

ソリッド・ステート・リレーとその関連製品について

細呂木隆夫*¹⁾ 内橋雅彦*²⁾ 河本雅一*³⁾ 有留茂樹*⁴⁾

1. はじめに

近年制御分野において、高速化、小型化が進んでおり、制御系の出力部である電力制御分野においても高速高頻度化、小型長寿命を求められている。

無接点出力部としてのソリッド・ステート・リレー (Solid State Relay 以後SSRと表す) は、高頻度開閉に適し、長寿命でメンテナンスフリー、機械的ノイズの発生が無い、耐環境性が良い等の特徴を持っている。最近SSR及び関連機器の機種も多く、用途にあわせて選択出来るため、制御機器の出力に使用されることが多くなった。さらにより小型で使い易く、ローコストなものが要求されている。以下最近のSSRの技術動向とSSR関連機器の新製品を紹介する。

2. 無接点リレーの歴史

有接点リレーに対し、以前は論理機能動作を行う半導体ロジックリレーのことを無接点リレーと呼び、シーケンス制御の中心部に多く用いられていた。ロジックリレーの種類として、無接点出力のパワー素子が存在したが、ほとんどが1 A以下の軽負荷を対象にしており、ロジック回路用の電源が別に必要(現在の様な2端子ではなく、3端子)で入出力は非絶縁であったため、シーケンス制御の出力で1 A以上の負荷や交流負荷の制御には有接点リレーを用いることが多かった。

SSRは今から20年位前の1970年代に初めて商品化されたが、この頃から半導体(特にIC)の急激な発達による小形プログラマブルコントローラ等の出現によりロジックリレーは市場から姿を消し、現在は無接点リレーとはSSRを意味することが多い。

2.1 フォトカプラ

SSRでは、入力と出力を電氣的に絶縁する必要があるが、その初期にはリードリレー等を用いており、信号伝達手段が有接点であるため寿命や信頼性に問題があった。

前記のように半導体の発達によってフォトカプラが一般化すると、SSRの電氣的絶縁手段としてフォトカプラを用いたものに置き代わると共に、SSRも高性能、小型化してきた。

フォトカプラは発光素子と受光素子とからなっており、光によって信号を伝達する光結合素子である。受光素子の種類によってトランジスタカプラ、サイリスタカプラ、トライアックカプラ等がある。最近のSSRは、トランジスタカプラ・トライアックカプラの使用が多い。

フォトトライアックカプラにはゼロクロストリガ回路を内蔵したのも有り、製造技術の進歩により高感度化、高耐圧化し、また小型化も進み種類も多く使い易くなった。

フォトトライアックカプラを用いたSSRは回路が簡素化でき使用部品点数も減るため、小型化が可能になり実装コストも下がる。当社もこのカプラを用いたSSRが増えている。但し現状ではフォトトランジスタカプラを用いたSSRに比べ、まだ入力電流が少し多く必要であり、さらに高感度化を期待したい。

3. SSRの種類

当社SSR及び関連製品の一覧を表1に示す。

SSRは形状ではプリント基板用・ソケット取付け用・パネル取付け用に、出力では交流出力用・直流出力用、交直出力両用に、入力では交流電圧、直流電圧、直流電流に、入出力の絶縁方式ではフォトトランジスタカプラ方式・フォトトライアックカプラ方式に、交流出力用は機能ではゼロクロス機能の有無、などに分類できる。

4. 微少負荷と漏れ電流

SSRは出力オフ時でもSSR内部のスナバ回路や駆動回路に流れる電流が有り、これがオフ時の漏れ電流になる。例えばSSRでミニチュアリレー等の微少電流負荷を開閉する場合、漏れ電流がミニチュアリレーの復帰電流より大きいと復帰不良が起こる。

また交流負荷用SSRの出力素子として用いられるトライアックは負荷電流が少ないと導通状態を維持できず動

* 1) 研究開発部 チーフリーダー

* 2) 研究開発部

* 3) 研究開発部

* 4) 研究開発部

表1. SSRおよび関連製品一覧

| 分類 | P C 基 板 実 装 形 | | | | | | |
|---------|------------------------------------|---------------------------|-----------------------------|--|--|--------------------------------------|---|
| 形状 | DIP(8PIN)形 | DIP(16PIN)形 | TO-3P形相当 | SIL 縦形 | SIL 縦形 | SIL 縦形 | 伏 形 |
| 外 観 | | | | | | | |
| 出 力 仕 様 | AC 負荷 RA6N AC50~264V 0.6A | RA6D AC50~264V 1.2A | RA6T AC50~264V 8A/16A | RAXL AC60~132V } AC60~264V } ^{1A} | RAYL AC70~132V } AC70~264V } ^{2A} | RAGL AC70~250V、2A | RAFL、RATL AC70~130V } AC70~250V } ^{2A} AC70~264V、2A |
| | DC 負荷 | — | — | — | — | RBGL DC5~60V、2A DC10~120V 1.5A | RBFL DC5~60V、2A DC10~120V 1.5A |
| | AC/DC 負荷 | — | — | — | — | — | RA7G AC19~264V } DC19~200V } ^{0.5A} |

| 分類 | プ ラ グ イ ン 形 | | | | パ ネ ル 取 付 形 | | |
|---------|---|---|--------------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| 形状 | 和泉RHN形 | 和泉RH2B形 | 和泉RM2S形 | RR2P形相当 | RABN形 | | RABF形 |
| 外 観 | | | | | | | |
| 出 力 仕 様 | AC 負荷 RAHB AC70~130V } AC70~250V } ^{1A} AC70~264V、2A | RAMB AC70~130V } AC70~250V } ^{2A} AC70~264V | RAMS AC70~264V 2A | RAPP AC70~130V } AC70~250V } ^{2A} | RABN-220 AC70~264V 20A | RABN-240 AC70~264V 40A | RABF AC70~264V 20A |
| | DC 負荷 | RBHB DC5~60V、2A DC10~120V、1.5A | RBMB DC5~60V、2A DC10~120V、1.5A | — | RBPP DC5~60V、2A DC10~120V、1.5A | — | — |
| | AC/DC 負荷 | RA7H AC19~264V } DC19~200V } ^{0.5A} | — | — | — | — | — |

| 分類 | DINレール/パネル取付形 | I/O モジュール | | | |
|---------|---|-----------|--|--|---|
| 形状 | RA3A形 | P C B 縦 形 | | | |
| 外 観 | | | | | |
| 出 力 仕 様 | AC 負荷 RA3A 3φ AC80~264V 3A/5A/8A | 入 出 力 仕 様 | AC 入出力 RA5A-1A、AC入力 入力AC80~280V 出力DC3~15V DC10~30V | AC 入出力 RA5A-0A、AC出力 AC70~264V、2A | R15-0A、AC出力 AC70~250V、3A |
| | DC 負荷 | | DC 入出力 RA5A-CD、DC入力 入力DC3~30V 出力DC3~15V DC10~30V | DC 入出力 RA5A-OD、DC出力 DC5~60V } DC10~120V } ^{2A} | R15-OD、DC出力 DC5~60V } DC10~120V } ^{2A} |

オプション

| 可逆ユニット | 比例制御ユニット |
|--------|----------|
| PWIA-M | PWIA-C |
| | |

| I/O ボード | I/O ソケット | 放 熱 器 | | | | |
|---------|----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| RA9Z-P | RA9Z-SI | RA9Z-F | | | | |
| | | | | | | |
| | | ▲RA9Z-F14形 | ▲RA9Z-F22形 | ▲RA9Z-F12形 | ▲RA9Z-F24形 | ▲RA9Z-F33形 |

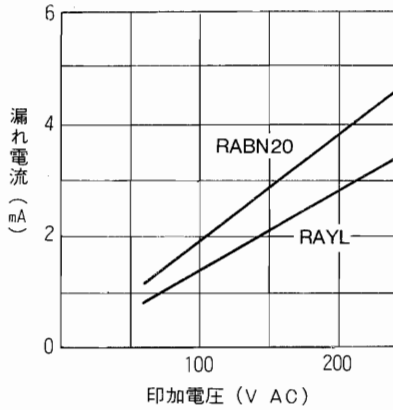


図1(a). 代表的SSRの漏れ電流

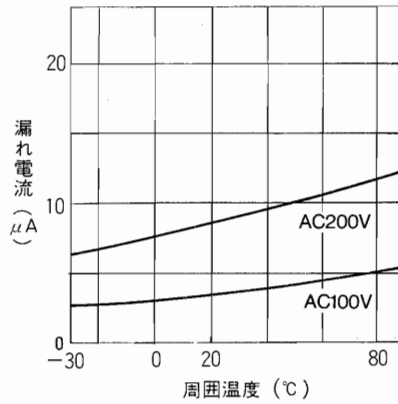


図1(b). RA7シリーズの漏れ電流

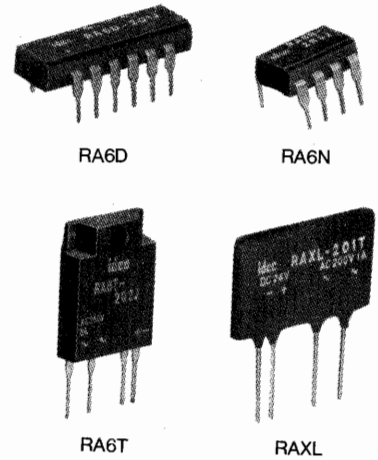


図2. RA6, RAXL 外観図

作不安定がおこる事がある。この場合、負荷の両端にバイパス用抵抗を接続し、SSRに流れる電流を増やすことが必要である。

スナバ回路とは SSR 出力部の抵抗とコンデンサによるC-R回路を意味し、漏れ電流の原因となっているが、トライアック等の出力素子に対する外来ノイズや誘導負荷などによる影響を少なくする働きをする回路である。代表的なSSRの漏れ電流の特性を図1(a)に示す。

4.1 スナバ無しSSR RAXL, RA6シリーズ

SSRも小型部品の使用・部品点数の削減・実装方法の工夫等により小形化が進んでいる。しかし現状のSSRの回路構成では、半導体・抵抗・コンデンサ等の各種電子部品の集合体であり小形化に限度がある。

スナバ回路部品を除き、フォトトライアックカプラによる駆動部と出力部のみの小形化したSSR：RAXLシリーズもバリエーションに追加した。

また半導体パッケージのRA6シリーズは入力抵抗も除いた電流入力タイプになっている。外観図を図2に示す。

DIP-ICタイプ(RA6D, RA6N)はプリント基板への自動実装が可能である。トランジスタタイプ(RA6T)は単体使用では2A負荷までであるが、フルモールドパッケージで素子が絶縁されており、直接放熱器や金属シャーシ等に取付けて放熱すると負荷電流を多くする事が可能である。

RA6シリーズは小形軽量で実装基板の軽量化,省スペースにも寄与し、UL/CSA規格を取得している。

4.2 微少電流負荷用SSR

微少電流負荷開閉可能なSSRとして、MOS FETと駆動用フォト・ダイオードアレイ・カプラを組合せた微少漏れ電流SSR：RA7シリーズを開発した。

開発のねらいは、最小開閉負荷電流を1mAとし、出力部の整流回路により直流・交流負荷両用で広範囲の電圧

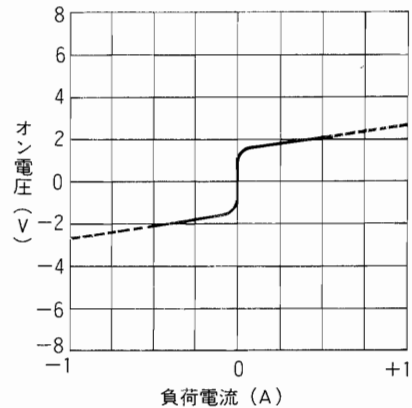


図3. RA7シリーズの負荷電流-オン電圧特性

をカバーできることである。漏れ電流特性を図1(b)、負荷電流-オン電圧特性を図3に示す。漏れ電流は図1(a)従来のSSRと比べ非常に少ないことがわかる。

MOS FET等トランジスタのスイッチング動作において、オン、オフ状態の中間に不飽和状態があるが、不飽和状態が続くと自己発熱により素子破壊する事がある。RA7シリーズでは入力電圧検出回路を設け、不安定な入力に対しても出力は完全にスイッチング動作を行う回路とし、動作確認が容易な動作表示灯付きとした。

5. 大電流SSRの小形化, 放熱の効率化

RABNシリーズパネル取付け形SSRは、大電流開閉用のため、形状の大きい大電流出力素子を用いており、素子の大きさ、発熱、放熱等の問題から小形化に制限がある。出力素子の発熱低減と、効果的な放熱を行えばSSRはさらに小形化が可能になる。RABN-240Z(交流40A負荷用)タイプでは小形化、発熱の軽減、放熱の効率化を考え、サブディスクリート専用チップを金属基板に直接半田付けし、従来品より厚みを10mm薄くした。

5.1 専用チップによる発熱の低減と小型化

SSR動作時の出力素子の発熱は、出力オン電圧と負荷電流の積による電力損失に比例する。

$$P = V_T \times I \dots\dots(1)式$$

P = 電力損失, V_T = 出力オン電圧, I = 負荷電流
 当然、負荷電流に比例して発熱が大きくなる。

(1)式から分かるように発熱を抑えるには V_T (SSRがオンしたときの出力端子間電圧)を下げる方法しかない。 V_T はトライアックの特性に依存するため今回のRABN-240Zでは V_T の低い専用のトライアックチップを採用し、オン電圧を低くおさえ、出力素子の電力損失を低減した。また専用チップと金属基板の採用で従来のRABNタイプに比べ厚さも2/3とすることができた。

従来形と新型の内部構造の比較を図4に示す。

5.2 熱伝導

出力素子の発熱と放熱、温度上昇の関係図を図6に、熱抵抗の関係式を下記に表す。

$$\theta_{ja} = (T_j - T_a) / P \dots\dots(2)式$$

$$\theta_{ja} = \theta_{jc} + \theta_{cf} + \theta_{fa} \dots\dots(3)式$$

T_j = 半導体ジャンクション温度 T_a = 周囲温度

θ_{ja} = ジャンクション-周囲間熱抵抗

θ_{jc} = ジャンクション-ケース間熱抵抗

θ_{cf} = ケース-フィン間熱抵抗

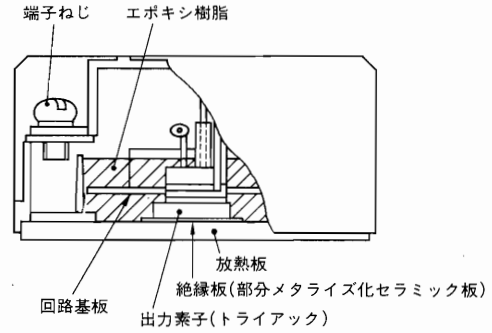
θ_{fa} = フィン-周囲間熱抵抗

(2)式からわかるようにトライアックの電力損失Pが一定であればジャンクションの温度上昇は θ_{ja} に依存する。

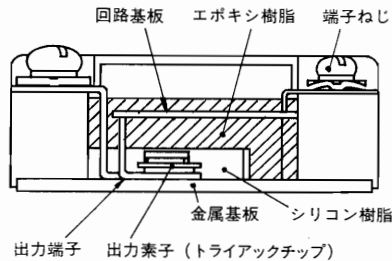
θ_{ja} は熱抵抗を表しており、ジャンクションと周囲空間までの熱抵抗の合計になっている。SSR本体部に依存する θ_{jc} を下げれば T_j が下がり素子の信頼性が向上する。

従来は金属板の上に絶縁板として部分メタライズ化セラミック板をのせ、その上に出力のトライアック素子をのせていたが、今回の製品では放熱効率を上げるため、熱伝導の良いアルミ金属基板を採用し、銅箔パターン部にトライアックチップを直接半田付けし、熱抵抗 θ_{jc} の低減をはかった。金属基板はアルミ板に絶縁層をはさんで銅箔を設けた基板で絶縁性が高く熱伝導が非常に良い基板である。出力素子には10mm角という余裕のある大きなチップを採用しさらに信頼性を高めるため、トライアックチップは直接、出力端子と高温半田で固定している。

また耐環境性を高め、素子及び導体間の絶縁強化のためエポキシ樹脂を充填した。



従来形品



新形品

図4. 従来形品と新形品の構造比較

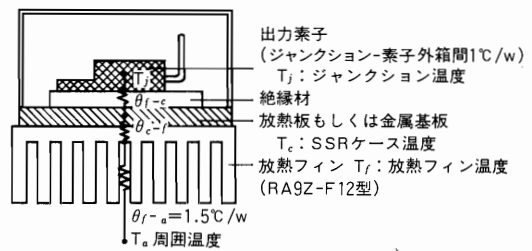


図5. 放熱と熱抵抗図

グラフは T_a (周囲温度)に対する T_j (出力素子ジャンクション温度)の上昇値の例を示す。

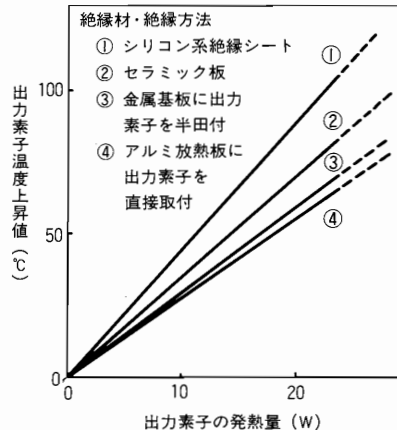


図6. 温度上昇の例

5.3 放熱器

RABN形大電流SSRの使用において、電流が多くなると θ_{ja} 低減のため θ_{fa} の低い放熱器に取付け、発生する熱を効果的に放熱する必要がある。しかも負荷、取付け場所、使用条件に応じた放熱設計が必要である。

前記の通りSSR自体の損失Pを低減し、熱抵抗 θ_{jc} を小さくし放熱効率を高めることで発熱と温度上昇を低減し、かつ放熱器の熱抵抗 θ_{fa} の低減と放熱形状の最適化により小型化したものもオプションとして用意した。直付け用RA9Z-F1放熱器、幅を細くした省スペース形のDINレール取付け用RA9Z-F2形、及び今回SSC用として開発したRA9Z-F3形、三種類の形状の放熱器を用意した。外観図を図7に示す。

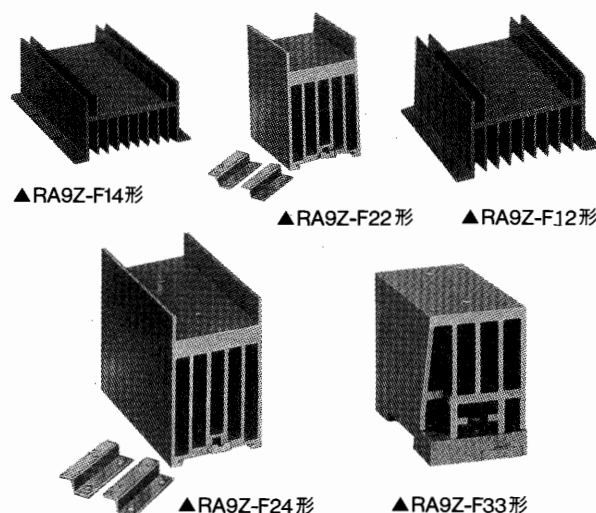


図7. 放熱器外観図

6. 小型三相用SSR RA3A形 ソリッド・ステート・コンタクタ(SSC)の開発

従来、三相負荷の開閉には電磁開閉器が使用されてきた。しかし制御回路の電子化、各種装置/設備の自動化、システム化に伴い、自動機も小型・軽量、高性能化しており、それに伴って使用するモータ等の駆動機械も小型・高性能化かつ高頻度化している。

負荷の開閉において高頻度、長寿命、低騒音等、の要求には、SSRが最適であるが、3相負荷では2または3台のSSRが必要となり、放熱器と大きなスペースが必要であった。小型小容量三相市場をターゲットとし、パネル取付形SSR3台分の機能を1台にまとめたソリッド・ステート・コンタクタ(Solid State Contactor: 以後SSCと表す) RA3Aシリーズを開発した。

6.1 RA3Aシリーズの開発のねらい

1. 省工数 DINレールにワンタッチ取付けが可能。
2. DINレール取付け機器と形状寸法等の整合をとる。
3. SSC本体と放熱器が分離でき、各々パネル直接取付け、DINレール取付け等ができる。
オプションを(DINレールアダプタ、放熱器) RABN形SSRと共用化する。
4. 直流入力、交流入力に対応し、動作表示付きとする。
5. 出力動作を安定させ、ノイズ特性を向上させる。
6. 補助接点を内蔵する。
7. 入力・出力・補助出力を組み合わせるブロック構造にする。
8. 感電防止のため端子カバー付きとする。
9. 周辺機器として補助ユニットを用意する。

6.2 外形、取付

ドイツではDIN規格で機器の形状等が標準化されている。当社でも早くからDINサイズの考え方を採用しており、最近国内では標準サイズになりつつある。

RA3AシリーズでもDINサイズを適用し、横幅を45mmとRABN形パネル取付けSSR一台分と同幅とし、3相3極制御の場合従来の1/3の省スペースを実現した。

最近、盤内に制御機器を取付ける場合、省工数のため、盤に直取付けせず、盤にあらかじめ取り付け付けたDINレールに制御機器を取付ける方法が多くなっている。

RA3Aシリーズでは本体と放熱器を一体化し、DINレールにワンタッチ取付けできる省工数構造とした。外観図・外形図を図8に示す。

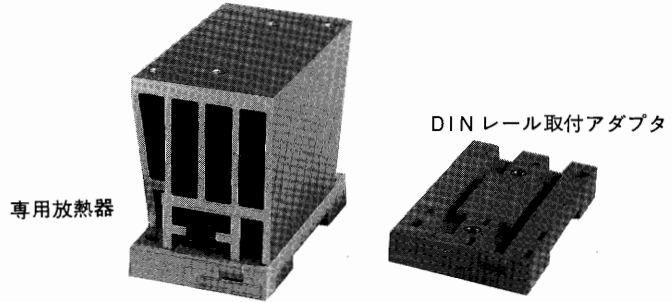
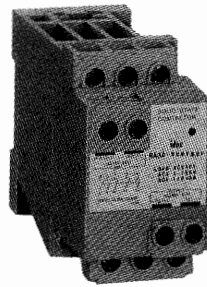
6.3 専用放熱機器・DINレール取付アダプタ

SSCの動作時出力素子の発熱を放熱する必要がある。従来のSSRでは本体よりかなり大きな標準形状の放熱器に取付けることが多く、本体の小形化が省スペースに有効ではなかった。

RA3Aシリーズでは、SSC本体部分と幅・長さを同寸法に合わせた専用の放熱器を開発し、本体と放熱器を一体使用することにより実質的な省スペース(省取付け面積)を実現した。SSC専用放熱器は放熱器本体と35mm巾DINレール取付けアダプタ(以下DINアダプタ)とからなっている。外観図を図9に示す。

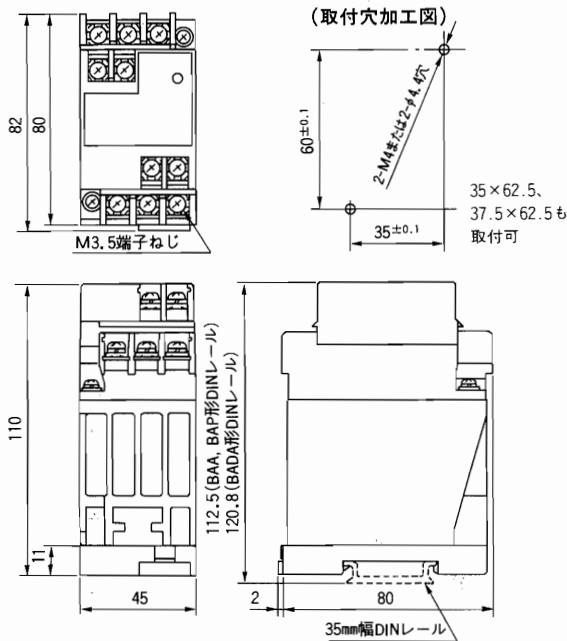
放熱器本体はアルミ押し出し成形により小型軽量になっており、表面は傷のつきにくい白色アルマイト処理をしている。

DINレール取付けアダプタは耐熱性樹脂を使用し、放



☐ 外形寸法図

● RA3A形ソリッドステートコンタクタ・放熱器一体形



● RA3A形ソリッドステートコンタクタ・本体

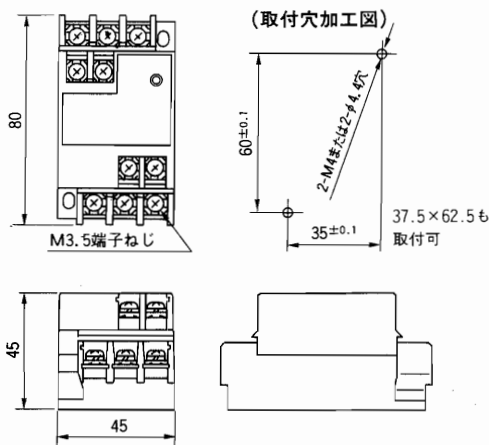


図8. RA3A 外觀図 外形図

熱器本体だけでなく、SSC本体だけでも直接取付けが可能であり、DINレールにワンタッチ取付けと、パネル等にネジで直付けも可能な両用タイプである。また、このDINアダプタは既存のRABN形SSRにも使用でき、DINレールにワンタッチ取付けが可能である。

なお、DINレールアダプタに取付けた時のSSRの負荷電流はSSR単体使用時に準じる。

図9. 専用放熱器・DINレール取付アダプタ外觀図

6.4 入力

RA3Aシリーズは動作確認が容易な動作表示LED付きとした。三相回路の制御は各相のSSRを同時にオンオフさせるがSSRの入力電圧が徐昇・徐降すると、SSR個々の動作電圧の差異により動作にズレが生じ、欠相運転状態になり過大な電流が流れる。これを防ぐため、入力電圧検出波形整形回路付きを用意し、不安定な入力にも出力は安定動作（各相同時オンあるいはオフ）を行うようにした。またパルス性ノイズによる誤動作も防止できる。入力は直流入力用・交流入力用があり、交流用はAC100~240VのACフリーである。

入力回路の電流制限には一般的に抵抗を用いる事が多く、抵抗による電圧降下の、電力消費はすべて発熱となり、入力電圧が高い場合、抵抗の大きさ、温度上昇が問題となる。

RA3Aシリーズでは入力電圧の高い交流入力用回路の電流制限はコンデンサのインピーダンスを利用しており、電圧降下による電力損失を小さくおさえている。この回路では、電圧降下分は無効電力として処理するため、発熱が少なく小型化機器に適した入力回路である。また定電圧ダイオードに替え、サイリスタを利用した定電圧回路方式とし入力電力と発熱を抑えている。入力電力と電流の特性を図10に示す。

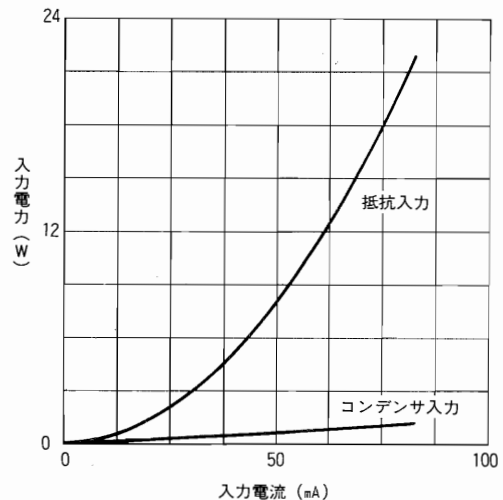
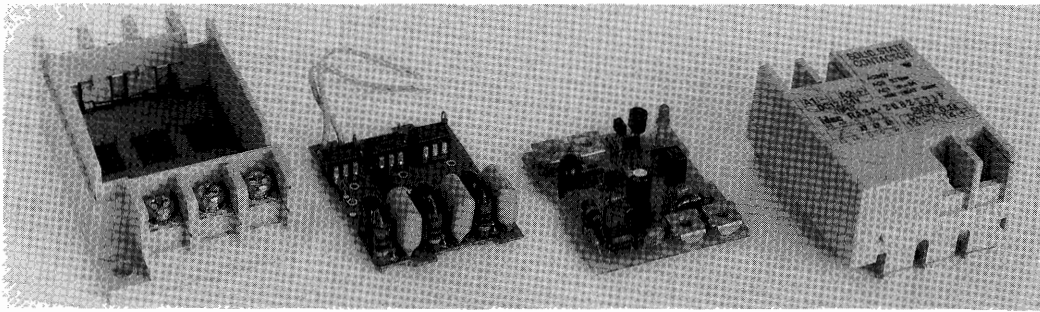


図10. RA3A入力電流-入力電力特性



出力回路部 出力補助回路部 制御回路部 本体カバー

図 11. RA3A 構成ブロック

6.5 ブロック構造

SSCは主開閉部の出力素子からなる出力回路部, 出力回路部を保護する出力補助回路部, 制御回路部, の三ブロックから構成されている。各ブロック毎に何種類かの仕様のものがあり(図11), 各部の組み合わせにより多種類の仕様のSSCが可能で, バリエーション対応の効率化をはかっている。

出力素子(トライアック)の放熱効率を上げるため, RABN-240Zと同じアルミ金属基板を用い, 銅箔パターン部にトライアックを直接半田付けし, 熱抵抗の低減をはかった。またRABNタイプと同様, エポキシ樹脂を充填した。

出力補助回路部はサージ吸収回路と点弧回路からなる。サージ吸収回路は抵抗とコンデンサ, バリスタで構成し, 出力素子を過電圧から保護している。点弧回路はフォトカプラ回路部分でゼロクロス機能の有無を選択できる。

制御回路部は入力と補助接点から構成されており各々操作電圧の種類, 補助接点の種類により異なる。

6.6 補助接点出力

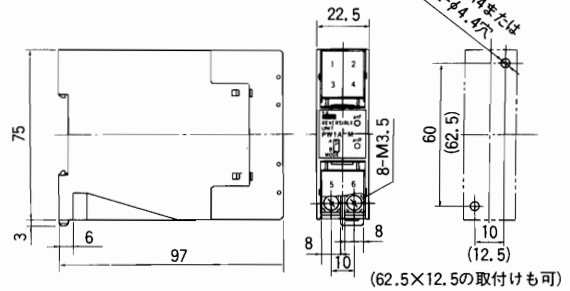
電磁開閉器は主回路接点の他に補助接点を持っており, RA3Aシリーズも同様に, 主回路とフォトカプラで電気的に絶縁した無接点1aの補助出力付きも用意した。補助出力はトライアック出力のAC負荷用, トランジスタ出力のDC負荷用があり, 動作は主回路部と連動し, 自己保持回路を構成する事もできる。

6.7 感電防止カバー

制御機器等の充電部露出防止に関する指針としてVBG 4(ドイツの事故防止規定「電気設備と取扱い方法」)がある。DIN 57106 Teil 100, VDE 0106 Teil 100で, 人が触れると危険性のある端子などの充電部から部分的に保護することを目的に, 指先の接触保護・手甲の保護・保護スペース等を規定している。

最近, 日本でも作業者の安全に対する関心が高く, 端子部にカバーを取付けた機器が増えており, RA3Aシリーズも, 感電事故等の防止のため, 前記指針に準拠した

(取付穴加工図)



(62.5×12.5の取付けも可)

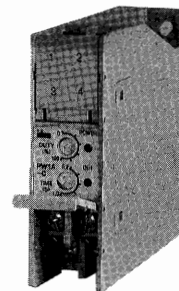


図12. PW1A補助ユニット外形図・外觀図

端子カバーを付属している。主回路, 操作回路及び補助出力回路のすべての端子部に各々装着することができる。

7. 補助ユニット

SSR,SSC用補助ユニットPW1Aシリーズ2機種を開発した。

PW1A-Mは安全に三相/単相モータの正転・逆転制御を行なう可逆ユニット, PW1A-Cは高調波ノイズの少ないヒータの温度制御が可能な比例制御ユニットである。

形状はRA3A形SSCの1/2サイズの22.5mm巾で, DINレール取付けと直付けができる形状とした。端子部は脱落しないはね上げ式感電防止カバー付とした。外形図を図12に示す。

7.1. PW1A-M 可逆ユニット

SSR(SSCを含む)を用いたモータの正逆転制御において, 特に高頻度で正逆切り換えを行う場合, 正逆の切り換え

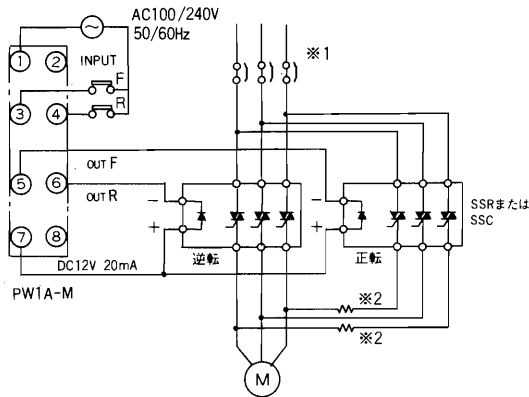


図13. 可逆ユニット接続例

時間差を短くすると、正転用・逆転用両方のSSRが同時導通し相間短絡を引き起こすことがある。

これはSSRの交流用出力素子(トライアック)の特性で、SSR入力信号がオフになっても出力の交流負荷電流がゼロになるまで出力オンの状態が続く(長い場合数十ms)。そのため入力信号がなくなってすぐに逆転信号を入力すると、正転用SSR出力がまだオンの状態で逆転SSR出力もオンとなり、相間短絡でSSRが破壊する。また誤って両方のSSR入力と同時に印可された場合も同様に相間短絡となり破壊する。このような相間短絡事故の防止を目的として可逆ユニットPW1A-Mを開発した。

PW1A-Mユニットはモータスタート用操作信号として交流電圧を入力とし、SSRを制御する直流電圧を出力する。操作入力電圧はAC100~240VのACフリーである。

操作入力は正転入力端子、逆転入力端子の片側を共通とした3端子とし、可逆ユニットの内部回路への電源供給を兼ねているため、回路電源端子を個別に持つ従来の方式に比べ、配線が容易で、耐ノイズ性に優れている。

(図13)。

三相/単相モータの正逆転制御に必要な切替え時間差(タイムラグ)は約100msとし正転用・逆転用のSSRが同時に動作しないようにするインターロック機能も持っている。

また誤って両方に同時に入力した場合は、両方の信号出力を強制停止するか、または先着信号を優先出力とする(信号が入っている場合は、後から入った信号は受け付けない。完全に同時の場合はいずれか一方のみ)機能を持っており、ユニット前面の内蔵スイッチによりこれら2つの動作モードを選択できる。タイムチャートを図14に示す。

可逆ユニットと組み合わせるSSCはRA3A形DC24V入力、SSRはRABN形DC入力である。

7.2. PW1A-C 比例制御ユニット

比例制御方式は交流電源の正弦波数+サイクル~数百サイクルを1周期とし、その間のサイクル数(通電率)を

1. Aモード(先着入力信号優先)

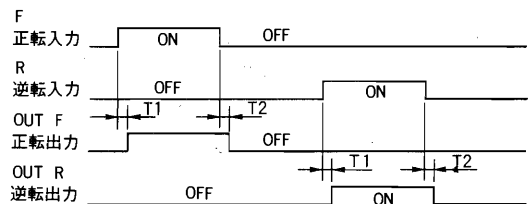
Aモードは入力信号が先に入力された方を優先とし、後に他の入力信号が入っても無効となる。

T1: 動作時間(20msec以下)、T2: 復帰時間(20msec以下)

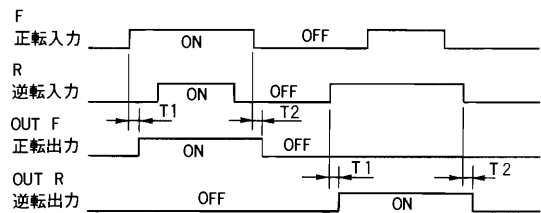
T3: インターロック時間(100msec以下)

T4: 停止時間(5msec以下)

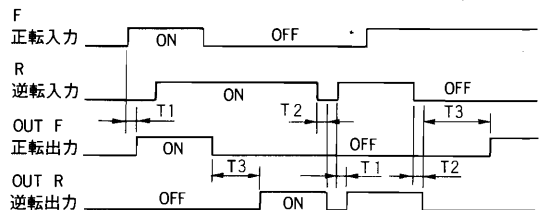
- 入力信号にしたがい出力する。



- 先着の入力信号を優先保持する。



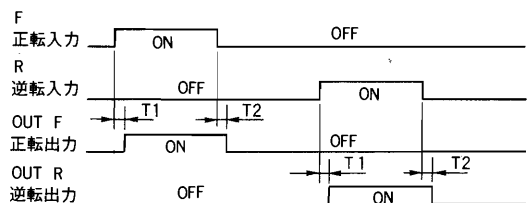
- 出力信号の反転時、インターロック期間を設ける。



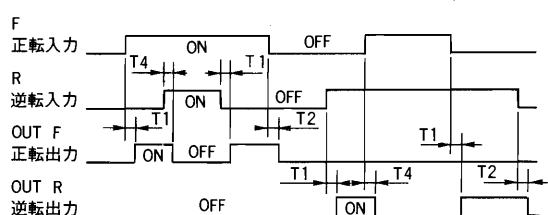
2. Bモード(同時入力時出力停止)

Bモードは入力信号が両方ONとなった時、出力停止となる。

- 入力信号にしたがい出力する。



- 入力信号が両方ONとなった時、出力停止となる。



- 出力信号の反転時、インターロック期間を設ける。

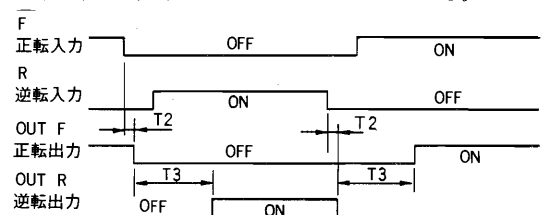


図14. PW1A-M可逆ユニットタイムチャート

(動作チャート)

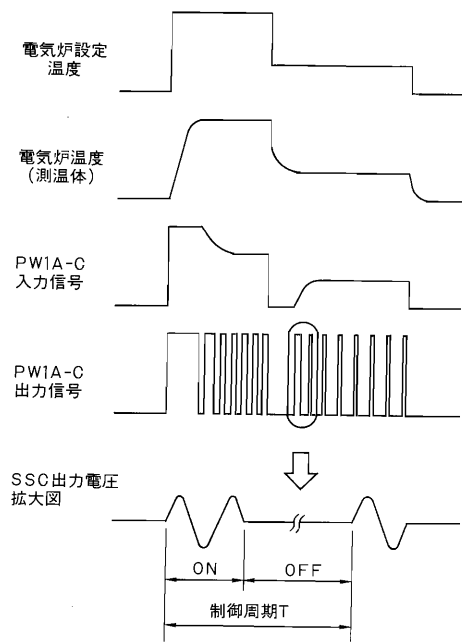


図 15. PW1A-C 比例制御ユニット動作チャート

入力信号で制御し負荷の電力を制御(0~100%)する方式である。SSCやSSRのゼロクロス機能を利用し、しかも正弦半波を一つの単位としている為、電流・電圧はゼロから立ち上がるので高調波ノイズの発生が非常に少なく、他の電子機器に与える影響も非常に少ない。この方式ではきめ細かな制御が可能であり、精度の良い温度制御に最適である。図15を参照。

制御信号は電圧信号DC1~5V、電流信号DC 4~20mAのいずれでも制御可能である。比例制御出力付き温度調節器等と組合わせて比例制御が可能になる。接続回路例を図16に示す。また内部・外部設定ボリューム、接点を用いて色々な制御が可能である。

電源はAC100~240VのACフリーである。

比例制御ユニットはRA3A形DC24V入力SSC、RABN形DC入力SSRが駆動できる。

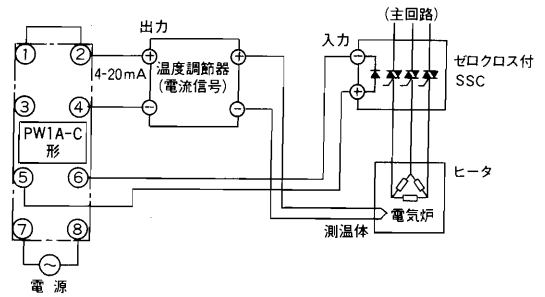


図 16. PW1A-C 接続図例

8. 最後に

以上、最近の技術動向を交えて、SSR及びその関連製品の紹介をしてきた。今回開発した製品に加え、さらに安全で使いやすく付加機能を加えた製品を電力制御分野も含めて開発して行きたいと考える。

今後の技術課題として大電流化・小型化・低損失低発熱化・高耐ノイズ化・入力の低電流化などの基本性能の向上、動作表示を入力表示でなく出力表示に、AC/DC、アナログ、デジタルのすべてが開閉可能な出力フリー等が挙げられる。

また出力素子の異常を保護、または警報信号を出す等のインテリジェント機能をもたせる。さらに通信機能付きや他の制御機器と融合させる等がある。

開発に当たって協力いただいた関係各部署に感謝いたします。

<参考文献>

- シャープ 光半導体カタログ
- 三菱電機 中小電力半導体編カタログ