

小形制御用計算機を用いた自動動作記録装置 (SORP-500/1000)

Automatic Sequential Operation Recorder for Power System

浴 百 合 雄* 溝 口 強*
Yurio Eki Tsutomu Mizoguchi
古 賀 勇 二* 坂 東 忠 秋**
Yûji Koga Tadaaki Bando

For the purpose of saving labor in the analysis and recording of high speed events, the authors have developed an automatic sequential operation recorder (SORP) which records the change of ON-OFF conditions of the events under recording.

This device uses a microprocessor (HIDIC-50). By carrying out programs held in its memory the device realizes its function of automatic recording.

In developing this device consideration was given in incorporating the following methods.

- (1) A method by which a large volume of input can be treated and building block type extension is feasible.
- (2) An events detecting method capable of dealing with a variety of input.
- (3) A method of discriminating operation sequence with high resolution.
- (4) An efficient treating method.
- (5) A versatile format of print-out.

1. 緒 言

電力需要の増大に伴い、電力系統はますます複雑、巨大化している。このため電力供給信頼度の向上、人為的誤操作の防止、省力化を目的とした各種の自動化装置が開発導入されてきた。しかし各種の自動化装置および給電指令によって行なわれた電力機器の操作はほとんど運転員によって記録されている。一方、電力系統に事故が発生した場合、保護継電装置の動作を刻明に記録して事故様相把握(はあく)の一助としていた。しかし電力系統の拡大とともに、多種多様の保護継電装置が設置され、系統内各所の同時事故や複雑な多重事故のような場合、保護継電装置の動作をすべて時系列に記録することは困難になってきている。このため今回操作記録の省力化や保護継電装置の動作などの高速度時系列的記録を目的としてマイクロプロセッサ (HIDIC 50) を中核とした自動動作記録装置を開発した。この装置は電力系統の保護継電装置の動作、電力機器の動作記録はもちろんのこと、他の一般生産工場、試験装置など広範囲な用途を持っている。以下本装置の方式、構成、プログラムについて述べる。

2. 自動動作記録方式

2.1 入力種別

一般に入力の状態変化にはONとOFFがある。したがって入力種別に応じて、

- (1) 保護継電装置の動作やその他の制御装置の操作指令のように入力信号のONのみを記録するもの(以後片方向性入力と呼ぶ)

- (2) しゃ断器や断路器の状態監視のように入力信号のON, OFF両方とも記録するもの(以後両方向性入力と呼ぶ)

がある。ONのみ記録するようにすれば両方向性入力の場合は動作時閉接点、動作時開接点の2接点が必要になるとともに本装置の入力点数も2倍に増加する。ON, OFF両方とも記録するようにすれば片方向性入力の場合不要な部分まで記録することになる。本装置ではメモリにあらかじめ各入力点に対し片方向性入力、両方向性入力の区別を記憶させておき、プログラムによりどちらの入力種別にも対応できる方式とした。

2.2 分解能

保護継電装置の動作記録では時系列的に正確に記録する必要があるが、動作順序を判別できる時間差を分解能と定義する。保護継電装置の動作時間を約1サイクル(17ms~20ms)とすれば、分解能は10msぐらいあれば動作順序はほぼ明確に記録できるものと考えられる。この装置では一定間隔で全入力の走査を行なっているが、この時間を10msにすることにより10msの分解能を得ている。

2.3 印字バッファメモリと印字速度

入力の状態変化のような事象は全くランダムに起こるが、これを漏れなく正確に記録しなければならない。マイクロプロセッサは10msごとにすべての入力の取込み、入力の状態変化の有無の判定および記憶のような非常に高速処理を行なうのに対し、印字を行なうプリンタは機械的動作を伴うため追従できないので一たん記憶しておくための印字バッファメモリを設けている(ICメモリで構成)。本装置の特長として高能率処理を行なうため上述した二つの動作は同時処理を行なっているため、印字バッファメモリの容量とプリンタの印字サイクルタイム(1行印字する時間)は密接な関係がある。入力信号の変化を検出し、記録すべきもの

* 日立製作所大みか工場

** 日立製作所日立研究所

が次々に印字バッファメモリに記憶されていくが、一方、これを次々に印字記録し記録終了したメモリには、また新しく記憶することができるようになっている。しかし印字バッファメモリの大きさには制限があるので短時間に多くの入力変化が発生した場合はメモリ容量が不足することがある。この現象をオーバーフローという。印字バッファメモリの大きさ、印字速度、事象発生間隔と装置の処理状況の関係は次のように示すことができる。記録すべき変化を検出した時点から時刻 t までの間に x 点の入力変化があったとする。その場合(1)式の条件を満足すればオーバーフローが発生しないといえる。

$$\left. \begin{aligned} x &\leq m & (0 < t < t_1) \\ x - (t - t_1)/t_0 &\leq m & (t_1 \leq t) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(1)$$

ただし、

- $t_0 = 0.7$: 1行印字する時間 (s/行)
- $t_1 = 2$: プリンタのモータが定常回転になる時間 (s)
- $m = 38$: 印字バッファメモリの個数 (個)

図1は(1)式の関係を示したものである。オーバーフローが発生しないためには入力変化発生状況のグラフがオーバーフロー領域に入らないことである。また次々に印字バッファメモリに記憶されていった内容が全部プリントアウト終了する時刻は(2)式で示される直線と入力変化発生状況のグラフとの交点 T_e で示される。

$$x = (t - t_1)/t_0 \dots\dots\dots(2)$$

T_e でいったん印字を終了すると、次に印字を開始するときは再び $t = 0$ から始まる。印字バッファメモリの個数38個 (234ワード、8ビット/ワード) はプリンタのサイクルタイムとの関係を考慮したうえ、大容量変電所において短時間に集中的に事故が起こった場合を想定しても余裕があることを条件に決定されている。なおオーバーフローが発生すればこれを示す印字が行なわれる。

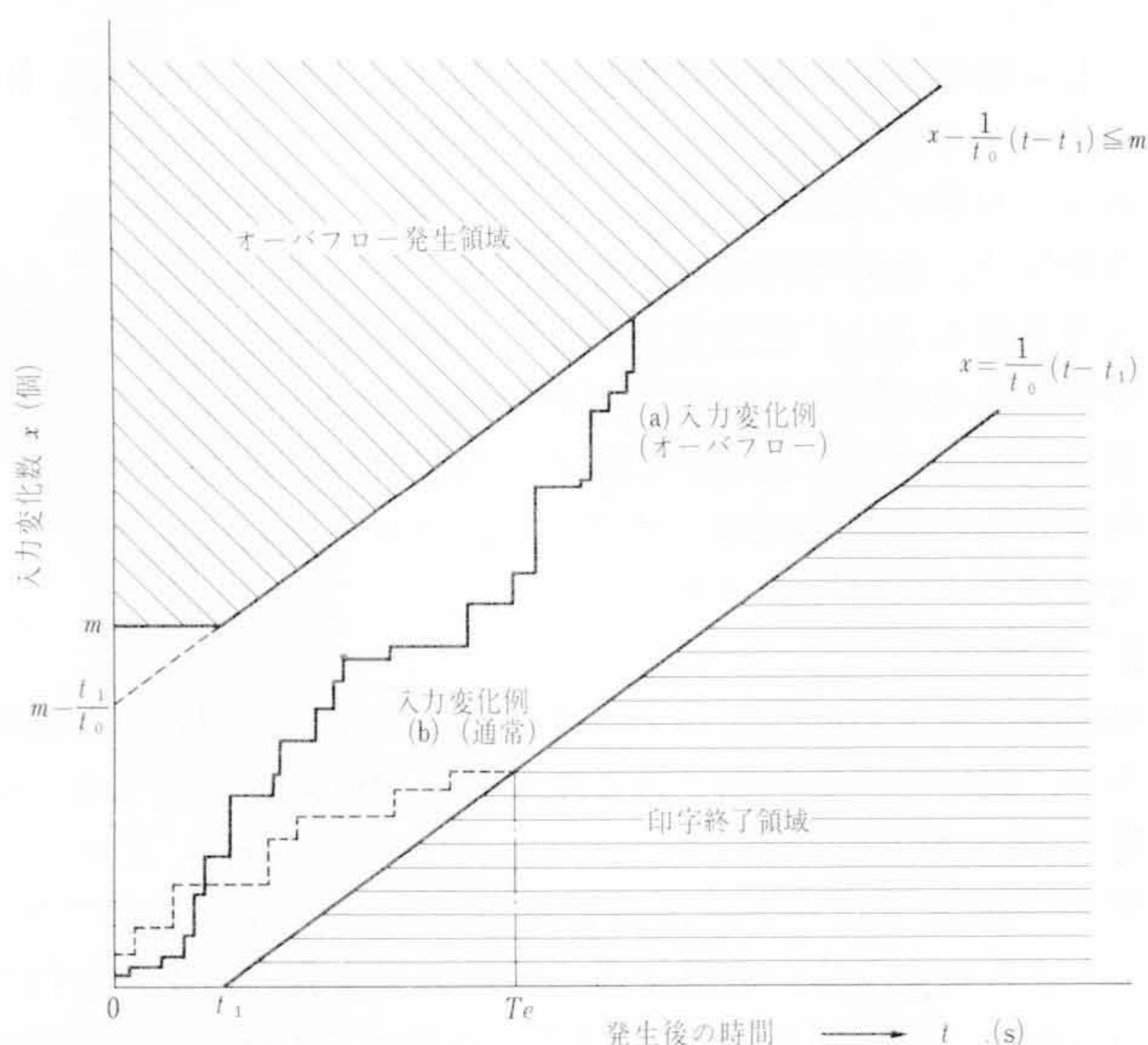


図1 入力変化発生状況とオーバーフロー、印字時間との関係

2.4 印字フォーマット

2.4.1 外部固定メモリ方式

電力系統は常に規模が大きくなっているので設備の増設、改造に対して容易に対応することが必要である。したがって本装置ではすべてを標準化し、その都度異なる印字フォーマットのみを外部固定メモリに記憶させ、新設、改造、増設のいかなる場合でもこの外部固定メモリのみを取替え、変更、追加することで容易に行なえる方式としてある。なお外部固定メモリにはROM (リードオンリーメモリ) を採用している。

2.4.2 多用途

広範囲の用途に供するためプリンタは次のようなものを選定している。つまり刻印文字は特別に製作することにより、英字、数字のみならず漢字、カナ文字、特殊記号など一けたあたり15種類の範囲内で印字が可能である。したがって電力系統の保護継電装置の動作や電力機器の開閉記録、表示のみならず広く一般産業用に適用可能である。また遠方制御装置との結合も可能で無人変電所の記録を制御所で行なうこともできる。

2.4.3 印字フォーマット

本装置のプリンタは21けた/行の印字が可能なので、電力系統の記録業務を主として広く用途を調査した結果図2-(a)に示す印字フォーマットとなった。事象発生時刻を時、分、秒で示しフォーマット1, 2は各入力点に対する名称などで入、切は両方向性入力の場合のみ記録し、「C」は入力信号のON, 「T」は入力信号のOFFを示している。図2-(b)(c)は印字フォーマット例を示したもので、(b)は保護継電装置の記録例で時刻15時23分58秒、750なるしゃ断器が距離継電器第1段(44S1)のA相でしゃ断指令が出たことを示し、これは片方向性入力例である。(c)は遠方制御装置による電力機器の開閉記録の例で6時10分20秒、東京変電所(仮称)でA720なる線路開閉器が開き、6時12分30秒に閉じたことを示し、これは両方向性入力例である。



図2 印字フォーマット

2.5 テスト

この装置全体が正しく動作するかどうかをチェックするために入力端にテスト入力を入れ、出力端において適切な印字を行なうかどうか試験できるようにした。すなわち「試験」スイッチにより時刻とテストを示す印字を行なう。これによりマイクロプロセッサ内の時計の時刻がどのくらいずれているかを試験することもできる。

本装置のおもな仕様は表1に示すとおりである。

表1 自動動作記録装置の仕様

項目	形式	SORP-500	SORP-1000
入力点数		480	992
入力条件		無電圧独立接点、入力信号幅 10ms以上	
入力種別		(i) 信号のON (立上り) のみ (ii) 信号のON, OFF (立上り、立下り) 両方 いずれも記録可能	
分解能		10ms	
印字速度		約 700ms/行 (21けた)	
印字バッファメモリ		234ワード (8ビット/ワード), 38点	
印字方式		入力処理—プリントアウト 同時処理方式	
印字フォーマット		図2参照	
表示出力		無電圧、片側共通接点渡し	
操作電源		AC 100/200V ±10%	50/60Hz ±2 Hz
		電源容量 600VA	
使用温度		0 ~ 40°C	
盤面数		1	2
構造		キュービクル形、前後片開き 幅 700×高 (2,300+110)×奥行 600 (mm)	

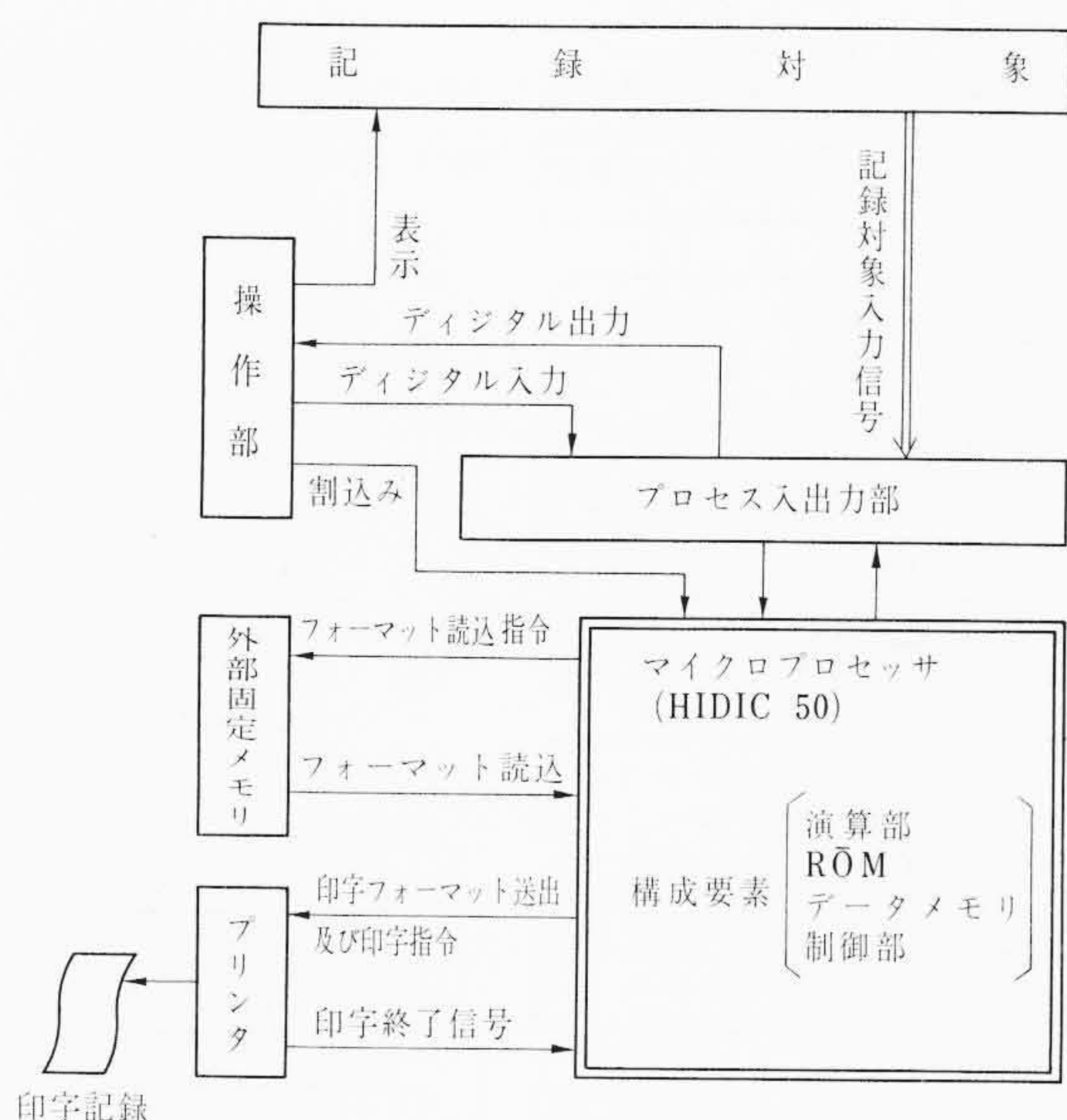


図3 自動動作記録装置のブロック図

3. 装置の構成

3.1 装置の構成

図3は装置のブロック図で、各部の機能は次のとおりである。

3.1.1 操作部

装置の運転、停止、マイクロプロセッサ内の時計の修正、テストなどの指令を割込みまたはデジタル入力としてプロセス入出力部へ渡し、表示などのデジタル出力を受け、接点出力として外部に渡す部分である。

3.1.2 プロセス入出力部

記録の対象とする外部からの入力信号、操作部からの信号をデジタル入力として受け、フィルタ、波形整形を行なってマイクロプロセッサに渡し、マイクロプロセッサからの表示などのデジタル出力を操作部へ渡す部分である。

3.1.3 マイクロプロセッサ

論理演算機能を持つ中枢部で、プログラムを記憶しているROMおよびいろいろな命令を実行する演算部、データを記憶するREAD、WRITE可能なデータメモリおよびプリンタやプロセス入出力部などと演算部とのインターフェースをつかさどる制御部より構成されている。プログラムを実行することにより、(i)入力変化の検出、(ii)記録すべき入力点の記憶、(iii)外部固定メモリより印字フォーマットの読込み、(iv)印字フォーマットのプリンタへの送出など一連の動作指令信号を発する部分である。

3.1.4 プリンタ

マイクロプロセッサより印字指令があれば印字記録を行なう機械的部分で発生時刻、器具名称、入切などを印字する。

3.1.5 外部固定メモリ

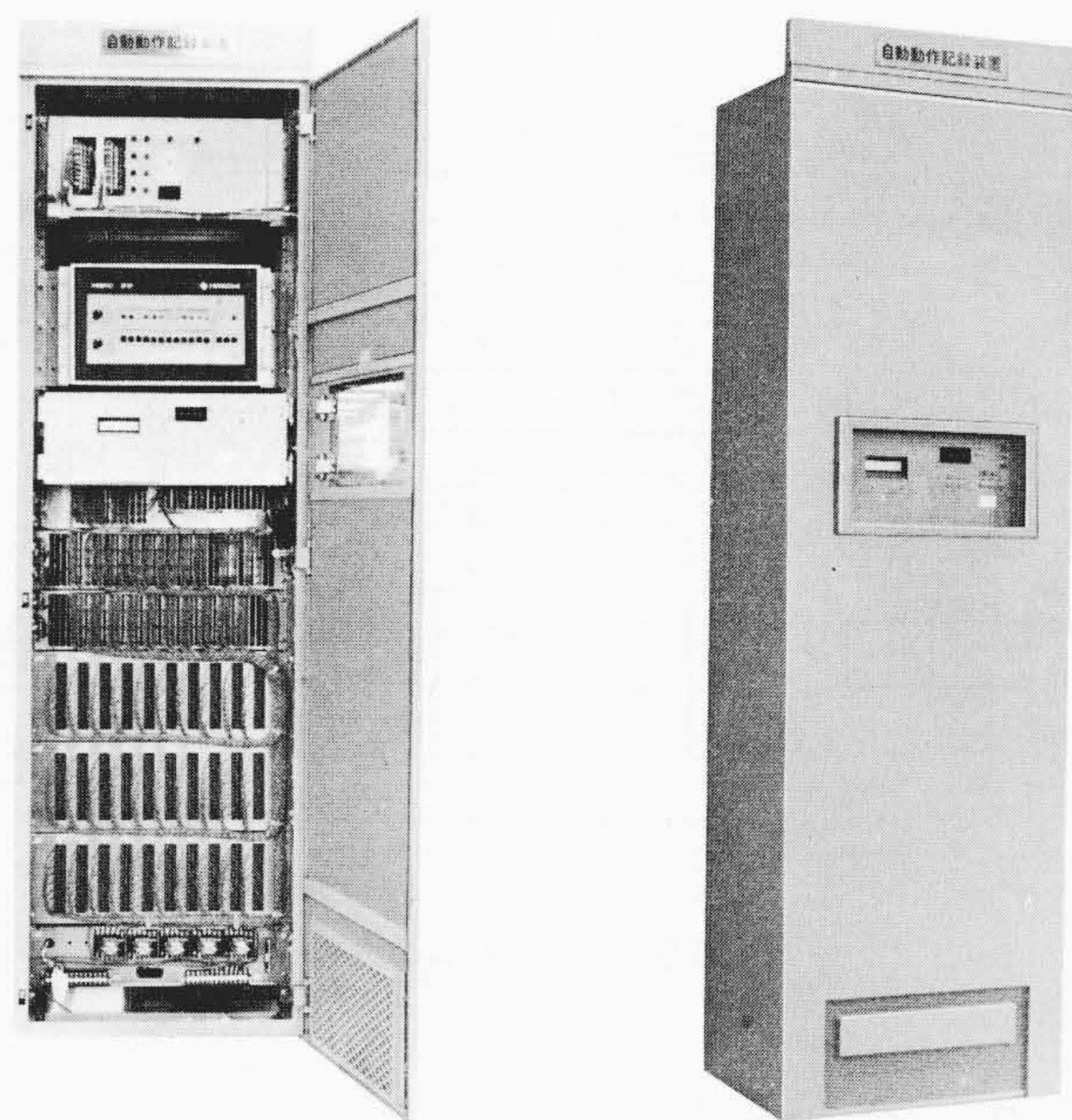
印字フォーマットおよび各入力の方向性を記憶しているROMである。

マイクロプロセッサの仕様は表2に、装置の外観は図4に示すとおりである。

3.2 装置の動作

図3において動作の概要を説明する。2.1で述べたように常時10msごとに記録対象からの入力信号全点をプロセス入出力部を通して走査している。サンプル前の入力データと新たに読み込んだ入力データを比較し、さらに2.1で述べた入力種別を考慮のうえ、変化を検出するとその変化した時刻とその入力番号(各入力点に対し一連番号をつけておく)をいったんデータメモリに記憶する。

次にその番号に対応する印字フォーマットを外部固定メモリより読み込み、再度データメモリに記憶しその印字フォーマットをプリンタに送出する。



(a) 内観

(b) 外観

図4 自動動作記録装置(SORP-500の例)

表2 マイクロプロセッサの仕様

項目	仕様
プログラム	固定プログラム記憶方式
演算方式	8ビット 並列演算 加減算 600ns
数値語	符号1ビット+数値7ビット
命令語	1語命令 12ビット 2語命令 24ビット
命令種類	30種
命令記憶	変成器式固定メモリ
ビット数	12ビット
サイクル・タイム	450ns
容量	1/2/3/4kワード(2kワード使用)
データ記憶	ICメモリ
ビット数	8ビット
サイクル・タイム	60ns
容量	512/1,024ワード(512ワード使用)
割込	16要因
タイマ	1/10/100ms(10ms使用)

3.3 マイクロプロセッサの特長

この装置の中核として使用しているマイクロプロセッサは用途に応じて取替え可能な汎用プロセッサであり、次のような特長を持っている。

- (1) プログラムの記憶には変成器式ROMを使用しているので停電や操作ミスでも破壊されず、また、サイクルタイム 450ns、加減算 600nsときわめて高速である。
- (2) 高信頼度部品の使用、MSI、LSIの採用により部品数の減少、コンパクト化によりプロセス制御用として信頼度が高い。

4. プログラム

マイクロプロセッサは先に述べたように汎用のプロセッサであり、自動動作記録の機能はROMに収納されたプログラムを実行することにより達成している。

4.1 プログラムの構成

プログラムは図5に示すように、制御対象の具体的動作を実行するアプリケーションプログラム（数種類のタスクより構成される）と割込みの受付、入出力制御、タスク群の管理などを行なう管理プログラム（PMSと呼ぶ）より構成される。

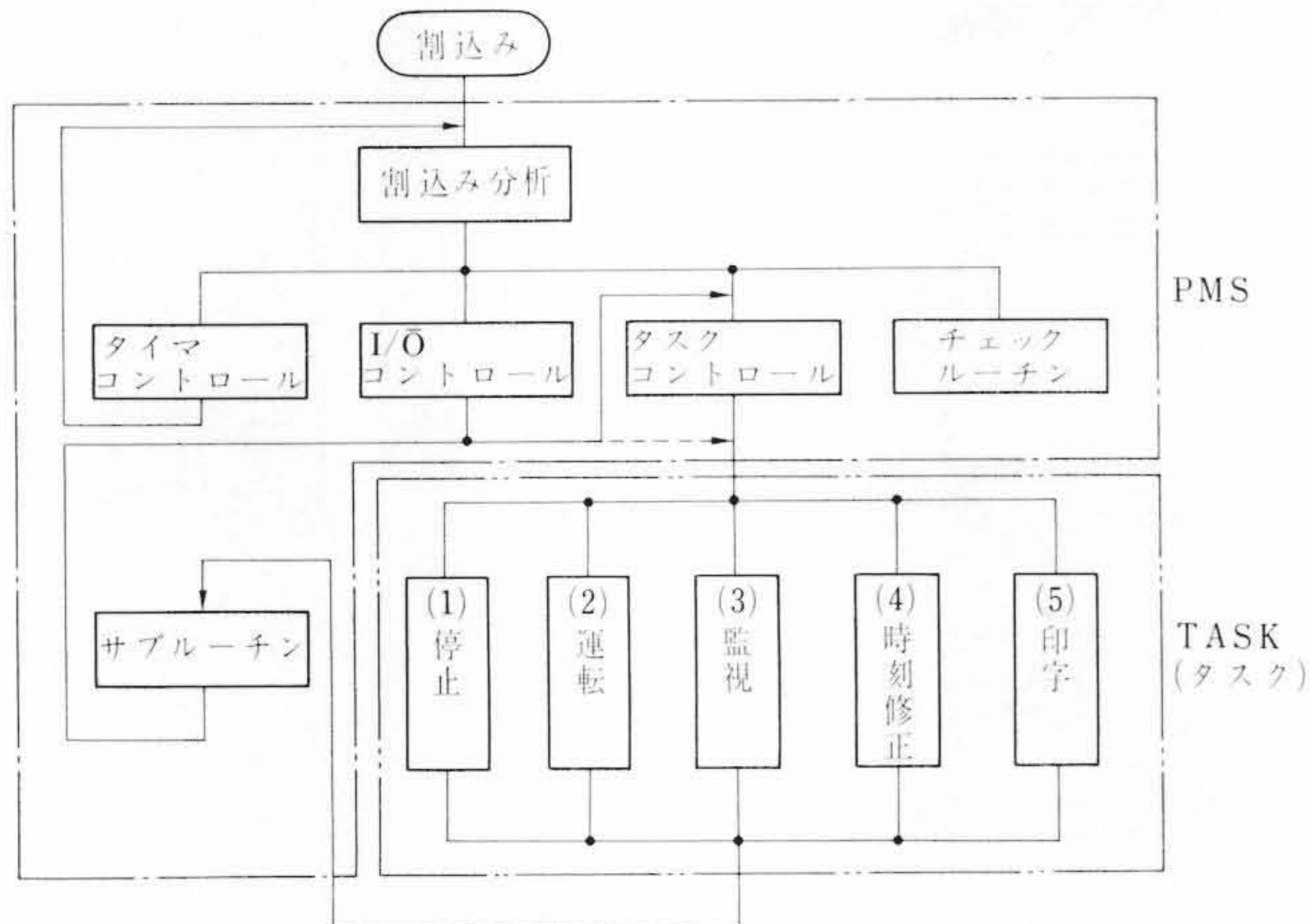


図5 プログラム構成図

4.2 P M S

PMSはマイクロプロセッサの標準プログラムとしていかなるアプリケーションにも応用でき、各種のタスクを能率よく動作させるのが目的でおもな機能を示すと次のとおりである。

- (1) 多数のタスクに優先順位をつけその順位に従ってタスクを動作させプログラム実行の能率を上げる。
- (2) プロセス入出力部、タイプライタ、プリンタなどの入出力制御を行なう。
- (3) 時計の計時機能
- (4) 数種類のサブルーチンを用意することにより、タスク群とのリンケージを容易にしている。

4.3 タ ス ク

自動動作記録の実際の機能を持つアプリケーションプログラムの構成要素で5個のタスクより構成されている。次にその各タスクの概要を示す。

4.3.1 「停 止」

この装置が自動動作記録の機能を持っているとき、「停止」の割込み入力を行なえば機能を停止する。

4.3.2 「運 転」

マイクロプロセッサをスタートさせるとPMSは動作開始するが、タスクは動作せず自動動作記録の機能はまだ持たない。このとき「運転」の割込み入力を行なえばデータメモリのイニシャライズを行ない、「監視」タスクなど必要なタスクを起動して自動動作記録の機能を開始する。

4.3.3 「監 視」

本タスクは次の「印字」タスクとともにこのアプリケーションプログラムの中核をなすものである。10msごとに起動され、10ms以内にすべての入力信号の走査を行ない、入力変化検出を行なう。変化していればその時刻と入力番号を印字バッファメモリに書き込むと同時に「印字」タスクに起動をかける。印字バッファメモリは2.3で述べたような方式で記憶されるもので最後の部分が最初に続くエンドレス形式になっている。多くの事象が発生し、印字バッファメモリがなくなるとオーバーフローを書き込んでおく。「監視」タスクのフローチャートは図6に示すとおりである。

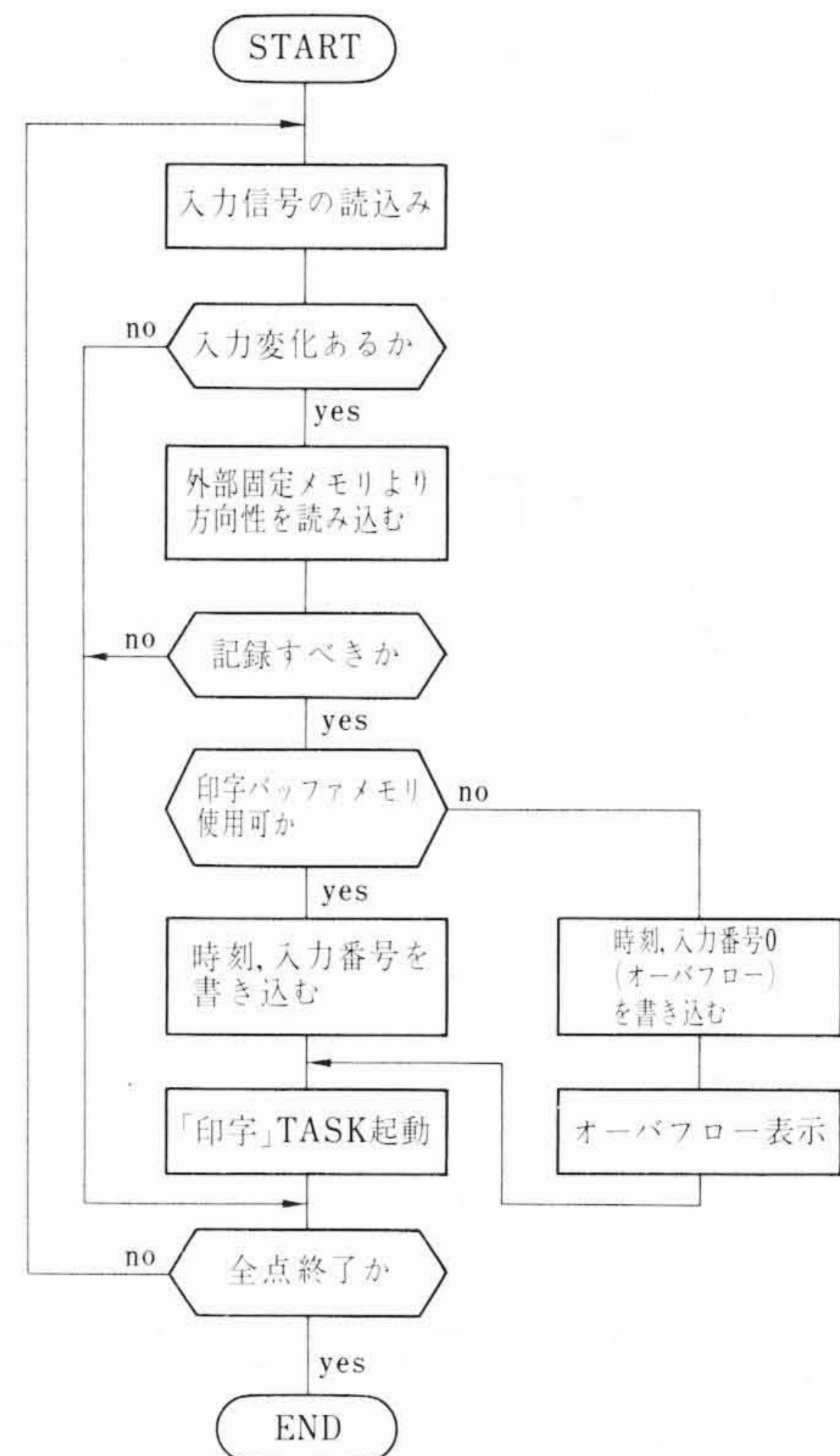


図6 「監視」タスク・フローチャート

4.3.4 「時刻修正」

PMSが動作しておれば時計の計時機能が行なわれているが、PMSが開始したときは0時0分0秒から始まる。また時計はわずかながら誤差を生ずるため適宜修正しなければならない。このためデジスイッチで正しい時刻を設定し、「時刻修正」の割込み入力を行なえばマイクロプロセッサ内の時計が正しい時刻に修正される。

4.3.5 「印 字」

本タスクのフローチャートは図7に示すとおりである。

本タスクは「監視」タスクより起動され、印字バッファメモリ内の入力番号に基づき、外部固定メモリよりその番号に対応する印字フォーマットを読み込み、いったん印字バッファメモリに記憶する。そして時刻を純2進から2進化10進に変換するなどの再

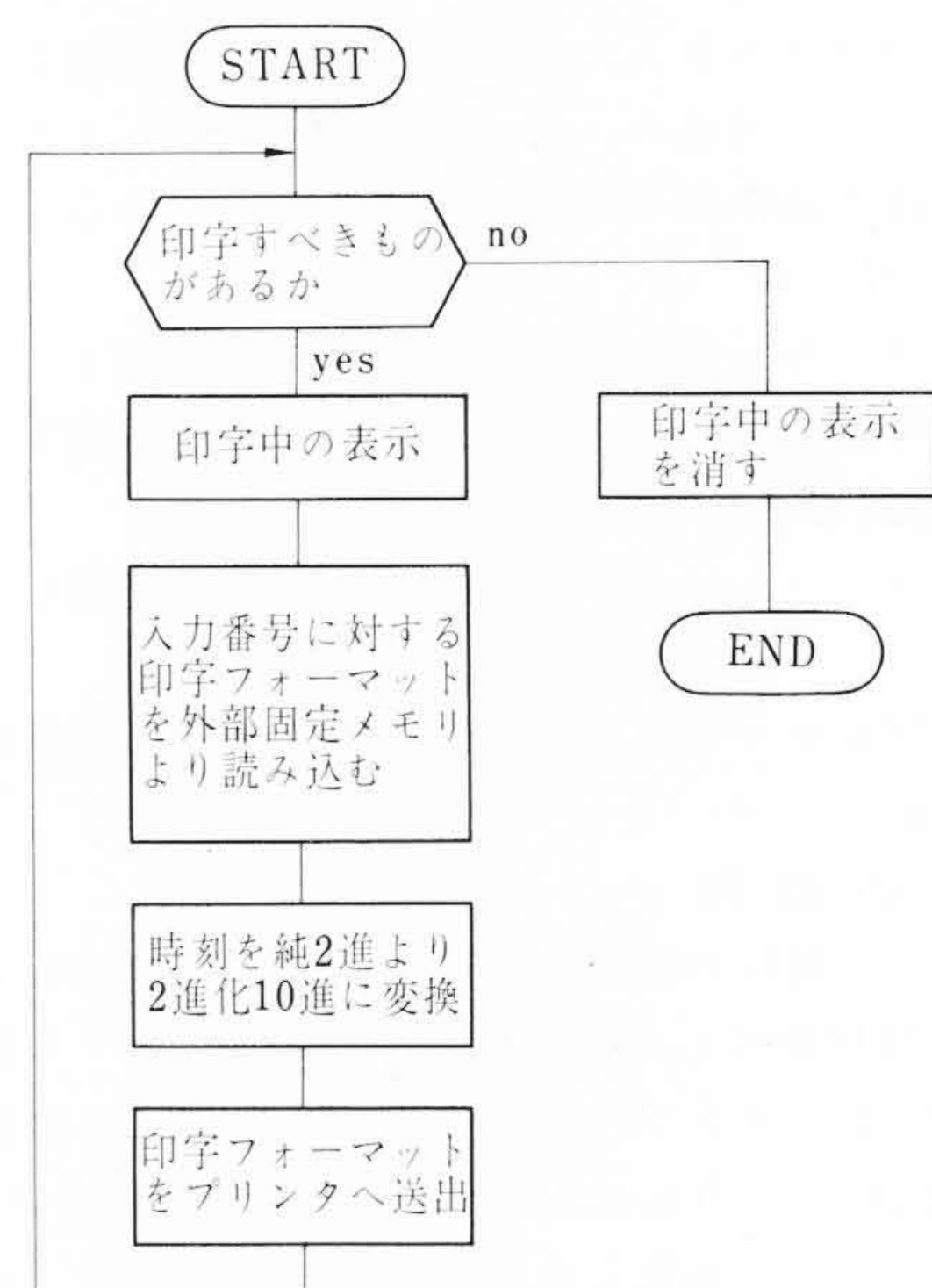


図7 「印字」タスク・フローチャート

アレンジを行ない、プリンタへ印字フォーマットおよび印字指令を出す。このタスクは他のタスクよりレベルが低いため、他のタスクに起動がかかると中断されて他のタスクに移り、それが終了後に続きが実行される。これが先に述べた同時処理の原理であり、この装置の特長たる多入力処理、高分解能およびオーバフローの発生しにくいことを実現している。

4.4 「監視」タスクの処理時間

マイクロプロセッサはハード的に高速ではあるが本装置のような仕様を満足するプログラムの処理時間は最も重要な点である。先に述べたPMSによる同時処理を行なっているので「監視」タスクの処理時間とわずかのPMSの処理時間の和が10msを越えなければよい。今回作成した「監視」タスクの処理時間は入力変化の個数によっても異なるがSORP-500の場合で平均1.5ms、

SORP-1000の場合で平均3msである。

5. 結 言

以上、述べた自動動作記録装置は種々の試験の結果、所望の仕様を満足することが確認されている。

本装置は完全に標準化されており、設備の改造、増設に伴う、入力名称の変更、入力点数の増加に対してはプロセス入出力部のプラグインの追加、外部固定メモリの印字フォーマットの変更、追加のみであり、納期短縮、改造期間の短縮および保守の容易さなどを特長としている。また本装置は電力系統の記録業務を始めとして広範囲な用途を持っている。

最後にこの装置の開発にあたり終始ご指導いただいた関係者各位に感謝する。



特 許 と 新 案



日立製作所所有の特許(主要特許のみを抜すい)

■ 車両および鉄道関連機器

登録番号	公告番号	名 称	登録番号	公告番号	名 称
特 286698	36-10756	電気車制御方式	特 408416	38-260	電気車制御装置
特 291287	36-14159	電動発電機の定速制御装置	特 508378	42-14776	電流電動機制御装置
特 520452	43-962	電気車制御装置	実 768478	39-30940	車輛用単位スイッチ補助接触部
特 528910	42-10566	交流電気車の制御方式	実 894161	44-19476	フューズボックス
特 564062	44-17448	制御整流器の故障検出装置	実 873728	43-27223	ヒューズ
実 553140	36-13410	電気車輛軸重可変装置	実 816449	41-10755	抵抗器の端子板取付装置
特 508380	42-14775	直流電動機制御装置	実 746701	39-4212	列車速度自動制御装置
特 564066	44-18026	電気車制動制御装置	実 885161	42-15685	電磁吹消装置を備えた遮断器のアーカホーン
特 542715	43-24133	車両制御装置	実 797580	40-26484	電気車制御装置におけるカム軸制御装置
実 829052	42-657	電磁空気式高速度遮断器	実 883013	44-6178	電車制御装置
実 782365	40-10193	直流遮断器	実 529755	35-20116	電気車制御装置
実 823576	38-15934	カム接触器	実 559066	36-19903	電気車制御装置
実 782919	39-9327	電気車の故障車番表示装置	実 765899	39-31641	電気車輛における冷却風道
実 835246	42-5205	横圧軽減装置	特 454152	40-6287	速度発電機断線事故検知装置
特 251770	32-8107	電気車保護装置	特 275535	35-16306	蓄電池機関車の蓄電池並直列切替装置
特 560108	40-18921	台車軸重調整式機関車	特 564038	44-17851	磁気増幅器式無接点限時継電器
特 553331	44-6297	直流電動機制御装置	特 555835	44-9121	電気車制御装置
特 555832	44-9790	直流電動機制御装置	特 419938	38-18022	横形主幹制御器のデッドマン装置
特 564047	44-14988	磁気増幅器装置	特 549838	44-88	リニアモーターのリアクションレール
特 564062	44-17448	制御整流器の故障検出装置	実 554277	36-15581	電 磁 弁
特 275488	35-10355	電気車制御装置	実 757770	39-24518	車両保護装置
特 429855	39-4908	速度照査装置	実 838290	42-9859	トランジスタ増幅器のサージ防止回路
特 457620	40-7928	電気車の電気制動装置	実 772279	39-37834	車両用遮断器外箱
特 437802	39-11832	交流発電機の電圧制御装置	実 771651	39-34447	自励式交流発電機用制御装置
特 567190	44-18782	磁気増幅器回路	実 777143	39-36868	トランジスタ定電圧装置
特 517291	42-14570	自動連結器解放装置	実 728585	38-15837	モノレール用集電装置
特 451226	39-26760	電気連結器の鎖錠装置	実 772237	39-38041	電気機関車用横積卸式蓄電池箱
実 881374	44-1291	電気車制御装置	特 264357	35-2420	空気ばね高さ制御装置
実 836484	42-4671	電気車両インターロック装置	実 812236	41-7663	鎖 錠 装 置
実 860061	43-13149	電気車用しゃ断器	特 264416	35-1608	電磁制動及び気動制動を同一操作ハンドルにより同一制動圧力を以て自動的に転換し得る自動転換制動装置
実 860037	43-12011	直流しゃ断器アーカホーン	特 259561	34-7953	空気ブレーキ用制御弁
実 813929	41-8804	鉄道車両用車体支持装置	実 839894	42-13851	鉄道車両用窓
実 804690	40-35926	車輛における電線樋	特 272211	35-10908	制動装置用非常弁装置
実 533361	35-21653	電 磁 弁	実 577741	37-12821	表示灯の減光装置
特 303727	37-7662	列車自動運転装置	特 255768	34-4558	空気ばね高さ制御弁
特 564820	44-3293	半導体チョップパによる電動機制御装置			
特 479298	41-2644	電気車電気制動制御装置			
特 510814	42-16644	遮断器のアーカ流し			
特 454977	40-4379	横形主幹制御器のデッドマン鎖錠装置			