

接点接触と操作感発生を同期させた 押ボタンスイッチ

NKKスイッチズ株式会社

代表取締役社長 大橋 智成

NKKスイッチズ(株) 技術推進部 別田 惣彦

NKKスイッチズ(株) R&D部 浦 広樹

NKKスイッチズ(株) R&D部 青山 昌弘

はじめに

弊社は、産業用機器におけるスイッチおよびその周辺機器の製造および販売を行っている。そのスイッチの中で、1日に数千回のスイッチ操作を行う放送音響業界（テレビ局等）で画像や音をコントロールするオペレータ向けに開発した照光式押ボタンスイッチがある。オペレータは、スイッチの操作感への拘りが強く、ボタンを押す指への負担が少ない操作感の要望があり、既存商品でその操作感を実現している。一方で、押ボタンスイッチは、ボタンを押すという入力により、接点を接触、乖離させる出力を与える装置であり、その入出力関係に対する要望も存在する。

開発のねらい

その一つとして、操作感を損なうことなく、接点接触（接点 ON）のタイミングと操作感（クリック感）発生タイミングを一致させてほしいというユーザ要望がある。だが、その同期を実現させることには、大きな課題があった。

一般的なマイクロスイッチ（スナップアクション機構）は接点構造と操作感発生構造が一体となっており、同じタイミングで動作している。一方、既存商品においては、前述の理由によ

り接点構造と操作感構造を分離した機構（従来機構）を開発している（図1）。

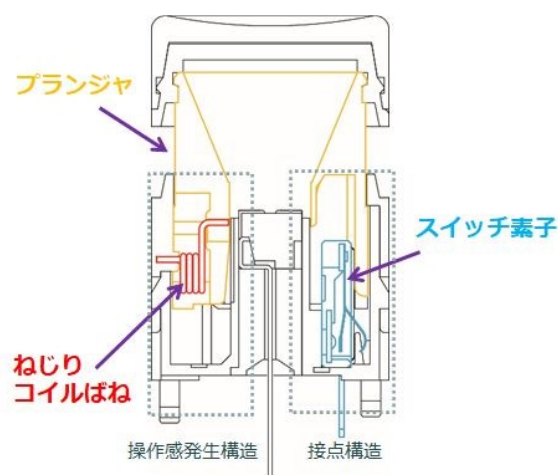


図1 既存商品の機構（従来機構）

マイクロスイッチは、接点構造で操作感を生じさせていたことから操作ストローク、耐久性等の性能上の制約があり、操作感を自由に変更することが困難であった。接点構造と操作感発生構造を分離させた機構を開発することで、ユーザが要望する操作感を実現した。

しかしながら、接点と操作感の構造を分離したことで接点接触と操作感発生のタイミングにズレが生じた。これは、製造上の寸法のバラツキや各 부품の組合せ誤差等が主な原因である。このタイミングの同期という新たな課題があった。

本課題に対し各 부품の設計レベルでの改善に

よる解決を試みたが、接点接触と操作感が分離した構造では実現困難であることがわかった。

そこで、この課題解決のため、既存商品の信頼度の高い接点構造を踏襲しながら、軽快な操作感とタイミングの同期を実現する新たな機構を開発した。

装置の概要

開発した照光式押ボタンスイッチを図2に示す。



図2 照光式押ボタンスイッチ

この照光式押ボタンスイッチは内部に LED を搭載することで操作部が照光する押ボタンスイッチで、操作感にこだわりのあるユーザにも受け入れていただけるよう軽快な操作感を実現するとともに、接点接触と操作感発生タイミングを同期させたことで直感的な操作が可能となった。

さらに、機器の小形化、高密度化、省力化に対応するために端子部の面実装化も実現した(図3)。



図3 端子部

技術上の特徴

前述したように、操作感を損なうことなく、接点接触のタイミングと操作感発生タイミングを同期させることが大きな課題であった。

図4に示す従来機構は、操作部の押し込み操作に応じて、プランジャが動作することでスイッチ素子の可動接片が押し込まれていき、接点を接触させていた。それと同時にねじりコイルばねを圧縮させていき、ねじりコイルばねの反転と共に発生する弾性エネルギーの解放時に操作感を発生させていた。この機構により軽快な操作感を実現することができている。

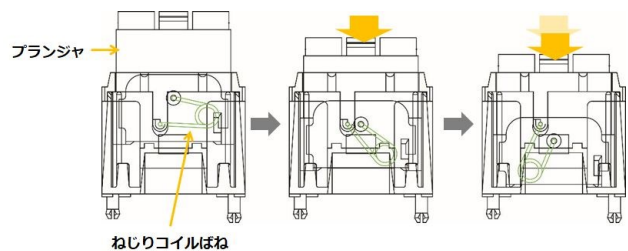


図4 従来機構

しかし、この全体機構では、接点構造と操作感発生構造を分離したことで接点接触と操作感発生タイミングにズレが生じてしまう。

そこで、接点構造と操作感発生構造を分離し、軽快な操作感を生み出すことができる従来の全体機構を踏襲しながらも、接点接触のタイミングと操作感発生タイミングの同期を実現する

ことができる新機構を開発した。

図5に示す新機構では、プランジャの動作に伴ってねじりコイルばねを伸縮させることで操作感を発生させる構造は維持しつつ、ねじりコイルばねの反転に伴って動作する機構部品（サウンド）を追加した。また、ねじりコイルばねの形状を図6のように変更した。サウンドは、ねじりコイルばね反転時の弾性エネルギーによって一定方向に動作し、この動作に伴ってスイッチ素子が操作される。

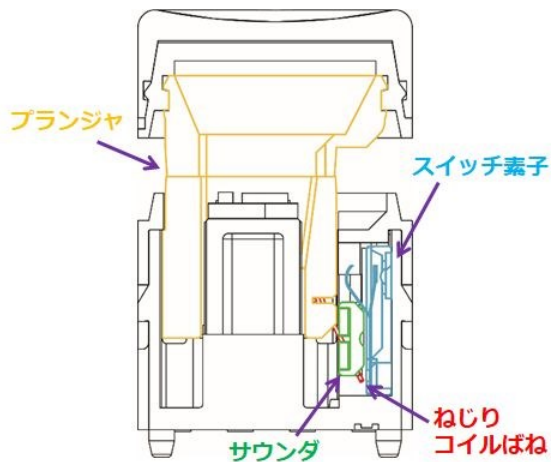


図5 新機構



図6 ねじりコイルばね

図7に新機構における各部品の動作を示す。操作部（ボタン）が押し込まれると、プランジャが下方に移動することでねじりコイルばねを圧縮する。ねじりコイルばねが撓みながら弾性エネルギーを蓄積し、さらにプランジャが押し込まれるとねじりコイルばねが反転する。反転時に解放された弾性エネルギーによって、サウンドが上方に跳ね上げられ、上方に移動することで、スイッチ素子の可動接片が押し込まれて接点がONする。それと同時にねじりコイルばねの反発によりクリック感が発生する。

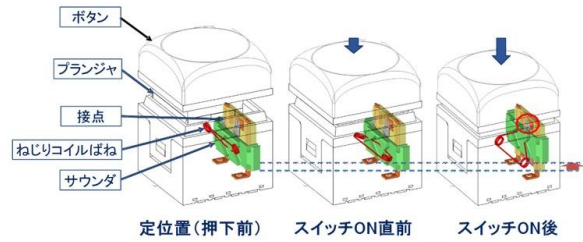


図7 新機構における各部品の動作

新機構において、サウンドの動きを制御するねじりコイルばねの形状が重要なポイントとなることから、試行錯誤を繰り返した。

ねじりコイルばねの反発力が強いと操作感が悪くなり、さらにばね耐久性能が低下する。逆に反発力が弱いとスイッチ素子の可動接片への押込力が弱くなり、接点接触不良が生じる。操作耐久性等の性能面に影響を与えないよう、且つ生産面での組込み性を確保するため、ねじりコイルばねとして図6のようなダブルトーションばねを考案した。これによりばねの反発力を維持しつつ、繰り返しの撓みに対する耐久性能を向上することができる。また、プランジャへの均一かつ安定した押し込み（力）が可能となり操作性が向上した。

さらにサウンド・周辺部品の材質・形状および生産治具等の試作/改良・実験を重ね、量産化を実現することができた。

プランジャの動作でスイッチ素子とねじりコイルばねを動作させていた従来機構から、プランジャの動作でねじりコイルばねを動作させ、追従するサウンドの動作によりスイッチ素子を操作する同期機構に転換することで、接点と操作感発生との分離構造を進化させ、ユーザ要望の操作感を損なうことなく、接点接触のタイミングと操作感発生とのタイミングの同期を実現することができた。

また、機器を製造するメーカーから面実装化の要望があり、ユーザ要望のタイミング同期性に加え、メーカー要望である面実装化の両方を実現することで、付加価値向上を目指した。

面実装化には、熱による各部品への影響（変形、動作等）を考慮した実装温度に耐えられる素材の選定、構造の検討が課題であった。

実装温度に耐えうる材料の選定が必須であったが、耐熱性と摺動性の良い材料は選択肢が少なく、各部品/material選定・組み合わせに苦労した。試作を重ね、双方を兼ね備えた最適な各材料の組み合わせを見出し、さらにタイミング同期を実現するためには部品の加工精度も重要であることから、加工性の良さも検討した。

熱によるタイミング同期および操作感への影響を検証しながら設計を進めるなかで、熱により僅かな部品変形が起こり、操作感等が変化する問題点が発生したが、摺動各部品の形状等を改良することで問題を解決した。

実用上の効果

図8および図9は、接点接触と操作感発生のタイミングを示した波形である。

図8の従来機構では、タイミングのズレが生じ、操作感の発生よりも早く接点接触するため、ボタンの半押し（操作感がない）状態で接点が接触してしまうことを示している。

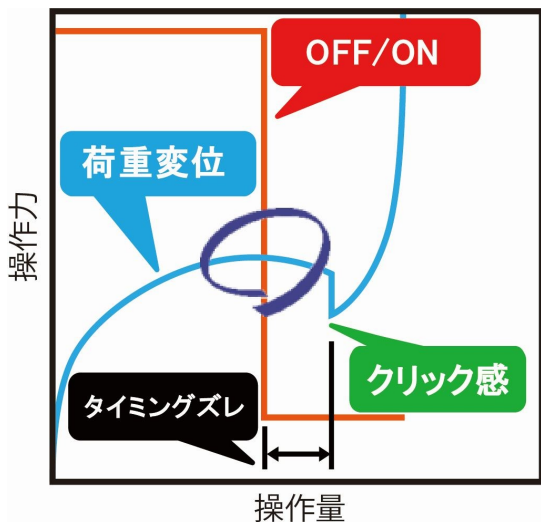


図8 従来機構のタイミングを示す波形

これに対して図9の新機構では、タイミングのズレがなく、操作感の発生と接点接触が同時であることを示している。これにより、操作感を感じる前に接点が接触してしまったなどの誤操作を防止することができ、直感的な操作が可能となった。

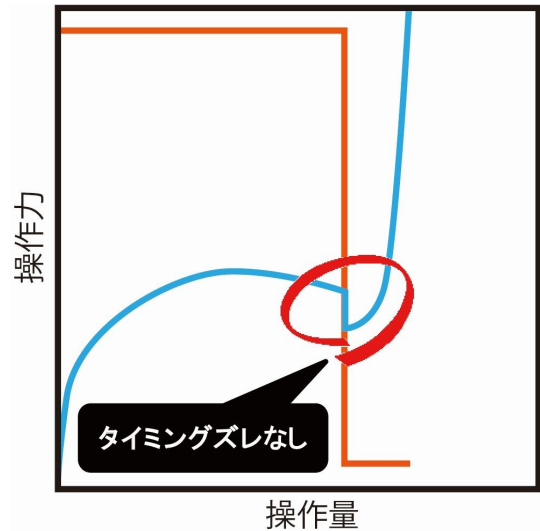


図9 新機構のタイミングを示す波形

また、端子部の面実装化により機器の小形化、高密度化、省力化に貢献する。

知的財産権の状況

本開発品の装置に関する特許登録は下記の通りである。

① 日本国特許第 6826746 号

名称：サウンド機能付押ボタンスイッチ

概要：製造コストを増大させることなく、クリック音発生時と接点開閉時とを容易に同時又は略同時にすることができるサウンド機能付押ボタンスイッチ

むすび

本開発品は、操作感を損なうことなく、接点接触と操作感発生のタイミングの同期を実現させるとともに、面実装化に対応した照光式押ボタンスイッチである。タイミングの同期と面実装化を実現できたことで、操作性向上、生産性向上に貢献できると考えている。

今後も様々な要望実現に挑戦し続け、市場のニーズに応える商品を開発していきたい。