

制御機器

ガイド 横11.5 縦6.5

フォント MSゴシック、Arial

1

INDEX

- 1. 制御の基礎
 - 1. 1 電気制御概要
- 2. 入力機器
 - 2. 1 スイッチ
 - a) 操作用スイッチ
 - b) 検出用スイッチ
 - c) 設定用スイッチ
 - 2. 2 センサ
 - a) 検出用センサ
 - リミットスイッチ
 - リードスイッチ
 - 光電センサ
 - 近接センサ
 - b) 計測用センサ
 - c) その他のセンサ
 - 2. 3 計測器

- 3. 出力機器
 - 3. 1 モータ
 - 3. 2 ソレノイド
 - 3. 3 その他の出力機器
- 4. 制御機器
 - 4. 1 マイコン
 - 4. 2 シーケンス制御機器
 - 4. 3 PLC
 - 4. 4 パソコン
 - 4. 5 電子回路
 - 4. 6 PLD
- 5. インターフェイス
 - 5. 1 入力インターフェイス (信号変換回路)
 - 5. 2 出力インターフェイス (駆動回路)

2

重要語句

- 1. 出力機器
三相誘導電動機(始動法、スターデルタ始動法)、単相交流電動機、インダクションモータ、シンクロナスモータ、DCブラシモータ(Hブリッジ回路、PWM制御)、DCブラシレスモータ、ステッピングモータ(励磁方式、速度制御、回転方向制御、台形制御)、サーボモータ(ACサーボモータ、DCサーボモータ)
出力機器の駆動
モータの制御(動力用、制御用、CW/CCW、回転速度、交流モータの回転速度、インバータ、すべり、回転方向の制御)
ソレノイド、電磁弁(油空圧機器)、調整弁、リレーコイル、ランプ、LED、7セグLED
空気圧シリンダ、油圧シリンダ
- 2. 入力機器
操作スイッチ、検出センサ、リミットスイッチ、リードスイッチ、光電センサ(透過型、反射型)、近接センサ(静電容量型、高周波型)、超音波センサ、検出センサの出力仕様、接点出力、O.C.出力(シンク(NPN)、ソース(PNP))、電圧出力、3線式、2線式、計測センサ、ロータリエンコーダ(インクリメンタル形、A相、B相、アブソリュート型)、ポテンシオメータ、変位センサ、温度センサ、圧力センサ、流量センサ、計測センサの出力仕様、電圧出力
電流出力(4-20mA)
- 3. 制御機器
リレー、PLC(入力仕様、出力仕様)、マイコン、パソコン、アナログ回路、アナログIC回路、デジタルIC回路、PLD、FPGA、パネルコンピュータ
DCSコントローラ?
制御方式、オープンループ方式、セミクローズドループ方式、クローズドループ方式

3

1. 制御の基礎

4

1.1 電機制御概要

5

自動制御システムの構成

制御装置の構成・・・検出部、調節部、操作部、比較部

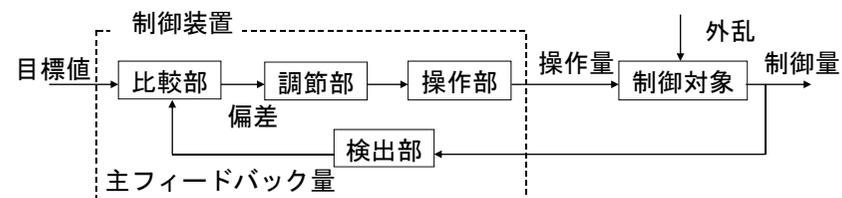
その働きは、

検出部：制御対象の状態（**制御量**）を検出する

調節部：**目標値**と**制御量**との差をなくすよう調節する

操作部：制御対象に働きかける（**操作量**）

比較部：**目標値**と**主フィードバック量**の差をとる

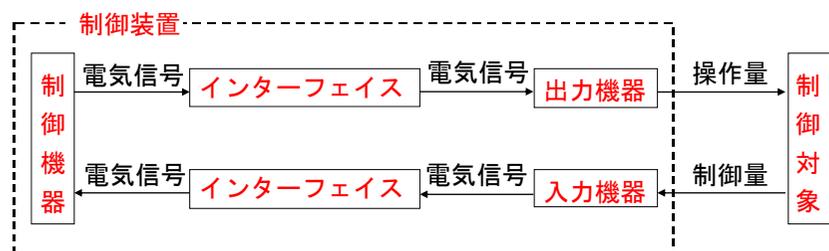


6

制御装置の構成

世の中で使われている制御装置の多くは、電気で動作し、電気信号で情報伝達がなされ、電気で制御されている。

電気を使った実際の制御装置は入力機器（検出部）、制御機器（調整部）、出力機器（操作部）、および電気信号を変換するためのインターフェイスで構成されている。



7

制御装置の各部の機器

入力機器：

制御対象の状態（**制御量**）を検出する

目標値や動作の内容を指示する

センサ、スイッチ、計測器・・・

制御機器：

目標値と**制御量**との差をなくすよう調節する

リレー、PLC、マイコン・・・

出力機器：

制御対象に働きかける（**操作量**）

モータ、油空圧機器、ソレノイド・・・

インターフェイス：

電気信号を変換する

トランジスタ、フォトカプラ、各種IC・・・

8

2. 出力機器

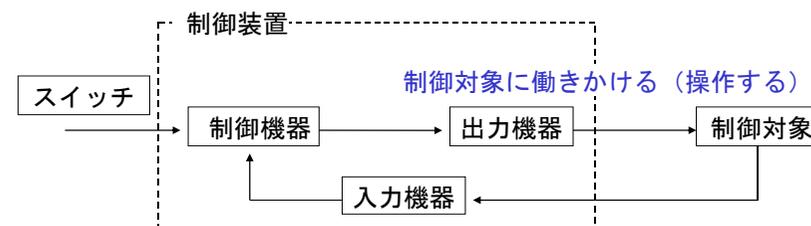
9

制御装置の出力機器

制御装置（制御システム）は制御対象に働きかける
動かす、力をかける、熱を加える、光を出す・・・

この働きかけを行うのが操作部であり、出力機器となる

現在の大部分の制御装置（制御システム）は、電気を使って
組まれている。電気を使った出力機器は**負荷**とも呼ばれる。



10

制御装置の出力機器（負荷）

制御装置の負荷として、力を出すもの、光を出すもの、熱を出すものなどが使われる。

ランプ（光エネルギー）
モータ（運動エネルギー）
スピーカ（音エネルギー）
ヒータ（熱エネルギー） など



負荷は電気抵抗を持ち、この抵抗で電気エネルギーから別のエネルギーに変換している。

11

制御装置の出力機器（負荷）

制御装置で使われる負荷として

モータ

三相電動機、ACモータ、DCブラシモータ、
DCブラシレスモータ、ステッピングモータ、
サーボモータ・・・

ソレノイド（電磁石）

直動ソレノイド（AC/DC）、リレーコイル、
方向制御弁（油空圧機器）・・・

ランプ

DCランプ、LEDランプ、積層表示灯、回転灯、・・・

ブザー



12

定格電圧、定格電流

負荷には定格電圧が定められている。この定格電圧をかけたときに定格電流が流れ正常に動作する。

定格電圧：DC24V、DC5V、AC100V、3φ3WAC200V など

定格電圧以上をかけると

電流が流れすぎ（過電流）、発熱、発火、焼損する

定格電圧以下だと

動作はするが、本来の働きをしない

電圧を調整することにより、負荷をコントロール（制御）することもある

13

出力機器とメカニズム

出力機器のうち、モータや油空圧シリンダなど、動いて外部に対して仕事をする出力機器をアクチュエータという。

実際の制御装置では、アクチュエータにクランク機構、送りねじ機構、クランク機構など様々なメカニズム（機構）を取り付け、制御対象に対して、押し出す、回転させる、固定するなどの働きをする。

メカニズムには、歯車、ベルト、カム、ベアリング、直動ガイドなど様々な機械要素が使われている。

14

2.1 負荷の駆動と駆動部品

負荷の駆動

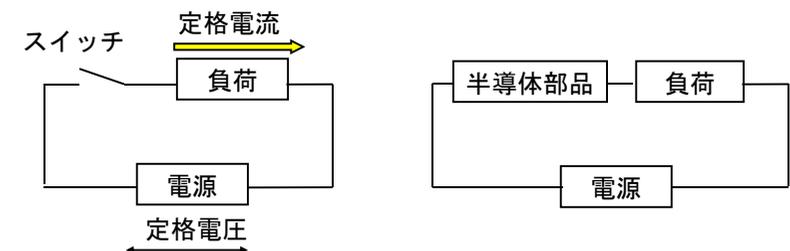
負荷に定格電圧がかかると動作する

負荷の駆動には**スイッチ**（機械式接点）が使われる

接点が閉じる・・・負荷に電圧がかかり動作する

接点が開く・・・負荷に電圧がかからず動作しない

半導体部品（トランジスタ、トライアックなど）を使って負荷を動作させることもある



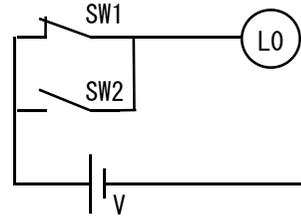
15

16

1) スイッチによる負荷の駆動

負荷の駆動の最も基本的なものとして、スイッチを使った回路がある。a接点スイッチ、b接点スイッチ（c接点スイッチ）を使い、接点が閉じると負荷に電流が流れ、負荷が動作する

電気回路図の書き方には幾つかのルールがあるが、ここでは最低限必要なルールにとどめることにする。（スイッチの記号、負荷の記号など）



電気回路図

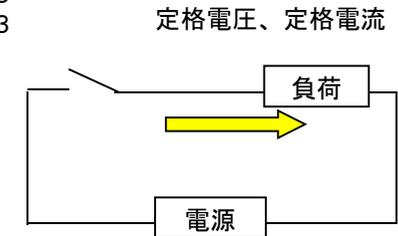
17

1) スイッチによる負荷の駆動

負荷の駆動に使用する電線や接点の許容電圧、許容電流は、負荷の定格以上が必要（約3倍）

接点 許容電圧 > 定格電圧 × 3
許容電流 > 定格電流 × 3

電線 許容電圧 > 定格電圧 × 3
許容電流 > 定格電流 × 3



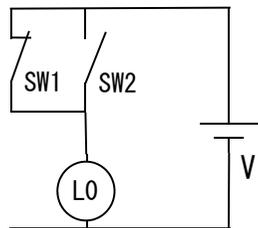
電源電圧 = 定格電圧
最大電流 > 定格電流

18

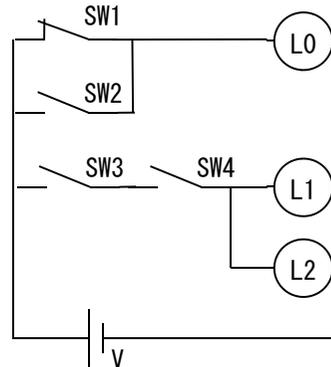
スイッチによる駆動回路

回路図の書き方のルール（この授業での）

- 1) 回路図の端には電源だけを入れる
- 2) 回路の両端の線は電源線（母線）とする
- 3) 負荷の一方は電源と接続する（プラス、マイナスのどちらでも可）
- 4) 複数の負荷を同時に動作させるときは並列に接続する



縦書き回路図



横書き回路図

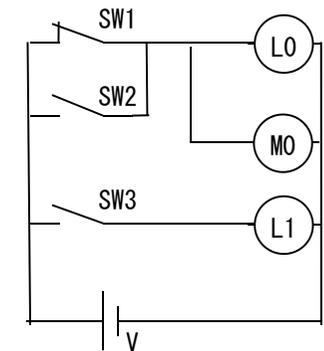
19

スイッチによる駆動回路

負荷の一方を電源に接続し（プラス側、マイナス側、どちらでも良い）、もう一方をスイッチを通して電源に接続する。負荷が複数ある場合、接続する線を統一する。なお、負荷には極性（プラス・マイナス）が指定されているものもある。

スイッチの許容電流、許容電圧、電線の許容電流、許容電圧が負荷の定格電圧、定格電流よりも十分大きいもの（3倍程度）を選定する。

複数の負荷を同時に駆動する場合、並列に接続する。



電気回路図

20

語句の統一

この先、スイッチを組合わせた回路について説明する。
語句の混乱が予想されるので、以下のように統一する

[スイッチ]

「復帰する」・・・スイッチが動作していない状態、戻った状態
通常（ノーマル）な状態、

「操作する」・・・スイッチが動作している状態（押す、倒れる等）
「動作する」 通常（ノーマル）でない状態

「導通する」・・・接点が閉じる状態、電気が流れる状態
「通電する」

「遮断する」・・・接点が開く状態、電気が流れない状態
「通電しない」

[負荷]

「動作する」、「〇〇する」・・・働いている状態
「復帰する」、「〇〇しない」・・・働いていない状態

21

2) 駆動用部品による負荷の駆動

負荷の駆動には**スイッチ**（機械式接点）が使われる。
負荷の駆動にスイッチが使えないときは、専用の駆動用部品を使う

スイッチを使って負荷の駆動を行えない場合として、
接点の電気容量が不足（許容電圧、許容電流）
接点の動作が反対（a接点スイッチでb接点動作）
電気信号で負荷を動かす

スイッチ以外の駆動用部品として、
有接点：機械式リレー、電磁接触器、電磁開閉器
無接点：トランジスタ、FET、トライアック
半導体リレー（フォトMOSリレー、SSR）

22

有接点駆動部品（開閉器）

電磁石を使って電流のON/OFF（接点の開閉）を行う。
電力用のスイッチ。

電磁継電器（リレー MR）

電磁石と機械式接点を組み合わせたもので、電気信号で電流のON/OFF（接点の開閉）を行う。一般的な機器の駆動。最大10A程度。

電磁接触器（マグネットコンタクター MC）

三相電動機やヒータなど大型（数10A程度）の駆動や制御を行うための電磁継電器。制御用の補助接点も持つものもある

過電流継電器（熱動継電器、サーマルリレー THR）

過電流が流れたとき、発生する熱の作用によって電流を遮断する保護用遮断器。（三相交流の場合、RとTを遮断）

電磁開閉器（マグネットスイッチ MS MC+THR）

電磁接触器と熱動継電器をあわせたもの。
モータやヒータなどの大電流のON/OFFに使用する。

23

無接点駆動部品（半導体部品）

トランジスタ、FET

直流負荷用の駆動部品。電気信号（電圧もしくは電流）により直流電流のON/OFFを行う。動作が早く、半永久に使える。最大数10A。

半導体リレー

直流負荷もしくは交流負荷を駆動する半導体を使った駆動部品。電気信号を絶縁するためのフォトカプラと駆動用半導体部品を組み合わせたもので、フォトカプラ内部のLEDを駆動することにより、負荷が動作する。

フォトMOSリレー

半導体部品としてMOS型FETを使用し、数100mA程度の直流・交流負荷の駆動を行う。

ソリッドステートリレー（SSR）

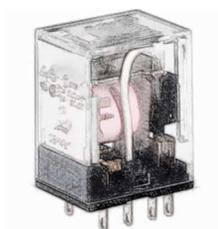
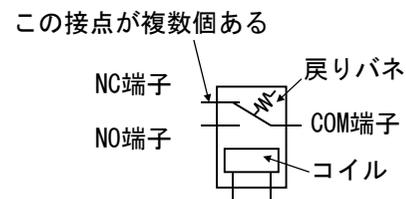
半導体部品としてトライアックを使用し、数A程度の交流負荷の駆動を行う。

24

a) リレー

機械式リレーはリレーコイル（電磁石）とリレースイッチ（接点）を組合せた構造で、コイルが動作すると、接点が動作する。

様々なコイル定格、スイッチ定格があり、必要に応じたリレーを選ぶことができる。



25

a) リレー

電磁リレーの仕様（一例）

コイル定格電圧	DC24V
コイル定格電流	40mA
接点許容電圧	AC/DC200V
接点許容電流	5A
接点	2極双投（DPDT）



26

リレーの仕様

1) コイルの定格

定格電圧	コイルを駆動するのに必要な電圧
定格電流	コイルを駆動したときに流れる電流

2) 接点の定格

許容電圧（最大電圧）	かけることのできる電圧の最大
許容電流（最大電流）	流すことのできる最大の電流
接点の種類、数	a接点、b接点、c接点 1極、2極、4極など

電磁リレーの仕様（一例）

コイル定格電圧	DC24V
コイル定格電流	40mA
接点許容電圧	AC/DC200V
接点許容電流	5A
接点数、種類	2極双投（DPDT）

27

リレーの用途

駆動部品として用いる

小さな電力（電圧、電流）で、大きな負荷をON/OFFする
直流の信号で交流をON/OFFする。（逆も可）
例えば、

乾電池2個（DC3V）の信号で、AC200VのモータのON/OFF制御が可能

2) 接点の数を増やす（内部の接点が複数個ある場合）

3) 接点の動作を変える（a接点→b接点）

駆動用以外の用途として

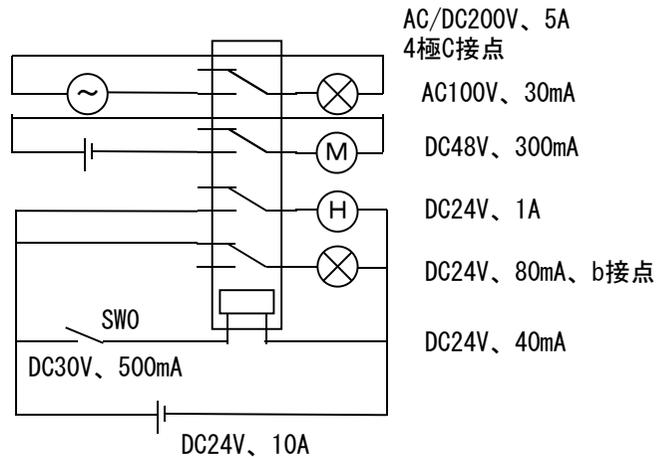
4) 簡単な制御回路を組む（リレー10個程度の回路）

・・・リレーシーケンス制御

28

リレーによる駆動回路

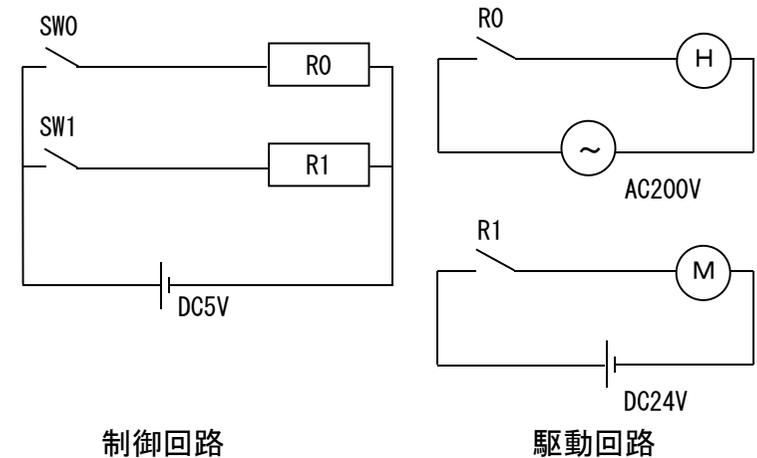
複数の接点を有するリレーを使うと、定格電圧が異なる負荷を同時に駆動することができる。



29

リレーによる駆動回路図

負荷の定格電圧とリレーコイルの定格電圧が異なるときの回路図は以下のように記述される

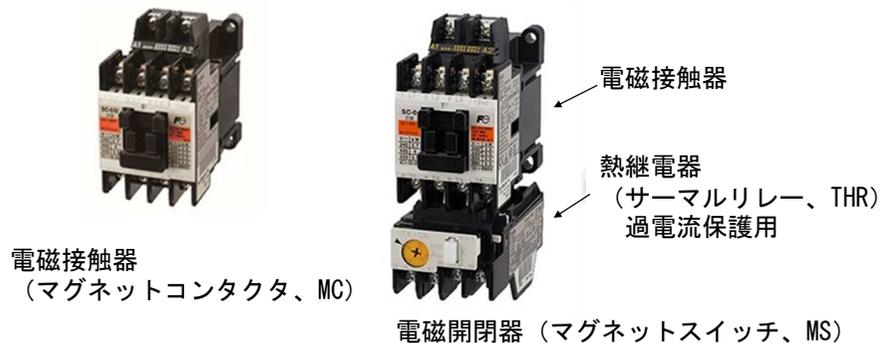


30

b) 電磁接触器、電磁開閉器

大型の負荷用の駆動部品。リレーと同様、コイルと接点で構成され、接点は数10Aの電流を流すことができる。

電磁接触器が駆動用部品で、過電流保護の熱継電器と組み合わせた電磁開閉器も使われる。



31

b) 電磁接触器、電磁開閉器

電磁接触器の接点の定格として

許容電流：10～数100A

許容電力：2～100kW

電磁接触器コイルの定格として

電圧：DC24、DC12、AC100、AC200など

電流：数100mA (DC24Vの場合)

* 一般リレーの許容電力：0.5～1kW程度

半導体リレーの許容電力：0.1～2kW程度

電磁接触器のコイルは、操作スイッチやPLCの出力によって駆動される。

コイル定格電流が大きい場合、PLCで駆動するときには（特にトランジスタ出力）リレーを介してコイルを駆動する。

(PLC → リレー → 接触器コイル)

32

b) 電磁接触器、電磁開閉器

接触器には補助接点（例えば、1a-1b）が内蔵されているものもある。

補助接点を使った回路として
 モータの正逆転制御
 電動機の始動制御（Y-Δ始動）
 各種安全回路



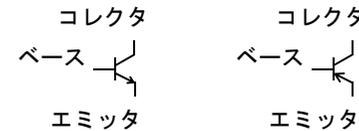
c) トランジスタ

直流負荷の駆動用の半導体部品。トランジスタの他にはFETが使われる。

トランジスタの用途として信号増幅もあるが、機械制御ではほとんどが直流用のスイッチとして使われる。

無接点（半導体部品）なので、動作が早い、寿命が長いなどの利点がある

構造によってNPN型とPNP型があり、日本ではNPN型が使われる

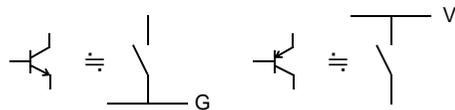


NPN型トランジスタ

PNP型トランジスタ

c) トランジスタ

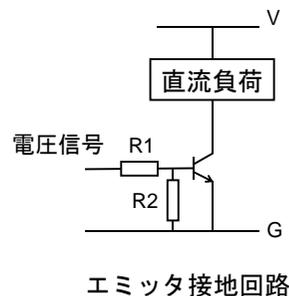
負荷の駆動回路としていくつかあるが、日本ではNPN型トランジスタを使ったエミッタ接地回路で使われる。



トランジスタによるスイッチング

エミッタ接地回路では、R1は必要で、おおむね1000~3300Ω程度、R2はできれば接続した方がよく、おおむね10kΩ程度。

外部からのノイズがコントローラに入るのを防ぐために、フォトカプラを使って信号の絶縁を行うことがある。

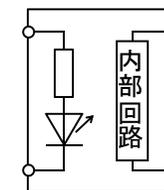


d) 半導体リレー

トライアックやFETとフォトカプラを組み合わせた無接点駆動用部品。直流・交流用のフォトMOSリレーや、交流用のソリッドステートリレー（SSR）がある。

フォトMOSリレーは数100mA、SSRは数10Aの負荷の駆動が可能

フォトカプラで電気信号が絶縁されているので、ノイズを伝達しない。



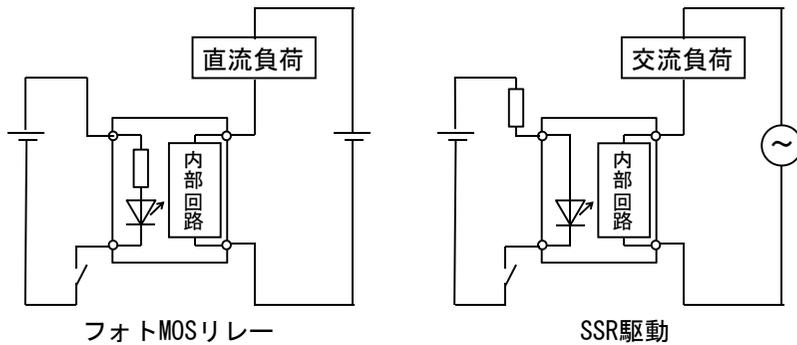
内部回路にはFETやトライアックが使われる

FET：フォトMOSリレー
 トライアック：SSR
 （ソリッドステートリレー）

d) 半導体リレー

フォトプラのLEDが点灯すると内部回路が働き、そこに接続された負荷が動作する。

信号側の電源は、LED点灯回路の抵抗値に合わせる。
内部抵抗がないときは外付けの抵抗器をつける



37

電磁リレー(電磁継電器)

電磁リレーの仕様 (一例)

コイル定格電圧	DC24V
コイル定格電流	40mA
接点許容電圧	AC/DC200V
接点許容電流	5A



電磁接触器の仕様 (一例)

コイル定格電圧	DC24V
コイル定格電流	200mA
接点許容電圧	AC/DC600V
接点許容電流	30A



38

電磁接触器(マグネットコンタクト、MC)

電磁リレーの接点容量が大きいものを電磁接触器という。
動作原理は電磁リレーと同じ
用途として、大型のモータ(電動機)やヒーターなどの駆動に用いられる。

両脇に補助用の接点を持っているものもある。



39

駆動用部品

