

第3章

3 原理と構造

3.1 現状

用途の広がりにより、ユーザの要求が多様化する中で、メーカーはこれに応えるべくシリーズ化を進めており、一般産業機械、OA機器、VTR、オーディオ、家電、アミューズメントと幅広い用途に対応し、現在その種類は相当な数になる。多様化が進む中で、小形化、照光の高輝度LED化、防滴、防塵性能の付加などを主として、種類が増えてきた。またオープン化の要求からスイッチの通信対応が可能な物も出てきている。しかし現在メーカーによっては機種を絞る傾向が出てきており動向に注意が必要である。

小形のボタンスイッチを使用するとき、その構造と動作原理を知ることが、最も基本的で大切なことであり、ここで、その一助となるよう押ボタンスイッチ、の構造と原理を述べる。

3.2 基本構造

(1) 押ボタンスイッチ

押ボタンスイッチの構造は、基本的に操作部とスイッチ部とからなり、各々をユニット式に分け、用途に応じて組合せて、一つの押ボタンスイッチとするものと、一つのハウジングに組み込んで、一体構造としたものがある。

操作部は、人の手が触れる部分であり、その操作力をスイッチ部に伝達する機構でもある。

スイッチ部は、無接点、有接点、いずれかの開閉機能をもつ部分である。照光式の場合は、白熱ランプ、LED、ネオンランプなどの光源をもつ照光部が、操作部の中に配置される。操作部の操作力をスイッチ部に伝達する手段は、以下の二つに大別される。

一つは、スイッチ部の可動ばねあるいは、内蔵マイクロスイッチの押ボタンを、直接、操作部で押し込むもの、もう一つは、レバーと圧縮ばねからなる反転ユニットを介して、押し込まれるものである。

前者は、小形で操作力の低荷重のものに、後者は、比較的大形で操作力の重いものに使われる。その他、操作部の着脱が可能で、押ボタン、カラープレート、光源の交換ができることも、押ボタンスイッチの構造上の大きな特徴といえる。さらに、この他に、押ボタンスイッチの機能を増大または補うものとして、アクセサリ（補助製品）が用意されており、これらを有効に活用することも、押ボタンスイッチを用いるときに重要なことである。図1に照光押ボタンスイッチの構造を示す。

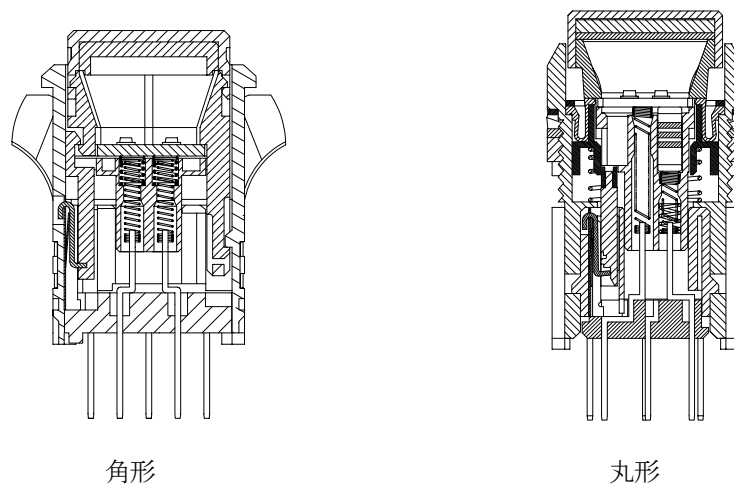


図1 照光押ボタンスイッチの構造

3.3 操作部（押ボタンスイッチ）

(1) 押ボタン

ボタンには、照光式と非照光式とがあるが、いずれも、操作部の最上部に位置し、人が見て触れる部分であり、さらに、組み付けられた製品のイメージを左右するため、形状、色合いのデザインに特に注力されている。

(a) 照光式の押ボタン

操作されている、機器の動作状態を、ボタンに照光表示させる構造のボタンで、光が透過することと、文字の彫刻・印刷ができることが特徴である。構造は、主に、1ピース、2ピース、3ピースの三つに大別される。

1ピースは、キャップだけの単体構造で、光源のすぐ上に取付けられる。小形で、安価に仕上がるが、彫刻・印刷をキャップに行うため、作業がやりにくい欠点がある。

2ピースは、キャップと文字を彫刻する彫刻板の2層からなり、キャップは無色透明または半透明にされており、彫刻兼用のカラープレートが用いられ、最近では2分割まで分割できるものが出ている。この構造は、小形のものによく使われ、仕上がりがきれいで高級感が出る。

3ピースは、キャップ、彫刻板、カラープレートの3層からなり、キャップは無色透明、彫刻板は乳白色あるいは無色透明である。この構造のものは、比較的大形のものに使われ、カラープレートを全面から4分割まで分割でき、種々の色を組み合わせることができる。

この場合、遮光版によって光漏れを防止できる。2ピース、3ピースのいずれの場合にも、文字を印刷した文字フィルムを、キャップと彫刻板の間に装着することができ、ユーザは使用数量によって、彫刻、印刷、ホットスタンプなどの選択が可能である。

以上の構成部材は、表示文字の変更、色変更のため、解体、組み立てができる構造になっている。

(b) 非照光式の押ボタン

非照光専用設計されたものは、照光を行わないので構造が簡単にでき、スイッチ部を動作させるための、プランジャ機能を一体にした構造が多い。

照光式と兼ねる場合は、照光機能を取除いて非照光式としている。後者は、前記の1ピース、2ピースのキャップを不透明に着色して構成している。さらに、この他に、非照光式でも表示機能を持たせたものがある。いわゆるメカニカルインジケータと言われるもので押ボタンの内部に組み込まれたシャッタが、押し動作により回転し、色表示をメカニカルに行うようにしたものである。

(2) ボタンの材料

照光式の押ボタンの材料は、光の透過性、着色性が不可欠の条件であり、ポリカーボネイト樹脂あるいはアクリル樹脂、ポリアリレート樹脂が使われるが、特に耐熱性、自己消火性からポリカーボネイト樹脂が多用される。

非照光式のプランジャ一体型の場合は、耐摩耗性、自己潤滑性、強度から、ポリアセタール樹脂、ポリカーボネイト樹脂がよく使われる。

(3) ボタンの固定方法

照光式は、表示文字、カラープレートの色変更、ランプの保守交換のため、取外しができるのが普通であるが、自動販売機のように不特定多数の人に操作される場合は、特殊な専用工具を用いて取外すものや、抜け止めの機構を設け、これを解除してはじめて、取外しできる構造のものがある。

一度外したボタンを再度セットする場合、プッシュオン式となっている機構がほとんどで、セットする際に、スイッチに1回動作を与えて組込むことになる。非照光式のプランジャ一体形のものでは、取外しできるものとできないものがある。

(4) 操作機構

押ボタンは、操作部のプランジャと連結、あるいは一体構造となって、スイッチ部の可動ばねまたは反転ユニットのレバーを押し下げて動作させる。

スイッチを動作させる方法に、モーメンタリ動作とオルタネイト動作があり、この動作機構は、操作部あるいはスイッチ部に設けられる。押ボタンを押している間だけ動作状態を維持するものを、モーメンタリ動作形または自動復帰形といい、押す力を取除いても動作状態を保ち続け、さらにもう一度押しと元の自由状態に復帰するものを、オルタネイト動作または、プッシュオン・プッシュオフ形という。

(a) モーメンタリ動作

後に述べるオルタネイト動作は、このモーメンタリ動作に、位置を保持する機構を付け加したもので、押ボタンスイッチの基本的な操作機構は、このモーメンタリ動作にある。モーメンタリ動作の機構は、先の基

本構造でも述べたとおり二つに大別される。

一つは、操作部で直接スイッチ部の可動ばねあるいは、内蔵マイクロスイッチの押ボタンを押し込み、その復帰力によって自由位置にもどすもので、復帰力を増すために、圧縮バネを組込んだものもある。この機構は、構造が簡単にでき、操作力が低荷重のものに多用されるが、スイッチ部のスナップアクションだけによるもので、クリック感が小さく操作感覚に乏しい。

もう一つには、スナップアクション方式といわれるもので、操作部とスイッチ部の間に反転ユニットを組み込んで、操作感を大きくしたものである。この反転ユニットは、向かい合う2個のレバーの間に圧縮ばねをレバーの端から端に斜めに組み込んで、常時圧縮された状態にしておき、片方のレバーに力を加えて、一定の限度の強さまで圧縮させ、同時にレバーの位置を移動させると、圧縮されたばねがバランスを失って、もう片方のレバーが反転する。反転する際に、レバーで内蔵マイクロスイッチの押しボタンを押し動作させる。

この構造は、一定の位置までばねが圧縮されるとスナップアクションを起こし、操作力が極端に軽くなるため、クリック感が大きく、操作感覚が良いがスペースを必要とするため比較的大形の操作力の重いものに多い。

(b) オルタネイト動作

動作機構には、各種の方式が用いられているが、代表的なものは、ハート状カム方式、回転カム方式、ラチェットカム方式が実用性と信頼性があり、多くの押ボタンスイッチの操作機構に用いられる。

オルタネイト動作の場合、動作状態で押ボタンの位置が、押込んだ位置で保持されるものと、常に自由位置に戻るものがあるので、調べてから使用することが大切である。

イ)ハート状カム方式

プラスチックプレートの片側表面上に、ハートに似た形状をした方向性のある段差を設けた溝を付けけておき、ピンを溝に90°の角度で接するようにし、そのピン的一端をプランジャに支持して溝内をプランジャの動きに合わせて移動させる。プランジャを一定の位置まで動作させて休止すると、ピンは溝の段差で止まり元に戻らなくなる。再度プランジャを動作させるとピンは少し後に戻り、溝形状によって初めの段差まで戻り自由状態となる。押ボタンを2回押すとピンはハート状の溝を一周して、スイッチはON、OFFをする。

(図2)

ハート状カムは構造が簡単なので、使用上に応用がきく、平板状カムの他に半円状の面に溝を設けて動作させることができ、材料もプラスチックの他に板金属材料で製作されたものもある。

板金製のものには板にハート状の穴を明けて、穴の縁に沿って一方を固定された、ばね性のある線材でできたピンを移動させて動作位置を変える方式である。プラスチック製のカムに比べて構造は複雑となる。

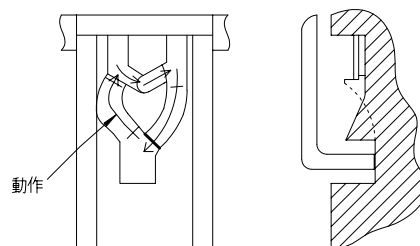


図2 ハートカム方式

ロ. 回転カム方式

両端に切り欠き部があり、中心をリブで回転自在に取付けられたカムと、このカムの周囲端面と接するフレームで構成される。

いずれか一方が、プランジャの動きに合わせて移動し、一方は固定されるプランジャの押し込みストロークに応じ、カムとフレームの接する点が移動しカムが回転するカムの切り欠き部にフレームの一部に入り込んだ時に、動作状態を保持する位置関係に設定されている(図3)。再度プランジャが押し込まれると、切り欠き部からフレームが外れ、最下部で接して回転し、その後、操作力を取除くと自由位置に戻る。この方式は、カム、フレーム共にプラスチックで、しかも形状が簡単なため安価にできることと、小さなスペース

におさまるので小形化できる利点があるが、回転に十分なストロークを必要とする。

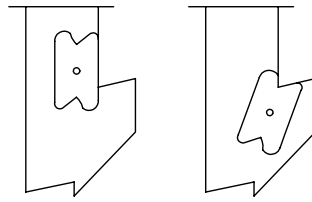


図3 回転カム方式

ハ. ラチェットカム方式

両端を支持されたプラスチック製のラチェットカム状の爪を作動片レバーで一定の距離を押すと、カムは一定の角度を回転し、それ以上は回転しなくなる。再度作動片レバーを押すと、回転する。この動作を繰り返してスイッチを動作させる方式である。ラチェットカム方式を構成する部品数は多く機構も複雑であるが、カムは回転動作するので振動などによる誤動作が少ない、カムの全長を長くすることによって一度に多くのスイッチを動作させることができる。ラチェットカム方式はハート状カム方式と同様に、スナップアクション動作はしない(図4)。

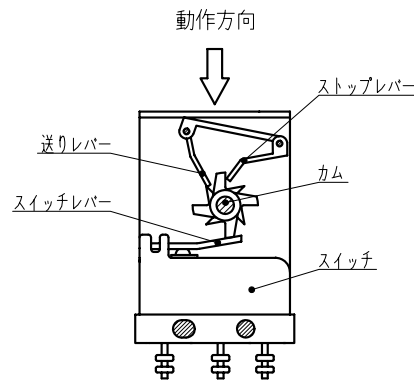


図4 ラチェットカム方式

3. 4 スイッチ部

スイッチ部は、使用目的により、電源の種類、電圧、電流、負荷の種類、接点構成、回路数を考慮して、適切なものを選ぶことが大切である。

(1) マイクロスイッチ

NECA C 4505 (マイクロスイッチ) に規定された機構のスイッチが組込まれたもので、代表的なものには、S形、Z形、A形、V形、W形を組込んだものである。

これらは、スイッチの側面にある2個所の取付け穴を用いて、フレームにリベットカシメまたはねじ止めを行なったものと、ハウジングの中に、補助部材と合わせてスナップイン式に組込んだものがある。

スイッチの端子形状は、一般的なものに、はんだ付け端子、ねじ止め端子、タブ端子、プリント基板用端子があり、特殊なものとして、配線の作業性を改善したワイヤラップ方式のものもある。その他、小形の押ボタンスイッチには、マイクロスイッチと同様な反転機構で、スナップアクション方式で開閉するスイッチ部を専用に作り、スナップイン式に組込んだものが最近多い。この場合には、端子は、はんだ付け、タブ端子兼用が多く、その他の端子仕様の対応に、後で述べるソケットが用意されている。

3. 5 補助製品「アクセサリ」

補助製品には、スイッチガード、シールカバー、バリヤ、ソケット、絶縁カバー、パネルプラグ、文字フィルム、専用工具などがある。

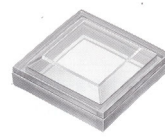
(1) スイッチガード

押ボタンスイッチの誤動作を防ぐために、押ボタンでは、フレームにヒンジ機構を設け、カバーを取付けて、この中に押ボタンスイッチ本体を入れた後、パネル前面から取付けるようにしたものがある。操作する場合は、スイッチガードのカバーを押し上げてボタンを押す。操作しない時は、カバーによってボタンを押

し込むことはできない。スイッチガードは、無色透明なプラスチックでできているので、表示文字の判読や、色彩の判別には支障なく使うことができる。



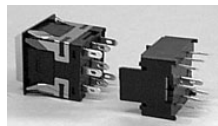
スイッチガード



シールカバー

(2) シールカバー

防滴、防じんのため、パネル前面に出る押ボタンを覆うようにしたものである。カバーとフレームから構成され、押ボタンスイッチをパネルに取付ける前に、フランジに弾性によって圧着固定される。操作面であるカバーは、フレキシブルで透明度の高いシリコンまたは、ビニールで作られ、表示文字の判読、色彩の判別には支障なく使うことができる。さらに、耐油性、耐候性に優れたものも準備されている。



ソケット



バリヤー

(3) ソケット

種々の端子仕様に対応して、はんだ付け端子、プリント基板用端子、ラッピング端子が、圧入固定されたソケットが用意されており、押ボタンスイッチを取付けた後、パネル後面から取付けられる構造になっている。

(4) バリヤー

ものの落下による誤動作を防ぐために、操作部の両端に、上面が押しボタンの自由位置より高くなるように取付けられる。取付けは、押しボタンスイッチのフランジをはめ込んで一体にしてパネルに取付けられるものと、押しボタンスイッチを取付けたあと差し込んで、弾性のあるツメで固定されるものがある。操作面が、長方形の押しボタンスイッチには、ロングバリヤーとショートバリヤーがあり、パネルデザインにより選定できる。

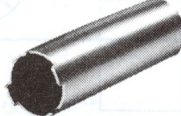
(5) 専用工具

(a) ランプ交換工具

ランプを交換する場合に、ランプを引抜くゴム製の工具である。



ランプ交換工具



締付け工具

(b) 締付け工具

ねじ締め取付け形で取付けナットを回す金属性で筒状のもの。ラジオペンチなどによる取付けナットの破壊防止の意味からも必ず使用すべきである。

(c) その他

ボタン部を操作部から取外すための引き外し工具やスイッチ部引き抜き工具など。



3. 6 光源

照光押ボタンスイッチの光源には、白熱ランプ、LED、ネオンランプを使用したものがある。光源の端子は、スイッチ部の端子とは関係なく、各々独立して設けられている。

(1) 白熱ランプ

J I S C 7522 (航空機小形電球) が最も多く使用されている。サイズのT-13/4で口金形状はフランジタイプ、グロータイプ、グローブドタイプが最も多く押ボタンスイッチに使われ、T-1は口金形状はフランジタイプ、パイピンベースタイプとなる、ねじ込み方式はあまり使用されない。

(2) LED

地球温暖化防止、省エネルギーなどから、低消費電力で長寿命化できる点で、最近最も多く使用されてきている光源である。明るさも日々改善されてきており、白熱球に匹敵する高輝度のものが出てきている。以前は、実用範囲でなかった青色も高輝度のものが製作されてきた。緑色についても、純緑色の高輝度が製作されてきている。これにより今まで、不可能であったRGBによるフルカラーもできるようになった。またここに来て、白色のものが開発されたことにより、白熱ランプと同様フィルターだけの交換により発光色を変更することが出来るようになり、ますますLEDの使用率は上がってきているが、白熱球に比べてコストがかかるのが難点である。参考として、各色の発光波長表 (表 3.5) および発光色の色度図 (図 3.10) を示す。

表 5 LEDの発光波長

発光色	発光波長 (nm)
赤色	630～700
黄色	570～590
緑色	555～570
青色	380～520
純緑色	485～565

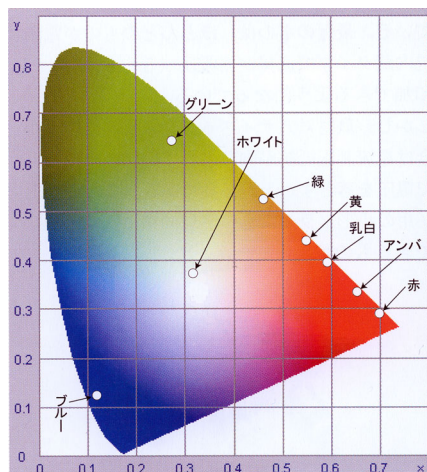


図 5 色度図

照光面が広い押しボタンスイッチに用いるときは、数個組み込んで明るさを出している。また照光面を均一に照光させるためにカラープレートの内側に拡散効果を出すための凹凸を設けたり、反射鏡に工夫がなされている。最近のものは、ほとんどのものが電流制限抵抗内蔵タイプで直接定格電圧 (5、6、12、24V) を印加できるようになっている。

しかし、取付け穴サイズφ8やφ10の中でも小形の場合は電流制限抵抗が内蔵されていないので外付け抵抗で電圧を落とすことが必要である。また、最近ではφ16用の小形クラスでも白熱球同様にAC/DCで使用できるものが増えてきた。

(3) ネオンランプ

一部の押しボタンスイッチの光源として使用されている。寿命は長いですが、輝度が低く、定格電圧の低いものがないのが欠点である。

3. 7 操作部のパネル取付け方法

(1) ねじ固定方法

ねじ固定方式は、フランジ部を持つ押しボタンスイッチを、パネル前面から穴に差込、ハウジングに設けたねじ部に後面から取付けねじによって固定する方法である。(図 6)

(2) スナップイン方式

規定の寸法にパネル加工し、カット穴に挿入するだけで固定され、なんら後の作業をすることのない方式である。構造は、押ボタンスイッチ本体と一体に設けた一對のリーフばねあるいは、固定されたリーフばねの弾性により、パネル前面から入れるだけで固定されるようにしたものである（図7）。

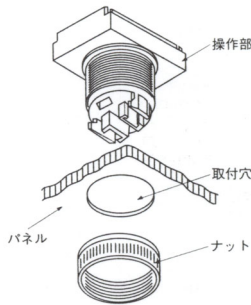


図6 ねじ固定方式

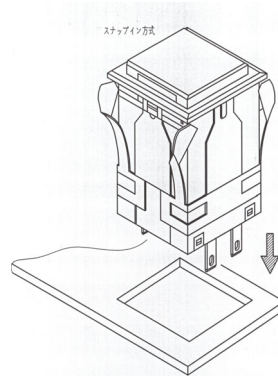


図7 スナップイン方式

(3) プリント基板方式

スイッチの端子がプリント基板用となっており、プリント基板に直接ハンダ付けしスイッチを固定する物である。ケースもフランジ部を無くした形状となっており、プリント基板をパネルの内側より取付ける事によりパネル表面にはボタン部のみが出る構造となる。これは、単品使用はほとんどなく、集合して取付けるとき主に用いられる（図8）。



図8 プリント基板方式