

## 本文

# グラフィカルマルチスイッチHG2B形CCクリックの開発 —プログラマブル表示器の新しい提案—

前田 淳志<sup>\*1)</sup> 南 統<sup>\*1)</sup> 笠間 俊幸<sup>\*1)</sup>  
荻野 重人<sup>\*1)</sup> 関野 芳雄<sup>\*1)</sup>

## 1. はじめに

近年、益々複雑化・高度化するFAシステムにおいて、人にわかりやすい操作・表示環境を提供するため、プログラマブル表示器の市場ニーズは、拡大の一途をたどっている。

人と機械の間に存在するHMI環境を、人にとってよりよいものにするため、その用途や環境に応じて、より表現力が豊かなもの、より多機能なもの、あるいは、より使い易いものなど、表示器に対する要求は種々、高まってきており、今後はFA分野に限らず、あらゆるシステム上で人を中心としたHMI環境の核となっていくであろう。

当社では、このHMIの核となるべき表示器を機能別に次の2つに分類している。

### ①スタンダード型

グラフ表示やデータ処理など、様々な機能を有する従来型のプログラマブル表示器。

### ②グラフィカルマルチスイッチ型

グラフィカルアイコンによるスイッチ操作機能に重点を置いた表示器。

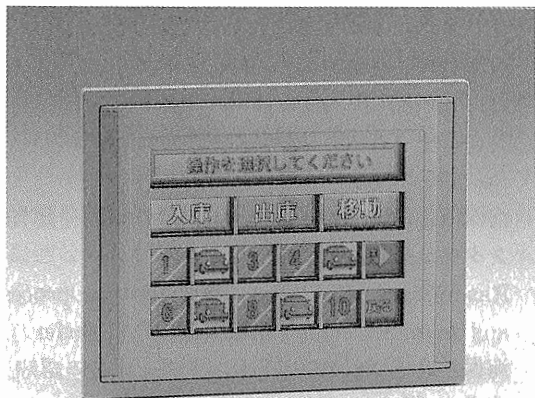


図1 HG2B形CCクリック

本稿では上記②に分類される「HG2B形CCクリック（グラフィカルマルチスイッチ）」（図1）の開発のねらい、構成、および、その特徴について述べる。

## 2. 開発のねらい

HG2B形CCクリックは、当社が提唱する「HMIソリューション&テクノロジー」より創造された、液晶グラフィカル表示に当社独自のスイッチ機構[CCスイッチ]を組み合わせた、新コンセプトの商品である。なお、CCクリックとは、[CCスイッチ]を搭載した商品に対する呼称である。

ここでは、表示器市場におけるユーザの要求、および、これに対応する、HG2B形CCクリックの開発コンセプトについて記す。

### 2.1 ユーザの要求

従来、FAライン等におけるHMI環境では、表示灯・操作スイッチなどを複数個配置した制御盤が主体であった。しかしながら、FAシステムの複雑化・高度化に伴い、必要な情報量も必然的に増加してきており、操作盤面を集約する目的で、あるいは、盤面の標準化や拡張性を考慮して、プログラマブル表示器を使用するケースが増えている。

プログラマブル表示器の操作は、主に抵抗膜式のタッチスイッチを使用して行われる。タッチスイッチにはクリック感がなく、名前の通りタッチするだけで動作してしまうため、従来の操作スイッチに比し、操作の確実性や安心感に欠けるという欠点がある。

また、タッチスイッチ表面は物理的なストレスに対して強いとは言えず、現場のオペレータが粗雑な操作を行った場合、破損してしまう可能性がある。

このような問題があるため、プログラマブル表示器の導入を躊躇するユーザもあり、確実に安心感のある操作環境が望まれていた。

\*1) 研究開発部

2. 2 開発のコンセプト

HG 2 B形CCクリックは、プログラマブル表示器の情報表現力や拡張性と、押しボタンスイッチの確実で安心感のある操作性を融合する目的で開発した。(図2)

HG 2 B形は、新コンセプトの商品を市場に問いかけることに重点を置き、次の点を考慮して開発を行った。

- (1)CCスイッチの操作感を体感できる、液晶グラフィカル操作パネルとする。
- (2)操作パネルとして、市場に受け入れられる価格とする。

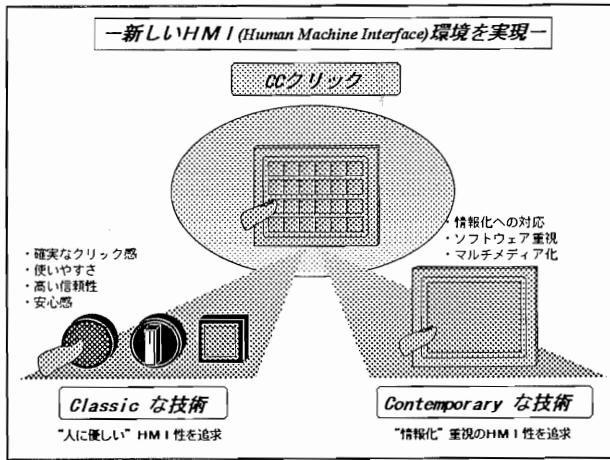


図2 開発のコンセプト

ローコスト化を実現するため、通常のプログラマブル表示器が持つような機能は抑えられているが、操作パネルを構成するために必要と考えられる機能は十分に備えている。

また、操作パネルとして考えた場合、プログラマブル表示器で一般的に行われているシリアル通信によるホスト機器との接続方法以外に、直接入出力を扱えるような方式が必要と考えられる。これに対応するため、当社SX3A形伝送ターミナルとの接続インタフェースを用意することとした。

3. 製品の構成

HG 2 B形CCクリックは大きく分けて、次のようなブロックから構成される。

- (1) 表示部 (液晶・バックライト・タッチスイッチ)
- (2) CCスイッチ部
- (3) ハウジング部
- (4) 回路部 (CPU基板・I/O基板)
- (5) システムソフトウェア部

図3に内部ブロック図を示す。

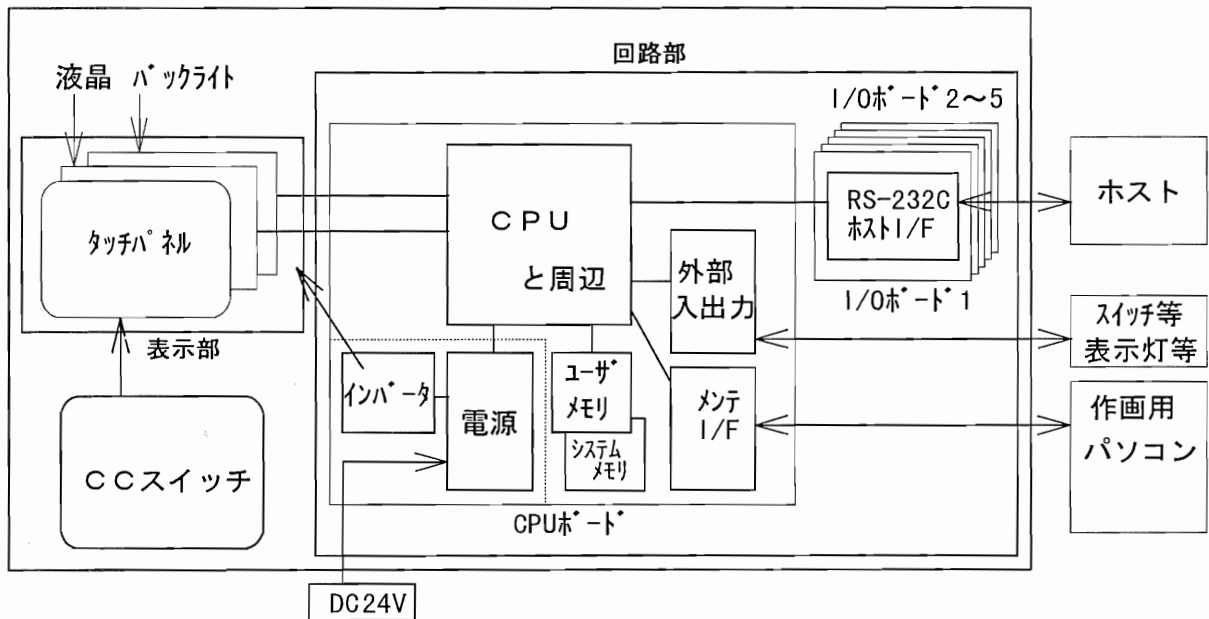


図3 内部ブロック図

3. 1 表示部

3. 1. 1 表示モジュール

表示デバイスにはカラー及びモノクロの液晶を使用している。液晶の選定にあたっては、特にF A分野での機能表示が主であり、高精細な動画を表示するものではないことを考慮し、画素分解能320×240ドットのSTN方式液晶表示器を採用した。

一般にSTN方式の液晶は、TFT方式に比べてローコストであるが、応答速度・視野角・液晶パネルの光透過率等の特性面で劣っている。特に光透過率がTFT方式に比し、1/2程度であり、鮮明に表示するためにはバックライトの表面輝度を十分に大きくする必要がある。

HG2B形では、バックライトにエッジライト方式を採用し冷陰極管の細径化(φ2.4mm)とレンズシートの組み合わせで輝度の向上を計った。また、図4に示すように、導光板の厚みは冷陰極管径との入射効率の兼ね合いを検討した結果、厚みに対する管径の最適な割合を60%程度と設定し、4mmに決定した。

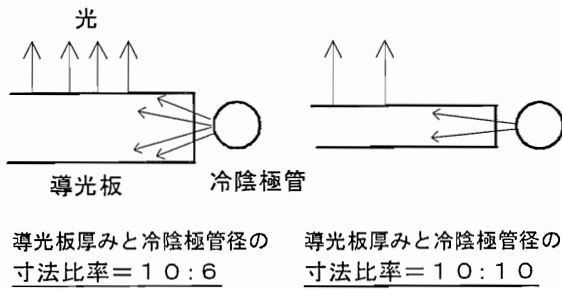


図4 導光板厚みによる入射効率模式図

3. 1. 2 タッチスイッチ

液晶表示器上に設置されるタッチスイッチは、縦12本、横4本の透明電極で構成されている。縦の電極は、図5に示すように5種類のCCスイッチサイズすべてに対応できる最小本数(8本)のみ取り込むような回路構成となっている。

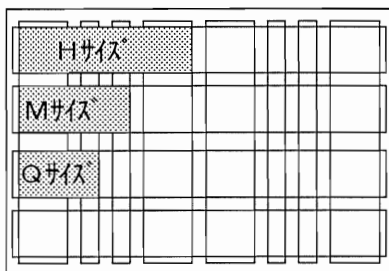


図5 タッチスイッチ電極構成

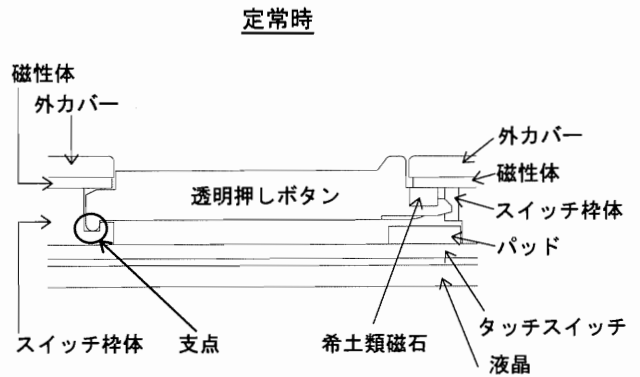
3. 2 CCスイッチ部

3. 2. 1 CCスイッチの構造と機能

図6はCCスイッチ部の構造断面図である。

液晶表示器上に設置されたタッチスイッチに、ゴムパッドを介して透明なポリカーボネイト製の押しボタンが配置されている。この押しボタンは片側に支点を設けたヒンジ構造となっており、他方の端には磁石が埋め込まれている。

定常時は、表面パネル内に組み込まれた磁性体と押しボタンに埋め込まれた磁石が吸引し、押しボタンはタッチスイッチ面から浮いた状態で固定される。押しボタンを押下すると、磁石は磁性体から離れ、ゴムのパッドを介してタッチスイッチを押すことになる。この操作ストロークは約0.5mm、クリック時の荷重減少は約1.45N(代表値)である。軽快なクリック感は、磁石が磁性体から離れるとき時に発生する。



操作時

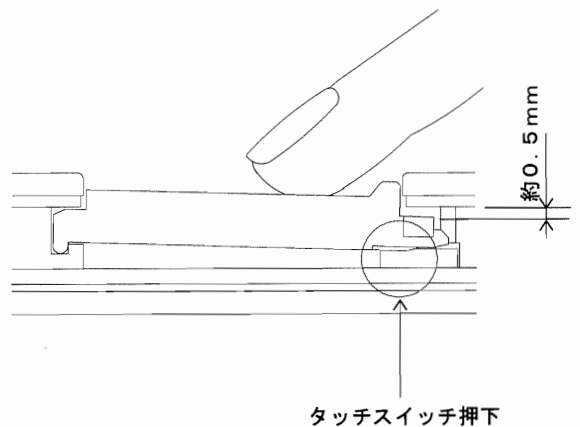


図6 構造断面図

図7は操作カーブを示すものである。比較対象として、当社メカニカルスイッチであるL6シリーズの操作カーブを併記してある。L6シリーズは、超小型マイクロスイッチを内蔵し、適度なクリック感と、操作ストロークを持ったファインタッチのスイッチである。

CCスイッチとL6シリーズの操作カーブを比較すると、操作ストロークについては、L6シリーズの3.0mmと比べてCCスイッチは0.5mmとかなり小さい。一方、クリック時の荷重の減少はCCクリックの方が大きく、操作ストロークの短さをクリック感で十分に補っているのが分かる。また、CCスイッチの最大操作荷重は、L6シリーズにほぼ合わせて2.0N程度としており、従来の操作感覚を損なわないように配慮した。

このように、CCスイッチは「クリック感とストローク感」により、「指先でのなぞり操作」や「触覚に訴える確実な操作感」を実現しており、タッチスイッチの「単に触れる感触」とは、根本的に異なるものとなっている。

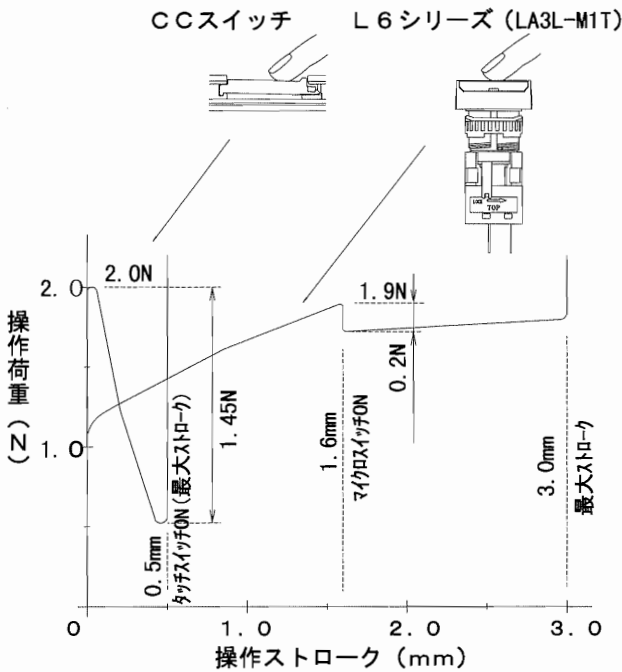


図7 操作カーブの比較

### 3. 2. 2 CCスイッチの種類と構成

CCスイッチの種類と構成を図8～図10に示す。

基本スタイルとしては、Aタイプ（縦4段×横4列＝Qサイズ16個）と、Bタイプ（縦4段×横6列＝Sサイズ24個）の2種類がある。（図8）

スイッチサイズには、S、Q、H、M、Lの合計5種類があり、Aタイプでは3種類、Bタイプでは4種類のスイッチを自在に配置できる。（図9）

また、表示エリアを確保するために、図10のような2段あるいは3段抜きタイプも対応できる。

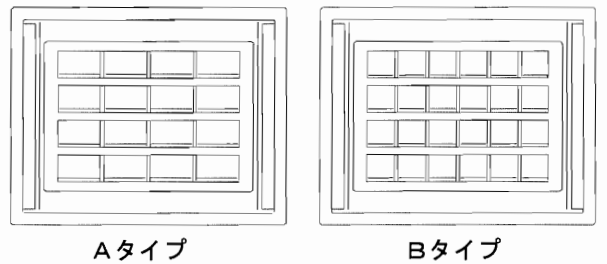


図8 CCスイッチ基本スタイル

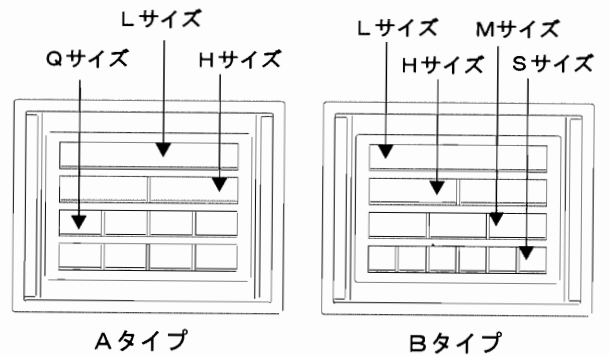


図9 スイッチサイズのバリエーション

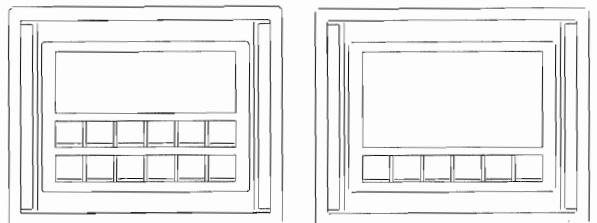


図10 2段抜き、3段抜きタイプ

### 3. 2. 3 CCスイッチの防塵・防水

CCスイッチの様に可動部を持ち機械的に構成されたユニットは、長期に渡る使用において塵や水滴がかかると動作に影響を及ぼす可能性がある。そこで、塵を防ぐために防塵シート(図11)を、塵と水を防ぐために防水カバー(図12)を用意した。

防塵シートは透明なウレタン性のシートで、CCスイッチ上部に直接貼り付けて使用するものであり、保護等級はIP50(IEC529)相当の性能を持っている。

防水カバーは透明なシリコンゴムシートの周りをノリ性カバーで額縁状に被ったもので、HG2B形本体上に4本のビスで強固に固定する方式であり、保護等級はIP65の性能を持っている。

防水カバー取り付け時の表面寸法は、縦144×横180mmとなる。これはDIN規格を基本とした寸法で、パネルレイアウト時に他の機器と調和が取れるように配慮した。

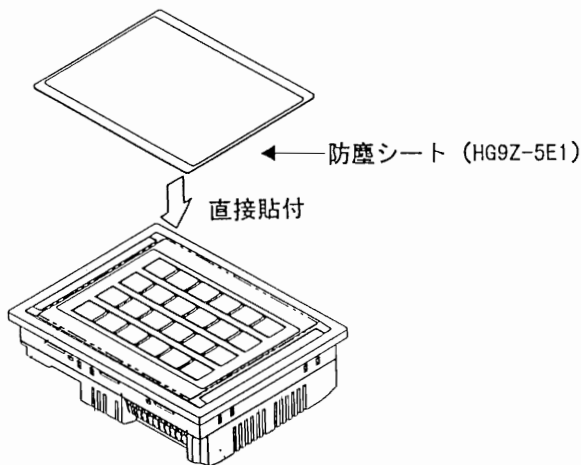


図11 防塵シート

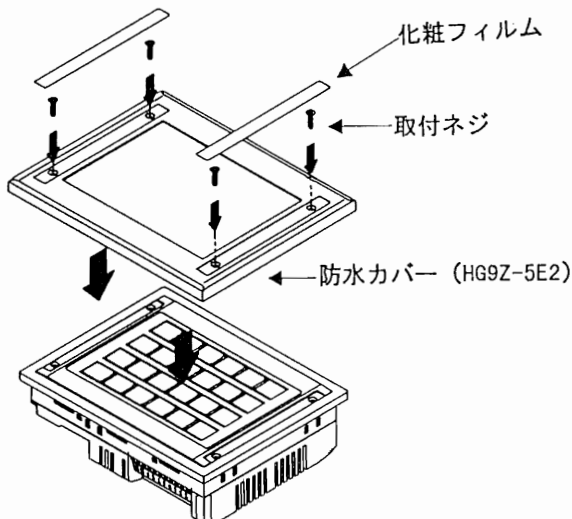


図12 防水カバー

### 3. 3 ハウジング部

HG2B形ではパネル奥行き厚さを薄くすることに重点をおいたパッケージングを行った。中形サイズのプログラマブル表示器の中では業界最薄である。(図13)

外形を薄くするために、前述のバックライトのサイドエッジ方式による薄型化、CPU基板とI/O基板の2枚構成化、CPU基板上の実装部品の最適配置等の検討を行い、内蔵部品の累積高さはI/Fコネクタを除いてわずか30mm程度に抑えることができた。

また、本体表面にあるCCスイッチ部のユニットは前面から4本の取付ねじで固定されており(図14)、CCスイッチが破損、故障した場合やスイッチレイアウトの変更時でもユニットを取り外して必要な箇所のみを修理、交換することができるように考慮してある。

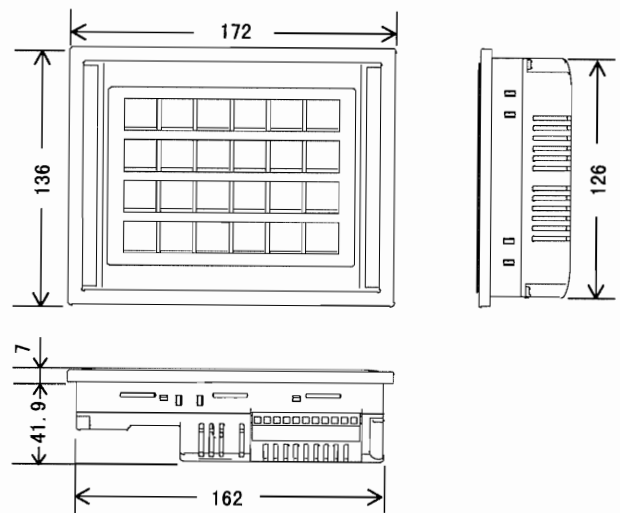


図13 外形図

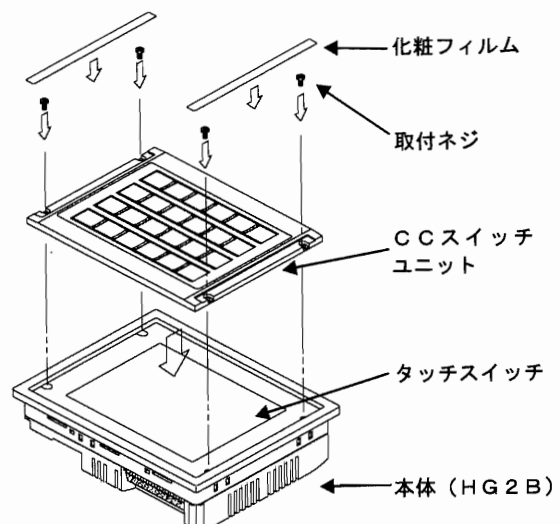


図14 CCスイッチ取り付け図

### 3. 4 回路部

図15に回路ブロック図を示す。

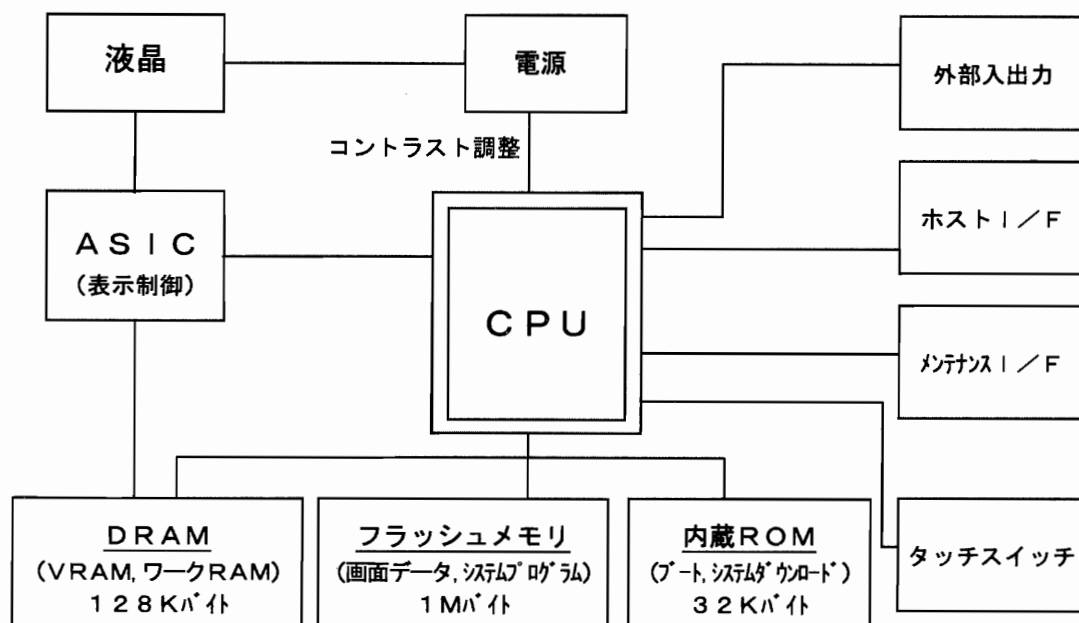


図15 回路ブロック

#### 3. 4. 1 CPU基板

画面データおよびシステムプログラム用には、フラッシュメモリを用いた。これにより、メンテナンスI/Fを介して、パソコンからデータやプログラムを書き換えることが可能となっている。

HG2B形では、全描画データをビットマップ図形としているため、多量のユーザメモリが必要とされる。

このため、ユーザメモリエリアは同サイズの当社プログラマブル表示器HG2A形に比し、約3倍となっている。

CPU内蔵ROMには、ブートストラップとフラッシュメモリ内システムプログラムのダウンロードプログラムが格納されている。

メモリは、必要最小限の容量で構成されており、漢字フォントや描画に関する機能を省略して、システムプログラムをコンパクトにし、ユーザメモリエリアを確保している。

デジタル式タッチスイッチからの入力情報の取込みも、CPUによる定期監視にて行い、専用ICは省略した。

前述の通り、ビットマップ図形のみを扱っているため、描画用のICを省略し、CPUの生成したデータを表示

制御用ASICにより液晶に表示する構成となっている。

液晶のコントラスト調整出力は、CPU内蔵のD/Aコンバータを用いており、前面のCCスイッチ操作で多段階の調整が可能となっている。

外部I/Fのうち、メンテナンスI/Fと外部入出力の回路は、CPU基板上に構成しており、ホストI/Fの回路のみをI/O基板上に構成した。

全体としての薄型化を図るため、基板はCPU基板とI/O基板の2枚構成となっており、電源部回路もCPU基板上に構成した。

#### 3. 4. 2 I/O基板

先にも述べたが、I/O基板上にはホストI/F用の回路のみが構成されている。

多種多様な機器との接続を可能とするため、I/O基板は、パラレル入出力・RS-232C・RS-485・RS-422・1:N伝送入出力(当社SX3A伝送ターミナルと接続)の5種類を用意した。

### 3. 5 システムソフトウェア部

システムソフトウェアは図16のように、3分割されている。



図16 システムソフトウェア ブロック図

#### 3. 5. 1 ROM部プログラム

どのようなアプリケーションに対しても、変更を要さない、ブートストラップ、および、フラッシュメモリ部メイン処理プログラムのダウンロードプログラムが格納されている。

#### 3. 5. 2 フラッシュメモリ部 (メイン処理)

表示器としての動作を行うプログラムが、格納されている。HG2B形ではローコスト化のため、使用できるワークRAM・VRAMの容量が小さく、これを考慮した作りとなっている。

このプログラムによりHG2B形の動作が規定されるが、フラッシュメモリに格納されているので、機能追加や変更などに柔軟に対応することができる。

#### 3. 5. 3 フラッシュメモリ部 (ホスト通信)

多種多様なホスト機器との通信を可能とするため、HGシリーズ共通の手法として、ユーザの設定したホスト機器に応じた通信プログラムが、画面データとともにダウンロードされ、これをメイン処理プログラムが使用する形態となっている。

このように、メイン処理プログラムと完全に分割されているので、新たなホスト機器と接続する場合でも通信プログラムだけを開発し、作画ソフトウェアとともにユーザに提供すればよい。

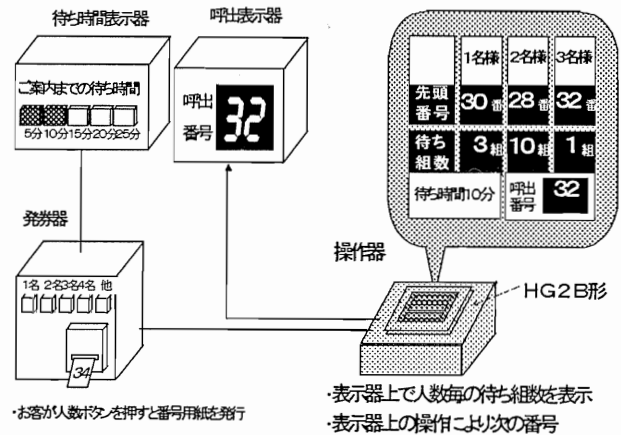
グラフィカル操作パネルという性格を考慮して、従来からのシリアル通信方式以外に、パラレルI/Oボードや1:N伝送ボードを使用したホスト通信を行わない、直接入出力方式にも対応している。

## 4. HG2B形のアプリケーション

ここでは、実際の導入例を紹介して、HG2B形CCクリックを使用したアプリケーションの検討を行う。

### 4. 1 導入例

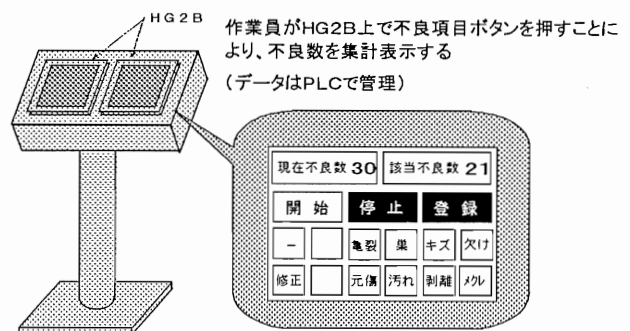
#### (1) レストラン案内システム



このシステムは、不特定多数の人が操作するもので、粗雑な操作をされることも考えられる。CCスイッチを使用することで、タッチスイッチの破損を防止でき、また、一般の人でも間違いのない操作が期待できる。

#### (2) 不良実績入力・管理システム

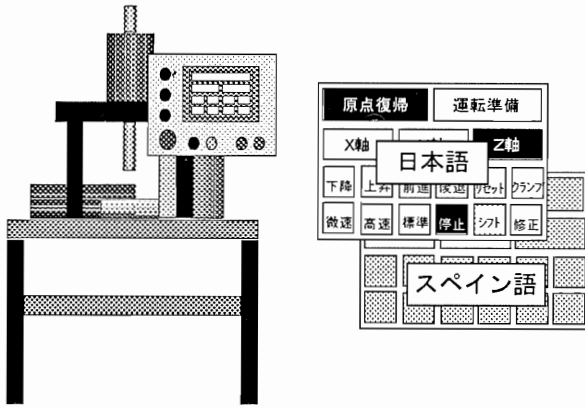
##### ●現場における不良実績入力・管理システム



従来は、現場で作業員が用紙に書き込み、後でそれをパソコンにデータ入力していた。HG2B形を導入することで、入力データはプログラマブルコントローラを介して、パソコンに取り込むことが可能となった。また、現場でも実績を即座に把握できるようになった。

CCスイッチのクリック感により、現場作業員の入力、作業が確実に効率的に行われる。

### (3) 検査器操作盤



ワークの位置調整などを行うとき、操作者は操作盤ではなく動いているワークを見ることが多い。この場合、操作は指先の感触だけで行われるので、「なぞり押し」ができると作業の利便性が高い。CCスイッチにより従来のタッチスイッチではできなかった、「なぞり押し」が可能となっている。

また、HG 2 B形の場合、全描画データにビットマップ図形を採用しているので、日本語に限らずパソコン上の全ての外国文字を使用して、グラフィカルアイコンを作成することが可能である。

#### 4. 2 アプリケーションの検討

先に挙げた例のように、不特定多数の人、あるいは、現場作業者が操作する場合は、確実に間違えようのない操作環境が望まれる。また、このような操作者は必ずしも設置者の期待するような指先での操作をするとは限らず、タッチスイッチが破損する可能性がある。CCスイッチを使用することで、このようなケースでも問題なく表示器を導入することが可能となる。

また、表示器の導入理由としてスイッチ操作の情報をデータとしてホスト機器に取り込むことが挙げられる。導入例で分かるように、入力情報のデータ化さえ実現できれば余分な機能は必要とされないケースは少なくないと考えられる。もちろん、機能を必要としない分、一般的なプログラマブル表示器よりも低価格が求められる。

以上のような状況でのアプリケーションにおいて、HG 2 B形CCクリックは、ベストパフォーマンスを発揮すると考えられる。

### 5. 今後の展開

HG 2 B形CCクリックは、グラフィカル操作パネルとしての機能のみに抑えたが、当社HG 2 A形プログラマブル表示器のように、種々のグラフ表示器や履歴機能などを備えたものにCCスイッチを組み合わせた表示器に対する要求がある。また、CCスイッチを液晶（タッチスイッチ）全面ではなく、操作感が必要な部分のみに配置し、それ以外のエリアをオープンスペースとして使用したいとの要求もある。今後は、これらの要求に対応する商品の開発を予定している。

今回、新コンセプトの商品を市場に投入したわけだが、プログラマブル表示器市場に一石を投じた商品であることは間違いない。これにより得られる様々なユーザーニーズを集約する商品、そして、今回のような提案型商品の開発を通して、当社が提唱する「HMIソリューション&テクノロジー」のコンセプトを具現化していく所存である。

#### 参考文献

- (1) 「もっと使いやすくなれ、情報機器」, 日経メカニカル, No.477, 1996, P24~27
- (2) 小沢恒二郎, 「和泉電気が操作・表示器CCクリックを開発」, LCD Intelligence, 第1巻 第7号, 1996, P54~57
- (3) 長谷川浩正 他, 「クリック操作機構を有するマルチメディア指向操作・表示端末の開発」, 第12回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム 論文集, 1996, P477~482