

中国・アジア向けコマンドスイッチ（φ22） 「AY22シリーズ」「DY22シリーズ」

“AY22 Series” and “DY22 Series” Command Switches (φ22) for Chinese and Asian Markets

高野 芳弘 TAKANO, Yoshihiro

井上 辰志 INOUE, Tatsuyuki

山田 正士 YAMADA, Takashi

コマンドスイッチの取付け穴は、IEC規格で、φ16、φ22、φ30を標準としている。中国・アジアではφ22の取付け穴が多く用いられ、日本市場を上回る規模で拡大している。富士電機は、中国・アジア向けに、φ22コマンドスイッチ「AY22シリーズ」「DY22シリーズ」を発売した。本シリーズは、高級感のある外観やフレキシブルな組合せが可能なモジュール構造を採用した。照光品では、トランスレス方式のLEDランプを開発し、小型化と低価格化を実現した。また、端子構造はIEC規格の保護構造（IP2X）に標準で対応することにより、安全性の向上を図った。

The diameter of the mounting holes of command switches comply with IEC standards: φ16, φ22 and φ30. Command switches have been more greatly expanding in China and Asia than in the Japanese market, and φ22 mounting holes are mainly used. Fuji Electric has offered “AY22 Series” and “DY22 Series” φ22 command switches for the Chinese and Asian markets. These series adopt a modular structure that enables a high-grade appearance and flexible combinations. We have also developed transformerless LED lamps for illuminated products that have small sizes with low prices. The standard terminal structure of those are conforms to the IEC protective structure standard (IP2X) to improve safety.

① まえがき

各種機械装置に使用される操作スイッチや表示灯の役割は、人と機械の間の情報コミュニケーションを迅速かつ正確に行うことである。富士電機は、各種操作スイッチや表示灯を「コマンドスイッチ」という製品名で販売し、好評を得ている。

コマンドスイッチの取付け穴は、IEC規格ではφ16、φ22、φ30を標準としており、海外、特に中国やアジアでは、φ22の取付け穴が多く用いられている。日本を上回る規模で市場が拡大し、今後も成長が見込まれている中国・アジア向けに開発したφ22コマンドスイッチ「AY22シリーズ」「DY22シリーズ」の特徴と、小型化とコスト削減のために採用したトランスレス方式LEDランプの技術について述べる。

② 開発の背景

中国で用いられる操作スイッチは、外国メーカーによる高品質な輸入品と、中国に進出した企業が生産した製品（現地生産品）と、中国企業が生産した製品（中国メーカー品）との3つに分類できる。

中国から輸出する制御盤などには高い品質が要求されるため、従来と同様に標準品の「AR22シリーズ」「DR22シリーズ」を提供している。また、中国国内の市場の拡大とともに需要が増えている現地生産品には、既にφ16コマンドスイッチを展開している。さらに、φ22の需要に対応するため、中国・アジア向けとなる本シリーズを開発し、ラインアップを充実させた。

③ 「AY22シリーズ」「DY22シリーズ」の特徴

図1に、AY22シリーズ、DY22シリーズの外観を示す。

3.1 外観と構造

本シリーズは、φ22の取付け穴寸法のほかに、ニーズが高い高級感のある外観やフレキシブルな組合せが可能なモジュール構造を採用し、安全性や小型化などにも対応した。

(1) 高級感のある外観

近年、中国からの輸出用の操作パネルは高いデザイン性が求められており、中国国内では高級感のある外観のニーズが高い。これに対応するため、パネル表面で目に触れるボタンの外周部をシルバーの金属調とした機種を追加した。この機種は、金属パネルと調和しやすいようにプラスチック部品はシルバーに塗装して、表面をつや消しの金属質感となるようにした（図2）。



図1 「AY22シリーズ」「DY22シリーズ」

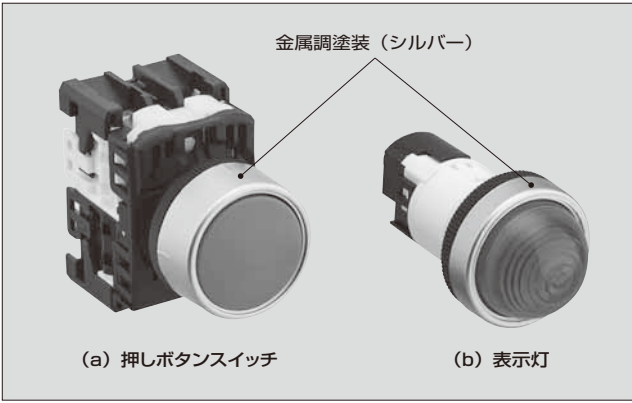


図2 金属調の外観

(2) モジュール構造

日本国内向けには、操作スイッチの基本構成は操作部と接点部、光源を組み合わせた状態で納品している。日本以外では、顧客が用途に合わせてフレキシブルに組み合わせることが多い。このため、構成部品をモジュール化した。

(3) 端子部の保護構造 (IP2X)

国内品では特殊品対応としている端子部の保護構造として、IP2X (指が入らない保護構造) を中国・アジア向けには標準対応とした。

(4) トランスレス方式の LED ランプ

製品の小型化とコスト削減のために、LED 照光式の機種はトランスレス方式の LED ランプを採用した。

3.2 主な仕様

本シリーズの仕様を表 1 に示す。

表 1 「AY22 シリーズ」 「DY22 シリーズ」 の主な仕様

項目		性能
定格絶縁電圧		非照光品: AC/DC 600 V 照光品, 表示灯: AC/DC 250 V
定格通電電流 (開放熱電流)		10 A
耐久性	機械的	押しボタン (モメンタリ): 500万回 押しボタン (オルタネイト): 25万回 セレクト (手動復帰): 25万回 非常停止: 10万回
	電氣的	10万回 (AC220V 3A)
耐振動性	可変振動	10~500 Hz 複振幅0.7 mm
	固定振動	16.7 Hz 複振幅3.0 mm
耐衝撃性	誤動作	100 m/s ² , 150 m/s ² (非常停止)
	耐久	500 m/s ²
使用周囲温度	非照光品	-20 ~ +70 °C
	照光品	-20 ~ +50 °C
操作部保護構造		IP65 (防じん形, 防噴流形)
充電部保護構造		IP2X
接点構成		最大6接点 (非常停止は4接点まで)

4 トランスレス方式 LED ランプ

コマンドスイッチに搭載される LED ランプには、電源から直接供給する全電圧式 (ランプ使用電圧 ≤ 24 V) と、専用の変圧器を介して接続するトランス式 (入力電圧 > 100 V) があるが、トランス式は製品が大型化してしまう欠点があった。また、LED 素子は発光効率の改善が進み、近年は、小電流でも輝度を満足し発熱の少ない製品が多く出回っている。これを利用して、抵抗器を使って降圧しトランスレス方式とすることにより小型化した。また、LED ランプを現地で調達することにより、コスト削減を図った。

4.1 小型化

照光押しボタンスイッチや表示灯において、トランスレス方式の LED ランプを使用することにより、パネルの奥行寸法を照光押しボタンスイッチ (1 接点品) は 21 mm 短縮して 40 mm に、表示灯は 22.5 mm 短縮して 38.5 mm にした (図 3)。

この押しボタンスイッチや表示灯を採用すると、別置き of トランスが不要になるとともに配線が削減でき、顧客の装置のコスト削減につながる。

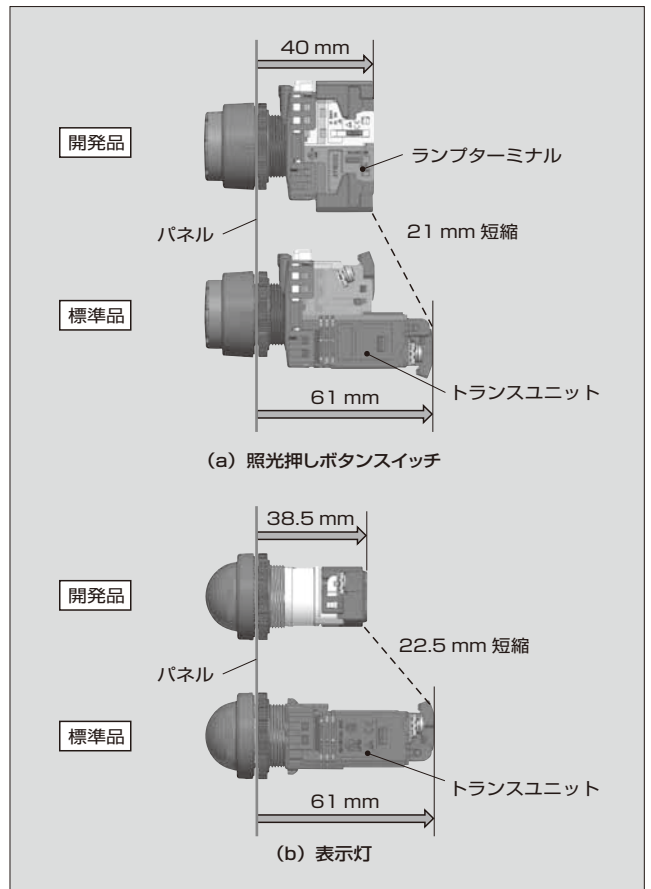


図 3 小型化による奥行寸法

4.2 LED ランプ

中国での調達に当たり、メーカー十数社を調査し、LED ランプの輝度や耐久性を評価した。この結果、満足する性能を得るために、次の点を重視して自社で開発することにした。

(1) 照光面の均一な照光状態

ヒューマンマシンインタフェースである照光押しボタンスイッチや表示灯などのコマンドスイッチは、照光面の内部に記名した文字が明確に見えることが求められる。そのためには、照光面が均一な照度であることが重要である。近年、LED は高輝度化が著しく、単素子化が進んでいるため、照光状態はレンズ中央が極端に明るい点照光になりやすい。図 4 に LED ランプ光源の最適化の結果を示す。ある中国メーカーの生産品は LED 素子の角が狭く、照光面であるレンズ表面への光出射面積が小さい。開発品は指向角の広いものを選定した。さらに、LED ランプの光源から出射される光がレンズ全体に均一に当たるように、LED 素子を配置した。これにより、レンズ中央部と外周部の差が少ない均一な照光状態となった。図 5 に照光状態のコンター図と輝度分布図を示す。図 5 (b) の輝度分布図からも分かるように、中国メーカー品に対して、輝度が大幅に上がり、視認性が向上した。

(2) ノイズ対策

コマンドスイッチ LED ランプをユーザが交換できるようにしているため、人体の直接接触による静電気に耐える必要がある。また、制御盤あるいは操作盤内にて併設され

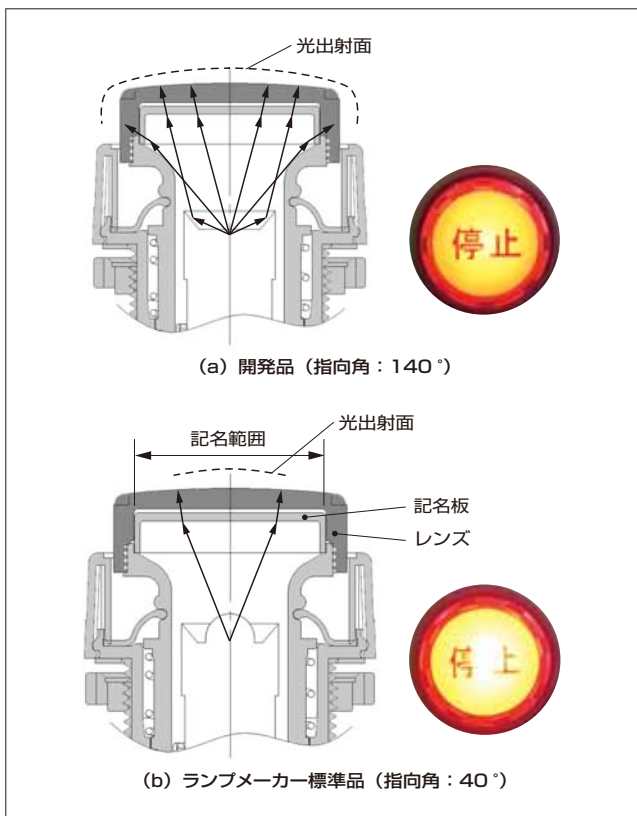


図 4 LED ランプ光源の最適化

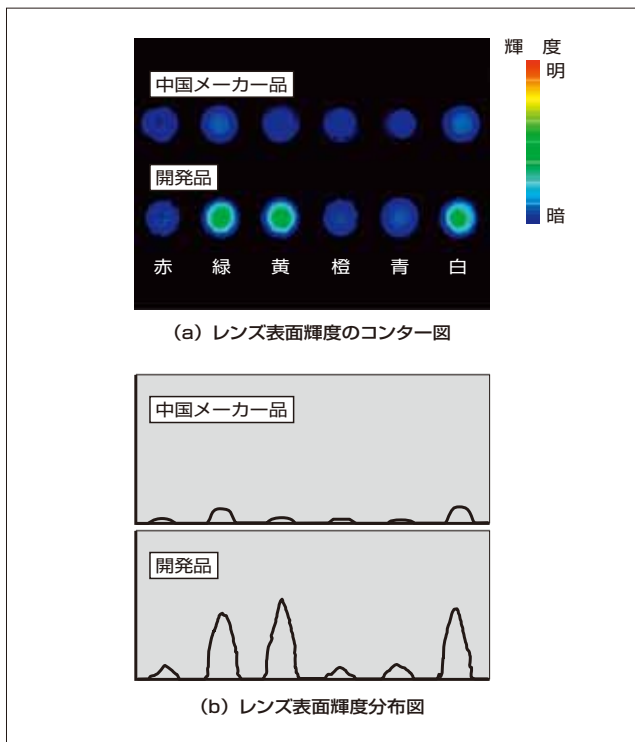


図 5 照光状態のコンター図と輝度分布図

ることが多いコンタクタやリレーの開閉ノイズに耐える必要もある。そこで、LED ランプの耐ノイズ性能を定格電圧の 20 倍とした。

そのため、降圧用の抵抗器は耐パルス性の高いものを使用する必要があり、ノイズ最大時のピーク電力を算出し、ピーク電力がワンパルスでの限界電力内となる抵抗器を現地生産品から選定した。

これにより、コンタクタ (AC200 V)、リレー (DC24 V) を並列に接続した回路において、20 万回の開閉試験を行っても LED ランプの点灯に問題がなく、部品を追加することなく性能を確保した。

(3) 暗点灯対策

LED 素子は高輝度化により、微小電流でも点灯しやすい。使用環境において、外部のサージ吸収回路などによる漏れ電流や、並走するケーブル間の浮遊静電容量による漏れ電流の影響で、ぼんやりと点灯してしまう暗点灯と呼んでいる現象への対策が必要である。本シリーズは盤内のケーブルの引き回しを考慮し、20m 程度のケーブルで発生する浮遊静電容量による漏れ電流を測定し、LED 素子と並列に抵抗器を追加することにより、回路インピーダンスを下げる工夫を行い、暗点灯対策を実施した。

(4) ランプ点灯寿命の短期間予測技術

LED ランプは約 30,000 時間 (約 3.4 年) の点灯寿命が必要である。従来は 3,000 時間時点までの光度推移から点灯寿命を過去の実績と照らし合わせて推定していたが、これまで蓄積した実績およびノウハウを用いて検討を行うことにより、短期間での予測を可能とした。

(a) 光度低下の主要因は LED 素子への熱的影響であることから、ランプ使用電圧の 1.0 倍と 1.5 倍の印加電

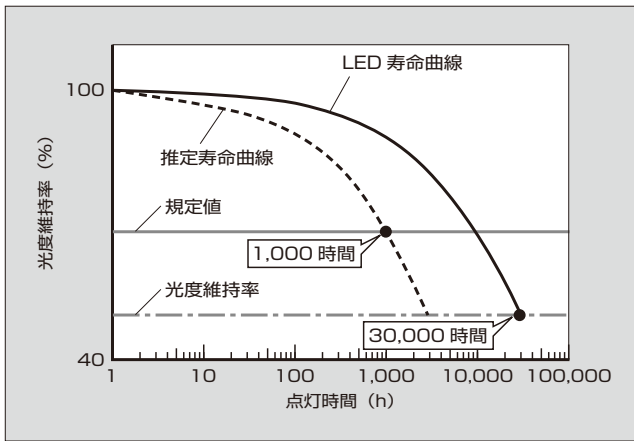


図6 LED 寿命曲線と推定寿命曲線

圧に応じた LED 表面温度の上昇値を抽出した。

(b) LED 表面温度の各上昇値を基に、劣化係数を算出し推定寿命曲線を作成した (図 6)。

(c) ランプ使用電圧の 1.5 倍を印加した加速試験で、1,000 時間経過時の光度維持率が規定値以上であれば、30,000 時間の寿命が保証できる。

これらの施策により、ユーザの使用環境に耐え、かつ、中国メーカー品よりも高い輝度の専用 LED ランプを低コスト、短期間で開発することができた。

5 端子の保護構造 (IP2X)

中国・アジアにおいて作業者は流動性が高く、作業の習熟度が低い傾向にある。そこで、間違っても危険行動 (不安全行動) を行ってしまっても、使用状態で電圧が印加される導体部分 (充電部) は安全性が確保できる必要がある。機械装置類に設置された電気装置の充電部は、国際規格である IEC 60204-1 (機械類の安全性 機械の電気装置) によって、直接接触に対する保護を IP2X 以上と定めている。本シリーズでは、IP2X に標準で対応し、未配線状態での直接接触保護にも対応した。

日本国内の標準品は、高い丸形圧着端子に対応するため、感電防止用の充電部保護カバーを開閉可能とし、端子ねじが取り外し可能で配線性の高い端子構造としている (図 7)。中国・アジアにおいては、丸形圧着端子の要求は少ない。そこで、先開形圧着端子対応とすることにより、奥行寸法を大きくする必要がなく、標準品と同等の奥行寸法で IP2X 形状を形成することができた。また、図 8 のように接点ユニットを 3 段積みにした場合、中国メーカー品では 1 段目と 2 段目の接点ユニットには配線工具 (ドライバ) が入らず、メンテナンス時の端子ねじの増し締めや配線変更時には接点ユニットを外す必要があった。開発品では、端子ねじを斜めに配置したことにより、接点ユニットを段積みにした場合でも配線が可能な形状とした。

端子ねじの斜め配置による配線性の向上と、直接接触保護、さらには標準品同等の外形寸法を満たすため、直接接触保護部の成形部品の形状は複雑かつ薄肉な構造となった。

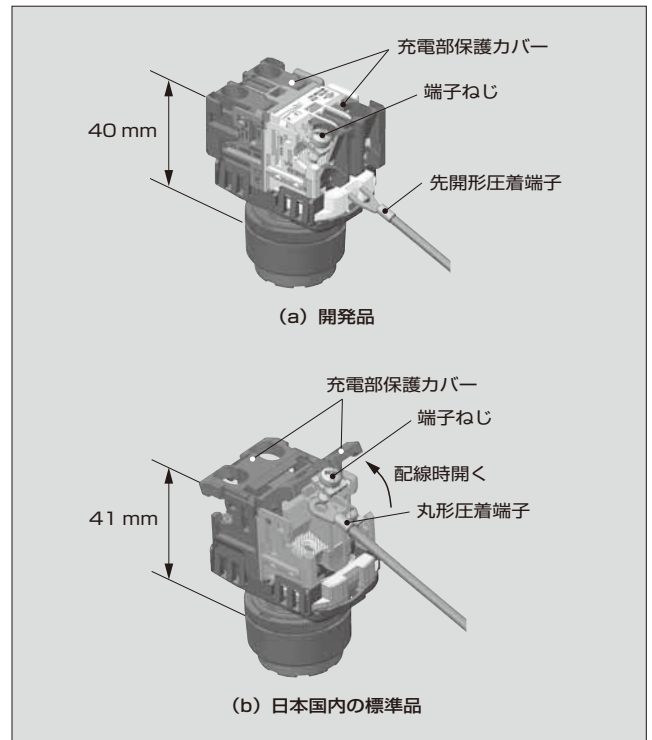


図7 端子部の保護構造

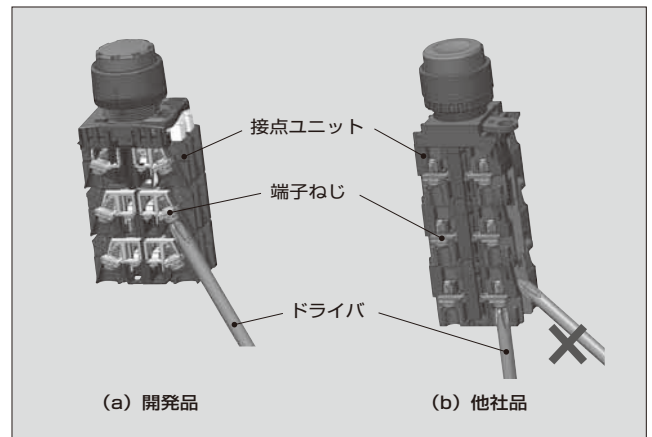


図8 接点ユニット段積み時 (3 段積み) の配線性 (断面図)

しかし、これまでに培った精密成形技術を応用し、ガスベントの追加やゲート位置を最適な配置にすることにより、IP2X に要求される試験指の押し荷重 (10 N) に耐える構造とした。

6 あとがき

中国・アジア向けコマンドスイッチ (φ22) 「AY22 シリーズ」「DY22 シリーズ」について述べた。

今後もヒューマンマシンインタフェース機器として、操作性・視認性などの感性への訴求性を追求し、新しいニーズに対応できる製品開発を進めていく所存である。



高野 芳弘

操作表示機器などの製品設計・開発業務に従事。
現在、富士電機機器制御株式会社開発本部開閉制御開発部担当課長。



山田 正士

操作表示機器の製品開発評価業務に従事。現在、
富士電機機器制御株式会社開発本部技術開発部。



井上 辰志

操作表示機器の製品設計・開発業務に従事。現在、
富士電機機器制御株式会社開発本部開閉制御開発部。





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。