

ソリッドステートコンタクタ

清水 都美雄(しみず とみお)

糸賀 一穂(いとが かずすえ)

武内 志乃夫(たけうち のぶ)

① まえがき

高頻度開閉、長寿命、メンテナンスフリー、無騒音などの市場要求にこたえて、昭和60年1月、ソリッドステートコンタクタ（以下、SSCと略す）SSシリーズ、AC220V、20～50Aを発売、続いて61年6月以降AC220V、80A、AC440V、30A、50A、80A、また、各極独立制御品、オプションユニットでは異常検出ユニットSY-F形、可逆ユニットSY-R形などを次々に市場へ送り出し、SSC SSシリーズの拡充を図ってきた。

また、SSCの冷却フィンの効率を高め、大幅な小形化を図るなどの施策を行ったことで、市場において好評を博している。

今回、このSSシリーズを更に充実させるため、小容量形SSC（AC240V、8A）と異常検出機能付SSC（AC240V、20～40A）、SSCと組み合わせてサイクル制御方式によりヒータの電力制御を行うパワーコントロールユニットSY-P形を開発したので、その概要を紹介する。

図1に従来のSSC SSシリーズと今回開発したSSC及びオプションユニットの外観を示す。

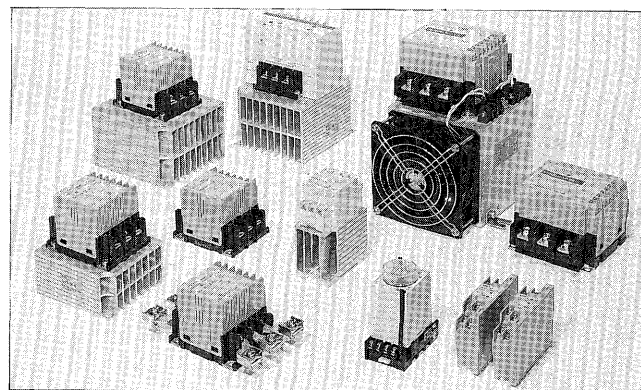
② 小容量形SSC

SSC SSシリーズの小容量機種として、今回AC240V、8Aを開発した。

特長として、

- (1) 冷却フィン付の状態で、幅43mm×長さ75mm×高さ110mmと小形である。
- (2) 従来SSCと同様、直接交流操作が可能である。
- (3) 補助出力回路（1a）を内蔵している。
- (4) 全機種、LEDによる動作表示付である。
- (5) 35mm幅のIEC規格レールに取付可能である。
- (6) SSC本体と冷却フィンが分離できる構造であり、専用フィン以外への取付、フィン無し直接取付、レール取付など用途にあった取付方法を採用できる。

図1 従来のSSC SSシリーズと今回開発したSSC及びオプションユニットの外観



AF88-699

共通仕様である主回路の定格を表1に示す。定格通電電流は冷却フィン付で8A、冷却フィン無しの状態で3Aまで流すことができる。また、最小負荷電流は100mAで、従来のSSCの最小負荷電流1Aに対して、小容量負荷に適用可能である。

操作（入力）回路、補助回路の仕様を表2に示す。1形は三相2素子、三相3素子を一括制御でき、電圧検出機能付、無接点点弧式、補助出力回路（1a）付で、直接交流操作が可能な機種である。3形は三相2素子、三相3素子を一括制御でき、電圧検出機能無し、無接点点弧式、補助出力回路無し、直流操作形の機種で、温度調節計などと組み合わせて、ヒータ制御を行うのに最適な機種である。4形は各極独立制御形で、電圧検出機能無し、無接点点弧式、補助出力回路無し、直流操作形の機種である。

図2、図3に小容量形SSCの外観と構造を示す。SSC本体は上段に操作入力端子と補助出力回路用端子を配置し、下段に主回路用端子を配置している。操作・補助・主回路端子共、M3.5のねじサイズで幅広の角座金付としている。動作表示用のLEDは全機種に装備している。上段プリント基板は、操作入力回路と補助出力回路で構成し、下段プリント基板は、主回路素子を過電圧から保護するスナバ回路と主回路素子を点弧させる点弧回路で構成している。主



清水 都美雄

昭和44年入社。制御リレー、電子化機器の開発・設計に従事。現在、吹上工場器具設計部課長補佐。



糸賀 一穂

昭和59年入社。半導体素子の研究・開発、電子化機器の開発・設計に従事。現在、吹上工場器具設計部。



武内 志乃夫

昭和60年入社。制御機器、電子化機器の開発・設計に従事。現在、吹上工場器具設計部。

表 1 小容量形 SSC の定格と性能

形 式		SS082	SS083
構 成		三相2素子	三相3素子
定 格 絶 縁 電 圧		250V	
定 格 使 用 電 圧		AC100～240V 50/60Hz	
定 格 通 電 電 流		8A	
適 用 電 動 機 (3φ, AC220V)	定格容量 <注1>	0.75kW	
	定格使用電流	4.8A	
最 小 負 荷 電 流		100mA	
閉路時電圧降下 (max) (at 100% I_n)		1.6V	
開路時漏れ電流 (max) (at 100% V_n)		15mA	
非 繰 返 し サ ー ジ オ ン 電 流 (I_{FSM})		160A(50Hz, 正弦波, 1サイクル, 定格負荷状態より)	

<注1> 適用条件
始動電流：6× I_n
開閉頻度：1,200回/時
使 用 率：25%
始動時間：50ms以下

操 作 (入 力 回 路)	機種構成	点弧方式	補助出力回路有無 (1a)	入力表示	操作 (入力) 電圧 (○印：製作可能)			
					A3 : AC100V	A4 : AC200V	D5 : DC8-30V	D6 : DC4-6V
	-1□	無接点点弧 (一括)	有	有	○	○	○	—
	-3□	無接点点弧 (一括)	無	有	—	—	○	○
	-4□	無接点点弧 (各極)	無	有	—	—	○	○

表 2 小容量形 SSC の機種構成

形 式		SS08□-1□-A3	SS08□-1□-A4	SS08□-1□-D5
操 作 回 路	定格使用電圧	AC100～120V(2端子, 極性無し)	AC200～240V(2端子, 極性無し)	DC12/24 (2端子, 極性有り)
	定格絶縁電圧	250V		30V
	使用電圧範囲	AC85～132V	AC170～264V	DC8～30V
	定格周波数	50/60Hz		—
	消費電流 (at 100% V_n)	約30mA		約20mA
	入力インピーダンス	約3kΩ(at 100V)	約7kΩ(at 200V)	約1.2kΩ(at 24V)
	入力表示	LED (赤)		
補 助 回 路	出力素子	ホトトライアック, 1a		ホトランジスタ, 1a
	定格使用電圧 (V_n)	AC100～120V(2端子, 極性無し)	AC200～240V(2端子, 極性無し)	DC12V/DC24V(2端子, 極性有り)
	使用電圧範囲	AC85～132V	AC170～264V	DC8～30V
	定格周波数	50/60Hz		—
	定格通電電流	50mA		100mA
	最小負荷電流	5mA		1mA
	閉路時電圧降下	1.6V(at 50mA)		1.2V(at 100mA)
	開路時漏れ電流	3mA以下(at V_n)		100μA以下(at V_n)

形 式		SS082-3□-D5	SS083-3□-D5	SS08□-4□-D5
操 作 回 路	定格使用電圧	DC12/24V(2端子, 極性有り)		DC12/24V(2端子, 極性有り)
	定格絶縁電圧	30V		
	使用電圧範囲	DC8～30V		
	消費電流 (at 100% V_n)	約15mA		約20mA/極
	入力インピーダンス	約1.6kΩ(at 24V)		約1.2kΩ/極(at 24V)
	入力表示	LED (赤)		

形 式		SS082-3□-D6	SS083-3□-D6	SS08□-4□-D6
操 作 回 路	定格使用電圧	DC5V(2端子, 極性有り)		
	定格絶縁電圧	30V		
	使用電圧範囲	DC4～6V		
	消費電流 (at 100% V_n)	約30mA	約45mA	約20mA/極
	入力インピーダンス	約200Ω(at 6V)	約130Ω(at 6V)	約300Ω/極(at 6V)
	入力表示	LED (赤)		

図 2 小容量形 SSC の外観

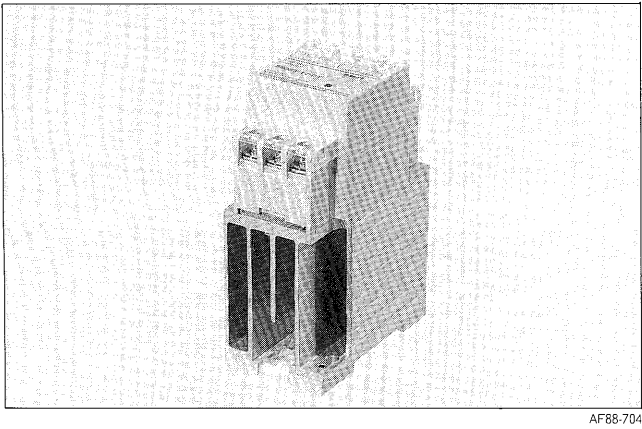
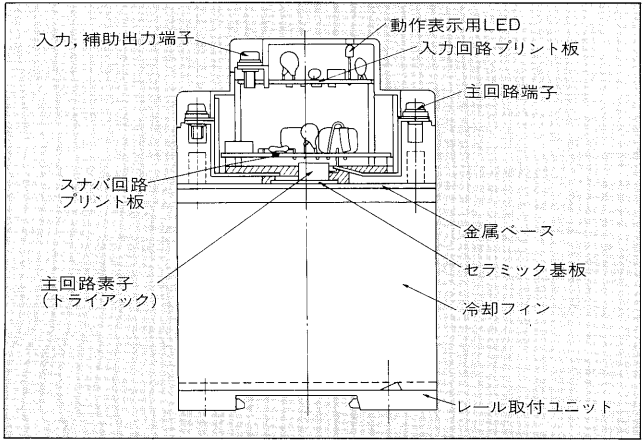


図 3 小容量形 SSC の構造



回路素子はトライアックで構成し、ホトトライアックで入出力の絶縁を行っている。

SSC 本体の下部に金属ベースを配し、主回路素子で発生する熱を逃がす構造としている。

主回路素子と金属ベースとの電気の絶縁はセラミック基板で行っており、主回路ーアース間：AC2,000V、1 分間の耐電圧性能を確保している。冷却フィンには効率の高い断面形状とし、押し出し構造としたもので、表面にアルマイト処理を行っている。冷却フィンの下部に取付てあるレール取付ユニットは、35mm 幅の IEC 規格のレールに取付可能である。このユニットは SSC 単体にも取付可能な構造にしておき、フィン無し SSC の場合にも利用できる。また、端子カバーもオプションとして用意してある。図 2 の外観は端子カバー付の状態を示すものである。

小容量形 SSC の外形寸法を図 4 に示す。

③ 異常検出機能付 SSC

異常検出機能付 SSC (SS□N 形) は、主回路素子の導通故障及び開放故障を検出し、接点出力 (1c 有接点出力) 及び LED 表示を出力する異常検出機能を内蔵した SSC である。図 5 にその外観を示す。

異常検出機能の目的は SSC 自体を保護することではなく、SSC が故障した際の二次災害を防止することにある。

図 4 小容量形 SSC の外形寸法図

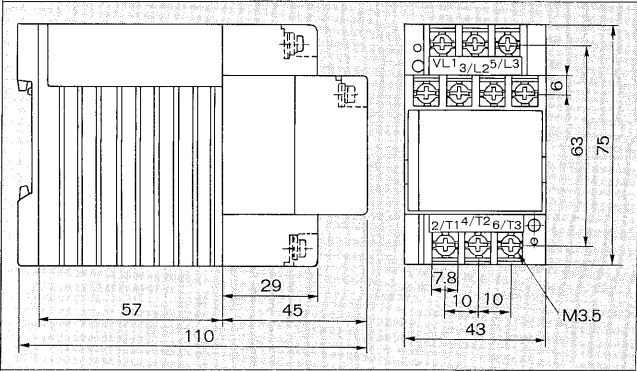


図 5 異常検出機能付 SSC の外観

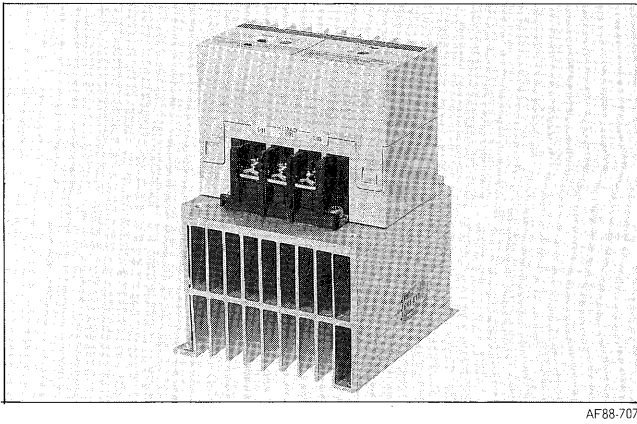
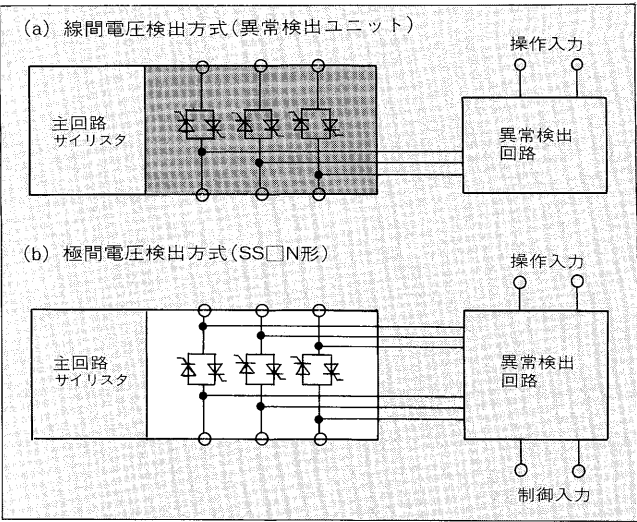


図 6 故障検出方式の比較



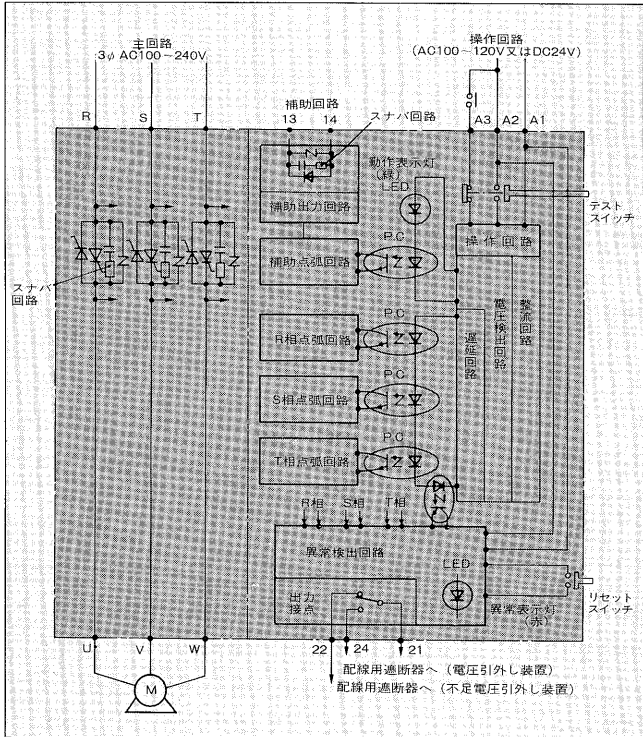
これまでオプションユニットとして異常検出ユニット (SY-F-□形) を供給してきた。このユニットと今回開発した異常検出機能付 SSC (SS□N 形) の検出方法の違いを図 6 に示す。従来は、SSC の負荷側の線間電圧を監視し主回路素子の故障を検知するのに対して、今回開発した異常検出機能付 SSC では、主回路素子の極間電圧を監視する方式としている。表 3 に線間電圧検出方式と極間電圧検出方式の検出故障モードの違いを示す。従来の検出方式では検出不可能であった 1 相導通故障及び 2 相、3 相開放故障も新方式では検出可能とした。現在市場における異常検出機能は

表 3 異常検出方式の機能比較

SSCの操作入力	オフ			オン		
故障モード	導通故障			開放故障		
検出方式	1相	2相	3相	1相	2相	3相
線間電圧検出方式	×	○	○	○	△	△
極間電圧検出方式	○	○	○	○	○	○

○：検出可能、△：LEDによる異常表示のみ、×：検出不可能

図 7 異常検出機能付 SSC の内部構成



いずれも線間電圧検出方式で、2相、3相の導通故障しか検出しないことから、異常検出機能付 SSC は従来製品に対し優位性を持っている。

なお、異常検出出力 (1c 接点) をラッチングリレーにて構成しているので、操作電源が遮断されても異常検出出力を保持し、SSC を多数個使用している場合に、故障している SSC を容易に判別することができる。

異常検出機能付 SSC (SS□N 形) は図 7 の内部構成のように異常検出機能のほかに操作回路、主回路の動作チェックができるテストスイッチ、異常検出後の検出出力を元の状態に復帰させるリセットスイッチを備えている。また、可逆運転時に SSC が導通故障を起こすと、可逆切換時に相間短絡が起こり非常に危険である。そこで、運転モード切換スイッチを設け、可逆運転にも採用できる構成とし、相間短絡事故を防止できるようにした。図 8 に自己保持回路及び可逆運転の場合の接続例を示し、図 9 に可逆運転時、SSC に導通故障が発生した場合の動作パターンを示す。可逆運転時には、一方の SSC に導通故障が発生した場合に他方の SSC に切り換えた時の相間短絡を防止するために、切

図 9 可逆運転時に導通故障が発生した場合の動作パターン

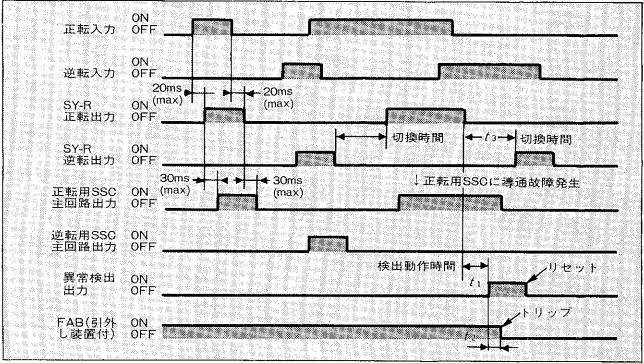


図 8 異常検出機能付 SSC の接続例

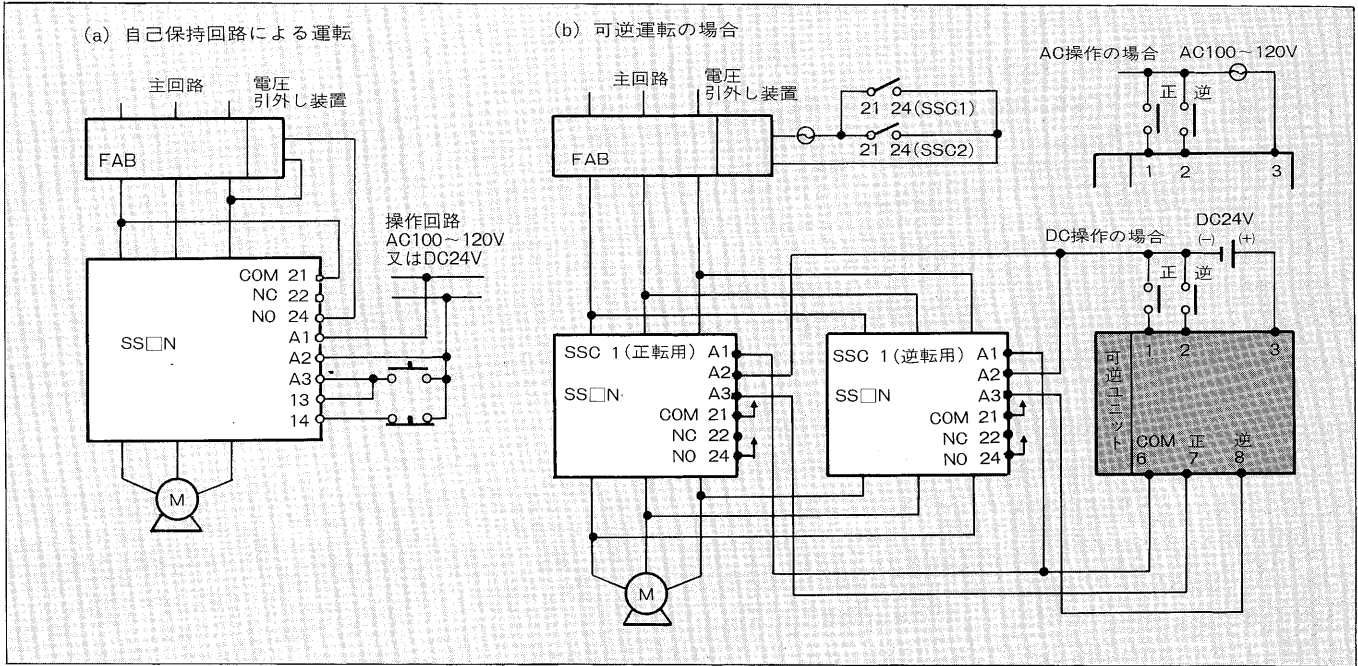


表 4 異常検出機能付 SSC の定格と仕様

(a) 主回路, 共通

形 式			SS20N	SS30N	SS40N
主回路	構 成		三相3素子(ゼロクロス無し)		
	定 格 絶 縁 電 圧		250V		
	定 格 使 用 電 圧		AC100～240V 50/60Hz		
	許 容 電 圧 変 動 範 囲		定格使用電圧の85～110%		
	定 格 周 波 数		50/60Hz		
	定 格 通 電 電 流		20A	30A	40A
	適 用 電動機	定 格 容 量	2.2kW	3.7kW	5.5kW
		定 格 使 用 電 流	11.1A *1	17.4A *1	26A *2
	最 小 負 荷 電 流		1A		
	閉 路 時 電 圧 降 下		max 1.6V(AC220V)		
開 路 時 漏 れ 電 流		max 30mA(AC220V, 60Hz)			
共 通	使 用 周 囲 温 度		－10～＋60℃ (40℃ 以上は定格を下げて使用)		
	保 存 温 度		－30～＋80℃		
	相 対 湿 度		45～85%(結露無し)		

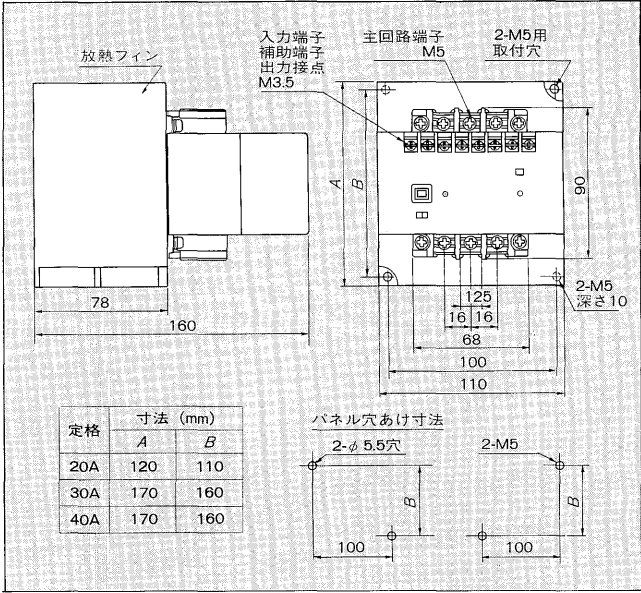
〔注1,2〕 電動機負荷への適用条件(一例)
始動電流: $6 \times I_n$ (定格使用電流)
始動時間: 0.7秒以下(*1), 0.4秒以下(*2)
開閉頻度: 1,200回/時
使用率: 25%

(b) 操作回路, 補助回路, 異常検出回路

形 式			SS□N AC100V	SS□N DC24V
操 作 回 路	定 格 操 作 電 圧		AC100～120V, 50/60Hz	DC24V
	入力イン ピーダンス	A1-A2間	約22kΩ(at 100V)	約2.5kΩ(at 24V)
		A1-A3間	約14kΩ(at 100V)	約1.8kΩ(at 24V)
	許 容 電 圧 変 動 範 囲		定格操作電圧の85～110%	
	動 作 電 圧		85% V_n 以下	
	復 帰 電 圧		30% V_n 以上	
	動作時間 (at100% V_n)	主 回 路	30ms以下	
		補助回路	15ms以下	
動 作 表 示		LED (緑)		
補助回路	定 格 操 作 電 圧		AC100～120V, 50/60Hz	DC24V
	定 格 通 電 電 流		0.2A	
	開 路 時 漏 れ 電 流		max 3mA	max 1mA
異 常 検 出 回 路	動 作 電 圧		定格使用電圧(主回路, 操作回路)の85～110%	
	検 出 機 能		主回路サイリスタの一部又はすべてが導通モード又は開放モードにて故障した場合に検出する。	
	出 力	接 点 構 成	1c(有接点出力)	
		接 点 容 量	AC110V/1.5A(AC11級) DC24V/0.6A(DC12級)	
	検 出 動 作 時 間		0.2～0.5s	
動 作 表 示		LED (赤)		

換時間 $t_3 >$ 検出動作時間 $t_1 +$ FAB のトリップ時間 t_2 とする必要がある。表 4 に異常検出機能付 SSC の仕様を示す。今回開発した異常検出機能付 SSC は三相 3 素子品, AC240V, 20A, 30A, 40A 品だけであり, 今後, 三相 2 素子品, AC240V, 50A, 80A 品の開発を進める。図10に外形寸法図を示す。従来の SSC に対し, 異常検出機能を内蔵しただけ, 高さが14mm 高くなっている。

図10 異常検出機能付 SSC の外形寸法図



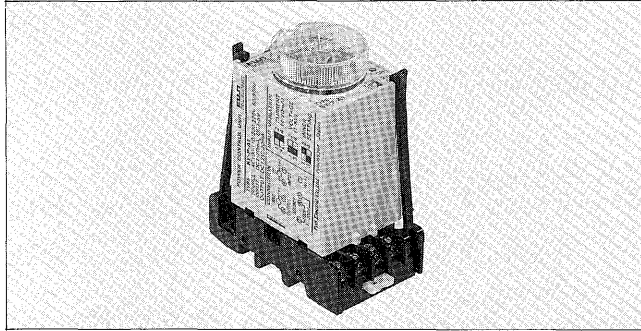
4 パワーコントロールユニット

パワーコントロールユニット(形式 SY-P-A1, 以下, パワーコンユニットと略す)は, SSC と組み合わせてサイクル制御方式によりヒータの電力制御を行い, 電気炉などの精密な温度制御をすることを目的としたオプションユニットである。図11にその外観を示す。

サイクル制御とは図12に示すように, 一定周期にて通電サイクルと無通電サイクルの割合を調整して電力制御を行う方式であり, 位相制御方式に比べ高調波ノイズの発生がほとんどないことから, 最近の温度制御方式の主流となっている。

図13に接続例, 図14に動作パターンを示す。温度調節計からの入力信号として電流信号(DC 4~20mA), 電圧信号(DC 1~5 V)又は接点信号に対応でき, 内蔵ディップス

図11 パワーコンユニット SY-P 形の外観



AF88-706

図12 サイクル制御方式

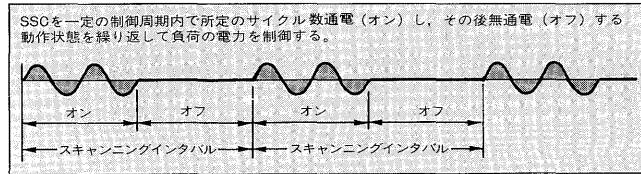


図13 パワーコンユニット SY-P 形の接続例（電流制御の例）

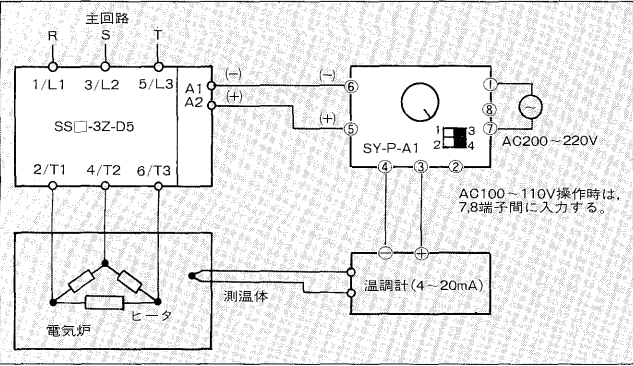


図14 動作パターン

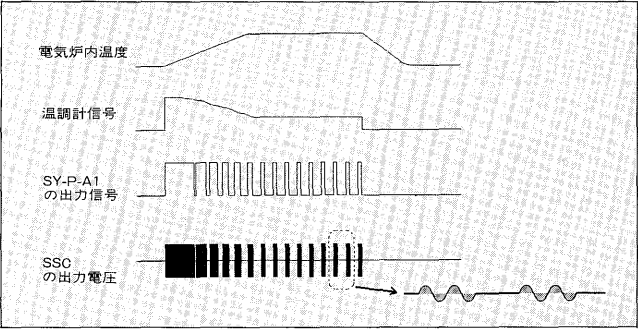


表 5 パワーコンユニット SY-P 形の定格と仕様

形 式		SY-P-A1
定 格 操 作 電 圧		AC100～110V, AC200～220V 50/60Hz
許 容 操 作 電 圧 変 動 範 囲		定格操作電圧の85～110%
制 御 方 式		サイクル制御
温 度 調 節 計 入 力 方 式 (内蔵デブスイッチで切換)		電流入力：4～20mA (入力インピーダンス：250Ω) 電圧入力：1～5V (入力インピーダンス：100kΩ) 接点入力(有接点)：オンオフ信号
出 力 電 圧 ・ 電 流		DC12V, 20mA max
出 力 サ イ ク ル 数 制 御 範 囲		0～100% (内蔵設定器及び外部可変抵抗器により可調整)
制 御 周 期 範 囲 (スキッピングインタバル)		0.1～1s (内蔵設定器により可調整)
動 作 表 示	電 源 表 示	LED (赤)
	出 力 表 示	LED (赤)
使 用 温 度 / 湿 度		－10～60℃/45～85%RH
組 合 せ S S C 及 び 駆 動 可 能 台 数		SS□-3Z-D5：2台 SS□-4Z-D5：6回路

イッチにより入力モードの切換を行う。

表5に仕様、図15にSSCと組み合わせた状態での出力特性及び設定例を示す。また、図16に外形寸法図を示す。

パワーコンユニットは、富士電機のスーパータイマ(ST3P)と同一外形になっており、ST3P用の接続ソケット、アダプタ、アタッチメントがすべて使用でき、レール取付、表面取付、埋込取付が可能である。

図15 SSC と組み合わせた状態での出力特性及び設定例

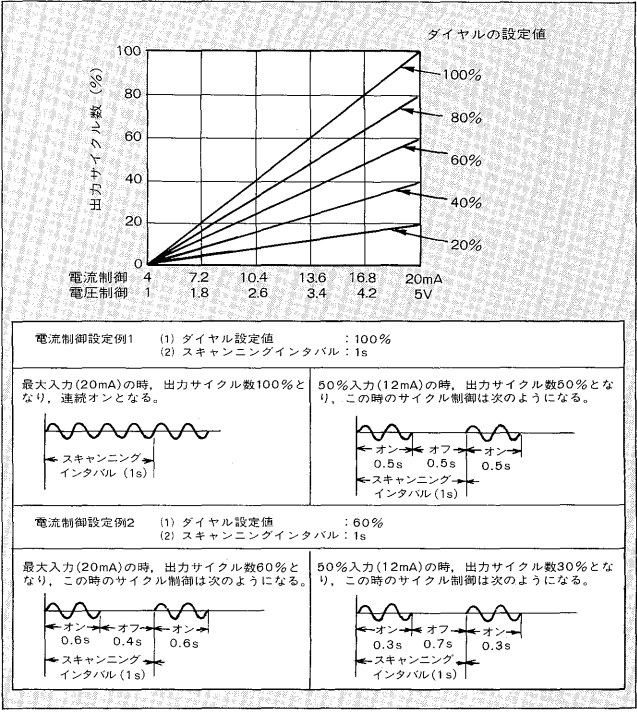
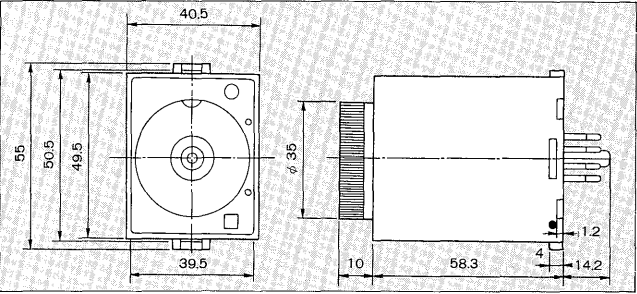


図16 パワーコンユニット SY-P 形の外形寸法図



5 あとがき

以上、今回開発したSSCの構造、性能について概略を紹介した。今後、大容量形、直流形SSCなどの商品化を図り、機種の拡充を進め、市場ニーズにこたえていくつもりである。需要家各位の御批判を得て、今後とも更に充実させていきたいと考えている。

参考文献

- 新井慶之輔ほか：高開閉頻度・無保守化にこたえるソリッドステートコンタクタ，富士時報，Vol.57, No.12, pp.768-772 (1984)
- 石川雅英ほか：ソリッドステートコンタクタ，富士時報，Vol.60, No.2, pp.134-141 (1987)



＊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。