

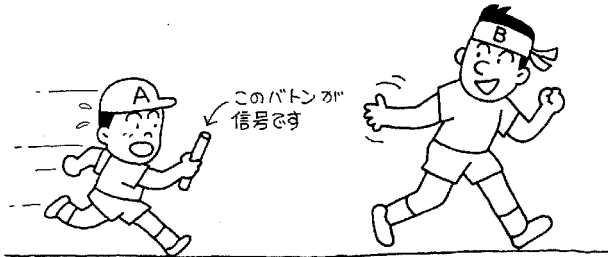
一般リレー テクニカルガイド

各商品につきましては、785ページをご覧ください。

リレー 概要

リレーとは

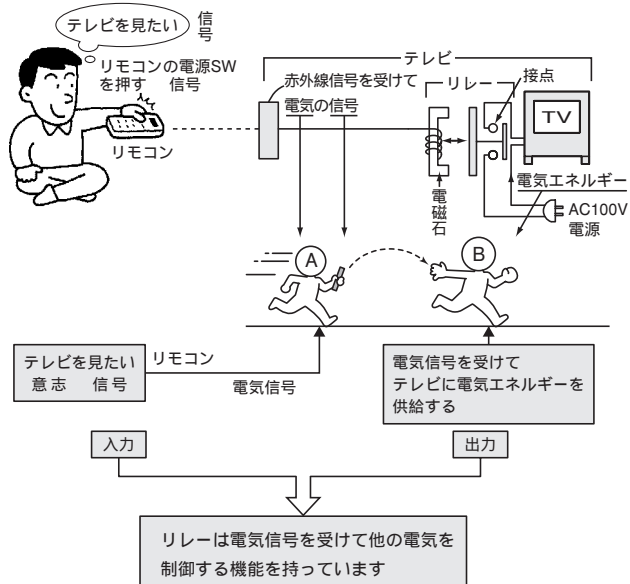
リレーとは、英語でRELAYと書きます。子供の頃の運動会を思い出してください。



Aさんは小がらですがバトンをしっかり持って大人のBさんへ渡します。これがリレーなのです。

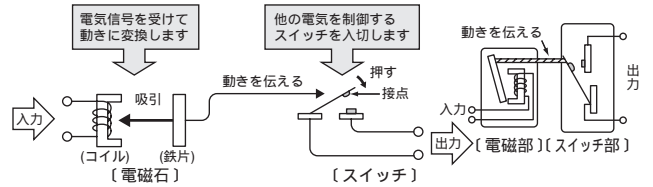
少し専門的に考えてみましょう。

例えば、リモコンでテレビをつけるとします。



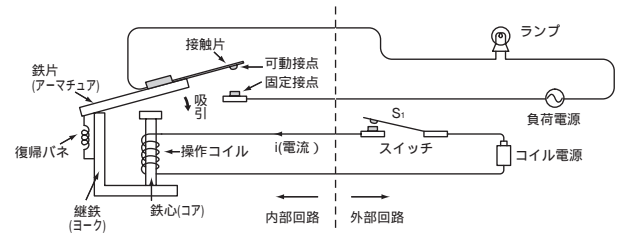
リレーの構造と原理

リレーは電気信号を受けて機械的な動きに変える電磁石と電気を開閉するスイッチで構成されます。



リレーの原理図

一般的なリレーの場合



【動作原理】

スイッチS₁とリレーでランプを点灯させる場合を考えてみましょう。

- 1) S₁を押します(ON)
- 2) 操作コイルに電流*i*が流れ鉄心を磁化します。
- 3) 電磁力によって鉄片は鉄心に吸引されます。
- 4) 鉄片が鉄心に吸着されると、可動接点と固定接点が接触しランプが点灯します。
- 5) S₁をもどすとOFF 操作コイルの電流がなくなり鉄片を吸着する力が消滅して、復帰バネの力で鉄片はもとの状態へもどります。
- 6) 鉄片がもとの状態にもどると接点部が離れ、ランプは消えます。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

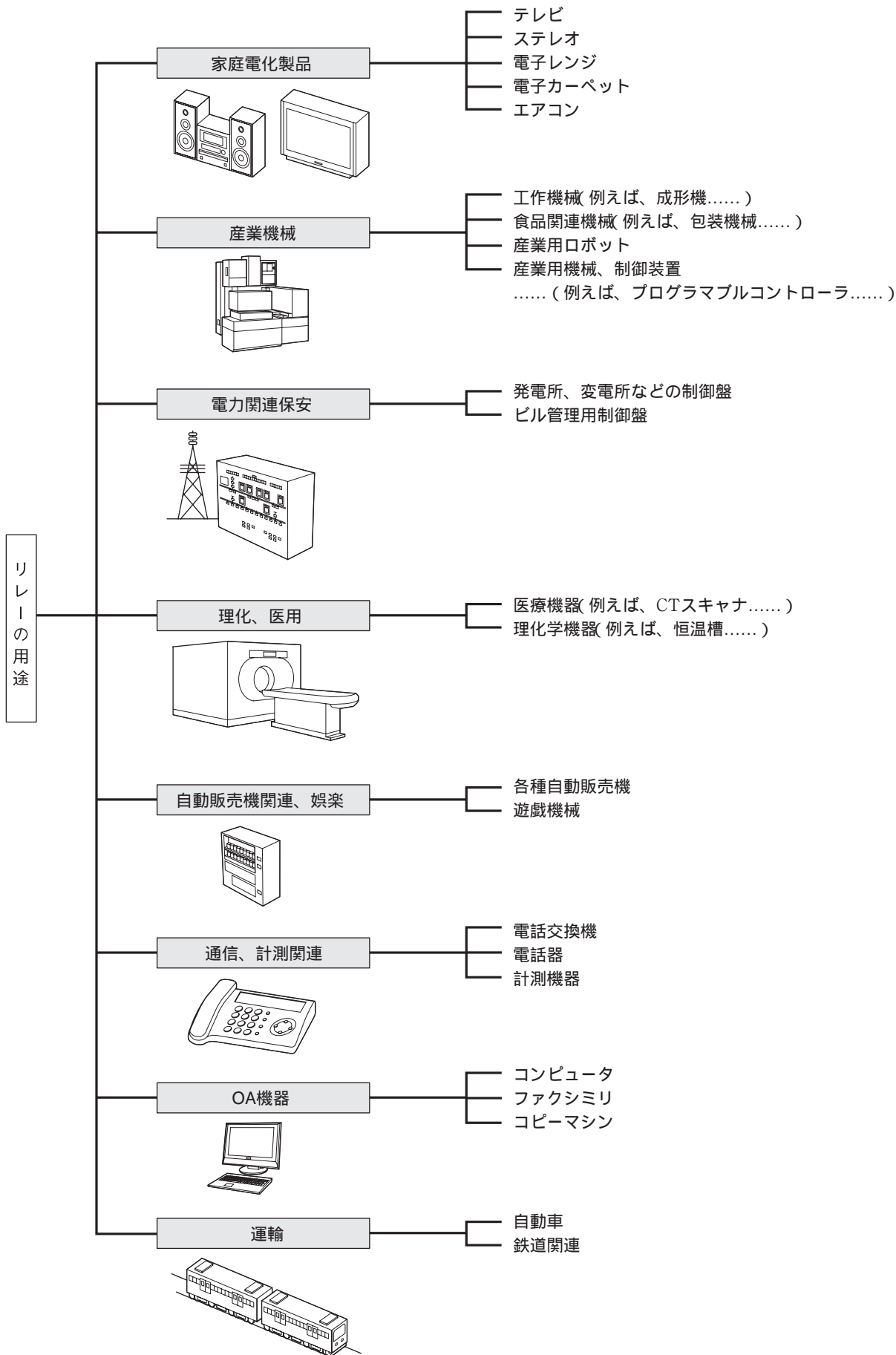
ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

リレーの用途例

リレーは電気を使った機械、装置のほとんどに使用されています。



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

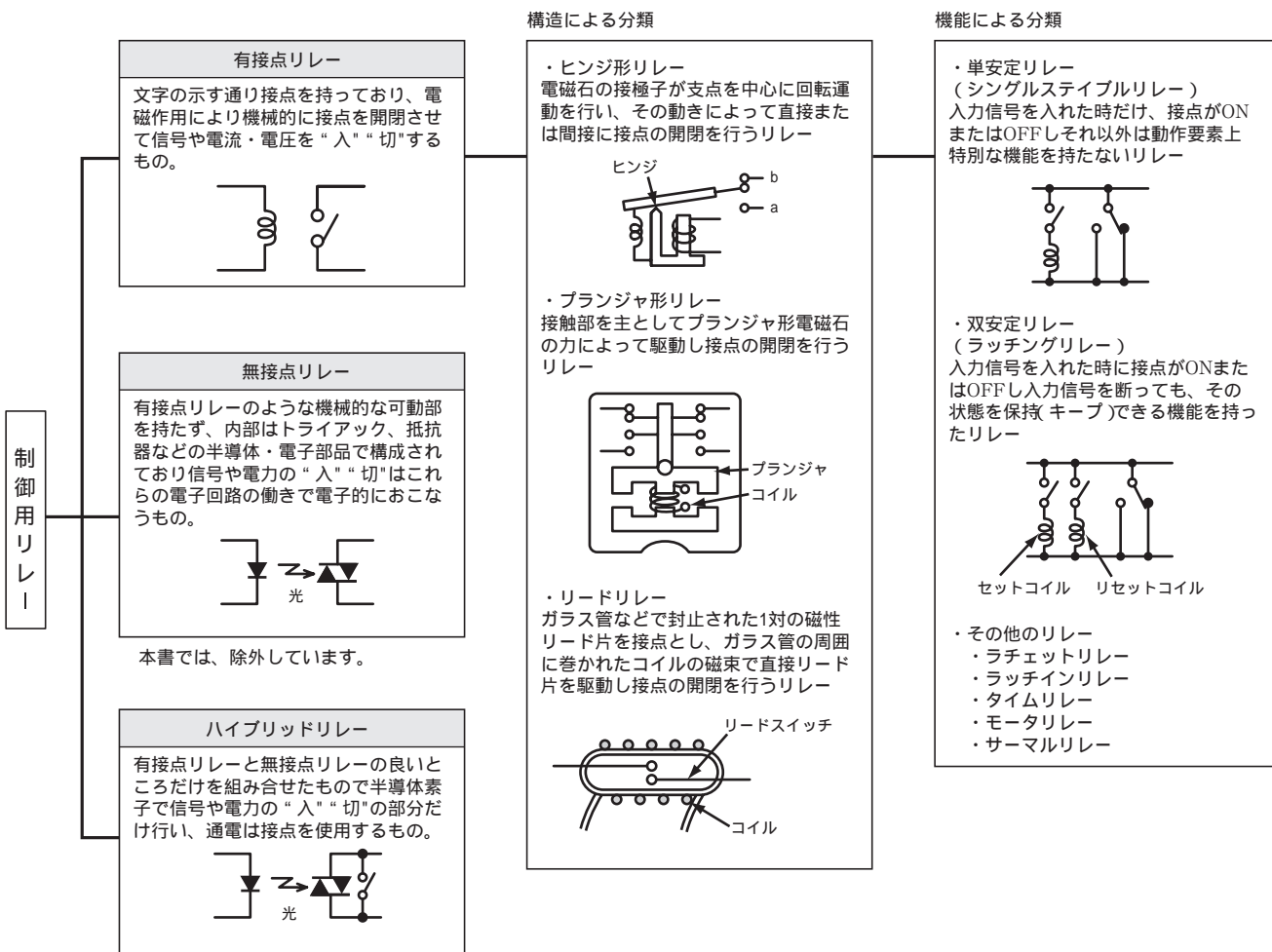
ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

リレーの分類

リレーを分類する方法には種々ありますが、このテクニカルガイドでは以下のように分類しています。



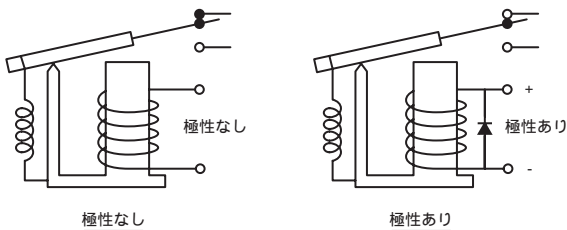
電磁石の分類

電磁石に永久磁石を使っているか否かにより次のように分類しています。

無極リレー

電磁石部に永久磁石を使用していないリレー。

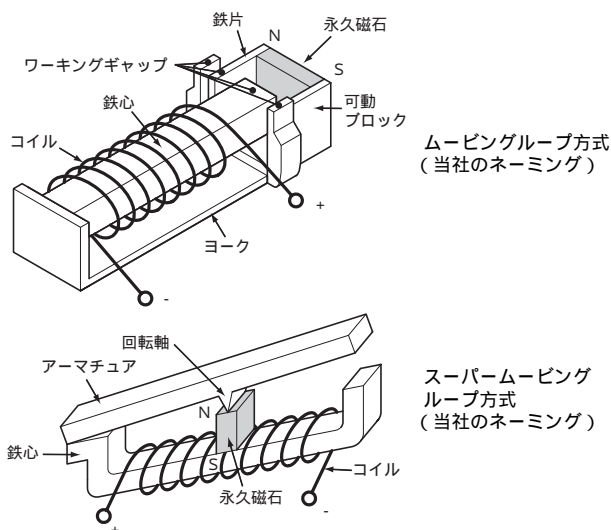
よって一般的には、コイルに極性がありませんが動作表示灯内蔵形、サージ吸収ダイオード内蔵形などのように操作コイルに極性を持ったものもあります。



有極リレー

電磁石部に永久磁石の磁束を使用したリレー。

よって操作コイルに極性を持ちます。

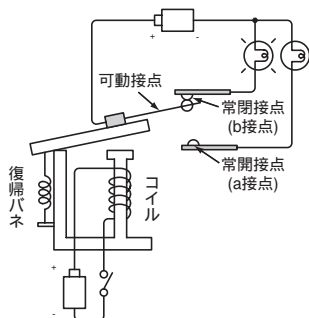


リレーの動作説明

単安定リレーの場合

復帰状態

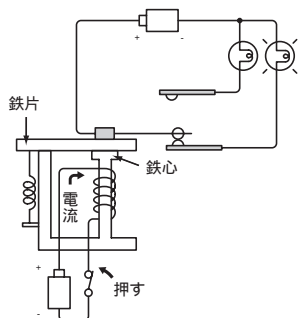
- ・コイルに電池をつながない状態



操作コイルに電流が流れていないので、電磁石は働かず復帰ばねの力で鉄片は反時計方向に付勢され、可動接点は常閉接点に接触 (ON) し、常開接点は離れている (OFF) 状態。

動作状態

- ・コイルに電池をつないだ状態



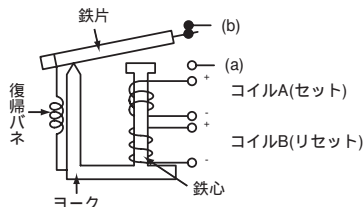
操作コイルに電流が流れると電磁石が磁化され鉄片が鉄心に吸引される。これにより可動接点は常閉 b 接点から離れ (OFF) 常開 a 接点に接触 (ON) します。

双安定リレー(ラッチングリレーまたはキープリレーともいう)の場合

磁気保持形.....2巻線ラッチングリレーの場合

休止状態(リセット後の状態)

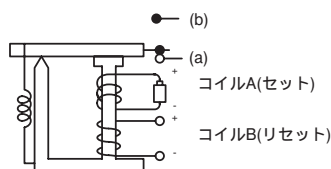
- ・コイルに電池をつながない状態



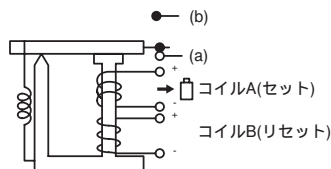
図は休止状態です。

鉄心、ヨーク、鉄片の材料が半硬質磁性材料であることおよび操作コイルが2つ以上ある事以外は前ページの単安定リレーと同じです。

動作状態(セット)

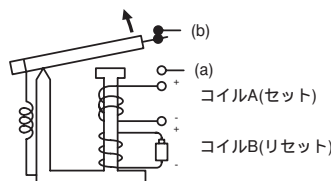


コイルAに電流が流れると電磁石(半硬質製材料)が磁化され、鉄片が鉄心に吸引される。これにより可動接点は常閉(b)接点から離れ(OFF)、常開(a)接点に接触(ON)します。



この状態でコイルAの電流を取り除いても半硬質磁性材料(永久磁石に近い特性を持つ材料)の残留磁束により鉄片は鉄心に吸着した状態を維持し続けます。

復帰状態(リセット) 休止状態



コイルAと逆方向に巻かれたコイルBに電流を流すと半硬質磁性材料の残留磁束を減少させ、吸引力が弱くなり、復帰ばねの力が打ち勝って鉄片は復帰し、休止状態となります。鉄心が復帰すると半硬質磁性材料の残留磁束はほとんどゼロになります。

注: 半硬質磁性材料とは、永久磁石に使用される硬質磁性材料に対し、半硬質磁性材料は、比較的少ないエネルギーで着磁、減磁ができる磁性材料をいいます。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

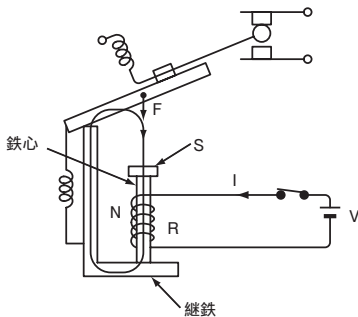
一般リレー 使い方

リレーの構造と原理

無極リレー

無極リレーの磁気回路はいろいろありますが、一般的なヒンジ形のリレーについて説明します。

スイッチを切替える力は電磁石より得られますが、電磁石では次のような力が発生します。



R : コイル抵抗
N : コイルの巻数
I : コイル電流
V : コイル電圧

なお $I = \frac{V}{R}$ の関係にあります。

F : 吸引力
Φ : 磁束
Re : 磁気回路ループの磁気抵抗
S : 吸引面積

$$F = \frac{1}{2} \mu_0 S \Phi^2 \dots\dots$$

ここで

$$\Phi = \frac{NI}{Re} \dots\dots$$

式に 式を代入すれば

$$F = \frac{1}{2} \mu_0 S \cdot \left[\frac{NI}{Re} \right]^2 \dots\dots$$

磁気抵抗 Re は鉄心と鉄片間が広い時は近似的に

$$Re = \frac{g}{\mu_0 S} \dots\dots$$

g : 鉄心と鉄片間隔
(アーマチュアギャップ)

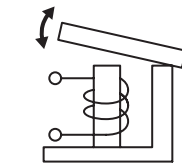
$$F = \frac{\mu_0 S}{2} \cdot \left[\frac{NI}{g} \right]^2 \dots\dots$$

近似的には、磁束 Φ は操作コイルの電流に比例します。一方、操作コイルの抵抗はその温度により変化する(約0.4%/℃)。

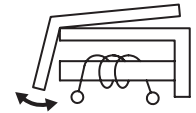
したがって、リレーが動作する電圧は、操作コイルの温度に左右されます。高温では動作電圧が上昇し、低温では低くなります。当社では操作コイルの温度が23℃の時を基準にしています。

無極リレーの電磁石構造にはいろいろな形態がありますが、代表的なものを下図に示します。

ヒンジ形リレーの電磁石の構造例



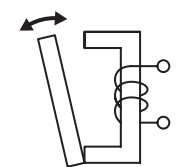
(例. 形MY, MKなど)



(例. 形MM, G2Rなど)

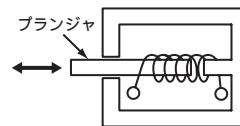


(例. 形LZN)



(例. 形G2A)

プランジャ形リレーの電磁石の構造例



(例. 形MP)

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

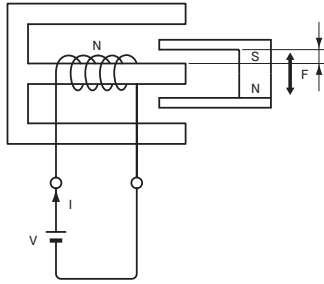
ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

有極リレー

有極リレーは永久磁石を使うことにより、永久磁石とコイルによる磁石の相互作用で吸引力を高めています。



永久磁石を含む磁気回路はコイルによる磁石と永久磁石による磁束の相互で吸引力が得られます。

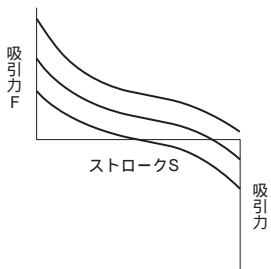
$$F = \frac{1}{2} (NI)^2 \frac{P_c}{x} + (NI)^2 \frac{P_{cm}}{x} + \frac{1}{2} \left(\frac{0}{P_m} \right) \cdot \frac{P_0}{x}$$

コイルのみに
よる吸引力
コイルと永久磁石
相互による吸引力
永久磁石のみに
よる吸引力

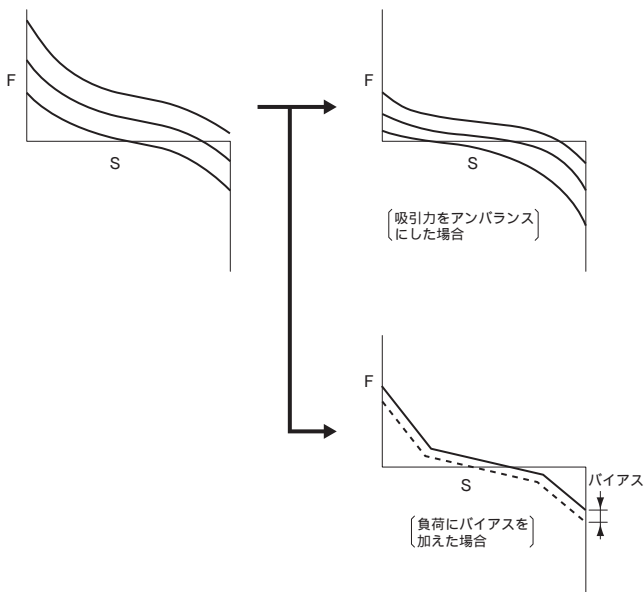
ここで、各記号の意味を示す。

- Pc : コイルから見たパーミアンス
- Pcm: コイルと永久磁石の相互パーミアンス
- Pm : 永久磁石の内部パーミアンス
- 0 : 永久磁石による磁束
- P0 : トータルパーミアンス

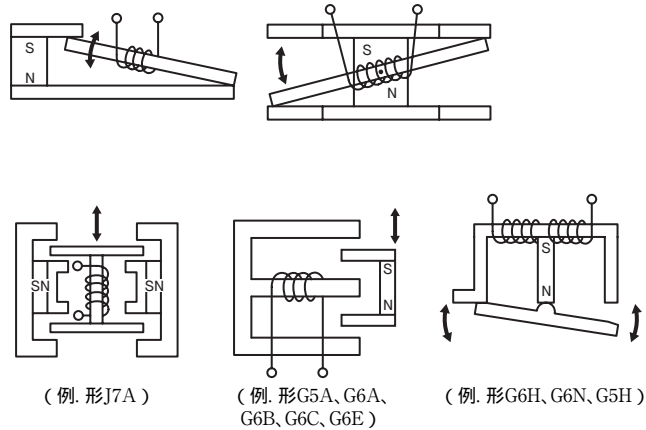
有極リレーの吸引力は下図に示すような形になります。



有極リレーは基本的に双安定リレーに適した吸引力カーブになっているため、単安定リレーにするためには吸引力カーブの形を変えるか、負荷カーブにバイアスを加えるかのいずれかを採用しています。



有極リレーには、下図に示す構造のものがあります。



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

品質と信頼性について

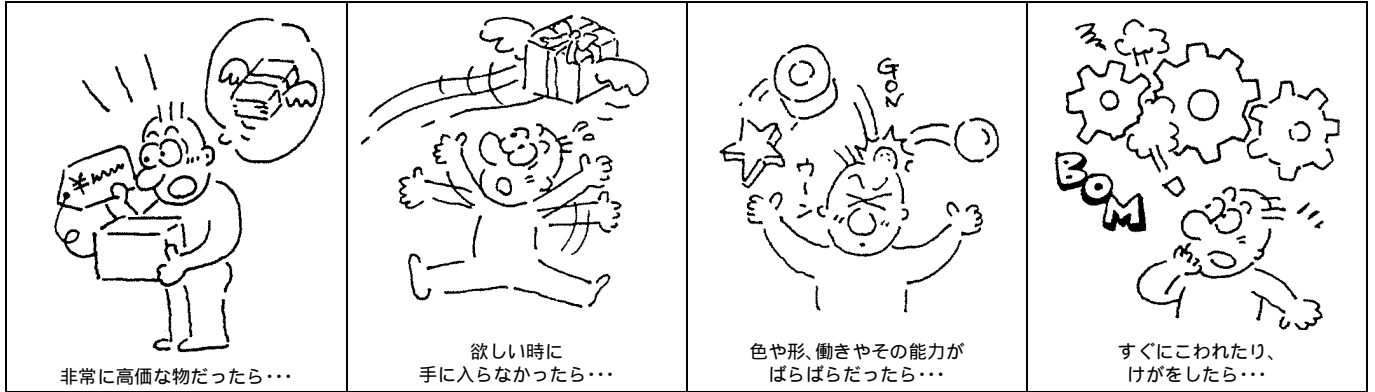
品質と信頼性の基礎知識

(1) 品質と信頼性について

・品質・信頼性は、満足感

私たちは、日常様々な道具(サービスや情報などの無形のもの、リレーや電気製品のような有形のものがあります)を使い、豊かな生活のための工夫を行っています。

このような中で、もし



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

私たちは、このような場合に腹立たしく思うことでしょうし、



私たちは、満足感を覚えることでしよう。

品質と信頼性は、この満足感の尺度と考えると容易に理解できると思います。

では、品質と信頼性を次のように考えてみます。

品質・・・買った時の満足感

信頼性・・・使っている時の満足感

もう一度使ってみようと思う度合い

このように考えると、前述の例は、

手ごろな価格・・・・・・・・品質

ほしい時に手に入る・・・・・・・・品質

色や形、働きやその能力・・・品質

安心して使える・・・・・・・・品質

いつも手ごろな価格・・・・・・・・信頼性

いつもほしい時に手に入る・・・・・・・・信頼性

継続して色や形、働きやその能力が一定・・・信頼性

目的の期間、安心して使える・・・信頼性

このように分類すると、品質と信頼性が非常に似かよっていますが、信頼性には、時間的な要素(いつも、継続して、目的の期間)が含まれていることがわかっていただけたと思います。

・品質・信頼性の範囲

前述の例をもう一度ながめてみてください。
 例えば、リレーの色や形、働きやその能力が品質に含まれることは、容易にご理解いただけると思いますが、価格や入手性が品質に含まれるのかと考え込んでしまいます。
 そこでもう一度最初にもどります。
 そもそも、私たち人間は考え、工夫を繰り返して生活しています。その過程で様々な欲求が生じ要求として表します。

その要求を集め整理し、製品として還元する活動が企業活動ですが、様々な性格の要求を満足してくれることがその製品の品質が良いと言えます。広い範囲で考えると製品とそれを取りまくすべてを含めて品質と考えられます。
 信頼性についても同様のことが言えます。

このように考えると品質・信頼性の範囲は、下記のすべてが含まれます。

・商品(有形と無形が有ります)の品質・信頼性	・サービスの品質・信頼性	・企業の品質・信頼性
色や形	カタログ	企業理念
働き(機能)やその能力(特性)	取扱い説明書	方針
安全性	仕様書	組織・体制
価格	説明会	各種システム
納期	技術サービス	人

(2)品質と信頼性とは

・品質

ここでは、もう少し専門的な部分に踏み込んでみましょう。
 品質とは
 「製品またはサービスが明示または暗黙の要望を満たす能力として有している特徴および特性の全体。要望には使いやすさ、安全性、アベイラビリティ、信頼性、保全性、経済性、環境性の面も含まれる」

<引用>
 品質保証の国際規格 - ISO規格の対訳と解説 - 日本規格協会
 ISO8402 品質 - 用語

と定義されています。
 私たちが日常安易に使用している「社の は 社のより品質が良い」と言った相対的な順位付けは、「相対的品質」という語を用い「品質」と区別しています。
 また、詳細な技術的な評価を定量的に行う場合には、「品質水準」および「品質尺度」と言っています。
 このように「品質」は非常に広い概念でとらえ、ISO規格では信頼性も品質の中に含めています。

・信頼性

信頼性とは
 「アイテムが定められた条件のもとで定められた期間に渡って要求機能を果たす能力」

<引用>
 品質保証の国際規格 - ISO規格の対訳と解説 - 日本規格協会
 ISO8402 品質 - 用語

と定義されています。
 人や動植物の一生において、様々な環境で生活し、時には病気にかかり治療を受けたり、健康診断や各種精密検査で早期の病気の発見や、予防接種による病気の防止や低減、健康維持のための運動やフィットネスクラブへの入会など、私たちは快適に暮らすための工夫をしています。

これらの工夫は、
 (1) 病気にかかりにくくする。
 (2) 病気にかかった時に早く治す。
 の二種類に分類できます。
 これに信頼性をあてはめてみますと、
 (1) 病気(故障)にかかりにくいかどうか・・・信頼性
 (2) 病気(故障)にかかった時に早く治せるかどうか。
 病気(故障)になる前に予防できるかどうか・・・保全性
 のように表現できます。

これらをもう少しむずかしく定義すると以下のように表せます。
 1) 信頼度<Reliability>
 システムや製品が規定の条件で意図する期間規定通りの機能を故障なく遂行する確率
 2) 保全度<Maintainability>
 修理可能なシステムや製品が規定の条件において保全が実施される時、規定の時間のうちに保全を終了する確率
 3) 稼働率(アベイラビリティ)<Availability>
 修理可能なシステムや製品がある特定の瞬間に機能を維持している確率

信頼性は、この信頼度、保全度、アベイラビリティを含めて考えられていますが、修理ができないものは信頼度を、修理を前提にしたものは信頼度、保全度、アベイラビリティを重要視します。リレーでは、修理をして再度使用することがないので信頼度が重要となります。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

・動作信頼度

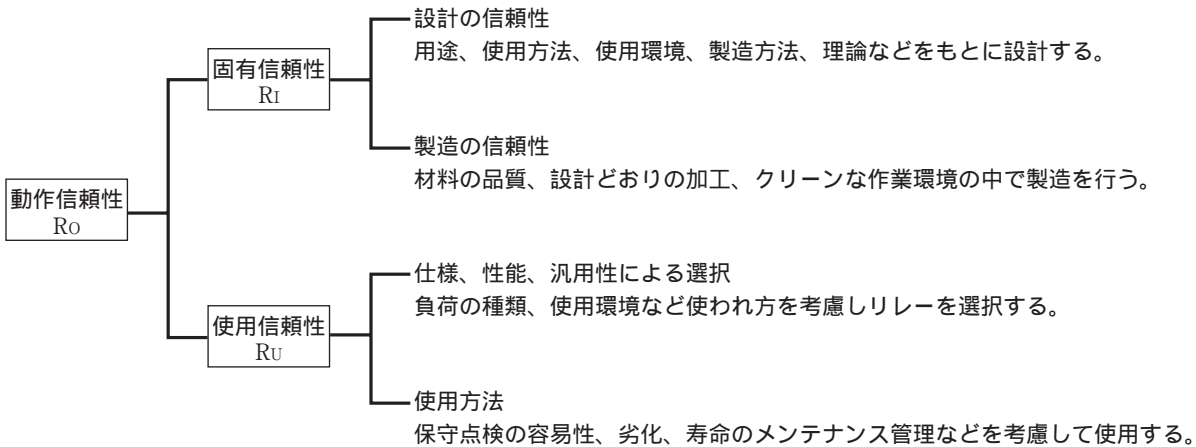
装置を実際に使ったときの信頼度を動作信頼度 R_o (Operational Reliability)と呼んでいます。これは次のように考えるとわかりやすいでしょう。

$$R_o = R_i \cdot R_u$$

ここで R_i は固有信頼度 (Inherent Reliability) と呼ばれ、メーカーが基準の環境下で測定して保証する値であり、 R_u は使用信頼度 (Use Reliability) と呼ばれ、最終ユーザにわたる過程および使用の過程で受けるいろいろな環境の経歴により決まる値です。動作信頼度 R_o は固有信頼度 R_i と使用信頼度 R_u との積で近似されるので、それぞれの信頼度を向上させる努力が必要です。

メーカーは固有信頼度 R_i を向上させるために使用状態を設計に反映し、適切な設計をする努力と設計の信頼性を維持するための製造システムの改善の努力が必要です。

一方、使用者は使用信頼度 R_u を向上させるために負荷の種類や環境などを考慮した使い方をする必要があります。図にこれらの関係を示します。



カタログ等に記載された最少適用負荷 (参考値) は、標準状態における固有信頼性を故障率 $\omega = 0.1 \times 10^{-6}$ (P水準) で表現したものです。ここで ω は故障率 () が信頼水準60%であることを表わします。

(3) 品質と信頼性の用語

・信頼性の尺度

信頼性でよく用いられる尺度を下表に示します。

信頼性の尺度

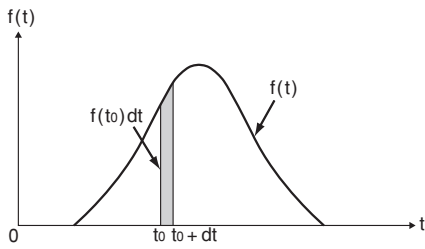
信頼性の尺度	JIS (Z8115)による定義	使用製品例
信頼度 (R)	系、機器、部品などが規定の条件のもとで意図する期間中、規定の機能を遂行する確率	航空・宇宙システム
故障率 ()	ある時点まで動作してきた系、機器または部品などが、ひき続く単位時間内に故障を起こす割合	電子部品 機械部品
平均故障時間 (MTBF)	修理しながら使用する系、機器、部品などの相隣る故障間の動作時間の平均値	電子計算機 車両
故障までの平均時間 (MTTF)	修理しない系、機器、部品などの故障までの動作時間の平均値	電子部品
耐用寿命 有用寿命	故障率が規定の値よりも低い期間の長さ	家庭用電気品 機械器具
保全度	修理可能な系、機器、部品などが規定の条件において保全が実施されるとき、規定の時間内に保全を完了する確率	車両 生産設備
平均動作不可能時間 (MTTR) または平均ダウンタイム (MDT)	動作不可能時間の平均 (MTTRとMDTは同じ意味で使われるが、事後保全の場合をMTTRとして区別することがある。)	電子交換器
稼働率 (アベイラビリティ)	修理可能な系、機器、部品などがある特定の瞬間に機能を維持している確率であり、つぎの式によって求める場合が多い。 $\text{稼働率} = \frac{\text{(動作可能時間)}}{\text{(動作可能時間)} + \text{(動作不可能時間)}}$	生産設備 電子計算機

・基本用語

信頼性に登場する基本用語には次のようなものがあります。

(1) 故障確率密度関数..... $f(t)$

$f(t)$ の意味

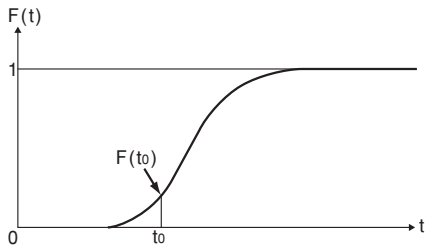


$$\int_0^{\infty} f(t) dt = 1$$

(時刻tにおいて故障する数の全体数に対する割合を意味する)

(2) 累積故障分布関数..... $F(t)$

$F(t)$ の意味

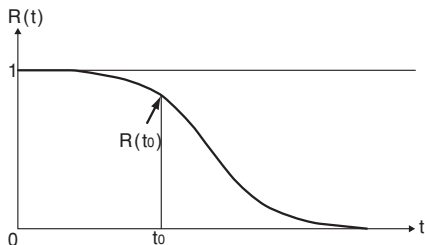


$$F(t) = \int_0^t f(t) dt$$

(時刻0からtまでに故障した数の全体数に対する割合を意味する)

(3) 信頼度関数..... $R(t)$

$R(t)$ の意味

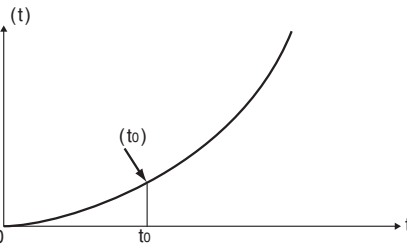


$$R(t) = \int_t^{\infty} f(t) dt = 1 - F(t)$$

(時刻tにおいて残存している数の全体数に対する割合を意味する)

(4) 瞬間故障率..... $\lambda(t)$

$\lambda(t)$ の意味



$$\lambda(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = - \frac{d \{ \ln R(t) \}}{dt}$$

(時刻tにおいて故障する数の残存数に対する割合を意味する)

・検査特性曲線

(OC曲線: Operating Characteristic Curve)

リレーの各ロットの信頼度を判定する場合に次のことを理解しておく必要があります。

全数検査の場合、故障率 λ は推定の範囲を考える必要がないため、下図で折れ線ABCDEとなります。

しかし、信頼度をみるために全数試験をしてしまったら肝心の実装置に使うリレーがなくなってしまいます。従って実際は何個かを抜き取って全体の信頼度を推定することが必要になります。その場合の合否の分れ目を示す曲線はACE曲線となります。

判定基準となる故障率 λ_1 の所(C点)が消費者側からみて60%となっているのは信頼水準の60%を表わしています。領域ABCの縦軸はたとえ故障率が λ_1 より小さくても不合格になってしまうおそれのある場合を示しており「生産者危険」と呼ばれます。また、領域CDEの縦軸はたとえ故障率が λ_1 より大きくても合格になってしまうおそれのある場合を示しており「消費者危険」と呼ばれます。

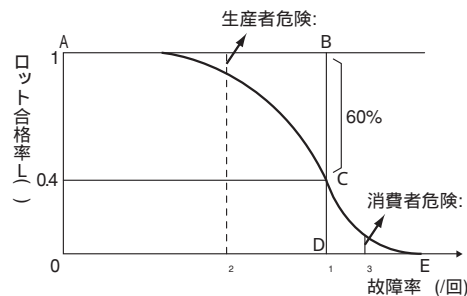
これらは全数検査ができないことによる信頼性評価の宿命でもありますので、 λ_1 の意味など十分理解した上で信頼性を把握する必要があります。

信頼性試験の多くは故障率が非常に小さく、また破壊試験となることが多く、一方、試験に長期の時間を要することから、危険率 α 、およびコストのバランスを考慮して、信頼水準60%が多くとられています。なお、リレーのカタログには、参考値としての記載を行っています。これが重要なシステムで使われる部品で、故障率を保障するような場合、抜取条件、合格判定条件をかえて、信頼水準をあげる必要があります。

リレーの出荷においては、初期でチェックができ、かつ破壊や劣化を伴わない試験、たとえば、動作電圧、復帰電圧、接触抵抗、耐電圧などの試験項目は、全数チェックを行い出荷をしています。この場合、合格か不合格のいずれかであり、 α 、 β ともゼロに近い値となります。

抜取検査については、JIS Z9001「抜取検査通則」などの資料を参考にしてください。また、リレーの故障率試験についてはJIS C5003を参考にしてください。

・試験結果より判定するときの検査特性曲線



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

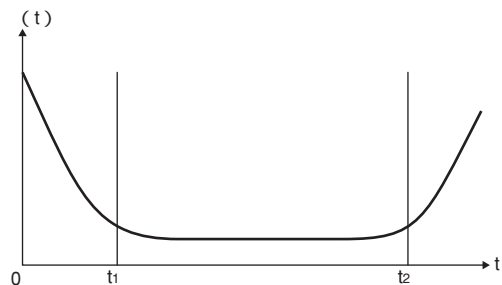
ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

・ Bath - tub 曲線

人間の死亡率が下図のような形をしていることはよく知られています。魚などに代表されるように他の動物もみなこのような傾向があります。装置の場合は死亡率ではなく、故障率がこの Bath-tub 曲線と呼ばれる形になります。リレーも全く同様に以下の図のような生涯をたどります。この生涯を3つの期間に分けて考えるとその意味が一層よく理解できます。

Bath-tub 曲線



- : 初期故障期間 (0 < t < t₁)
- : 偶発故障期間 (t₁ < t < t₂)
- : 摩耗故障期間 (t > t₂)

上図の 初期故障期間と呼んでいます。この期間は動作回数の増加につれて故障率が小さくなり見かけ上悪いものが良くなるような印象を与えますが、もともと故障するような要因をもったものは早いうちに淘汰され健全なもののみが残ることを意味しています。製品がユーザに渡る前にこの段階は必ず済んでいる必要があります。この段階を別名「デバッグ (debug)」といいます。

リレーではメーカーからの出荷の時、動作、復帰電圧、接触抵抗、耐電圧、時間特性、コイルインパルス検査など基本特性を全数検査することで初期故障率をゼロに近づけています。

上図の 偶発故障期間と呼んでいます。この期間は動作回数に関係なく故障率がほとんど変化しないのが特徴です。製品が有効に機能を発揮するのはこの期間です。この期間の故障率をゼロにすることはメーカー、ユーザの望むところなのですが現時点ではこのことは不可能で、「できるだけゼロに近づける」努力をするしかないわけです。諸々の条件によって具体的な各機種毎に故障率のレベルが異なるため、機種を選択や使用条件の選択が実際の装置の故障率を大きく左右することがわかりただけだと思います。

上図の 摩耗故障期間と呼んでいます。この期間は動作回数の増加につれて故障率が大きくなり、ついには全数が消耗、破壊してしまうのが特徴です。リレーのような機械的に運動する部分を持つ機構部品では、必ず消耗、変形、疲労などがあるため「寿命」という考えが必要になります。一般的にリレーでは、故障と寿命を次のようにわけて考えることができます。

(1) 故障

モニタによって発見できる機能変化の状態、偶発的に生じる誤動作や、間欠的な特性劣化がこれにあたります。

(2) 寿命

消耗、変形、疲労などの蓄積によって機能をはたせなくなった状態。実績や性能確認である程度、予測できるため事前のメンテナンスが可能です。

・ ワイブル分布

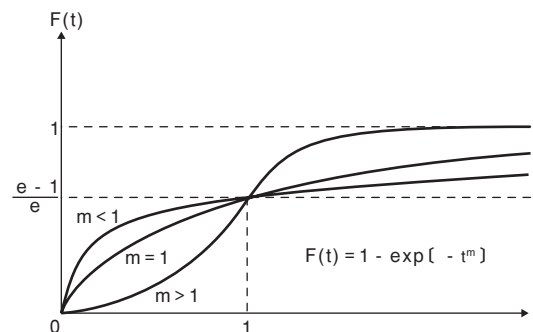
前ページの Bath-tub 曲線は、ワイブル分布関数によって表わすことができます。

ワイブル分布というのは、スウェーデンの W. Weibull が鋼球の寿命にはじめて適用した分布なのでこの名があります。この分布は一部の最弱箇所の破壊が全体的機能の破壊に結びつく場合をうまく説明できるといわれています。概念的には指数分布の拡張と考えることができます。また実用上からみても「ワイブル確率紙」を使って簡単にデータ解析ができる点などが大きな長所といえます。ここで m < 1 の場合、初期故障期間、m = 1 の場合、偶発故障期間、m > 1 の場合摩耗故障期間の分布に似てきます。ここで、ワイブル分布を以下の関数と図で表わすことができます。

(1) ワイブル分布関数

$$F(t) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{t-t_0}{t_0}\right)^m\right]$$

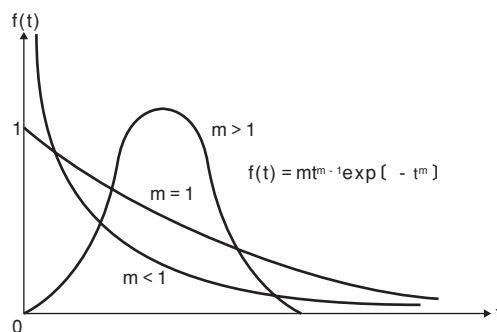
m の違いによる F(t) のグラフ



(2) 故障確率密度関数

$$f(t) = m \left(\frac{t-t_0}{t_0}\right)^{m-1} \exp\left[-\left(\frac{t-t_0}{t_0}\right)^m\right]$$

m の違いによる f(t) のグラフ



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

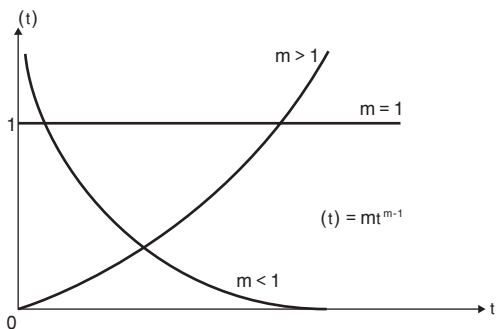
ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

(3) 瞬間故障率

$$f(t) = \frac{d}{dt} [1 - R(t)] = \frac{m}{t_0} (t - t_0)^{m-1}$$

mの値による f(t)のグラフ



ここで m: 形状パラメータ
t₀: 尺度パラメータ
位置パラメータ

上図とBath-tub曲線を比べてみると、m<1が にm=1が に、m>1が に相当するのがよく理解できます。

ワイブル確率紙は、このワイブル分布関数をもとに作られています。このワイブル確率紙を用いて故障の解析ができます。

ワイブル確率紙は、縦軸にR(t)、横軸にtをとってあります。これを用い、試験結果をプロットして解析を行います。その中で、リレーでは、プロットから導かれる直線の勾配が大きく、かつ右側に寄っているほどよい特性と言えます。このことは、リレーが集中的に寿命に達すること、および長寿命であることを意味しています。

このような特性は、リレーを設計、および生産するものとしてたえず追求していることです。現実には故障に関する要因が大きく集中的に寿命に達するものを作るのに努力を重ねています。

一方、リレーを使用する側からは、寿命が明確であれば、装置のメンテナンス時期や、耐用寿命の予測がしやすくなります。

詳細な解析方法は「ワイブル確率紙の使い方」日本規格協会発行などの専門書を参考にしてください。

また、ワイブル確率紙は、「日科技連」から発行されていますので、参考にしてください。

・指数分布

偶発故障期間の無故障動作回数は指数分布に従っています。この分布はガンマ分布やワイブル分布の特別な場合であって、信頼性の寿命分布のもっとも基礎的な分布です。ガンマ分布はランダムなショックが何回か(k回)起ってはじめて故障する場合のモデルとなりますので、k=1即ち1回のショックが故障と直結する場合のガンマ分布は結局指数分布に等しいこととなります。

またワイブル分布で形状パラメータmが1に等しい時は指数分布であることは前の図からもわかります。

指数分布の各種関数は次の通りです。

(1) 信頼度関数

$$R(t) = \exp(-t)$$

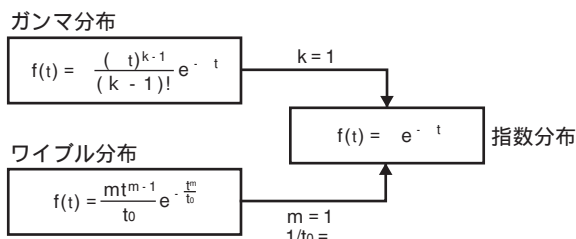
(2) 故障確率密度関数

$$f(t) = \frac{d[1 - R(t)]}{dt} = \exp(-t)$$

(3) 瞬間故障率

$$f(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = (\text{一定})$$

指数分布と他の分布の関係



・正規分布

摩耗故障期間においては、故障はある時期に1度に発生するものではありません。したがって、故障は1080ページの分布をもって発生すると考えられます。

先のワイブル分布ではm>1の場合であらわすことができますがばらつきと考えるならば、正規分布として考えることもできます。

正規分布の各種関数は次の通りです。

(1) 信頼度関数

$$R(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_t^\infty e^{-\frac{(t-\mu_1)^2}{2\sigma^2}} dt$$

(2) 故障確率密度関数

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(t-\mu_0)^2}{2\sigma^2}}$$

(3) 瞬間故障率

$$= \frac{f(t)}{R(t)}$$

寿命を残存個数何%にとるか、平均寿命で取るか理解しておく必要があります。リレーでは普通95%残存個数と考えますが、メーカや機種によって平均寿命で表わす場合がありますので注意が必要です。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

オムロンの品質と信頼性への取り組みについて

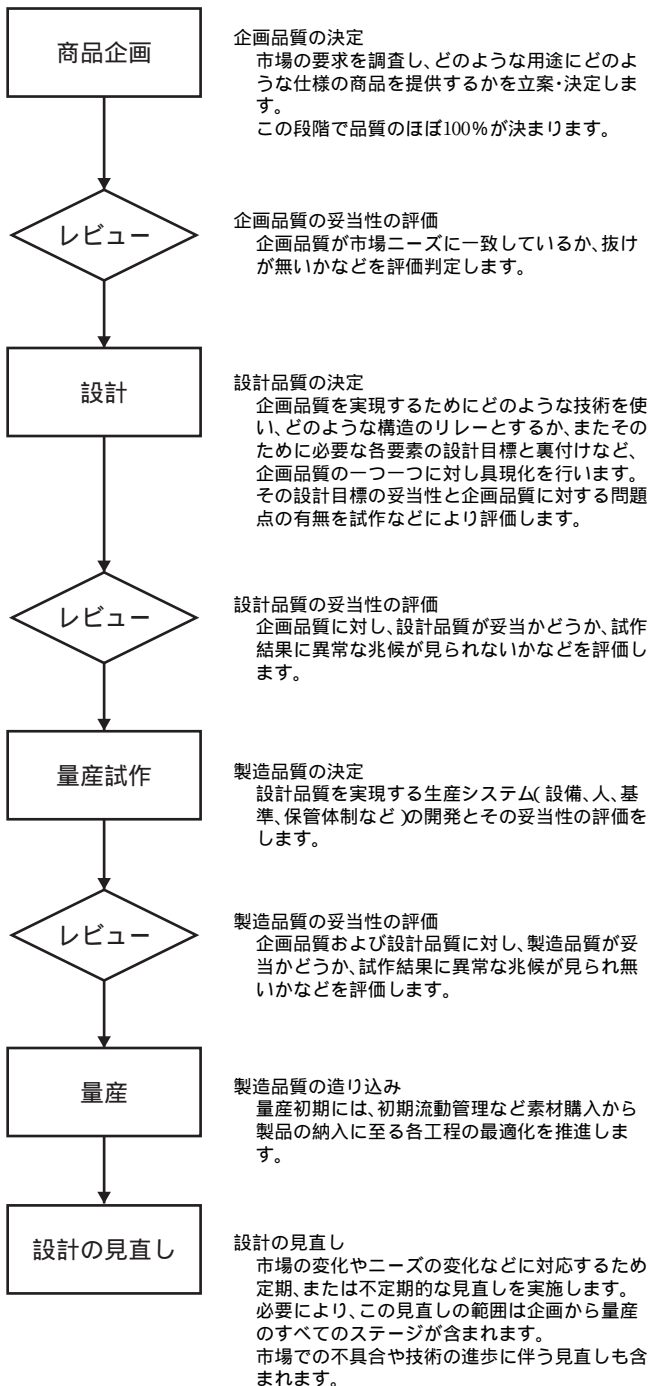
品質は要求に対する満足度であると述べました。

このことから考えると、その製品やサービスがどのようにして造(創)られたか、その製品やサービスを造(創)るシステムや管理方法などが重要になります。

ここでは、オムロンのリレー造(創)りの手順の一部を紹介します。

(1)開発の手順

リレーの開発の手順概要を次に示します。



(2)オムロンの品質と信頼性に関する考え方

過去、日本の多くの企業で品質の重要性が叫ばれ、主に製造現場を中心に管理の徹底や管理基準の強化、現場に根ざした作業改善などによる物づくりを進めてきました。

これは主として物(製品)を中心にした考え方でしたが、近年それを取り巻くサービスや企業の考え方とそれを実行するためのシステムの重要性が叫ばれ、それを実行することにより製品の品質はその結果として必然的に得られるというより広い概念を取り込んだ考え方に変化しています。

オムロンのリレーづくりでは、製品サービスおよびそれを取り巻くすべてのシステムの再構築と、ISO9001、ISO9002の認定登録(JQA、BSI)を完了しました。

リレー

一般リレー

プリント基板用リレー/MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

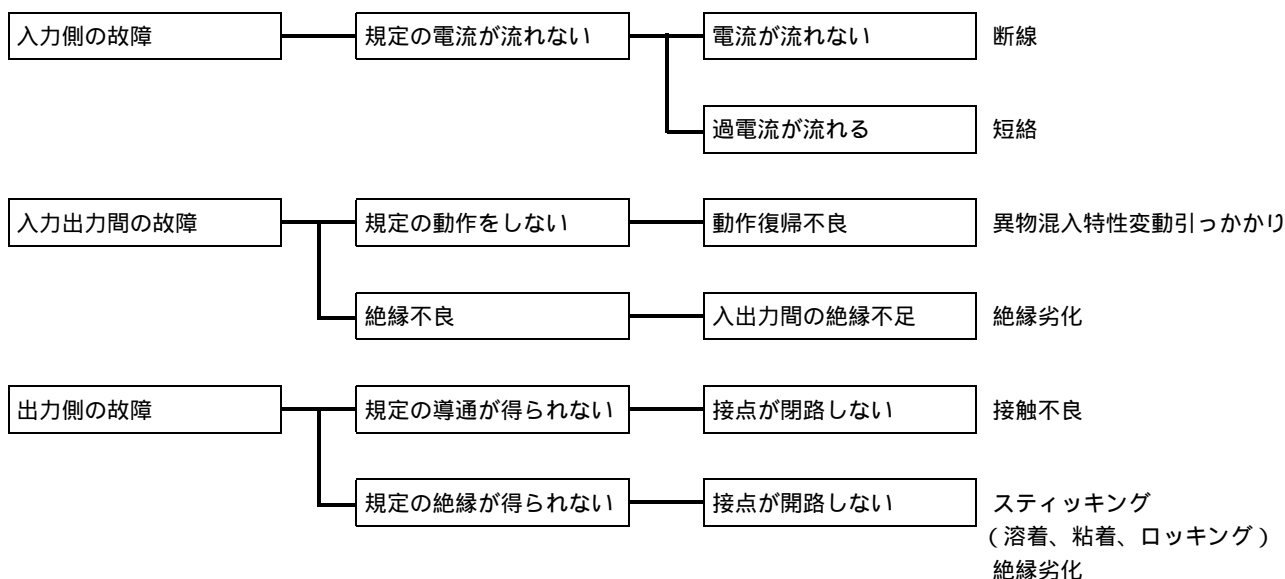
ソリッドステートリレー/電力調整器

テクニカルガイド

リレーの故障

(1) リレーの故障

リレーの主たる機能は「規定の入力条件により出力(接点)を開閉するまたは切り替える」です。これから逸脱する状態が故障といえます。リレーの故障をリレーの構成要素で大別すると次のようになります。



これらの故障の中で比率が多い故障は、

- (1) 接触不良
- (2) コイル断線
- (3) 交流操作リレーのうなり

が挙げられますが、リレーの各種類ごとにみると、

・信号用リレー

(1) 接触不良

ドライサキットにおいて接触抵抗の増加(数百ミリオーム)が問題となるケースがあります。

このようなケースでは、接点表面に付着する有機物が影響をおよぼすため、リレーを構成する成形品から出るガスをあらかじめ除去するためにベーキング(高真空下で加熱)を施しています。また、出るガスを大幅に低減した成形品を開発し、順次、各商品に展開中です。

(2) コイル断線

信号用リレーは小型・高感度の要求が強くとこれに伴いコイル心線の細線化が進んでいます。

一方、信号用リレーはプリント基板に実装し洗浄されますが超音波のエネルギーがコイル心線に集中し断線に至るケースがあります。

特に、単一の数十キロ Hz の周波数の発信器を用いた洗浄器や溶剤に水を用いる場合は強力な定在波が発生しコイル心線の断線が起こる可能性が大きいので事前に確認することが必要です。

・一般リレー、パワーリレー

(1) 接触不良

アーク放電が発生する領域の負荷開閉が主な用途になりますが、この条件では硝酸反応による腐食の問題があるのでケース入り形や露出形が多くなります。

この種のリレーは、塵埃やガスなど雰囲気の影響を受け易くなっています。

制御盤では線屑や盤の追加工時の切削粉、塗料などがリレー内部に侵入しないよう注意が必要です。

(2) うなり

一般的に交流操作リレーの電磁石はクマトリコイル方式が採用されていますがこの方式の原理は、クマトリ部と非クマトリ部の各磁極を通る磁束による吸引力が交互に働き、見かけ上平坦な吸引力となるようにしています。

吸引力が見かけ上平坦となる範囲は狭く、たとえば磁極面上に異物が侵入したり、動作を繰り返すことによる磁極面の消耗により影響を受けます。

これらの問題を技術的に100%解決することはこの方式では不可能です。

家庭や住宅街などに設置される機器・設備に内蔵されるリレーではうなりが問題になる場合があります。このような場合には直流操作とするか、または全波整流ダイオードと直流操作リレーの組み合わせなどの対策が必要です。

(3) 溶着

交流操作リレーでは一般に操作電源と負荷電源を同一とします。これが原因の故障があります。

大型のランプや各種機器の電源トランス、モータなどは電源投入時に定格電流の数倍から数十倍の突入電流が流れます。これによりリレーコイルに印加される操作電圧が急激に低下しバタツキを発生します。バタツキより短時間に開閉を繰り返し溶着に至る場合があります。

こうして故障を列挙すると、使用をためらいがちになりますが、部品・機器・装置で絶対に故障しないものはあり得ません。故障は、要求機能に対して逸脱した事象ですから、リレーの故障モードを理解し機器装置のフェールセーフ・フェールプルーフ設計にすることが最終の使用者に満足感を与える基本と考えます。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

・規定の電流が流れない

定格電圧が印加されているにもかかわらずコイル電流が規定の値に達しない場合の故障には、コイル断線(電流がまったく流れないか、または流れたり流れなかったりする)が主で、これ以外には、交流操作全波整流ダイオード内蔵リレーのダイオードの一部がオープン故障する場合があります。

コイル断線の原因として最も多いのは次の通りです。

- (1) プリント基板の超音波洗浄時の共振によると思われる断線
- (2) 盤の共振によると思われる断線
- (3) 硝酸反応によるコイル心線の腐食断線
- (4) 電食による断線

故障と間違えやすいものに直流操作リレーのコイル温度上昇に伴う電流の減少(23を基準に1当たり約0.4%減少)や逆接続防止ダイオード内蔵リレーの極性間違いがあります。

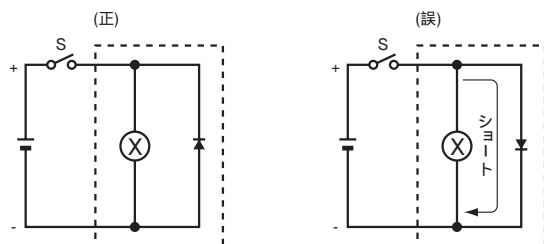
・過電流が流れる

定格電圧が印加されている時に過電流が流れる故障の原因として次のことが考えられます。

- (1) コイル心線間のレアショート(層間短絡)
- (2) サージ吸収ダイオードなどの内蔵素子のショート
- (3) 交流操作リレーの動作不良

故障と間違えやすいものには次のことが考えられます。

・極性が有るリレー(サージ吸収ダイオード内蔵など)の極性違い。



・規定の動作をしない

規定の動作は機種毎に若干異なり一般論で説明できないので特に目だった事例を紹介します。

・リレー内部に昆虫類(蟻、ゴキブリなど)が侵入し動作しない。

・規定の導通が得られない

一般に接触不良で総称されていますが、次のように分類することができます。

- (1) 接点の消耗などによる接点追従(接点フォロー)および接点圧力がなくなることによる接触不良(寿命)
- (2) 接点間に異物(塵埃、成形粉、塗料類、線屑、絶縁性被膜、カーボンなど)が挟まった。
- (3) 入力側の故障、入出力間の故障、出力側の切り替え接点の溶着による他極への影響などにより二次的に発生する接触不良があります。

接触不良は、まったく導通しない場合と、カーボンなどが接点表面に堆積することにより導通はあるが使用回路から決定される上限値を越える場合があります。

・絶縁不良

入出力間の絶縁不良には次のケースがあります。

- (1) 負荷開閉時に接点間に発生するアーク放電が外部磁界や操作コイルで発生する磁界により押し曲げられコイル端子まで達し、せん絡を生じた。
- (2) 負荷開閉時に接点間に発生するアーク放電により生成するカーボンや接点の飛散粉が体積して絶縁抵抗や耐電圧値が低下した。
- (3) 直接雷や誘導雷などのサージ電圧の印加でせん絡を生じた。

・規定の絶縁が得られない

一般には次の様に分類出来ます。

- (1) 負荷開閉時に接点間に発生するアーク放電により生成されるカーボンや接点消耗粉の飛散堆積による絶縁劣化。
- (2) 線屑などの侵入による絶縁不良。
- (3) 溶着、粘着、ロッキングなどのスティッキングにより接点が開路しない。
- (4) 入力側の故障、入出力間の故障などにより二次的に発生する開路不良。
- (5) マイグレーション、ホイスカ、トリーなどの化学的・物理的現象による絶縁劣化。

があります。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

リレーの使用中に発生する現象

リレーは使用(または保管)中に変化を生じます。これらは、故障とは違い劣化と考えることができます。この劣化の現象をここに紹介します。これらは、使用中で故障の予防やメンテナンスの時期の予測の参考とすることができます。また、リレー単独ではなく使用が特殊であったり、過酷な場合、発生する異常な現象があります。この点についても紹介します。使用時、ご注意ください。

(1)使用(または保管)中の劣化の現象

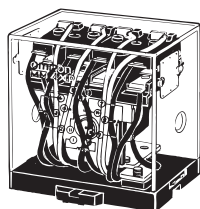
・透明ケースが黄色く変色

負荷開閉時に発生するアーク放電によりオゾン(酸素原子が3個結合したもので臭い消しや殺菌などに使用される物質)が発生し窒素と水分とに反応し硝酸を生成するためです。

一般には硝酸反応といわれています。

特に、アーク接続時間の長い直流のクラッチやブレーキを開閉する場合にはケースが黄色に変色するだけでなく金属部品を腐食(銅は鮮やかな緑色の硝酸銅、ニッケルメッキは水色の硝酸ニッケルを生成)します。このような負荷を開閉する場合にはサージアブソーバを負荷に接続してください。

このような負荷のサージアブソーバにはバリスタが効果的です。形MMXや形G7Xは、接点近傍に貫通穴を設けオゾン濃度を低減しています。



・ケース内部が茶色になる

負荷開閉時に発生するアーク放電により有機ガス(リレーの構成材料などから発生)により生成したカーボンや接点粉がケース内面に飛散堆積し変色します。

ケース内の変色から保守時を判断する場合、リレーの使用条件によって違うため、使用する方の経験によって判断されています。

・ケース内面に水滴が付着する

梅雨の時期や台風シーズンに見られることがあります。

リレーは金属やプラスチックでできていますが、プラスチックはある程度の水分を保有します。またコイル線の隙間などにも毛細管現象による水分を保有しています。リレーが冷えているときにコイルに通電するとコイルの温度が上昇しこの水分を放出します。

ところが、ケースの温度が上昇するまで放出された水分がケース表面で結露し水滴が付着します。ちょうど冬の暖房した部屋の窓ガラスに水滴が付着する現象と同じです。

・透明ケースの表面に無数の傷(白く見える)が出来た

透明ケースに白いヘアライン状の傷が無数発生することがあります。透明ケースには衝撃に対する耐力が高いポリカーボネートという樹脂がよく使用されますが、この樹脂はベンジンやクロロセンなどの溶剤蒸気に曝されると微小なクラックを生じます。これが白く見えたものです。

・亜鉛メッキの色

リレーの鉄心や継鉄(ヨーク)、端子ネジの表面が黄緑紫の各色が入り交じったメッキを施している機種(形MM、形MKなど)があります。これは、亜鉛クロメートメッキです。

各色に見えるのは、クロメート処理の厚さによる屈折と反射の関係によるものです。

・亜鉛メッキの変色

亜鉛メッキの表面が白く粉を噴いたようになることがあります。特に海岸辺りではこの傾向がよく見られるようですが、塩分と亜鉛メッキによる塩化亜鉛と思われる。

塩化亜鉛は水を吸いやすい性質を有し、練り合わせると糊状になります。

特に鉄心や鉄片に亜鉛メッキを施している機種を使用するときには塩化亜鉛の発生による復帰時間の延長や復帰不良の可能性がありますので保守時の参考にしてください。

・ニッケルメッキの変色

リレーの鉄心や鉄片、ヨークに銀色のメッキを施した機種があります。これがニッケルメッキです。

ニッケルメッキは耐食性が高いことから様々な分野で使用されていますが、硝酸と反応すると鮮やかな水色の硝酸ニッケルとなります。

特に直流負荷を開閉しているリレー内部でこれが見られることがあります。前述の硝酸反応によるものです。

・はんだが黒くなる

はんだは鉛と同様に銀色の光沢を持っていますが、真っ黒に変色したものを見かけることがあります。

これは、ハンダ(錫と鉛の合金)中の鉛が酸化し酸化鉛を生成したことによるものです。

・銀が黒くなる

リレーを長期間放置しておくと銀接点が黒く変色することがあります。

これは、大気中の硫化ガスと銀が反応し硫化銀を生成するためです。硫化銀はその厚さにより次のような色の変化をします。

淡い紫色・・・薄い

黒色・・・厚い

硫化銀は絶縁物ですが比較的低い電圧で破壊するため、リレーやバルブなどの負荷を開閉する時の問題はないようですが、アンプの入力信号などの電圧では電圧破壊が期待できないので機種選定時に配慮が必要です。

このような負荷の開閉には、Auクラッド、AgPd、PGS合金などの接点材質のものが適しています。

Auクラッド：通常銀または銀合金上に数ミクロンから数十ミクロンの金合金を張り合わせたもの

・負荷を開閉すると接点が黒くなる

負荷開閉時のアーク放電により有機ガスから生成したカーボン(炭素)、炭化銀、および接点の飛散粉で主に構成されます。

・接点表面に茶色の生成物が堆積する

接点材質がAgPd、Ptなどのリレーでアークの発生しない負荷を開閉すると接点の接触部に茶色の粉が付着することがあります。これはブラウンパウダーとよばれ接点材質の触媒作用により有機ガスが還元され生成したものです。

この対策として可動接点と固定接点の材質を異種とする方法があります。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

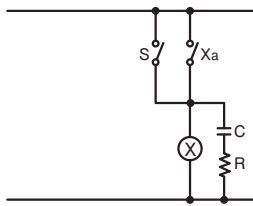
テクニカルガイド

(2) 特殊または過酷な使用での現象**・操作電源の瞬断でリレーが復帰する**

リレーの復帰時間以上の電源の瞬断でリレーが復帰することは容易に理解できますが、AC操作(正確にはくまとりコイル方式の電磁石)のリレーでは操作電源が復帰時間より短い時間切れても復帰することがあります。また操作電源に開閉サージのようなサージが逆位相重畳した場合も同様のことが発生します。いずれも電源電圧が急激に変化することによる過渡現象が原因しています。

これを完全になくすことは困難ですが、操作コイルと並列にCR(コンデンサと抵抗を直列に接続したもの)を接続することにより改善できます。

シーケンス制御の自己保持回路に接続されたリレーでは瞬断で自己保持が解ける場合がありますので、CRを入れます。

**・インバータ電源**

ACインバータ電源の出力にリレーコイルを接続すると次のような問題が生じる可能性があります。

- (1) コイルの温度が異常に上昇する。
- (2) うなりが発生する。

インバータ電源の出力には高周波成分を多く含んでいます。高周波でリレーを駆動すると鉄心・鉄片・ヨークなどの磁路の鉄損(渦電流損とヒステリシス損)が増加し温度が異常に上昇します。

また、くまとりコイルは50～60Hzでその特性が最適となる様に設計されていますが高周波成分によりその特性が変化しうなりを生じる可能性があります。

インバータには複数の方式がありすべての方式で問題が発生するわけではありませんが、共通した対策としてはダイオードによる全波整流回路と直流操作リレーの使用が効果的です。

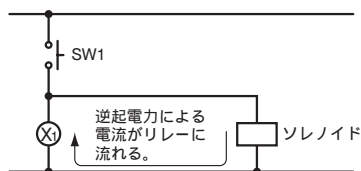
・超音波洗浄でリレーが動かない

特に信号用リレーでAuクラッド接点のリレーを超音波洗浄すると超音波のエネルギーにより接点が溶接されたようにひっついて(スティッキングと言う)動かなくなる場合があります。

過電圧などで一度動作すると正常な動作にもどります。洗浄槽内の定在波とリレーの位置により影響度が変化するので事前に確認されることをお奨めします。

・復帰時間が長い

リレーの復帰時間はリレーの構造やサージアブソーバの有無により若干変化しますが、次のような時にはさらに長くなります。モータ、ソレノイド、トランス、コンデンサなどのエネルギーを蓄積するタイプの負荷と並列に接続すると蓄えられたエネルギーが放出するときにリレーのコイルに電流が流れ復帰が遅くなります。

**・リレーから光が出る**

リレーの接点が負荷を開閉すると(主に開路時)接点間に短時間放電が生じます。この光が見えたものです。

リレーで生じる放電は比較的電流が多く電圧の低いアーク放電が主ですが、この放電の開始電圧および電流は接点材質でほぼ決定されAg接点では約12V、0.4Aです。電気的な知識の少ない方にとってはリレーから光が出ることに對し不安を感じます。このような機器に内蔵する場合には遮光するか、または黒いケースのリレーを使用してください。

・リレーから音が出る

リレーには電磁石を使ったリレーと、半導体を用いたリレー(SSR:ソリッドステートリレー)がありますが電磁石を使ったリレーでは動作時や復帰時に部品(鉄片、可動接点と固定接点など)が衝突するために音が出ます。

動作確認には音が出る方が都合がいいですが、エアコンなどの自動的に動作をする機器装置では意外に気になるものです。

このような場合には音が小さく低い音のリレーを選ぶことが重要ですがさらに取付部への共振を低減することが大切です。

・リレーを開閉するとラジオに雑音が入る

電波は電流の急変で発生します。

リレーのコイルを入り切りしたり、接点が負荷を開閉することにより電流が急変します。このために電波を放出しラジオやテレビに雑音(ノイズ)が入ります。

電流の急変を抑えればノイズは減少するのでリレーコイルや負荷にサージアブソーバを入れることをお奨めします。

・リレーが動作しない

意外に多いのはコイルに極性のあるリレーの極性間違いです。次のリレーでは極性がありますので間違えないようにしてください。

- (1) 有極リレー(永久磁石を用いたリレーでムービンググループ、スーパームービンググループの愛称のリレー)
- (2) ダイオードや電子回路を内蔵したリレーおよびSSR

・リレーが熱くなる

リレーのコイルや接点に通電するとジュール損(回路の抵抗と電流の二乗の積)により発熱します。

一般的なリレーのコイル温度は120 以上に上がることはありませんが、異常に高温になったり臭いや発煙が認められる場合には過電圧印加が考えられるので印加電圧とコイル仕様に間違いがないかを確認ください。

また、アーク放電が発生する負荷を高頻度で開閉するとアーク熱により短時間に異常高温になります。

・接点から電圧がでる

接点端子の両端に電圧計を接続しコイルに定格電圧を印加すると数マイクロボルトから数ミリボルトの直流電圧がでます。

これは熱起電力によるものです。

熱起電力は異種の金属の両端を接続しその接続端の温度差に応じた電圧が発生するものでゼーベック効果といわれています。

熱起電力を応用したのものには温度の測定などに使用される熱電対や、ガスコンロの火が消えたときにガスを止めるための機器(熱起電力でパルスを保持などに使用されています。リレーの接点で微小な信号を切り替える場合にはこの熱起電力の影響を無視できない場合があります。このような場合には低熱起電力のリレーを選ぶことも重要ですが、温度上昇を抑えるためのラッチング(キープリレーの使用やリレー接点端子間の温度勾配を低減するためのプリント基板のパターン設計などの工夫で大幅に低減できます。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

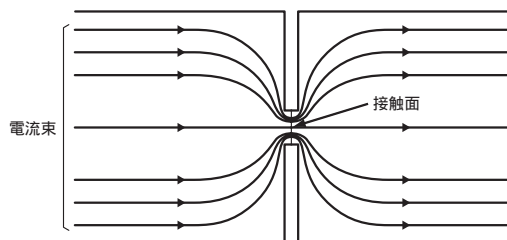
テクニカルガイド

・接触抵抗が変化する

接点の接触抵抗を構成する要素は次のようになります。

- (1) 導体抵抗：接点端子や接点などの導体の導電率と長さおよび、断面積により求まる抵抗です。
- (2) 集中抵抗：接点の接触部の接触面積は接点の材質と曲率半径、および接触力で求まり非常に微小な面積で接触しています。
この微小な面積に電流が集中し電流束が押し曲げられるために生じる抵抗が集中抵抗です。
- (3) 境界抵抗：接点の表面に硫化銀などの薄い膜が生じ抵抗となります。皮膜抵抗ともいいます。

・接続部の電流分布



このうち(1)(2)はほぼリレーの設計段階で決定されますが、(3)の境界抵抗は使用環境と接点材質で決定されます。

銀や銀合金の接点材質では硫化皮膜が生成しやすく高抵抗を示しますが電流を増加すると抵抗値が下がる現象がみられ導体抵抗と集中抵抗の合成抵抗に近づくまでは接点両端の電圧がほぼ一定の値となります。

この現象をコヒーラ効果、この電圧をコヒーラ電圧と言い硫化銀の場合には約0.04~0.1ボルトになります。

銀および銀合金接点を微小負荷の開閉に使用すると接触不良になりやすいのはこのため、Au、AgPd、PGSなどの接点を微小(信号)負荷の開閉に多用されるのは絶縁性の皮膜の生成が少ないからです。

・直流負荷の開閉能力は交流負荷より低い

形MY4の例で示します。

(例) 寿命を無視すれば、

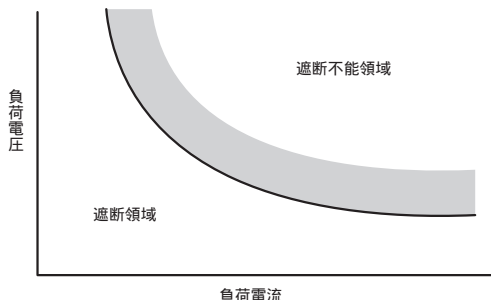
AC100Vの遮断限界電流：30A以上

DC100Vの遮断限界電流：約1.8A

交流の電圧は長くても半サイクル(50Hzでは10ms)後には電圧がゼロになりますが、直流では電圧が常に一定です。

直流負荷の遮断限界を図に示しますが、この図を見ると低い電圧での遮断限界電流が非常に大きい値となっています。

これは交流にもあてはまり、負荷電圧と電流ゼロ位相近くでこの値以下に達すると遮断することになります。



ソレノイドやバルブなどの誘導負荷の遮断限界は、抵抗負荷に比べ低くなりますが、これは遮断時に負荷の両端に発生する逆起電圧と電源電圧が加算され接点両端に加わるためです。

直流負荷開閉専用リレー(MMX：G7X)は遮断限界を向上するために永久磁石による磁束を利用しています。

・アーク放電

蛍光灯のスタータに代表されるグロー放電が比較的高電圧・低電流に対し、アーク放電は低電圧・高電流の放電で、放電を開始する最小の値を最小アーク電圧・最小アーク電流といいます。銀接点では約12V、0.4Aです。

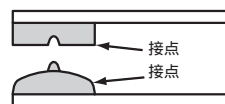
この電圧・電流を越える負荷の遮断時にはアーク放電が発生します。

・接点に富士山ができた

負荷を開閉すると可動接点、または固定接点のいずれかに突起が生じる場合があります。

この現象を転移(移転とも言われている)現象といい一般的には直流の負荷開閉時に生じる現象ですが、最近マイコンの普及と共に交流負荷でもみかけるようになりました。

負荷の開閉時に接点の表面の一部が対向する接点に移動します。移動する方向は負荷の電圧・電流・接点材質により決まりますが直流負荷・交流負荷で開閉位相が一定な場合も同じではこれらが一定であるため一方の接点が富士山のように突起となり対向する接点にクレータができます。



また、突起とクレータが引っ掛かりロッキングを生じることもあります。

移転の起こりやすい負荷は遮断(定常電流)に比べ投入(突入電流)が大きい負荷で次の通りです。

- (1) ランプの開閉
- (2) コンデンサ負荷(スイッチング電源、長いケーブルで接続された負荷など)

モータ負荷では一般には移転が起こりにくい(遮断時のアーク放電で突起を吹き飛ばすため)が、サージアブソーバの効果の大きい場合には発生することがあります。

・電源ラインと平行配線でリレーが復帰しない

誘導によりコイル両端に電圧が発生する場合があります。交流の電源ラインなどと平行して長距離配線すると誘導より電圧が発生し復帰不良を生じます。また、復帰状態のリレーが動作する場合もあるようです。

コイルの配線を電源ラインから遠ざけることや、電源ラインの配線にケーブルを使用する等の方法で低減できます。

・シーケンス回路でリレーが復帰しない

シーケンス回路などでは回り回路により電圧が印可され復帰不良と思ひこむ場合があります。

回り回路のチェックには

- (1) 見やすい回路図を書く。
- (2) 各系統毎を一カ所にまとめて書く。
- (3) 色鉛筆などで印を入れながらチェックする。

などがありますが、意外に多いのは使用機器をブロックで記入していたために機器の内部回路を通した回り回路に気が付かないことがあります。

各機器の内部接続図を記入するのも対策となります。

リレー

一般リレー

プリント基板用リレー/MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステートリレー/電力調整器

テクニカルガイド

・リレーがうなる

一般的な交流操作のリレーは、うなり防止のためくま取りコイルを設けていますが次のような場合にはうなりを生じます。

- (1) 鉄心と鉄片の吸着面に異物(虫、線屑、ゴミなど)が挟まった。
- (2) くま取りコイルのカシメ不良。
- (3) くま取りコイルの断線。
- (4) インバータ電源などの高周波成分の電源使用。
- (5) 印可電圧が低い。
- (6) 半導体 トライアック：双方向性サイリスタと、その保護のため使用されるコンデンサーで構成した回路を使用して、リレーを駆動した場合オフ状態においてもコイル端子にある程度の電圧が加わります。このため“うなり”を生じることがあります。このような場合、コイルと並列に抵抗(ブリーダ抵抗)を入れることでオフ状態での電圧を下げるができます。なお抵抗の消費電力も考慮して、抵抗値を決めます。また、寿命に近づくとうなりやすくなります。
- (7) 直流操作のリレーにAC電源を印可した。
- (8) 誘導により直流電圧に交流が重畳した。

・リレー自身で接点が開閉を繰り返す

半導体回路と違って接点を持つリレーでは可動接点が移動する事により開閉を行います。閉路時には可動接点が固定接点に衝突します。

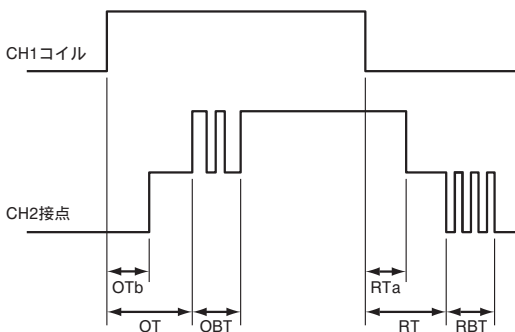
衝突する瞬間の可動接点の運動エネルギーにより開閉を繰り返しながら安定状態に収束します。

また、接点接触部に絶縁皮膜や異物が存在する場合には接触抵抗が変化します。

このように接点を開閉する時に生じる好ましくない間欠の開閉動作をバウンスと言い、この間欠開閉現象の継続している時間をバウンス時間といいます。

電子回路などの入力回路に接続する場合には配慮が必要です。

・測定波形の例



- OT : 動作時間
- OTb : b接点のみのリレーの動作時間
- RT : 復帰時間
- RTa : a接点のみのリレーの復帰時間
- OBT : 動作バウンス時間
- RBT : 復帰バウンス時間

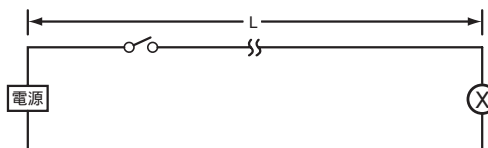
・外力で接点が開閉を繰り返す

リレー接点が閉路状態にある時、外部からのエネルギー(強い振動や衝撃、磁界など)により間欠的な開閉動作をする場合があります。このように外部からの影響を受けて好ましくない間欠の開閉動作をチャタリングと言い、この現象の持続時間をチャタリング時間といいます。

リレーの近傍にコンタクタなどの振動源などがある時には取付盤などの振動防止対策が必要です。

・電源から離れた遠くのリレーの動作がおかしい

直流では接続する電線の抵抗の増大で、交流ではインピーダンスの増大により遠く離れたリレーのコイルに印加される電圧が低下し正常な動作をしない場合があります。



ケーブル長の長さ限度値の目安

種類	リレーのコイル
項目	DCの場合
前提条件	動作電圧を定格の90%まで許容
ケーブル長さの算出	記号 Rr : コイル抵抗値 R : ケーブルの単位当りの抵抗値 L : ケーブル長さ限度
	式 $L = \frac{Rr}{9R}$
<例> 形MY4リレーの場合	形MY4DC24V、CVVケーブルでは $L = \frac{650}{9 \times 0.017} = 4.248m$ (答 約4.2km以内に必要)

・リレーを内蔵した設備を輸出したら錆が出た

海外へ設備を輸出する場合には一般的に船便を使用しますが特に熱帯地方を通過する船便の場合、船槽の中は高温多湿の状態になります。

この状態にリレーがさらされると金属部品に錆を生じることがあります。

このような場合は熱帯処理リレーをお奨めします。

保全

(1)故障と原因推定

リレーを使用する装置の場合、リレーに関する色々なトラブルが発生することがあります。

そのとき、FTA (Fault Tree Analysis) 的思考方から、その原因を追求しなければなりません。下表では、リレーに関する故障モードを取りあげ、故障原因の推定を行います。

リレーの外部から見た現象

故障	チェック内容	原因推定
リレーが働かない	入力電圧がリレーに届いているか	・ブレーカーやヒューズがおちている ・配線の誤り、漏れ ・ねじ端子の締め付けが不十分
	入力電圧に見合った仕様のリレーが使われているか	・AC100V電圧ラインにAC200V仕様のリレーを使用
	入力電圧の電圧降下はないか	・供給電源が容量不足 ・長距離配線
	リレーが破損していないか	・コイルが断線 ・落下、衝撃による機械的破損
	出力回路に異常がないか	・出力側電源 ・負荷の不良 ・配線ミス ・接続不良
	接触不良していないか	・接点の異常 ・寿命による接点消耗 ・機械的破損
リレーが復帰しない	印加電圧が完全に切れているか	・保護回路(サージアブソーバ)のリーク電流 ・迂回路による電圧印加 ・残電圧が残る半導体制御回路
	リレーの異常	・接点溶着 ・絶縁劣化 ・メカ的破損 ・誘導電圧(長距離配線)
リレーが誤動作する 表示灯が異常点灯する	リレーの入力端子に異常電圧が加わっていないか	・誘導電圧(長距離配線) ・誘導電圧による迂回路(ラッチングリレーのキープはずれ)
	過大な振動、衝撃が加っていないか	・劣悪な使用環境
焼損	コイル部からの焼損か	・コイル仕様の選定誤り ・定格以上の電圧が印加 ・AC仕様で電磁石の不完全動作(鉄片の吸着が不十分)
	接点部からの焼損か	・接点の定格以上の電流 ・許容以上の突入電流 ・短絡電流 ・外部との接続不良(ソケットなどとの接触不良によって異常発熱)

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

リレーの内部から見た現象

故障	チェック内容	原因推定
接点溶着	大きな電流が流れなかったか	・ランプ負荷などのラッシュ電流 ・負荷の短絡電流
	接点部の異常振動がなかったか	・外部からの振動、衝撃 ・ACリレーのうなり ・電圧の低下による不完全動作による接点のチャタリング (モータを動作させた瞬間、電圧が低下する場合がある)
	閉閉頻度が多すぎないか	
	リレーの寿命がきていないか	
接触不良	接点表面に異物が付着していないか	・シリコンやカーボンその他異物の付着
	接点表面が腐食していないか	・SO ₂ 、H ₂ Sによる接点の硫化
	機械的接触不良になっていないか	・端子のずれ、接点のずれ、接点フォロー
	接点が消耗してないか	・リレーの寿命
うなり	印加電圧が不足していないか	・リレーのコイル仕様の誤り ・印加電圧のリプル ・入力電圧の緩慢な上昇
	リレータイプの誤りがないか	・ACラインにDC仕様を使用
	電磁石の動作不完全がないか	・可動片と鉄心間に異物の混入
接点の異常消耗	リレー選定はあっているか	・電圧、電流、突入電流の定格選定ミス
	接続負荷への配慮はなされているか	・モータ負荷、ソレノイド負荷、ランプ負荷などの突入電流

テクニカルガイド

(2)メンテナンスの考え方

メンテナンスの方法には、大別して故障が起こってから点検や取替えを行う事後のメンテナンスと、故障が起らないうちに点検やメンテナンスを行う予防メンテナンスの2通りがあります。

このうち予防メンテナンスでは、いつ点検や取替えを行うか、またその時期をどのようにして知るかということや、どのように定めるかが重要な課題となります。

リレーのメンテナンス時期を定める際に考慮しなければならない要素としては、装置やシステム面から見た場合は、対象となる装置の重要度や、要求される信頼度などがあり、リレーから見た場合は、特性または項目ごとの故障形態があります。

リレーの故障形態は、大きく分けて接点の消耗などに代表される摩耗形態の故障と、コイル巻線のレヤショートに代表される劣化形態の故障とがあります。

一般的に使用するリレーの形式使用条件が決まると、接点の消耗などの摩耗形態や故障時期は動作回数に沿ったものとなり、事前に予測の立つことが多いですがこれに対してコイル巻線のレヤショートなどの劣化形態の故障は、使用されるリレーの持つ固有信頼性に大きく影響します。一方では、使用条件や現場環境などの使用信頼性の影響を受けて使用時間に沿ったものとなります。したがって個々の事例ごとに異なったものとなることも多く、事前予測を立てにくいことが多いようです。

さらに実使用上では、摩耗と劣化は並列で進行するので、どちらの形態の故障が早く現れるかを知ることはメンテナンス時期を定める上での重要な要素となってきます。

メンテナンスの時期を決めるため、参考となる項目を以下に示します。

		メンテナンスの時期	回数軸系	時間軸系	備考
摩耗	接点の摩耗	負荷電圧、電流、負荷の種類から電氣的寿命曲線でメンテナンス時期を求める。適合する電氣的寿命曲線がない場合は実機による実験値からメンテナンス時期を決める。			所定時間内の開閉回数が定まれば時間軸に置き換えが可能。
	動作機構部の摩耗	機械的寿命回数によりメンテナンス時期を求める。ただし、性能に示される機械的寿命回数は標準試験状態下の値であり、使用条件がこの条件に異なる場合には、実用条件下での実験値をもとにメンテナンス時期を決める。			
劣化	コイルおよびコイル巻線の絶縁劣化	コイルの実用条件下での温度を知ることにより、耐用時間を予測する。通常ポリウレタン銅線の場合120、40,000時間を基準点とすることが多い。			
	接点の接触安定度	固有信頼性を基礎に、使用条件、環境雰囲気の影響を受けて大幅に変化する。使用条件、環境雰囲気の状態を把握しながらサンプリングなどにより、メンテナンスの時期を決める。			現場雰囲気、接点材料に悪影響を与える悪性ガス濃度などを把握しておく必要あり。
	金属材料の性能劣化				
樹脂材料の性能劣化					

リレー

一般リレー

プリント基板用リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステートリレー/
電力調整器

テクニカルガイド

リレーの試験方法

寿命

機械的寿命

接点は無負荷でコイルに定格電圧(AC操作においては定格周波数)を加え、定格開閉ひん度で動作させたときの外観および特性の変化を見ます。

電氣的寿命

接点に定格負荷を接続し、コイルに定格電圧 AC操作においては定格周波数)を加え、定格開閉ひん度でリレーを動作させたときの外観および特性の変化を見ます。

寿命に達したかの判断は使われ方によって違います。

参考に、JISで示される規定値を表に示します。

寿命判定の目安(JIS C5440 1980)

判定項目	規定値		
外観	各部分の緩み、変形、損傷がないこと		
絶縁抵抗	特に規定がない限り1M 以上		
耐電圧	初期規格値の75%以上		
コイル抵抗	初期規格下限値の95%から初期規格上限値の105%まで		
動作電圧	初期規格値の1.2倍以下		
復帰電圧	初期規格値の0.5倍以上		
動作時間	初期規格値の1.2倍以下		
復帰時間	初期規格値の2倍以下		
接触抵抗	接点定格電流 または開閉電流(A)	測定電流 (A)	接触抵抗試験後 ()
	0.01未満	0.001	100
	0.01以上 ~ 0.1未満	0.01	20
	0.1以上 ~ 1未満	0.1	5
	1以上	1	2

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

一般リレー 用語の説明

カタログ中に用いられている各用語の意味を以下に示します。

リレー全般

継電器(リレー)

その機器を制御する電気的入力回路が、ある条件を満足したとき、単数または複数の電気的出力回路に、予定された変化が急激に起きるように設計された機器。

注. 機械的な運動を伴うものを、エレクトロメカニカル継電器(electromechanical relay) 伴わないものを静止形継電器(せいしがたけいでんきstatic relay)と分類したり、原理上から、電磁継電器(でんじけいでんきelectromagnetic relay)、熱継電器(ねつけいでんきthermal relay)、圧電継電器(あつでんけいでんきpiezo-electric relay)(electrostrictive relay)及び無接点継電器(むせてんけいでんきcontactless relay)などと分類することがある。IECでは、動作領域または実効的に零のどちらかの入力量によって動作、復旧する継電器を、オールオアナッシング継電器(all-or-nothing relay) 規定された精度をもった特性量が動作値になったとき動作する継電器を、メジャリング継電器(measuring relay)と分類している。

直流継電器

直流入力で作動するように設計された継電器。

交流継電器

交流入力で作動するように設計された継電器。

有極継電器

制御入力電流の極性によって異なる状態となる直流継電器。

注. 片側安定形、両側安定形および中央安定形がある。制御入力電流の極性に左右されないものを無極継電器(onopolarized relay)(neutral relay)という。

密封形継電器

継電器全体が、気密封入された容器に入っている継電器。

注. 一般に金属対金属あるいは金属対ガラスを、溶接またはそれに匹敵する方法で密封される。又閉鎖形継電器(へいさがたけいでんきenclosed relay)において、溶接などによらない簡易な方法で密閉したものを密閉形継電器ということもある。

ヒンジ形継電器

電磁石の構造による分類で、接極子が支点を中心に回転運動を行い、その動きにより、直接または間接に接点の開閉を行う継電器。

注. 接極子が鉄心の軸方向と直角に運動するものを、サイドアーマチュア形(side armature type) 軸方向に運動するものを、エンドオンアーマチュア形(end-on armature type)という。

ブランジャ形継電器

電磁石の構造による分類で、接極子がコイル中心部で、コイル軸に沿って運動する継電器。

接点部

接点構成

接点構成とは、接触機構をいいます。









例えば、b接点(ブレイク接点)、a接点(メーク接点)、c接点(トランスファ接点)などがあります。

接点極数

接点極数とは、接点回路数をいいます。

接点記号

それぞれの接触機構に対して以下のように表示しています。

	a接点	b接点	c接点	MBB接点
カタログ表記の接点記号				
JISにおける接点記号				

注. 「リレー用語解説」・「リレー共通の注意事項」は、特別な場合を除いてJISの接点記号で表記しています。

静止形継電器

機械的動作なしに、電子的、電磁的、光学的あるいは他の要素によって応答が得られるように設計された継電器。

注. ソリッドステートリレー(solid state relay(SSR))も、この分類にはいる。

フレクシャ形

接点ばねの駆動形式の一種で、接点接触力がスタッド、カードなどの押付力により得られる形式。

リフトオフ形

接点ばねの駆動形式の一種で、接点接触後、カードあるいはスタッドが接点ばねと離れ、接点接触力が可動ばねの予備曲げなどにより得られる形式。

注. コイルばねの圧縮などを使用する場合もある。

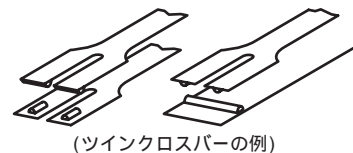
交差形接点

互いに交差するパーのような形式になっている接点。



双子接点

相対する接点ばねの少なくとも一方を双またとして、それぞれのばねの先端に接点を取り付け、接触の信頼度を高くした接点。



可動接点

駆動機構またはその一部によって直接駆動される接点、これに対して直接駆動されない接点を固定接点(stationary contact)と呼ぶ。

静止接点

継続する接触を目的とした接点。

注. ターミナル、コネクタなどの場合をいう。
stationary contactは可動接点に対する固定接点の意味に用いる場合がある。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

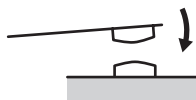
プレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

メーク接点(常時開路接点)

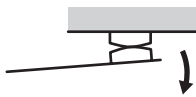
継電器またはスイッチの平常時は開放状態にあり、動作時に閉成状態となる接点組、NO接点、A接点またはフロント接点(front contact)と呼ぶこともある。



ブレイク接点(常時閉路接点)

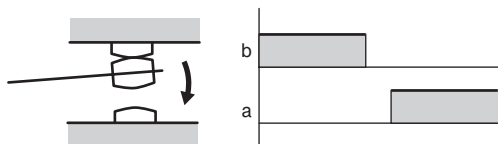
継電器またはスイッチ平常時は閉成状態にあり動作時に開放状態となる接点組。

NC接点、B接点またはバック接点(back contact)と呼ぶこともある。



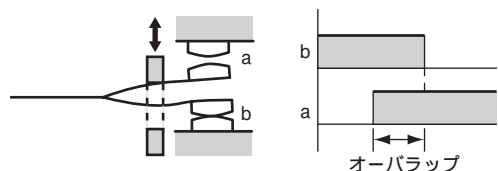
**MBM(ブレイク・ピフォワ・メーク)接点
(ノンショータイングコンタクト)**

接点の動作順序を指定した接点組のうち、動作時に閉成すべき接点が開成する前に開離すべき接点が開離される接点組。C接点あるいはトランスファ接点(transfer contact)と呼ぶこともある。



**MBB(メーク・ピフォワ・ブレイク)接点
(ショータイングコンタクト)**

接点の動作順序を指定した接点組のうち、動作時に開離すべき接点が開離する前に閉成すべき接点が開成される接点組。CI接点あるいはコンテニューアス接点(continuous contact)と呼ぶこともある。



接点ばね

自己の接触部に接触力を加えるためのばね。

開離力

接点を開離させるために接点に作用させる力。

開離速度

閉成している接点が開離する際の運動速度。

接点ギャップ

相対する一組の接点の開いている状態における接点の間隔。

注. 接点を形成している二つの導体間の最短距離。

クリアランス(空間距離)

互いに絶縁すべき部分相互間の距離のうち、絶縁された二つの裸充電部の最短距離。

沿面距離

互いに絶縁すべき部分相互間のうち、二つの裸充電部間に設けられた絶縁物の表面に沿った最短距離。

双投

二つの接触位置をもち、それぞれの接触位置でそれぞれの回路を閉成する接点組。これに対して一つの接触位置でのみ回路を閉成する接点組を単投(single throw)という。

ワイピング作用

対向する二つのコンタクトが接触した後すべり動作をすること。この動作により接点表面上に生成した皮膜、じんあいの影響を軽減する効果がある。

定格負荷

開閉部(接点)の性能を定める基準となる値で、接点電圧と接点電流の組み合わせで表現します。

定格通電電流

接点を閉閉することなしに温度上昇限度を超えることなく連続して接点に通電できる電流値(JIS C4530による)。

開閉容量の最大値

開閉できる負荷容量の最大値です。使用時には、この値を超えないように回路設計をしてください。ACの場合はVAで、DCの場合はWで表示されます。

故障率

個別に規定する試験の種類および負荷でリレーを連続開閉した時の単位時間(動作回数)内に故障をおこす割合です。

この値は、開閉ひん度、雰囲気、期待する信頼性水準によって変化することがあります。実使用上は、実使用条件にて実機確認を必ず実施してください。

本カタログでは、この故障率をP水準(参考値)として記載しています。これは、信頼水準60%(60)での故障水準レベルを表しています。(JIS C5003)

水準	故障率(回)
∴	
L	5×10^{-6}
M	1×10^{-6}
N	0.5×10^{-6}
P	0.1×10^{-6}
Q	0.05×10^{-6}
∴	

(例)
 $60 = 0.1 \times 10^{-6}$ 回は、信頼水準60%で
 $\frac{1}{10,000,000}$ 回
 故障が推定されるということを表しています。

接触抵抗

接触抵抗とは、可動片・端子・接点などの回路を構成する導体固有抵抗と接点同士が接触する境界抵抗および集中抵抗の合成した値をいいます。

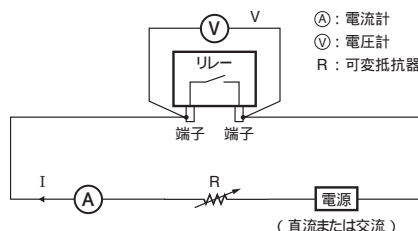
本カタログに記載の接触抵抗値は、初期規格値であり、この値の大小は実使用における良否を表すものではありません。

接触抵抗の測定条件は、下図に示す電圧降下法(四端子法)にて下記表に規定する測定電流を通電します。

接触抵抗 = $\frac{V}{I}$ (直流での測定は電源の正逆極性で実施し、その平均値をとります。)

試験電流(JIS C5442)

定格接点電流または開閉電流(A)	試験電流(mA)
0.01未満	1
0.01以上 0.1未満	10
0.1以上 1未満	100
1以上	1,000



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクター

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

接点電圧の最大値

開閉できる接点電圧の最大値です。使用時にはこの値を絶対に超えないでください。

接点電流の最大値

開閉できる接点電流の最大値です。使用時にはこの値を絶対に超えないでください。

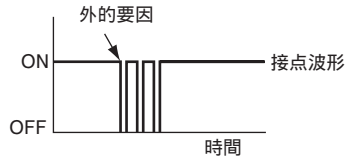
バウンス

接点をオンまたはオフさせるとき接点相互に生じる接点間の好ましくない間欠的開閉現象。この間欠的開閉現象の継続している時間をバウンス時間 (bounce time) という。

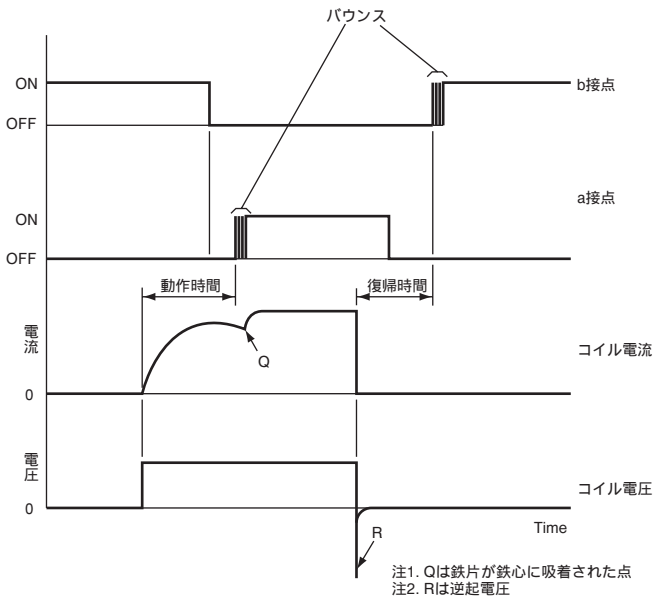


チャタリング

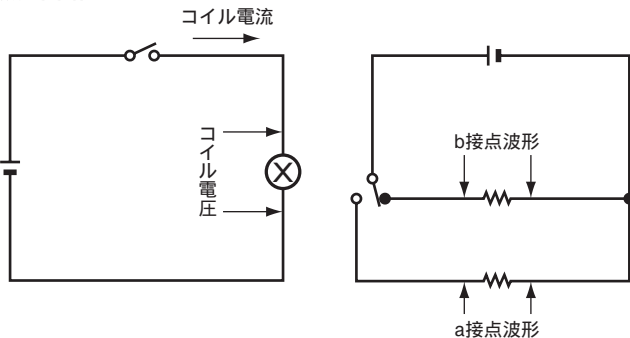
オンされている接点が外部からの原因により開閉を反復する現象。この現象の継続している時間をチャタリング時間 (chattering time) という。



コイルをオンした時の各部の応答とバウンスの関係を下图に示す。



測定回路



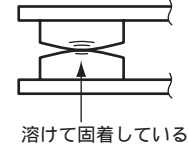
粘着

接着面が溶融固着または機械的にかみ合うことなく開離困難となる現象。

注. 接点表面の硬度が低い場合、接点表面の清浄度が良い場合に生じやすい。

溶着

接触面およびその近傍が溶融固着して開離困難となる現象。

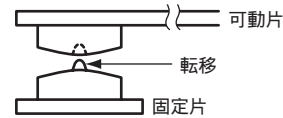


ロッキング

接点の消耗、転移に伴う変形により、相対する接触面が機械的にかみ合って開離困難となる現象。

転移

接点接触面およびその近傍が放電またはジュール熱の影響を受け一方の接点材料の一部が相対する他方の接点に移動する現象。



注. 接点間の放電による転移を従来大転移と称し、放電に関係しないと考えられる転移を小転移と称した。また、移転と称されることがある。

アノードアーク

陽極側接点材料を陰極側接点面へ転移させるようなアーク。

注. 転移の方向は接点材質、回路条件熱のバランスなどが影響するとされている。

カソードアーク

陰極側接点材料を陽極側接点面へ転移させるようなアーク。

コヒラ効果

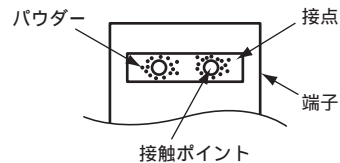
接点が接点皮膜を介して接触している場合、接点電圧がある値以上になると、その皮膜が電氣的に破壊されて接触抵抗が急激に減少する現象。

ブラックパウダー

接点の電氣的開閉動作によって生じるカーボンであり、接点の表面上に付着し活性化の原因となるもの。

ブラウンパウダー

接点表面に吸着された有機ガスが反応して生成される褐色または黒褐色の粉末状の有機化合物。



注. ある種の有機ガスの存在する雰囲気中で主として白金系の接点が開閉動作する場合に、接点のすり動作によって生じ、接点障害の一原因となる。

絶縁破壊

絶縁物を挟む2電極間に印加した電圧により急激に絶縁性が失われる現象。

複合接点

2相以上の材料からなる接点。

張合せ接点

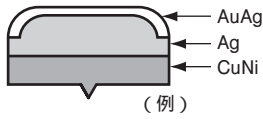
異種金属を張り合わせて作った接点。

拡散合金接点

拡散処理によって作られた接点。

多層接点

メッキ、張合せその他の方法により多層構造とした接点。



メッキ接点

接触面上にメッキを施した接点。

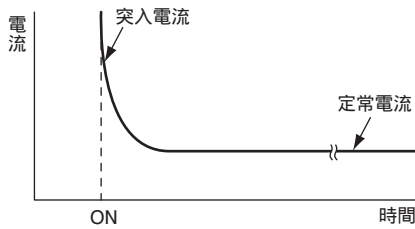
焼結接点

粉末冶金法によって作られた接点。

注: 金属焼結体、複合焼結体などがある。

突入電流

接点を閉成した瞬間、または過渡的に定常状態よりも大きく流れる電流。



コイル部

コイル記号

コイルの駆動形態に対して以下のように表示しています。

シングル・ステイブル形		2巻線ラッチング形		1巻線ラッチング形
有極タイプ	無極タイプ	4端子タイプ	3端子タイプ	

定格電圧

リレーを通常状態で使用する場合、操作コイルに加える基準となる電圧。(JIS C4530による)

定格電流

リレーを通常使用するためにコイルに流れる基準となる電流 (JIS C4530)。コイルの温度が +23 のときの値です。また、各機種の本本文中に指定がない限り定格電流の公差は、+15%、-20%です。

コイル抵抗

コイル抵抗とは、コイルの温度が +23 のときのコイル端子間の抵抗。

各機種の本本文中に指定がない限り公差は ±15% です。(交流仕様のコイル抵抗値、およびコイルインダクタンスは、参考値です。)

定格消費電力

コイルに定格電圧を加えたとき、コイルで消費される電力(定格電圧 × 定格電流)。交流仕様の定格消費電力は、周波数60Hzにおける値です。

動作電圧

リレーが動作するための最小の電圧です。(JIS C5442) コイルの温度が +23 のときの値です。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

復帰電圧

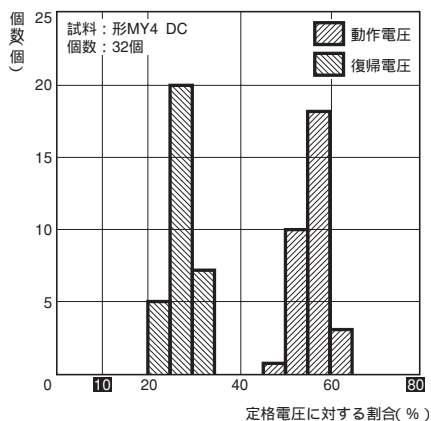
電圧を急激に降下または徐々に減少させたとき、リレーが復帰する最大の電圧です。(JIS C5442)
 コイルの温度が +23 のときの値です。

(例)形MY4 DC タイプの場合

動作電圧、復帰電圧の分布は下記のグラフのようになっています。

グラフにあるように動作時は定格電圧の80%以下で動作し、復帰時は、10%以上で復帰するようにしています。

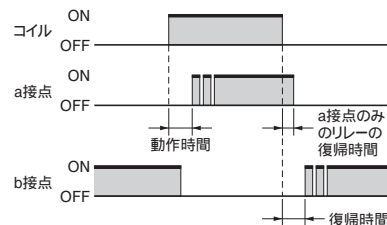
したがって、カタログの表現も、「動作電圧」を80%以下、復帰電圧を10%以上と表記しています。



電気的性能

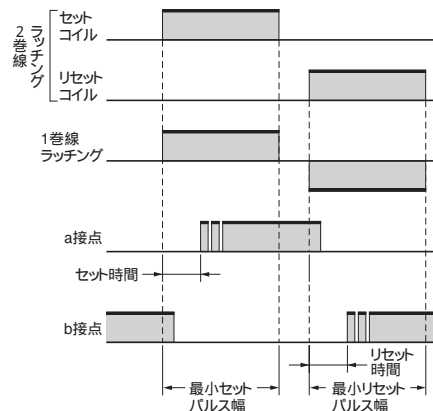
動作時間

コイルに定格電圧を印加した時点から接点が動作するまでの時間。複数個の接点を持つリレーの場合には、他の規定がなければ一番遅い接点が動作するまでの時間になります (JIS C5442)。コイル温度が +23 のときの値で、バウンス時間は含まれていません。



セット時間 (ラッチング形に限る)

セットコイルに定格電圧を印加した時点から接点が動作するまでの時間。複数個の接点を持つリレーの場合には、他の規定がなければ一番遅い接点が動作するまでの時間になります。なお、コイル温度が +23 のときの値で、バウンス時間は含まれていません。



復帰時間

コイルから定格電圧を取り除いた時点から接点が復帰するまでの時間。複数個の接点を持つリレーの場合には、他の規定がなければ一番遅い接点が復帰するまでの時間になります (JIS C5442)。a接点のみの場合は一番遅いa接点が開路するまでの時間です。コイル温度が +23 のときの値で、バウンス時間は含まれていません。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

ホットスタート

接点通電状態で、コイルに連続通電後、一旦コイルへの通電をオフにし、ただちに再度オンした状態またはそのときの動作電圧値をいいます。

(コイル電圧、接点電流、周囲温度は、条件設定した値とする)

最小パルス幅

ラッチング形リレーにおいてセットおよびリセットさせるためのコイルへの定格印加電圧の最小パルス幅をいいます。

ただし、周囲温度 +23 でコイルに定格電圧を印加した値です。

コイルインダクタンス(一般リレーのみ記載)

直流リレーにおいては矩形波を加えて時定数より求めた値です。

また、交流リレーにおいては定格周波数における値です。

それぞれ、動作状態、復帰状態で値が異なります。

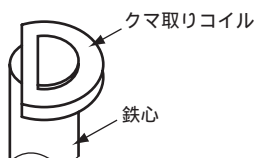
鉄心(コア)

電磁石において起磁力を有効に働かせるために、コイルに挿入した磁性体。

注. 主として固定された磁性体をいい、コイル中を運動する場合に可動鉄心(かどうてっしん moving core)と呼ぶことがある。また、磁気吸引力を有効に利用するため、磁極片(じきよくへん pole piece)を付加することがある。

くま取りコイル

交流電磁石の磁極の一部を取り囲み、励磁コイルとの相互インダクタンスにより発生する電流で、磁束の変化を部分的に遅らせるための短絡コイル(たんらく - short circuited coil)。可動部分の振動を減少させる。



リセット時間(ラッチング形に限る)

リセットコイルに定格電圧を印加したときから接点が復帰するまでの時間。a接点のみの場合は一番遅いa接点が開路するまでの時間です。

複数個の接点を持つリレーの場合には、他の規定がなければ一番遅い接点が復帰するまでの時間になります。

コイル温度が+23のときの値で、バウンス時間は含まれていません。

バウンス

リレーの可動部分(接極子)が鉄芯や接点相互の衝突によって生じる衝突振動などに起因する接点間の間欠的開閉現象。

(JIS C5442)

動作バウンス時間

コイル温度が+23のときにコイル定格電圧を印加したときのa接点のバウンス時間をいいます。

復帰バウンス時間

コイル温度が+23のときにコイル定格電圧を取り除いたときのb接点のバウンス時間をいいます。

開閉ひん度

単位時間あたりのリレー操作回数です。

絶縁抵抗

接点、コイル間や導電部端子と(鉄芯棒、鉄芯のような)非充電金属部間、あるいは接点相互間の絶縁された部分の抵抗のことです。

この値はリレー単体における値で、基板のランドなどは含みません。

コイル-接点間:

コイル端子と接点全端子間

異極接点間:

異極接点端子相互間

同極接点間:

同極接点端子相互間

セットコイル・リセットコイル間:

セットコイル端子とリセットコイル端子間

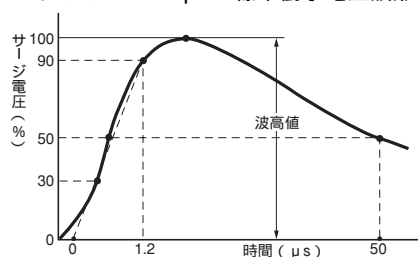
耐電圧

絶縁された金属部間(特に充電金属)に電圧を1分間加えたとき、絶縁破壊の起こらない限界値。電圧印加箇所は、絶縁抵抗と同一です。

リーク電流(絶縁破壊を検出するための電流)は通常1mAです。ただし、リーク電流を3mA、10mAとすることもあります。

耐衝撃電圧(耐サージ電圧)

落雷など誘導性負荷開閉時に発生する瞬間的異常電圧に対する耐久性を示す限界値のことです。サージ波形は、特に記載のない限りJIS C5442による1.2×50μsの標準衝撃電圧波形で表します。



FCC Part68では、10×160μs±1500Vが規定されています。

振動

運搬時、取り付け時に発生する比較的大きな振動による特性変化や破損について規制された耐久振動と、使用状態での振動による誤動作を規制する誤動作振動とに分けられます。

$$= 0.002f^2 A \times 9.8 \quad : \text{振動加速度 (m/s}^2\text{)}$$

f : 振動数 (Hz)

A : 複振幅 (mm)

衝撃

運搬時、取り付け時に発生する比較的大きな衝撃による特性変化や破損について規制された耐久衝撃と、使用状態での衝撃による誤動作を規制する誤動作衝撃とに分けられます。

機械的耐久性

接点に負荷を加えないで、規定の開閉ひん度で開閉動作させたときの耐久性のことです。

電気的耐久性

接点に定格負荷を加え規定の開閉ひん度で開閉させたときの耐久性のことです。

熱起電力

異種の金属を両端で接続し、接合部の温度を異なる温度に保つと、回路に一定方向の電流が流れます。この電流を生じさせる起電力を熱起電力といえます。

リレーの場合、端子、接触片、接点の異種金属に熱起電力を生じます。熱電対をリレーで切り替える場合、この熱起電力により実際の温度と測定温度が異なる原因となります。

高周波アイソレーション

(プリント基板用高周波リレーのみ記載)

閉路状態にある接点端子間および接続されていない端子間における高周波信号の漏れの程度のことです。

インサクションロス(挿入損失)

(プリント基板用高周波リレーのみ記載)

閉路状態にある接点端子間における高周波信号の減衰量のことです。

リターンロス(反射損失)

(プリント基板用高周波リレーのみ記載)

伝送路上に発生する高周波信号の反射量のことです。

V.S.W.R.

(プリント基板用高周波リレーのみ記載)

伝送路中に発生する電圧定在波比のことです。

注. リターンロスとV.S.W.R.換算式

$$V.S.W.R. = \frac{1 + 10^{-\text{RL}}}{1 - 10^{-\text{RL}}}$$

: リターンロス

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

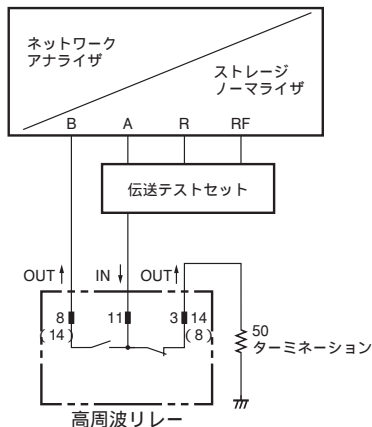
コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

高周波特性の測定方法例



測定に関係しない接点は50Ωにて終端する。

高周波通過電力の最大値

(プリント基板用高周波リレーのみ記載)

閉路状態にある接点端子間を通過可能な高周波信号の電力の最大値のことで、

高周波開閉電力の最大値

(プリント基板用高周波リレーのみ記載)

接点において開閉が可能な高周波信号の電力の最大値のことで、定格負荷に比べ電気的耐久性が短くなります。

クロストーク特性

(プリント基板用高周波リレーのみ記載)

接点回路の相互間における高周波信号の漏れの程度のことで、

TV定格 (UL/CSA)

TV定格とは、ULおよびCSA規格の中の耐突入電流性能を評価する代表的な定格の一つで、そのリレーが突入電流を含む負荷を開閉できる程度を示しています。

例えば、テレビ電源用リレーはTV定格を取得しているリレーである必要があります。

開閉試験 (耐久テスト) は、負荷としてタングステンランプを使用し、トータル25,000回の開閉に耐えることを要求しています。

TV定格	突入電流	定常電流	代表機種例
TV-3	51A	3A	形G2R-1A
TV-5	78A	5A	形G2R-1A-ASI
TV-8	117A	8A	形G2R-1A-TV8-ASI

現象・状態

せん格

相対する導体間が放電により、短絡状態となる現象。
中・大電流で使用される接点で生じやすい。

スティッキング

溶着、ロッキング、粘着により接点が開離困難となること。

接点摩耗

接点が改変動作を繰り返すうちに摩耗などの機械的な原因によって接点が擦り減ること。

接点消耗

接点が開閉動作を繰り返しているうちに電気的、熱的、科学的などの原因によって消耗すること。

活性化

接点表面が汚染して放電が起こりやすくなる現象。

注: 例えば、ある種の有機ガスの存在する環境において、開閉動作する貴金属接点で放電が発生すると、接点表面に吸着された有機ガスが放電により分解してブラックパウダ(炭素など)を生じ、放電が起こりやすくなる。

接点皮膜

接点の接触面に生成または吸着される金属の酸化物、硫化物、その他の皮膜をいい、境界抵抗の原因となる。

フリンジング効果

直接相対向している磁極面周辺部分形状が磁気特性に与える効果。

うなり

交流磁極または平滑化不十分な整流波駆動による機械的振動に起因する騒音。

ソーク

動作、復旧電圧 または電流 の測定あるいは試験時に、操作コイルの飽和電流 (saturation current) を流して、磁気的前歴の影響による差を除くこと。

注: 流す電流を、ソーク電流 (soak current) という。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

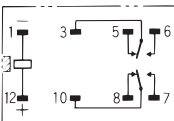
テクニカルガイド

動作の形態

シングル・ステイプル形(基準形)

コイルの無励磁、励磁に応じて接点が切り替わり、それ以外は動作要素上特別な機能を持たないリレーです。

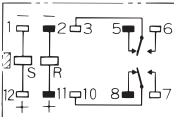
端子配置/内部接続
(BOTTOM VIEW)



2巻線ラッチング形

セットコイルとリセットコイルを有し、セット状態またはリセット状態を保持できるラッチング構造のリレーです。

端子配置/内部接続
(BOTTOM VIEW)

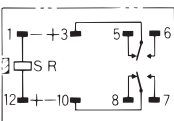


S: セットコイル
R: リセットコイル

1巻線ラッチング形

1つのコイルで、印加する電圧の極性に対応して、セットまたはリセット状態に切り替わり保持できるラッチング構造のリレーです。

端子配置/内部接続
(BOTTOM VIEW)



S: セットコイル
R: リセットコイル

ステッピング形(一般リレーのみ記載)

入力1パルスごとに、複数の接点が順次オン、オフとシフトしていくリレーです。

ラチェット形(一般リレーのみ記載)

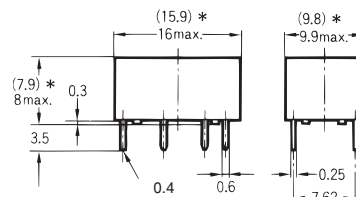
ステッピング形の一つでコイル入力1パルスごとに接点が交互にオン、オフするリレーです。

外形・形状

外形寸法

プリント基板用リレー

小型を特長としたものだけに、最大寸法と*印 値の平均寸法を併記し、設計の目安としました。



*平均寸法です。

一般リレー

最大寸法を明記し、設計の目安としました。

	プリント基板加工寸法	端子配置/内部接続
シンボル		
使用例		

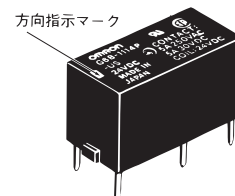
注. 外形寸法図、プリント基板加工寸法図、端子配置/内部接続図はすべて、方向指示マークを左側にして書かれています。また、ケースマーキングの表記に合わせるため、JISの接点記号で表記していません。

マーキング

リレー本体へのマーキング表示は形式、電圧仕様などの他に内部接続図などを表示していますが、一部の小型リレーでは、内部接続図を省略しています。

方向指示マーク

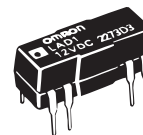
主にプリント基板用リレーでコイル方向を表すマークを表示しています。プリント基板のパターン設計時や基板実装時にリレーコイル方向の判読が容易になります。



端子配置/内部接続

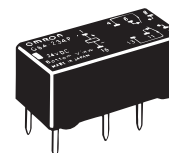
TOP VIEW

下図のように上面から端子配列が見える構造のリレーに限り、内部接続図をTOP VIEWで記載しています。



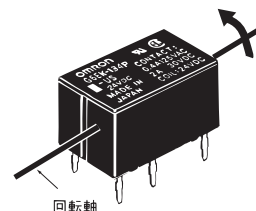
BOTTOM VIEW

下図のように上面から端子が見えない構造のリレーに限り内部接続図をBOTTOM VIEWで記載しています。



BOTTOM VIEWの回転方向

プリント基板用リレーでは、コイルを左側(方向指示マークを左側)として矢印方向に回転させたときの端子配列を表示しています。



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

一般リレー 使用上の注意

各商品個別の注意事項は、各商品ごとの「正しくお使いください」をご覧ください。

目次

No.	大分類	No.	分類	No.	項目	掲載ページ
①	リレーのご使用にあたって					1101
②	リレーの選択に関して		取りつけ構造・保護構造	1	「保護構造について」	1102
				2	「ソケットとの組み合わせについて」	
				3	「塵埃の発生する雰囲気で使用する場合」	
	4	「熱帯地方へ輸出する場合」				
		駆動回路	1	「動作形態について」	1103~1104	
			2	「コイル仕様について」		
			3	「交流操作形コイル仕様について」		
			4	「全波整流対応形リレー」		
			5	「長期連続通電する場合」		
			6	「保守・メンテナンスに動作確認が必要な場合」		
		負荷	1	「接点定格について」	1105	
			2	「開閉容量について」		
			3	「微小負荷レベルでの使用について」		
			4	「接点材料について」		
			5	「海外規格上の接点認定定格について」		
③	回路設計に関して	負荷回路		1	「負荷開閉について」 抵抗負荷と誘導負荷 接点回路の電圧(接点電圧) 接点回路の電流(接点電流)	1106~1108
				2	「開閉耐久性について」	
				3	「故障率について」	
				4	「サージキラーについて」	
				5	「外部回路からのサージ対策について」	
				6	「多極リレー(2極以上のリレー)の負荷接続について」	
				7	「モータの正逆切り替えの場合」	
				8	「多極リレー(2極以上のリレー)での電源両切りについて」	
				9	「a・b接点間のアークによる短絡について」	
				10	「1a1b接点リレーのc使用について」	
				11	「異なる容量の負荷接続について」	
				12	「接点の転移(移転)について」	
④	回路設計に関して	入力回路		1	「最大許容電圧について」	1108~1112
				2	「コイル印加電圧について」	
				3	「コイル温度上昇による動作電圧の変化について」	
				4	「入力電圧の印加電圧波形について」	
				5	「コイルオフ時のサージ防止について」	
				6	「リレーコイルへの漏れ電流について」	
				7	「稀ひん度開閉での使用について」	
				8	「電源からの配線距離が長い場合」	
				9	「シーケンス回路を構成する場合」	
				10	「動作・復帰電圧、動作・復帰時間などの各特性が重要である場合」	
				11	「直流操作形リレー使用の場合 (1)入力電源のリップルについて」	
				12	「直流操作形リレー使用の場合 (2)コイル極性について」	
				13	「直流操作形リレー使用の場合 (3)コイル印加電圧不足について」	
				14	「交流操作形リレー使用の場合 (1)入力電源の電圧変動について」	
				15	「交流操作形リレー使用の場合 (2)動作時間について」	
				16	「交流操作形リレー使用の場合 (3)コイル印加電圧波形について」	
				17	「ラッチングリレー使用の場合 (1)直流操作形ラッチングリレーのコイルの極性について」	
				18	「ラッチングリレー使用の場合 (2)駆動回路について」	
				19	「ラッチングリレー使用の場合 (3)セット、リセットコイルへの同時印加について」	
				20	「ラッチングリレー使用の場合 (4)直流入力回路設計について」	
				21	「ラッチングリレー使用の場合 (5)ラッチングリレーの保持力の経時減衰について」	
				22	「負荷開閉ひん度について」	
				23	「交流負荷開閉における位相同期について」	
		実装設計		1	「リード線径について」	1112
				2	「ソケットを用いた場合」	
				3	「取り付け方向について」	
				4	「マイコンなどが近接する場合」	
				5	「ラッチングリレーの実装について」	
④	使用環境および保管環境に関して			1	「使用・保管・輸送環境について」	1112~1113
				2	「使用雰囲気について」	
				3	「悪性ガス雰囲気中での使用について」	
				4	「水や薬品、溶剤、油の付着について」	
				5	「振動・衝撃について」	
				6	「外部磁界について」	
				7	「外部荷重について」	
				8	「磁性粒の付着について」	

No.	大分類	No.	分類	No.	項目	掲載ページ
⑤	リレーの実装作業に関して	ソケット用リレー	1	「表面接続ソケットについて」	1113~1114	
			2	「リレーの抜き差し方向について」		
			3	「裏面接続ソケットについて」		
4	「ラッピング端子用ソケットへの配線について」					
5	「端子のはんだ付けについて」					
6	「リード線のリレー端子へのカラゲについて」					
7	「リード線の長さおよび端末処理について」					
8	「保持具について」					
		プリント基板用リレー	1	「超音波洗浄について」		
		共通項目	1	「タブ端子へのはんだ付け禁止について」		
			2	「ケース取りはずし、端子カットについて」		
			3	「端子を変形させた場合」		
			4	「リレーの交換・配線作業について」		
			5	「コーティング、パッキングを実施する場合」		
⑥	リレーの取り扱いに関して			1 2	「振動・衝撃について」 「テストボタンについて」	1115
⑦	プリント基板用リレーに関して			1	「プリント基板の選定 (1) 基板の材質」	1115~1117
				2	「プリント基板の選定 (2) 基板の厚さ」	
				3	「プリント基板の選定 (3) 端子穴径およびランド径」	
				4	「取りつけ間隔について」	
				5	「周囲温度 相互磁気干渉について ノイズ対策のためのパターン設計について」	
				6	「コイルからのノイズ 接点からのノイズ 高周波用パターン」	
				7	「ランド形状について」	
				8	「パターンの導体幅および厚さについて」	
				9	「パターンの導体間隔について」	
				10	「プリント基板の固定方法について」	
				11	「1巻線ラッチングリレーの省消費電力ドライブ回路例」	
				12	「プリント基板用リレーのはんだ付け条件について」	
⑧	故障解析					1117

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

①リレーのご使用にあたって

- ・リレーを実際に使用するにあたって、机上では考えられない不測の事故が発生することがあります。そのため、実施可能な範囲でのテストが必要です。
- ・カタログに記載の各定格性能値は、特に明記のない場合は、すべてJIS C5442の標準試験状態 温度+15~+35、相対湿度25~75%、気圧86~106kPaのもとでの値です。実機確認を行う際には、負荷条件だけでなく使用環境も実使用状態と同条件で確認してください。

- ・カタログ中に記載の参考データは生産ラインの中からサンプリングした実測値を図に表したものです。保証値ではありません。
- ・カタログ中に記載の各定格・性能値は、単独試験における値であり、各定格・性能値の複合条件を同時に保証するものではありません。

② リレーの選択に関して

取り付け構造・保護構造

②- -1 「保護構造について」

リレーは使用雰囲気および実装条件によって適切な保護構造のリレーを選択しないと接触不良など不具合の原因となります。

下表の保護構造による分類を参照いただき、使用雰囲気に適したリレーを選択してください。

保護構造による分類

取付構造	項目 保護構造	特長	代表機種例	使用雰囲気	
				ゴミ・ホコリの侵入	悪性ガスの侵入
プリント基板 取り付けリレー	耐フラックス形	はんだ付け時に、フラックスがリレー内部に侵入しにくい構造	形G2R 	(大きなゴミ・ホコリ)の侵入なし	×
	プラスチックシール形	はんだ付け時のフラックスや洗浄時の洗浄液の侵入を防止した構造	形G6A 形G6S 		(④-3参照)
プラグイン リレー	閉鎖形(ケース入り形)	リレーをケースに入れ異物の接触に対して保護した構造	形MY 	(大きなゴミ・ホコリ)の侵入なし	×
	プラスチックシール形	腐食性雰囲気の影響を受けにくいように樹脂のケース、カバーなどでシールされた構造	形G2A-434 		(④-3参照)
	ハーメチックシール形	リレー内部に腐食性ガスが侵入せず、外被も有害な腐食に耐えるように金属、ガラスのケース、ベースなどでシールされ不活性ガス(N ₂)を封入した密封構造	形MYH 		
ねじ(金属) 取り付けリレー	開放形	異物の接触および侵入に対して保護されていない構造	形MM2 	×	×
	閉鎖形(ケース入り形)	リレーをケースに入れ異物の接触に対して保護した構造	形G7J 	(大きなゴミ・ホコリ)の侵入なし	×

②- -2 「ソケットとの組み合わせについて」

当社リレーと当社指定のソケットの組み合わせでご利用ください。他社ソケットとの組み合わせでは、通電容量の違いや、ソケットのかん合性の違いによりかん合部の異常発熱などの問題が発生する原因となります。

②- -3 「塵埃の発生する雰囲気で使用する場合」

塵埃の発生する雰囲気ではリレーを使用する場合、塵埃がリレー内部に侵入し、接点間に挟まって閉路しない原因となります。また、線屑などの導電物体がリレー内部に侵入した場合、接触不良・回路短絡の原因となります。

このような場合、塵埃対策を実施するかシール形リレーをご利用ください。

②- -4 「熱帯地方へ輸出する場合」

熱帯地方へ輸出する場合には、以下のリレーをご利用ください。

- ・熱帯処理形
- ・プラスチックシール・リレー
- ・ハーメチックシール・リレー

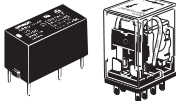
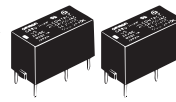

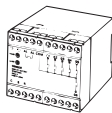
他の種類のリレーを使用されると、金属部品の錆などにより動作トラブルが発生することがあります。

駆動回路

②- ①「動作形態について」

リレーは、動作形態によって以下のように分類されます。

使用目的に応じた適切なリレーを選択ください。

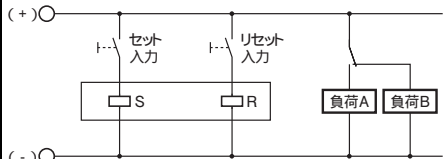
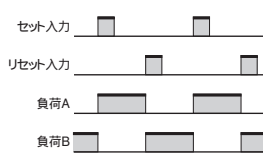
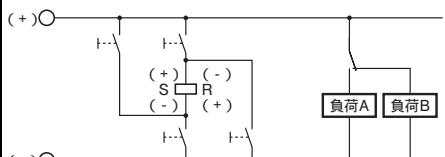
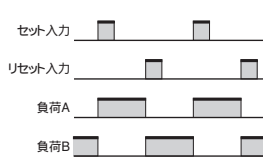
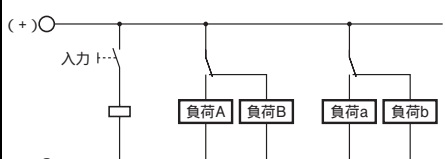
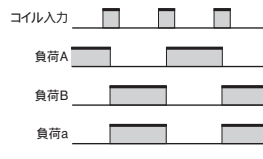
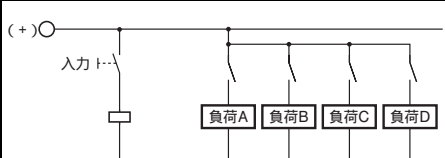
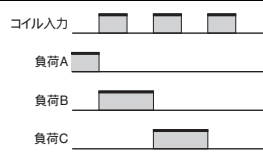
分類	項目	特長	代表機種例	備考
シングル・ステイブル形 (基準形)		コイルの無励磁、励磁に応じて接点がオン、オフし、それ以外は動作要素上特別な機能を持たないリレー	形G6B 形MY 	接点構成としてa、b、c、MBB接点があります。
ラッチング形		セットまたはリセットを行うパルス駆動電圧でもセット状態またはリセット状態を駆動電圧(パルス駆動電圧含む)が断たれた後も反転への入力があるまでその状態を保持できる機能を持ったリレー	形G6BU 形G6BK 	セット、リセット状態を保持する機構として磁気保持形 機械的保持形の2種類があります。またセット、リセットのパルス電圧を印加するコイルの種類として1巻線形 2巻線形 があります。
ラチェット・リレー		パルス入力により接点が交互にON、OFFが切り替わる、または順次動作するリレー	形G4Q 	
ステッピング・リレー		入力パルスごとに複数の接点が順次ONまたはOFFとシフトしていくリレー	形G9B 	

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

特殊動作リレーの基本動作

分類	項目	基本回路	動作パターン	概要
2巻線ラッチング・リレー				セットコイルの入力パルスによって、磁気的あるいは、機械的に動作状態を保持し、リセットコイル側への入力パルスによって復帰状態となるリレーです。
1巻線ラッチング・リレー				セット入力パルスによって、磁気的に動作状態を保持し、リセット入力パルス(セット入力とは、逆極性の入力)によって復帰状態となるリレーです。
ラチェット・リレー				<ul style="list-style-type: none"> コイルの入力パルスによって、機械的に接点a、bの動作状態を保持します。 接点a、bは交互に、ON、OFFします。
ステッピング・リレー				コイルの入力パルスによって、電氣的に複数の接点が順次切り替わります。

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

②- -2「コイル仕様について」

コイル仕様は設計回路に合わせ正しく選定してください。コイル仕様の選定が適切でない場合本来の性能が得られないだけでなく、過電圧印加などによるコイル焼損の原因となります。

②- -3「交流操作形コイル仕様について」

各リレーの適用電源 定格電圧、定格周波数 をご確認の上、正しく選定してください。

リレーによっては、ご使用になれない定格電圧、定格周波数があります。選定が適切でない場合には、異常発熱や誤動作の原因となります。

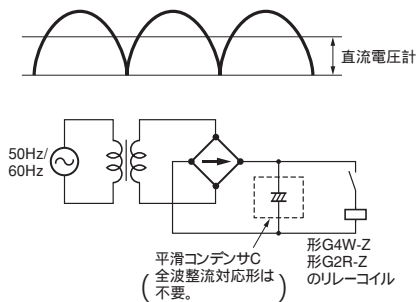
AC100Vの例

定格の呼称*	適用電源 (定格電圧・定格周波数)	商品マーキングでの表現	カタログでの表現
1定格	AC 100V 60Hz	100VAC 60Hz	AC 100V 60Hz
2定格	AC 100V 50Hz AC 100V 60Hz	100VAC	AC 100V
3定格	AC 100V 50Hz AC 100V 60Hz AC 110V 60Hz	100/110VAC 60Hz 100VAC 50Hz または 100/(110)VAC	AC 100(110)V
4定格	AC 100V 50Hz AC 100V 60Hz AC 110V 50Hz AC 110V 60Hz	100/110VAC	AC 100/110V

*この呼称はJISなどで定められた呼称ではありません。

②- -4「全波整流対応形リレー」

直流操作形リレーは、リップル率により動作電圧変動、うなりの原因となります。そのため、全波整流の電源回路では、リップル率低減のため、平滑コンデンサCを回路に付加しています。全波整流対応形リレーは、上記平滑コンデンサCが無い回路でも、うなりなどの不具合を生じません。また、全波整流対応形リレーのDC100V仕様のコイルへは、AC100Vを全波整流した電源を直接入力できます。



②- -5「長期連続通電する場合」

例えば、リレーを開閉動作しないで長期連続通電するような回路(異常発生時のみ復帰しb側接点で警報を発するような非常灯警報設備、異常点検回路など)で使用する場合には、無励磁となる設計が望まれます。コイルへの長期連続通電は、コイル自身の発熱によるコイルの絶縁劣化が促進されます。また、②- -7項の「稀ひん度開閉での使用について」を併せてご覧ください。

②- -6「保守・メンテナンスに動作確認が必要な場合」

リレーの動作時、表示灯の点灯もしくは機械的表示により動作状態を表示する機種を揃えております。

保守・メンテナンスが容易になります。

分類	説明	対象機種例
表示灯内蔵	LED ネオンランプ 白熱ランプ	形MY 形LY 形G2A 形MKP
機械的表示	アーマチュアの動きを利用して表示板を移動させる方式	形MYK 形G2A(K) 形MKP 形MKKP 形G7T

注. 動作表示灯は、コイルへの通電を表示しており、接点動作に基づく表示ではありません。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

負荷

②- -1 「接点定格について」

接点定格は、一般に抵抗負荷を基準に表示しております。また、接触方式、接点材質も掲載しておりますので負荷ならびに要求寿命に応じて最適な機種をお選びください。

②- -2 「開閉容量について」

各リレーの開閉容量の最大値やグラフを確認いただき、用途に合ったリレーを選定ください。選定の目安として開閉容量の最大値および耐久性曲線を活用ください。ただし、求められた値は目安値ですので、必ず実機にてご確認ください。開閉容量の最大値および耐久性曲線グラフの見方は以下の通りです。

例えば、接点電圧 V_i が決まっている場合の最大接点電流 I_i は特性データの交点で求めることができます。

また、逆に I_i が決まっていて、最大接点電圧 V_i を求めることもできます。次に求められた I_i から耐久性曲線データで動作回数を求めることができます。

例えば、下記のような場合、

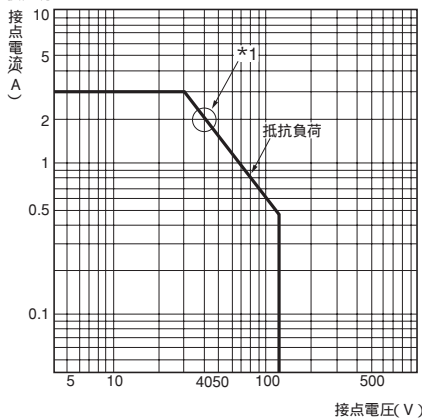
接点電圧 = 40V なら

接点開閉電流 = 2 A です。..... *1

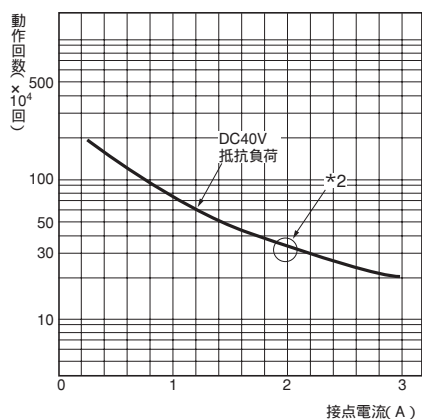
また、最大接点電流 2A での動作回数

は、約 30 万回です。..... *2

開閉容量の最大値



耐久性曲線



②- -3 「微小負荷レベルでの使用について」

微小負荷レベルで使用する場合、負荷の種類、接点材質、接触方式を考慮の上、適切な機種を選定ください。

微小負荷レベルでのご使用の場合、接点材質、接触方式により信頼性が異なってきます。例えば、シングル接点とツイン接点とではツイン接点のほうが単純に並列冗長の期待度が高いので信頼性が高くなっています。

信頼性	接触方式	
↓ 高	シングル接点 Auメッキつき	
	ツイン接点 Auメッキつき	
	クロスバ・ツイン接点 Au張り	

②- -4 「接点材質について」

下表に各種接点材質の特長を示します。リレー選定の際の参考としてください。

各種接点材質の特長

AgPd (銀パラジウム)	耐食性が良く、耐硫化性も良い。ドライサーキットにおいては、有機ガスを吸着してポリマーを発生しやすいので金クラッドなどをする。
Ag (銀)	導電率、熱伝導率は金属中最大。低い接触抵抗を示すが、欠点としては、硫化ガス雰囲気では硫化皮膜を生じやすい。低電圧、低電流レベルでは接触不良になりやすい。
AgNi (銀ニッケル)	電気伝導度に関しては、Agに匹敵し、耐アーク性に優れる。
AgCdO (銀酸化カドミウム)	Agのもつ導電性と低い接触抵抗を示し、優れた耐溶着性を有している。硫化ガス雰囲気では硫化皮膜を生じやすい。
AgSnO ₂ (銀酸化錫)	AgCdOと同等以上の優れた耐溶着性を有している。Agと同じく硫化物雰囲気では硫化皮膜が生じやすい。
AgSnIn (銀・錫・インジウム)	耐溶着性、耐消耗性に優れる。
AgW (銀タングステン)	硬度、融点は高く、耐アーク性に優れ、溶着、転移に対して強いが、接触抵抗が高く、耐環境性に劣る。

②- -5 「海外規格上の接点認定定格について」

海外規格認定品に捺印されている接点定格値は、規格上の認定定格値であり、個別に定めるリレーの定格値の値とは、機種によっては一致しません。各リレーの定格と動作回数をご確認の上、ご使用の際には当社定格内で必ずご使用ください。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

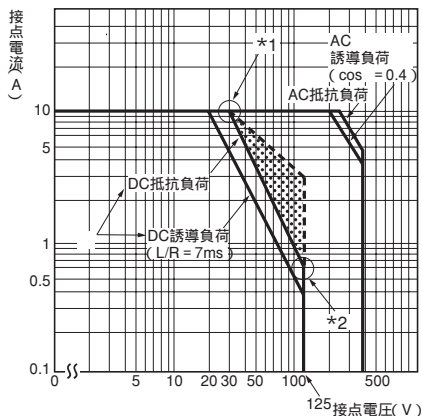
③ 回路設計に関して

負荷回路

③-1 「負荷開閉について」

リレーの実使用にあたっては、負荷の種類、環境条件や開閉条件などにより、開閉容量・開閉耐久性、適用負荷領域が大きく異なりますので必ず実機にてご確認の上ご使用ください。各リレーの開閉容量の最大値は、下記のように記載しています。

開閉容量の最大値



開閉部(接点部)

項目	負荷	抵抗負荷	誘導負荷 cos = 0.4 L/R = 7ms
定格負荷		AC 250V、10A DC 30V、10A	AC 250V、7.5A DC 30V、5A
定格通電電流		10A	
接点電圧の最大値		AC 380V、DC 125V	
接点電流の最大値		10A	

抵抗負荷と誘導負荷

誘導負荷の開閉能力は、誘導負荷に貯えられる電磁エネルギーの影響で抵抗負荷の開閉能力に比べ、低下します。

接点回路の電圧(接点電圧)

直流負荷の場合、接点電圧が高くなると開閉能力が低下します。上図の例では、低い電圧側*1のWmax. = 300Wに対して高い電圧側*2のWmax. = 75Wと小さくなっています。

この差は、接点電圧が高いために開閉能力が低下した分です。

接点間には、規定以上に電圧もしくは電流が印加されると、

1. 負荷開閉により発生するカーボンが、接点周辺に堆積し、絶縁劣化を発生する原因となります。
2. 接点溶着、ロッキングなどの接点障害発生の原因となります。

③-2 「開閉耐久性について」

開閉耐久性は、コイルの駆動回路、負荷の種類、開閉ひん度、開閉位相、周囲雰囲気などにより異なりますので必ず実機にてご確認の上、ご使用ください。カタログ記載の開閉耐久性は、下記条件のものです。

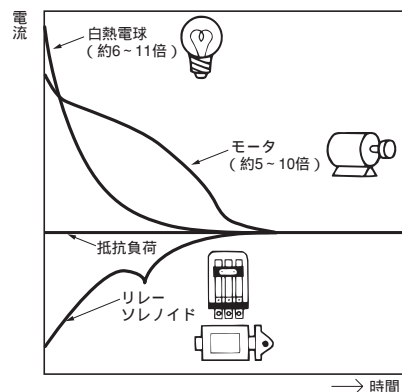
コイル駆動回路	コイルへの定格電圧印加 (直投法 瞬時オン、瞬時オフ による)
負荷の種類	定格負荷
開閉ひん度	個別定格による
開閉位相(AC負荷の場合)	ランダム投入、しゃ断
周囲雰囲気	JIS C5442の標準試験状態による

接点回路の電流(接点電流)

接点の開路時および閉路時の電流は接点に重大な影響を与えます。例えば、負荷がモータやランプのときは閉路時の突入電流が大きいほど、接点の消耗量、転移量が増大し、接点の溶着、転移による接点ロッキングといった支障の原因となります。(下図に代表的な負荷と突入電流の関係を示します。)

また、直流電源の負荷で規定以上の高電流で使用した場合、接点アークの継続・短絡による開閉不能の原因となります。

直流負荷の種類と突入電流



交流負荷の種類と突入電流

負荷の種類	突入電流/ 定常電流	波形
ソレノイド	約10倍	[Graph showing inrush current waveforms for various AC loads: Solenoid, Incandescent lamp, Motor, Relay, Capacitor, Resistive load. Labels indicate inrush current and steady-state current.]
白熱電球	約10~15倍	
モータ	約5~10倍	
リレー	約2~3倍	
コンデンサ	約20~50倍	
抵抗負荷	1	

③-3 「故障率について」

カタログに記載された故障率は、規定の条件で試験したときの結果から求めたもので、保証値ではありません。この値は開閉ひん度、周囲雰囲気、期待する信頼性水準によって変化しますので、実使用条件にて実機確認を必ず実施ください。

③- -4 「サージキラーについて」

サージキラーを用いると接点の耐久性を延ばしたり、ノイズの防止およびアークによる炭化物や硝酸の生成を少なくできるなどの効果があります。下表にサージキラーの代表例を示しますので回路設計上の目安としてください。

1. 負荷の性質やリレーの特性のばらつきなどにより効果が得られなかったり、かえって逆効果となる場合もありますので、必ず実負荷にてご確認の上、ご使用ください。
2. サージキラーを用いた場合、復帰時間(しゃ断時間)が遅くなる原因となりますので、必ず実負荷にてご確認の上、ご使用ください。

サージキラーの代表例

分類	項目	回路例	適用		特長、その他	素子の選定の目安
			AC	DC		
CR方式			*		* AC電圧で使用する場合 負荷のインピーダンスがC、Rのインピーダンスより十分小さいこと。接点が開路のとき、C、Rを通して、誘導負荷に電流が流れます。	C、Rの目安としては C: 接点電流1Aに対し0.5~1(μF) R: 接点電圧1Vに対し0.5~1(Ω)です。ただし負荷の性質や特性のバラツキなどにより異なります。 Cは接点開離時の放電抑制効果を受けもち、Rは次回投入時の電流制限の役割ということを考慮し、実験にてご確認ください。 Cの耐電圧は一般に200~300Vのものを使用してください。AC回路の場合はAC用コンデンサ(極性なし)をご使用ください。 ただし直流高電圧で接点間のアークの遮断能力が問題となる場合に、負荷間より接点間にC、Rを接続した方が効果的な場合がありますので実機にてご確認ください。
					負荷がリレー、ソレノイドなどの場合は復帰時間が遅れます。	
ダイオード方式			x		誘導負荷に貯えられた電磁エネルギーを並列ダイオードによって、電流の形で誘導負荷へ流し、誘導負荷の抵抗分でジュール熱として消費させます。この方式はCR方式よりもさらに復帰時間が遅れます。	ダイオードは逆耐電圧が回路電圧の10倍以上のもので順方向電流は負荷電流以上のものをご使用ください。電子回路では回路電圧がそれほど高くない場合、電源電圧の2~3倍程度の逆耐電圧のものでも使用可能です。
ダイオード + ツェナーダイオード方式			x		ダイオード方式では復帰時間が遅れすぎる場合に使用すると効果があります。	ツェナーダイオードのツェナー電圧は、電源電圧程度のものを使用します。
バリスタ方式					バリスタの定電圧特性を利用して、接点間に高い電圧が加わらないようにする方式です。この方法も復帰時間が多少遅れます。電源電圧が24~48V時は負荷間に、100V~200V時は接点間のそれぞれに接続すると効果的です。	バリスタのカット電圧Vcは下記の条件内になるように選びます。交流では2倍することが必要です。 Vc > (電源電圧 × 1.5) ただし、Vcを高く設定しすぎると高電圧へのカットが働らなくなるため効果が弱くなります。

リレー
一般リレー
プリント基板用リレー/MOS FETリレー
コンタクタ
ブレーカ
ソリッドステートリレー/電力調整器
テクニカルガイド

なお、次のようなサージキラーの使い方は避けてください。

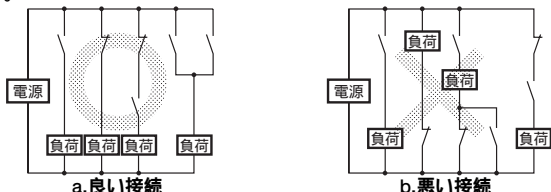
通常、直流誘導負荷は、抵抗負荷に比べ開閉が困難とされていますが、適切なサージキラーを用いると抵抗負荷と同程度まで性能が向上します。

③- -5 「外部回路からのサージ対策について」

雷サージなどのリレーの耐電圧値を超えるサージが印加される可能性のあるところには、サージアブソーバなどの保護回路を付加ください。リレーの耐電圧値を超える電圧が印加されるとコイル・接点間または同極接点間にせん絡および絶縁劣化を生じる原因となります。

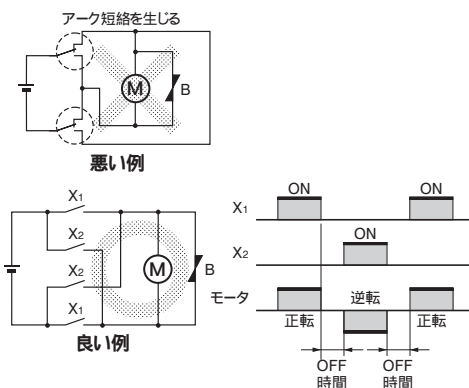
③- -6 「多極リレー(2種以上のリレー)の負荷接続について」

多極リレーの負荷接続は電位差回路にならないように、下図aの方法で接続してください。電位差回路での使用は、接点間にアークによる短絡が生じ、リレーや周辺機器が破壊される原因となります。



③- -7 「モータの正逆切り替えの場合」

モータの正逆切り替えの場合、電位差回路となりますので複数のリレーを用い、タイムラグ(オフ時間)を必ず設けてください。



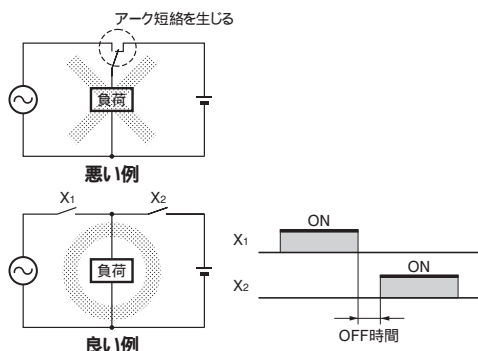
③- -8「多極リレー(2極以上のリレー)での電源両切りについて」

多極リレーで電源の両切り回路を構成される場合、機種を選定は、リレーの構造、異極間の沿面・空間距離、アークバリアの有無などを考慮の上、実施ください。また、選定後実機にてご確認の上、ご使用ください。誤選定の場合、定格内の負荷であっても、特にしゃ断時のアークによって異極間が短絡し、リレー周辺機器の焼損、破壊の原因になります。

④- -9「a・b接点間のアークによる短絡について」

a、b接点をもつリレーで、a、b接点の間隔が小さいリレーや、大電流を開閉するときなどはアークによる接点間短絡が起こる原因となります。

a、b、c接点を短絡したときに過電流が流れたり焼損する回路構成はしないでください。

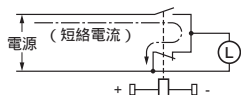


④- -10「1a1b接点リレーの1c使用について」

a、b、c接点が短絡接続すると、それによって、過電流が流れたり、焼損するという回路構成はしないでください。

また、1a1bリレーにおいてモータの正逆を実施される場合も短絡電流が流れる場合があります。

a接点とb接点の非同時動作性による接点MBB化による短絡や、a、b接点の間隔が小さいとき、大電流を開離するときなどにアークによる接点間短絡の発生が考えられます。



④- -11「異なる容量の負荷接続について」

1個のリレーで大きな負荷と微小負荷を同時に開閉することはしないでください。

大きな負荷を開閉したとき発生する接点飛散物により微小負荷開閉用接点の清浄性が失われる原因となり、微小負荷開閉接点で接触不良を生じる場合があります。

④- -12「接点の転移(移転)について」

接点の転移現象というのは、直流負荷開閉において、片方の接点が発熱あるいは蒸発して他方の接点に転移していくことで開閉回数の増加と共に凹凸が生じ、ついにはこの凹凸がロックされた状態になり、あたかも接点溶着を起こしたようになることです。これは直流の誘導または容量負荷で電流値の大きい場合や突入電流の大きい場合(数A~数10A)、すなわち、接点閉路時に火花の出るような回路で多く発生します。

この対策としては接点保護回路の採用や転移に強いAgW、AgCuといった接点の採用があります。

このような負荷の場合には、実機での確認試験を必ず実施しておくことが必要です。

入力回路

③- -1「最大許容電圧について」

コイルの最大許容電圧は、コイル温度上昇とコイル絶縁皮膜材料の耐熱温度(耐熱温度を超えるとコイルの焼損やレアショートの原因となります。)から求められる他に、絶縁物の熱的变化や劣化、さらに他の制御機器を損なわないこと、人体に害を与えないこと、火災の原因にならないことなど重要な制約を受けていますので、カタログ記載の規定値を超えないようにしてください。最大許容電圧は、リレーコイルに印加できる電圧の最大値で、連続許容値ではありません。

③- -2「コイル印加電圧について」

コイルには定格電圧を印加してご使用ください。動作電圧以上の電圧印加でリレーは動作しますが、規定の性能を得るためには、コイルに定格電圧を印加して、ご使用ください。

③- -3「コイル温度上昇による動作電圧の変化について」

ホットスタート状態および周囲温度が+23℃を超える状態ではカタログ記載の動作電圧の規定値を満足できない場合がありますので、実使用状態での確認を実施してください。

コイルの温度上昇により、コイル抵抗が増加し、動作電圧が高くなります。銅線の抵抗温度係数は、1℃当たり約0.4%で、この割合でコイル抵抗が増加します。

カタログ記載の動作電圧・復帰電圧の規定値はコイル温度が+23℃のときの値です。

③- -4「入力電圧の印加電圧波形について」

コイルに印加される電圧がゆるやかに上昇または降下するような使い方はせず、電源波形は矩形波(方形波)を原則とします。また、限界リレー的(電圧または電流がある限界値に達した瞬間にオン(オフ)する使用)な使い方もしないでください。

このような回路では、接点の同時動作性が確保できない(多極リレーにおいて、接点動作に時間的ばらつきが生じること)、動作電圧が動作ごとに異なるなどのシーケンスの誤動作の原因となります。また、動作、復帰時間が長くなり、接点の耐久性低下や溶着の原因となります。必ず直投(瞬間オン、瞬間オフ)でご使用ください。

③- -5「コイルオフ時のサージ防止について」

コイルオフ時にコイルより発生する逆起電圧は、半導体素子の破壊や装置の誤動作の原因となります。

対策として、コイル両端にサージ吸収回路を付加するか、サージ吸収回路を内蔵した機種(例:形MY、形LY、形G2Rなど)を選定してください。なお、サージ吸収回路を付加した場合、リレーの復帰時間が長くなりますので、実使用回路にてご確認の上、使用ください。

なお、ダイオードのくり返し尖頭逆電圧および直流逆電圧は、外部からのサージも考慮して余裕のあるもの、また平均整流電流はコイル電流以上のダイオードをご使用ください。

また、コイルに並列に誘導負荷が接続されるなど、電源中にサージが含まれている条件下での使用はしないでください。付加した内蔵したコイルサージ吸収用ダイオードが破損する原因となります。

サージ吸収回路内蔵機種例

分類	対象機種
ダイオード内蔵形 (直流操作専用)	形G2R、形MY 形G6B、形LYなど

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

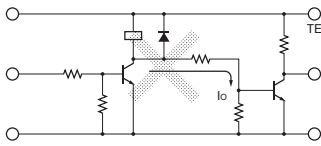
ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

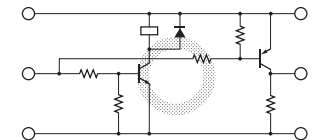
③- -6 「リレーコイルへの漏れ電流について」

リレーコイルへ漏れ電流を流さないでください。改善例、の
ような回路にしてください。

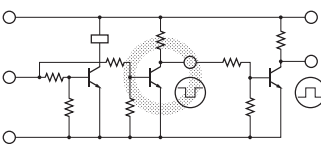
漏れ電流を生じる回路の例



改善例



改善例 : 入力と同位相の出力値が必要な場合



③- -7 「稀ひん度開閉での使用について」

微小負荷において開閉ひん度が少ない使い方の場合には、定期的
に接点の通電検査を実施してください。長期間接点の開閉が行われ
ない場合、接点表面での皮膜の生成などにより、接触不安定の
原因となります。

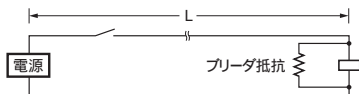
また、微小負荷において開閉ひん度が少ない使い方の場合リレー
の接点の種類はAuクラッドのクロスバ・ツイン接点型のリレー
をご使用の上、万一の接触不良や断線にそなえてフェールセーフ
の回路設計をお願いします。なお、接点の通電検査のひん度は、
使用環境、負荷の種類などによって異なります。

③- -8 「電源からの配線距離が長い場合」

電源からの配線距離 L が長い場合には、必ずリレーコイル端子
の両端の電圧を測定の上、規定の電圧が印加されるよう電源電圧
の設定を行ってください。

動力ラインなどと並行して長距離の配線をするコイル入力電
源がOFFのときに、電線の浮遊容量からリレー両端に電圧を生
じ復帰不良の原因となります。

このような場合には、コイル両端にブリーダ抵抗を接続してくだ
さい。



(参考)

形MY4 AC100/110Vでのブリーダ抵抗

浮遊容量(μF)	抵抗値(kΩ)	ワット数(W)
0.05以下	不要	
0.05 ~ 0.15	7	2
0.15 ~ 0.17	6	2.5
0.17 ~ 0.19	5	3
0.19 ~ 0.23	4	4
0.23 ~ 0.30	3	5
0.30 ~ 0.42	2	8
0.42以上	1	15

形MY4 AC200/220Vでのブリーダ抵抗

浮遊容量(μF)	抵抗値(kΩ)	ワット数(W)
0.01以下	不要	
0.01 ~ 0.12	8	8
0.12 ~ 0.14	7	9
0.14 ~ 0.15	6	10
0.15 ~ 0.18	5	12
0.18以上	4	15

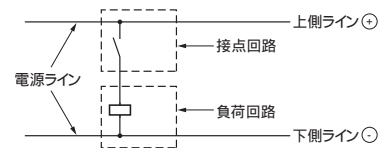
注1. CVVケーブルの場合：導体公称断面積2mm²(7芯)、線間浮遊容量0.15 ~ 0.25(μF/km)

注2. 抵抗のワット数は、参考値です。必ず実使用回路で、ご確認ください。

③- -9 「シーケンス回路を構成する場合」

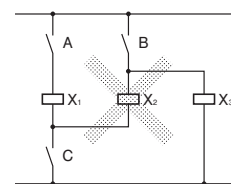
シーケンス回路を構成する場合、回り込みによる誤動作などの異
常動作とならないようにしてください。

シーケンス回路を作成する際のポイントとして下図のように2本
の電源線のうち必ず上側のラインを+、下側のラインを-(交流
回路であっても同じ考え方をしてください)とし、必ず+側に接
点回路(リレー接点など)を接続するようにしてください。

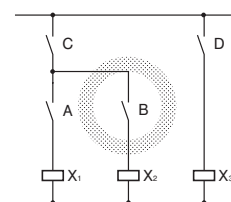


また、-側に負荷回路(リレーコイル、タイマコイル、マグネット
コイル、ソレノイドなど)を接続するようにしてください。

下図は、回り込み回路の例です。接点A、B、Cが閉じて、リレー
X₁、X₂、X₃が動作した後、接点B、Cが開くとA X₁ X₂ X₃
の直列回路が形成され、リレーのうなり、復帰不良の原因となりま
す。



下図は上図を修正した正しい回路例です。なお、直流回路におい
ては、ダイオードによる回り込み防止が可能です。



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

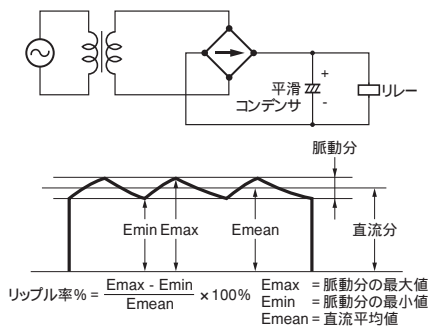
③- -10 「動作・復帰電圧、動作復帰時間などの各特性が重要である場合」

動作・復帰電圧、動作・復帰時間などの各特性が重要である場合は、当社営業担当者までご相談いただき仕様書などによる確認をお願いいたします。

③- -11 「直流操作形リレー使用の場合

(1) 入力電源のリップルについて」

直流操作形のリレーの操作電源は、リップル率5%以下の電源をご使用ください。コイルへの直流印加電圧のリップル、脈流が増大は、うなりの原因となります。



③- -12 「直流操作形リレー使用の場合

(2) コイル極性について」

カタログの各リレーの端子No.と印加電源の極性をご確認の上、正しく接続してください。

コイルへのサージキラー用ダイオードを付加したリレーや動作表示付きリレーなどの場合、コイル印加電源の極性を逆接続するとリレーの動作不良、ダイオードの破壊、動作表示灯の不点灯の原因となります。また、ダイオード付きリレーの場合は、回路短絡の発生により回路内の機器の破損の原因となります。

なお、永久磁石を磁気回路に使用した有極リレーの場合、コイルへの印加電源を逆接続した場合、リレーは動作しません。

③- -13 「直流操作形リレー使用の場合

(3) コイル印加電圧不足について」

コイルへ印加する電圧が不足しますと、リレーが動かないか、あるいは動作不安定となり、接点の耐久性低下や溶着などの接点障害の原因となります。

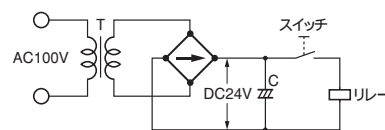
特に大型モータなど、電源投入時に大きな突入電流が発生する負荷を動作させた瞬間に、リレーコイルへの印加電圧が低下する場合があります。

また、電圧不足状態にてリレーが動作している場合は、仕様書およびカタログなどで規定しているスペック未達の振動・衝撃値でもリレーが誤動作する原因となります。従って、リレーのコイルへは、定格電圧を印加してください。

③- -14 「交流操作形リレー使用の場合

(1) 入力電源の電圧振動について」

電源電圧の変動は、各リレーが完全に動作できる電圧がコイルへ印加されるようにしてください。リレーが完全に動作しない電圧をコイルに印加(連続印加)した場合、コイルが異常発熱し、コイル焼損の原因となります。また、リレーの操作回路の電源と同じラインにモータ、ソレノイド、トランスなどが接続されていると、それらが動作したとき電源電圧が低下し、そのためリレーの接点がバイブレーションを起こして接点の焼損、溶着、あるいは自己保持はずれの原因となります。特に、小型トランスを介しているときやトランスの容量に余裕のないとき、配線の長い場合、あるいは家庭用、商用などで配線の細い場合などもこのような使い方になります。このようなトラブルが発生した場合には、電圧の変化状況をシンクロスコープなどで正しく調整し、その対策を講じるとともに、それらに適したリレーを採用するか、直流回路に変換して下図のような回路でコンデンサによる電圧変動の吸収を実施してください。



③- -15 「交流操作形リレー使用の場合

(2) 動作時間について」

動作時間のばらつきが問題とならない回路設計を実施してください。

交流操作形リレーの場合は、コイル入力電圧の投入位相によって動作時間がばらつきます。小型のもので約半サイクル(10ms)のばらつきがあり、大型のもので約1サイクル(20ms)のばらつきがあります。

③- -16 「交流操作形リレー使用の場合

(3) コイル印加電圧波形について」

交流操作形リレーでは、コイルに印加する電圧は正弦波(sine curve)であることが必要です。商用電源をそのままコイルへ印加する場合は問題ありませんが、インバータ電源を使用した場合、その装置の波形歪みによってうなりやコイルの異常発熱の原因となります。

交流コイルは、くま取りコイルによってうなりを停止する構造となっていますが、これは、波形歪みがこの現象を起こさせないようにするためです。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

③- -17 「ラッチングリレー使用の場合」

(1) 直流操作形ラッチングリレーのコイル極性について

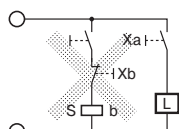
カタログの各リレーの端子No.と印加電源の極性をご確認の上、正しく接続してください。

直流操作形のラッチングリレーの場合、印加電圧極性が逆になると、誤動作やセット不良、リセット不良の原因となります。

③- -18 「ラッチングリレー使用の場合」

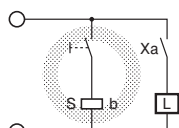
(2) 駆動回路について

自己接点での励磁は正常な保持をしない原因となります。下図のような回路では、使用しないでください。



□b : ラッチングリレー
Xb : ラッチングリレーb接点
Xa : ラッチングリレーa接点
S : セットコイル

下図のようにしてください。



□b : ラッチングリレー
Xa : ラッチングリレーa接点
S : セットコイル

③- -19 「ラッチングリレー使用の場合」

(3) セット、リセットコイルへの同時印加について

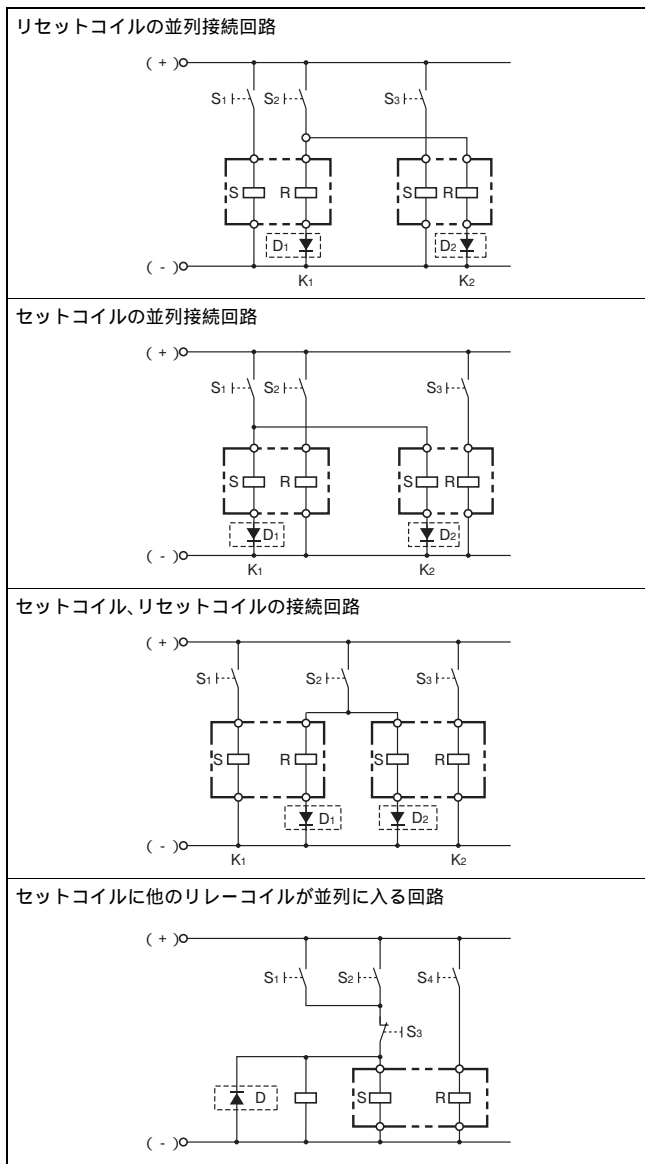
セットコイルとリセットコイルへの電圧の同時印加はしないでください。セットコイルとリセットコイルへ同時に長時間電圧を同時印加された場合、コイルの異常発熱や焼損あるいは異常動作などの原因となります。

③- -20 「ラッチングリレー使用の場合」

(4) 直流入力回路設計について

セットコイルあるいはリセットコイルに並列に他のリレーのコイルやソレノイドを接続した場合、リレーのコイルやソレノイドの逆起電圧により動作不良の原因となります。対策としては、回路変更または下図のようにダイオードを接続してください。

回路上の注意



③- -21 「ラッチングリレー使用の場合」

(5) ラッチングリレーの保持力の経時減衰について

磁気保持形ラッチングタイプリレーをセットのまま長期間使用された場合、磁気力は経年変化により減衰し、保持力の低下によりセット状態が解ける場合があります。これは半硬質磁性材料の性質でもあり、経過時間に対する減衰率は周囲環境(温度、湿度、振動、外部磁界の有無)により異なってきます。1年に1回以上メンテナンス(一度リセットし再び定格電圧を印加してセットさせる)を実施してください。(対象機種: 形G2RK、形MYK、形G2AK、形MKK)

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

③- -22 「負荷開閉ひん度について」

負荷開閉の可能な動作ひん度は、負荷の種類・電圧・電流によって異なりますので、必ず実機にてご確認ください。負荷開閉が不可能な高ひん度開閉を実施された場合、接点間のアーク接続・短絡により開閉不能の原因となります。

③- -23 「交流負荷開閉における位相同期について」

開閉時の位相はランダムになるように開閉ください。リレーの駆動タイミングと負荷電源の位相が同期した場合、接点溶着、ロッキングなどの接触障害の原因となります。実機での確認を行ってください。

カタログ記載の定格値は、ランダム開閉によるものです。

実装設計**④- -1 「リード線径について」**

接続に関しては、負荷電流の大きさで線径が決定します。目安として下表に示す断面積以上のリード線をご使用ください。リード線が細い場合、リード線の異常加熱により焼損の原因となります。

	許容電流 (A)	断面積 (mm ²)
一般リレー	6	0.75
プリント基板用 リレー/ MOS FETリレー	10	1.25
	15	2
	20	3.5

④- -2 「ソケットを用いた場合」

リレーとソケットの定格を確認いただき、低い側の定格内にてご使用ください。リレーとソケットの定格値が異なっている場合があり、高い側の定格で使用されますと、接続部の異常発熱、焼損の原因となります。

④- -3 「取りつけ方向について」

機種により取りつけ方向を指定しているものがありますので、カタログにて確認の上、正しい取りつけ方向でご使用ください。

④- -4 「マイコンなどが近接する場合」

マイコンなど外来ノイズに弱い機器が近接する場合、ノイズ対策を考慮したパターン設計や回路設計を実施してください。マイコンなどを使用してリレーを駆動し、リレー接点で大電流を開閉する場合、アークにより発生するノイズがマイコンの誤動作の原因となります。

④- -5 「ラッチングリレーの実装について」

同一パネル、基板上的他の機器 リレーなど から動作、復帰時に発生する振動、衝撃がカタログ記載値を超えないようにしてください。ラッチングリレーのセット またはリセット 状態がはずれる原因になります。

ラッチングリレーは、リセット状態にて納入しておりますが、異常な振動、衝撃が加わった場合、セット状態になっていることがあります。必ず、ご使用時にあらかじめリセット信号を印加した後で使用ください。

④使用環境および保管環境に関して**④-1 「使用・保管・輸送環境について」**

使用・保管・輸送時は直射日光を避け、常温・常湿・常圧に保ってください。

- 高温多湿の雰囲気中で長期間放置あるいは使用すると接点表面に酸化皮膜や硫化被膜が生成され、接触不良などの不具合の原因となります。

- 高温多湿の雰囲気中で周囲温度が急激に変化するとリレー内部で結露が発生し、この結露により絶縁不良や絶縁材料表面でのトラッキング 通電現象 による絶縁劣化が発生する場合があります。

また湿度の高い雰囲気中において、比較的大きなアーク放電がともなう負荷開閉ではリレー内部に青緑色の腐食生成物が発生する場合があります。これらを防ぐために、湿度の低い雰囲気中での使用をおすすめします。

- リレーを長期にわたって保管された後使用される場合は、通電検査を実施後使用ください。リレーを全く使用しないで保管しておくだけでも、接点表面の化学的変化などにより接触不安定や接触障害が発生したり、端子のはんだ付け性が低下したりする場合があります。

④-2 「使用雰囲気について」

- 引火性ガスや爆発性ガス雰囲気中では、絶対に使用しないでください。リレー開閉時に発生するアークや発熱により発火、爆発を誘発する恐れがあります。

- 周囲に塵埃の存在する雰囲気での使用はしないでください。リレー内部に塵埃が浸入し接点接触不良発生の原因となります。やむを得ずこのような雰囲気中で使用する場合、リレーを密封したプラスチックシールタイプ、金属ハーメチックシールタイプのものを検討ください。

④-3 「悪性ガス(シリコン、硫化ガス、有機ガス) 雰囲気中での使用について」

周囲にシリコンガスや硫化ガス(SO₂、H₂S)、有機ガスの存在する雰囲気での使用はしないでください。

硫化ガスや有機ガス雰囲気中でリレーを長期間放置あるいは使用される場合、接点表面が腐食し接触不安定や接触障害が発生したり、端子のはんだ付け性が低下する場合があります。

また、シリコンガス雰囲気中リレーを長期間放置あるいは使用される場合、接点表面にシリコン皮膜が生成して接触不良の原因となります。

なお、以下の表の処理を行うと悪性ガスの影響が低減されます。

項目	処理
外箱・ハウジング部	パッキンなどを用いたシール構造にする。
リレー	プラスチックシールリレー(ただし、シリコン雰囲気中は除く)あるいはハーメチックシールリレーを使用する。
基板・銅箔部	コーティング処理をする。
コネクタ部	金メッキ、あるいはロジウムメッキ処理をする。

④-4 「水や薬品、溶剤、油の付着について」

水や薬品、溶剤、油がかかる雰囲気中での使用・保管はしないでください。リレーに水や薬品がかかった場合、さび・腐食・樹脂の劣化及びトラッキングによる焼損の原因となります。また、シンナーやガソリンなどの溶剤付着は、マーキング消えや部品劣化の原因となります。

透明ケース ポリカーボネイト製 に油が付着すると、ケースの白濁あるいはケースにクラック ひび割れ が発生する原因となります。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

④-5 「振動・衝撃について」

定格値以上の振動・衝撃が、リレーに加わることはないようにしてください。

異常な振動・衝撃が加わると誤動作の原因となるだけでなく、リレー内部の部品の変形、破損などにより動作不良の原因となります。なお、リレーに異常な振動を加えないためにも、振動を発生する機器類（モータなど）の影響を受けない場所、方法にて取り付け（実装）ください。

④-6 「外部磁界について」

800A/m以上の外部磁界の存在する場所では使用はしないでください。

強い外部磁界の存在する場所で使用されますと誤動作の原因となります。

また、閉閉時に接点間に発生するアーク放電が磁界により押し曲げられ、せん絡し、絶縁不良を生じる原因となります。



④-7 「外部荷重について」

リレーに外部からの荷重が加わる状態での使用あるいは保管はしないでください。リレーの初期性能を保てない原因となります。

④-8 「磁性粒の付着について」

リレーを磁性粒の多い雰囲気中で使用しないでください。

磁性粒がケースに付着することにより性能を維持できない原因となります。

⑤ リレーの実装作業に関して

ソケット用リレー

⑤-1 「表面接続ソケットについて」

(1) ソケット取り付けねじ

表面接続ソケットは、取り付け穴加工後、ねじでゆるみのないように取り付けてください。

ソケット取り付けねじにゆるみがあると、振動・衝撃でソケットやリレーがはずれたり、リード線がはずれる原因となります。

35mm幅 DIN規格レールにワンタッチで取り付けられる表面接続ソケットも用意しています。

(2) リード線のねじ締め接続

リード線のねじ締め接続は、以下のトルクにて実施ください。

M3 ねじソケット : 0.78 ~ 1.18N・m

M3.5 ねじソケット : 0.78 ~ 1.18N・m

M4 ねじソケット : 0.98 ~ 1.37N・m

この値は、圧着端子使用時における推奨となります。

表面接続ソケットでねじ締め接続をされる場合、ねじ締めが不十分だとリード線がはずれたり、接触不良により、異常発熱または発火の原因となります。また締め過ぎるとねじ山つぶれの原因となります。

(3) リレーとソケットの確実な接続を維持するために保持金具をご使用ください。

異常な振動・衝撃が加わった場合、リレーがソケットからはずれる原因となります。

⑤-2 「リレーの抜き差し方向について」

リレーとソケットとの抜き差しは、ソケット表面に対して垂直方向に行ってください。

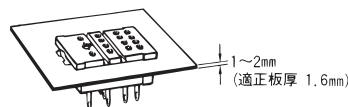


リレーを斜めに抜き差ししますと、リレー本体の端子の曲がりや、ソケットとの接触不良などの障害の原因となります。

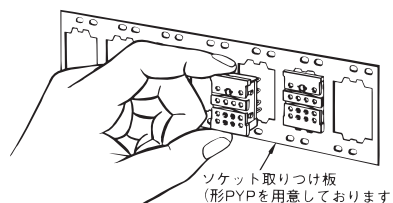
⑤-3 「裏面接続ソケットについて」

下記の点に注意し正しく取り付けください。

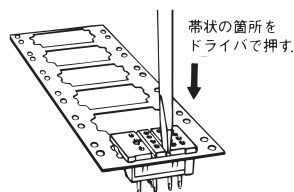
裏面接続ソケット(形PY/PT)はワンタッチ取り付けです。(パネルの板厚は1~2mmをご使用ください。)



(1) 加工した取り付け穴に端子の配線側を裏面にして挿入してください。

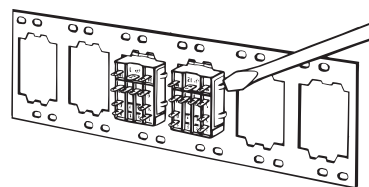


(2) 取り付け用金具の帯状の箇所を側面の突起がパネルの裏面に出るまでドライバなどで押してください。



(3) 4カ所の突起がすべて裏面に現われたら取り付けは完了し、ソケットは固定されます。

(4) 取りはずしの場合は取り付け金具の突起をソケット側面に押しながらソケット全体を裏面(配線側)から軽く押すと、パネルから取りはずすことができます。



取り付けパネルの板厚が適切でない場合や取り付け方法に誤りがあると、ソケットが取り付けできなかったり、はずれたりする原因となります。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

⑤- -4 「ラッピング端子用ソケットへの配線について」

右表をご参照いただき、正しく取りつけてください。
配線方法が不適切の場合、リード線はずれの原因となります。

項目 形式	巻きつけ 状態	形名 (ピット)	使用ワイヤ		リード線の 被覆むき長さ (mm)	有効巻数 (回)	標準端子 (mm)	引抜き (kg)	適合ス リーブ
			AWG						
形PY QN	被覆 1回巻	21-A	26	0.4	43~44	約8	1×1	3~9	1-B
		22-A	24	0.5	36~37	約6			
		23-A	22	0.65	41~42				
形PT QN	普通巻	20-A	20	0.8	37~38	約4	1.0×1.5	5~15	20-B

注. 形PY QNは使用ワイヤ 0.65で6回巻きつけ可能です。
形PT QNは使用ワイヤ 0.8で4回巻きつけ可能です。

⑤- -5 「端子のはんだ付けについて」

一般リレーにおいてははんだ付けは、下記の注意に従い、手はんだ付けにて行ってください。

- こて先の平滑仕上げをした後、はんだ付けを行ってください。
- ・はんだ: JIS Z3282, 1160A, または1163Aのやに入肌ロジン系)
- ・はんだこて: 30~60W
- ・こて先温度: +280~+300
- ・はんだ時間: 3秒以内



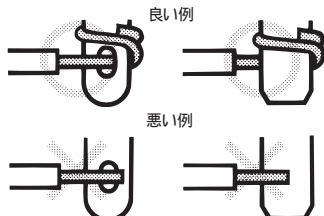
フラックスはリレーの構成材の適合性から非腐食性のロジン系をご使用ください。
フラックスの溶剤は化学作用の少ないアルコール系をご使用ください。

なお、上図のように、はんだに切断面をいれてフラックスの飛散を防止したものがあります。

なお、端子のはんだ付け時には、はんだ・フラックス・溶剤などがリレー端子以外の部分に付着しないようにしてください。
はんだ・フラックス・溶剤がリレー内部に侵入して絶縁劣化や接触不良の原因となります。

⑤- -6 「リード線のリレー端子へのカラゲについて」

リード線のリレー端子のカラゲは端子に巻きつけるように行ってください。



リード線をリレー端子へはんだ付けする場合、カラゲが不十分ですと、弱い引っ張りや振動、衝撃でリード線がはずれる原因となります。

なお、タブ端子へのリード線のはんだ付けは絶対に行わないでください。

⑤- -7 「リード線の長さおよび端末処理について」

配線にはリード線に適度の余裕をもたせ、端子に無理な力(約20N以上)が加わらないようにしてください。また、ヒゲなどによる短絡のないよう端末処理を行ってください。



⑤- -8 「保持具について」

保持具の取り付け、取りはずしにおいては、保持具が変形しないようにしてください。また一度変形した保持具は使用しないでください。

リレーに過度の力が加わり特性を維持できなかつたり、逆に十分な保持力が得られず、リレーのゆるみによる接触不良などの障害の原因となります。

プリント基板用リレー

⑤- -1 「超音波洗浄について」

超音波洗浄対応形でないリレーの超音波洗浄は実施しないでください。超音波洗浄された場合、超音波によるリレー内部構成品の共振による接点スティッキング、コイル断線の原因になります。

共通項目

⑤- -1 「タブ端子へのはんだ付け禁止について」

タブ端子へのリード線のはんだ付けはしないでください。リレーの構造変形およびフラックスの浸入による接触不良の原因になります。

⑤- -2 「ケース取りはずし、端子カットについて」

ケースの取りはずしや端子カットは絶対にしないでください。ケースの取りはずしや、端子カットは、初期性能を損なう原因になります。

⑤- -3 「端子を変形させた場合」

誤って変形させた端子を無理に修正して使用しないでください。このような場合、リレーに無理な力が加わり、初期性能が維持できなくなります。

⑤- -4 「リレーの交換 配線作業について」

リレーを交換・配線作業をする際には、必ずコイルおよび負荷側の電源をOFFにして、安全をご確認の上作業を実施してください。

⑤- -5 「コーティング、パッキングを実施する場合」

リレー内部にフラックス、コーティング剤、パッキング樹脂などが流れ込まないようにしてください。リレー内部にフラックス、コーティング剤、パッキング樹脂などが侵入すると、接触不良、動作不良などの原因になります。

コーティング・パッキングを実施する場合は、プラスチックシールド形リレーをご使用ください。

また、コーティング剤、パッキング樹脂はシリコンを含まないものをご使用ください。

コーティング剤の種類

種類	項目 プリント基板への可否	特徴
エポキシ系	可	絶縁性良好。 作業性にやや難点がある。
ウレタン系	可	絶縁性、塗布作業良好。 溶剤がシンナー系のものが多いので作業時リレーに付着しないこと。
シリコン系	否	絶縁性、塗布作業良好。 シリコンガスが、リレー接触不良の原因になる。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

⑥ リレーの取り扱いに関して

⑥-1 「振動・衝撃について」

リレーは、精密部品ですので実装前後にかかわらず、規格値を超える振動・衝撃を加えないでください。保証可能な振動・衝撃値はリレー個別に定めていますので、カタログの各リレーの項をご確認ください。

リレーに異常な振動・衝撃を加えられたりした場合、初期の性能を維持できなくなります。

また、スティック包装状態においても同様に定格値を超える振動・衝撃を加えないでください。

⑥-2 「テストボタンについて」

テストボタンに誤って触れますと接点がONしますので注意してください。

テストボタンは、回路の導通チェックなどの確認のためにご使用ください。

⑦ プリント基板用リレーに関して

⑦-1 「プリント基板の選定

(1) 基板の材質

基板の材質には、大きく分けてエポキシ系とフェノール系があります。それぞれ下記のような特長があります。用途や経済性を考慮の上選定ください。リレー搭載基板としては、ハンダクラック対策の面からもエポキシ系をおすすめします。

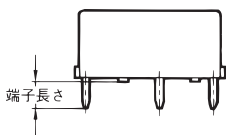
項目	エポキシ系		フェノール系
	ガラス布基材エポキシ (GE)	紙基材エポキシ (PE)	紙基材フェノール (PP)
電気的特性	・絶縁抵抗が高い。 ・吸湿による絶縁抵抗の低下が少ない。	GEとPPの間	初期は高い絶縁抵抗をもっているが、湿気により低下しやすい。
機械的特性	・温・湿度による寸法変化が小さい。 ・スルーホール基板、多層基板に適す。	GEとPPの間	・温・湿度による寸法変化が大きい。 ・スルーホール基板に適さない。
経済性	高価	やや高価	安価
用途	高信頼性を必要とする場合など	GEとPPの中間的な用途	環境が比較的良く配線密度の少ない場合など

⑦-2 「プリント基板の選定

(2) 基板の厚さ

基板の大きさ、基板に実装する部品の重量、基板の取り付け方法、使用温度などにより基板のそりが発生すると、リレー内部の機構が歪みを生じ、規定の性能を劣化させる原因となります。従って、材質も考慮した上で板厚を決定してください。

基板の厚みは、 $t=0.8, 1.2, 1.6, 2.0\text{mm}$ が一般的ですが、リレーの端子長さを考慮した場合、 1.6mm が最適です。



⑦-3 「プリント基板の選定

(3) 端子穴径およびランド径

穴径およびランド径は、使用のリレーのプリント基板加工寸法図をもとの下表を目安に選定してください。ただし、スルーホールメッキ処理のランド径は、下表の値よりも小さくすることが可能です。

穴径 (mm)		最小ランド径 (mm)
公称値	公差	
0.6	±0.1	1.5
0.8		1.8
1.0		2.0
1.2		2.5
1.3		2.5
1.5		3.0
1.6		3.0
2.0		3.0

⑦-4 「取り付け間隔について」

周囲温度

リレーの取り付け間隔は、個別カタログをご確認の上、個別に取り付け間隔を規定されているものについては、必ず規定値以上の間隔をあけて実装ください。

リレーを2個以上取り付けると、相互作用により異常に発熱する場合があります。また、カードラック取り付けなどにより基板を多数枚重ねて取り付ける場合も同様に温度の異常上昇の原因となります。リレーの取り付けにおいては、熱がこもらないように間隔をあけて、リレーの周囲温度が規定の使用温度範囲内になるようにしてください。

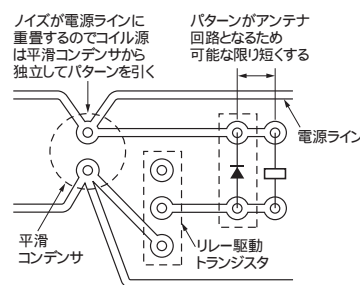
相互磁気干渉について

リレーを2個以上取り付けると、個々のリレーから発する磁界が干渉することにより、リレーの特性が変化する場合があります。必ず、実機にてご確認の上、ご使用ください。

⑦-5 「ノイズ対策のためのパターン設計について」

コイルからのノイズ

コイルをオフ時、コイル両端に逆起電力が発生して、スパイク状のノイズが発生しますので、サージ吸収用ダイオードを接続ください。また、ノイズ伝播を少なくするための回路例を以下に示します。



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

接点からのノイズ

接点部でモータ、トランジスタなどサージを生ずる負荷を開閉している場合は、電子回路にノイズを伝達する可能性がありますので、パターン設計時に以下の3点を考慮ください。

1. 接点部のパターンに信号伝達用パターンを近づけない。
2. ノイズ源となるパターンは、長さを短くする。
3. グランドのパターンを設けるなどして電子回路から遮へいする。

高周波用パターン

取り扱う周波数が高くなると、パターン相互の干渉も大きくなります。従って、ノイズ対策を考慮した高周波用パターン形状、ランド形状を設計ください。

⑦-6「ランド形状について」

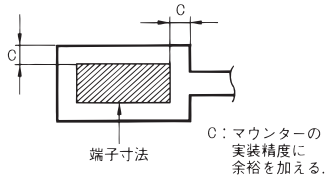
(1) はんだフィレットが均一になるためにランド部は、銅箔パターンの中心線上になるようにしてください。

良い例	
悪い例	

(2) 自動はんだ後、手はんだ付けによる部品およびリレーを後付けする場合は、ランドの一部に切り欠け部を設けることで、端子穴を確保できます。

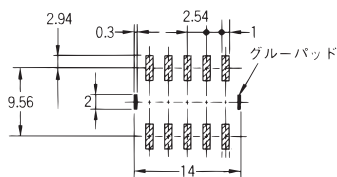


(3) 表面実装用リレーの場合、マウンターの実装精度を考慮してランドの寸法を決定ください。



パッド寸法は個別にカタログをご覧ください。

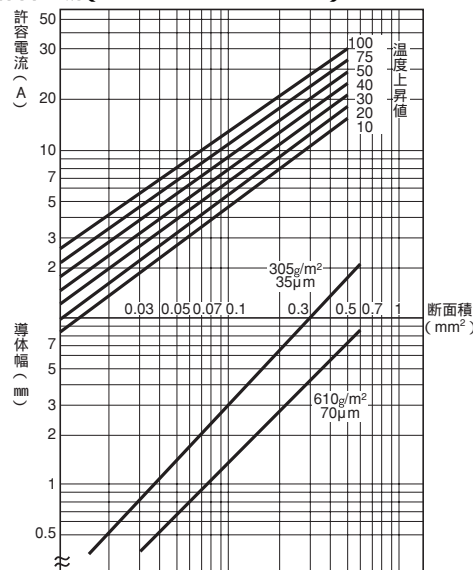
【例】形G6H-2Fのパッド寸法



⑦-7「パターンの導体幅および厚さについて」

銅箔の厚みは、基準として35 μ m、70 μ mがあり、導体幅は通電電流と許容温度上昇により決定されます。簡易的な目安として下記グラフをご活用ください。

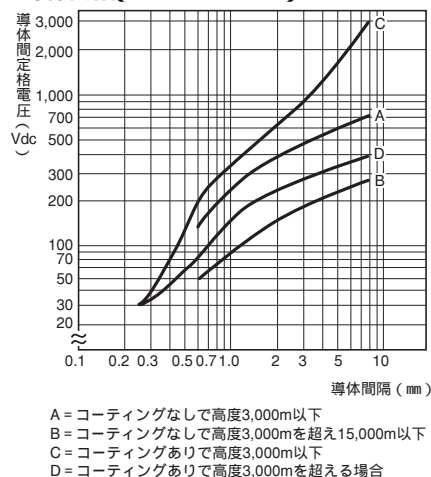
導体幅と許容電流(IEC Pub326-3による)



⑦-8「パターンの導体間隔について」

導体間隔は、絶縁特性およびそれにかかわる環境ストレスの度合いなどにより決定されます。一般的には、各グラフを参考にしてください。ただし、安全規格(電気用品安全法、UL、CSA、VDEなど)に従って製作される場合には、それらの規格が優先されます。また、導体間隔を大きくとる方法として、多層基板を使用する方法もあります。

使用電圧と導体間隔(IEC Pub326-3)



A = コーティングなしで高度3,000m以下
 B = コーティングなしで高度3,000mを超え15,000m以下
 C = コーティングありで高度3,000m以下
 D = コーティングありで高度3,000mを超える場合

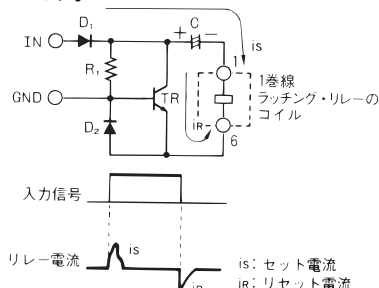
⑦-9「プリント基板の固定方法について」

プリント基板は、外部振動・衝撃が基板と共振することにより増幅したり、振動持続時間が長くなる場合があります。下表を考慮した固定方法を実施ください。

取り付け状態	対策
ラック取り付け	ガタのないガイドにする。
ねじ取り付け	<ul style="list-style-type: none"> ・ねじでしっかりと取り付ける。 ・リレー取り付けなどの重量物は、ねじ締めつけ部の周辺に配置する。 ・音響製品などのショックノイズを嫌うものは、締めつけ部にゴムワッシャなどの緩衝材を入れる。

⑦-10 「1巻線ラッチングリレーの省消費電力ドライブ回路例」

- ・通常の開閉入力パルスで一般のリレー的機能とするドライブ回路例です。
- ・セット時は、D₁、C、ラッチングリレー、D₂を介してCの突発的充電電流にてリレーをセットさせます(ラッチさせる)。
- ・リセット時は、TR、C、ラッチングリレーを介してCの放電電流で行うものです。



注. 使用に関してはセット、リセット状態を確認の上、回路定数を考慮してください。

⑦-11 「プリント基板用リレーのはんだ付け条件について」

詳細は、「電子・機構部品 総合カタログ」(カタログ番号:SAOO-213)をご参照ください。

自動はんだ付け

- ・はんだ温度: 約250 (DWSの場合は、約260)
- ・はんだ時間: 5秒以内(DWSの場合は、1回目2秒、2回目3秒)

手はんだ付け

- ・はんだごて: 30 ~ 60W
- ・こて先温度: 280 ~ 300
- ・はんだ時間: 3秒以内

⑧故障解析

下記にリレーの動作がおかしいときの故障解析表を掲載します。下表に従って、一度回路などのチェックを実施ください。なお、回路チェックで異常が無い場合で、故障がリレーに起因すると考えられる際には、当社営業担当にお問い合わせください。(リレーの分解は実施しないでください。故障原因が特定できなくなります。)

リレーは、コイル部・接点部・鉄芯部・その他の機構部から構成されていますが、これらのうち最もトラブルが多いのが接点部で、次いでコイル部です。

しかし、これらのトラブルは使用方法や使用条件による外的な要因で発生する場合がほとんどで、使用前の十分な検討と正しい選択によりその多くを防止することが可能です。

下表に、リレーに関する主な故障モードを取りあげ、原因の推定と対策を示します。

故障	原因	対策
(1)動作不良	コイル定格電圧の選定誤り 配線不良 入力信号の不到来 電源電圧の降下 回路電圧の降下 (特に隣接大型機器の動作時、または長距離配線時注意) 使用周囲温度の上昇に伴う動作電圧(感動電圧)の上昇(特に直流形) コイル断線	定格電圧の見直し コイル端子間の電圧確認 コイル端子間の電圧確認 電源電圧の確認 回路電圧の確認 リレーの単独動作テスト ・焼損による場合は(3)項参照 ・電気腐食作用による場合はコイル電圧の印加極性確認
(2)復帰不良	入力信号しゃ断不良 迂回路によるコイルへの電圧印加 半導体回路などの組み合わせ回路による残留電圧 コイルとコンデンサ並列接続による復帰の遅延 接点の溶着	コイル端子間の電圧確認 コイル端子間の電圧確認 コイル端子間の電圧確認 コイル端子間の電圧確認 溶着については(4)項参照
(3)コイル焼損	コイル印加電圧の不適合 コイル定格電圧の選定誤り コイルの層間短絡	コイル端子間の電圧確認 定格電圧の見直し 使用雰囲気の確認
(4)接点溶着	接続負荷機器の過大(接点容量の不足) 開閉ひん度の過大 負荷回路の短絡 うなりによる接点の異常開閉 規定耐久回数到来	負荷容量の確認 開閉回数の確認 負荷回路の確認 (7)項うなり参照 接点定格の確認
(5)接触不良	接点表面の酸化 接点の摩耗、劣化 取り扱い不良による端子ズレや接点ズレ	・使用雰囲気の確認 ・リレー選択の見直し 規定耐久回数到来 取り扱い注意 ・耐振動、衝撃 ・はんだ作業
(6)接点の異常消耗	リレー選定の不適合 負荷機器への配慮不足(特に、モータ負荷、ソレノイド負荷、ランプ負荷) 接点保護回路なし 隣接接点間の耐圧不足	選定の見直し 選定の見直し 火花消弧回路などの追加 リレー選定の見直し
(7)うなり	コイル印加電圧の不足 電源リップルの過大(直流形) コイル定格電圧の選定誤り 入力電圧の緩慢な上昇 鉄芯部の摩耗 可動鉄片と鉄芯間に異物混入	コイル端子間の電圧確認 リップル率の確認 定格電圧の見直し 回路の追加変更 規定耐久回数到来 異物の除去

「制御機器の正しい使い方」(NECA発行)制御用リレー編より抜粋

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

ターミナルリレー 使用上の注意

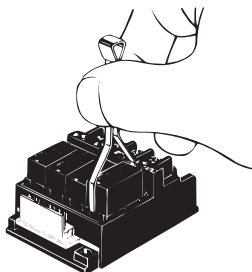
各商品個別の注意事項は、各商品ごとの「正しくお使いください」をご覧ください。

取り付けについて

多数個を連結して取り付けられる場合には、リレーの自己発熱も考慮し55℃以下になるよう、間隔を開けるなどの方法で使用してください。(形G3S4タイプは80℃)

リレーの交換について

- ・形G6B-4CB、形G6B-4ND、形G3S4タイプは、右図のようにリレーを取りはずし工具(形P6B-Y1)を使用してください。
- ・形G6D-F4B/-4B、形G3DZ-F4B/-4Bは、ターミナルリレーについている取りはずし工具を使用してください。
- ・リレーを交換する場合は、必ず電源を切った状態で行ってください。
- ・リレー取り付け時には、リレー端子がソケットコンタクトピンに確実に挿入されるよう垂直に挿入してください。
- ・形G6B-48BND(高信頼性形)は信頼性を高めるため基板へ直接はんだづけしているためリレーの交換はできません。
- ・異種電圧仕様のリレーの混在はできません。

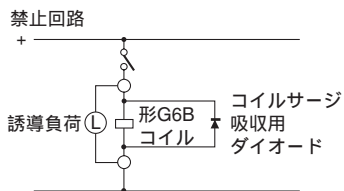


配線について

入力側の+、-の極性に注意してください。また、形G3S4-Dタイプには出力側にも極性がありますので注意してください。

コイル印加電圧について

- ・コイル印加電圧が最大許容電圧を超え連続印加されることがないようにしてください。
- ・コイル入力に平行して他の誘導負荷が接続されるなど、電源中にサージが含まれている条件下での使用はしないでください。サージ吸収用ダイオードが破損いたします。



取り扱いについて

- ・製品を落下させたり、異常な振動衝撃または、端子に必要以上の力を加えたりしないようにしてください。
- ・使用時にあらかじめリレーの浮き上がりが確認してください。

取り付けねじの締めつけについて

- ・端子ねじの締めつけトルク
0.78~1.18N・m
- ・パネルなどに直接ねじ止めする場合
0.59~0.98N・m

設置場所について

故障や誤動作の原因となりますので、下記の場所には設置しないでください。

- ・直射日光が当たる場所。
- ・周囲温度が0~55℃の範囲を越える場所。
- ・相対湿度が10~90%の範囲を越える場所、温度変化が急激で結露するような場所。
- ・腐食性ガスや可燃性ガスのある場所。
- ・じん埃、塩分、鉄粉が多い場所。
- ・本体に直接振動や衝撃が伝わる場所。
- ・水、油、薬品などの飛沫がある場所。

分解について

分解したり修理・改造は行わないでください。正常な動作の妨げとなり、感電などの危険を伴う場合があります。

搭載リレーについて

ターミナルリレー形式	搭載リレー形式
形G6D-4B/-F4B	形G6D-1A-ASI
形G6DZ-4B/-F4B	形G3DZ-2R6PL
形G6B-4CB	形G6B-2114P-US
形G6B-4BND 形G6B-4FB1ND 形G6B-4FPND	形G6B-1114P-FD-US
形G6B-47BND	形G6B-1174P-FD-US

- 注1. 形G6B-48BNDのリレー交換はできません。
注2. ソケットの電圧仕様とリレーの電圧仕様は必ず合わせてください。
注3. 異種電圧仕様のリレーの混在はできません。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート・
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

一般リレー Q&A

Q1 微小負荷開閉に適したツイン接点のリレーの形式を教えてください。

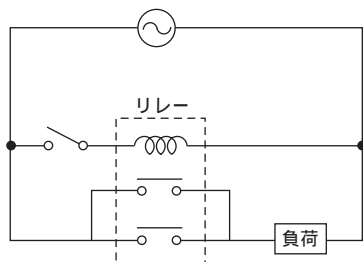
A1 微小負荷開閉には、信頼性の高いクロスバ・ツイン接点、またはツイン接点のリレーをおすすめします。

代表的なシリーズ名

- 形G2Aシリーズ、形MY4Z-CBGシリーズ
..... クロスバ・ツイン接点
- 形MY4Zシリーズ、形MK ZPシリーズ
..... ツイン接点

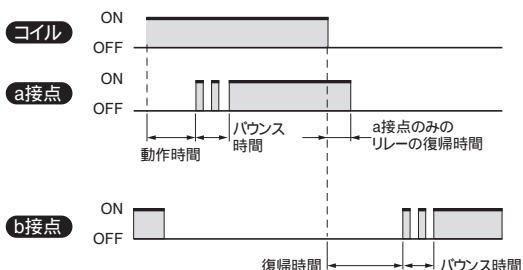
Q2 リレー接点を2個、並列に接続すると開閉容量は2倍になりますか？

A2 2倍にはなりません。実際に2つの接点があつても同時にON/OFFするとは限りませんので(タイミングが多少ズレます)瞬間的に1つの接点に全負担がかかってしまうことになります。



Q3 動作時間、復帰時間はバウンス時間を含んだ値ですか？

A3 バウンス時間は含んでいません。
動作時間 コイルに通電してから a 接点(メイク接点)がONするまでの時間。
復帰時間 コイルを OFF して a 接点(メイク接点)が OFF するまでの時間(c 接点の場合、b 接点に付くまでの時間)



Q4 コイル電圧AC100(110)Vの機種(X)の意味を教えてください。

A4 AC100(110)Vについては、コイルが3定格品であることを示しています。

- 3定格
 - AC100V 50Hz
 - AC100V 60Hz
 - AC110V 60Hz
- ちなみにAC100/110Vとなると、4定格品となり、AC110V 50Hzも定格となります。
 形MY、形LYシリーズなどに4定格品があります。

Q5 微小負荷領域での接触信頼性の考え方を教えてください。

A5 微小負荷を開閉する場合、接点の接触抵抗が問題とされることがあります。偶発的に高い接触抵抗値が生じて、次の動作で回復したりします。また、接点被膜の生成などにより接触抵抗値が上がることもあります。接触抵抗値について、その値を故障とするかどうかは、使用回路に問題が生じるかどうかで判断します。このため、リレーの接触抵抗の故障の基準は初期値のみ規定し、最小適用負荷はひとつの目安としてP水準(参考値)などで故障率を表現しています。なお、リレーの接点には微小負荷開閉に適したものと、そうでないものがあります。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

一般リレー 参考資料

外部条件、環境、雰囲気のリレーに対する影響

コイルについて

電源との関係

(1) 直流リレーでは、

$$\text{コイル電流} = \frac{\text{印加電圧}}{\text{コイル抵抗}}$$

(2) 交流リレーでは、コイルのインダクタンスが影響するため、コイルインピーダンスを考慮する必要があります。

また、コイルインピーダンスは、周波数により変化し、60Hzにおける特性を100%とすると、同一リレーを50Hzで使用した場合、その特性は下表のようになります。ただし、リレーによっては、この値は変わりますので、確認のうえご使用ください。

定格電流、消費電力、温度上昇	約 117%
動作電流	約 100%
動作電圧、復帰電圧	約 85%

(3) コイルについて注意すべき点は、DC操作リレーにおいて動作表示付・サージ吸収用ダイオード付リレーや、キーブリレーの場合には極性があります。極性をまちがえると素子の破壊や動作不良となりますのでご注意ください。

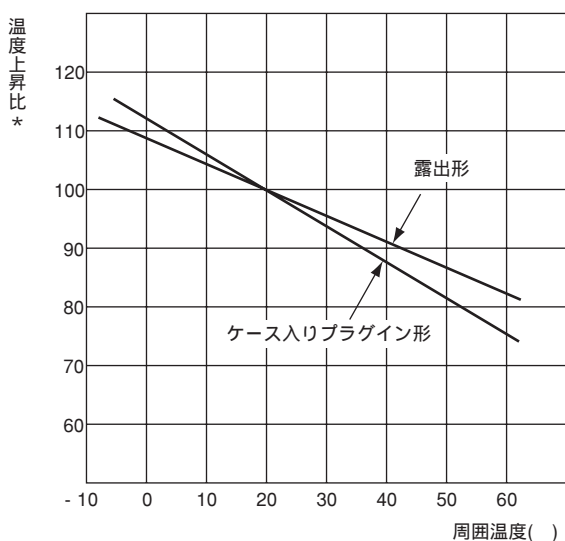
AC操作リレーにDC電圧を印加すると、コイルが発熱し、焼損にいたる場合があります。逆にDC操作リレーにAC電圧を印加すると、可動鉄片振動を繰り返し正常動作しません。

温度との関係

コイルに使用されている銅線の抵抗は、温度変化に対して、約0.4%/ の影響を受けます。このことは、そのままリレーの動作特性にも影響を与えます。

これは、電磁石の吸引力のもとになる、コイル電流が変化するためです。交流操作のリレーでは、コイルのインピーダンスに対するコイルの直流抵抗の比率が小さいため温度による動作特性(動作電圧・復帰電圧)の変化は少なくなります。

また、直流電圧操作のリレーでは、コイル抵抗の変化がコイルの温度上昇にも影響を与えます。これは、コイル電流の変化による、消費電力の増減に起因するもので、温度上昇の値は、温度によるコイル電流変化率の分だけ変化します。代表的な例を下図に示します。

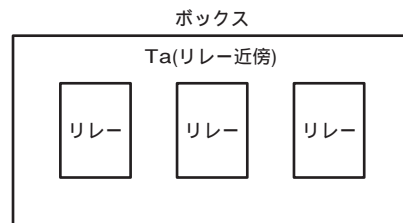


* 周囲温度 + 20 の場合のコイル温度上昇に対する % 周囲温度変化によるコイル温度上昇変化

周囲温度の定義

リレー自身の発熱や、他の機器の発熱でボックス内の温度が上昇します。

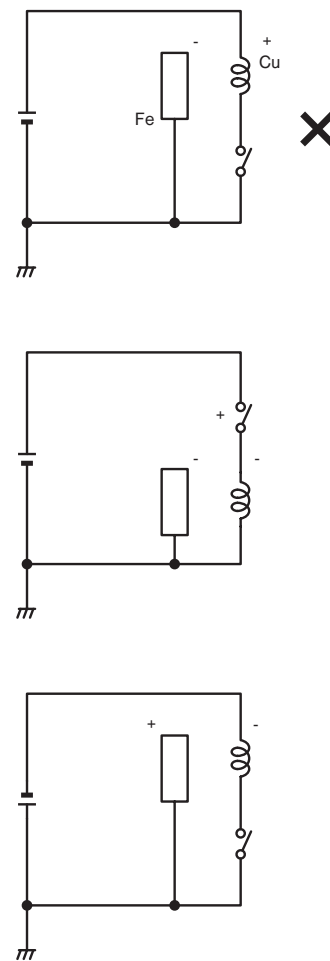
使用周囲温度はボックス内リレー付近としてください。



電気腐食

リレーコイルが非稼働状態で高温、高湿の雰囲気さらされ、しかも、コイル巻線と鉄心など他の金属との間に電位差がある場合、その間の絶縁が充分でないと、両者間を流れるイオン化電流によってコイルに巻かれている銅線が腐食されることがあります。

ちょうど金属にメッキをするのと同じような作用によるものと考えられ、酸、塩基などが介すると、この作用はさらに促進されます。過去のリレーでは、このような現象についてあまり考えられていませんでしたが、最近ではスプール材には特性の良いプラスチックが開発され、しかも巻線の絶縁材もポリウレタン、ポリエステル、ポリアミド、テフロンなど優れたものが開発され、比較的その危険性も少なくなっています。電気腐食を防ぐには高温、高湿中での保管、使用を避けること、回路構成のうえでは、巻線に+電位を与えないようにスイッチの位置に注意をすとか、+接地するなどの考慮が必要です。右記にその良否例をあげます。



動作時間について

形状と動作時間との関係

リレーの動作時間は、コイルの時定数、慣性モーメントによる遅れ時間、接点切り換わり時間などによって決まりますが、これらの値はリレーの形状によっていろいろ異なります。たとえば、鉄心と可動鉄片間の空隙の大きいものとか、磁気抵抗の大きな材質を使用した電磁石をもつリレーでは、インダクタンスが小さい値になるため、時定数は小さくなりますが、逆に吸引力は減少し、可動鉄片の吸引に要する時間は長くなります。このような傾向は、直流操作のリレーに顕著に現われます。これは電磁石の吸引力が、鉄心、可動鉄片間の空隙の2乗に反比例し、低下することに起因するためです。したがって、高速リレーでは、空隙を小さくし、高透磁率材料を使用し、コイルの巻線を少なくするなどの考慮をしています。

交流操作では、起動時に定格電流より大きな電流が流れるため、直流操作ほど形状との関係はありません。

そのほか、慣性モーメントについては、可動鉄片の動き始めに大きな負荷荷重が加わらないような間接駆動形が効果があります。また、接点の切り換わり時間は、可動鉄片の動きが、ほとんどそのまま伝達されるため、その動きはできるだけ小さく、しかも、動作全行程を通して、スムーズに動作するよう、荷重と吸引力のバランスが考えられています。接点のバウンスは可動鉄片の動作速度、可動部分の質量、接点ばねのばね性などの要素が影響します。

一般には、接点ばねや接触片の形状、ストップの構造などが、動作時の衝突エネルギーを緩和するように考慮されています。

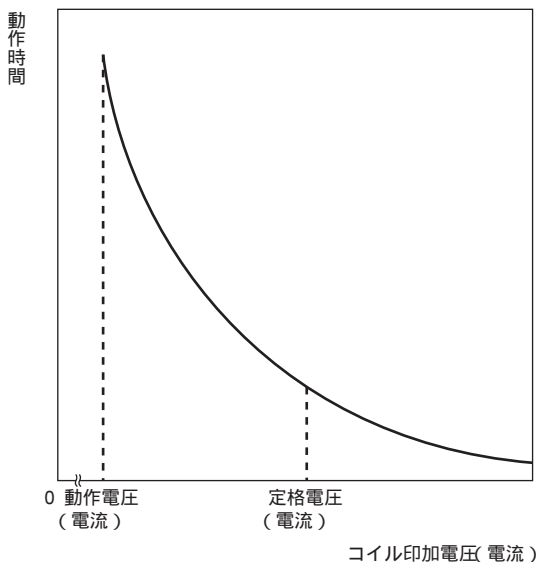
コイル印加電圧(電流)と動作時間の関係

リレーの動作時間はコイルの印加電圧(電流)に左右されます。下図に示すように、動作電圧を若干超える電圧を印加した時は、コイル電流が動作電流に達するまでの時間、可動部の慣性に打ち勝って可動部が動きだすまでの時間、吸引力が負荷荷重に打ち勝って可動部を加速し接点が切り替わるまでの時間は、いずれにおいても長くなるため動作時間も大幅に長くなります。

一方、動作電圧を大幅に超える電圧を印加するといずれも短く、動作時間は早くなります。

コイル印加電圧と動作時間の関係は前述の通りですが、コイル印加電圧は他の特性にも関係するため、コイル定格電圧が規定してあります。

コイル印加電圧(電流)と動作時間の関係



コイル温度と動作時間との関係

リレー温度が変化すると、リレーの接点ばねのばね性、摩擦状態、コイル抵抗などが変化しますが、このうち、動作時間に大きく影響するのはコイル抵抗の変化です。リレーの動作原理のところで説明しましたが、電磁石の動作は電流に関係します。直流の電磁石では、電流は次の式で表わすことができます。

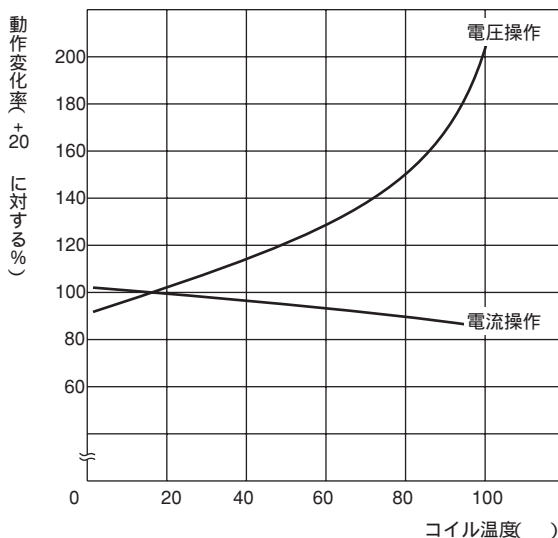
$$i = \frac{E}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{L/R}} \right)$$

- i : コイル電流
- R : コイル抵抗
- E : コイル印加電圧
- : コイルの時定数L/R
- t : 電圧印加時からの経過時間

ここで、コイル温度が上昇すれば、前述したようにコイル抵抗は0.4%/℃で大きくなり、コイルの時定数(L/R)のR(コイル直流抵抗)を大きくすることになるので、接点の待機時間は短くなり、動作時間は速くなる方向に作用します。その反面、コイル抵抗の増加はコイル電流の減少をまねくので、電圧操作のリレーではかえって動作時間が長くなります。図は電圧操作と電流操作について、それぞれコイル温度に対する動作時間の変化を明示したものです。

大型リレーのように動作時間が数10msかかるものでは、温度が変化してもあまり変化せず、10ms以下の小型リレーにおいては温度によって変化する傾向が見られます。

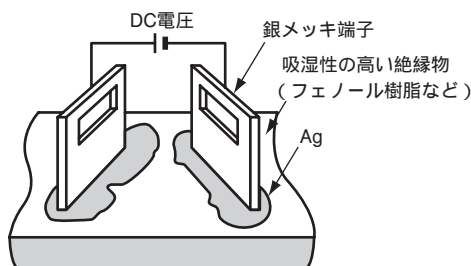
コイル温度と動作時間の関係



使用環境雰囲気について
シルバーマイグレーション

銀の移行現象は銀の端子電極間に直流電圧が長時間印加され、湿度および酸化還元雰囲気の条件が加わった場合に銀が移行することをいいます。この現象が進行するにしたがって、絶縁性が低下し、まれに回路間短絡などの障害を発生することもあります。

銀の移行状態



リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

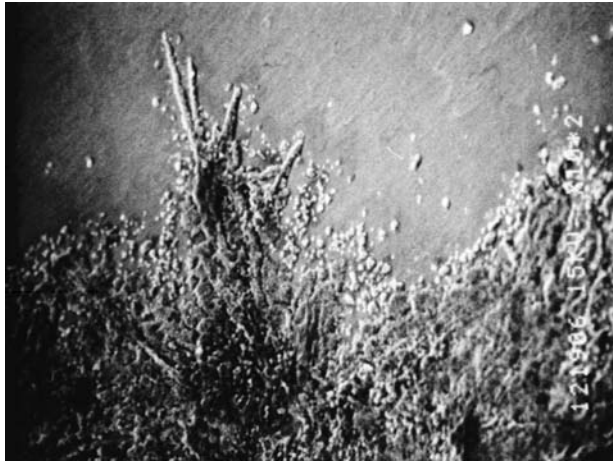
コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

銀移行部の拡大写真



シルバマイグレーションの発生および、進行加速条件は不明な点も多く、一元的にはいえませんが、一般的に次のことがいえます。

	発生条件	加速条件
一般リレー	銀の存在	・印加電圧高く、絶縁距離短い。 (電位傾度高い) ・絶縁材料の吸水率高い。 ・酸化還元性ガス (SO ₂ , H ₂ S, NH ₃)などの存在
プリント基板用リレー/ MOS FETリレー	長期間の直流電圧印加	
	吸湿性の高い絶縁物	
	高温、高湿中での使用	

当社の一般リレーでは、端子の銀メッキ処理はありませんので、シルバマイグレーションの発生はありません。

キャットホイスカ

メッキした部品を長時間保存しておく、表面より針状の結晶が成長してくる現象がみられます。この結晶は、ホイスカまたは形状が猫のひげに似ているところから、キャットホイスカと呼ばれています。これらの金属結晶の長さによっては、回路間の短絡障害の発生につながります。

ホイスカの発生原因は不明な点もあり解明されているとはいえませんが、発生しやすい条件としては素地がしんちゅう、亜鉛で、メッキが錫や亜鉛の場合などに特に発生しやすいといわれています。

ホイスカ発生例



当社の一般リレーは、はんだメッキや特殊亜鉛メッキの採用により、これらのホイスカ対策済みですが、部品設計、プリント基板やパターン設計時には、亜鉛や錫メッキ部品と電気回路の絶縁距離を十分とるなどの配慮をお願いします。

熱帯処理リレー

製品単品や、機器に内蔵され船舶にて熱帯地方を通過する際は、高温・多湿下にさらされることになります。

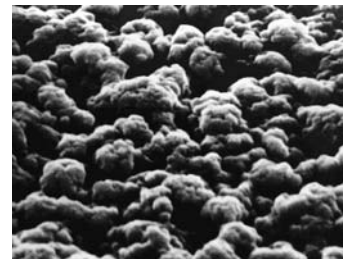
この環境から金属材料を保護するために、外装仕様を変更した熱帯処理リレーを用意しています。

環境による接点劣化

リレーをまったく使用しないで保管しておくだけでも、接点の劣化が進行することがあります。たとえば、下表のように大気中に含まれる硫黄や塩素などの影響を受けるためです。数年にわたって在庫する場合は、金メッキした接点や金クラッド接点などのリレーを用いるか、出荷時の通電検査の実施などの配慮が必要です。

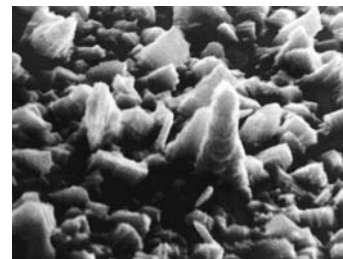
地区	検出元素	接点表面観察結果 (Ag接点 12ヵ月放置後)
化学工場	Ag, S	接点全体にほぼ均一でち密な腐食生物がみられ分析によりAg ₂ Sを検出
製鉄所	Ag, S	全面不規則な凹凸がみられ、所々に柱状の結晶が点在、分析によりAg ₂ Sを検出、膜厚は約100Å程度
自動車道	Ag, S, CL	微細な球状結晶がまばらに点在し、所々白い部分はAg ₂ Sは極めて薄く膜厚は20Å程度

化学工場



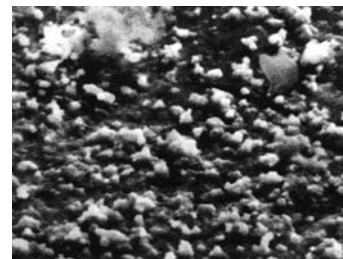
×5,000

製鉄所



×5,000

自動車道



×5,000

接点について

接点の固有特性

接点の特性は、使用上から考えれば、単純には接触抵抗が安定し、寿命が長ければ良いのですが、これらを満足させるためには、「接点追従」、「接点圧力」が重要な要因です。

接点圧力は、一般に使用される銀あるいはその合金では5~50g、金、白金、パラジウムなどの貴金属接点では3~10gが一般的です。このように、貴金属接点での値を小さくできるのは、開閉する容量も小さく耐環境性が比較的すぐれているためです。

接点追従は、接点の接触部分が、ある程度消耗しても、なお、接触することが必要です。そして、この接点追従は、接点圧力とは密接な関係にあり、両者の積は接点部分の仕事量になります。限られた仕事量の中で、接点圧力を大きくするか、接点追従を大きくするかによって、接触性は異なってきます。

たとえば、接点圧力が大きく、その反面、接点追従の小さい場合には、初期的には安定しているかにみえますが、接点消耗が進んでいくと、急激に接点圧力は減少し、やがては接触しなくなります。

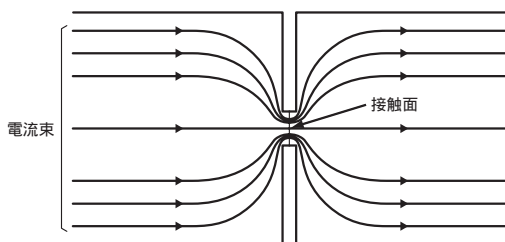
逆に接点圧力が小さく、接点追従の大きい場合には、前述のようなことはおこりませんが、接触抵抗が高くなったり、皮膜の破壊が困難になったりなどの問題点が考えられます。したがって適度な接点追従と接点圧力をもったリレーが、よいリレーといえます。接触抵抗は、集中抵抗と境界抵抗(皮膜抵抗)とに分けて考えることができます。

接点接触は一見、面で接触しているように思われますが、実は接点の形状、表面の荒さなどの関係から、1点もしくは複数の点接触になっています。電流がこの接触点に集中して流れるために生じる抵抗が集中抵抗です。

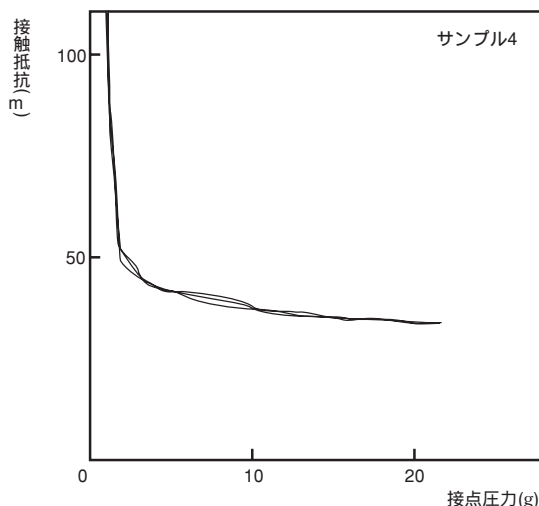
"基本構成と動作原理"の式より接点の硬さ、接点圧力、接点材質の固有抵抗に関係することがわかります。その接触部のモデルを下記に示します。すなわち接触は見かけよりもはるかに小さな接触面積となっていて、電流が絞られた状態で流れることがわかります。

さらに接点圧力と接触抵抗の関係を測定した実際の例を示します。

接触部の電流分布



接点圧力と接触抵抗



また、接点を空気中にさらしておく酸化皮膜、硫化皮膜などの皮膜の生成は避けられませんが、これらに起因する抵抗を境界抵抗(皮膜抵抗)といいます。

一般的には、接点使用前の状態では、集中抵抗の占める割合は大きいのですが、使用していくうちに、アークによる消耗、機械的な摩耗などがあって、逆に境界抵抗の方が多くなってきます。それは動作ひん度によって異なります。ひん度の大きい接触面では比較的清潔で境界抵抗(皮膜抵抗)は小さく、ひん度の小さいものはかなり高い抵抗の皮膜を生成することがあります。

また、接触抵抗の値はカタログなどに記載していますが、これらの値は、標準的な試験方法で規定した初期値にすぎません。実際は、それぞれ装置に合った接触抵抗が必要になります。一般には、負荷インピーダンスについてのどの程度まで許せるかということになりますが、音声電流の伝達のように歪み、減衰が問題になるような特殊な場合を除けば、接触抵抗の値は負荷インピーダンスの1~5%までは許容できるようです。

負荷条件と接点

リレーに発生するトラブルのうち、大半は接点の接触性に起因するとされていますが、負荷条件によってそのトラブルの内容も異なります。負荷条件は、微小エネルギー・レベル(ドライ・サーキット)、中間エネルギー・レベル、高エネルギー・レベルに大別できます。

微小エネルギー・レベルは、厳密には機械的接触回路をいい、熱、放電などによって、接点の接触状態に変化の起こらない負荷条件をいいます。しかし実際には、ある程度の電圧を加えても接触状態は変化しないため、その負荷条件も含めて定義されています。接触状態に影響をおよぼさない限界の電圧を接点軟化(Softening Voltage)といい、銀0.09V、金0.08V、白金0.25V、タングステン0.6Vです。

中間エネルギー・レベルは、軽い放電現象の起こる負荷条件ですが、接点軟化電圧からアーク放電開始電圧までをいいます。アーク放電開始電圧は銀12V、金15V、白金17.5V、タングステン15V、10%パラジウム銀合金は11Vとなっています。

高エネルギー・レベルは、アーク放電開始電圧以上をいいます。

リレー

一般リレー

プリント基板用
リレー/
MOS FETリレー

コンタクタ

ブレーカ

ソリッドステート
リレー/
電力調整器

テクニカルガイド

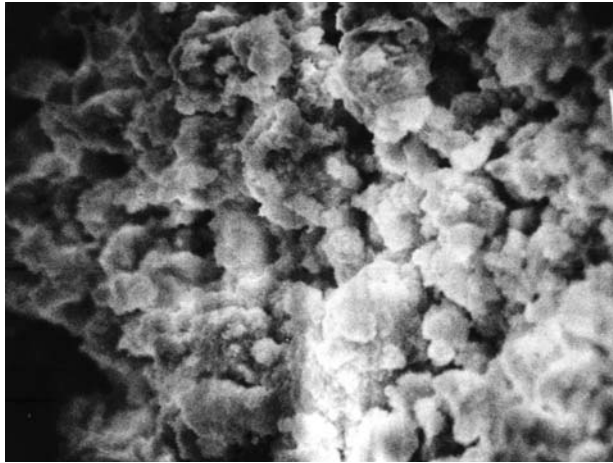
接点に関する特殊な問題

接点は使い方によって特殊な現象を起します。以下にその内容を示します。

(1) 負荷開閉時の異常腐食現象

この現象は、負荷開閉時のアークと空気中のN、Oが結合し、一般的にはHNO₃になり金属材料を腐食させます(硝酸腐食)。

硝酸腐食の例



対策としては、

1. アーク消弧回路により負荷開閉時のアークの量を減少させる。
2. 開閉ひん度を落とし、アークの持続をなくす。
3. 使用環境の湿度を下げる。
などが効果的です。

(2) コヒーラ効果

接点が、接点表面に被膜を介して接触している場合、接点電圧がある値以上になると、その被膜が電氣的に破壊されて接触抵抗が急激に低下する現象をいいます。

(3) 熱起電力

リレー接点構成材の材質は、機能上さまざまな金属(銀・銅合金など)を組合わせています。これらの構成材の接合部は、発熱体(たとえばコイル)からの距離や伝熱経路のちがいなどにより温度差を生じます。この結果、接点端子間に熱起電力(約数 μ V~数10 μ V)を発生します。特に微小信号を取り扱う場合には注意が必要です。

ラッチングキープリレーを用い、コイルの通電時間を短くする事によりコイルの発熱をおさえ熱起電力を低減する方法、熱起電力の小さいリレー接点導電部の材質形状を特別に配慮したものをを使うなどによりある程度低減できます。

各負荷条件における接触性

微小エネルギーレベルと高エネルギーレベルでは、接点に起こる現象は全く異なります。前者は接点の消耗は少ないのですが、接触不良の有無が問題になります。後者は接点の消耗、溶着、転移などが問題になります。

微小エネルギーレベルでは、接点の清潔さが一番重要なこととなります。不導通物質の付着、不導通皮膜の生成が主な接触不良の原因となります。

不導通物質は、土砂、繊維などの塵埃ですが、微小負荷用のリレーでは、接点のワイブ、接点圧力も比較的小さいため、このような物質が接触面に付着すると接触不良が起こります。このようなことは、接点材質に関係なく発生するため、リレーの選択、使い方が問題になります。不導通皮膜生成はリレーの構成部品材料や周囲環境に原因します。不導通皮膜は空気中に含まれる水分、油脂あるいは酸化物、そのほかリレー自身や建物から出てくる有機ガス、自動車などの排気ガス、工場の煤煙、はんだづけのフ

ラックス、工事者の指紋などによります。不導通皮膜にはリレーの構造、接点の材質、環境整備などの対策が必要になります。一般に使用される銀接点は、容易に酸化や硫化します。しかし、そのうち酸化皮膜は接触性について大きな影響はありませんが、硫化皮膜は大きな影響を与えます。このような場合には硫化しにくい貴金属が使用されます。普通、パラジウム、金、白金などと銀の合金接点を使用されます。一方、白金系の接点はベンゼン、ガソリンなどから出る不飽和性の有機ガスによって、絶縁体の粉末 ブラウンパウダー を生成します。金は皮膜生成がないので接触性は安定しますが、やわらかいため低接点圧力で接触部分に変形し、そのままでは使用に耐えないため、パラジウムなどとの2層張り接点の上層に、または接点保護のための金皮膜などに、多く使用されます。

微小負荷でも放電が起こるような条件では接点は酸化したり、空気中に含まれる可燃性の物体が燃えて、炭化皮膜をつくる場合があります。炭化皮膜は完全な絶縁体ではありませんが、数10~数100 に達することもあります。

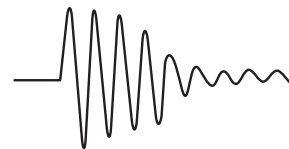
高エネルギーレベルでは、アーク放電は大エネルギーを継続的に発生するため、接点開閉時には接点を溶蝕させ、金属蒸気にして飛散させるなど接点の消耗、また、一方の接点から分離した金属粒子が他方の接点に結合して起こる接点転移、そして、投入時に接触面を溶蝕結合させる溶着などの接点障害を起こすことがあります。

直流の場合には交流のように電圧、または電流がゼロになる点がないため、かなり小さな負荷でもアークは長い時間持続することがあります。

このような負荷条件では、金属粒子の付着、絶縁物の炭化によって絶縁劣化を招くことがあるため、絶縁物の材質、形状にも注意が払われています。

接点の障害は、負荷の種類によっても異なります。トランス、モータ、ランプなどの負荷では大きな突入電流が流れるため、接点の溶着事故を起こすことがよくあります。ランプ、モータ、トランス、ソレノイドなどは数倍から10数倍の電流が流れます。モータ、トランス、ソレノイドなどの誘導性負荷では、しゃ断時に大きな逆起電力を発生します。この電圧は、定常電圧の4~20倍に達するため、接点の消耗、負荷の破壊を招くことがあります。

誘導モータ始動電流波形



ACソレノイド投入電流波形



ランプ投入電流波形

