

自動倉庫の新しい制御システム

Recent Control Device for Automatic Warehouse Systems

自動倉庫は、その適用範囲の拡大とともに小形・高性能化が要求され、その制御装置は、近年のエレクトロニクス技術の応用を積極的に図っている。この中で、マイクロコンピュータと光空間伝送装置については、日立自動倉庫システムの大きな特長として実用に供されている。

マイクロコンピュータを使用し、自動運転系を主体とした制御を行なうとともに、マイクロコンピュータのもっている特長を生かし、操作性、信頼性、保守性及び冗長性を著しく向上させた。また、光空間伝送装置の使用により、保守性、信頼性を大きく向上させた。本論文では、この二つの装置について述べる。

古宿英輝* Hideki Furuyado
 吉田 豊* Yutaka Yoshida
 牧野俊昭** Toshiaki Makino

1 緒 言

物流合理化の担い手としての自動倉庫は、その適用範囲をますます広げ、あらゆる産業へ普及しており、このため、操作性、保守性及び信頼性がいっそう要求されるようになった。一方、最近のエレクトロニクス技術は、マイクロコンピュータをはじめとし、急速な発展を遂げている。これらがうまくマッチして自動倉庫の制御装置とし、各種の開発及び適用がなされている。

図1に、自動倉庫制御装置の構成例を示す。自動倉庫専用のマイクロコンピュータとして、ラックに保管されている荷

の状態を管理する在庫管理用マイクロコンピュータ(HAWS-L)、複数台のクレーンの運転管理、コンベヤなどの入出庫設備の管理を行なうマイクロコンピュータ(HAWS-W)及びスタッククレーンの制御を行なうマイクロコンピュータ(HAWS-S)と、規模に応じてそれぞれ使用できるようシリーズ化している。

実際の自動倉庫の運用では、スタッククレーンの行先指示が、マイクロコンピュータ(HAWS-L)から光伝送装置地上局に電圧信号で与えられる。光伝送装置地上局では、与えら

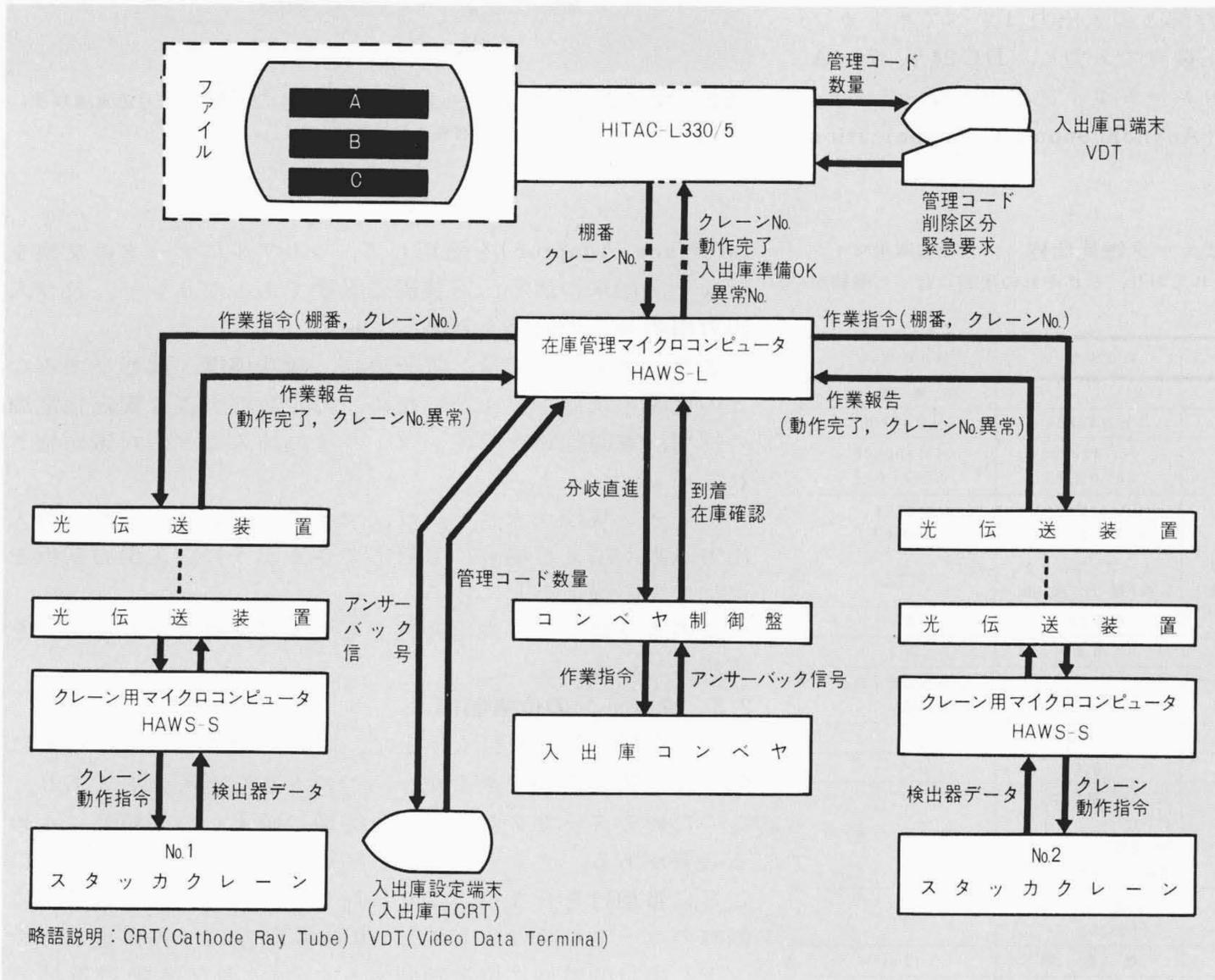


図1 自動倉庫制御装置構成図 在庫管理を行なう場合の全体構成を示す。規模によっては、上位コンピュータとの接続も可能な構成となっている。

* 日立製作所笠戸工場 ** 日立製作所機械研究所

れた情報を光信号に変換して機上局に送る。光伝送装置機上局では、送られてきた光信号を元の電圧信号に復調して、機上のマイクロコンピュータ(HAWS-S)に行先指示として与える。また、スタッククレーンは指示された荷役が完了すると、前述と逆のコースを通過して、作業完了を地上に報告する。マイクロコンピュータ(HAWS-L)は、これらの情報をもとに在庫管理を行なうものである。

本論文では、これらのマイクロコンピュータ、光空間伝送装置について自動倉庫への適用例について概要を紹介する。

2 マイクロコンピュータ

2.1 概要

表1に、自動倉庫用マイクロコンピュータの性能仕様を示す。その特長は、

- (1) 日立マイクロコンピュータシステム“HMCS 6800”を中心に構成されている。
- (2) 自動倉庫としての使用に十分な、RAS (Reliability, Availability, Serviceability)機能をもっている。
- (3) 機能、規模の拡大が容易に行なうことができる。
- (4) ソフトウェアが標準化されており、数々の自動倉庫の実績によりプログラムライブラリが豊富である。
- (5) 耐環境性、耐ノイズ性に優れた装置である。

2.2 構成と仕様

ここでは、HAWS-Sについて述べる。マイクロコンピュータの一般仕様を表2に、外観を図2に¹⁾、その全体構成を図3にそれぞれ示す。

HAWS-Sは機器制御用であるため、制御盤内に組み込まれることが多く、耐ノイズ、耐振動に対して十分な考慮が払われている。したがって、外部との入出力はすべてホットカプラを介して行なわれ、無電圧接点で入力し、DC 24V、70mA程度のリレーを駆動できるリレードライブ出力となっている。また、光伝送装置とACIA(Asynchronous Communication

表1 自動倉庫マイクロコンピュータ性能仕様 自動倉庫用マイクロコンピュータとしてシリーズ化されており、それぞれの用途に合った機能が準備されている。

項目	HAWS-S	HAWS-W	HAWS-L	
適用区分	機器制御	汎用	在庫管理	
使用プロセッサ	HD46802	HD46800	HD46800	
メモリ	EP-ROM	HN462716 (4kバイト)	HN462708 (4kバイト)	HN462708 (16kバイト)
	RAM	HM468A10 (256バイト)	HM472114A (1kバイト)	HM4704 (16kバイト)
入力	仕様	オープンコレクタ 無電圧接点	オープンコレクタ 無電圧接点	TTL
	電圧レベル	DC 24V	DC 24V	5V
	点数	32	64	32
出力	仕様	リレードライブ	リレードライブ	フロッピーディスク 駆動回路
	電圧レベル	DC 24V	DC 24V	—
	点数	16	64	—
直列インタフェース	光伝送装置専用 (RS-232C改良形)	汎用 I/F TTL RS-232C カレントループ } など	同 左	
割込	2点 1レベル (IRQ)	4点 1レベル (IRQ)	—	
インターバルタイム	10/5ms	無制限	10ms	
基板寸法	320mm×300mm	230mm×200mm	同 左	
基板枚数	1	5	10	

略語説明：IRQ(Interrupt Request), TTL(Transistor Transistor Logic)
EP-ROM(Erasable & Electrically Programmable ROM)

表2 自動倉庫用マイクロコンピュータの一般仕様 自動倉庫用として、信頼性を重視した仕様となっている。

項目	仕様
使用温度	0~40°C
保存温度	-15~65°C
周囲湿度	45~85%
電源	AC 100V $\pm 10\%$, 50/60Hz
耐ノイズ性	NEMA ICS 3-304準拠
耐振動	JIS C 0911 II _B 3種準拠
衝撃	JIS C 0912準拠
絶縁耐圧	AC 1,500V 1分間
絶縁抵抗	DC 500V メガーで5MΩ以上
雰囲気	腐食性ガスなきこと。
瞬時停電	30msまで正常動作

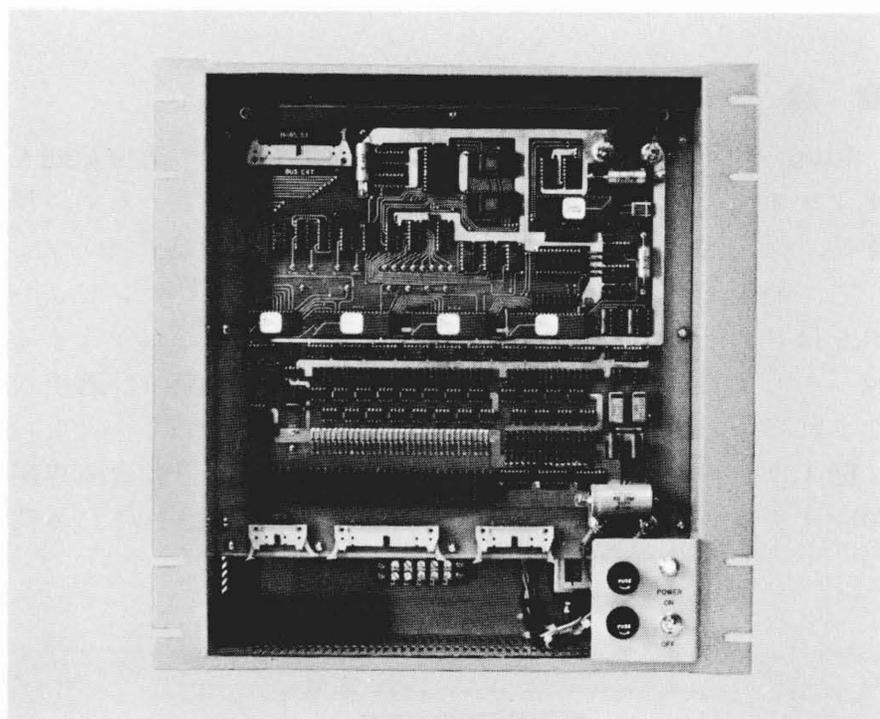


図2 マイクロコンピュータ(HAWS-S)の外観 自動倉庫専用に開発したもので、基板1枚で構成されている。

Interface Adaptor)を使用して、シリアルにデータの交換を行ない、従来の信号伝送装置が必要であったリレー、及び入出力用の多くの回路を省略している。

また、クレーンでは、電圧変動、瞬時停電、波形ひずみなどの電源の状態が良くないため、時定数の大きな安定化電源の採用、電源回路へラインフィルタの挿入などの対策が施されている。

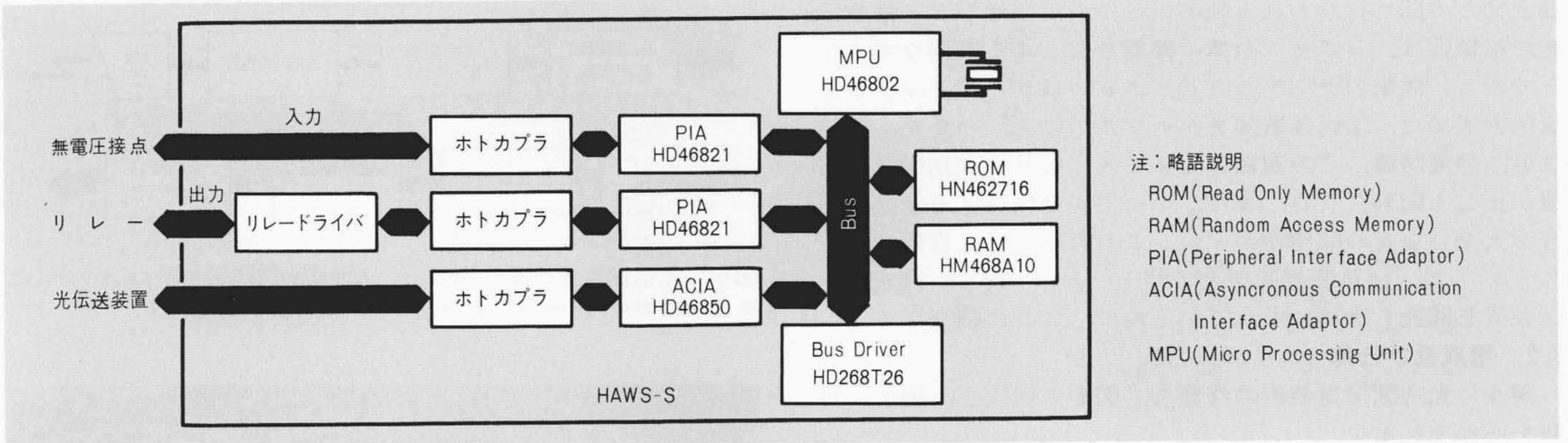
クレーン規模が大きくなり、マイクロコンピュータへの入出力点数が増えた場合にも対応できるように、入出力基板を追加できる構造としている。

このようにして、高信頼性をもつマイクロコンピュータを実現している。

2.3 クレーンの位置制御

自動倉庫の計画を行なう上で、限られたスペースに効率的に物を格納できるかが一つの大きなポイントであり、このためスタッククレーンを目的地に確実に高精度に止める必要がある。クレーンの位置制御は、一般的に棚の各間口ごとに番地付を行ない、これに対し絶対番地方式(各番地に固有のコードを設けるもの)、相対番地方式(各番地をカウントして目的番地に位置制御するもの)、及び準絶対番地方式(基本的に相対番地であるが一定位置を絶対番地とするもの)がある。

日立自動倉庫システムでは、相対番地方式を採用している。



注：略語説明
 ROM(Read Only Memory)
 RAM(Random Access Memory)
 PIA(Peripheral Inter face Adaptor)
 ACIA(Asynchronous Communication Interface Adaptor)
 MPU(Micro Processing Unit)

図3 機器制御用マイクロコンピュータの構成 外部とはすべてホトカプラで絶縁されており、ノイズに強い構成となっている。

この方式で発生する可能性のあるカウントミスに対し、検出器を二つ設けこれらが必ず交互に動作することをマイクロコンピュータでチェックし、設定した番地と違う所に位置決めされることを防いでいる。

目的番地が指令されると、マイクロコンピュータはクレーンの現在番地と比較の上その方向を決定し（走行であれば前進、後進）、更に何番地動くかを演算し前もって決められた速度パターンを選択し、電動機に対し速度指令を出力する。そして、クレーンが動作するとともに番地検出器からの信号がマイクロコンピュータに入力され、これを順次カウントし、所定の番地で減速指令を目的番地で停止指令を出力し、制御するものである。

目的番地に確実に停止しているか否かの確認は、図4に示すように、二つの検出器が共に動作していることをもって行なっている。一方の検出器だけの動作で停止している場合は、バック動作を行ない常に正しく位置決めされたことをもって次の動作を行なっている。日立自動倉庫システムでは、パレット扱いのスタッククレーンでの停止精度は、±10mm以下、バケット扱いで±5mm以下を十分確保し、スペース効率の良い自動倉庫としている。

2.4 ソフトウェア

図5にプログラム構成を示す。プログラムは割込により起動され、機器の制御は機器の進行を管理するプログラムにより各動作のプログラムが選択され、順次制御を行なっている。マイクロコンピュータの機能は、単に従来のリレーロジックの置換だけでなく、下記の点を付加し倉庫として高性能化を図っている。

(1) マイクロコンピュータのもっているメモリ機能を利用することにより、作業内容の複数記憶が可能となり、作業者の

設定作業はクレーン動作とは単独に行なえることによる高効率化。

(2) 機器の各動作の軌跡を特殊ソフトウェアにより、時間監視することによるシステム全体の信頼性向上。

(3) 検出器などの信号のチャタリング、外部ノイズなどに対し、ソフトウェアで再確認を行なうことによるシステムの稼働率の向上。

(4) 自動運転中に発生する異常現象に関し、その経過も踏まえ、その内容を細かく出力し、異常復帰が的確かつ迅速に行なえることによる操作性向上。

日立自動倉庫システムでは、上記(4)の例とし、異常及び運転ミスの内容を二桁の数字で表示し、異常内容に対する対策がエラーコード表によって明確になり、復旧が容易になるとともに多くのランプを盤面上に設ける必要がない。エラーコード表の例を表3に示す。

3 光空間伝送装置

3.1 概要

棚と棚との間の通路内を移動しているスタッククレーンと

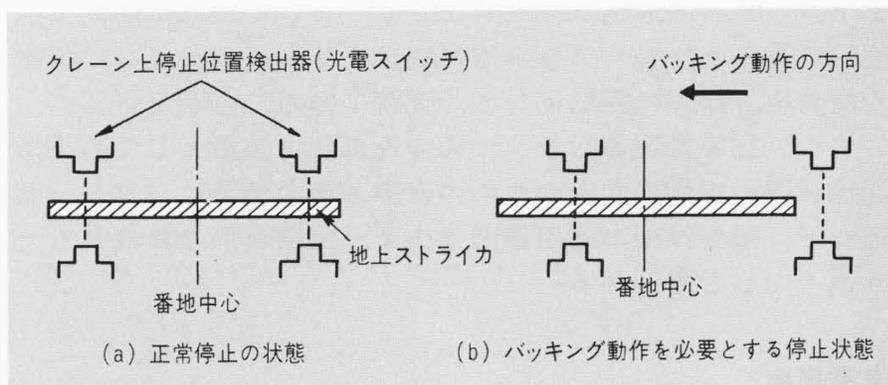


図4 停止検出 検出器はクレーン上に、ストライカは地上に設置される。

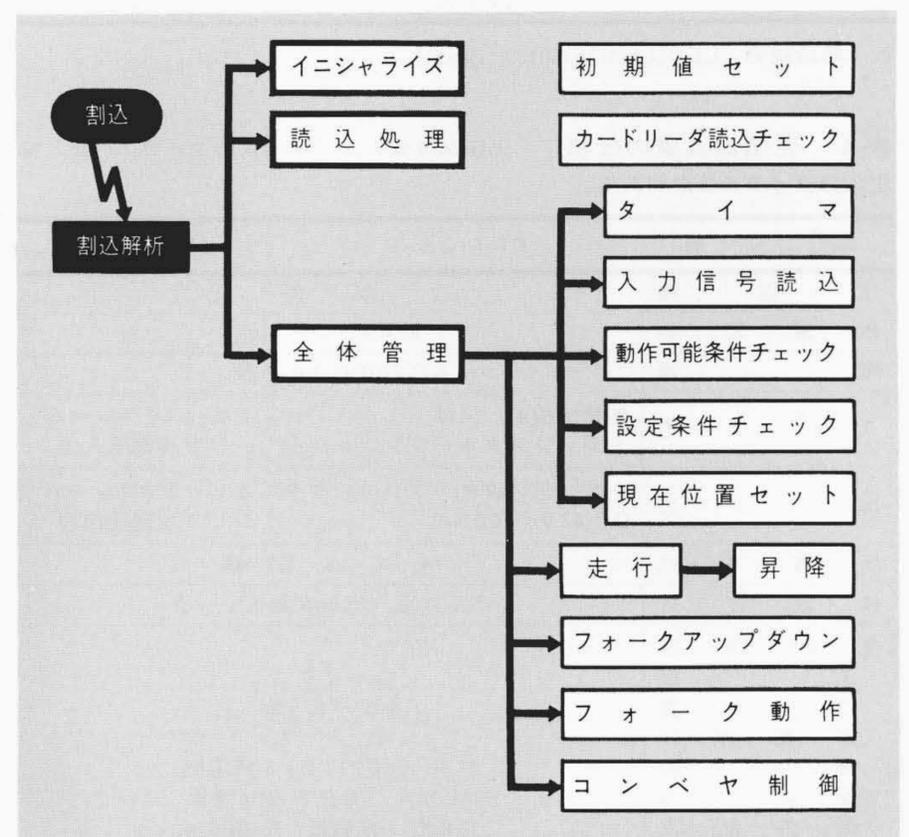


図5 自動倉庫ソフトプログラム構成 プログラムは、割込により起動される。

地上側との間で行なわれる制御信号や表示信号などの信号伝送の信頼性は、システム全体の機能を左右する重要なポイントである。従来のケーブル方式、あるいはサイクリック多重伝送方式では、伝送装置間をケーブルで結んでいたが、電磁誘導、静電誘導、その他電氣的ノイズにより、誤動作及び情報が正しく伝わらない。また、ケーブルを保持する金具の騒音が大きいなどの問題があった。このため、日立自動倉庫システムでは、「伝送装置間を光で結ぶ」という新しい方式の伝送装置を開発し実用に供しているの、ここに紹介する。

3.2 構成及び仕様

表4に光空間伝送装置の仕様を、図6に構成を、図7に外観をそれぞれ示す。

伝送原理は、接点などのビット単位の並列信号を、伝送装置内部に設けられたマイクロコンピュータにより情報処理を行ない、並列情報を時分割の直列情報に変換して、光のパル

表3 エラーコード表の例 二桁の数字のうち、一桁目でエラーを大分類している。

区分	No.	異常名称	異常内容	対策
I	10	誤設定 1F パリティエラー	1Fから読み込んだカードデータの穴の数が奇数でない(破損、汚れも含む)。	1Fシステム異常を押しLEDを消し再度正しいデータをセットする。
	11	1F 棚番エラー	1Fから読み込んだカードデータの指定した棚はない。	同上
	12	2F パリティエラー	2Fから読み込んだカードデータの穴の数が奇数でない(破損、汚れも含む)。	2F No.10と同様
	13	2F 棚番エラー	2Fから読み込んだカードデータの指定した棚はない。	同上
	14	誤設定押しボタン	設定可でないのに読み込ボタンを押した。	次の読み込処理でLED表示はクリアされる。
	15	誤設定 1F 切換スイッチ	1Fから読み込時「入庫」「1F出庫」切換スイッチが、いずれをも指定されていない。	切換スイッチを正しく設定し読み込ませれば、LED表示は消えて読み込む。
	16	読み込処理ミス	1F、2F読み込処理でないのに読み込処理をした。	スイッチ類を再度確認し、正しく操作し直す。

注：略語説明 LED(Light Emitting Diode)

表4 光伝送装置の仕様 光伝送装置には、接点入力タイプのP形と電圧入力タイプのS形がある。

項目	OPTICS-P	OPTICS-S
伝送路	近赤外光	
設置距離	MAX. 150m	
電源	AC100V 50/60Hz	
入力	無電圧接点、又は トランジスタオープンコレクタ	8ビット/フレーム シリアル電圧入力
出力	トランジスタオープンコレクタ DC48V 100mA	8ビット/フレーム シリアル電圧出力
伝送方式	パルス変調	
検定方式	パルス幅、パルス数チェック	
使用環境		
温度	0~40°C	
湿度	45~85%	
有害ガス	なし	
振動	JIS C 0911 II _B 3種準拠	
耐ノイズ	NEMA ICS 3-304準拠	
耐外乱光度	白熱灯・水銀灯 5,000lx 0.5°C(半値幅)	

注：略語説明 NEMA(National Electrical Manufacturers Association)

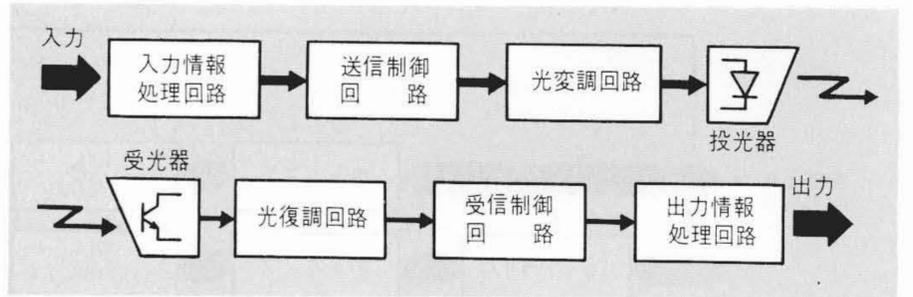


図6 光伝送装置の全体構成 入力された信号を光のパルス信号に変換して遠距離の受信機に送り、受信機により元の信号に再現する。

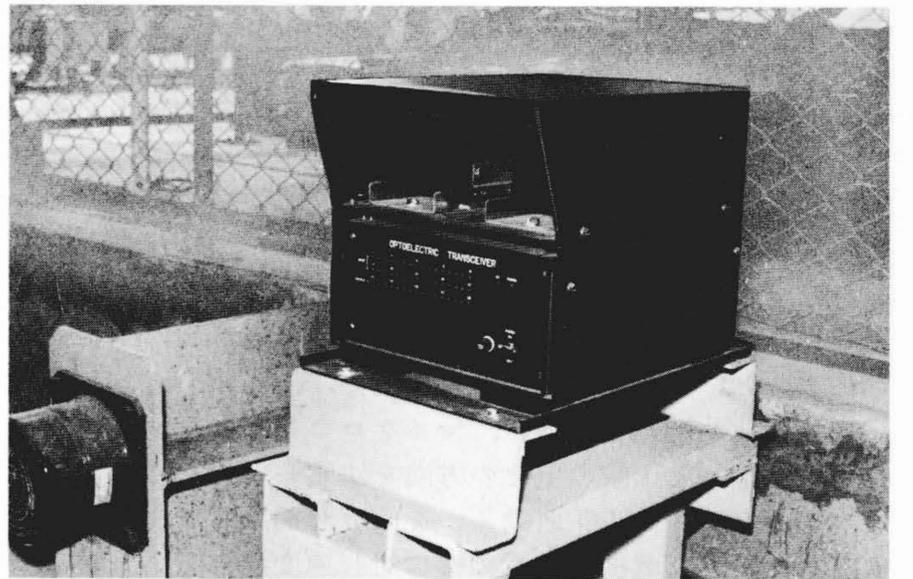


図7 光空間伝送装置の概観 相互に信号をやりとりするため、投光器、受光器が一体となっている。

ス列として送り出し、受信機側のマイクロコンピュータにより送られてきたパルス列を並列情報に再現するものである。

光空間伝送装置は、クレーン上にも設置されるため、耐振動、耐ノイズ、耐外乱光、光軸角度特性などについては、実用性能に対し十分余裕をとった値としている。

3.3 自動倉庫への適用

信号伝送装置として光を使うことにより、下記の効果がある。

- (1) 従来のカーテンケーブルやトロリバーなどのように、機械的消耗部品を使用していないので、保守が容易で信頼性が高い。
- (2) 地上に設置が可能であり、施工費も含め安価である。
- (3) カーテンケーブル方式の場合、ケーブルの寄り付き寸法がスタッククレーン走行路の片側に大きく必要となり、スペース効率を悪化させるが、本方式ではこの寸法を必要としない。このことは、建屋コストをも低減できる。

4 結 言

以上、自動倉庫システムの制御装置について、マイクロコンピュータ、光空間伝送装置について述べたが、今後もエレクトロニクスの急速な発展に注目し、その応用技術開発を積極的に行ない、システムの信頼性をより高めるとともに装置の簡易化、保守の容易化など、改善に努めていきたい。

また、在庫管理を行なうための外部記憶装置としての小形記憶装置、操作性向上のための音声入出力装置、パターン認識など、最新技術の適用範囲は広く、実用に供される日もそう遠くないと思われる。

参考文献

- 1) 古宿、外：マイクロコンピュータの自動倉庫への応用、日立評論、61、257~258(昭54-4)