

操作安全性及び標準化を指向した HG1T 形小型ペンダント表示器の開発

Development of the Standard-oriented Compact Mobile Pendant HG1T with Operational Safety

濱 本 和 郎 *1)	福 井 秀 利 *2)	米 島 聡 *3)	中 野 芳 秀 *4)
Kazuo Hamamoto	Hidetoshi Fukui	Satoshi Yonejima	Yoshihide Nakano
武 田 泰 仁 *5)	太 田 博 之 *6)	錦 朋 範 *7)	
Yasuhito Takeda	Hiroyuki Ohta	Tomonori Nishiki	

要 旨

F A (Factory Automation) 分野をはじめとする各種産業分野における HMI (Human Machine Interface) 環境において、機械の使いやすさだけでなくオペレータの安全性を向上させることは、機械の本質安全を確保するよう要求している国際規格の存在からも重要かつ必要不可欠な課題である。ペンダント型操作表示器において使いやすさと安全性を両立させるためには、各種のユーザインタフェースをうまく組み合わせることが重要である。本稿では、当社が開発した使いやすさと安全性を両立させ、しかも標準化を指向した小型ペンダント操作表示器について説明する。

Abstract

In HMI (Human Machine Interface) environments such as FA (Factory Automation) fields or other industrial areas, not only machine usability but also safety for operators is an important and essential factor in terms of the presence of international safety standards that require ensuring inherent safety with machinery. To secure usability and safety in mobile pendants, it is important to combine various user interfaces appropriately. This paper introduces a compact mobile pendant with a high degree of usability and safety in parallel with standard-oriented characteristics, which is developed by IDEC IZUMI.



HG1T 形小型ペンダント表示器
Compact mobile pendant HG1T

1. はじめに

近年 F A 分野や産業分野では、各種の産業用ロボットや自動化機械を用いて自動生産システムが構築されており、情報化の進展に伴います高度化してきている。このような自動化生産システムにおける人と機械が共存する HMI 環境では、人が機械と接する局面が数多く存在する。そのため生産の効率性や経済性だけでなく、オペレータの安全性や使いやすさ (Usability) を向上させ、機械制御システム全体を本質安全設計により構築することが重要となってきた [1]～[4]。

オペレータが機械を操作する際に、直接の接点となる操作表示という機能に着目してみると、従来の操作盤や操作表示パネルは、よりインテリジェント化する傾向にあり、しかも手に持って必要な場所へ移動できるペンダント型操作表示器のニーズが、ここ数年飛躍的に高まってきた。

当社ではこのようなニーズに応えるため、C C ペンダントと呼称するペンダントを開発し、ロボット装置、半導体・液晶製造装置、自動車製造ラインなどの分野で数多く使用されている [4]～[8]。本稿ではペンダントのさらなる展開として、ローコストでコンパクトな安全設計思想を取り入れ、しかも標準化を指向した小型ペンダント HG1T 形を開発したので報告する。

2. 開発のねらい

2. 1 社会的背景

機械の本質安全に関わるペンダントに対する要求事項は、表 1 に示す国際規格などにおいて記述されている。ISO/CD 12100 は 2001 年後半の発行が予想されている機械類の国際基本安全規格であり、IEC 60204-1 は機械類の電気設備に対する国際グループ安全規格である。また、IEC 60204-1 は JIS B9960-1 として国内においても規格化されており、ISO/CD 12100 も経済産業省の産業技術総合研究所 (旧通商産業省工業技術院) や日本機械工業連合会が中心となって、国内規格化される見込みである。また ANSI/RIA R15.06 は、産業用ロボット・ロボットシステムに対する米国規格であり、SEMI S2-0200 は米国で準拠が要求されることの多い半導体製造装置に対するガイドラインである [9]～[12]。

特に ISO/CD 12100 は国際基本安全規格として非常に重要な位置づけにあり、まず機械の規定した限界および意図する使用に基くリスクアセスメントを行う。その後、設計者並びに製造者により講じられる防護方策を実施することが必要とされ、本質安全設計に基いて機械を設計することが要求されている。すなわち、図 1 に示すようにに危ない機械を何とか安全に使用するために、機械の使

表 1 ペンダントに関する国際規格

Table 1 International standards for mobile pendants

ISO/CD 12100	機械類の安全性—基本概念、設計のための一般原則	
	3.7.10(3)	携帯式制御ユニット (教示ペンダント) の使用
IEC 60204-1	機器の安全性—機械の電気機器	
	10 10.1.2 10.1.5	オペレータ・インタフェース及び機械搭載型制御装置 配置場所及び取り付け 可搬式及びペンダント型制御器
ANSI/RI A R15.06	産業用ロボット・ロボットシステムのための安全に関する要求事項	
	4.7 4.7.3 4.7.4 10.7.5 10.10.4	ペンダント及びその他による教示制御装置 イネーブル装置 ペンダントの非常停止 教示モードの選択 ロボット及びロボットシステムの制御
SEMI S2-0200	半導体製造装置の環境、健康、安全に関するガイドライン	
	20.4	産業用ロボット及び産業用ロボットシステム

用者に対して安全教育をすることで表面的な安全を構築している「危険検出型システム」から、事前に取りべき本質安全対策を機械システムに対して実施する「安全確認型システム」への移行が必要不可欠となってきた。つまり、「機械は壊れるものであり、人間は間違いを犯すものである」ということを前提とした流れとなってきた [13]。

日本においても、これと同様の機械の本質安全設計思想が、厚生労働省の通達「機械の包括的な安全基準に関する指針」として 2001 年 6 月 1 日に通達が出されている [14]。

2. 2 自動化システムにおけるペンダント

このような安全の考え方に対して非常に大きな変革があるにも関わらず、前述の安全確認型システムで利用できる情報化対応型のペンダントが制御機器メーカーからの製品としてあまり見当たらない。これは、国際規格でその必要性が徐々に明確化されているものの、人間工学的視点から見た具体的構造要件が明らかでなく、人と機械の最適な HMI 環境を構築するという未知の領域での検討が必要であることが、おもな原因の一つであると言える。

自動化された生産システムの場合は、オペレータに対して安全な作業環境を構築するためには、安全なユーザインタフェースが使用される必要がある。ここで重要なことは、いかに自動化された制御システムであっても、人が直接機械と接する場面は多数存在するという点である。すなわち、設備立ち上げ (初期設定) やティーチ

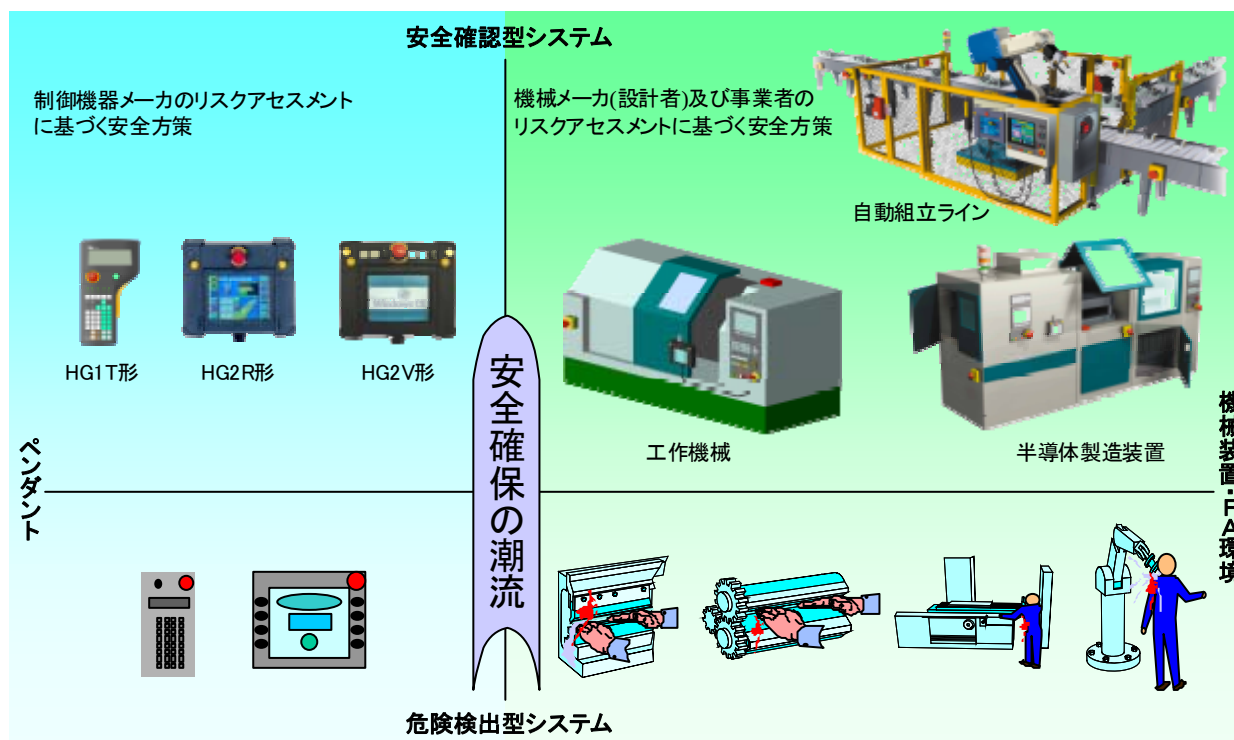


図1 機械システム安全化の流れ
Fig.1 Stream of machine system safety

ング（教示），また工程切り替え（段取り替え）や異常・故障処理（チョコ停），そして保全（メンテナンス）など人が介在する数多くの非定常作業が発生し，このような非定常作業時に事故は起こりやすい。例えば中央労働災害防止協会が平成9年度に発行した「非定常作業における安全衛生対策に関する調査委員会報告書」によれば，自動車産業経営者連盟（自経連）加盟企業において，自動生産システムにおける事故の70%が非定常作業時に起こっており，30%が定常作業時に起こっていることが報告されている。すなわち，故障処理のためオペレータが機械に近づき状態確認をしながら操作する必要がある場面はごく頻繁にあり，特に機械が大きく調整箇所が多い場合には可搬性のペンダントが不可欠なのである。そのため，前述したように国際規格でも機械のオペレータの安全確保のため，ペンダントに対し各種の安全設計要件が記載されている。

2.3 理想的なHMI操作環境の実現

ペンダントに搭載されるユーザインタフェースにはいろいろな種類があり，情報化・メディア化，操作性・確実性，安全性の3つの要因から見た位置づけを図2に示す。

GUI(Graphical User Interface)は，ここではLCD(Liquid Crystal Display)画面上のタッチスイッチを意味し，SUI(Solid User Interface)は操作感や視認性の

ある押ボタンスイッチや表示灯およびセレクトスイッチやキースイッチその他ブザーを意味している。また，SUI on GUI は液晶画面上にクリック感やストローク感をもたせた当社独自のCCスイッチを意味しており，Safety SUI は特に安全に直結する非常停止押ボタンスイッチやイネーブルスイッチそして安全スイッチなどを対象としている。

図3に示すように，近年ペンダントは従来の押しボタンスイッチや表示灯などのSUIを主体に構成されていた形態から，LCDなどのGUIを用いた自動生産システムの情報端末としての形態が増加している。しかし，前述

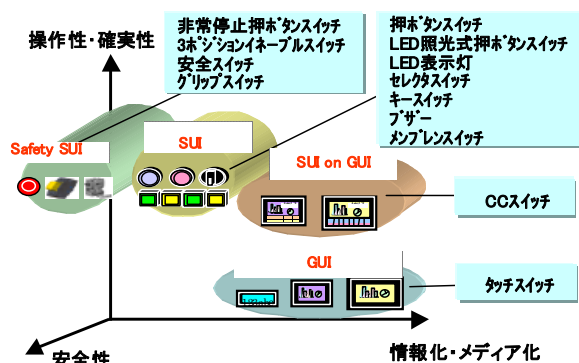


図2 各種ユーザインタフェースの位置づけ
Fig.2 Positioning of various user interfaces

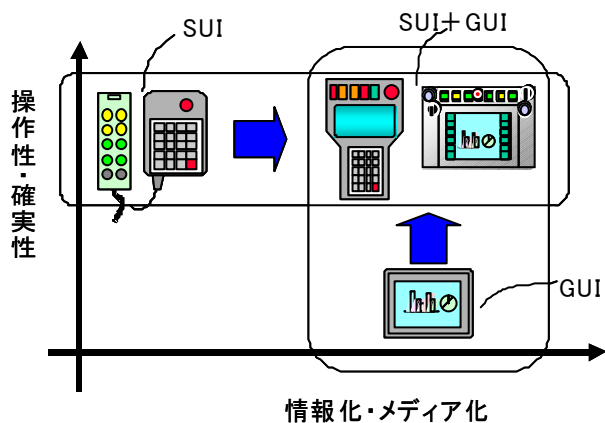


図3 各種ペンダントの位置づけ

Fig.3 Positioning of various mobile pendants

したペンダントの安全性に対する国際規格の要求を実現するためには、情報化のための GUI のみでユーザインタフェースを構成するのではなく、GUI と SUI や使いやすさを向上するための安全用インタフェースとしての SUI on GUI や Safety SUI などうまく組み合わせることが重要となっている[4][7]。

今回開発した HG1T 形は、小型ペンダントにおける SUI + GUI の理想的な融合により、国際的な要求でもあるオペレータの安全性確保と使いやすさを両立させること、および標準化された汎用型ペンダントとすることで生産システムのコストダウンを実現することを目指し開発した。

3. 開発のポイント

3. 1 安全思想の追求

HG1T 形小型ペンダントは、図4のように GUI と SUI および Safety SUI の組み合わせにより構成されている。機械の操作にペンダントを用いる場合は、機械やワークに接近して確実な操作や制御ができる反面、人と機械の距離が短くなるため操作者の安全には十分配慮する必要がある。これをふまえ、Safety SUI 部は次の点に配慮して開発を行っている。

- (1) 非常時の緊急停止手段としてセーフティロック機構および直接開路動作機能を有する非常停止スイッチを搭載[13]
- (2) 3ポジションタイプのイネーブルスイッチを搭載[13]
- (3) インターロック安全スイッチとの組み合わせ使用が可能[13]

イネーブルスイッチは、スイッチを握ると ON になり機械が操作可能で、スイッチが OFF のときは機械を停止させるという役割を持つ。機械が予期せぬ動作をしたときには、スイッチが OFF することを想定しており、非常停止手段としての機能を持っている。イネーブルスイッチには動作方式として2ポジションと3ポジションがあり、この2つの方式を比較してみる。

2ポジションスイッチはスイッチを握り込むことで OFF から ON となり、手を離すと OFF になる。一方3ポ

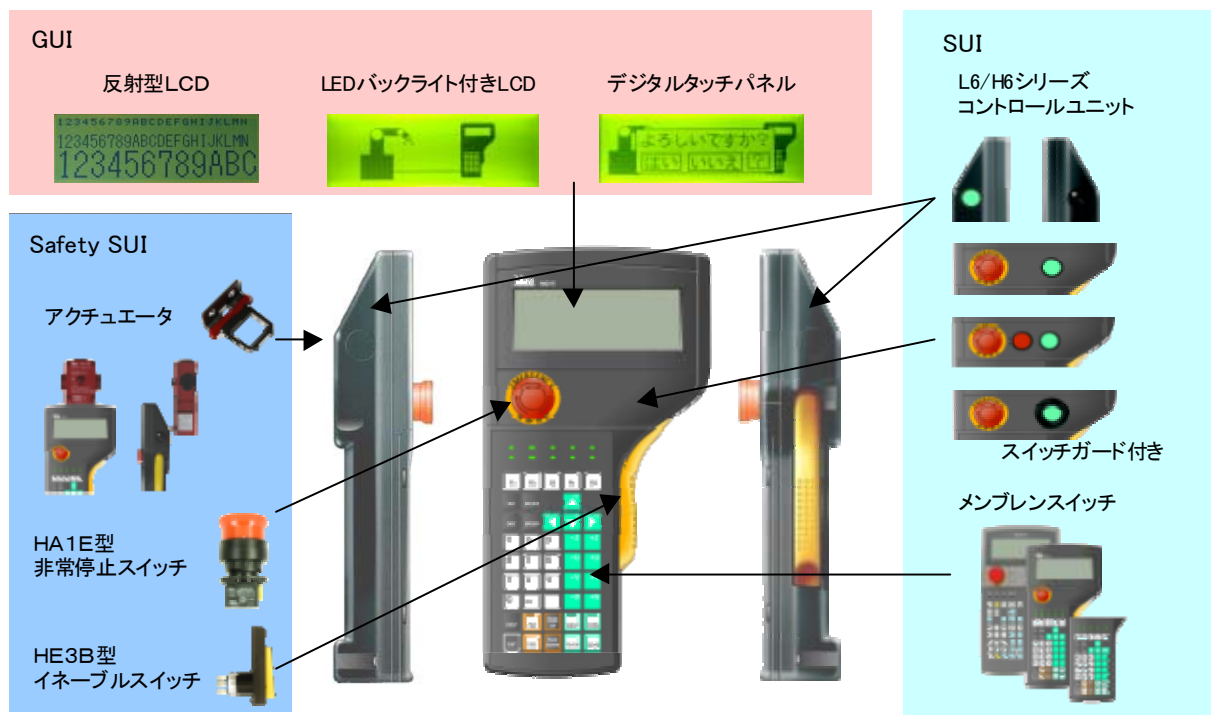


図4 フレキシブルな製品構成

Fig.4 Flexible specifications

ジションスイッチは2ポジションスイッチと同じ動作機能を持つが、スイッチON時にさらに強く握りこんだ場合スイッチがOFFになるという機能がある。3ポジションスイッチは、機械操作時に異常事態が発生した場合、オペレータがスイッチから手を離さずさらに強く握りしめた場合でも、スイッチがOFFになるようになっており、強く握りしめた場合はスイッチがONのままである2ポジションスイッチとは決定的な違いがある。

このような2種類のスイッチが、オペレータがロボットを操作する場合にどのように異なるのかを図5に示す。図5(A)、(B)に両手持ちタイプのペンダントおよび片手持ちタイプのペンダントを操作する際の手の動きを示し、また図5(C)、(D)に2ポジションスイッチと3ポジションスイッチを用いた場合の、ロボットの人に対する状態を示す。図5(1)のロボットを起動する前と、(2)の通常にロボットを起動している場合は全く問題なく安全な状態であるが、誤操作などにより(3)に示すような人に対して危険状態が起こりそうな状況を考える。

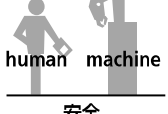
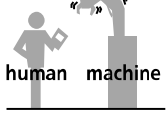
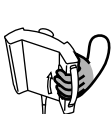
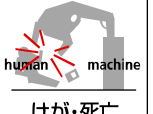
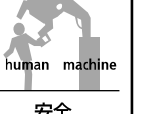
(A) 手の握り方 (両手持ちペンダント)	(B) 手の握り方 (片手持ちペンダント)	(C) 2ポジションスイッチ	(D) 3ポジションスイッチ
(1) 機械起動前 		 安全	
(2) 機械起動中 		 安全	
(3) 危険状態発生 		 危険状態	
(3-1) びっくりして手を離す 		 安全	
(3-2) びっくりして手を握り込む 		 けが・死亡	 安全

図5 ロボットなど機械操作時のスイッチによる違い

Fig.5 Difference between 2-position and 3-position switches in robot operation

人間は自分に危険が差し迫ったとき、冷静な行動をとることが不可能であることは、労働省（現厚生労働省）産業安全研究所での検証[15]や、表1に示した米国ロボット規格ANSI/RIA R15.06に記載されている「テストによれば、非常事態において人間はものを放すか、強く握るかである。イネーブル装置の設計と組み込みは人間工学的な考察による。」の通り明らかである。従って図5(3)の危険状態発生時、(3-1)びっくりして手を離す場合と、(3-2)びっくりして強く握り込む場合を想定することが重要である。

図5の(C)、(D)に示すように、(3-1)びっくりして手を離した場合はいずれの場合もロボットはその場で停止するためオペレータの危険は回避できるが、(3-2)びっくりして手を握り込んだ場合は、3ポジションスイッチの場合はロボットを停止させることができるが、2ポジションスイッチの場合はロボットを停止できないため、けがや最悪の場合死亡などの事故が発生することになる[15][16]。

本ペンダントは、これからのペンダントに必須といえる3ポジションイネーブルスイッチを搭載し、また安全スイッチと組み合わせることも想定しており、常にオペレータの安全を確保できるように配慮している。

3.2 フレキシブルな製品構成

市販の小型ペンダントは標準化されている物が少なく、操作機能がほぼ同じ機械システムにおいても一品一様となっている例が多い。そのため機械のオペレータは、それぞれのペンダントの操作方法に習熟しなければなら

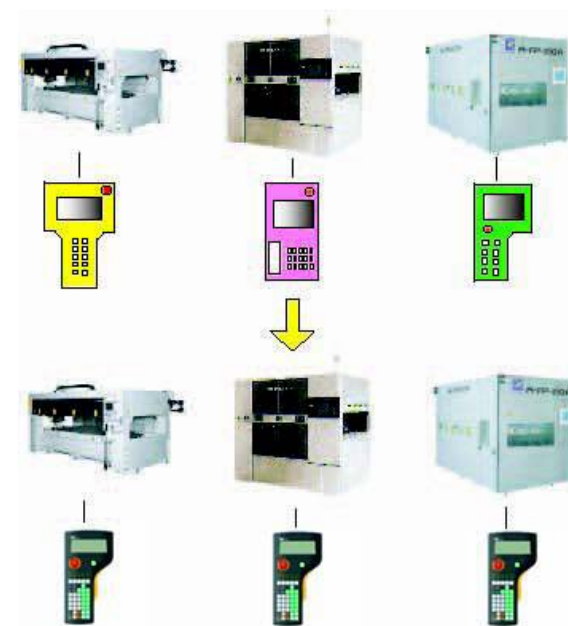


図6 標準化によるコストダウン

Fig.6 Cost down by standardization

ない不便さがあるとともに、機械システムのコストアップも招いている。そこで図6に示すようにペンダントが標準化されれば、機械メーカーが操作の安全性を考慮しながら個別にペンダントを設計する必要がなくなるうえ、統一機種を採用することでコストダウンを実現することができる。またシステム性能を向上させるシステムソフトのバージョンアップも、個別機種に比べ統一機種のほうが大幅に安いコストで行える。OS (operation system) が統一されてパーソナルコンピュータ (Personal Computer) が一挙に低価格化したのと同様に、ペンダントも標準化することで、オペレータの操作性向上とともに、低価格化が実現できると考えられる。

図4に示したようにHG1T形のSUI部はメカニカルスイッチが自由に配置でき、種類も押しボタンススイッチや表示灯のみならず、キースイッチやセレクトスイッチも選択可能になっている。また、意図せずスイッチが押されないようスイッチガードを取り付けることも可能になっている。メンブレンスイッチの表面シートは取り外しが可能で、例えば機械メーカーが出荷先により表面シートの言語を切り替える場合などに、柔軟に対応できる構造になっている。GUI部であるLCDは、ローコストな反射型と視認性の良いバックライト付の2種類から選べ、さらにタッチスイッチパネルを搭載することも可能な構造となっている。オプションとしては図7に示すような、ペンダントを装置に取付けるためのフックまたはマグネットや操作時における落下防止用として紐ストラップおよびハンドストラップが装着可能になっている。このように使いやすさの面で、ユーザからの多様な要望に対応できるフレキシビリティの高い設計になっており、小型ペンダントの標準化が実現しやすいように考慮されている。

3. 3 使いやすさを考慮した製品デザイン

小型ペンダントのデザインスケッチを図8に、実際

の製品における左手と右手それぞれの持ち方を図9に示す。

製品の形状デザインについても単に見た目の造形的な美しさだけでなく、使いやすさを考慮することが重要と考え、次の点に重点を置き形状デザインを行っている。



図8 デザインスケッチ
Fig.8 Design drawing



図7 ユーザーへの取り付け方

図9 HG1T形の持ち方

Fig.9 Gripping the HG1T



表2 HG1T 形ペンダント製品仕様

Table 2 The specifications of HG1T

一般仕様

項目	内容
定格電圧	DC24V (リップル率: 10%以下)
電圧許容範囲	定格電圧の 90%~110%
動作周囲温度	0~40℃
保存温度	-20~+60℃
相対湿度	30~85%RH (結露なきこと)
汚染度	2
消費電力	4W 以下
突入電流	30A 以下
耐電圧	AC500V 10mA 1 分間
絶縁抵抗	DC500V メガにて 10MΩ 以上
耐振動 (耐久)	10~55Hz 9.8m/s ² (X, Y, Z 各方向 2 時間)
耐衝撃 (耐久)	98m/s ² XYZ 各方向 5 回
保護構造	IP54
外形	133(W) X 255(H) X 46.7(D)
質量	600g 以下 (ケーブルを除く)

性能仕様

項目	内容
プロセッサ	日立製作所製 SH-2 32 ビット RISC チップ
プロセッサ内蔵フラッシュメモリ	128K バイト
プロセッサ内蔵 RAM	4K バイト
EEPROM	ビット構成: 64 × 16

表示仕様

項目	内容
表示デバイス	反射型 STN モノクロ 液晶
有効表示寸法	95.96(W) × 31.96(H) mm
表示分解能	192(W) × 64(H) ドット
ドット色	ダークブルー
バックライト色	—
	イエロー (LED)

操作仕様

項目	内容
デジタル タッチ スイッチ	タッチスイッチ方式 スイッチ構成 操作押力 寿命
	抵抗膜式デジタル方式 4 段 16 列 3.5N 以下 100 万回以上
メンブレン スイッチ	方式 スイッチ構成 操作押力 寿命
	タクトスイッチ 9 段 5 列 (MAX) 3N 以下 50 万回以上
	インジケータ (LED)
	3 段 5 列 (MAX)

- (1) 持ちながら握るといふ行為が伴うグリップ部, 持ちながら押すといふ行為が伴う押しボタンスイッチやメンブレンスイッチなどの形状および取り付け位置は, 実使用状態を十分考慮し人間工学的なデザインアプローチを行う。
- (2) 右手, 左手どちらの手で握って操作しても違和感のない形状のデザインとする。
- (3) あらゆる場所または業種においてもマッチングするデザインおよび色とする。

4. 製品の仕様と内部構成

HG1T 形小型ペンダントの主な仕様を表 2 に, 内部ブロック図を図 10 に示す。

4. 1 表示部 (GUI)

表示素子には, キャラクタ表示だけでなく簡単な絵やグラフが表示できるよう 192×64 ドットのフルグラフィック表示の LCD を採用し, 表示情報内容の向上を図つ

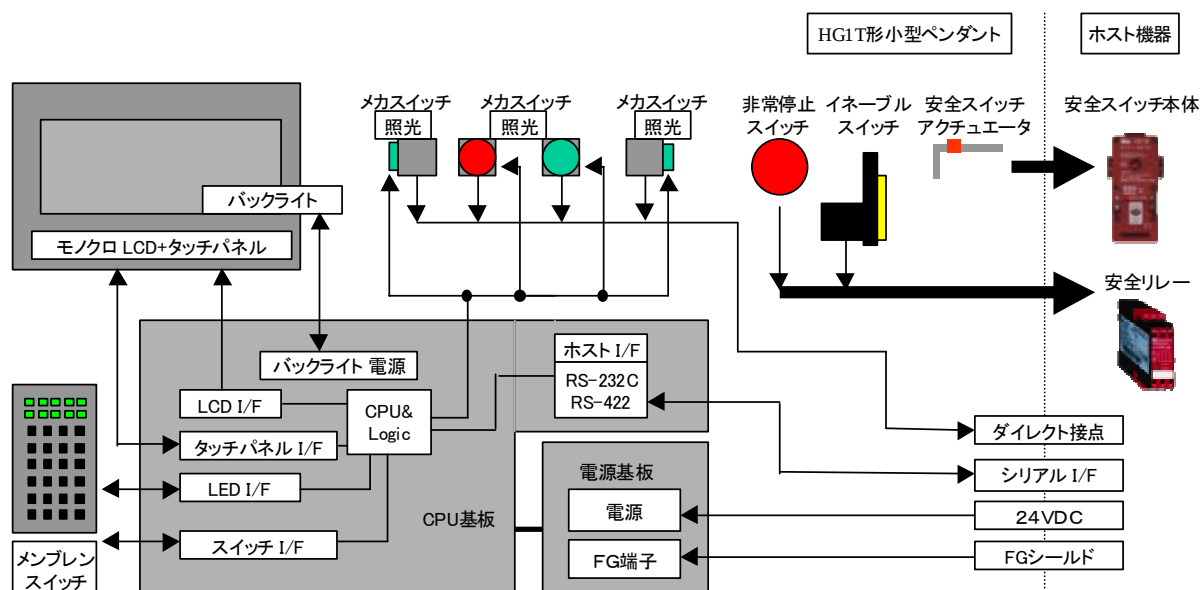


図 10 内部ブロック図

Fig.10 Internal block diagram

ている。また LCD 表面部に 16×4 のマトリックス抵抗膜方式タッチスイッチパネルの搭載を可能としている。

4. 2 スイッチ部 (SUI, safety SUI)

(1) 非常停止スイッチ

搭載している非常停止スイッチは、万が一接点が溶着した場合でもボタンを押す力が直接接点を引き離し、回路を確実に遮断できる直接開路動作機能 (IEC 60947-5-5) を持っており、非常時の安全性を向上させている。

(2) イネーブルスイッチ

本体側面に IEC 60204-1 に適合した 3 ポジション 2 接点タイプのイネーブルスイッチを配しており、万が一、1 接点が溶着や復帰不良を起こしても、電気回路上正常に動作するように安全面について配慮している。

(3) メカニカルスイッチ

メカニカルスイッチ部には、当社製 L 6 シリーズ丸型押しボタンスイッチを本体正面に 2 個、側面に左右それぞれ 1 個配置することができる。またスイッチ部にはスイッチガード付押しボタンスイッチ、セレクトスイッチ、キースイッチなどの対応が可能となっている。

(4) メンブレンスイッチ

脱着可能なメンブレンスイッチは本体表面に 5 列×9 行、最大 45 個のスイッチを配することが可能となっている。操作部には 10×10mm 角のエンボス加工を施して操作性の向上を計っており、エンボスにはホームポジションマークとして φ1.5mm の突起を設けることも可能である。また、メンブレンスイッチの操作表示用としてに 5 列×3 行、最大 15 個の LED をメンブレンスイッチ上側に配置できるようにしている。

4. 3 システムソフトウェア

HG1T 形に接続される機器は多種多様なものが考えられるため、システムソフトウェアはホスト機器にあわせてユーザにて個別に開発することを想定している。

CPU には日立製作所の SH-2 を採用しており、ソフトウェア開発ツールは豊富に市販されているため、好みに応じて選択可能である。開発の各段階で必要になってくる固有の資料やツール類は当社より提供する。

5. 今後の展開

図 11 に、O A (Office Automation) や P A (Personal Automation) などのいわゆる情報分野と、産業分野で使用される機器の比較を示す。情報分野では、一般的に設置型のデスクトップ P C (Personal Computer) が使用されているが、ここ数年、手持ちで移動可能なモバイル型のノートブック P C や P D A (Personal Digital Assistant)、また携帯電話などが増加している。これら設置型機器とモバイル機器はそれぞれの特長があることから両者が共存しているが、移動できる利便性などから今後はモバイル機器の進展が高いと考えられる。このようなモバイル化の流れが F A をはじめとする産業分野でも今後起こってることが予測できる。われわれは、ペンダントにイネーブルスイッチや C C スイッチを搭載することで産業分野で使いやすさを向上したモバイル機器の先駆けとすることができると考えている。また図 11 に示すように、使用環境や使用形態、また要求される仕様や使いやすさのポイントが、情報分野と産業分野では全く異なっている。HG1T 形を含む当社のペンダントは、方人間が操作する際の使いやすさという非常に古典的な考

	O A における HMI 操作表示環境	F A における HMI 操作表示環境
設置型とモバイル型の共存関係	デスクトップ PC ノートブック PC 携帯型情報端末 (PDA)	操作制御パネル 新しいモバイル形ペンダント
使用環境	・オフィスなどのクリーンな環境 ・比較的安全な場所	・工場・生産ラインなどの油、ほこりのある環境 ・危険な場所も多く存在
使用形態	・オフィスで座って使用	・工場で立って使用
使いやすさのポイント	・情報へのアクセスのしやすさ ・高速な情報の処理	・操作のしやすさ ・わかりやすさ、確実さ
重要なキーワード	・高速化・ネットワーク化、マルチメディア対応	・操作性・確実性、堅牢性、安全性

図 11 O A と F A の HMI 操作表示環境におけるモバイル機器の相違点

Fig. 11 Difference between OA and FA mobile products in HMI environments

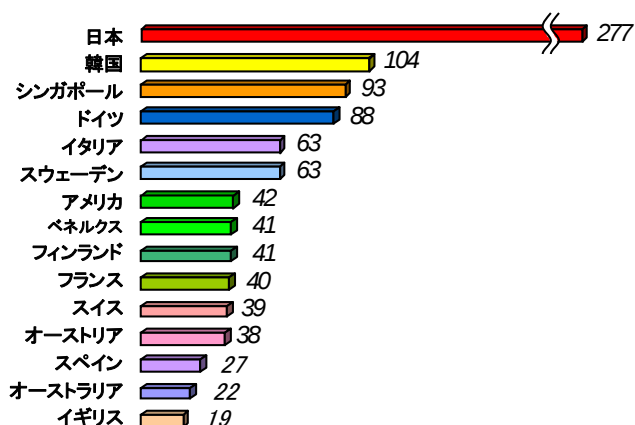


図 12 先進工業国で労働者 1000 人当たり
に使用されているロボットの台数

Fig.12 The number of Robots per
1000 factory workers

えに基く人間工学的な視点で開発されたものであるが、このような“安全性や使いやすさ”と“情報化”を両方兼ね備えたペンダントに代表されるモバイル機器が今後ますます重要になる。

図 1 2 に先進工業国でのロボットの普及度を表したグラフを示す。このデータはドイツの安全機関 BIA (Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitssicherheit) が調査した、1997 年における各国の労働者

1000 人当たりのロボット使用台数である[17]。このデータから明らかなように、日本は欧米やアジアと比較しても圧倒的にロボット化が進展している国であり、F A における自動化が著しいと言える。日本の場合、現場の安全の構築はオペレータへの教育に頼ってきているのが現状と言えるが、前述したように中央労働災害防止協会の調査によれば、自動生産システムにおける事故の 70% が非定常作業時に起こっているとの報告もあり、日本も国際的な機械の本質安全設計の要求に応じていくのは自明である。

以上より日本の産業分野の情勢からも“安全性や使いやすさ”と“情報化”を両方兼ね備えたペンダントの要求度は飛躍的に高まると考えている。

6. おわりに

ペンダントは、自動車製造ラインや半導体および液晶製造装置、またロボットや各種機械などの制御システムにおいて広く使用されており、ペンダントの使いやすさや安全性への要求に対応するために GUI や SUI, そして SUI on GUI や Safety SUI をうまく融合した構成になっている必要があることは明らかである。われわれは今までに表 3 に示す安全性と使いやすさに配慮した種々のタイプの C C ペンダントを開発しており、今回小型ペンダント HG1T 形を開発した。今後もより安全で使いや

表 3 ペンダント比較

Table 3 Comparison chart of mobile pendants

各種ペンダント ユーザインタフェース		一般の個別機械 専用ペンダント	一般の情報型 ペンダント	HG1T	HG2P	HG2R	HG2V
SAFETY SUI (直接安全機能)	非常停止スイッチ	○	○	○	○	○	○
	3ポジション イネーブルスイッチ	×	×	○	×	○	○
	安全スイッチ	×	×	○	○	○	○
SUI (操作機能 表示機能)	押ボタンスイッチ	×	×	○	○	○	○
	セレクト／キースイッチ	×	×	○	○	○	○
	LED表示灯	×	×	○	○	○	○
	ブザー	×	×	○	○	○	○
	メンブレンスイッチ	○	○	○	△	△	○
SUI on GUI & GUI (LCD関連機能)	CCスイッチ	×	×	×	○	○	×
	タッチスイッチ	×	○	○	○	○	○
	LCD	モノクロ キャラクタ表示	カラー／モノクロ グラフィック表示	モノクロ グラフィック表示	カラー／モノクロ グラフィック表示	カラー／モノクロ グラフィック表示	カラー グラフィック表示
備 考		小形専用	中形 プログラマブル	小形汎用	中形 プログラマブル	中形 プログラマブル	中形 Windows CE 対応

すいＣＣペンダントを開発し、人と機械の最適な HMI 環境の創造に貢献できるよう邁進していきたいと考えている。

参考文献

- [1]向殿政男 監修 (社)日本機械工業連合会編：「機械安全」国際規格，日刊工業新聞社，1999 年
- [2]向殿政男 監修 安全技術応用研究会 編：国際化時代の機械システム安全技術，日刊工業新聞社，2000 年
- [3]関口隆 他 監修 (社)日本機械工業連合会 他 編：「機械安全（電気装置）／機能安全」実用マニュアル，日刊工業新聞社，2001 年
- [4]小野和昭 他：安全性向上を追求したペンダント形操作表示器の制御システムへの応用，ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2000 論文集，2000 年，p29-32
- [5]荻野重人 他：モバイル形操作表示器を用いた HMI 環境の最適化，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会 第 14 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集，1998 年，p295-300
- [6]米澤浩 他：モバイル形操作表示器によるロボットティーチングの操作性向上，(社)計測自動制御学会 システム／情報合同シンポジウム'98 論文集，1998 年，p257-261
- [7]荻野重人 他：モバイル形操作表示器ＣＣペンダントの開発，IDEC REVIEW 1999，和泉電気株式会社，1999 年，p90-97
- [8]中島幸市 他：モバイル形操作表示器による F A 環境の安全に対する最適化，ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム'99 論文集，1999 年，p505-510
- [9]ISO/CD12100-1,-2:Safety of machinery-Basic concepts, general principles for design - Part 1: Basic terminology, methodology, Part 2: Technical principles and specifications,1998
- [10]IEC60204-1:Safety of machinery-Electrical equipment of industrial machines - Part 1:General requirements,1997
- [11]ANSI/RIA R15.06:for Industrial Robots and Robot System-Safety Requirements, (1999)
- [12]SEMI S2-0200:Environmental, Health, and Safety Guideline for Semiconductor Manufacturing Equipment
- [13]和泉電気株式会社 編：安全コンセプトブック，2000 年
- [14]厚生労働省労働基準局：機械の包括的な安全基準に関する指針，

http://www.jaish.gr.jp/hor_s_shsi/hor_s_shsi/10027

- [15]福井孝男 他：操作における安全性を追求した 3 ボジションイネーブルスイッチの開発，計測自動制御学会ヒューマン・インタフェース部会，第 14 回ヒューマン・インタフェース・シンポジウム論文集，1998 年，p659-p664
- [16]宮内賢治 他：人間工学に基づく安全性に配慮した 3 ボジションイネーブルスイッチの開発とその応用，ヒューマンインタフェース学会 ヒューマンインタフェースシンポジウム 2000 論文集，2000 年，p383-386
- [17]K.Meffert:Safety of industrial automated systems-Innovation and prevention through research-,International Conference Safety of Industrial Automated Systems,Montreal,Proceedings of the Conference,1999,p141-163

執筆者

- *1) 商品開発部 H7000 所属
- *2) 商品開発部 H7000 所属
- *3) 商品開発部 H7000 所属
- *4) 商品開発部 H6000 所属
- *5) 商品開発部 H7000 所属
- *6) 商品開発部 T3000 所属
- *7) 商品開発部 H7000 所属