

小形コントロールスイッチ

松本 吉弘*1)・関野 芳雄*2)

1. はじめに

小形コントロールスイッチは民生機器から産業機器に至るまで幅広く使用されており、特に照光式のものには押釦スイッチと、表示灯の両機能を兼ね備えた製品であり、動作の指示を与え又機器システムの状態確認（監視）するものとして重要な役割を担っている。

人と機械を結ぶマンマシンインターフェイスとしての小形コントロールスイッチは、市場の要求の多様化・個性化により各種コンセプトのものが開発されている。

表1に使用場所と開発コンセプトについて記載する。

これらの開発コンセプトは、人間が情報（信号）を正確に制御システムに伝える事を前提としているために、「高信頼性」という事が基本になっている。また、システムが高機能化し、高密度実装されるためコントロールスイッチ自体もコンパクトにする必要性から「省スペース化」も重要と考える。

当社においては、スイッチ開発の歴史は長くその種類も非常に幅広いものがあるが本稿では、小形コントロールスイッチという観点に立ち、特に最新新しいコンセプトで開発されたA6シリーズおよびMAシリーズについて以下述べることとする。

2. 開発思想

A6シリーズおよびMAシリーズを開発するにあたり次の7項目を、重点に考えた。(図3参照)

2.1 小形化・短胴化

装置の小形化、高密度実装化の要求に伴い、コントロールスイッチも小形化する必要がある、操作部がコンパクトで、胴体奥行きも22.0mmと短胴化した。

2.2 デザイン・操作感

コントロールスイッチのトレンドの1つとして操作感、デザイン性の追求がありF&F=ファインタッチ・ファインメカを実現した。

表1. 使用場所と開発時重要コンセプト

使用場所	開発時の重要コンセプト
工場等のライン(FA)	環境性、堅牢性、安全性
工場等の集中管理室(FA)	操作性、高視認性
工作機械類	操作性、環境性(防水・防油等)
オフィス(OA)	操作感、デザイン

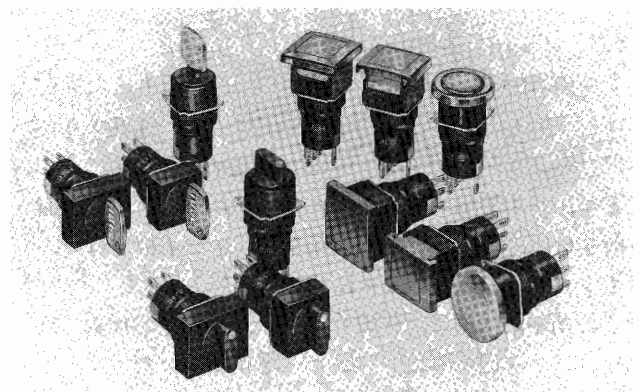


図1. A6シリーズ外観

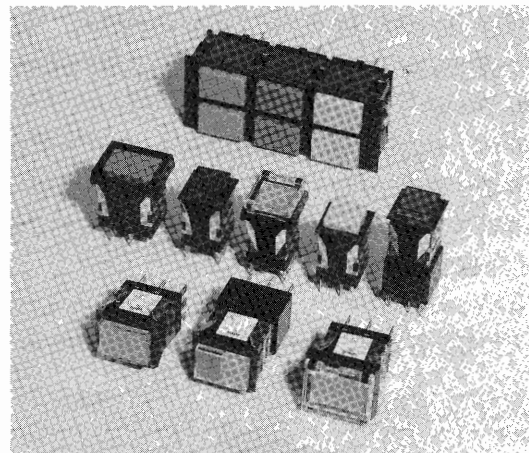


図2. MAシリーズ外観

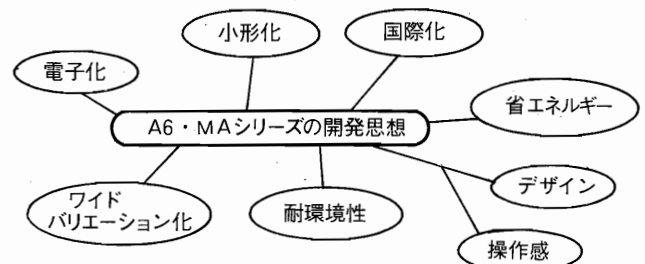


図3. 開発思想

*1) 製品開発センター第1開発グループリーダー
*2) 製品開発センター第2開発グループリーダー

2.3 ワイドバリエーション

装置の機能の多様化要求に対応するためにA6シリーズは、セレクトスイッチ・鍵付スイッチをはじめ多種多様な操作部のバリエーション化を図り、またMAシリーズは照光面の分割仕様や2色照光などのバリエーション化を図ることとした。

2.4 電子化への対応

PC（プログラマブルコントローラ）入力など、微小負荷に対する高信頼性が要求されており、スナップアクション機構のマイクロスイッチの採用と共に、接点部は金クラッド（銀ベース）のクロスバー接点仕様とした。

2.5 省エネルギー化

システムの省エネルギー化に伴い、コントロールスイッチの照光部はLEDをメインとした。

2.6 耐環境性

A6シリーズにおいては特に工作機械などにおいて、防水・防油性が要求される事によりIP65も可能とした。

2.7 国際化

輸出用はもちろん、国内でも安全性の立場から重要視されているUL・CSA規格の要求に適合した製品とした。また、フランジの大きさはDIN規格サイズの流れを取り入れパネルデザインの向上と統一性が図れる様にした。

3. A6シリーズ, MAシリーズの共通技術

3.1 マイクロスイッチ

3.1.1 マイクロスイッチ

A6シリーズ, MAシリーズには、スイッチ部にスナップアクション機構を持つマイクロスイッチが組み込まれている。

マイクロスイッチは、アクチュエータの操作スピードに関係なく接点の開離が瞬時に行われるため、接点間に生じるアーク時間が短く接点消耗の少ない特長をもっている。そのため、小形接点で大容量の開閉が可能となり寿命も長くなる。スナップアクション機構であるため、動作および戻りの行程にズレのあるヒステリシス曲線となり一度反転すると振動が加わった時などでも接点の状態はたやすく変化しない特長を持っている。また接点反転時には、クリック感（音）があり反転の確認ができる。

図4-1から-3は代表的なマイクロスイッチの動作特性図を示し、また表2にマイクロスイッチの動作の用語説明を記載する。

3.1.2 動作特性—ファインタッチ

A6シリーズ, MAシリーズのマイクロスイッチは、マイクロスイッチ理論を応用し当社独自に設計・製作したものである。構造を（図5, 図6）に示す。

マイクロスイッチのNC端子, NO端子は金クラッド（銀ベース）の接点がスポット溶接されており、COM端子を含め樹脂ベースにインサート成形されている。可

表2. マイクロスイッチ動作点の説明

分類	略号	用語	説明
力	OF	動作に必要な力 (Operating Force)	自由位置 (FP) から動作位置 (OP) に動かすのに必要な力。
	RF	もどりの力 (Release Force)	動作限度位置 (TTP) からもどりの位置 (RP) まで動かすのに必要な力。
	TF	全体の動きに必要な力 (Totaltravel Force)	動作位置 (OP) から動作限度位置 (TTP) まで動かすのに必要な力。
動き	PT	動作までの動き (Pretravel)	自由位置 (FP) から動作位置 (OP) までの移動距離
	OT	動作後の動き (Overtravel)	動作位置 (PT) から動作限度位置 (TTP) までの移動距離
	MD	応差の動き (Movement Ditterential)	動作位置 (PT) からもどりの位置 (RP) までの移動距離
	TT	全体の動き (Totaltravel)	自由位置 (FP) から動作限度位置 (TTP) までの移動距離
位置	FP	自由位置 (Free Position)	外部からの力が加えられていない時のアクチュエータの位置
	OP	動作位置 (Operating Position)	可動接点が自由位置の状態から反転する時の、アクチュエータの位置
	RP	もどりの位置 (Release Position)	可動接点が動作位置の状態から自由位置の状態に反転する時のアクチュエータの位置
	TTP	動作限度位置 (Totaltravel Position)	最後まで所定の動作が終了した時のアクチュエータの位置

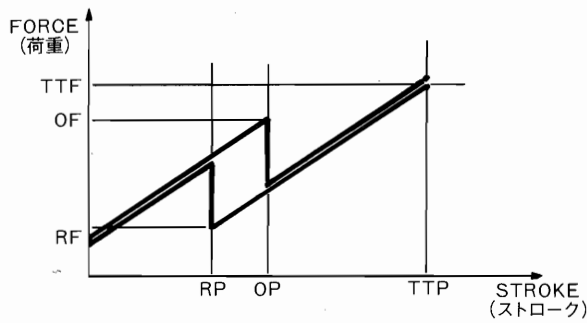


図4-1 ストローク荷重曲線

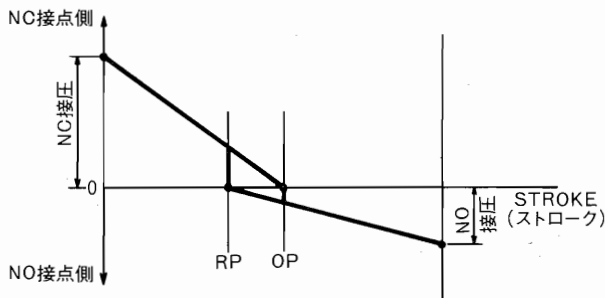


図4-2 接点接触圧-ストローク曲線

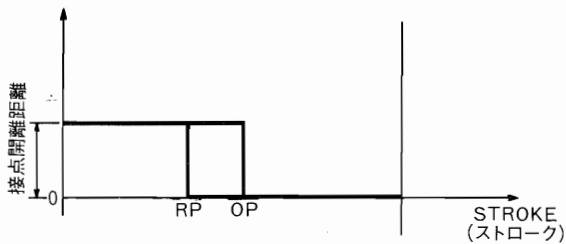


図4-3 接点分離距離-ストローク曲線

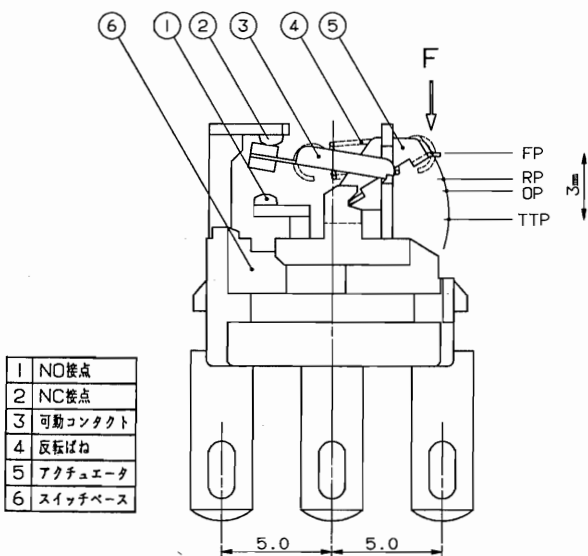


図5. A6シリーズマイクロスイッチの構造

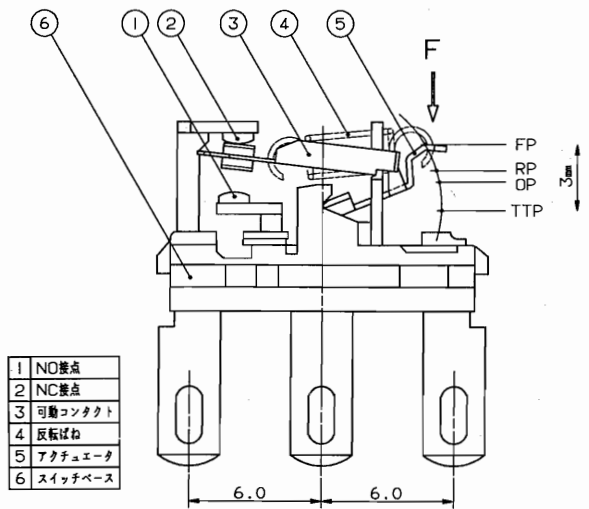


図6. MAシリーズマイクロスイッチの構造

動コンタクトはNC端子およびNO端子と同様の接点がスポット溶接されており、クロスバー接点構造を構成している。

アクチュエータをFの方向に動かす事によりOperation Point(OP)においてNC接点側よりNO接点側にスナップアクションによる反転動作を行う。またもどりの時はTotal Toravel Point (TTP)からアクチュエータが動きRelease Point(RP)でNO接点側よりNC接点側にスナップアクションによる反転動作を行い、一連の動きが完了する。

図7にA6シリーズのマイクロスイッチ単独での動作特性図を、図8にA6シリーズ照光押釦スイッチに組み込んだ時の動作特性図を示す。(MAシリーズも同様の特性を示す。)

図8のA6シリーズ照光押釦スイッチの動作特性図によると、全体の動きの中でOF(Operation Force)が一番高い値を示し、接点反転後約20g荷重が下り、その後ストロークを増しても操作荷重は一定、もしくは下る特性値を取る。この動作カーブが好感触のファインタッチを生むものである。

3.2 LEDモジュール

A6・MAシリーズLEDユニットの中には、LED光源として当社が独自に開発した高輝度・高効率反射形のLEDモジュールが搭載されている。このLEDモジュールは、カップ形状のモールド部内側表面の銀メッキフレーム上に、複数のLEDチップと保護ダイオードチップ1ヶを直接ボンディングし、更にエポキシ樹脂を充填して保護およびレンズ効果をもたせたもので、径の大きさφ5.0mmのコンパクトな面照光用LEDモジュールである。図9にLEDモジュールの構造及び外観を示す。

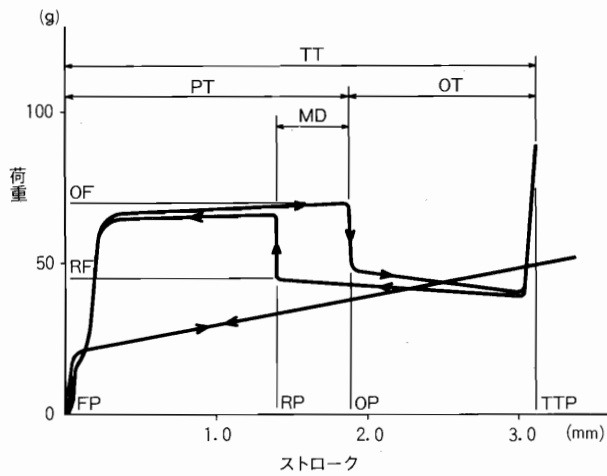


図7. A6シリーズ用マイクロスイッチ動作特性図

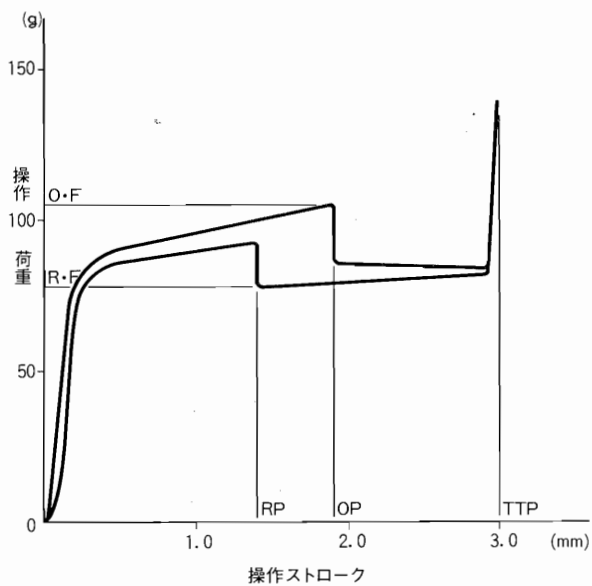


図8. A6シリーズ動作特性図
(モメンタリー動作形、1c接点)

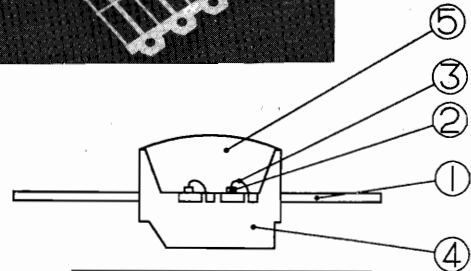
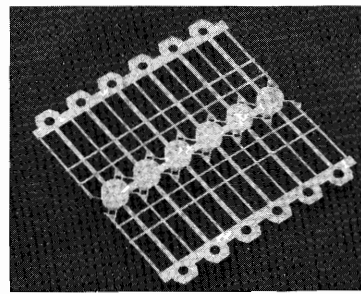
LEDユニットについて、MAシリーズを例にして図10に示す。

なお、LEDモジュールは当社独自の生産技術により自動で生産されており、自動機の一例を図11に示す。

LEDモジュールの種類は表3の通り5V~24V用まで4種類有り、5V以外は全て保護用ダイオードがLED回路とシリーズに挿入されている。そのため誤配線による逆方向の印加電圧やサージなどに対して有効に働く様になっている。

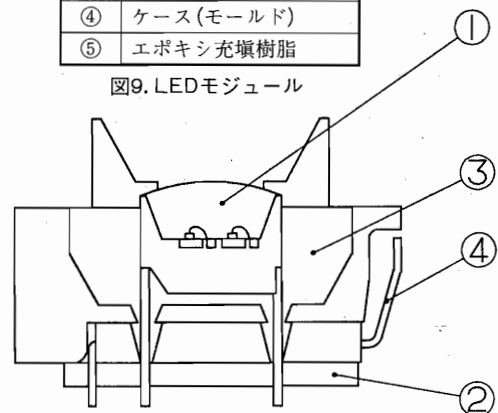
順電流-電圧 (I_F-V_F) 特性はLEDモジュールの各電圧仕様により、また発光波長によっても異なる。図12、図13にDC24V、DC5V用の I_F-V_F 特性を示す。

LEDユニットを生産していく上での品質管理として重要な事は、高輝度を保ちながらLEDの最大特長であ



番号	LEDモジュール各部名称
①	銀メッキフレーム
②	LEDチップ
③	ワイヤー
④	ケース(モールド)
⑤	エポキシ充填樹脂

図9. LEDモジュール



番号	LEDユニット各部名称
①	LEDモジュール
②	セラミック基板
③	LEDホルダー
④	接触部

図10. LEDユニット

表3. LEDモジュール内部回路

電圧仕様	LEDモジュール内部回路
DC24V用	
DC12V用	
DC6V用	
DC5V用	

A: アノード側
K: カソード側
 : LEDチップ
 : 保護ダイオードチップ

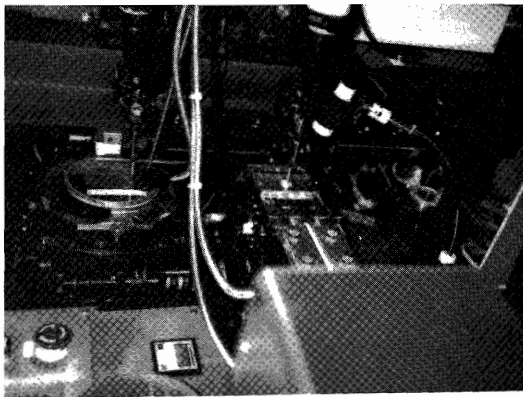
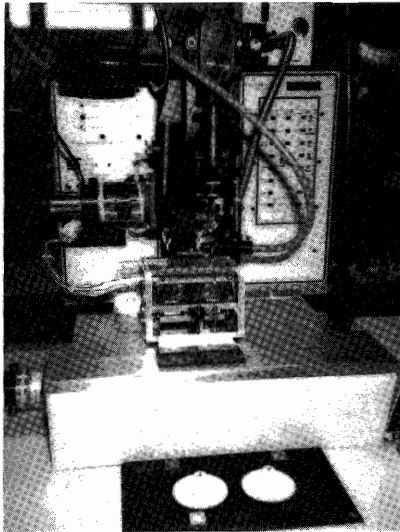


図11.

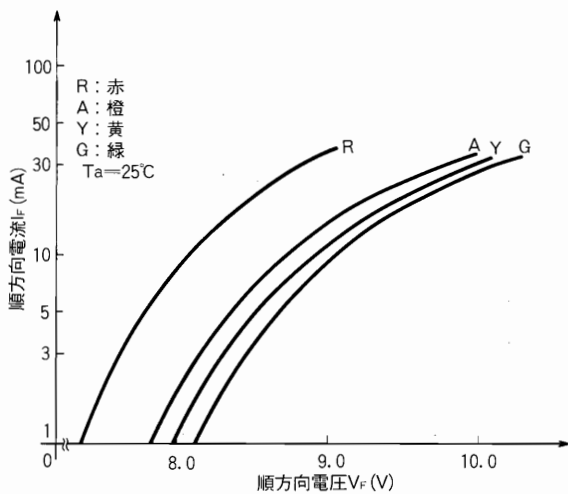


図12. If-Vf特性(DC24V用)

る長寿命を引き出す事であるがそれには電流値の管理が重要となる。A6・MAシリーズLEDユニットは、全機種に電流制限用抵抗が内蔵されている。この抵抗は、セラミック基板上の印刷抵抗となっており、放熱効果に優れると共にフラットでコンパクトな形になっている。

また抵抗値は、レーザートリミングにより自動で調整

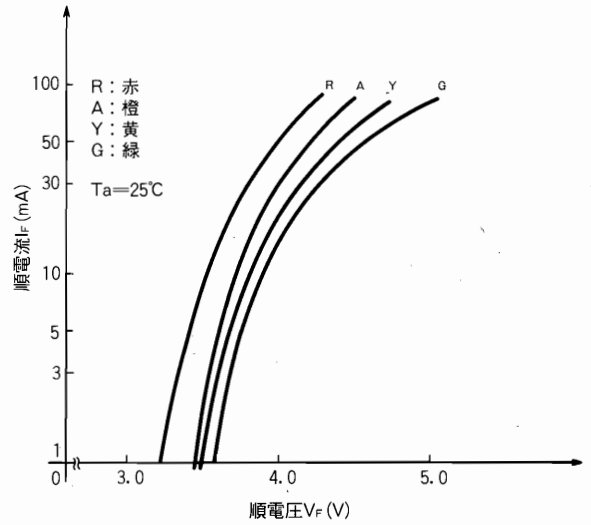


図13. If-Vf特性(DC5V用)

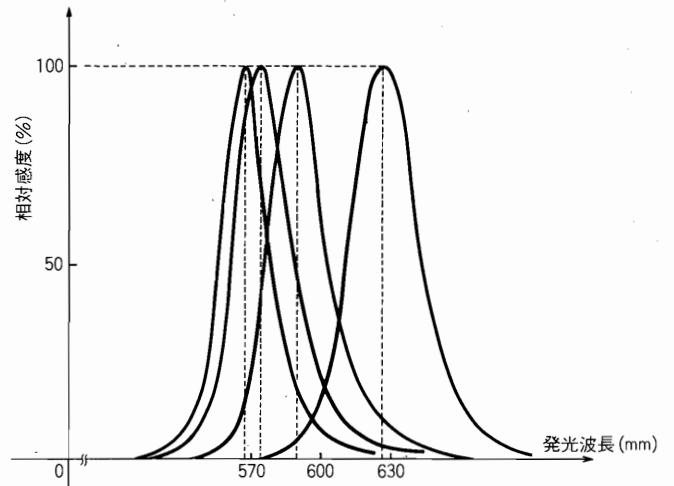


図14. LEDモジュールの発光波長

された誤差5%以内という安定した抵抗値を保つ事が可能となっている。

$$I_F (\text{MIN}) \leq I \leq I_F (\text{MAX})$$

$$I = \frac{V_{CC} - (V_{FL} + V_{FD})}{R}$$

I ……管理される電流値の範囲 (mA)

$I_F (\text{MIN})$ ……最小管理値としての電流値 (mA)

輝度の最小値設定に基づき決定される。

$I_F (\text{MAX})$ ……最大管理値としての電流値 (mA)

LEDおよび印刷抵抗の温度上昇値の最大値設定により決定される。

V_{CC} ……実際に使用される電源電圧

V_{FL} ……LEDモジュールのLEDチップ順電圧合計 (V)

V_{FD} ……LEDモジュールの保護ダイオードの順電圧 (V)

R ……セラミック基板上のレーザートリミングされた印刷抵抗の値(Ω)

また、LEDモジュールの発光波長は赤(R)、橙(A)、黄(Y)、緑(G)の計4種類であり、そのピーク発光波長をグラフで図14に示す。

一方指向特性においては、レンズ(表面)の照光面が均一でなければならないために、LEDモジュールは広い指向特性をもったものが望まれる。

そこでエポキシ樹脂の充填時には、工程では、エポキシ自体の表面張力を利用することにより表面がレンズ状(球形)となり、相対感度の半値角 $\pm 65^\circ$ という指向特性をもったLEDモジュールに仕上げている。図15にそのグラフを示す。

4. A6シリーズ, MAシリーズの構造と仕様

4.1 A6シリーズの構造と仕様

A6シリーズのコントロールスイッチは取付パネル穴 $\phi 16\text{mm}$ の照光式押釦スイッチ、表示灯、セレクトースイッチなどの総称である。

4.1.1 形状

A6シリーズは短胴形でパネルの表面からの出しろが9mm、本体は丸形の短胴形で奥行22.0mm(端子部先端まで30

mm)に全機種統一されている。操作部は丸形、正角形、長角形、三方向ガード付長角形との4種類あり、ランプ端子、接点端子とも半田付が全て背面で行えるバックターミナル方式を採用している。

また、製品は次の3つのユニットに大別でき各ユニットの組合せにより豊富な機種展開が可能となる。

- (1) レンズユニット
- (2) ランプユニット
- (3) 本体ユニット

図16に照光押釦スイッチのユニット展開を示し、図17に全体構造図を示す。

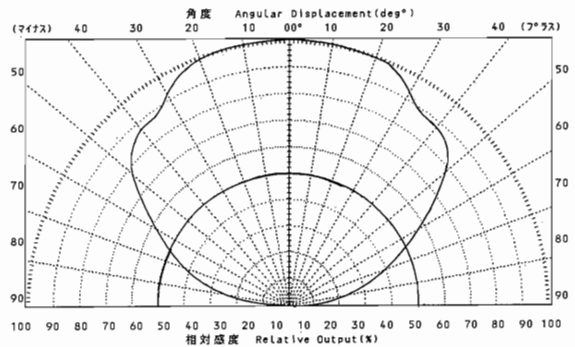


図15. LEDモジュールの指向特性

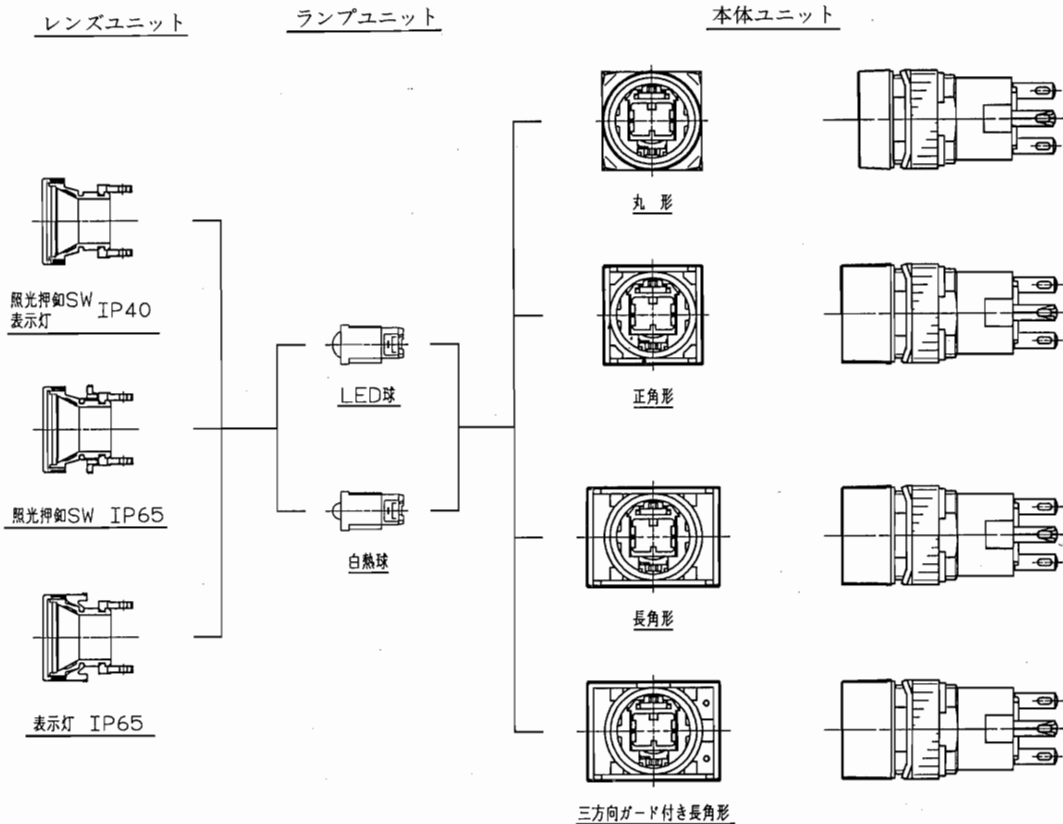


図16. A6シリーズユニット展開図

表4. A6シリーズ 性能仕様 接点定格

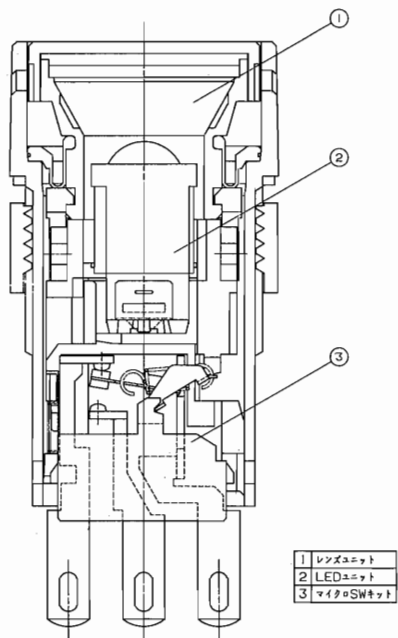


図17. A6シリーズ全体構造図

4.1.2 動作/接点部

マイクロスイッチの概要で述べた通りスナップアクションによる接点反転機構（マイクロスイッチ）を採用しており操作荷重は閉鎖形（IP40）1C接点付で約120g、防噴流形（IP65）の2C接点付で約230gと軽荷重で好フィーリングなものになっている。接点定格及び性能仕様を表4に記載する。接点部の代表的な使用定格は抵抗負荷でAC100V,1A, DC24V,1Aとなっている。接点材質は金クラッド（銀ベース）クロスパー接点を採用し、最小適用負荷（参考値）AC・DC5V,1mAである。

接触抵抗値（初期値）も10mΩ以下ある。また機械的寿命はカタログスペックで100万回以上、実力値で200万回以上である。電気的寿命は最大使用時10万回以上（閉開頻度1200回/時）でPC入力などのドライサキットレベルではほぼ機械的寿命（200万回）まで寿命が伸びる。図18に当社での確認試験のデータを示す。これによると接点電流DC24V,10mAの開閉で接触抵抗値の初期は、NO, NC接点共6mΩで200万回動作後、最大12mΩと安定した動作を行うことが確認されている。

4.1.3 照光部

A6シリーズの照光部は、ランプユニットとレンズユニットにより構成されている。

ランプユニットには、LED球と白熱球の2種類があり電球口金は同じ構造で互換性があり、操作部より脱着する事ができる。そのため配線後の色変更、電圧変更が可能である。また口金の構造は当社独自の形状でランプ端子に口金部を直接接点する構造となっている。

性能仕様

標準使用状態	周囲温度：-25~+55°C（氷結しないこと） ただし、白熱球照光ユニットは-25~+40°C 相対湿度：45~85%	
接触抵抗	50mΩ以上（初期値）	
絶縁抵抗	100MΩ（DC500Vメガにて）	
耐電圧	スイッチ部	充電金属部と非充電金属部間：AC2000V・1分間 異極端子間：AC2000V・1分間 同極端子間：AC1000V・1分間 接点端子とランプ端子間：AC1500V・1分間
	照光部	充電部とアース間：AC2000V・1分間
耐振動性	10~55Hz、複振幅1.5mm	
耐衝撃性	耐久：500m/s ² （約50G） 誤動作：200m/s ² （約20G）	
寿命	機械的	モメンタリ形：100万回以上 オルタネイト形：10万回以上 プッシュロックターンリセット形：10万回以上 セレクタスイッチ：25万回以上 鍵付セレクタスイッチ：25万回以上
	電気的	10万回以上（開閉頻度1200回/時） ただし、オルタネイト形は5万回以上
保護構造	閉鎖形（IP40） 防噴流・防油形（IP65） 注）JIS C 0920/JEM1030/（IEC pub529）による	

接点定格

項目		φ16シリーズ		
最大接点使用電圧		AC・DC250V		
最大通電電流		3A		
使用電圧		24V	110V	220V
使用電流	交流 50/60Hz	抵抗負荷（AC13級）	—	1A 0.5A
		誘導負荷（AC12級）	—	0.7A 0.5A
直流		抵抗負荷（DC14級）	1A	0.2A —
		誘導負荷（DC13級）	0.7A	0.1A —
接点材質		Agに金クラッド		

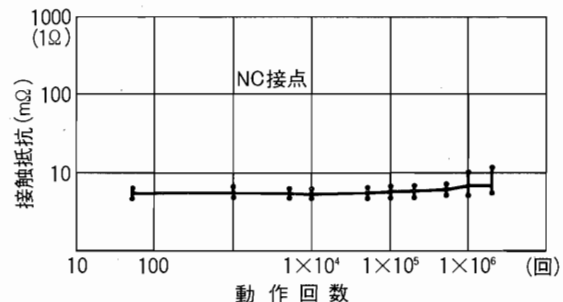
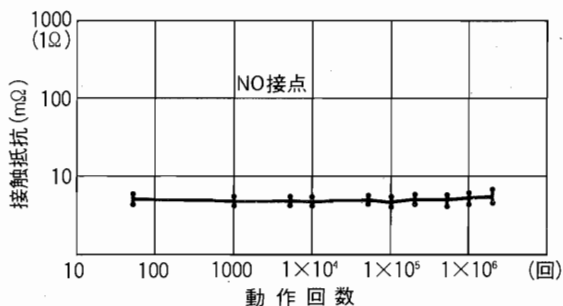


図18. 低レベル接触信頼性試験に伴う接触抵抗の変化

表5. LAYD形LED球

使用電圧	DC6V±5%	DC12V±10%	DC24V±10%		
内蔵LED球	定格電圧	DC6V	DC12V	DC24V	
	定格電流	20mA	13mA	10mA	
	発光色 形番	赤	LAYD-6R	LAYD-1R	LAYD-2R
		緑	LAYD-6G	LAYD-1G	LAYD-2G
		アンバー	LAYD-6A	LAYD-1A	LAYD-2A
黄		LAYD-6Y	LAYD-1Y	LAYD-2Y	
LED球の寿命 (参考値)	約50000時間 (完全直流で点灯し、輝度が初期値の50%になる時点。)				
等価回路					

● 電流制限用抵抗および保護ダイオードはLED球に内蔵しています。

表6. LA形白熱球

使用電圧	AC/DC5V±5%	AC/DC12V±10%	AC/DC24V±10%	
内蔵白熱球	形番	LA-6	LA-1	LA-2
	定格電圧	AC/DC6V	AC/DC14V	AC/DC28V
	定格電流	70mA	37mA	24mA
	寿命	1000時間以上 (定格電圧で使用時)		

1) LED球 (LAYD形)

図19にLED球の構造を示す。表5に仕様を記載する。ランプホルダーにLEDモジュールとセラミック基盤印刷抵抗が組込まれる。仕様電圧は、DC 5V、6V、12V、24Vがある。電圧変動率は、5V、6Vが±5%以下、12V、24Vが±10%以下とする。

定格電流は、DC 5V、DC 6Vが20mA、DC12V、DC24Vが、10mAである。発光色は赤(R)、緑(G)、アンバー(A)、黄(Y)の4色がある。各々の発光色に対応したレンズ色を使用し乳白色は黄(Y)を使用する。

DC 5V用 (カタログは未記載品) はフレッティングコロージョン (Fretting Corrosion) 防止対策および腐食による接触不良を防止のためランプホルダー及びランプ端子の接触部にAuメッキを行っている。

2) 白熱球

図20に白熱球の構造を示し表6に仕様を記載する。外形φ3mmのT3白熱電球がランプホルダーに組込まれる。定格電圧6V、14V、28Vの3種があり使用電圧は各々5V±5%、12V±10%、24V±10%となっている。AC・DCの両方で使用でき、AC定格電圧下での寿命は、1,000時間以上、特にDC電圧で使用時は、DC特有のノッチング現象があり、AC電圧より若干寿命が短くなる。

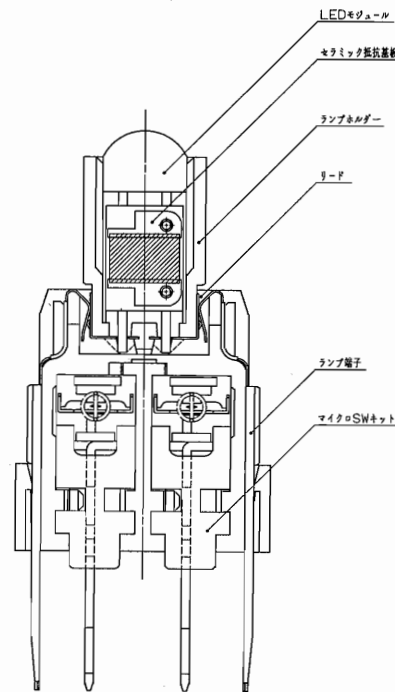


図19. LED球 (LAYD形) の構造

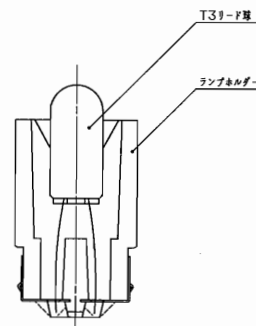


図20. 白熱球 (LAY形) の構造

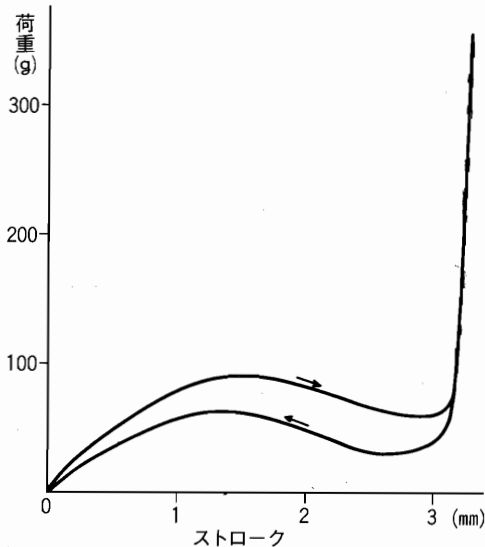


図21. 防水パッキンのみの動作特性曲線

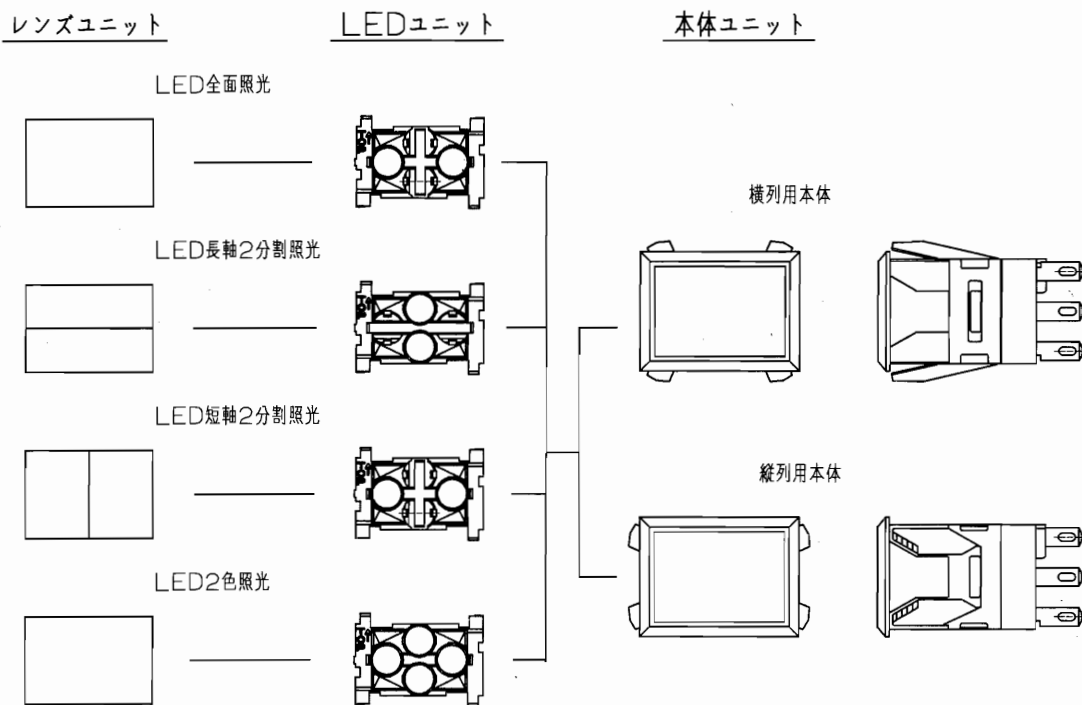


図22. MAシリーズユニット展開図

4.1.4 保護構造

A 6シリーズの保護構造は、閉鎖形 (IEC Pub.529 IP 40) 防噴流形 (IEC Pub.529 IP 65) の2種類のタイプがある。ゴムベローズによる防水耐油構造に加え、レンズ、フィルターおよびレンズホルダーにポリアリレート樹脂 (PAR) を採用し、耐油性を考慮した材質を選択している。またレンズホルダーとフィルターは超音波溶着で溶着されており水、油などの浸入を防いでいる。

ゴムベローズはレンズホルダー側に固定されておりレンズユニットを交換するだけで閉鎖形 (IP40) から防噴流形 (IP65) に変更が可能である。またゴムベローズ自体、電卓のボタン同様のクリック感を持たせてあり操作部 (レンズ部) をストロークいっぱいまで押込んでも常に40~70gの復帰力が働いており、マイクロスイッチのスナップアクション機構との相乗効果により軽荷重で操作性良好なスイッチを実現している。図21に常温 (20℃) でのゴムベローズのみの動作特性カーブを示す。またゴムベローズの材質はシリコン糸のゴムを採用し、-25℃でも常温とあまり変化のない操作感覚が得られている。

4.2 MAシリーズ小型コントロールスイッチ

MAシリーズコントロールスイッチは取付パネルカット□16.2mm (フランジ寸法□18mm) のMA 2, および16.2×22.4mm (フランジ寸法18×24mm) のMA 3の2種類の照光式押釦スイッチ, 押釦スイッチ, 表示灯の総称である。

4.2.1 形状

MAシリーズの操作部 (レンズ部) は、パネル面から

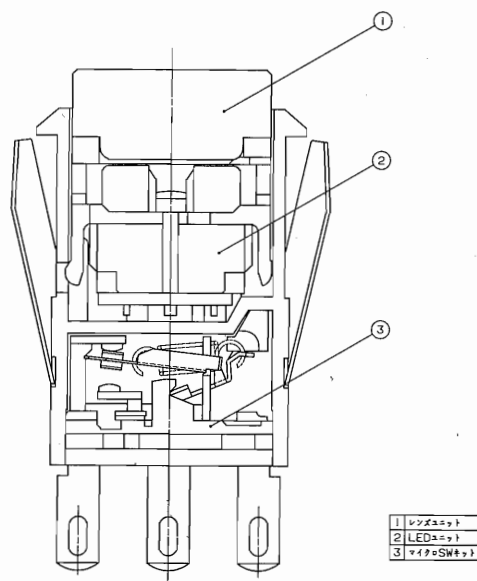


図23. MAシリーズ全体構造図

の突出高さが低く、また本体の奥行も22mm (端子部先端まで29mm) と短胴形に仕上がっている。またパネルへの取付は、胴体側面に取り付けられている金属性の板バネであるマンウトバネでパネル前面からワンタッチで取り付けられる事が可能である。

製品は次の3つのユニットに大別できる。

- (1) レンズユニット
- (2) LEDユニット (白熱球ユニット)
- (3) 本体ユニット

図22に照光押釦スイッチのユニット展開を示し、図23に全体構造図を示す。

4.2.2 動作・接点部

基本的な構造はA 6シリーズと同様である。操作荷重としては、1 C接点付で約100 g、2 C接点付で約170 gとなっており快適で好フィーリングなものになっている。また現在開発中のものを含めて、性能仕様及び接点定格を表7に示す

接点仕様は下記の2種とする。

1) 金クラッド(銀ベース)クロスバー接点タイプ

接点部は、A 6シリーズと同様の接点を用いてMAシリーズとしてのマイクロスイッチを構成している。微少負荷専用仕様として代表的な仕様定格はDC 24V、0.1A(抵抗負荷)としている。

2) 銀接点タイプ(開発中)

独自の銀リベット接点を採用してマイクロスイッチを構成している。リレーシーケンスや電源開閉用の一般適用タイプで代表的な仕様定格はAC 110V、3 A(抵抗負荷)としている。

またマイクロスイッチの構造は、上記1)と同様である。

図24に記載のようにマイクロスイッチのモールドベース部は、上記1)の場合は青色、上記2)の場合は灰色としている。また、照光部の端子ベース部は黒色となっているため各々の接点仕様が一目で判り、照光部端子との誤配線の防止になっている。

4.2.3 照光部

図22のMAシリーズ照光部のユニット展開図によるとLED照光式の場合は、LEDユニットとレンズユニットで構成され、白熱球照光の場合はユニットベースとL A形白熱球およびレンズユニットで構成される。お互いのユニットは同じ口金(受け金)構造をしており互換性があるが、構造自体は和泉独自の方式となっている。

1) LEDユニット

使用電圧はDC 5 V、6 V、12V、24Vが有り、各々の電圧変動率は±5%以下とする。また照光面の照光仕様は、全面照光の他に、2分割照光。2色照光などがあり、それぞれに対応する形でLEDユニットを構成している。表8に、これらのLEDユニットの定格を記載する。またDC 5 V用は、A 6シリーズ同様金メッキの接触方式としている。

5. バリエーション展開

5.1 A 6シリーズのバリエーション展開

A 6シリーズの機能別に見たバリエーションは、前述の照光押釦スイッチを含め下記の7種類になる。

1) 照光押釦スイッチ

(AL 6-M形, AL 6-A形)

表7. MAシリーズ性能仕様 接点定格

性能仕様

標準使用状態	周囲温度-25~+55℃(氷結しないこと) ただし白熱球照光式は-25~+40℃ 相対湿度45~85%	
接触抵抗	50mΩ以下(初期値)	
絶縁抵抗	100MΩ以上(DC500Vメガにて)	
耐電圧	スイッチ部	充電部と非充電部間: AC2000V・1分間 異極端子間: AC2000V・1分間 同極端子間: AC1000V・1分間 接点端子とランプ端子間: AC1500V・1分間
	照光部	充電部とアース間: AC2000V・1分間
耐振動	10~55Hz、複振幅 1.5mm	
耐衝撃	耐久: 500m/s ² (約50G) 誤動作: 200m/s ² (約20G)	
	寿命	モメンタリ形: φ8・10・12シリーズ 20万回以上 φ16シリーズ 100万回以上 オルタネイト形: 10万回以上
	電氣的	10万回以上(開閉ひん度 1200回時)

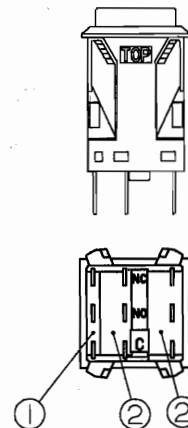
接点定格

○金クラッド(銀ベース)クロスバー接点タイプ

定格使用電圧	DC24V	AC110V
定格使用電流(抵抗負荷)	0.1A	0.1A
定格通電々流	3A	

○銀接点タイプ

定格使用電圧		24V	110V	220V	
定格使用電流	交流 50/60Hz	抵抗負荷(AC13級)		3A	2A
		誘導負荷(AC12級)		1.5A	1A
	直流	抵抗負荷(DC14級)	2A	0.4A	
		誘導負荷(DC13級)	1A	0.2A	
定格通電々流			5A		



番号	名称	色	
①	照光部端子ベース	黒	
②	マイクロスイッチ端子ベース	金接点タイプ	青
		銀接点タイプ	灰

図24. 端子ベースの色表示

表8. LEDユニットの定格

LEDユニットの定格

使用電圧		DC5V (±5%)	DC6V (±5%)	DC12V (±5%)	DC24V (±5%)	
定格電圧		DC5V	DC6V	DC12V	DC24V	
定格 電流	MA2	全面照光	26mA	26mA	13mA	13mA
		2分割照光	—	—	—	13mA
		2色切替 全面照光	—	—	—	13mA ×2
	MA3	全面照光	52mA	52mA	26mA	13mA
		2分割照光	26mA ×2	26mA ×2	13mA ×2	13mA ×2
		2色切替 全面照光	—	—	—	13mA ×2

- 2) 押釦スイッチ (AB6-M形, AB6-A形)
- 3) 表示灯 (AL6-P形)
- 4) セレクタースイッチ (AS6形)
- 5) 鍵付セレクタースイッチ (AS6-K形)
- 6) プッシュロックターンリセット (AB6-V形)
- 7) ACアダプターユニット (AL-TD)

5.1.1 セレクタースイッチ

操作部の形状は、矢形ハンドル操作とキー操作の2種類があり、2ノッチおよび3ノッチの各位置停止動作をする。フランジはロック機構付リング回転方式を採用し、45°回転毎に固定出来る。

5.1.2 プッシュロックターンリセット押釦スイッチ

非常停止用の押釦スイッチでハンドルを押すとその位置でロックされ、ハンドルを右に回すとリセットされる(リセット角50°。パネル面から奥行寸法など全て照光押釦スイッチと寸法統一されている。

5.1.3 ACアダプターユニット

A6シリーズ、照光押釦スイッチ、表示灯に取り付けできるLED球用トランスユニットでAC100VまたはAC200Vがダイレクトに入力できる。最大AC240Vまで対応可能である。LED球は6Vタイプ(LAYD-6)を使用する。

5.2 MAシリーズのバリエーション

MAシリーズの機能別に見たバリエーションは現在開発中のものを含め以下の通りとなる。

- (1) 照光式押釦スイッチ
- (2) 押釦スイッチ
- (3) 表示灯

いずれも本体ケースの色は黒色と灰色の2種類がある。

照光押釦スイッチと表示灯の照光面仕様は、

- (4) 全面照光

- (5) 2分割照光

- (6) 2色照光(全面2色切替照光)

の3種類があり、

照光式押釦スイッチと押釦スイッチの接点部仕様は、

- (7) 金クラッド(銀ベース)クロスバー接点

- (8) 銀接点

の2種類がある。

6. 市場動向と今後の技術的課題

今後、これらの小形コントロールスイッチを使用する市場としてはFA分野があり、その代表的なものを表9に記載する。市場の変化、発展に伴いコントロールスイッチも進化させなければならない。

表9. 今後発展する市場

計測制御機器	各種制御装置、計測機
HA(ホームオートメーション)	マンション、インテリジェントビル
FA(ファクトリーオートメーション)	工場の生産システム、集中管理室
OA(オフィスオートメーション)	ワープロ、CADAM他各種事務機
工作機械	NC、フライス盤、成形機
通信機	放送局、レーダー
その他	医療機、各種操作盤

6.1 LEDの高輝度化

白熱ランプは高輝度である事、レンズの色を交換するだけで各種の色表示ができること、価格が安価であること、などの特長があるが、一般的に寿命が短く消費電力が大きい欠点がある。これに対しLED球は、低消費電力で長寿命という特長を持っている。価格は白熱ランプに比べ高いが、メンテナンス性、およびランニングコストを含めたトータルコストで比較すれば白熱ランプよりも有利である。近年LED球のローコスト化に伴いLED球自身が白熱ランプの利点に近づいて来た事もあり照光押釦スイッチはLED式が主流になっている。

制御システムの省エネルギー化が進む中でLED球に要求される事は第一に高輝度化である。また青色LEDの高輝度化も期待される所である。青色照光を含めて光の3原色(赤・緑・青)が揃えばLEDの応用範囲はさらに大きく広がる。またLED以外のEL(エレクトロルミネッセンス)に代表される光源も期待される所である。

6.2 照光部のインテリジェント化

小形コントロールスイッチはPCへの信号入力として使用されるケースが増えると考えられる。トータルFA化が進みPCおよびPCの周辺機器が高機能化することによ

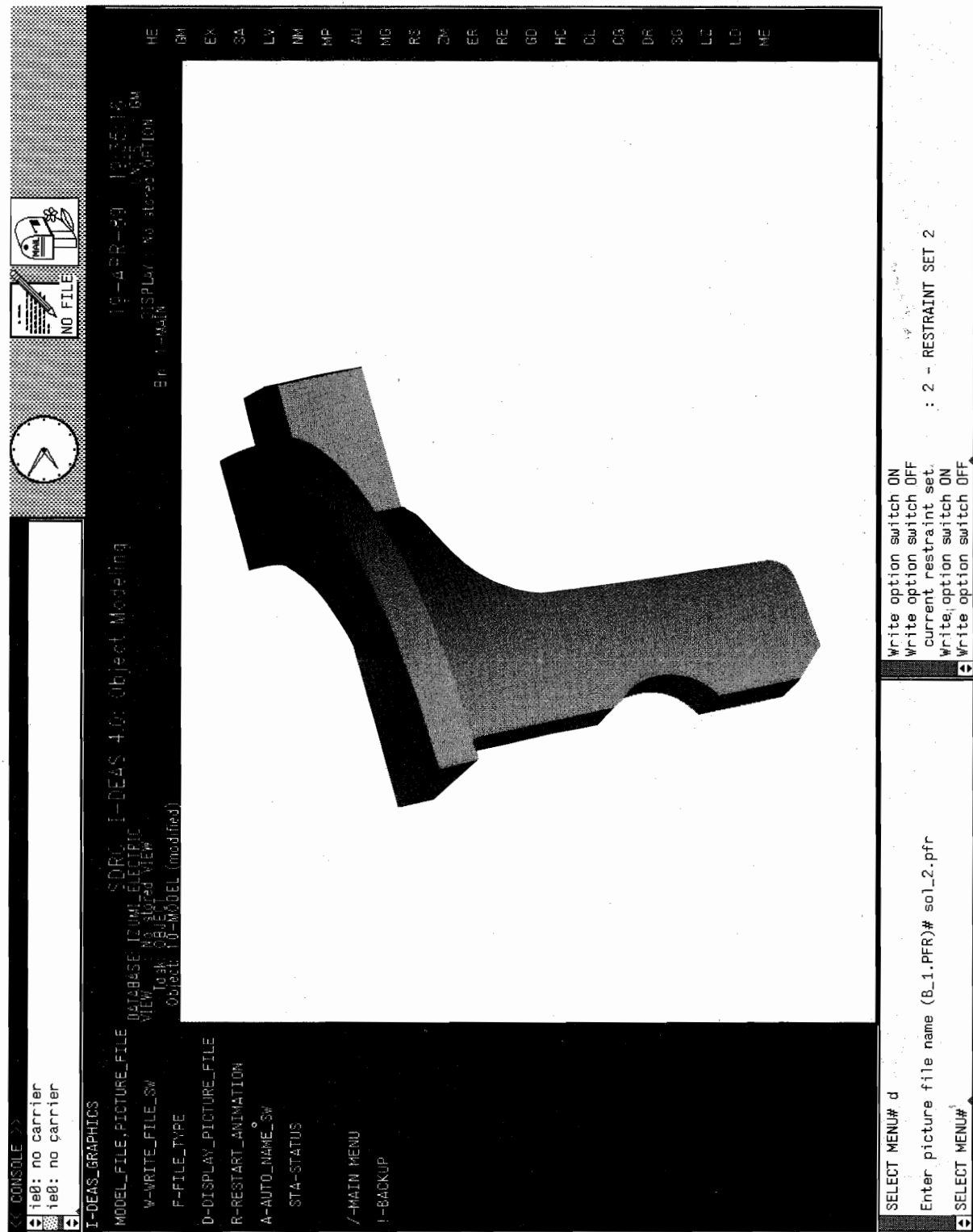


図25. CAEによる解析例

<< CONSOLE >>

ie0: no carrier
ie0: no carrier

19-APR-89 19:43:09
DISPLAY : no stored OPTION BM
Associated Workset: 1-WORKING_SET1

HE GM EX SA LV NM MP AU MG RS ZM ER RE GD HC DL CG DR SG LZ LD ME

I-DEAS_GRAPHICS

MODEL_FILE_PICTURE_FILE SDRG_1-DEAS_4.0: Pre/Post Processing

DATABASE: IZUMI-ELECTRIC

VIEW : no stored VIEW
Task Analysis: I-deas
Model: 1-FE_MODEL1

W-WRITE_FILE_SW
F-FILE_TYPE
D-DISPLAY_PICTURE_FILE
R-RESTART_ANIMATION
A-AUTO_NAME_SW
STA-STATUS
/-MAIN MENU
I-BACKUP

Write option switch ON
Write option switch OFF
current restraint set
Write option switch ON
Write option switch OFF

: 2 - RESTRAINT SET 2

SELECT MENU# d

Enter picture file name (B_2.PFR)#

SELECT MENU#

図26. CAEによる解析例

りPCに対する動作の指示を与えるオペレーターの役割が重要になってくる。多くの情報をPCより受け機器(システム)の状態を監視(確認)するため、小形コントロールスイッチの照光部もよりインテリジェント化が求められている。

6.3 無接点出力化

負荷の開閉機構においては、エレクトロニクス回路とのマッチングを考える時、チャタリングやバウンスの無いこと、微少負荷の開閉に信頼性の高いことなどの条件があり、今後ホールIC、光MOS形リレーを使用した無接点出力のコンタクトを搭載した小形コントロールスイッチも出現し、またパワーMOS-FETを用いた大電流の制御も期待される。

6.4 インストゥルメンテーション・サービス (INSTRUMENTATION)

コントロールスイッチを計装する立場に立つと、コントロールスイッチのパネルへの取付作業、およびコントロールスイッチ各機器への配線作業などに多大な時間を費やしている。今後コントロールスイッチで負荷を開閉するスイッチ機能および表示機能などのいわゆるハード的要素の他に、取り扱い易さ、即ちパネルへの取り付け易さ、配線のし易さ、などのソフト的要素がより重要視されてくる。

マンマシンインタフェースとしてのコントロールスイッチをローコストで作る必要があるがさらに省工数によりトータルコストを下げる必要がある。パネルへの取付に関してはスイッチの集合一体化、多機能ワンユニット化などにより取付工数が軽減され、また配線に関してはプリント基板実装などによりコネクタで各機器への配線を行う方法もある。

6.5 信頼性、生産性について

トータルFA化の中で装置が小形化、及び高密度実装化して行き、システムのローカルエリア内においてもFA機器および周辺機器に高度な判断が任せられて行くことになる。そのため機器の高信頼性が要求されてくる。従来のマンマシンインタフェース(MMI)としてのスイッチは、マンシステムインタフェース(MSI)として働くことになるので、FA機器、周辺機器以上の高信頼度が求められる。

今後、より信頼性の高いスイッチを作り、ユーザーに提供して行くためには、個々の部品の精度を上げることは勿論CAEによるシュミレーションを行い、設計段階で実使用実態を確認し、設計そのものをより正確なものにする必要がある。

図25、図26にCAEによる一解析実施例を示す。

製品品質を高めるためには、設計段階において部品点数を少なくするなど生産のし易さ(Productibility)を考慮した設計を行い、また部品の精度を上げるため自動機、加工機的设计、導入、などにおいても今後ますます生産技術部門との協力が不可欠なものとなっている。

7. おわりに

以上、A6シリーズ、MAシリーズを基に当社の小形コントロールスイッチについて紹介を行った。高度情報化社会により市場ニーズの多様化として個性化が進む中で、マンマシンインタフェースとしての小形コントロールスイッチの役割は、ますます重要になってくる。

今後、市場の変化にフレキシブルに対応し、ユーザーに満足されるコントロールスイッチの商品開発を積極的に行う所存である。

また、Aシリーズ、MAシリーズの製品開発にあたり、接点部の接触信頼性に関する技術および接点スポット溶接、金属インサート成形、LED球、などに関する技術において信頼性試験研究センター、生産技術研究センターなど、また製品の早期立ち上げを実現させたFM事業部(現、第2事業部)など関係各部署の協力を感謝します。

参考文献

- (1) 土屋金弥 : 電気接点技術
- (2) 坂本光雄 : 電子金属材料デザインガイド
- (3) 松本正一 : 電子ディスプレイデバイス
- (4) 王井輝雄 : Fretting腐食とその対策
- (5) 神谷昌宏, 矢野義章
: 継電器接点のウィスカ現象対策
- (6) 大石豊三郎 : 変圧器
- (7) 宇佐美民雄 : ゴム材料の選び方、使い方
- (8) 里美英一 : プラスチック成形品の設計
- (9) 水野博之 : オプトエレクトロニクスのはなし
- (10) 斉藤善三郎 : おはなし信頼性