

# ミニコンタクタ「SK シリーズ」

## SK series of mini contactors

大久保 幸治 OKUBO Koji

堤 貴志 TSUTSUMI Takashi

秦 淳一郎 HATA Junichiro

生産設備や機械装置において、小型化・省電力化の要求が高まっている。ミニコンタクタ「SK シリーズ」は、この要求に対応して開発した世界最小サイズのコンタクタである。

外形寸法の小型化により設置できる範囲を広げるとともに、高い絶縁性を兼ね備えることで高電圧での適用を可能にしている。接点部構造は絶縁機構や耐熱絶縁材料で工夫し、電磁石構造はスプリング特性の最小化や効率化を追求した。また、海外規格への適合や豊富なオプションの品ぞろえにより、顧客のさまざまな要求に応えている。

Demands for miniaturization and energy efficiency are increasing for production facilities and machines. The SK series of mini contactors, the world's smallest size contactors, were designed to meet these demands.

The reduction in external dimensions increases the scope of installation locations, while the addition of strong insulation properties means that these contactors can be used for high voltage applications. We devised isolation mechanism and heat-resistant insulating materials for the contact structure and pursued minimum spring load characteristics and efficiency in electromagnet structure. Fuji Electric also complies with global standards and provides a full lineup of optional products to meet the various demands of its customers.

### 1 まえがき

電磁接触器（コンタクタ）は、生産設備の制御盤や機械装置などに多く設置されており、電動機の始動停止や電源回路の開閉などに必須の機器である。昨今、高度化される電気設備・機器の中で、電気を機械的に絶縁するコンタクタの用途はより幅広くなっており、その果たす使命はより重要になってきている。

近年の省エネルギー（省エネ）、エコロジー化の中で、生産設備や機械装置は、小型化、省電力化が以前にも増して進んでいる。

富士電機は、小型で省電力タイプのコンタクタ「SJ シリーズ」を1986年に発売し、制御盤の小型化や使用電力の削減に貢献する製品を供給してきた。この間、市場はいっそうの小型化、省電力化の傾向が強まるとともに、さらに装置の効率的な運用のため主回路電源200Vから400Vへの移行、より使い勝手を向上させるためのオプション機器の充実、安全性の向上、国際規格への適合などの要求が高まってきている。

ミニコンタクタ「SK シリーズ」は、これらの市場要求を取り込み、三次元アーク駆動解析や電磁石解析など最新の技術を駆使して開発した世界最小サイズのコンタクタである。本稿では、SK シリーズの特徴と構造および小型化技術について述べる。

### 2 開発の狙いと製品の特徴

#### 2.1 開発の狙い

ミニコンタクタは、主にマウント装置や成形機などの専用機械装置に組み込まれて、モータなどの電動機器の始動停止やインバータへの一次電源回路の開閉に使用される。

装置の小型化に伴い、コンタクタとサーマルリレーを組み合わせた電磁開閉器は、より省スペースに設置できることが要求されている。また、装置の省エネ化の流れから電磁開閉器の制御電源の消費電力は少ないほうが望ましい。さらには、主回路の制御以外にも、制御回路のオン・オフをより少ない機器で行えるように、補助接点の数や接点のバリエーション（常時閉、常時開）などさまざまな要求がある。

電磁開閉器のJIS規格は、1999年に国際規格へ統合が行われている。製品仕様上、国内、海外製品の違いがなくなっており、世界共通で使用される受配電・制御機器コンポーネントとなっている。また、国内の顧客についても顧客製品の海外への輸出に対応するため、主回路電源の200Vから400Vへの移行要求が高まっており、小型のコンタクタについても、より高電圧の遮断性能の向上が望まれている。このため国内で使用されることを前提に設計されていたSJシリーズに代わり、よりグローバルでの使用を考慮した開閉・遮断能力の高い小型のコンタクタを開発する必要が出てきた。SKシリーズは、規格の国際規格であるIEC 60497-1をはじめ、EN 60947-1、JIS C 8201-1(注)に適合し、北米のUL、CSA、中国のCCC強制認証を取得して国際化に対応している。

#### 2.2 製品の特徴

SKシリーズは、世界トップクラスの性能を持つミニコンタクタである。

##### (1) 低消費電力駆動

- AC操作、DC操作の各電源によって駆動可能
- 各製品の消費電力は世界最小

<注> CCC強制認証：180ページ「解説2」参照

(2011年11月現在 当社調査)

- AC 操作：投入 22 VA，保持 4.5 VA
- DC 操作：標準タイプ 2.4 W，低消費タイプ 1.2 W

(2) 小型

- AC 操作品，DC 操作品ともに同一外形
- W45×H48×D49 (mm)
- 開閉性能を持つコンタクトとして，世界最小サイズ

(3) 豊富なオプションの品ぞろえ

- 顧客のさまざまな要求に応じた機能拡充

(4) 安全性・実用性

- 電気事故に対応する安全性要求に対応
- 端子カバーによる正面方向からの IP20 保護の標準対応
- 各種遮断器，ヒューズとの組合せによる IEC 規格の TYPE I，II への適合
- マニュアルモータスタータ (MMS) とのコンビネーションによる保護協調 5～65 kA の高い短絡保護性能

また，海外製品と異なる特徴として，日本固有の圧着端子による配線接続に対応した端子構造を持つ。世界標準の性能を持つことに加え，日本市場でも使用しやすい製品である。

2.3 品ぞろえ

SK シリーズは豊富なオプション群を備え，顧客のあらゆるニーズに対応できる商品構成である (図 1)。

(1) 動作表示ユニット

コンタクト本体にアドオンでき，コイル電圧を印加した場合に表示ランプで通知する。

(2) コイルサージ吸収ユニット

コイルオフ時のサージ電圧を吸収し電子回路の誤動作を防止する。サージ吸収回路はバリスター内蔵形であり，

サージ電圧のピーク波をカットする。

DC 操作コイルにはバリスターを標準で内蔵しており，動作表示付きのコイルサージ吸収ユニットと動作表示ランプ付きのコイルサージ吸収ユニットとがある。

(3) 補助接点ユニット

接点構成 4a，3a1b，2a2b，1a3b，4b の 5 種を品ぞろえした 4 極品タイプと，2a，1a1b，2b の 3 種からなる 2 極品タイプがあり，ワンタッチで補助接点の増設が可能である。

(4) 小型補助接点ユニット

1a1b 接点構成に限定した低背形の小型補助接点ユニットであり，省スペースを要求される設置環境に最適である。

(5) インタロックユニット

可逆電線キットとインタロックユニットを組み合わせることで使用することにより，正逆運転などを行うための可逆形コンタクトを簡単に構成できる。インタロックユニットは 2 台のコンタクトの同時投入を機械的に防止する。

(6) 接続モジュール

MMS とコンタクトを組み合わせるための接続モジュールである。これらを組み合わせることで電動器制御回路をコンパクトに構成でき，三相電動機回路における短絡や過電流による事故からより確実にモータを保護する。

(7) 主回路サージ吸収ユニット

コンタクトの開閉時に三相モータから発生するサージ電

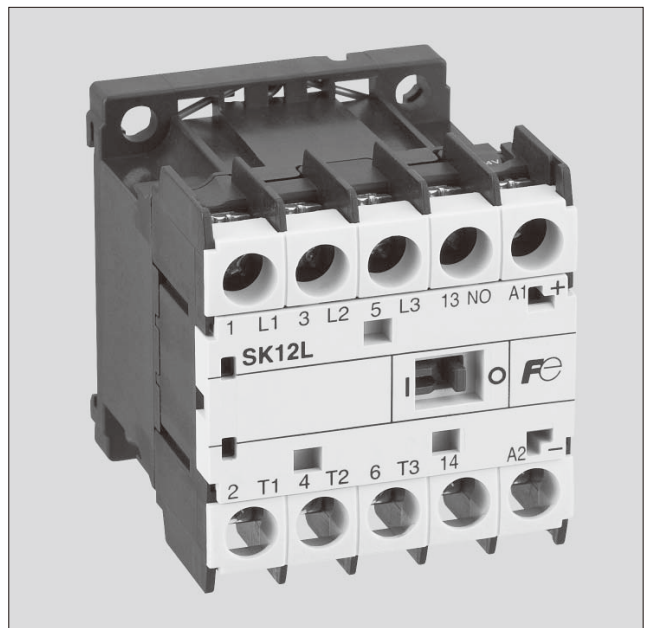
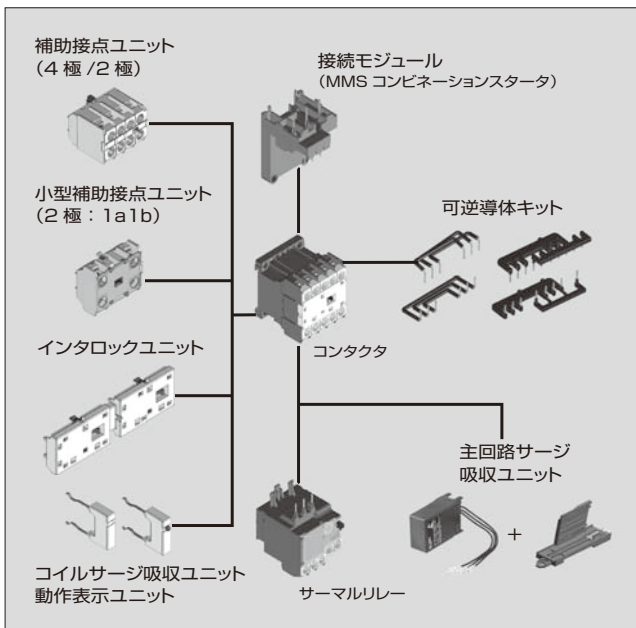


図 2 「SK シリーズ」

表 1 コンタクトの接点構成と耐久性の仕様

		6 A 品	9 A 品	12 A 品
接点構成	主回路	3a		
	補助回路	1a または 1b		
耐久性	電氣的 (AC-3)	100 万回		
	機械的	1,000 万回		

圧を吸収し、サージ電圧による影響を抑制する。主回路サージ吸収ユニットは、アダプタとセットで、コンタクタとは別に取付けが可能である。

2.4 仕様と定格

(1) コンタクタ仕様

図2にSKシリーズの外観を、表1にコンタクタの接点構成と耐久性の仕様を示す。AC-3級定格として、6A、9A、12Aをそろえており、主回路3極、補助回路1極の構成である。

コンタクタの品ぞろえと主回路定格を表2に示す。

(2) 補助継電器仕様

SKシリーズは、4極全てを補助接点で構成した補助継

電器を品ぞろえしており、低負荷の開閉に最適である(表3)。

双接点化による接触信頼性を向上し、電子化機器に対応した標準タイプと接点容量を大きくした高容量タイプの2系統を持つ。

補助継電器は、ECの機械指令の要求事項であるEN60204-1に対応したリンクドコンタクト機能を持ち、EN60941-5-1に適合している。リンクドコンタクト機能により、補助継電器の接点溶着を監視するための安全回路を構成することができる。

2.5 適合規格

SKシリーズの規格認定、取得状況を表4に示す。SK

表2 コンタクタの品ぞろえと主回路定格

			6A品	9A品	12A品
形式	AC操作品		SK06A	SK09A	SK12A
	DC操作品(2.4W)		SK06G	SK09G	SK12G
	DC操作品(1.2W)		SK06L	SK09L	SK12L
定格容量(kW)	三相かご形電動機(AC-3)	200~240V	0.75	1.5	2.2
		380~440V	2.2	3.7	5.5
		500~550V	2.7	3.7	5.5
定格使用電流(A)	三相かご形電動機(AC-3)	200~240V	6	9	12
		380~440V	6	9	12
		500~550V	5	7	9
	抵抗負荷(AC-1)	200~240V	12	16	20
		380~440V	12	16	20
開放熱電流(A)			20	20	20

表3 補助継電器の品ぞろえと定格

	標準(高信頼性品)			高容量品		
	ACコイル	DCコイル(2.4W品)	DCコイル(1.2W品)	ACコイル	DCコイル(2.4W品)	DCコイル(1.2W品)
形式	SKH4A	SKH4G	SKH4L	SKH4AH	SKH4GH	SKH4LH
追加補助接点ユニット	4極 or 2極		2極	4極 or 2極		2極
開放熱電流	10A			同左		
接点構成	4A, 3a1b, 2a2b (1a3b, 4bは製作不可)			同左		
定格使用電流 AC-15(コイル負荷)	AC100~120V	3A		6A		
	AC200~240V	3A		6A		
	AC400~440V	1A		6A		
	AC500~600V	0.5A		3A		
最小使用電圧・電流	DC5V, 3mA			DC24V, 10mA		

表4 適合規格一覧

機種	形式	適合規格			認定取得規格			EC指令	認証機関
		JIS	IEC	EN	UL	CSA	GB(CCC)	CEマーク	TÜV
		日本	国際	ヨーロッパ	アメリカ	カナダ	中国	ヨーロッパ	ドイツ
コンタクタ	SK***A SK***G SK***L	○	○	○	○*	○*	○	○	○

\* : cULusによる認証取得

シリーズは世界の主要な規格に適合しており、各種認定も取得している。

### ③ 小型化技術

#### 3.1 小型化の狙い

近年、工作機械や昇降機などにおける制御盤の小型化、薄型化が進み、搭載する受配電・制御機器コンポーネントにも小型化の要求が高まっている。

小型の受配電・制御機器コンポーネントは、図3に示すMMSやコンタクトのように、製品幅寸法45mmがデファクトスタンダードになっている。限られた制御盤内で周辺機器と組み合わせる上で、そのスペース効率の高さから密集配置の実現や、45mm間隔に対応した汎用的な配線部材（ブスバー）の適用などが不可欠である。

また、分散制御の広まりにより、機械装置末端ごとに小型化された制御盤を搭載する需要が増加している。設置スペースの制約を受けるケースでは従来の取付け専有面積のほか、薄型制御盤に対応するため製品の奥行寸法を抑制する要求が強くなってきている。

これらの業界標準への対応や、搭載される制御盤の変化に応えるため、製品外形の小型化で顧客の適用範囲拡大に貢献していくのが狙いである。

#### 3.2 接点部構造

##### (1) 絶縁強化の構造

コンタクトにおいて、電流を開閉する基本機能を担うのが接点部である。定格絶縁電圧690Vとクラス最高水準の絶縁性を、省スペースで実現することが小型化には不可欠である。

絶縁性が必要となるのは相間であり、電流遮断時におけるアークガスの流れのコントロールや絶縁抵抗の低下を抑制することが重要である。

##### (2) 相間絶縁構造

ミニコンタクトは、後述する電磁石の低消費電力化も併

せて達成している。小型化により電磁石や可動接点の可動域が限られることや、電磁石吸引特性の効率化の面から駆動方向が相間方向である横駆動方式を採用している。また、各相においてa接点とb接点の両方を可能にするマルチ構造を盛り込み、補助継電器などへの転用も可能にしている。従来の固定接点間に相間隔壁を配置する構造では、接点周辺の可動域が確保できないという課題があった。

図4に示すように、主たる相間隔壁を可動部である接点支えに配して可動域を確保するとともに、相間隔壁が開閉動作と連動することで、開極した接点近傍の遮断スペースを拡大することが可能になり、アークガスの冷却など遮断の安定化につながった。さらに、接点の発弧点をつなぐ相間経路にアークガスの流れを滞留させるリップ構造を設けることで、隣り合う相への流れ込みを一時的に抑制させて絶縁性の向上を図っている。

##### (3) 絶縁抵抗の抑制機構

電流遮断によるアークガスにより、相間絶縁隔壁などの表面に炭化層が形成され絶縁性が低下する。前項のとおり相間絶縁隔壁を可動部に配置したことで、固定接点を抱えるフレームは主立った隔壁を持たないことから絶縁性を確

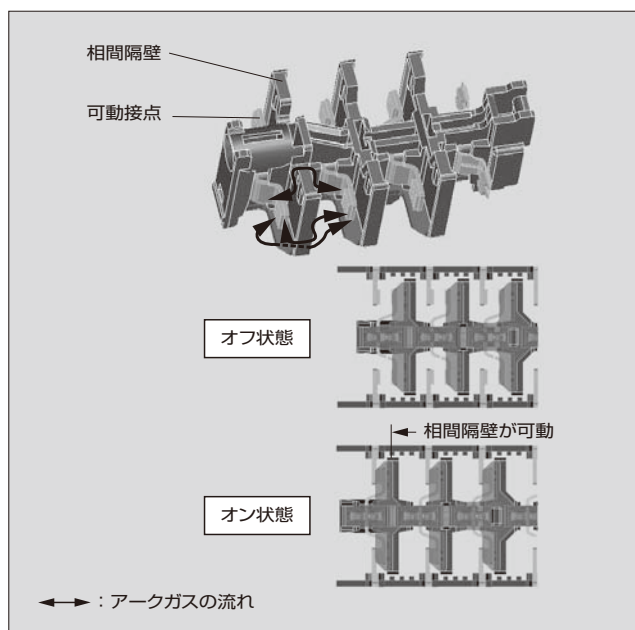


図4 接点可動部隔壁構造

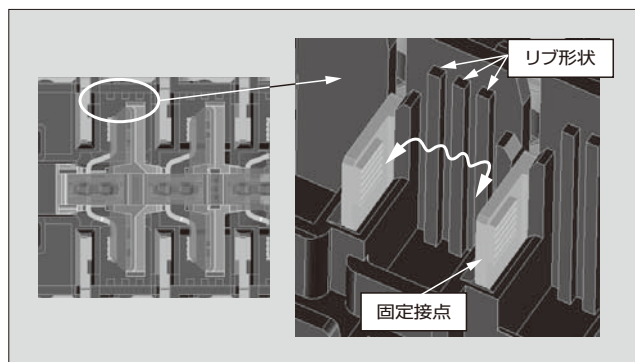


図5 フレームのリップ形状



図3 MMSとコンタクトの組合せ

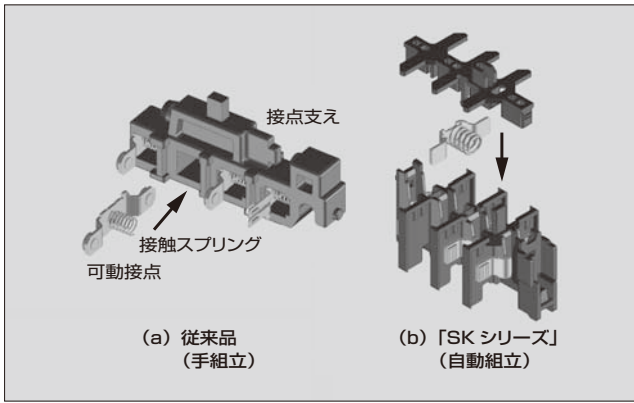


図6 接点支え組立

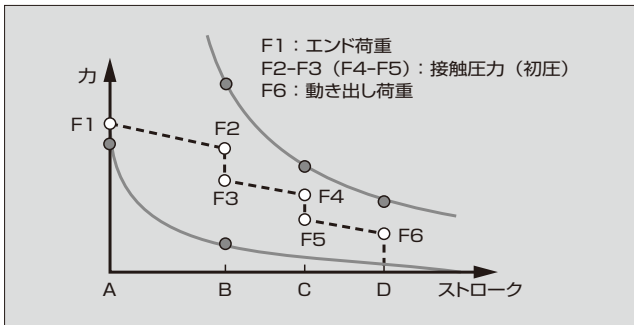


図7 スプリング荷重

保することが課題となる。

そこでフレームの絶縁性の向上のために、固定接点間に図5に示すリブ形状を設けることで、可動部の相間絶縁隔壁との隙間を流れるアークガスを滞留させることができる。また、アークガスによる表面炭化層の形成を部分的にとどめることも可能となり、沿面伝いの絶縁抵抗低下の抑制につながる。このひだでできる溝幅は0.8mm（高さ0.7mm）程度である。適合規格上は溝の内壁沿面分は沿面距離として無効であるが、絶縁抵抗低下に対して実質的な効果があり、性能を確保するための小型化技術の一つである。

### 3.3 耐熱絶縁材料の採用

各相でa接点とb接点の両方に対応を可能にしたことで、可動接点の接触圧力を出す接触スプリングの配置スペースの確保が必要となる。可動接点を保持する接点支え内部には、接触スプリングを収納する必要がある（図6）。従来、通電部における可動接点に触れている接点支えには耐熱性の高い熱硬化樹脂を用いており、薄肉成形は困難である。接点支えに熱可塑樹脂をベースにした架橋ナイロンを採用することで薄肉成形が可能となり、耐熱とスプリング収納を両立した。

また、従来は部品が一つであった接点支えを二つの部品に分割し、箆合（かんごう）構造にすることもできた。これにより内蔵する接触スプリングや可動接点の組立作業を著しく改善でき、自動組立が可能となった。

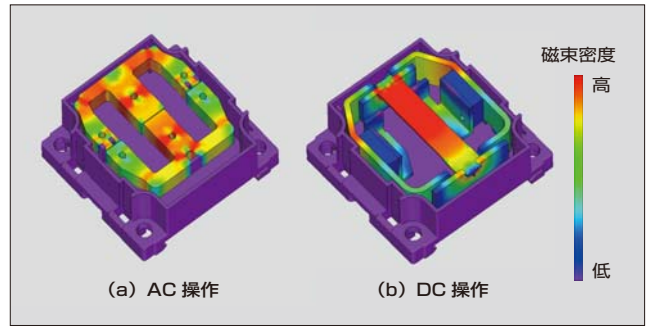


図8 磁界解析

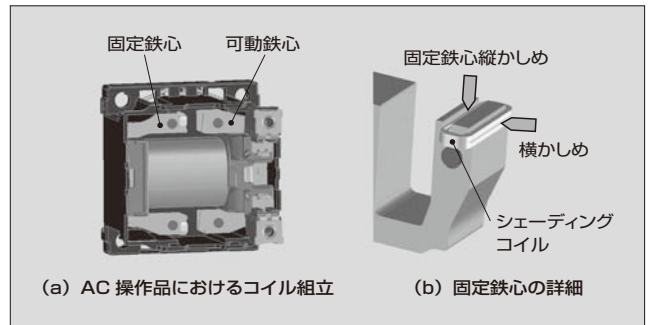


図9 固定鉄心横かしめ方式

### 3.4 電磁石の構造

#### (1) スプリングロード負荷の最小化

電磁石の小型化の課題は、接点接触圧力などのスプリングロード負荷の最小化と電磁石の効率化であり、主な決定要素を次に示す。

##### (a) 接点接触圧力（初圧）

可動部質量と接点バウンス抑制

##### (b) 動き出し荷重

オフ状態におけるb接点誤動作衝撃耐量

##### (c) エンド荷重

開放電圧の決定要素（開放電圧時吸引力<エンド荷重）

これら複数の決定要素をおのおのの成立させるために、運動解析や実験により限界性能の追求と、電磁石設計による吸引力特性に即した調整という両面から近づけることで、スプリング荷重の低減を実現した（図7）。

#### (2) 効率化の追求

接点部と同様に限られたスペースの中で、効率的に電磁石の吸引力を出すとともに、図8に示す磁界解析による磁路の最適化などにより、次の低消費電力を実現した。

○AC 操作品：4.5 VA（60 Hz：1.3 W）

○DC 操作品（標準形）：2.4 W

○DC 操作品（低消費形）：1.2 W

また、AC 操作品の固定鉄心においては、シェーディングコイル（くま取りコイル）のかしめ方法に、一方を側面からかきしめる横かしめ方式（図9）を初めて採用することで、電磁石の接極面積の最大化とスペース効率の向上を実

現した。

#### 4 あとがき

ミニコンタクタ「SK シリーズ」は、富士電機の長年の経験と蓄積技術を基に完成させたものであり、市場ニーズにマッチした商品であると確信している。今後とも多様化するニーズに対応できるよう、よりいっそうの充実を図っていく所存である。

#### 参考文献

- (1) 広田耕人ほか. NEO SCシリーズ新中形電磁接触器. 富士時報. 1999, vol.72, no.7, p.363-369.



#### 大久保 幸治

電磁開閉器の開発設計に従事。現在、富士電機機器制御株式会社技術・開発本部開発部アシスタントマネージャー。



#### 堤 貴志

電磁開閉器の開発設計に従事。現在、富士電機機器制御株式会社技術・開発本部開発部。



#### 秦 淳一郎

電磁開閉器の開発試験に従事。現在、富士電機機器制御株式会社技術・開発本部開発技術部。





\*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。