

EX4R-D30形タッチパネル付き 防爆形ディスプレイの開発

＝HD3形システムディスプレイのすべての機能の防爆化をめざして＝

井上 繁 俊*1)

1. はじめに

人と機械の接点、即ち、マンマシンインタフェース(MMI)は、初歩的には人が機械に指令する押ボタンスイッチなどと、その結果を人に伝える表示灯から始まった。操作機器は押ボタンスイッチ、セレクトスイッチ、カムスイッチおよびデジタルスイッチなど各種のものが考案されたが、この信号を受取るのが機械であるため、基本的にはON-OFF信号のみで構成されている。しかし、人が機械から受取る情報は、機械の高度化に伴い、表示灯の点滅では済まなくなっている。7セグメント文字表示、漢字表示、グラフィック表示、更に、パソコンに見られるアイコンまで必要とされる様に進化してきた。

当社ではこうした市場ニーズに応えたDD形キャラクターディスプレイシリーズとHD形システムディスプレイシリーズを商品化している。

ガス蒸気爆発の危険性のある場所に於いても、こうした機器の要求が非常に高く、当社ではEX1R形耐圧防爆型表示器シリーズとして積極的に商品化を図ってきた。本稿では、この表示器シリーズの進化の過程とEX4R-D30形タッチパネル付表示器の概要について解説する。尚、EX4R-D30に収納されるHD3形システムディスプレイの一般事項は1993年版「IDEC REVIEW」に詳述されているので本稿では説明を省略する。

2. 防爆型表示器の進化

2.1 防爆規格の制限緩和

防爆型電気機器は、法律の定めにより国が実施する検定に合格しなければ、製造・販売できない。1980年代から始まった貿易摩擦に対応するために、国際規格に準拠したものは、検定に認められることとなった。このことは、市場で受け入れられれば、現行・防爆指針(「構造規格」)でも、新・防爆指針(「技術基準」)でも有利な方を選択できることを意味する。当項では、『表示器の防爆化』をテーマに何が有利となったかを説明する。なお、本項の名称を「防爆規格の制限緩和」としたが、検定が2本立てで実施されている現状では正しい表現ではない。今回のテーマに応じた内容では実態として規格が緩和されたと同等であるので、敢えて、『制限緩和』とした。

(1) 構造規格の制限

表示器を防爆化するには、一般に耐圧防爆容器に収納して、透明窓(のぞき窓)を取付けて、内部の表示器を『のぞく』方法が取られる。

現行の「構造規格」では、のぞき窓の大きさは100cm²以下に規制されていた。これは、鋼球落下試験(200g 200cm)の性能要件はあるものの、のぞき窓の材料は一般的に強化ガラスが使用されており、不慮の事故(外力)により破壊する可能性を想定したものと考えられる。

このため非防爆のLED表示器、表示機能付きカウンタ・タイマや伝送器などが発達しても防爆化が遅れた要因と考えられる。当社もこの時期の防爆型表示器には「構造規格」に適合した準標準EGFNT

*1) 京都事業所 設計技術部

38D形などがあるが例は少ない。

更に、現行の「構造規格」では、耐圧防爆構造の場合、安全性を高めるために、本体容器以外に端子箱容器が必要であり、多数の信号線を端子箱から、本体に引込むのに多数の引込み器具が必要であること、及び、端子箱内に設ける端子台が、耐圧防爆容器に収納されているにもかかわらず、安全増防爆構造の大きな絶縁距離のものが要求されることも、防爆化が遅れた要因と考えられる。「構造規格」品の例を図1に示す。

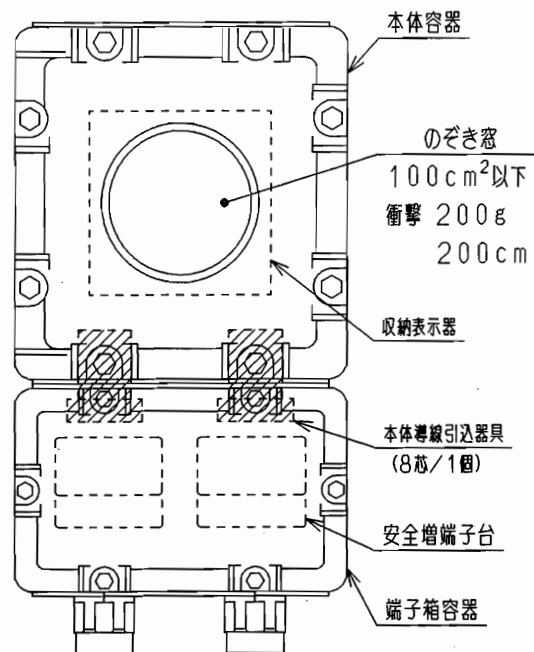


図1 構造規格品の例

(2) 技術基準に於ける緩和

1988年に日本の防爆検定に導入された国際規格(IEC pub79関係)に整合した「技術基準」では、現行の「構造規格」でネックとされた要因がすべて撤廃された。即ち、のぞき窓は『のぞく』ものではなく『透明窓』と呼ばれ性能要件(衝撃試験1kg40cmと爆発強度試験)を満たせば、大きさの制限はない。又、明確な外部導線接続部があれば端子箱容器は必要ではなく、端子台も大きな安全増防爆構造のものではなく、一般規格品でよいことになった。

これらのことは、性能条件さえ満たせば、いかなる大きな表示器にも摘要できる『透明窓』が設計できることを意味するものであり、当社の防爆型表示器EX1Rシリーズを実現させる原動力の一つとなった。「技術基準」品の例を図2に示す。

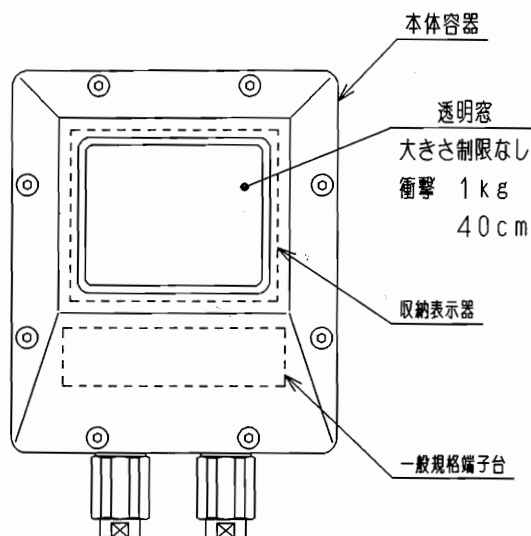


図2 技術基準品の例

2.2 表示器から操作表示器への発展

(1) EX1R-D10の誕生

「技術基準」の施行を契機に、何が出来るか、何をなすべきか、次の事項を中心に検討された。

- ・「技術基準」のメリットを活せるものは何か。
- ・永年「構造規格」になれたユーザに「技術基準」が受入れられるか。
- ・市場で今、何が最っとも求められているか。
- ・当社防爆機器で最も弱い分野は何か。
- ・既存品と競合しないもので、今後の発展が見込まれる製品は何か。
- ・制御機器業界の技術動向は。

エレクトロニクス技術の目覚ましい発展を背景に「表示器」に着目して、当社一般品として発売されていたDD33形キャラクタディスプレイの防爆化が決定され開発された。「EX1R-D10形表示器ボックス」はDD33形キャラクタディスプレイが最大5桁×2段収納できる他、SD形シリーズ、及び、HD1L形システムディスプレイが収納できる仕様にまとめ上げられた。市場への投入が1990年に行なわれ好評を博した。

構造規格品

技術基準品

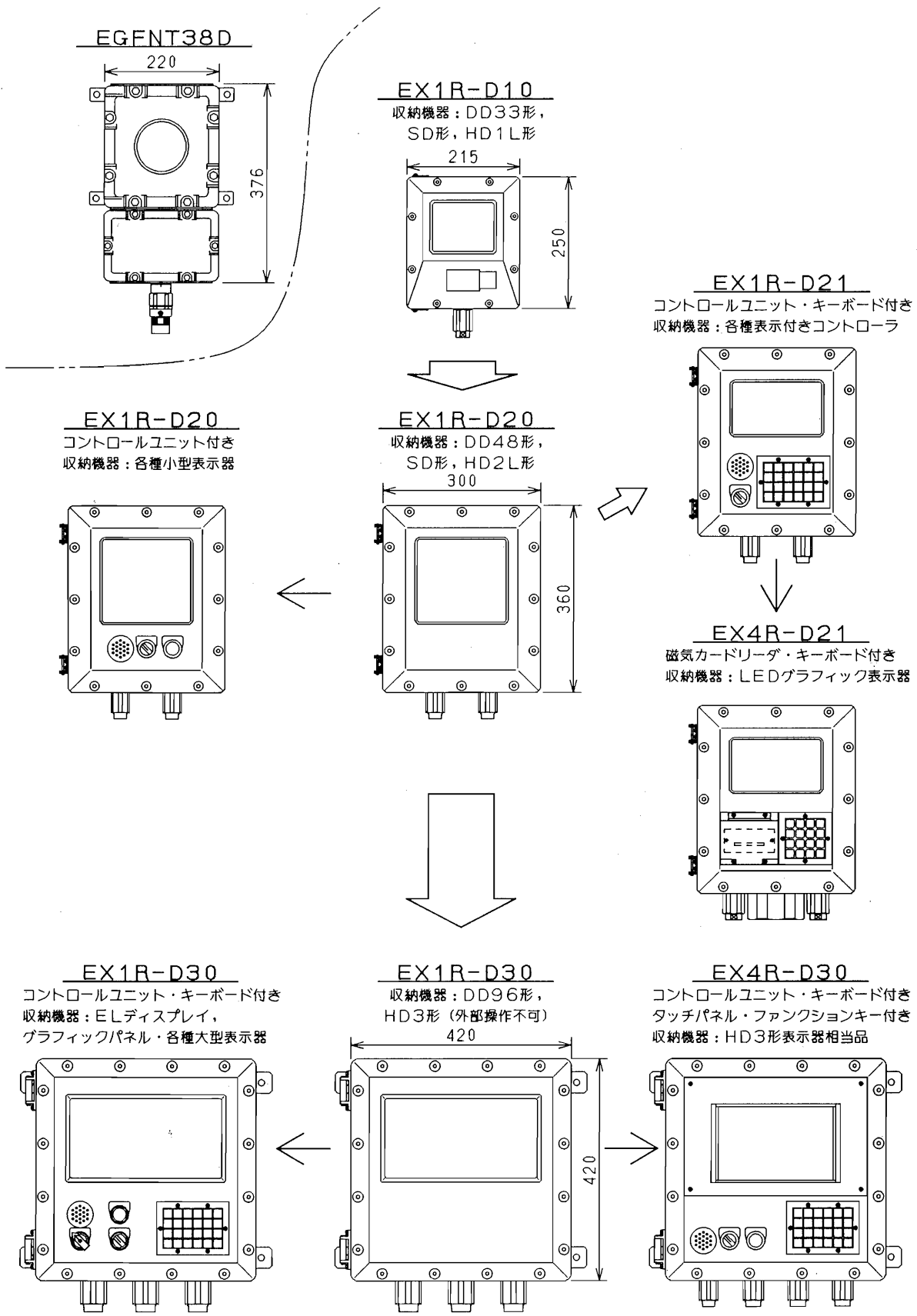


図3 防爆型表示器の進化概要

(2) EX1R-D20への発展

表示能力の向上と視認性の向上、を目指してDD48形キャラクタディスプレイ5桁×2段収納できる「EX1R-D20形表示器ボックス」が1992年に開発された。更に、SD形、HD2L形システムディスプレイも収納可能である。

このEX1R-D20は操作スイッチなどを搭載したコントロールボックス機能を備えたもの、更に専用LEDグラフィックディスプレイ、16点キーボード、および、磁気カードリーダーを装備したEX4R-D21形表示器などへの多様な分化が進んでいる。

(3) EX1R-D30でシリーズの完結

640×400ドット表示器に対応できる大形透明窓を備えた表示器ボックスの要求が高まり、1992年にEX1R-D30形表示器が開発された。

これはDD96形キャラクタディスプレイやHD3形システムディスプレイの収納にとどまるだけでなく、盤面機器として24点キーボード、ブザー、押ボタンスイッチやカムスイッチなどの操作スイッチを装備できる。更に、盤内機器として表示器はもちろんリレー、タイマーから各種変換器やコントローラなどを収納できる。こうした高度化は、いわゆるステーションデバイスの役割を持たせたものを供給できること意味する。

(4) EX4R-D30への発展

EX1R-D30でのHD3形システムディスプレイの扱いは単に容器に収納するだけで、表示機能しか利用できなかった。市場からタッチパネルの機能も是非使用できる様にして欲しいとの要求を受けることが多くなった。

綿密な調査の結果、タッチパネルを本質安全防爆構造とし、ファンクションキーは24点キーボードに割付けることにより、HD3形システムディスプレイのすべての機能を防爆化できることが判明した。ここに1993年に特殊品として市場要求に対応し、現在、標準化作業を進めている。次章以降にこの概要を紹介する。

以上の防爆型表示器の進化の様子を図3に示す。

3. 防爆方式の決定

3.1 摘要する防爆構造の適否

(1) 防爆化の基本

HD3形システムディスプレイのすべての機能を防爆化できることを基本とし、開発期間を短縮する

ために既存技術を活用することとした。即ち、市場価格（ユーザの受入れ可能な価格）に適應できるならば、長期の開発が必要な新技術を導入しない。また、HD3も一般品を極力そのまま活用できることに重点を置き、ハードウェア面、及び、ソフトウェア面に大幅な変更を必要としないことを基本とした。

(2) 基本構造

HD3形システムディスプレイを防爆化するにあたって、表示だけであれば耐圧防爆構造容器に透明窓を設けるだけで防爆型表示器を実現できる。これは既にEX1R-D30形表示器で実現されていたものである。幸いファンクションキーについては、EX1R-D30形の24点キーボードの内の8点を割付けることにより比較的容易に実現できた。ちなみに、24点キーボードの基本構造は超小形の耐圧防爆型押ボタンスイッチを規則正しく配列し、盤面にメンブレンシートを、盤内にタクトスイッチを配置したものである。

タッチパネルは、表示器の画面と対応させて正面に配置されなければならない。表示器の正面に配置され、且つ、透明性を要求される耐圧防爆型スイッチは技術的に実現しえないものである。これはアークを発生するスイッチは堅牢な耐圧防爆構造容器に収納する必要があるためである。幸いにして、タッチパネルは電氣的にDC5Vの数 μ AのON-OFF信号であり、こうした低電圧・弱電流回路は本質安全防爆構造が得意とする分野である。

3.2 タッチパネル本安化のキーポイント

(1) タッチパネルの動作原理

一般に抵抗膜式と呼ばれているもので、これはガラス板上に形成された透明電極とプラスチックフィルム上に形成された透明電極がマトリックス状に配置され、このフィルムの上を押すと電極が接触して接点がONする。これらの接点と回路基板との配線にはカーボン皮膜を印刷したフレキシブルプリント基板が使用される。この抵抗と接点部の抵抗を合わせると、ON時の内部抵抗が数 $k\Omega$ に達する。

回路構成の例を図4に示す。この回路ではスキャン中に入力がLOWであれば、接点がONしたと判断する方式としている。

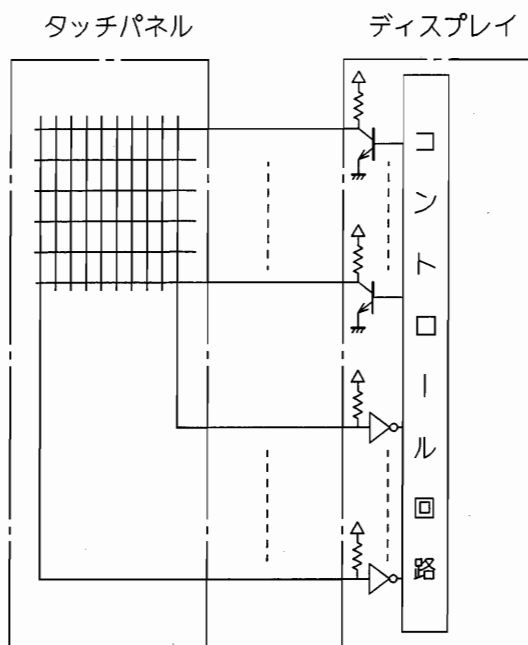


図4 タッチパネルの一般的接続図

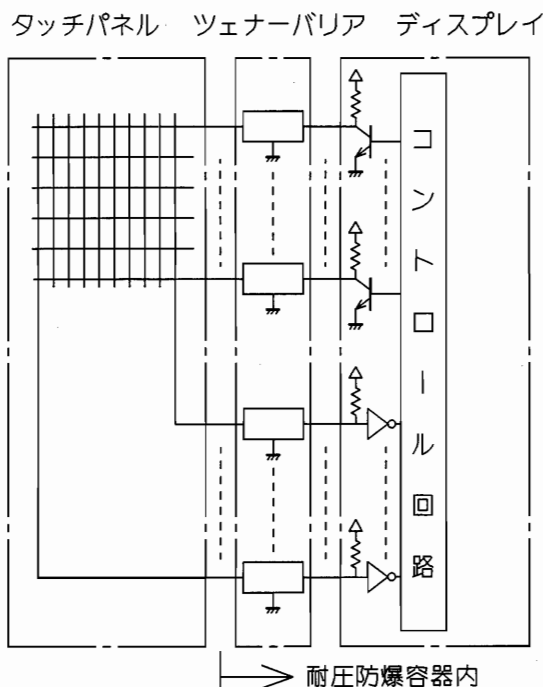


図5 ツェナーバリアによる平行方式

(2) タッチパネルの本安化決定プロセス

最も簡便な方法として本安上、および、動作上許容される定数のツェナーバリアをタッチパネルの回路数（分割20×13で33回路）分、タッチパネルとコントロール回路の間に挿入する方式がある（平行方式、例 図5）。この方式では、タッチパネルの分割に応じた多数のツェナーバリアが必要である。但し、ツェナーバリアは、防爆検定上第1種接地工事に準じた接地が必要である。

タッチパネルの信号を信号処理した上でシリアル伝送にすれば、信号ラインは1本でよい（シリアル方式、例 図6）。この方式では、ディスプレイのコントロール回路を独立させ、シリアル信号への変換処理が必要であり、HD3側のハードウェアおよびソフトウェアの大幅な変更が必要となる。但し、安全保持器をツェナーバリアではなく、本安に適合する混触防止板付電源変圧器を開発することにより、第三種接地工事でよいとのメリットがある。

ツェナーバリアによる平行方式は、当社で各種のツェナーバリアを製作しているので簡単に対応可能である。しかし、シリアル方式はコンパクトにできる可能であるが、平行方式よりも多くの開発費の発生と開発期間が長期化する恐れがあった。よって、即応、可能なツェナーバリアによる平行方式とした。

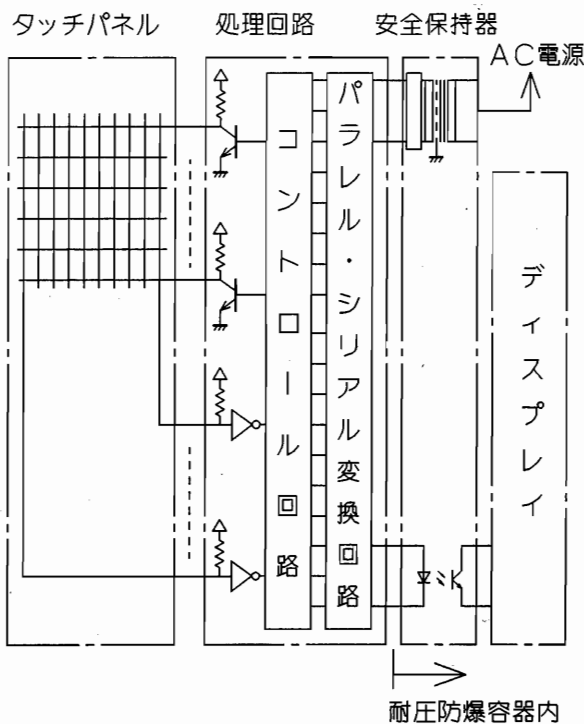


図6 絶縁形安全保持器によるシリアル方式

3.3 小型プリント基板用ツェナーバリアの開発

(1) どのようなツェナーバリアが必要か

当社の標準EB3A形ツェナーバリア（2回路入り）は、パネル用で大きさが $32^W \times 83^L \times 75^H$ mmである。その外観を図7に示す。今回の目的を果たすには、33回路で17個必要となり、容積が、 3400cm^3 （面積 450cm^2 ）となる。しかし、EX1R-D30の容器の大きさではHD3形システムディスプレイとEB3A形ツェナーバリアを同時に収納することはできない。

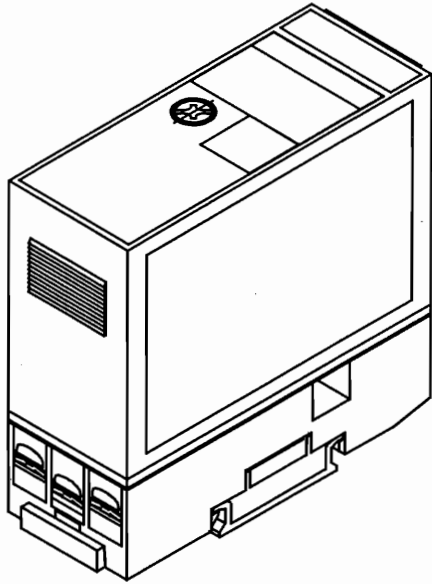


図7 EB3A形ツェナーバリアの外観

ここで耐圧防爆容器を大きくするかツェナーバリアを小さくするかを選択が必要となった。前例のあるツェナーバリアの小型化に取り組むこととした。

(2) 小型化ツェナーバリアの開発

ツェナーバリアに要求される事項を整理すると、次の通りである。

- ヒューズ、ツェナーダイオード、および、抵抗のみで構成される簡単な回路でよい。
- ツェナーダイオードは故障しても安全性が確保される様に冗長化しなければならない。表示器では「ib」⁽¹⁾でよいため、二重化とする。
- 規格によりで樹脂で固めなければならない。
- 1回路毎にモジュール化する。
(33回路まとめると製造歩留りの悪化やランニングトラブルに対応困難となるため)

- 本安上33回路分の最大電力260mWがタッチパネルの任意の一点に集中印加されても機器の表面温度90℃を超えないこと。更に、最大電圧・最大電流で火花点火試験に合格し、且つ、動作上、許容される抵抗値であること。
- EX1R-D30にHD3と供に33個のツェナーバリアが収納できる大きさであること。

こうした要求を満足するものとして図8～9に示す小型プリント基板用ツェナーバリアFZM04を開発した。FZM04をマスタ基板に20個と13個搭載したキットを収納することとした。この方法により配線スペースも含めて容積 1250cm^3 （面積 265cm^2 ）となり、EB3A形の37%に小型化することができた。

⁽¹⁾ 「技術基準」では本質安全防爆構造には「ia」と「ib」のカテゴリがある。安全保持部品の危険側への故障を、「ia」では2故障まで仮定し0種から2種危険場所で使用できるが、「ib」では1故障しか仮定しないため、1種および2種危険場所では使用できない。表示器はセンサなどと異なり0種危険場所に設置されることはないので「ib」で充分である。他の防爆構造では、この様な故障は仮定せず、正常な運転状態でのみ防爆性能を確保するものである。

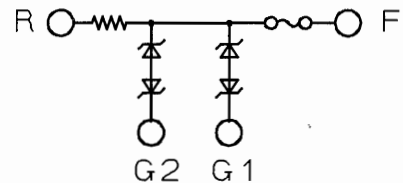


図8 FZM04形ツェナーバリアの回路

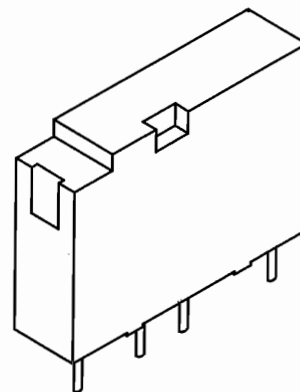


図9 FZM04形ツェナーバリアの外観

(3) タッチパネルの防爆容器への外部導線引込

信号線は、分割が20×13であるので合計33本ある。耐圧防爆容器へ外部導線引込は、耐圧パッキン式（ケーブル）、また、耐圧シーリングコンパウンド式（電線）が利用される。これらの方式は、形状が大きくなりすぎてデザイン上好ましくない。当社では前例のないフラットケーブルを耐圧樹脂固着式にて引込を行うこととした。更に、透明板とこのフラットケーブルを同時に固着することにより、容器をコンパクトできた。なお、電源やRS-485などの引込は、工事のしやすさより耐圧パッキン式としている。図10にその構造を示す。

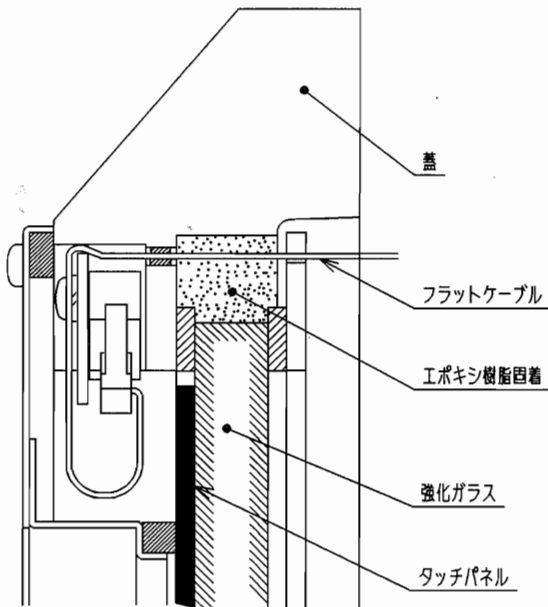


図10 タッチパネルの外部導線引込

4. EX4R-D30の特徴と構成

4.1 システム構成

(1) 製品概要

EX4R-D30の開発は、『HD3形システムディスプレイのすべての機能の防爆化をめざして』行われた。しかし、ガス蒸気爆発危険場所に設置する防爆機器であるが故にHD3の機能を制約する面と、付加機能が必要な事項とが発生する。HD3との相違を中心に製品概要を紹介する。

- 防爆性能 Exd [ib] IIBT5
- ソフトウェアは同一。
- 画面表示能力は同一。
- タッチパネルとファンクションキーが利用可能。

- タッチパネルとディスプレイとの間は防爆用の厚い強化ガラスで隔離され、大きな視差が発生するので要注意。
- ファンクションキーとディスプレイとは離れているので、画面との対応不可。
- ホストとの通信には、RS-485、または、RS-422 (RS-485のアドレス設定『0』) が最適。
- ホストとの通信には、危険場所と非危険場所とが長距離となるので、パラレル、および、RS-232Cは不適。
- 外部入力6点を利用可能。但し、DC24V電圧入力（シンク）タイプ。
- メモリカードはメンテナンスフリーのEPROMタイプが最適。
- 危険場所においてはパソコンを必要とするメンテナンスモードの利用が困難なので、編集データのメモリカードへの転送などは設置前に準備要。
- タッチパネルを操作したときのクリック音の利用不可なので、ソフトウェアにて画面上に代替手段としての表示を行うなどの処置要。
- 16点キーボードを利用可能。4×4キー・マトリックス構成の接点のみなので、HD3の通信速度に関係なく、高速にホストと接続できる。
- コントロールボックス機能を利用可能。警報用ブザー、非常停止押ボタンスイッチ、電源用セレクトスイッチ
- 外部接続端子は、最大25極まで利用可能。

(2) システム構成

メンテナンスモードのシステム構成と運用モードのシステム構成とがある。図11にその例を示す。

メンテナンスモードは最小構成としてディスプレイ・パソコンPC9801シリーズ (NEC製)、および、専用画面編集プログラム等が必要である。

このモードでは画面編集・編集データのメモリカードへの転送、および、シミュレーションを行う。SRAMタイプメモリカードへの編集データの転送は、このシステムで十分である。しかし、EPROMタイプメモリカードへの編集データの転送には、ROMライターとソケットアダプタなどが必要である。

運用モードは最小構成としてディスプレイだけでも動作は可能だが、一般的にはホストシステムとしてパソコン、または、プログラマブルコントローラに接続して動作させる。RS-485の通信ラインには、最大15台まで接続可能であるので、危険場所に防爆型を、非危険場所に一般型を、更に、コントロールルームに一般型とホストシステムを配置することにより、現場のネットワークシステムを構築できる。

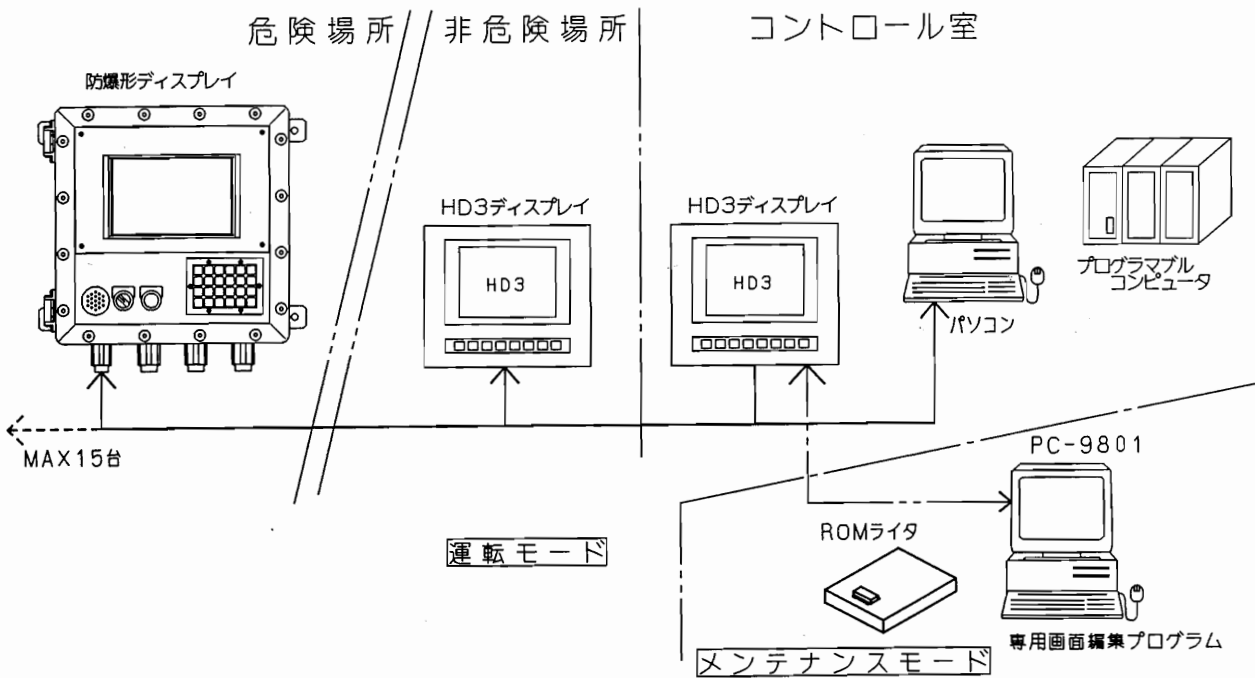


図11 システム構成の概要

4.2 内部構造

(1) 機器構成

機器構成の概要を図12に示す。

(2) 信号処理の内部構造

信号処理の概要を図13に示す。

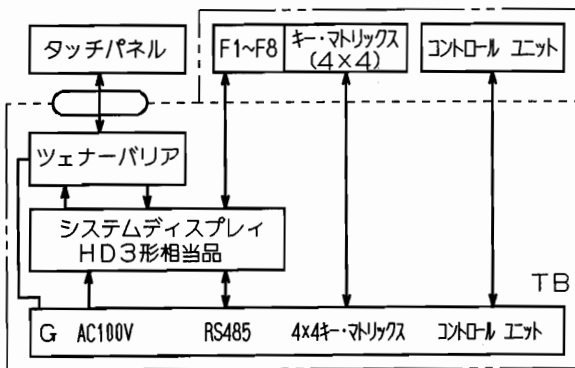


図12 機器構成の概要

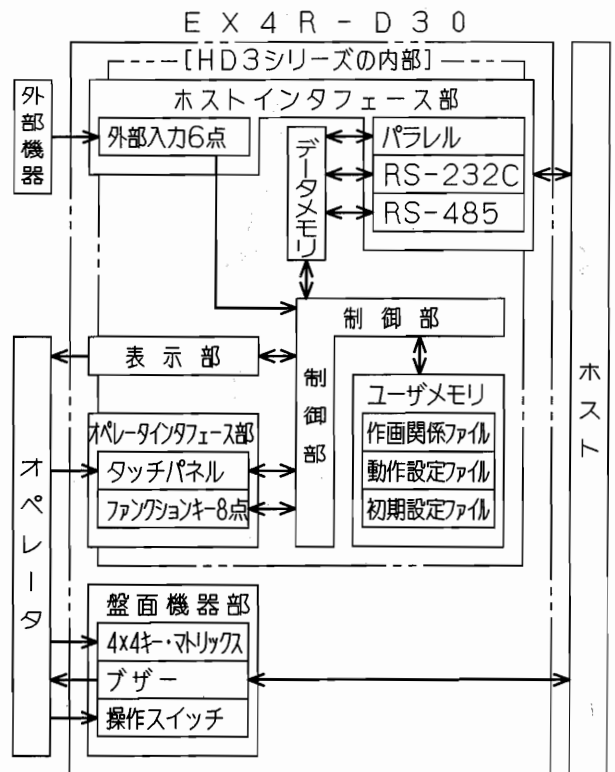


図13 信号処理の概要

5. 今後の課題

防爆型表示器の進化の概要と、その到達点としての「EX4R-D30形タッチパネル付き防爆型ディスプレイ」を紹介する機会をえた。この表示器は、特殊品として開発されたものであり、現在、標準化作業中である。標準化の重点は、ハード面のメンテナンス性の向上、および、タッチパネルとディスプレイとの視差の改善に置いている。

EX4R-D30の今後の課題としては、HD3形システムディスプレイの課題とは別に、危険場所でのメンテナンスモードにおけるパソコンとの接続は如何にすべきか、また、外部入力6点のDC24V電源を如何に確保すべきか、の2点が挙げられる。

HD3形システムディスプレイは、「プログラマブル操作表示器」と位置づけられている。防爆型表示器には、危険場所で容易に一般機器との接続が困難であることもあり、表示機能にとどまらずプログラマブルコントローラ機能を有した表示器、更に、FAコンピュータ機能を有した表示器が要求されだし、検討が進んでいる。

6. まとめ

防爆型表示器は、初めから防爆型として市場から要求されるのではなく、一般品が存在し、これを如何にして危険場所に持ち込める様にするかが、主眼である。本稿に一般品を如何に防爆化するかのプロセスの一端を紹介できたと思う。今後とも、市場から要求される防爆化に積極的に対応する所存です。最後に、本稿の執筆を担当したが、開発そのものはグループ共同で行ったものであり、グループ員を初め、社内外の関係各位に多大な協力を頂き深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 社団法人 産業安全技術協会 工場電気設備防爆指針1979 (ガス蒸気防爆)
- (2) 社団法人 産業安全技術協会 新・工場電気設備防爆指針1985 (ガス蒸気防爆)
- (3) 社団法人 産業安全技術協会 国際規格 (IEC79関係) に整合とた技術的基準
- (4) 和泉電気 HD3シリーズ システムディスプレイ ユーザーズマニュアル M273-0
- (5) 和泉電気 IDEC REVIEW 1993 P17~27、P70~80