

電気を安全に使うために

危ない常識

必ず職員に相談してから作業をすること

- 交流には極性が無い(コンセントに挿す向きは関係ない)
交流電源には必ず接地(アース)側と高圧側が存在する。
コンセントの幅の広いほうがアース
ただし、壁コンセントの極性はひっくり返っている可能性が高い
ので、自分で調べること
- 接地(アース)を取ったほうが安全
接続する装置によっては、接地側電極がアースや
機器フレームに直結しているので、非常に危険。
- 2つの電源端子を接続すればいい
3相電源の場合、消費電流の
バランスを気をつける



壁コンセントの注意

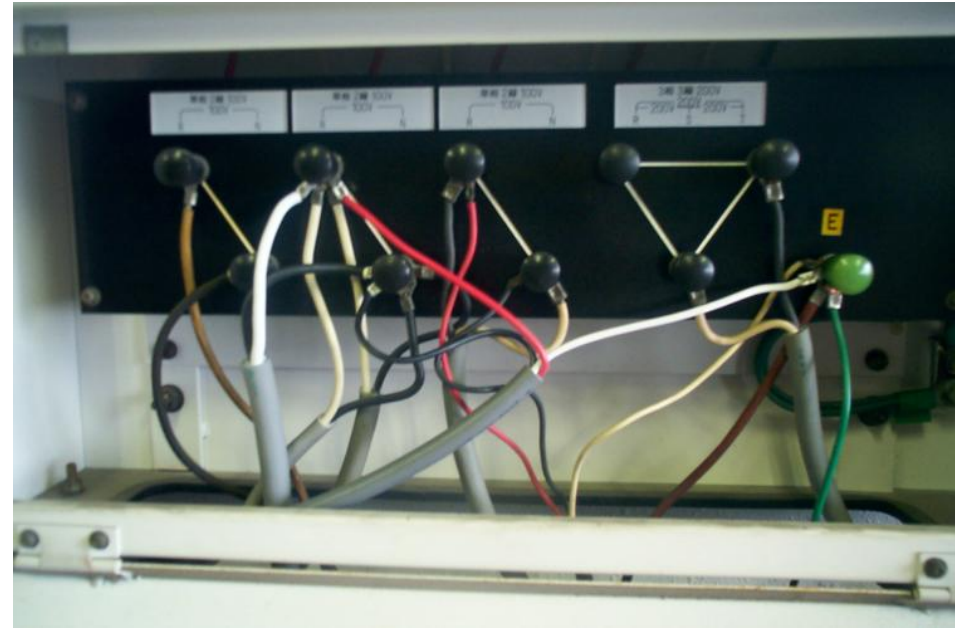
壁コンセント：壁に埋め込んであるコンセント

配電盤から配線されているものは含まれない

以下の理由により、壁コンセントは極力使わない

- 壁コンセントは、**階で共通の配電盤**に
ぶら下がっている場合が多い
⇒ 同じ階の他の研究室が
 - ブレーカーを落としたら、同じ階の壁コンセントが全て落ちる
 - ノイズが乗る機器（電気炉など）をつなげていたら、
同じ階の壁コンセント全てにノイズが乗る
精密機器をつなげた場合、スパイクノイズで破壊することもある
- 壁コンセントの**電源容量は小さい**
そもそも、実験機器を接続することは考慮されていない
- 壁コンセントの**極性はひっくり返っている**可能性が高い
- 壁コンセントを使うときは配線がいい加減になりがち。
また、**簡単に外れる**。
ケーブルを足で引っ掛けるなどして外される可能性が高くなる。

電源盤の構成



単相：R,Nのうち、Nが接地

三相：R,S,Tのうち、Sが接地

緑色端子：第三種接地
(100Ω)

ケーブルの色

R,T	N,S	接地(緑色端子)
赤,黄	白	緑、黒
赤	黒	緑
白	黒	緑

電源の種類と電力容量

- 直流：直流安定化電源、電池など
- 交流：単相、三相、100~**240V**
- テーブルタップ、配線などは**電力容量を厳守する**
- **配線の電力容量が分からない場合**
目安：銅導線で 1 mmφ ごとに 10 A が常用限界
それ以上の電流を流すと溶断、発火
- 水に暴露する可能性がある場所には
テーブルタップなどを置かない (床置きしない)
- 使っていないテーブルタップのコンセントは
専用の安全カバーで閉じておく

規格

ケーブル

単芯、複芯

単線、複線、(撚り／ツイストペア)

接地用(平網線)

高周波用(同軸ケーブルなど)

大事な数値:

ニクロム線に流せる電流は断面積 $1\text{ mm}\phi$ で約10A

一般的なケーブルの定格電流もこの程度

(一般家庭用テーブルタップの規格は10~15A、
OA用で15A程度)

空气中で放電が始まるのは、 1 mm の空隙に1 kV を印加したとき

絶縁溶媒中(オイルなど)ではもっと高くなる

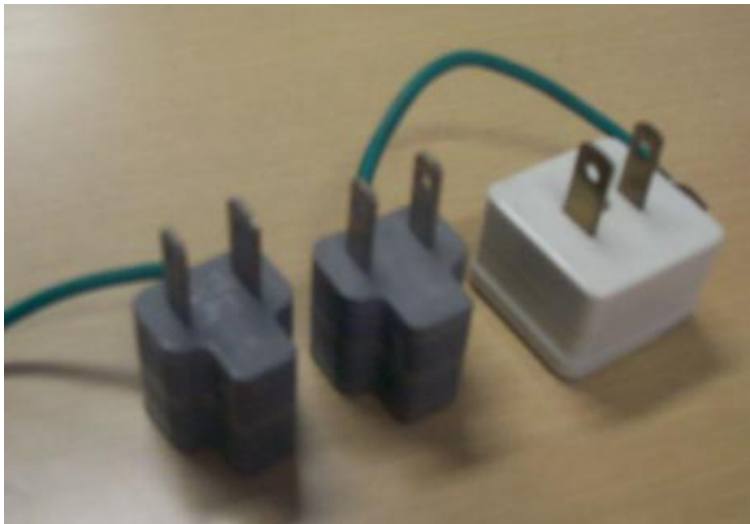
減圧雰囲気中では、一般的にもっと低くなる

(パッツェン – グローカーブ、
放電開始電圧は Pd =一定の条件で決まる)。

電源の接地



接地側端子の幅が広がっているテーブルタップ

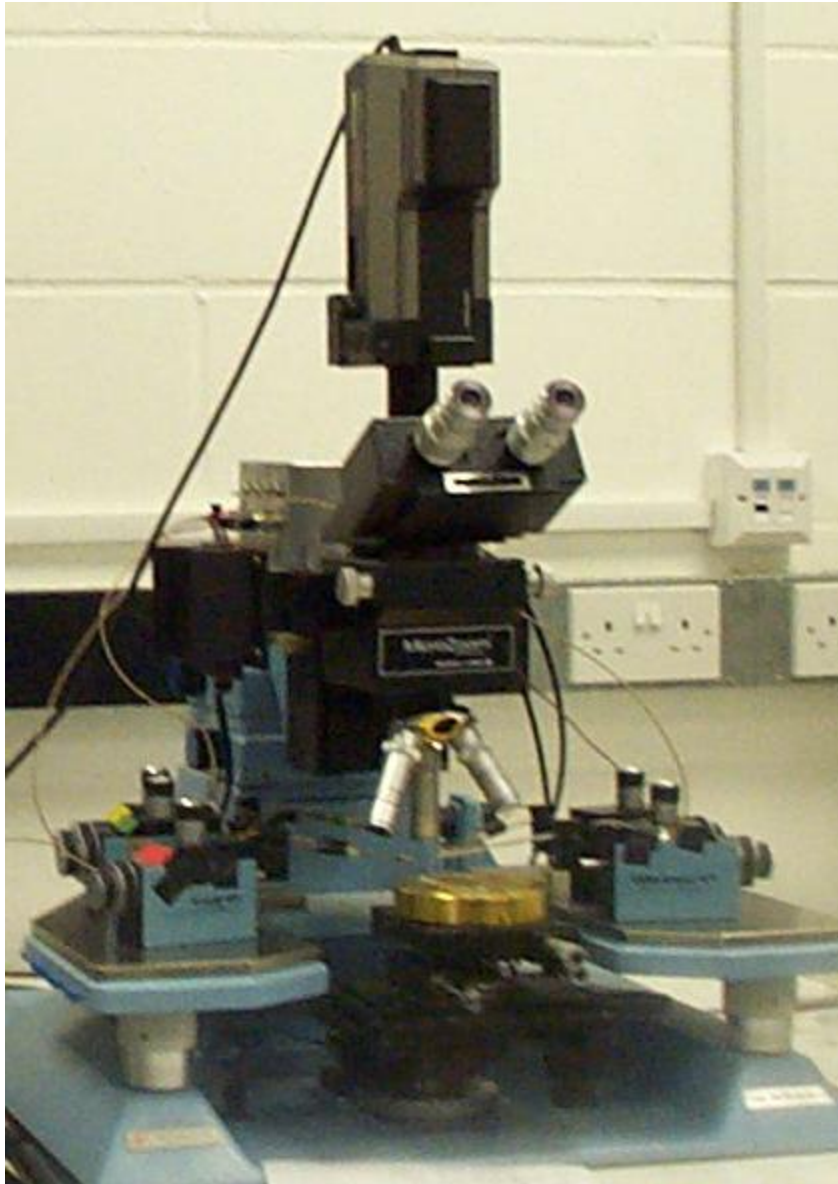


接地端子を持つ変換プラグ。真中のものは、接地側プラグを区別していない

接地の意味と諸技術

- 保安のための接地
- 信号用の接地
- 遮蔽用の接地
- アンテナ用の接地

イギリスのコンセント (AC240V)



接地(アース)とコモングラウンド

- **コモングラウンド (信号用、遮蔽用)**

ある電気回路内で共通の電位基準となる電位。

同じ回路内でも、デジタルコモンとアナログコモンなど、**複数のコモングラウンド**を持つことがある。

コモングラウンドの静電容量を大きくすることで、**ノイズを遮蔽**する。

- **フレーム(筐体)アース (保安用、遮蔽用)**

装置内部のショート、放電などがあっても、装置の外側が帯電したりしないように、装置の**筐体を接地準位**にそろえる。

洗濯機などでアースを取る場合は、こちらのアースをさしている。

- 装置内回路の**コモングラウンド**と**フレームアース**は同じである**必要はない**。

両者を混同すると非常に危険

- 非絶縁型オシロスコープなどは、両者が同じ物が多い。
十分に注意すること。

オシロスコープ



同軸端子とアース、グラウンド

・二軸同軸端子(BNC端子)

ケーブルは、3C2V, 3D5Vなど、ケーブル径(PE絶縁外径)とインピーダンス(C:75Ω, D:50Ω)によって種類がある。BNC端子もそれに応じてそろえる。

一般的に、BNC端子の外側は、同軸ケーブルの外側の網線と装置のフレームにつながる。そのため、コモングラウンドと筐体と同じ電位になる。電源のアース端子をつなぎ、さらにプラグの極性がひっくり返っていると、漏電する。

BNC端子、オシロスコープなどには絶縁型のものがあるため、なるべくそれらを使うほうがいい(ただし、ノイズ対策のためには、フレーム接地も必要)。

・三軸同軸端子

2スロット型、3スロット型

中に電位を合わせて高圧側からのリークを測定系から分離するガード電極がある

対処法

- ・大電力装置、精密装置の電源、接地を分離する
 - ・回路を理解せずにむやみやたらに接地をとらない
 - ・ただし、可能な限り、接地をする
 - ・回路全体が複雑でやむをえない場合、絶縁アンプ、絶縁トランス*などを入れ、電源電圧と測定系の電圧を分離する。ただし、この場合は確実に筐体を接地すること。
- *単巻トランス、スライダックは非絶縁。複コイル型のトランスでも、入力と出力の低電位側の電位をそろえているものが多い。

サイリスタのトラブル

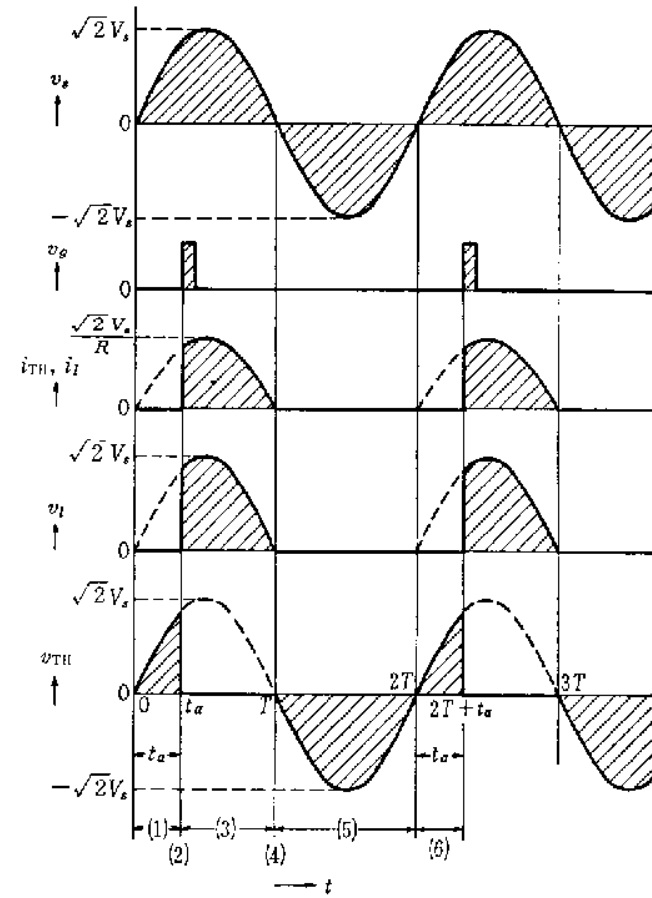
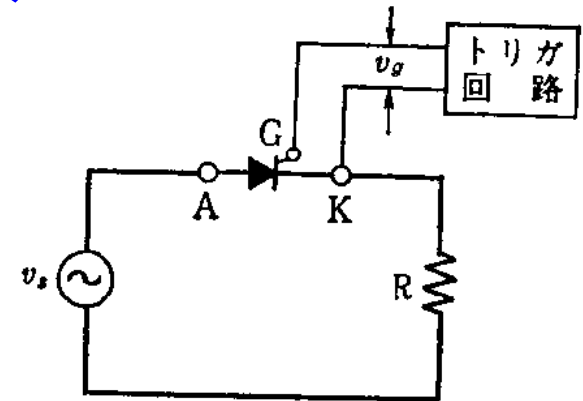
サイリスタは正弦波電源を途中でカットして電力調整する ⇒ 波形が歪んでいる

・サイリスタを介して表示される電流・電圧の絶対値に意味はない

波形が歪んでいるため、測定器の特性に応じた時間平均値が表示される。

ピーク電圧・電流は表示されているよりもはるかに高い

#なぜ、海外用変圧器に
「ドライヤー、熱機器用」と
「精密機器用」があるのか



電源ケーブルの接続

電源ケーブルを接続する際には、

- ・はんだ付け
- ・圧着端子を両側につけ、ボルトとスプリングワッシャーで緩まないように固定する
- ・端子盤を使う

端末の絶縁処理

- ・絶縁テープ、熱収縮チューブで完全に導体部分を遮断する。
- ・絶縁テープを超えて放電しない絶縁層厚にすること

よくあるトラブルI

- ・装置の接地側端子を電源の高電圧側につないでしまう。
接地回路がループを作ってブレーカーが落ちる。
漏電する。
装置の筐体が高圧に帯電する。
- ・異なる交流電源をまとめてつなぎ、電流をかせごうとする
各電源盤の交流電源の位相はずれているので、非常に危険。
位相を合わせる装置を入れる必要がある。
- ・最悪のケース
異なる200V電源から2つの装置に配線した場合、接地配線を間違えると、それぞれの筐体の電圧差が最大400Vになる

サイリスタによる位相電力制御

2・1

単相半波整流回路（純抵抗負荷時）

1

回路
の
動作状態

図 2・1 は、サイリスタを用いた整流回路の中でも、最も簡単な方式の単相半波整流回路である。図 1・3 に比べて、単にダイオードがサイリスタに置き換えられただけである。そこで、この回路がどのように動作するのか、その原理を検討するために、まず負荷は純抵抗として考えよう。もちろん、図 2・1(a) の回路だけでは動作できず、図 (b) のようにサイリスタのゲートにトリガ・パルスを与えるためのトリガ回路が、主回路とは別個に必要とされる。そして、図 2・3 のように電源電圧 v_s の正の零点の一つを時間原点 ($t=0$) に一致させて考えた場合、サイリスタのゲートにはこのトリガ回路から、 $t=t_a$, $2T+t_a$, $4T+t_a$, …… なる時点において、トリガパルスが与えられるものとする（例えば、図 1・20 の回路を用いればよい）。ただし、 T は電源電圧の半周期時間である。このような状態において、負荷電流 i_L 、負荷電圧 v_L およびサイリスタのアノード電流 i_{TH} 、アノード電圧 v_{TH} は、どのようになるかを以下に順次調べてみよう。

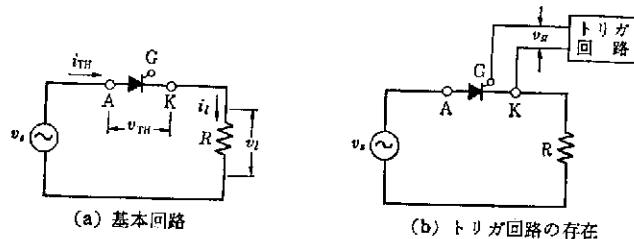


図 2・1 サイリスタを用いた単相半波整流回路

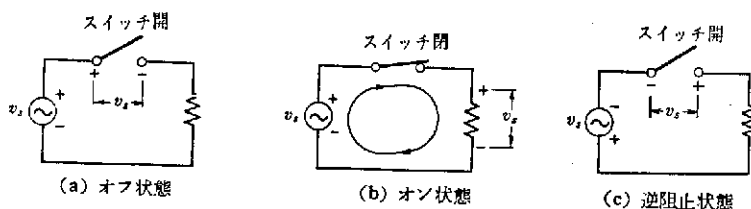


図 2・2 等価回路

(1) $0 \leq t < t_a$ $t=0$ は電源電圧の正の零点であるから、 $0 < t < T$ の半周期の間、電源電圧 v_s さら

にはアノード電圧 v_{TH} は正の極性となり、サイリスタは電源電圧によって順バイアスされることになる。したがって、もしもダイオードならば図 1・3 のように直ちにオン状態となるわけだが、サイリスタの場合には単に順バイアスされただけではターンオンできず、15ページで述べたように、さらにゲートにトリガ・パルスが与えられなければならない。しかし、この $t < t_a$ の期間ではいまだパルスは与えられていないから、サイリスタはターンオンできず、図 1・9 の $t < t_0$ と同様に「オフ状態」となる。

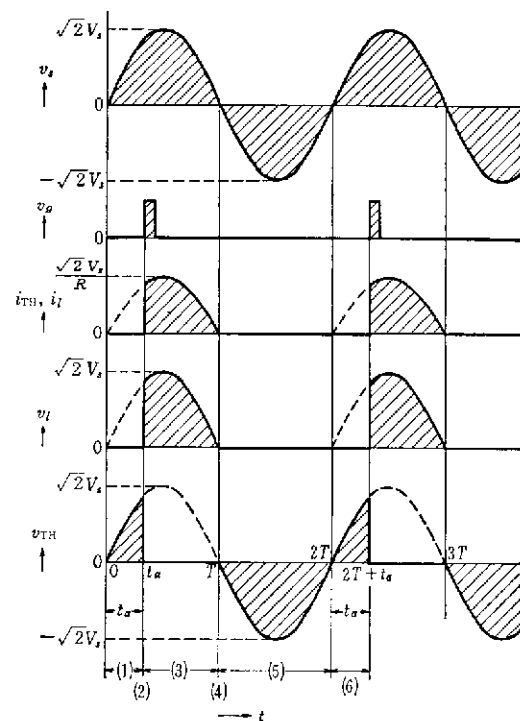


図 2・3 各部の波形

したがって、図 2・2(a) のように、等価的にはスイッチを開いた状態と同じになるから、この期間では負荷電圧 v_L および負荷電流 i_L は零となり、サイリスタのアノード電圧 v_{TH} に電源電圧 v_s と等しい値の順電圧が現れるのみである。

(2) $t=t_a$ この時点になって初めてゲートにトリガ・パルスが与えられる。しかも、サイリスタは順バイアスされたままであるから、15ページで述べたターンオンの条件を同時に満足することになり、サイリスタは直ちにターンオンしてオフ状態からオン状態へと移行する。

(3) $t_a < t < T$ 一度ターンオンしたサイリスタは、たとえその直後にゲートへのパルスがなくなっても、順電流が流れ続く限りオン状態を維持する。

よくあるトラブルII

- ・サイリスタ、トライアック、スイッチングレギュレータを使った大電力装置を、精密装置と同じ電源、接地につないでしまう

サイリスタなどによる電力制御は、三角関数の電力部の一部を電気回路的にカットして行っている。

そのため、カットした部分で高周波のスパイクノイズが乗る。このノイズは通常の第二種接地だけでは吸収できないため、同じ電源ラインの他の測定器の電源にまでノイズを与える。

大電力装置によって、電圧低下が起こったり、電圧波形にひずみが生じる

高精度測定をするために

・温度制御

- ・ヒーターは無誘導巻にし、相互インダクタンスを小さくする
- ・理想的には、直流定電圧電源で制御をし、ローパスフィルターを通す

・接地

- ・インピーダンスの低い平網線で、なるべく短い距離で接地する(コンピュータなどについてくる緑色単線の接地線では不十分)
- ・筐体を隙間無く導体で囲み、接地する
- ・他の機器のノイズに気をつける

・電源

- ・直流電源の場合、電源側に並列に静電容量を入れ、安定化する
- ・交流電源の場合、トランスを通すだけでもノイズを低減できる
- ・それでも不十分な場合、安定化電源を入れる