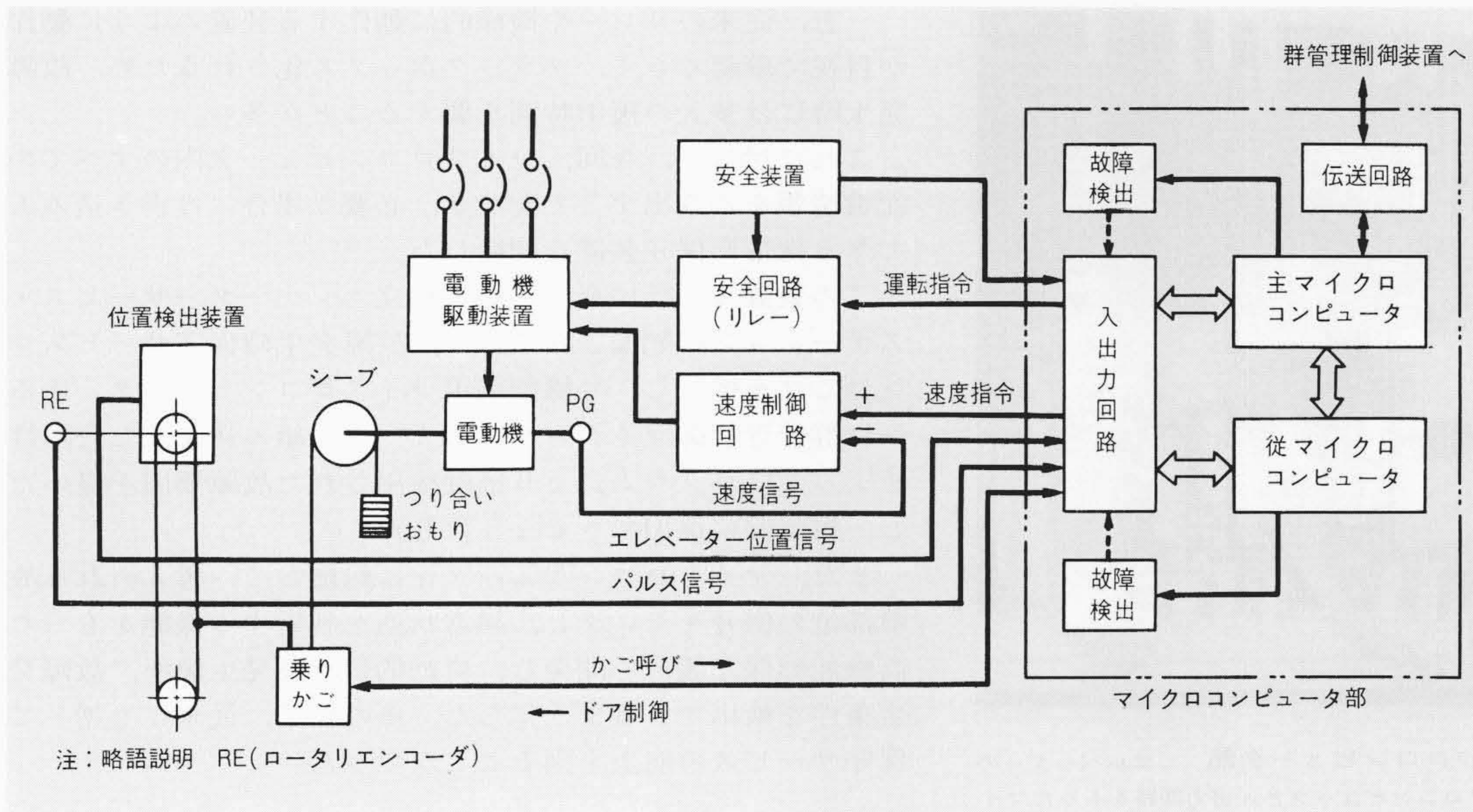


図3 マイクロコンピュータ化した直流エレベーターの号機制御システム構成 主・従二つのマイクロコンピュータにより高速運転を行なう。どちらか一つ故障すると、他のマイクロコンピュータにより最寄り階に低速救出運転を行なう。

行なう。主、従マイクロコンピュータは相互に合理性チェックを行っており、万一運転中に一つのマイクロコンピュータの故障が検出されてエレベーターが停止しても、自動的にこのマイクロコンピュータをシステムから切り離し、残りのマイクロコンピュータによりエレベーターを低速で運転し、乗客を最寄り階まで安全に誘導する。この運転を行なった後、故障したマイクロコンピュータを正常なマイクロコンピュータで診断し正常に戻っていれば、故障履歴を表示しながら正常運転を再開する。

このように、本システムのマイクロコンピュータ構成は、機能分散救出運転二重系システムと故障診断機能を採用し、いわゆる缶詰故障や停止故障の少ない信頼性の高いシステムとなっている。

その他、法令などで決められた安全装置が動作したときにエレベーターを確実に停止させるため、図3に示すように、

有接点リレーで構成された安全回路を設けて電動機駆動装置を制御するシステムとし、安全性を高めた。また、電動機駆動装置は、従来から納入実績のある日立独自のサイリスタレオナード方式を採用した。図4にその概要を示したとおり、電動発電機の代わりに一組みの三相全波サイリスタ変換器を用いている。この方式の特長は、電機子電流 I_a の極性を切り換えずに、電動機の正、逆回転及び力行、回生制御を円滑かつ高信頼度で行なうことである。

以上述べた号機制御装置に内蔵されるマイクロコンピュータ制御装置の一部を図5に示す。

3.3 位置検出装置

本システムの位置検出方式は、図6に示すように乗りかごに固定された金属テープにより駆動されるプーリと、このプーリの軸に取り付けられたロータリエンコーダ(以下、REと略称する。)を設け、REの出力パルスを号機制御用マイクロ

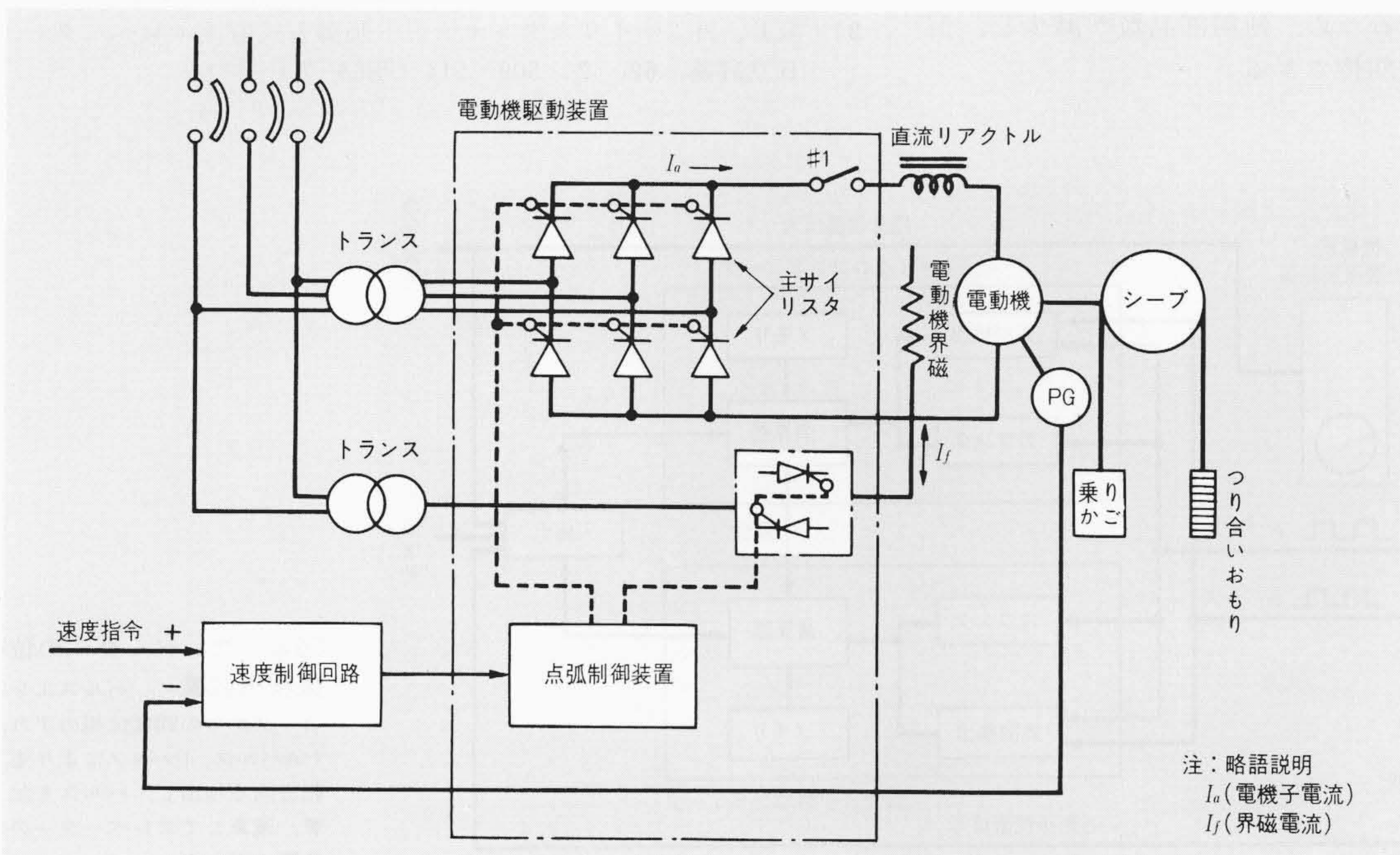


図4 サイリスタレオナード方式の制御系概要 従来の電動発電機に替わってサイリスタを用い、電力変換及び電動機速度制御を行なう。

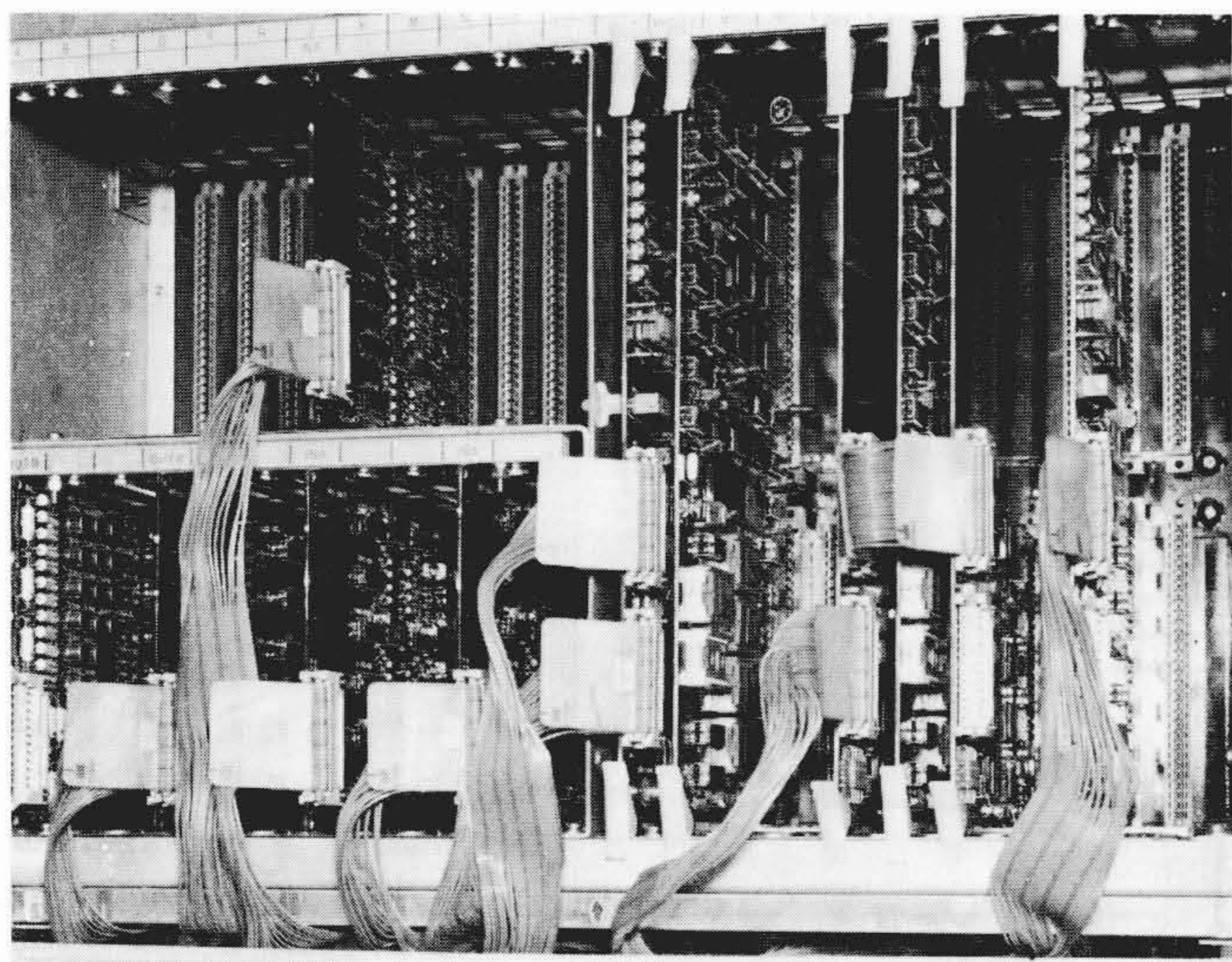


図5 号機制御装置内のマイクロコンピュータ部 エレベーターの号機制御装置には、二組みのマイクロコンピュータと入出力回路をもったマイクロコンピュータ制御装置が内蔵されている。

コンピュータ部に入力して計数と運転方向検出を行ない、マイクロコンピュータによりエレベーターの位置を検出する。REは1パルス当たり約2mmの乗りかごの変位を検出し、乗りかごに直結して回転するので、位置狂いのない高精度の位置検出ができ、従来以上の着床精度、乗心地などの制御性能を得ることができた。

その他、機械室位置検出装置を併設し、エレベーター機械室でエレベーターの運転位置が直接確認できるようにして保守性を高めた。更に、停電時には、これに設けた機械式接点とバッテリーなどの無停電電源により、エレベーター監視盤などにエレベーターの位置も表示できるようにした。この機械式位置検出装置は、従来の約1/2の大きさであり、据付上のメリットのほか、保全性をも改善した。

4 信頼性、保全性の向上

一般に制御装置をコンピュータ化すると、使用部品が半導体化され、高集積度化されるため、使用部品数が減少し、信頼性の向上に大きな効果が期待できる。

一方、従来のリレーや機械的に動作する装置のように動作が目視で確認できず、ブラックボックス化されるため、故障発生時には多大の復旧時間を要することが多い。

これに対して、今回、マイクロコンピュータ内のすべての記憶情報を読み出すことができ、必要な場合には書き込みもできる携帯形保守装置を開発した。

この装置は、既に全国各地の日立エレベーターサービス・ステーションに配備されており、故障発生時保守サービスマンはこれを携行し、号機制御用マイクロコンピュータ、あるいは群管理制御マイクロコンピュータに組み込まれた合理性チェックプログラムにより捕捉検出された故障要因を見だし、短時間に復旧できるようにした。

また、マイクロコンピュータ化に対応して、考えられる故障部位の信号をモニタし、異常状態を判定する機能をもった高機能形保守装置を開発し、自動的に故障発生箇所、故障発生条件を検出できるようにした。その結果、従来にも増して保守サービスの向上を図ることができた。

5 結 言

以上、マイクロコンピュータ制御による全静止形直流エレベーターの概要について紹介したが、本稿でも述べたように、従来の有接点システムに比べ、性能・機能面、信頼性・保全性の面でも格段に優れたシステムとなっている。

したがって、今後、直流エレベーターについても規格形エレベーターと同様に、マイクロコンピュータ制御に切り替えてゆく予定である。

半導体集積回路技術をはじめとしたエレクトロニクス技術は、今後も飛躍的に進歩発展していくことは明白である。日立製作所はこれらの技術を最大限に応用し、更に高機能、高信頼度の直流エレベーターを開発し、顧客のニーズにこたえてゆく考えである。

参考文献

- 1) 岩坂、外：コンピュータによる群管理システム“CIP-3800” 日立評論、61、4、259～264（昭54-4）
- 2) 弓仲、外：マイクロコンピュータ制御による規格形エレベーターの開発、日立評論、61、11、821～826（昭54-11）
- 3) 坂井、外：サイリスタレオナード制御方式直流エレベーター、日立評論、62、7、509～514（昭55-7）

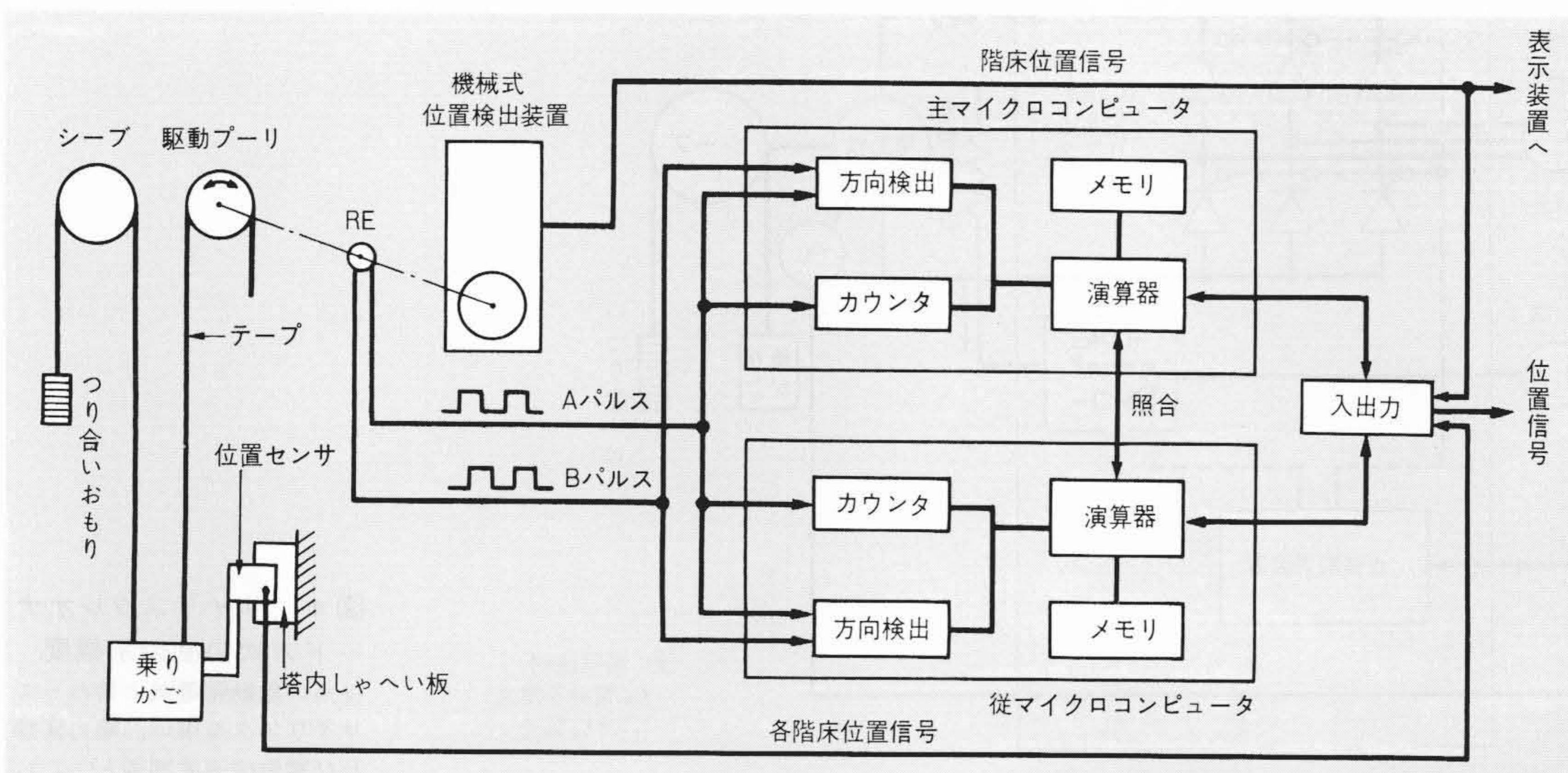


図6 エレベーターの位置検出装置 パルスエンコーダからの90度位相のずれたAパルス、Bパルスにより運転方向を検出し、パルスを加算、減算してエレベーターの位置を求める。