

HD 2 形システムディスプレイについて

磯 辺 健 二*1) 平 野 徹*2)

1. はじめに

現在を第2石器時代の到来と唱える人がいる。石は石でも、シリコンを中心とした半導体である。半導体技術の進歩は著しく、あらゆる分野に進出し、インテリジェント化の波をおし広げている。その技術は通信分野においても例外ではなく、高度情報化社会を形成する基にもなっている。

情報の広がりや市場ニーズの多様化にもつながり、タイムリーにかつフレキシブルに対応する生産工程の要求を作り出している。このような状況下では、生産現場における各種の機械や装置を、高機能化あるいは高性能化することは急務であり、現実にもその方向に進みつつある。

しかし、機械や装置がいくら高機能化あるいは高性能化したからと言って、それに追従して人間の能力も高機能化、あるいは高性能化するものでもない。むしろ機械の利便性を追求することは、その中枢部のブラックBOXを肥大化することにもなり、それと引きかえに人間は別の面でより煩雑な仕事を強いられることにもなりかねない。

このような点を解消するためには、人と機械との接点に立ち、(人と機械との)コミュニケーションを計ることが一層重要な課題となってくる。

人と機械がコミュニケーションを企む場合、人間の5感に頼らねばならないが、その中でも視覚に訴えることは極めて有効な手段であり、結果として、今日“DISPLAY”の重要性が一層取り沙汰されている。

本稿では先に開発したHD1形システムディスプレイに引き継ぎ、今回開発したHD2形システムディスプレイについて、産業用ディスプレイとしての位置付けを踏まえ、その内容を解説する。

2. 概要

産業分野においてディスプレイが用いられる目的は今さら言及するまでもないが、強いて言えば工程表示、故

障表示、数値情報の読み出し、操作手順指示などであり、機械や装置の稼働状態に関するあらゆる情報を有機的に関連付けて、オペレータに知らせることである。

しかし、これを実現するための手段となると装置の規模やコスト、機能等によりさまざまな種類のディスプレイが用いられる。

図1は縦軸にディスプレイの機能面、横軸にその表示容量をとった場合の各種ディスプレイの位置付けを大雑把に表わしたMAPである。HD2形システムディスプレイは図のように機能面、表示容量面共に中間的位置付けにあるが、この領域にあるディスプレイはインテリジェント形の多目的汎用ディスプレイとしては現在もっとも需要層が多いと考えられる。

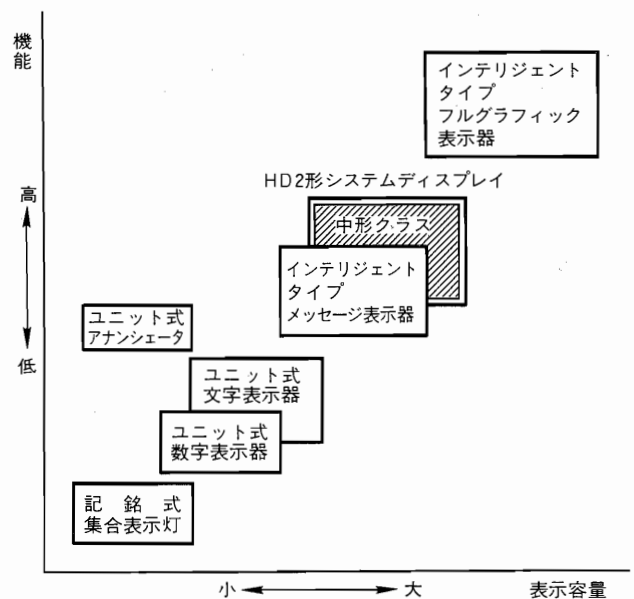


図1. 各種産業用ディスプレイのMAP

2.1 開発の狙い

本ディスプレイは前述の通り、先に開発したHD1形システムディスプレイ同様、産業用ディスプレイとしての意味合いが強い。産業用ディスプレイとして求められる要件には以下のものが挙げられるが、本ディスプレイの開発に際しても留意した点である。

(1) 耐環境性に優れていること。

*1) 製品開発センター 第8開発グループ 課長

*2) 製品開発センター 第8開発グループ

- (2) 信頼性が高いこと。
- (3) 動作モードが豊富であり、機械の制御部とのインタフェースが数多く用意されていること。
- (4) 表示品質が高いこと。
- (5) 単なる文章表現にとどまらず、可変する数値データやグラフィカルなパターンまで表現できること。
- (6) 周辺ツールが揃っていること。
- (7) 拡張性に優れていること。



写真 1.

2.2 システム構成

HD 2 形の主な構成要素は、各種拡張モジュールを含めたディスプレイユニット本体、および画面編集用ソフトウェア、ロードユニットからなる画面編集ツール、その他のオプションから成る。外観および外形を写真 1 と図 2 に、システムの全体構成図を図 3 にそれぞれ示す。

このうちディスプレイユニット本体は、DC5V タイプの基本ユニットに、DC24V タイプ電源部やパラレル入力部、シリアル RS485 入出力部等の拡張モジュールを組み合せることにより各機種を構成している。各機種毎によって異なる拡張モジュールの組み合わせについては“5.動作モード”の項に合せて示している。

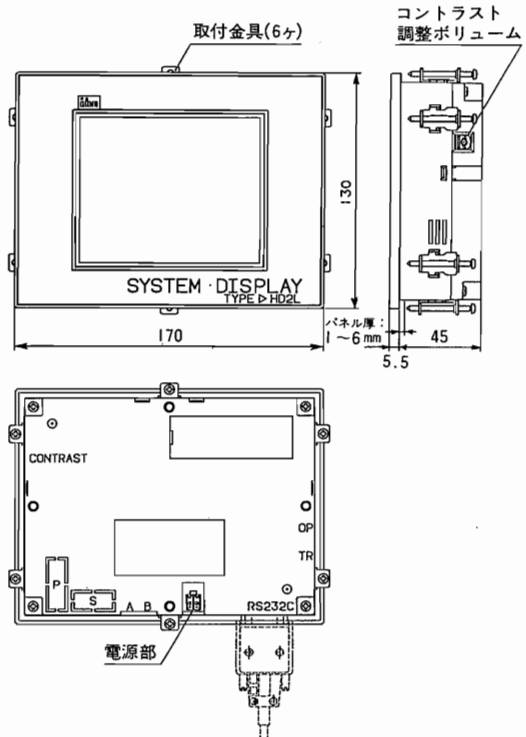


図 2. 外形 (基本ユニット)

2.3 画面編集ツール

(1) 画面編集用ソフトウェア

ディスプレイユニットに画面表示を行う場合、まずどんな内容を表示するのか、その画面の作成を行わなければならない。画面の作成には後述するロードユニットを用いることも可能であるが、その作業は煩雑であるため、市販のパソコンを用いて行なうのが一般的である。

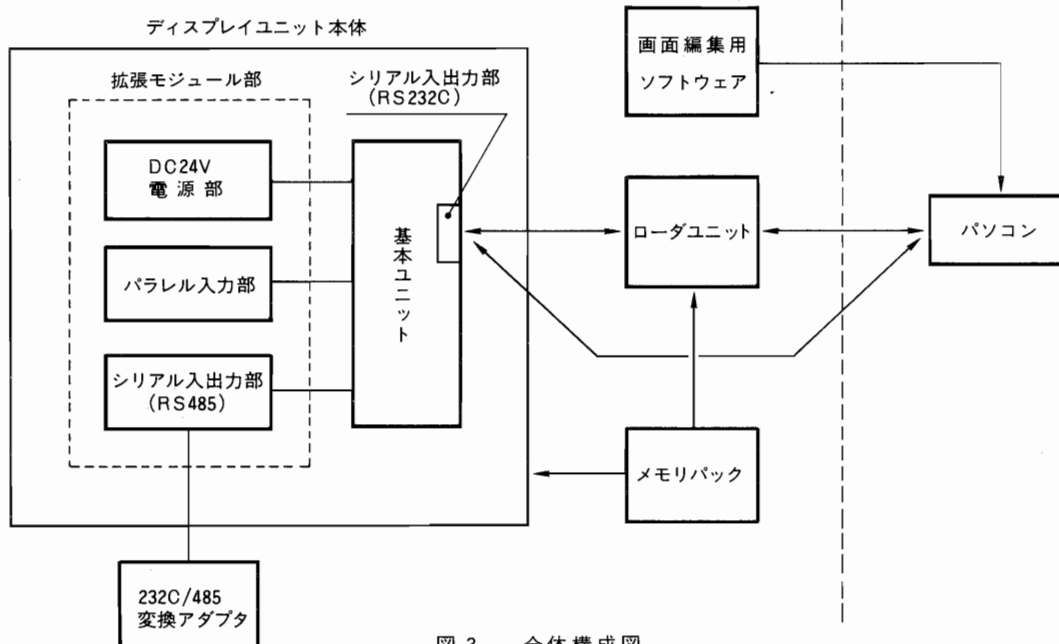


図 3. 全体構成図

本ソフトウェアは、パソコン上で画面編集するためのツールであり、画面の作成からデータ管理、登録、印刷等が行えるものである。

(2) ローダユニット

ローダユニットは、画面編集ソフトウェアを用いて編集された画面データを、後述のメモリパックに登録(PROMライタ機能)したり、現場サイドでディスプレイユニット本体と接続し表示内容の確認や簡単な修正等を行うために用いられる。

画面の作成、登録といった作業は、ユニット表面上からのキー操作の他に、パソコンと接続してのリモート操作も可能であり、市販PROMライタと同様の使い方ができる。

2.4 メモリパック

EEPROMタイプ、フラッシュEEPROMタイプ、EPROMタイプの3種類がある。いずれもバックアップ電源を必要としない不揮発性のメモリを用いて、堅牢な外装ケースに包まれており、現場サイドでの可搬性に優れている。

2.5 232C/485変換アダプタ

EIA-RS232Cレベルの電気記号とEIA-RS485レベルの電気信号をそれぞれ相互に信号変換するものである。このアダプタを用いることにより、たとえば、RS232C I/Fを有する機器をホストにし、複数台のHD 2形システムディスプレイを一本のケーブルのみで接続することができる。

2.6 特長

ディスプレイユニット本体を主とした特長として以下のものが挙げられる。

(1) 動作モードが豊富

システムディスプレイのホスト機側はプログラムブルコントローラ、パソコン、専用ボードなど多様なものが考えられる。これらの機器と容易にI/Fを図るように、シリアルI/F、パラレルI/F共に豊富な動作モードを用意した。

(2) 生産現場に適応した耐環境性

使用温度、電源変動、ノイズ耐量など生産現場をとりまく耐環境性を重視した設計であり、取付パネル表面は防滴形とした。

(3) 高コントラスト表示

表示部には高輝度冷陰極管バックライトを用いたスーパーTN液晶を採用し高コントラストを計った。

(4) 現場に密着した多彩な表示機能を完備

内蔵のセミグラフィックパターンによる図形表示、任意倍率に拡大できる文字表示、パーセント表示付バググラフ表示、IBM-PCコードページ437準拠のパターン表示などが可能である。

- (5) スイッチの接続が可能な入力端子を完備
ディスプレイユニット本体の外部に必要に応じてスイッチを接続し、その機能を画面編集時に数種類の内から選択して使用できる。

3. 仕様

3.1 本体部の仕様

表1にディスプレイユニットの本体部の仕様を示す。

3.2 インターフェイス部の仕様

表2にディスプレイユニットのインタフェース部の仕様を示す。

表1 本体部仕様

一般仕様	電源電圧	DC5V、DC24V
	絶縁抵抗	100MΩ以上 (DC500Vメガにて)
	耐電圧	AC1500V・1分間
	耐振動	30m/S ² 10~55Hz
	耐衝撃	300m/S ²
	使用温度	0~+45℃
	使用湿度	45~85%RH
外形寸法	(DC5Vタイプ) W170×H130×D50.5mm	
	(DC24Vタイプ) W170×H130×D85.5mm	
表示部仕様	表示素子	160×128ドット スーパーTN形液晶 冷陰極管バックライト付
	表示内容	英数字、カタカナ、ひらがな、漢字(JIS第1水準) IBM-PCコードページ437準拠文字 セミグラフィックパターン(80種類)、外字(32文字分)
	文字大きさ	(半角)W8×H16ドット (全角)W16×H16ドット
	文字数	(半角)20文字×8行 (全角)10文字×8行
	文字拡大	縦横共任意倍率可
画面数	(32Kバイト)120画面、(128Kバイト)500画面	

表2 インタフェース部仕様

パラレル	入力点数	(データ)12点、(ストローブ)1点
	入力方式	シンク、ソース両対応
	回路電圧	(外部供給)DC12~24V
接続形態	コネクタ	
シリアル	電氣的特性	EIA-RS232C、RS485 準拠
	通信方式	半2重
	同期方式	調歩同期 9600、19200 bps
	交信制御手順	(RS232C) 無手順、1バイト毎のエコーバック (RS485) ポーリング、セレクトイング 専用プロトコルによる
接続形態	(RS232C) コネクタ、1:1 (RS485) 端子台 シールド付ツイストペアケーブル (2芯2対 または 2芯1対) 1:1、1:n (n≤15)	
誤り検出	(RS232C) 偶数パリティ、エコーバック (RS485) 水平、垂直パリティ	

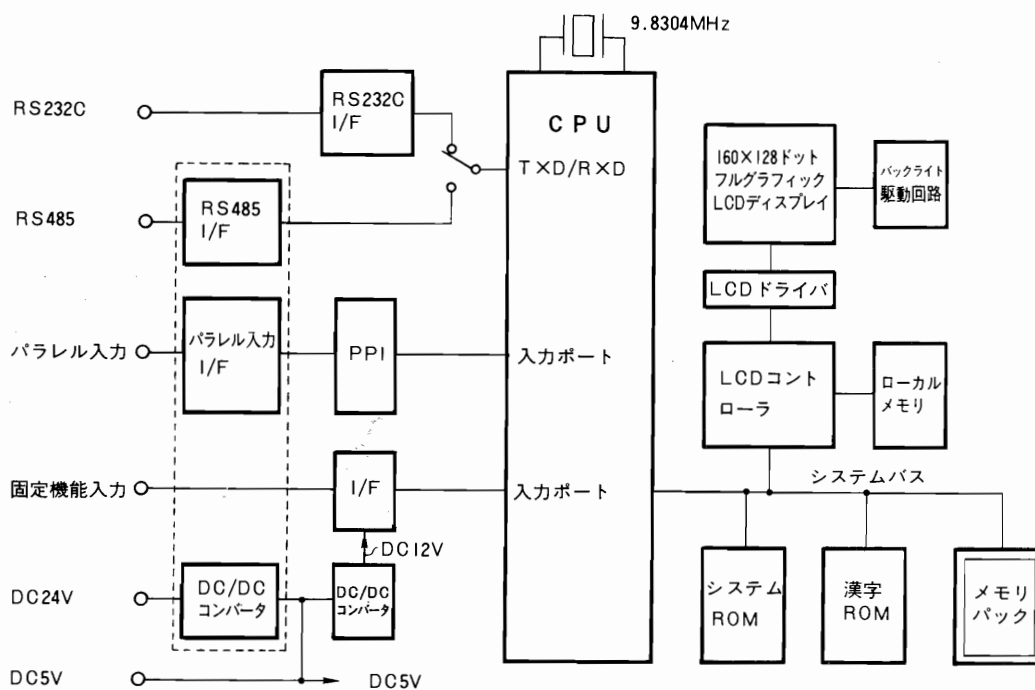


図4. ディスプレイユニット本体の内部構成図

4. 内部構成

4.1 本体

ディスプレイユニット本体の内部構成を図4に示す。図中のRS232C I/F部と固定機能入力部は基本ユニット内に標準装備されているが、点線枠内のRS485 I/F部、パラレルI/F部、DC/DCコンバータ部は拡張モジュール内に収められており、機種によって装備される内容が異なる。また、メモリバック部は全機種に用いられるが、DC5Vタイプの場合には直接メモリICがゼロ挿抜力形のソケットに実装されるようになっている。

4.1.1 拡張モジュール部のインタフェース

パラレルI/F部はフォトカプラにより、RS485 I/Fはフォトカプラと絶縁形のDC/DCコンバータによりフィールド側とCPU回路側を電気的に絶縁し、耐ノイズ性の向上を計っている。

パラレルI/F部は接続される外部機器のI/Fを考慮して、シンク/ソースの切替を可能にしている。

RS485 I/F部の外部との接続部はねじ端子となっており、SDA, SDB, RDA, RDBの4端子を設けているが、SDAとRDA, SDBとRDBを短絡して、2端子のタイプにすることも可能としている（なぜなら、SDは通常ハイインピーダンス状態としているからである）。また、バス形に接続したときに終端できるように、抵抗のON/OFF切替を設けている。

4.1.2 LCDコントローラ

LCDコントローラには、外付けのX,Yドライバを介して液晶表示素子の表示内容を制御するための各種コマンドが用意されている。CPUは、LCDコントローラに対しこれらのコマンドを書込むことにより、多様な表示動作を行わせることができる。

CPUのJOB内容は多岐にわたるが、表示に関するJOBの一部を表示コントローラ側にもたせ、内部システム全体のスループットを向上させることはディスプレイユニット全体の性能向上につながるものであり、それだけに表示(LCD)コントローラの選定は重要な意味をもっている。

LCDコントローラにつながるローカルメモリは表示画面の各ピクセル(画素)に対応するパターンのデータを格納するためのもの(ビデオRAM)である。もし、このメモリがCPU側のメモリ空間に割り付けられた場合、CPUとLCDコントローラの双方が同一メモリをアクセスすることになり、なんらかの調停回路を設けない限り衝突の可能性がでてくる。しかし、CPUのJOB内容によっては優先度や処理時間も異なるので、表示品位を妨げないでLCDコントローラとの調停回路を設けるには難しい面もある。

LCDコントローラは、CPU側から送られてくるデータをビデオRAMに書き込む機能とビデオRAMのデータを順次読み出して表示素子に安定した表示品位を保つ信号

を送り続ける機能の双方を受け持っている。

4.1.3 LCDディスプレイ

液晶表示素子は非発光系のものである。液晶分子の配向を電氣的に制御することにより視認機能を得ている。また、視認方法によって反射形、透過形と呼ばれるものに大別される。HD 2形に用いた液晶表示素子はスーパーTN仕様の透過形であり、素子の裏面側には冷陰極管によるバック照明を用いて、ディスプレイとしての高視認性（高コントラスト化）を計っている。

人間がある対象物を視認するためには、その背景との間に、ある程度のコントラストが必要とされているが、産業用ディスプレイ等については単色系の場合、コントラスト比は3以上が必要とされている。ここで言うコントラスト比とは輝度比に相当し、次式で表わされる。

$$C_R = \frac{B_s + B_o}{B_s} \quad (B_o > B_s \text{ の場合})$$

または $C_R = \frac{B_{\max}}{B_{\min}}$

ただし C_R はコントラスト比

B_o は対象物の輝度

B_s は背景の輝度

表3 液晶表示素子の主要諸元

項目	内容
ドット寸法	W0.54×H0.54 mm
ドットピッチ	W0.58×H0.58 mm
動作温度	0～+50℃
コントラスト比	5 TYP
応答時間	立上り130TYP、立下り250TYP ms

表3にHD 2形に用いた液晶表示素子の主要諸元を示す。使用温度（動作温度）範囲が0～50℃であり、高温側の拡大が今後の課題と言える。

表示素子に透過形の液晶セルを用いた場合、バック照明の光学的性能は表示品位について大きなウェイトを占める。液晶表示素子のバック照明に用いられる光源としては、一般的にはLED、EL（エレクトロルミネッセントランプ）、冷陰極管または熱陰極管等が用いられる。

このうちHD 2形で用いたバック照明は冷陰極管タイプである。小形で高効率のブロッキング発振回路から成るインバータ電源部と組み合わせ、液晶表示素子の表面部において約100cd/m²の高輝度を得ている。図5にHD 2形に用いたインバータ電源部の回路図を示す。同回路の発振周波数は約35KHzであり、負荷開放時の管電圧が約1200V (rms)となるように設定している。

4.2 画面編集用ソフトウェア

本ソフトウェアはMS-DOSの環境下で動作する。開発

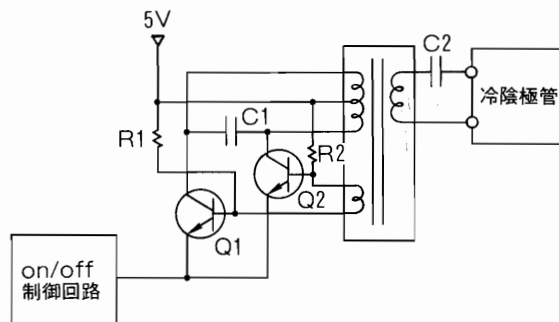


図5 インバータ電源部の回路

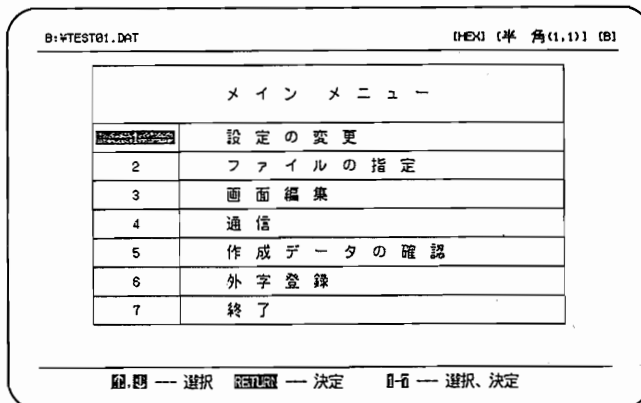


図6 メインメニューの内容

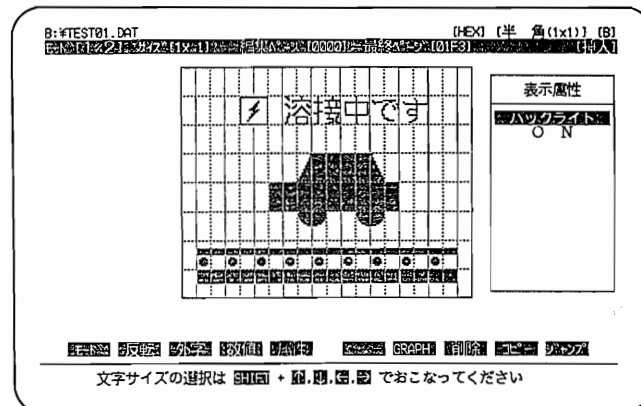


図7 画面編集時の一例

言語にはC言語およびアセンブリ言語を用いた。日本語入力及び漢字変換には、日本電気(株)製の日本語MS-DOSに付属のNEC.DIC以外にATOK 6やVJE-βといった市販のFEP（日本語変換システム）も組み込み可能であり、操作面における汎用性を持たせている。

図6は同ソフトウェアを起動後に、最初に表示するメインメニューの内容を示したものである。画面作成までの一連の作業は、メインメニューからサブメニュー、実行メニューへと階層化された各メニュー毎に該当項目を選んだり、ガイドメッセージに従って操作するなど、対話形式を多く取り入れた構成となっており、簡単に操作することができる。

図7に画面編集時の一例を示す。

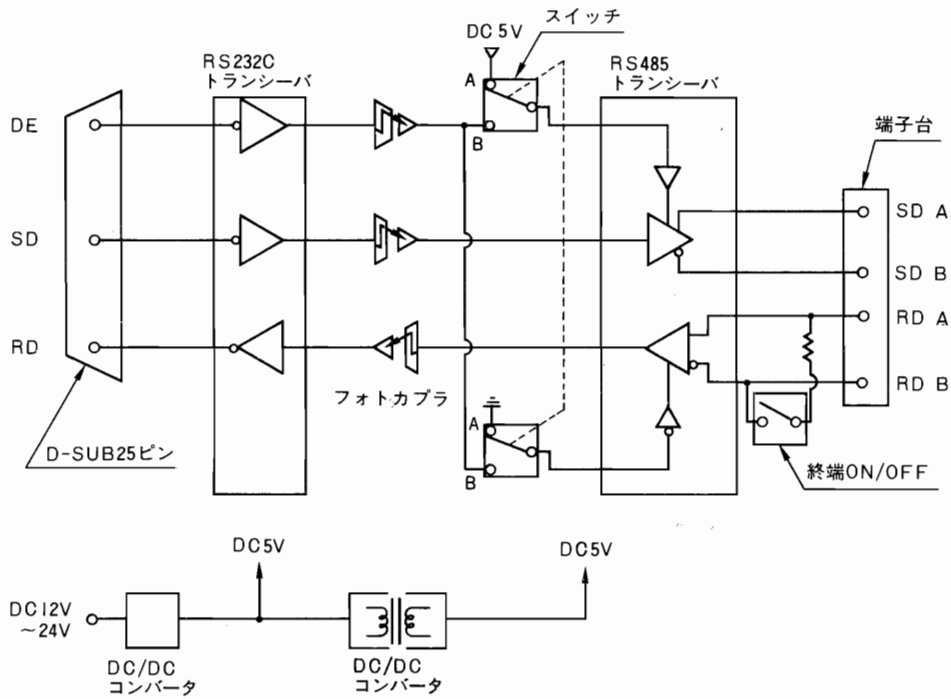


図 8. 232C/485変換アダプタの機能ブロック図

表 4 232C/485変換アダプタのスイッチ位置と各仕様対応表

スイッチ位置	ケーブル仕様	通信方式
A	4線式	全2重
B	2線式	半2重

4.3 232C/485変換アダプタ

機能をブロック図化したものを図 8 に示す。RS485側は線長が延ばされ、ノイズによる影響を受け易いので、RS232C側とは信号、電源共に電気的絶縁を行なうなど、ノイズ対策を図っている。

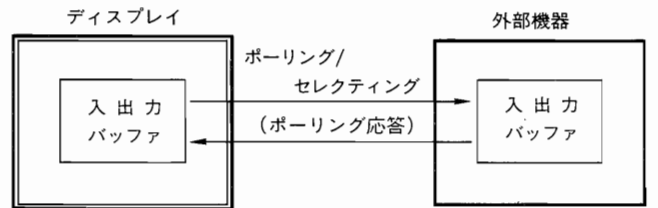
図中のスイッチはRS485側の信号線仕様や通信方式による切替えを行なうもので表 4 のようになる。但し、2線式半2重通信とする場合、送信出力回路をトライステート化する必要からRS232C側にその制御端子を設けている。DE (デバイスイネーブル) 端子を "0" (+3 ~ +15V) にすると、送信出力はハイインピーダンス状態となる。

5. 動作モード

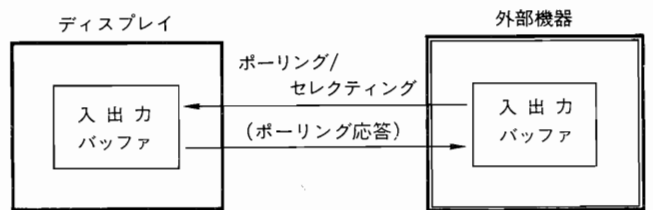
5.1 動作モード

図 9 は表示器と外部機器とのI/Fにおける基本的な考え方を、概念的に表わしたものである。

(a)の場合は表示器側がホストとなり、外部機器に対してポーリング/セレクティングを行なうものである。



(a) ディスプレイ側が主体となってポーリング/セレクティングを行なう。



(b) 外部機器側が主体となってポーリング/セレクティングを行なう。

図 9. ディスプレイと外部機器との基本的なI/Fの考え方

表示器側はポーリングシーケンス時に、問いかけに対する応答として、外部機器側から情報を得る。又、セレクティングシーケンス時には、表示器側の情報を外部機器へ通知する。

これ等のやりとりは、接続形態がパラレルやシリアルといった違いはあっても、双方の機器が便宜上、共に入出力バッファ (メモリ) を有し、見かけ上メモリ対メモリのリード/ライト動作として解釈できるものである。

又、これ等のメモリについても具体的な動作内容によっては、入出力のうちどちらかが割愛される場合もある。

(b)の場合は、ポーリング／セレクトイングを行なう主体が、(a)の場合と逆になったことを除けば、(a)の場合と同様の考え方ができる。

HD2形システムディスプレイの各動作モードについて、上記の考え方からきている。

(a)の表示器側がホストとなる時の動作モードをオートスキャンモード、(b)の外部機器側が、ホストとなる時の動作モードを、外部トリガモードと呼んで大別している。

いずれのモードにも、パラレル入力タイプとシリアル入力タイプがある。これ等の関係を図10に示す。

どの動作モードが使用可能か、ということは基本ユニットと拡張モジュールとを組み合わせた機種毎に異なる。これ等の関係を表5に示す。

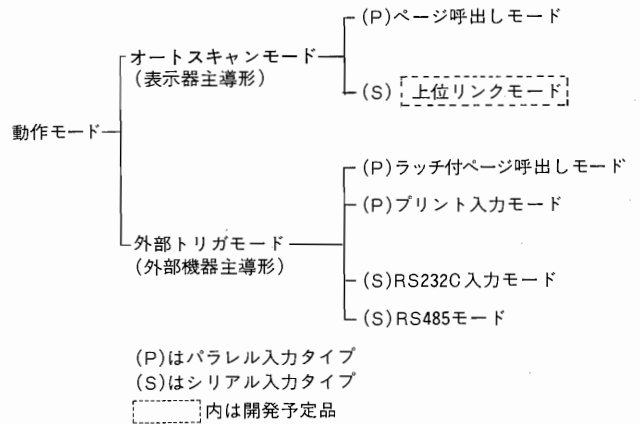


図10. HD2形の動作モード

5.2 パラレル入力タイプ

このタイプはデータ信号線（8本）と、セレクト信号線（4本）の他に、ストロブ／ラッチ信号線（1本）を用いるか否かにより、外部トリガモードとオートスキャンモードに使い分けられる。

さらに、外部トリガモードの場合には、データ信号線に1バイト（8ビット）単位で定義づけた制御コード、文字コードをストロブ信号を用いて入力する場合と、データおよびセレクト信号線に画面NO.や可変数値のデータをラッチ信号を用いて入力する場合の2つに分けられる。どちらの場合もその入力タイミング（図11）は同じであり、連続してのデータ入力に対しても余裕のある入力バッファ容量（256バイト分）を有しているため、外部機器はタレ流し的に入力できる。

オートスキャンモードの場合には、外部機器と接続されている信号線の状態をディスプレイユニット側が一定周期毎に読み取り、状態の変化に応じて対応する画面を表示する。

5.3 シリアル入力タイプ

このタイプでのオートスキャンモードで使用するものは開発予定品であるため割愛して、外部トリガモードで用いるRS485 I/Fのものについて以下に述べる。

ホストとなる外部機器は定められたプロトコル（本体ユニット専用）を用いて、1台または複数台の本ユニットを制御して使用する。外部機器は逐一、ポーリング／セレクトイング方式で本ユニットと交信し、表示させる画面を指定したり、固定機能入力部に接続されたスイッチ情報を得ることができる。

外部機器としてパソコンを想定した場合の接続例を図12に示す。パソコンとのI/FはRS232Cを用いて、232C／485変換アダプタを介して接続している。HD2形システムディスプレイは最大15台までマルチドロップによる接続が可能となる。

表5. HD2形の機種と動作モードの関係

機種	動作モード	オートスキャンモード		外部トリガモード			
		(P) ページ呼出し	(S) 上位リンク	(P) ラッチ付ページ呼出し	(P) プリント入力	(S) RS232C入力	(S) RS485
(1)	DC5V+RS232C					○	
	DC24V+RS232C					○	
	// +パラレル入力	○		○	○	○	
(2)	// +RS485					○	○
	// +上位リンク		○			○	

(1)は基本ユニットのみのタイプ
(2)は拡張モジュールを取付けたタイプ
破線枠内は開発予定品
○印のところが有効なモード

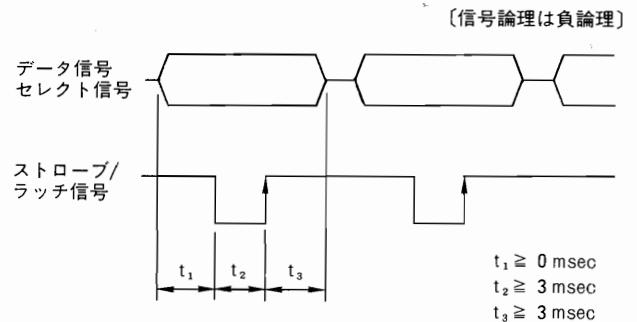


図11. 外部トリガモードでのパラレル入力タイミング

交信手順には

- 接続準備シーケンス
- 通常シーケンス

の2種類がある。ホスト側は伝送路上の子局となるシステムディスプレイの有／無を確認する接続準備シーケンスを行い、接続の確認された子局に対して通常シーケンスによるデータ交信を行なう。この交信シーケンスを図13に示す。通信方式は半二重であり、ホスト側が送信

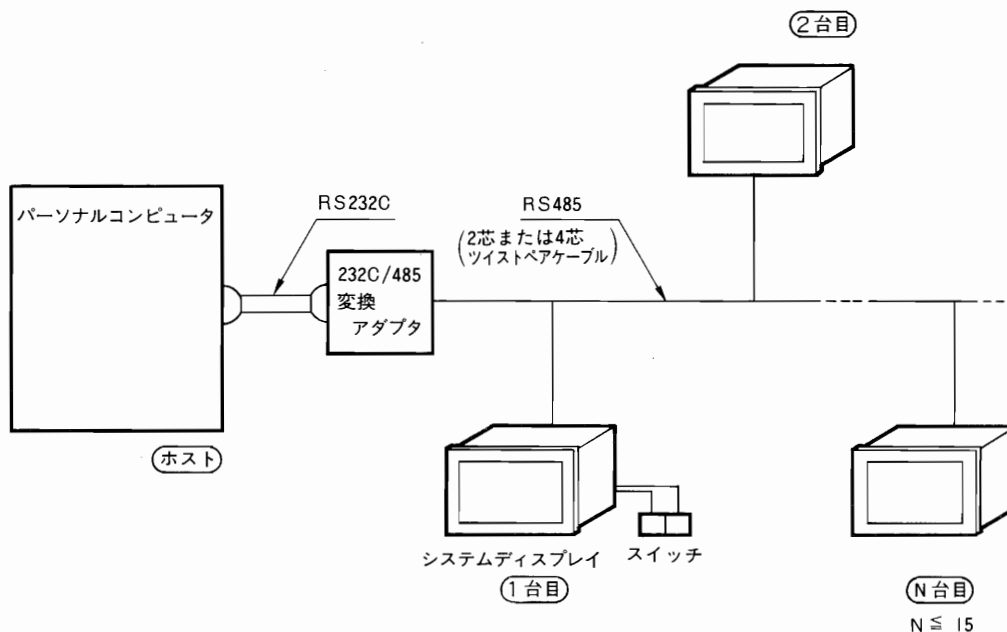
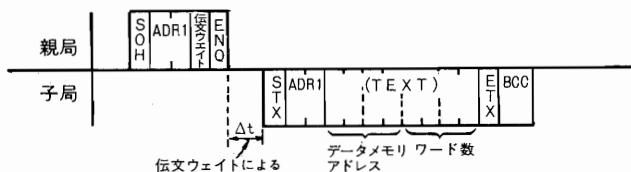


図12. パソコンとの接続例

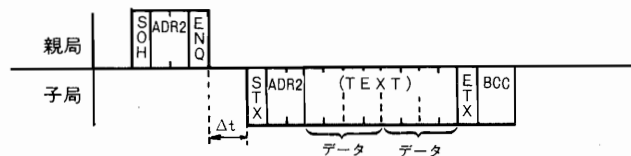
○ 専用プロトコル

1. 接続準備シーケンス

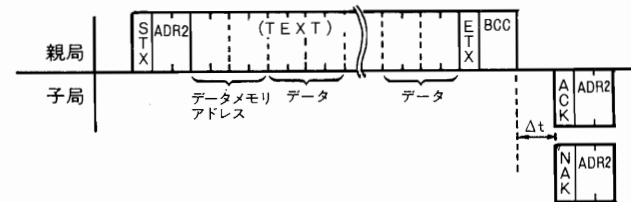


2. 通常シーケンス

・ポーリング



・セレクトイング



伝文ウェイト...アスキー1行"0",~"9","A"~"F"
 ADR1 ...01H~0FHをアスキー2桁に変換
 ADR2 ...41H~4FH
 BCC ...伝文の最初の文字からBCC直前の文字までの各文字の排他的論理和(水平パリティ)

図13. RS485 モードでの交信シーケンス図

状態から受信可能状態に切替える時間を見越して、伝文ウェイト (Δt) を設定している。

6. おわりに

現在、LCDやPDPに代表される各種のフラットディスプレイを用いた産業用ディスプレイは、数多くのメーカーから商品化されている。

単なる文章表現の小形タイプから、高精細フルグラフィックカラー表示の大形タイプまで、その商品構成も広範囲にわたっている。それらの中からどれを選ぶのが最適か、を見出すのは難しい面も多い。

使用環境や装置の規模、あるいは機能といった外的要因の他に、実際に使用する人間の習慣や感性といった内的要因も考慮する必要がある、一概に機能や性能の優劣だけでは決められないからである。

以上解説してきた当社におけるシステムディスプレイは、緒についたばかりであり、今後の課題も多い。

タッチスイッチやファンクションスイッチあるいは、通信機能の強化など、より優れたヒューマンマシンI/Fを目指し、今後共この種の商品開発を進めてゆく所存である。

参考文献

- 1) 佐々木昭夫：電子ディスプレイデバイス、工業調査会
- 2) 田村博：ヒューマン・インタフェース、コロナ社
- 3) 最近のフラットディスプレイの現状と今後の動向
日刊工業新聞社主催セミナー
予稿集 9-17/9-18 (1987)
- 4) 宮崎誠一：マイクロコンピュータ・データ伝送の基礎と実際、CQ出版社