

概要

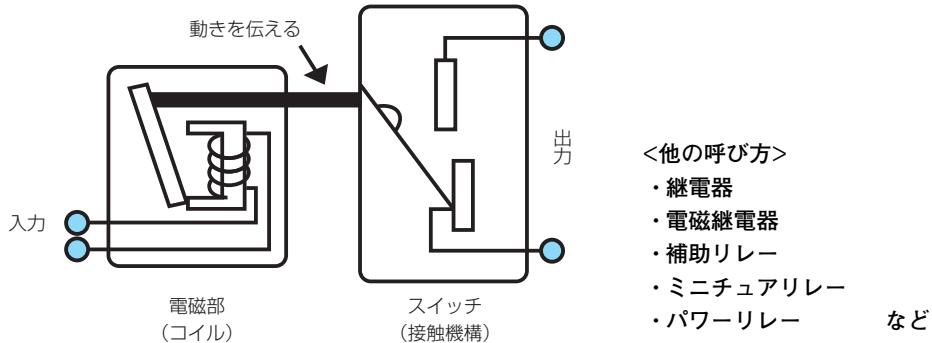
リレーとは

リレーとは、コイルに与えられる入力信号(電圧、電流)によりスイッチ(接点機構)の開閉を行うものと定義されます。

1 入力(コイル)に
信号を加える。

2 磁力で動きを
伝える。

3 出力(接点機構)が
作動する。



<他の呼び方>

- ・継電器
- ・電磁継電器
- ・補助リレー
- ・ミニチュアリレー
- ・パワーリレー

など

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。

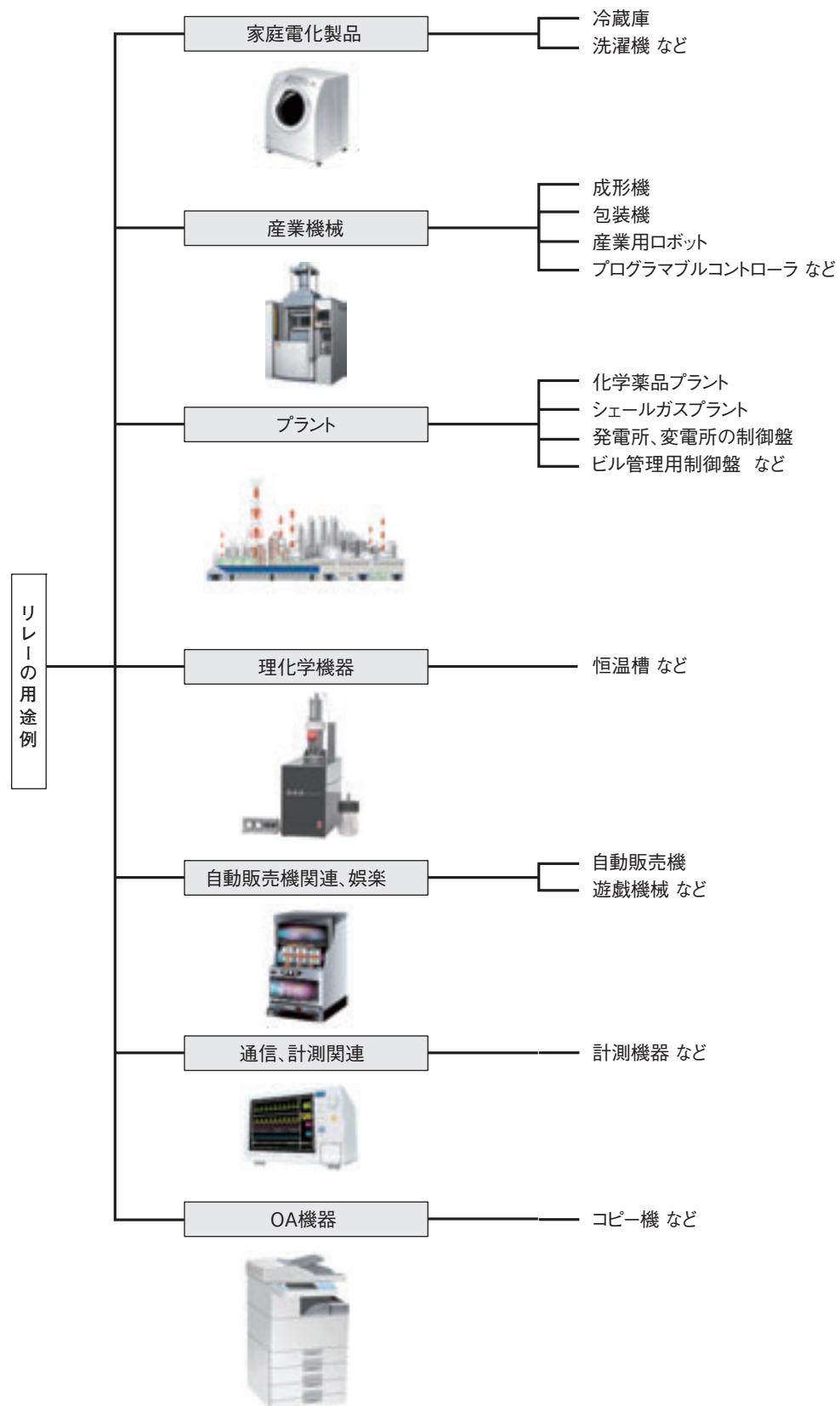
Aさんは小がらですがバトンをしっかり持ってBさんへ渡します。

これがリレーなのです。



用途例

リレーは、電気を使ったほとんどの機械、装置に幅広く使用されています。



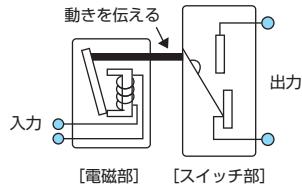
分類

リレーは、大きく「有接点リレー」と「無接点リレー」に分けることができます。なお、オムロンでは、「有接点リレー」のことを、「一般リレー」と呼んでいます。

リレー

有接点リレー（メカニカルリレー）

機械的な動きで信号を伝えるリレー

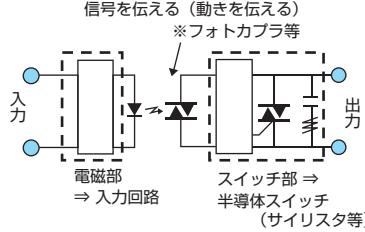


動きを伝える
【電磁部】
【スイッチ部】

特徴
接点を有しており、電磁石の力を利用して機械的に接点を開閉させることで、信号や電流、電圧を“入”“切”するものです。

無接点リレー（半導体リレー） SSR:ソリッドステート・リレー

電子回路で信号を伝えるリレー



信号を伝える（動きを伝える）
※フォトカプラ等
【電磁部】⇒ 入力回路
【スイッチ部】⇒ 半導体スイッチ
(サイリスタ等)

特徴
有接点リレーと異なり、機械的な駆動部を持たず、半導体または、電子部品で構成されています。信号や電流、電圧の“入”“切”は、これらの電子回路の働きで電子的に行われます。

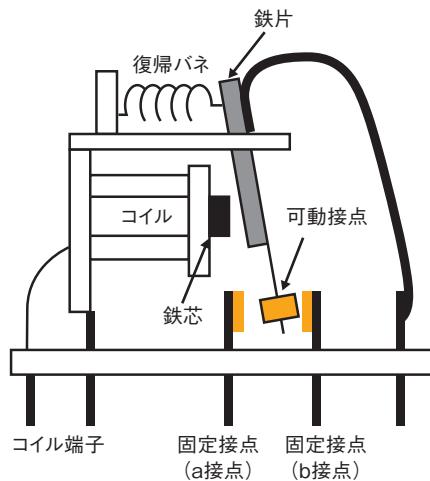
*無接点リレーの詳細は「ソリッドステート・リレー 技術解説」をご覧ください。

有接点リレー(一般リレー)には、さまざまな種類があります。

もっともよく使われている構造は、「ヒンジ形リレー」と呼ばれるものです。

ヒンジ形リレー

電磁石の接極子が支点を中心に回転運動を行い、その動きによって直接または間接に接点の開閉を行うリレー



オムロンでは有接点リレー(一般リレー)を、使用用途によって次のように分類しています。

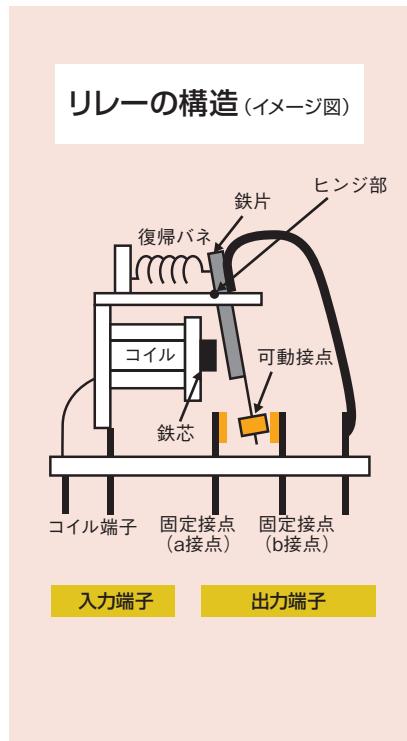
種類	ポイント	代表的なリレー
制御盤用 ・制御リレー ・I/O用リレー ・ラッチングリレーなど	極数は1極～4極タイプのリレーで、主にリレーシーケンスまたはI/O用途で使用されるリレー	形MM(K)、形MK(S)、形MY、形LY、形G2R(S)、形G2RV、形G7Tなど
機器内蔵用 ・高容量リレーなど	最大で40Aの通電を可能にし、負荷電源の投入等機器内蔵用途で使用されるリレー	形G7Z、形G7J、形G7Xなど
省工数用 ・ターミナルリレー ・リレーターミナルなど	小型・省工数を追求し、主にプログラマブルコントローラとのI/O用途で使用されるリレーユニット	形G6D-F4B、形G6B-4BNDなど
特殊動作用 ・ラチャットリレーなど	ポンプの交互運転やステップ運転など用途に特化したリレーまたはリレーユニット	形G4Q、形G9B、形MYAなど
プリント基板用 ※	プリント基板への実装に特化したリレー	形G5NB、形G2RLなど

※プリント基板用リレーは、「**オムロン電子部品情報サイト**(www.omron.co.jp/ecb)」をご覧ください。

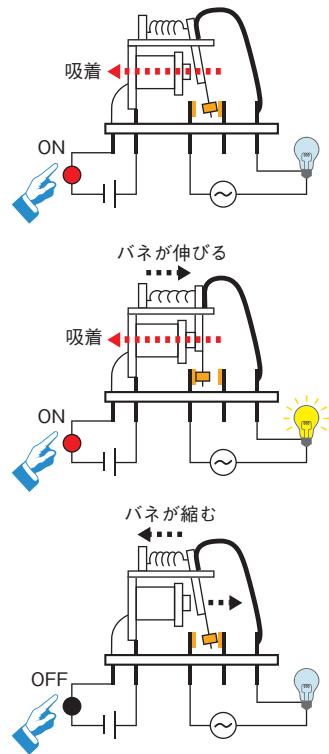
構造と動作原理

一般リレーは、機械的な動きで信号を伝えます。以下、ヒンジ形リレーを例に示します。

ヒンジ形リレーは、ヒンジ部を支点とした回転運動により、接点の開閉を行うものです。



例 a 接点 (NO 接点)

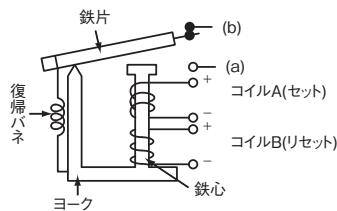


1. 入力機器(スイッチ)をオンにする。
2. 電磁石(コイル)に電流が流れ、鉄心を磁化します。
3. 磁力によって鉄片は鉄心に吸引されます。
4. 鉄片が鉄心に吸着されると、可動接点と固定接点が接触しランプが点灯する。
※ このとき、復帰ばねは引っ張られている状態。
5. 入力機器(スイッチ)をオフにする。
6. 電磁石(コイル)の電流がなくなり、吸着する力が消滅するため、復帰ばねの力で鉄片はもとの状態に戻る。
7. 鉄片がもとの状態に戻ると接点部が離れランプは消えます。

応用例 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呼ばれる)の場合
※磁気保持型…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)

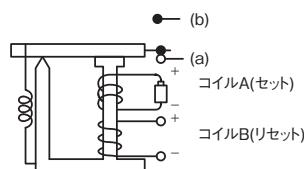
- ・コイルに電池をつながない状態



図は休止状態です。

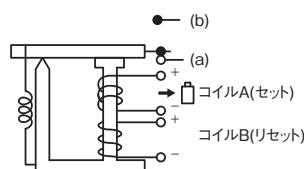
鉄心、ヨーク、鉄片の材料が半硬質磁性材料であることおよび操作コイルが2つ以上ある事以外は前ページのヒンジ形リレーと同様です。

動作状態(セット)



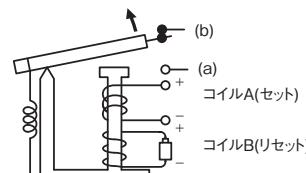
コイルAに電流が流れると電磁石(半硬質製材料)が磁化され、鉄片が鉄心に吸引される。

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、比較的小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。

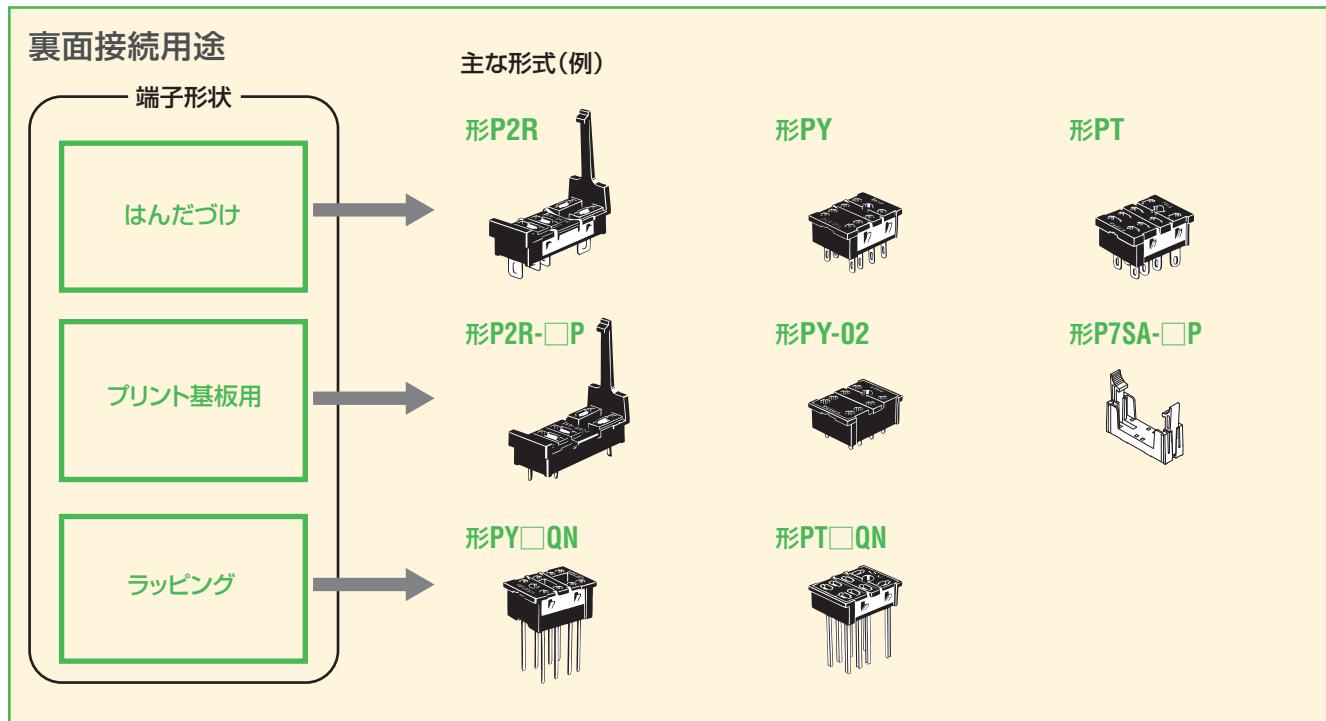
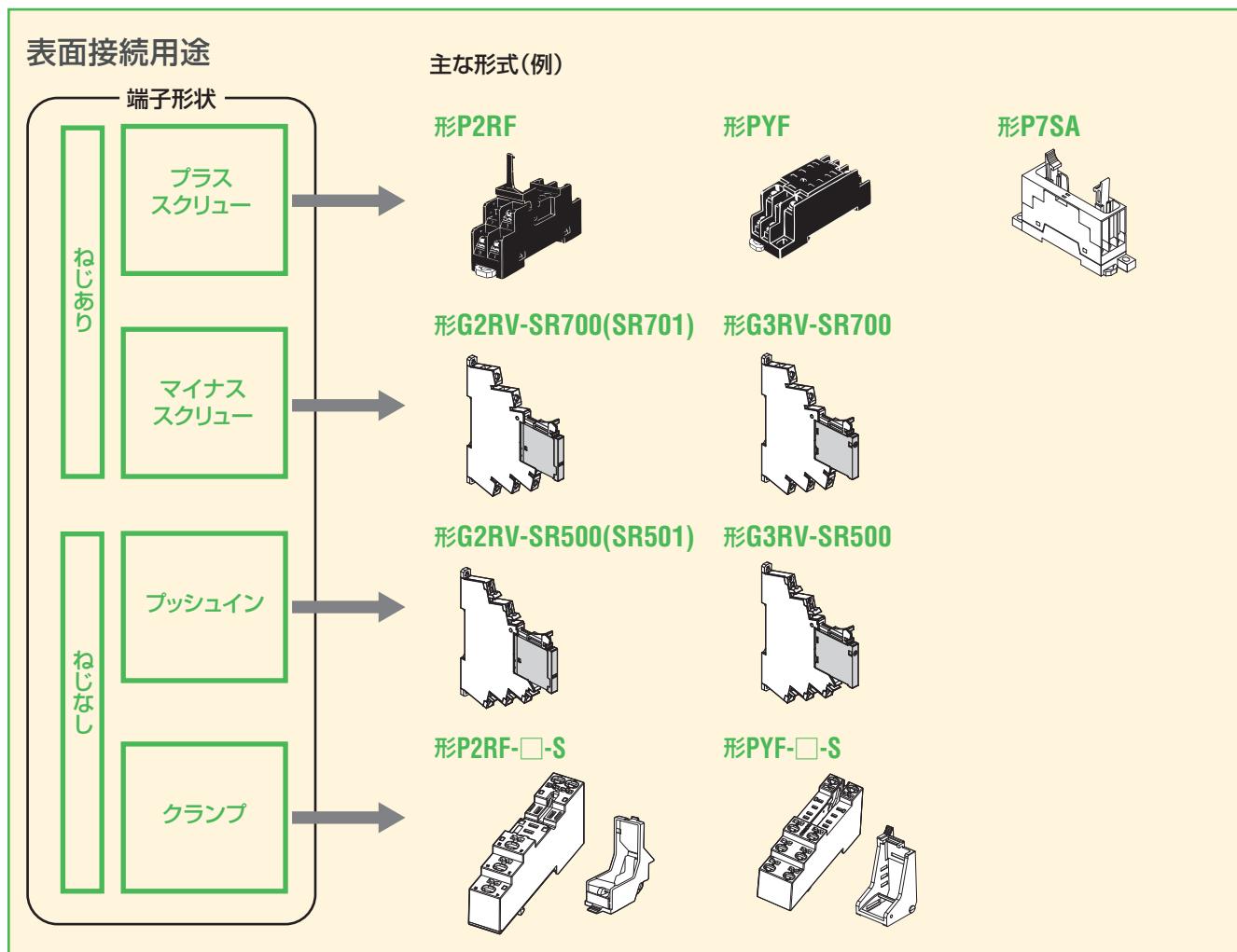
ラインアップ

オムロンの一般リレーには、幅広いラインアップがあり、用途に合った適切なリレーを選択することができます。

リレーの種類(代表例)



角形ソケットの種類(代表例) ※丸形ソケットもご用意しています。



用語解説

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)及び無接点継電器(むせつてんけいでんき 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、オールオアナーニング継電器(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

直流入力で動作するよう設計された継電器

●交流継電器

交流入力で動作するよう設計された継電器

●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。

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(トランスマスター接点)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、カーボン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、カーボン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。

●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単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。

●プランジャ形継電器

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

●交差形接点

互いに交差するバーのような形式になっている接点



(シングルクロスバーの例)

●双子接点

相対する接点ばねの少なくとも一方を双子として、それらのばねの先端に接点を取り付け、接点の信頼度を高くした接点



(クロスバーツインの例)

●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。

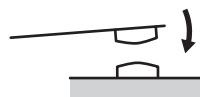
●静止接点

継続する接点を目的とした接点

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。

●メーク接点(常時開路接点)

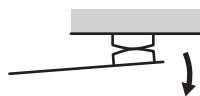
繼電器またはスイッチの平常時は開放状態にあり、動作時に閉成状態となる接点組、NO接点、A接点またはフロント接点(front contact)と呼ぶこともある。



●ブレーク接点(常時閉路接点)

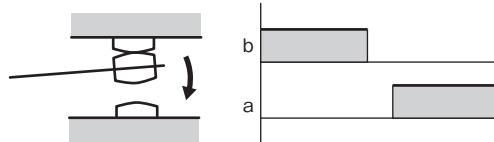
繼電器またはスイッチ平常時は閉成状態にあり動作時に開放状態となる接点組。

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



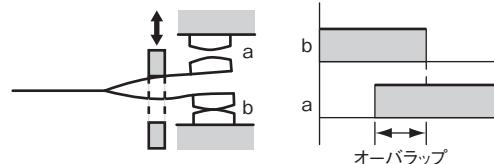
●BBM(ブレーク・ビフォワ・メーク)接点 (ノンショーティングコンタクト)

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閉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・ビフォワ・ブレーク)接点 (ショーティングコンタクト)

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閉成される接点組。CI接点あるいはコンティニアス接点(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

接点を開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%(λ_{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) $\lambda_{60} = 0.1 \times 10^{-6}/\text{回}$ は、信頼水準60%で
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

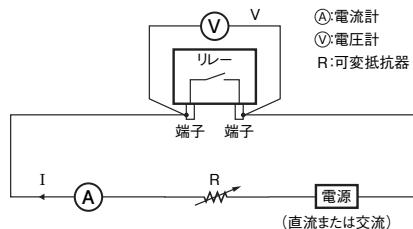
接触抵抗とは、可動片・端子・接点などの回路を構成する導体固有抵抗と接点同士が接触する境界抵抗および集中抵抗の合成した値をいいます。

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 = $\frac{V}{I}$ (Ω) (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



●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。

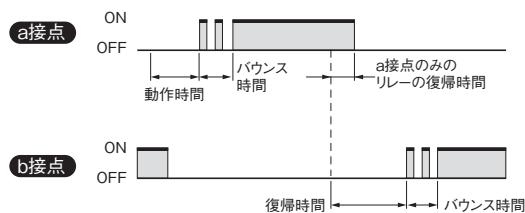
●接点電流の最大値

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

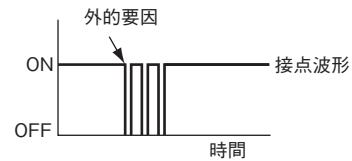
接点をオンまたはオフさせるとき接点相互に生じる接点間の好ましくない間欠的開閉現象。この間欠的開閉現象の継続している時間をバウンス時間(bounce time)という。

なお、動作時間、復帰時間はバウンス時間を含んでいません。

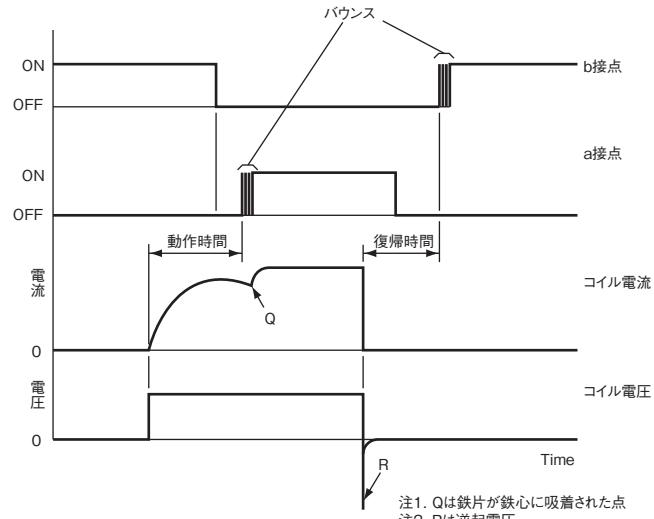


●チャタリング

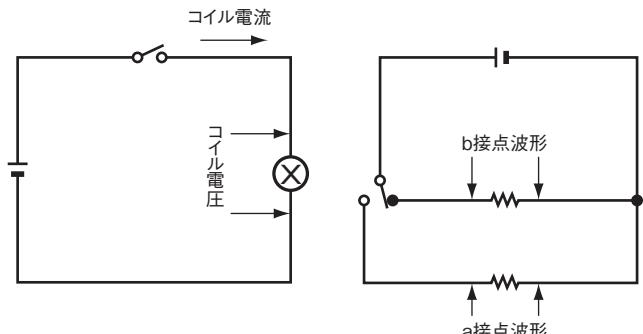
オンされている接点が外部からの原因により開閉を反復する現象。この現象の継続している時間をチャタリング時間(chattering time)という。



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図に示す。



測定回路



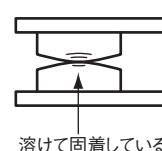
●粘着

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

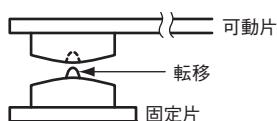


●ロッキング

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う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言われている。

●カソードアーク

陰極側接点材料を陽極接点面へ転移させるようなアーク

●コヒーラ効果

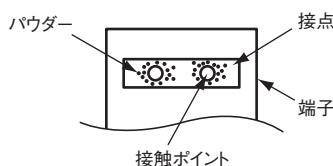
接点が接点皮膜を介して接触している場合、接点電圧がある値以上になると、その皮膜が電気的に破壊されて接触抵抗が急激に減少する現象

●ブラックパウダー

接点の電気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。

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°Cのときの値です。また、各機種の本文中に指定がない限り定格電流の公差は、+15%、-20%です。

●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層以上の材料からなる接点

●張合せ接点

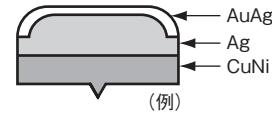
異種金属を張り合わせて作った接点

●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

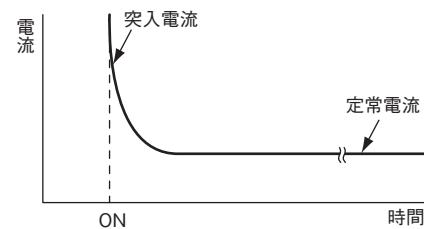
●焼結接点

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

接点を開成した瞬間、または過渡的に定常状態よりも大きくなる電流



●コイル抵抗

コイル抵抗とは、コイルの温度が+23°Cのときのコイル端子間の抵抗。

各機種の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°Cのときの値です。

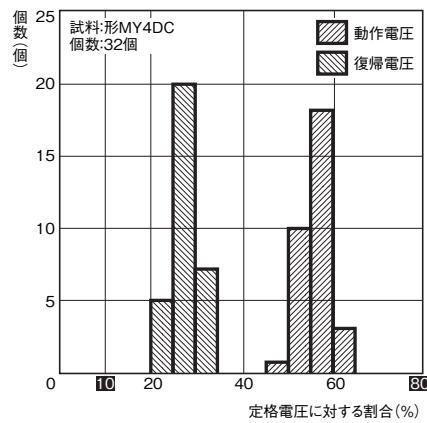
●復帰電圧

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°C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。

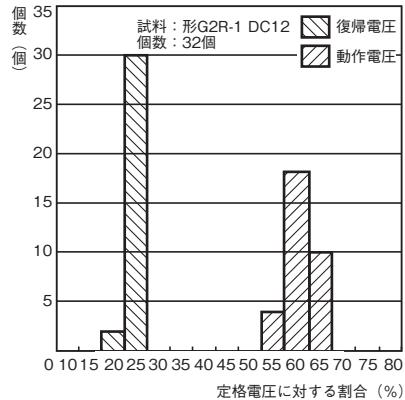
グラフにあるように動作時は定格電圧の80%以下で動作し、復帰時は、10%以上で復帰するようにしています。したがって、カタログの表現も、「動作電圧」を80%以下、復帰電圧を10%以上と表記しています。



(例) 形G2R-1 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70%以下で動作し、復帰時は、15%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70%以下、復帰電圧を15%以上と表記しています。



●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°C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

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。

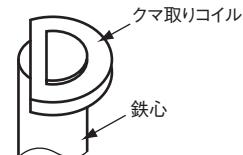
●鉄心(コア)

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(かうとうせんじん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(じきょくへん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(たんらくーーshort circuited coil)。可動部分の振動を減少させる。

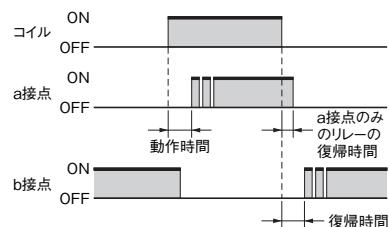


電気的性能

●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)。

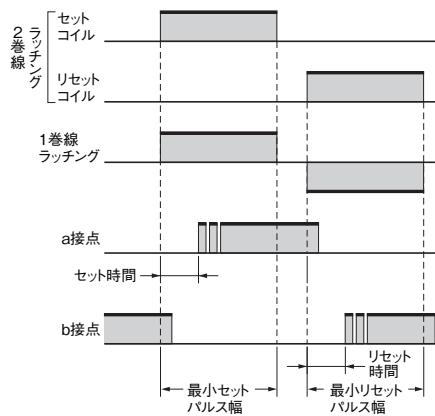
コイル温度が+23°Cのときの値で、バウンス時間は含まれていません。



●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°C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°Cのときの値で、バウンス時間は含まれていません。

●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°C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°C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°C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(鉄芯枠、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まれません。

①コイル-接点間 :

コイル端子と接点全端子間

②異極接点間 :

異極接点端子相互間

③同極接点間 :

同極接点端子相互間

④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

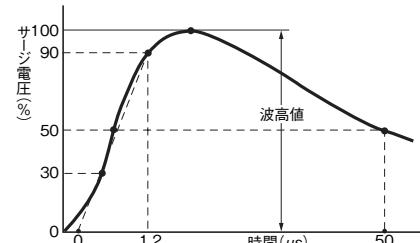
●耐電圧

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 $1.2 \times 50 \mu\text{s}$ の標準衝撃電圧波形で表します。



FCC Part68では、 $10 \times 160 \mu\text{s} \pm 1500\text{V}$ が規定されています。

●振動

運搬時、取りつ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。

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

f : 振動数 (Hz)

A : 複振幅 (mm)

●衝撃

運搬時、取りつ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。

現象・状態

●せん絡

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し行う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

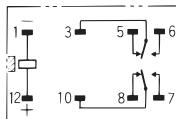
注. 例えば、ある種の有機ガスの存在する環境において、開閉動作する貴金属接点で放電が発生すると、接点表面に吸着された有機ガスが放電により分解してブラックパウダ(炭素など)を生じ、放電が起りやすくなる。

動作の形態

●シングル・スティブル形(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)



●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います。

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。

●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

●ソーケ

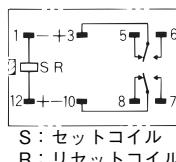
動作、復旧電圧(または電流)の測定あるいは試験時に、操作コイルの飽和電流(saturation current)を流して、磁気的歴の影響による差を除くこと

注. 流す電流を、ソーケ電流(soak current)という。

●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)



●ステッピング形

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。

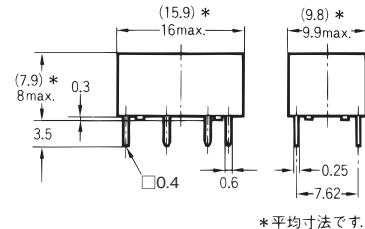
●ラセット形

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

一般リレーは最大寸法を記載し、設計の目安としました。小型を特長としたものに限り、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。



●マーキング

リレー本体へのマーキング(表示)は形式、電圧仕様などそ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。

プリント基板用リレー

●高周波アイソレーション

開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。

●インサーションロス(挿入損失)

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)

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.

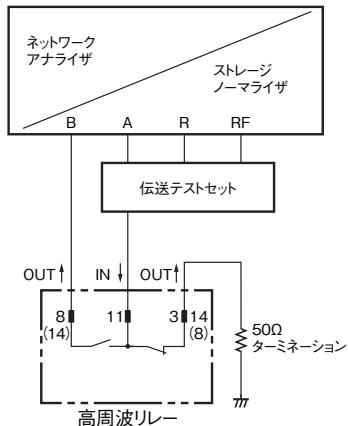
伝送路中に発生する電圧定在波比のことです。

注: リターンロスとV.S.W.R.換算式

$$V.S.W.R. = \frac{1 + 10^{-\frac{X}{20}}}{1 - 10^{-\frac{X}{20}}}$$

X: リターンロス

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

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す。

●高周波開閉電力の最大値

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す。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

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す。

●TV定格 (UL/CSA)

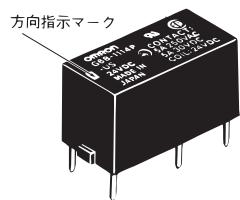
TV定格とは、ULおよびCSA規格の中の耐突入電流性能を評価する代表的な定格の一つで、そのリレーが突入電流を含む負荷を開閉できる程度を示しています。

開閉試験(耐久テスト)は、負荷としてタンゲ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G5RL-1A(-E)-LN
TV-8	117A	8A	形G4W-1112P-US-TV8 形G5RL-U1A-E 形G5RL-K1A-E
TV-10	141A	10A	形G7L
TV-15	191A	15A	形G4A

●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。



	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	方向指示マーク (BOTTOM VIEW)	方向指示マーク (BOTTOM VIEW)

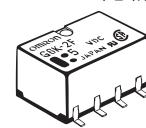
注. 外形寸法図、プリント基板加工寸法図、端子配置/内部接続図はすべて、方向指示マークを左側にして書かれています。

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。

●端子配置/内部接続

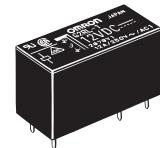
①TOP VIEW

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。



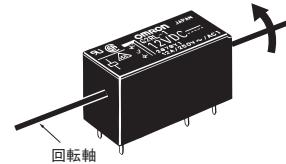
②BOTTOM VIEW

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。



③BOTTOM 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。



参考資料

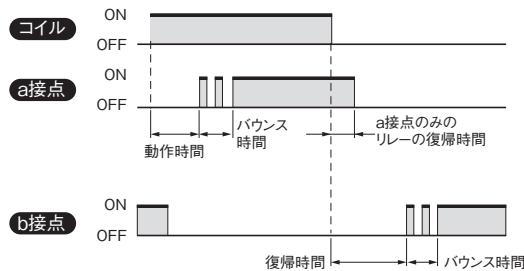
よくある質問集

?
コイル電圧AC100/(110)Vの機種の()の意味を教えてください。

💡 AC100/(110)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。

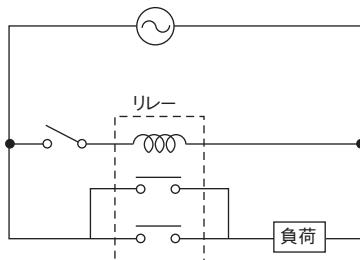
?
動作時間、復帰時間はバウンス時間を含んだ値ですか？

💡 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(メーク接点)がONするまでの時間。
復帰時間→コイルを OFF して a 接点(メーク接点)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)



?
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？

💡 2倍にはなりません。
実際に2つの接点がいつも同時に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。



?
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。

💡 微小負荷開閉には、信頼性の高いクロスバー・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G7Tシリーズ、形MY4Z-CBGシリーズ
.....クロスバー・ツイン接点
形MY4Zシリーズ、形MK□ZPシリーズ
.....ツイン接点

?
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。

💡 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も、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、そうでないものとがあります。

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、

$$\text{コイル電流} = \frac{\text{印加電圧}}{\text{コイル抵抗}} \text{ となります。}$$

(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。

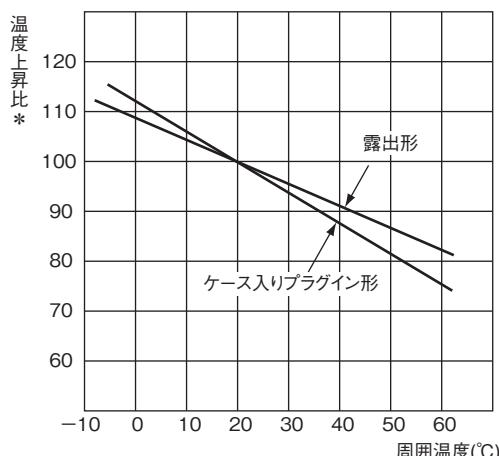
定格電流、消費電力、温度上昇	約 117%
動作電流	約 100%
動作電圧、復帰電圧	約 85%

(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、キープ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%/°C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。

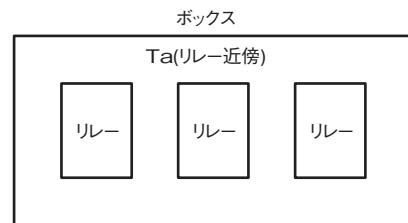


* 周囲温度+20°Cの場合のコイル温度上昇に対する%
周囲温度変化によるコイル温度上昇変化

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

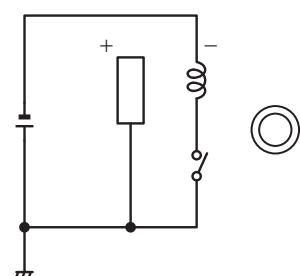
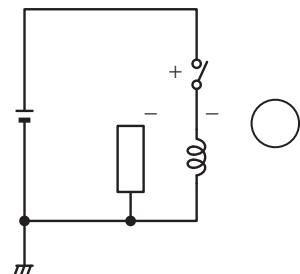
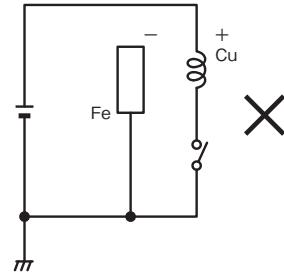
リレーコイルが非稼動状態で高温、高湿の雰囲気にさらされ、しかも、コイル巻線と鉄心など他の金属との間に電位差がある場合、その間の絶縁が充分でないと、両者間を流れるイオン化電流によってコイルに巻かれている銅線が腐食されることがあります。

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、ポリエスチル、ポリアミド、フッ素樹脂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るとか、+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、高速度リレーでは、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。

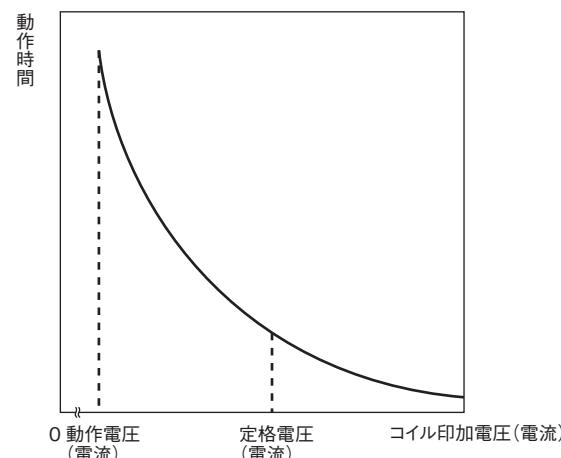
コイル印加電圧(電流)と動作時間の関係

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、電流は次の式で表すことができます。

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

i : コイル電流

R : コイル抵抗

E : コイル印加電圧

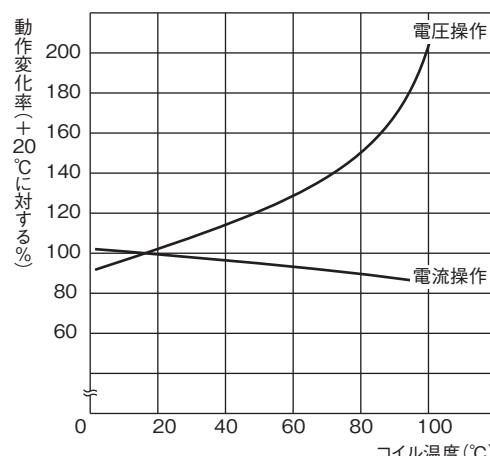
τ : コイルの時定数L/R

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%/°C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図示したものです。

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

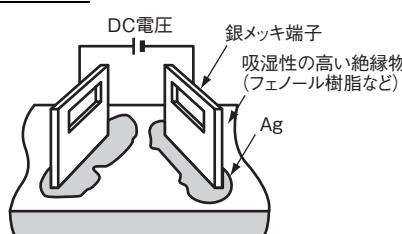


使用環境雰囲気について

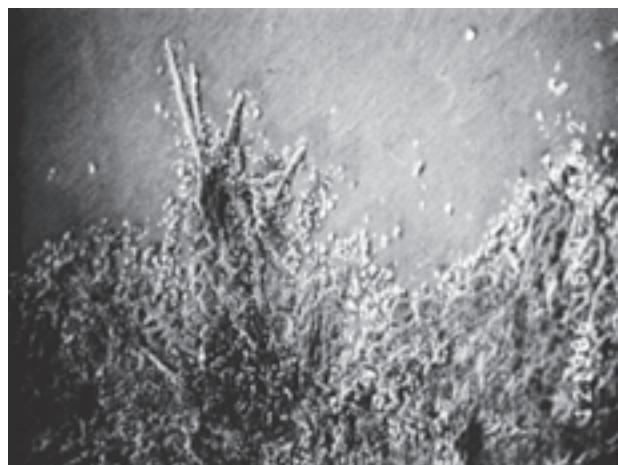
シルバーマイグレーション

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



銀移行部の拡大写真



シルバー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
銀の存在	・印加電圧高く、絶縁距離短い。 (電位傾度高い)
長期間の直流電圧印加	・絶縁材料の吸水率高い。
吸湿性の高い絶縁物	・酸化還元性ガス (SO ₂ 、H ₂ S、NH ₃)などの存在
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、シルバーマイグレーションの発生はありません。

キャットウィスカ

メッキした部品を長時間保存しておくと、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、ウィスカまたは形状が猫のひげに似ているところから、キャットウィ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。

ウィ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ないですが、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。

ウィスカ発生例



当社の一般リレーは、溶融メッキや特殊亜鉛メッキの採用により、これらのウィ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するなどの配慮をお願いします。

熱帯処理リレー

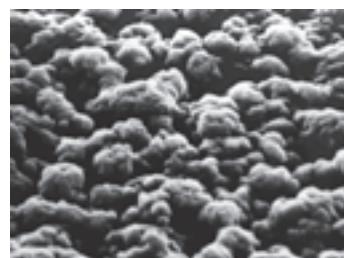
製品単品や、機器に内蔵され船舶にて熱帯地方を通過する際は、高温・多湿下にさらされることになります。この環境から金属材料を保護するために、外装仕様を変更した熱帯処理リレーを用意しています。

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ヶ月放置後)
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。

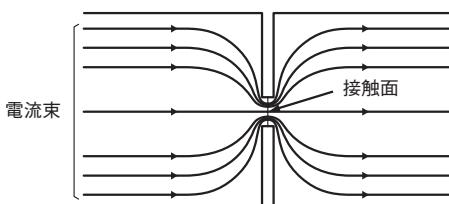
接触抵抗は、集中抵抗と境界抵抗(皮膜抵抗)とに分けて考えることができます。

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。

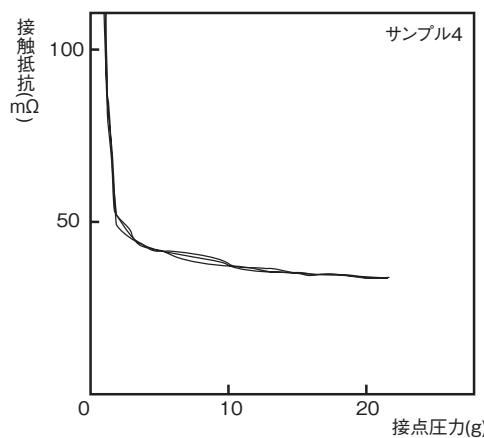
接触抵抗は、接点の硬さ、接点圧力、接点材質の固有抵抗に関係しています。その接点部のモデルを下記に示します。すなわち接点は見かけよりもはるかに小さな接触面積となっていて、電流が絞られた状態で流れることができます。

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。

接点部の電流分布



接点圧力と接触抵抗



また、接点を空気中にさらしておくと酸化皮膜、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。ひん度の大きい接点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できます。

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・サーチット)、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、タンゲステン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、タンゲステン15V、10%パラジウム銀合金は11Vとなっています。

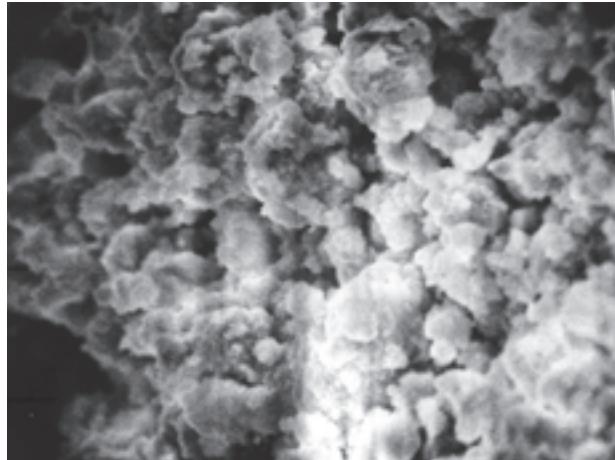
高エネルギー・レベルは、アーク放電開始電圧以上をいいます。

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、負荷開閉時のアーカと空気中の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カの量を減少させる。
2. 開閉ひん度を落し、アーカの持続をなくす。
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、その被膜が電気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μV～数10μV)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、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になります。不導通物質の付着、不導通皮膜の生成が主な接觸不良の原因になります。

不導通物質は、土砂、纖維などの塵埃ですが、微小負荷用のリレーでは、接点のワイヤ、接点圧力も比較的小さいため、このような物質が接觸面に付着すると接觸不良が起こります。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が使用されます。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が変形し、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、炭化皮膜をつくることがあります。炭化皮膜は完全な絶縁体ではありませんが、数10～数100Ωに達することもあります。

高エネルギーレベルでは、アーカ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、投入時に接觸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。

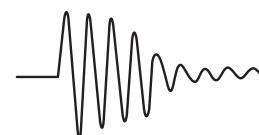
直流の場合には交流のように電圧、または電流がゼロになる点がないため、かなり小さな負荷でもアーカは長い時間持続することがあります。

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ります。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。トランジスター、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あります。ランプ、モータ、トランジスター、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、トランジスター、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。

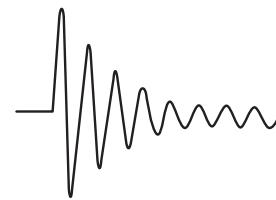
誘導モータ始動電流波形



ACソレノイド投入電流波形

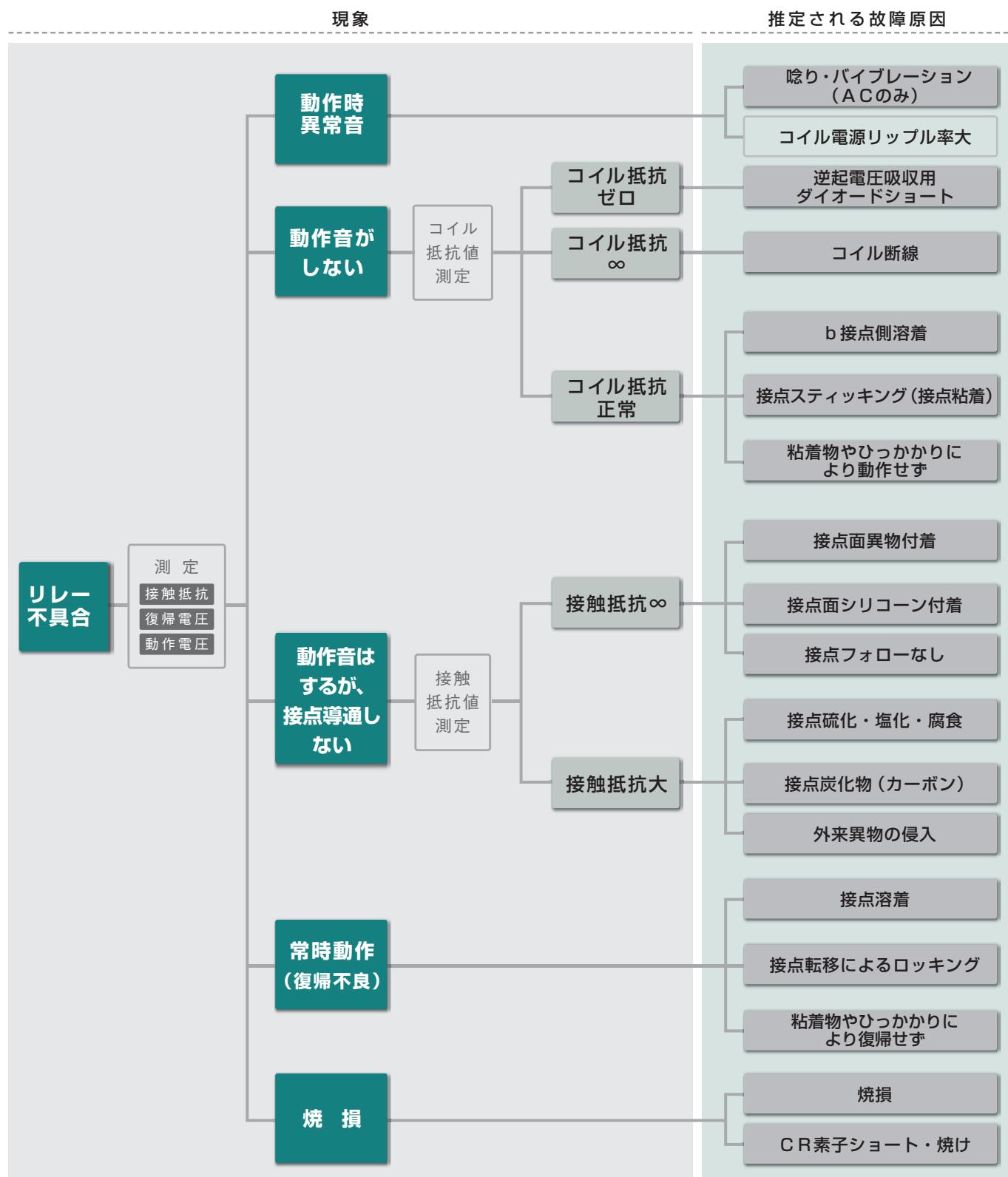


ランプ投入電流波形



トラブルシューティング

故障事例



注1.お客様にて打診される場合は、ケースを開けての打診はご遠慮くださいますようお願いいたします。

2.原因推定、対策等の詳細は、「リレーの不具合 原因と対策 The 解決 テクニカルガイド」(カタログ番号: SGFR-330)をご覧ください。

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)的考え方から、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	① 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
	② 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
	③ 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
	④ 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
	⑤ 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
	⑥ 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	① 印加電圧が完全に切れているか	・保護回路（サーボアブソーバ）のリーアク電流 ・迂回路による電圧印加 ・残電圧が残る半導体制御回路
	② 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	① 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（ラッピングリレーのキープはずれ）
	② 過大な振動、衝撃が加っていないか	・劣悪な使用環境
焼損	① 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）
	② 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	① 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
	② 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）
	③ 開閉頻度が多すぎないか	
	④ リレーの寿命がきてないか	
接触不良	① 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
	② 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
	③ 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
	④ 接点が消耗していないか	・リレーの寿命
うなり	① 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 ・印加電圧のリップル ・入力電圧の緩慢な上昇
	② リレータイプの誤りがないか	・ACラインにDC仕様を使用
	③ 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	① リレー選定はあってるか	・電圧、電流、突入電流の定格選定ミス
	② 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

注.原因推定、対策等の詳細は、「リレーの不具合 原因と対策 The 解決 テクニカルガイド」(カタログ番号: SGFR-330)をご覧ください。

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、負荷の種類から電気的耐久性曲線でメンテナンス時期を求める。適合する電気的耐久性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	機械的耐久性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耐久性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°C、40,000時間を基準点にとることが多い。	—	○	—
	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				

メンテナンスの目安

機械的耐久性

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。

電気的耐久性

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。

耐久性に達したかの判断は使われ方によって違います。

耐久性判定の目安

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1MΩ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) 测定電流(A) 接触抵抗試験後(Ω)	
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

NECA C5442による