電験どうでしょう管理人
KWG presents

電験オンライン塾

第11回 半導体(3)

2021.05.08 Sat

半導体デバイス

- ダイオード
- 太陽電池
- ツェナーダイオード
- 発光ダイオード、半導体レーザ
- トランジスタ
- FET（電界効果型トランジスタ）
- サイリスタ

1回目の講義

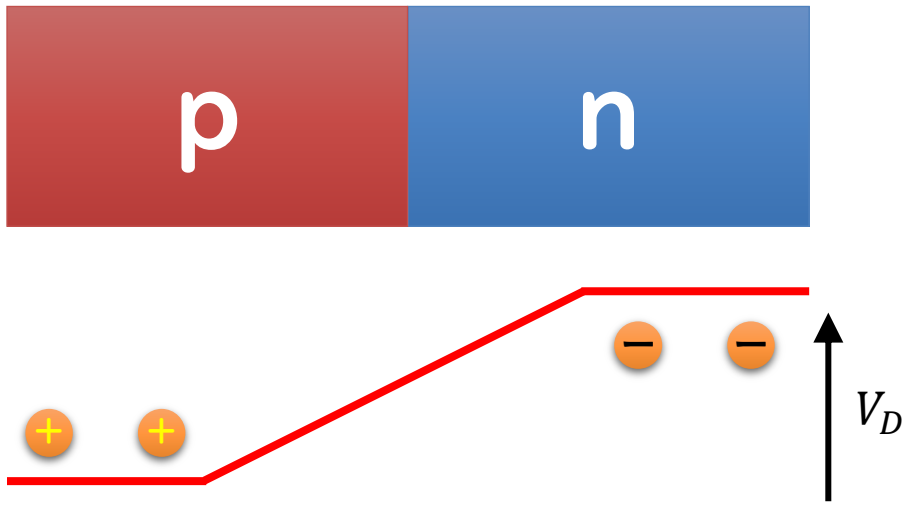
2回目の講義

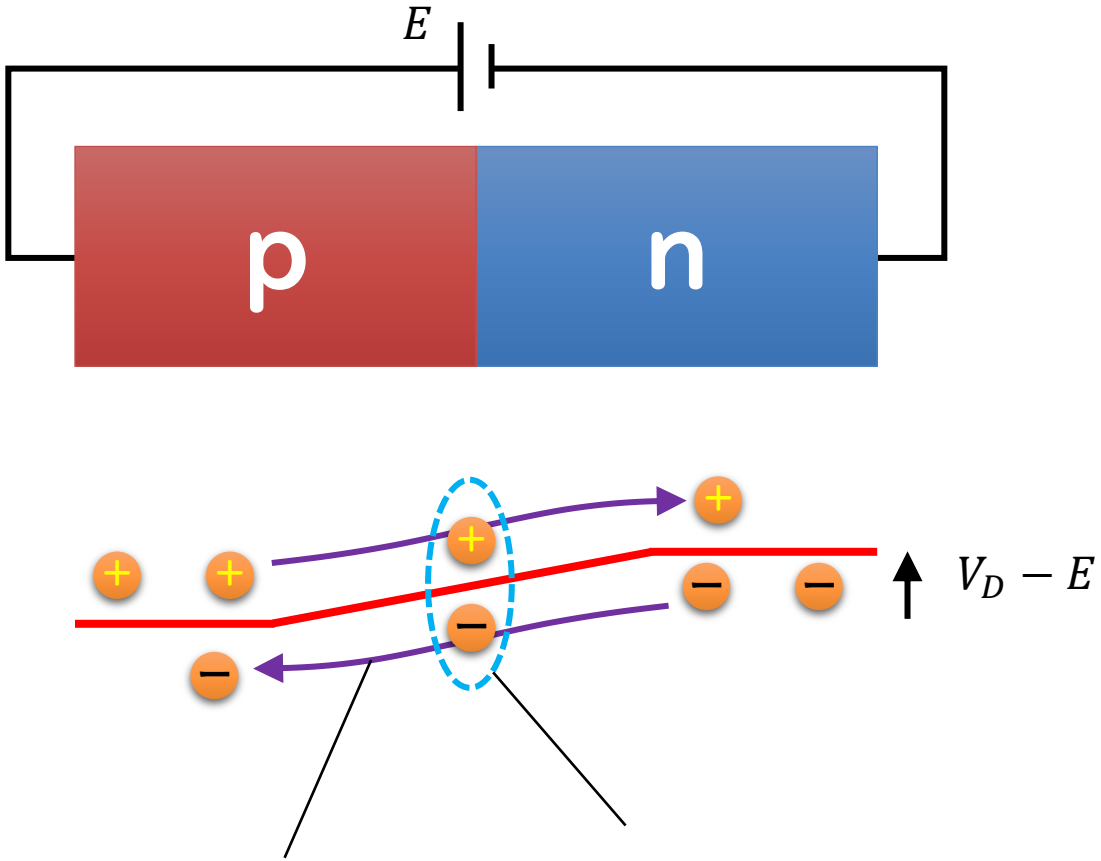
今回の講義

Copy right © 電験どうでしょう

発光ダイオード（LED）

ダイオード





n型半導体：P, As, Sb　など
p型半導体：B, Al, Ga　など

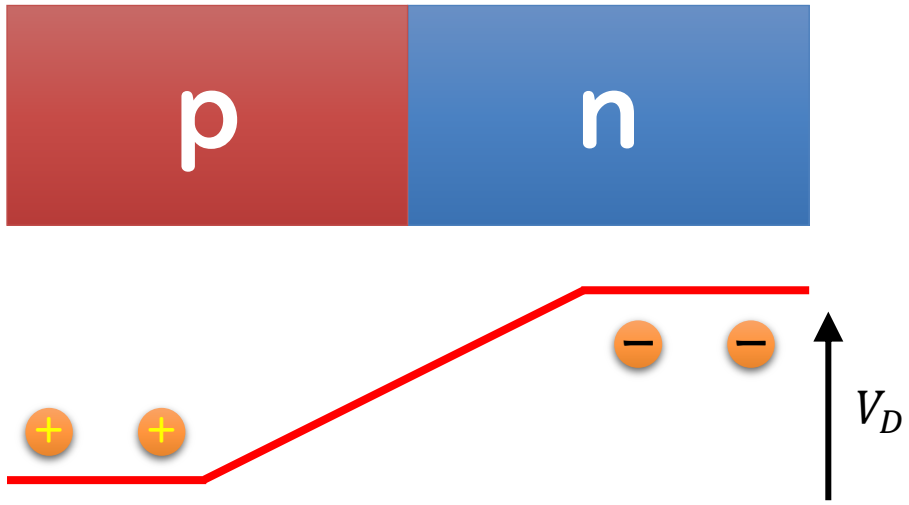
順方向バイアスをかけると電流が流れる

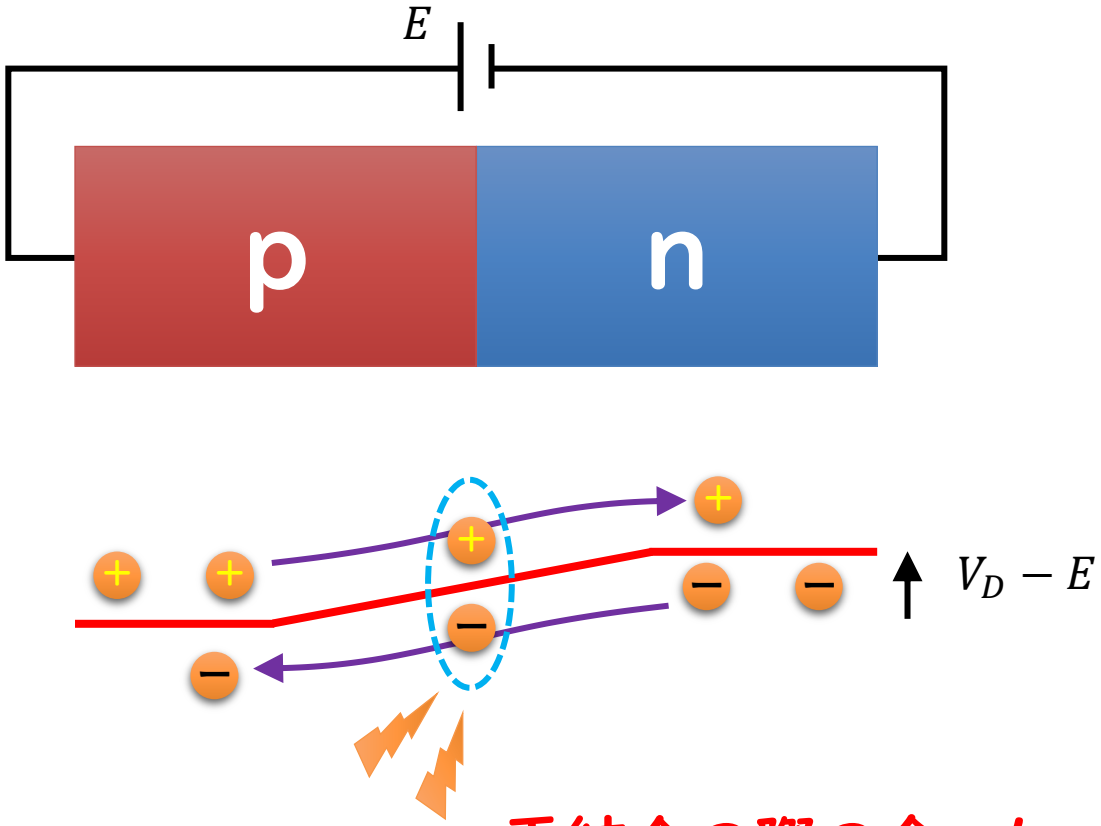
確率的に再結合が起こる

Copy right © 電験どうでしょう

発光ダイオード（LED）

発光ダイオード





n型半導体、p型半導体の不純物を

InGaN系：青・緑色

AlInGaP系：黄色・橙色

AlGaAs系：赤

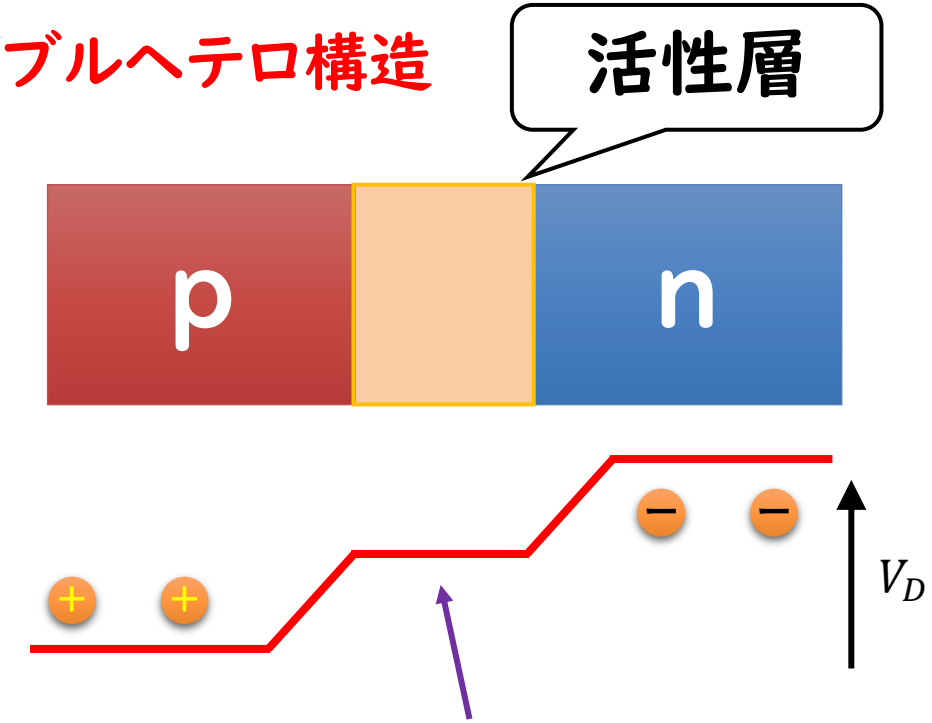
再結合の際の余った
エネルギーが光になる

Copy right © 電験どうでしょう

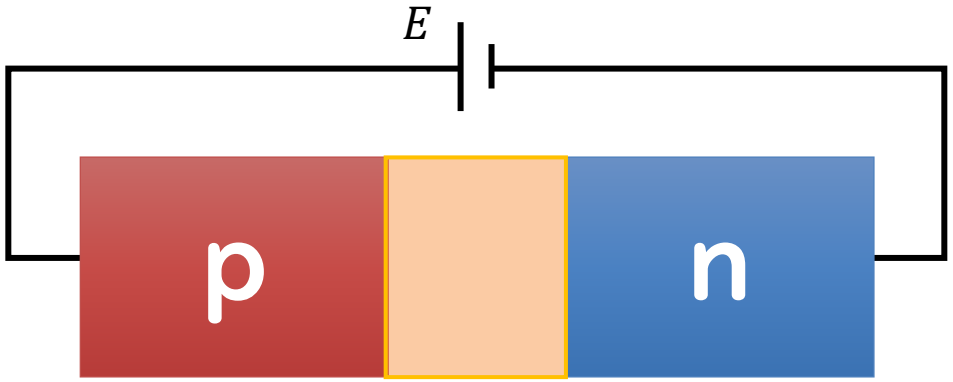
発光ダイオード（LED）

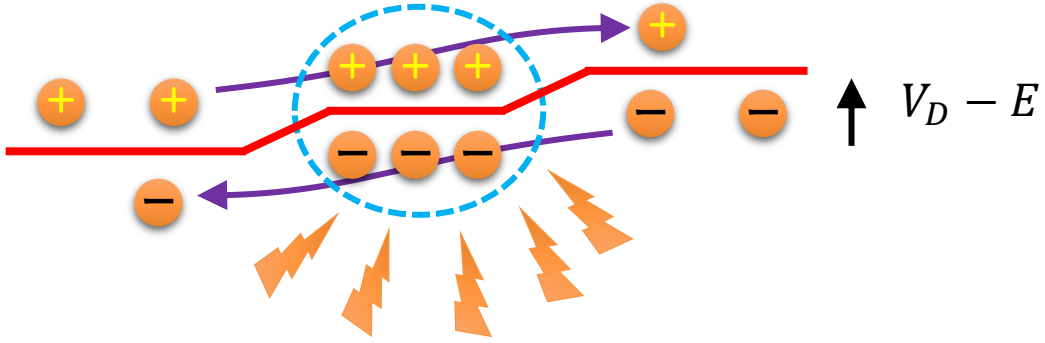
発光ダイオード

ダブルヘテロ構造



p型、n型の不純物に比べて、
荷電子が高いエネルギーで安定する材料





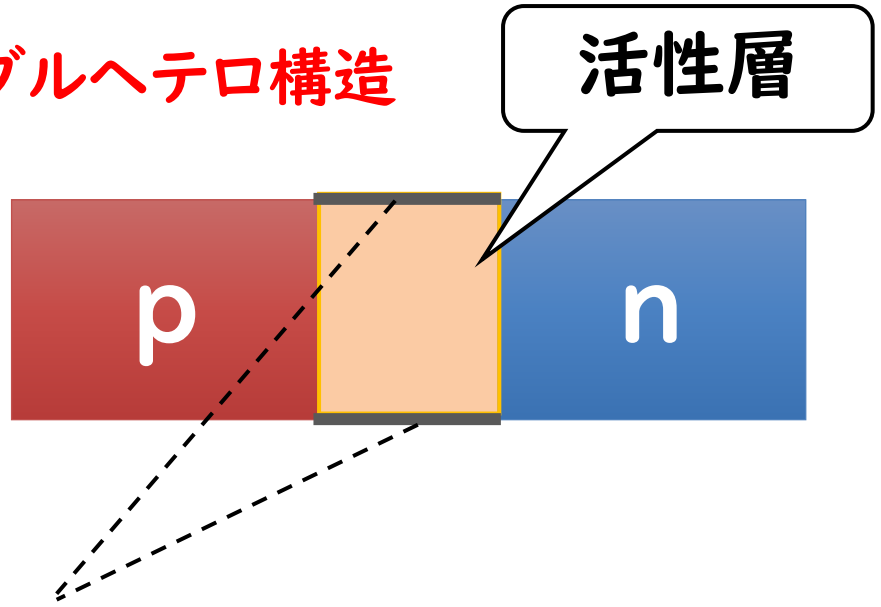
再結合の確率が上がり
発光効率が向上

Copy right © 電験どうでしょう

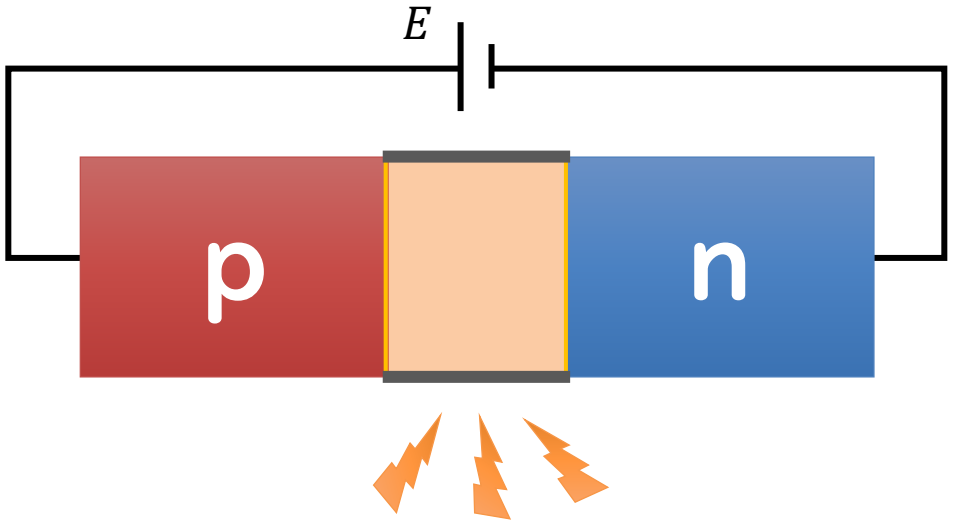
半導体レーザ（LD）

半導体レーザ

ダブルヘテロ構造



活性層の両端に「鏡」

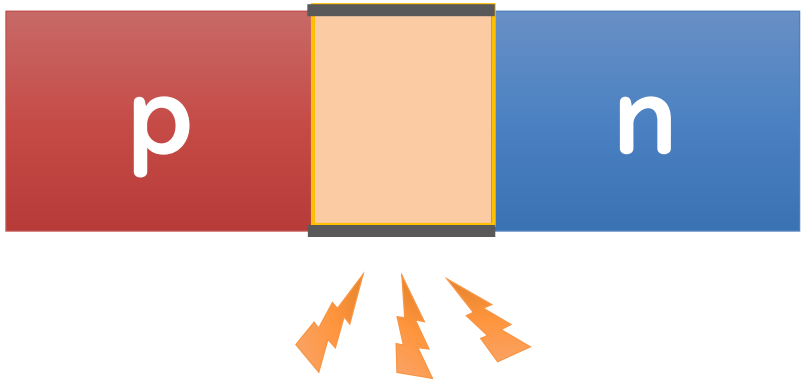


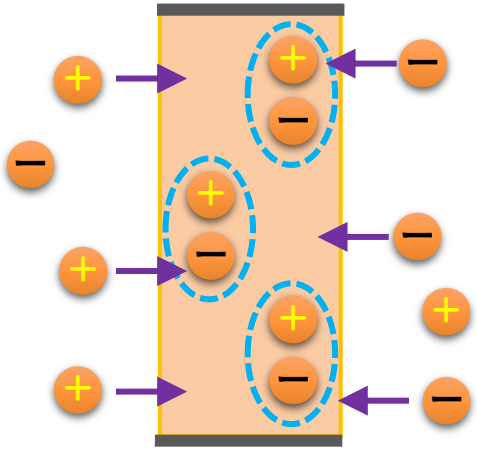
鏡の部分から光が漏れる

→漏れる光に特徴がある！

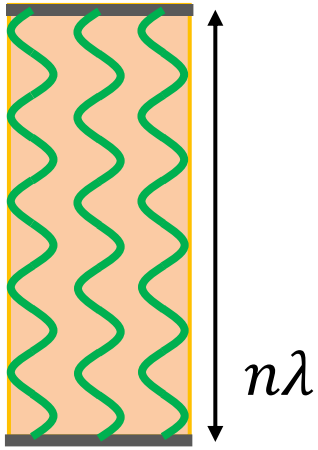
Copy right © 電験どうでしょう

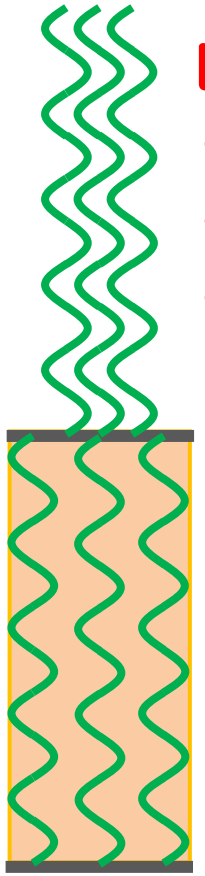
半導体レーザ（LD）





鏡の距離を光の波長の逓倍にしておく
→光が蓄えられる





Laser（コヒーレント光）
・指向性が高い
・光の強度が高い
・単一周波数（Q値が高い）

蓄えられたの一部が
鏡から外部に放出
→誘導放出

Copy right © 電験どうでしょう

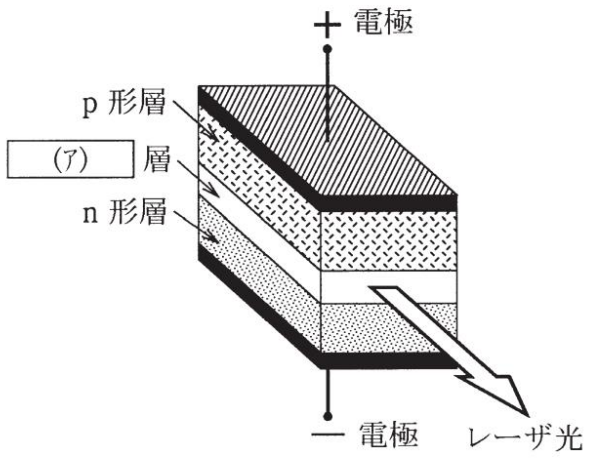
例題（H27　問11）

問11　次の文章は，半導体レーザ（レーザダイオード）に関する記述である。

レーザダイオードは，図のような 3 層構造を成している。p 形層と n 形層に挟まれた層を [(ア)] 層といい，この層は上部の p 形層及び下部の n 形層とは性質の異なる材料で作られている。前後の面は半導体結晶による自然な反射鏡になっている。

レーザダイオードに [(イ)] を流すと，[(ア)] 層の自由電子が正孔と再結合して消滅するとき光を放出する。

この光が二つの反射鏡の間に閉じ込められることによって，[(ウ)] 放出が起き，同じ波長の光が多量に生じ，外部にその一部が出力される。光の特別な波長だけが共振状態となって [(ウ)] 放出が誘起されるので，強い同位相のコヒーレントな光が得られる。



上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)及び(ウ)に当てはまる組合せとして，正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)
(1)	空　乏	逆電流	二　次
(2)	活　性	逆電流	誘　導
(3)	活　性	順電流	二　次
(4)	活　性	順電流	誘　導
(5)	空　乏	順電流	二　次

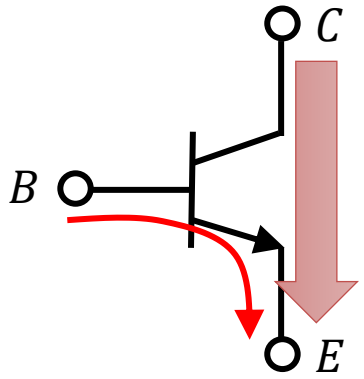
Copy right © 電験どうでしょう

トランジスタ

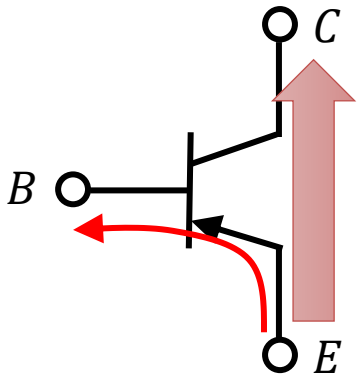
・バイポーラトランジスタ

$$I_B + I_C = I_E$$
$$I_B \ll I_C < I_E$$

NPNトランジスタ
　ベースとコレクタからエミッタへ電流が流れる
PNPトランジスタ
　エミッタからベースとコレクタへ電流が流れる

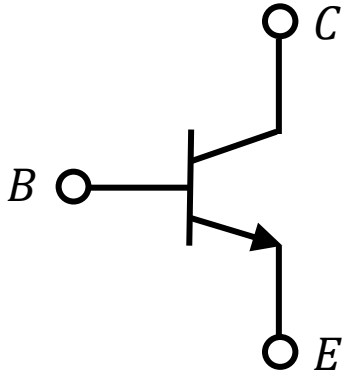


NPNトランジスタ

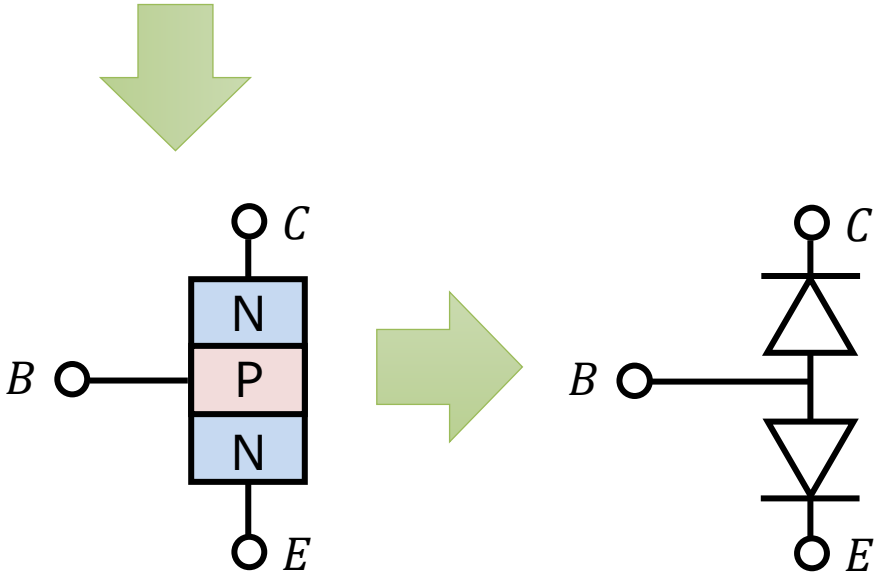


PNPトランジスタ

NPNトランジスタの構造

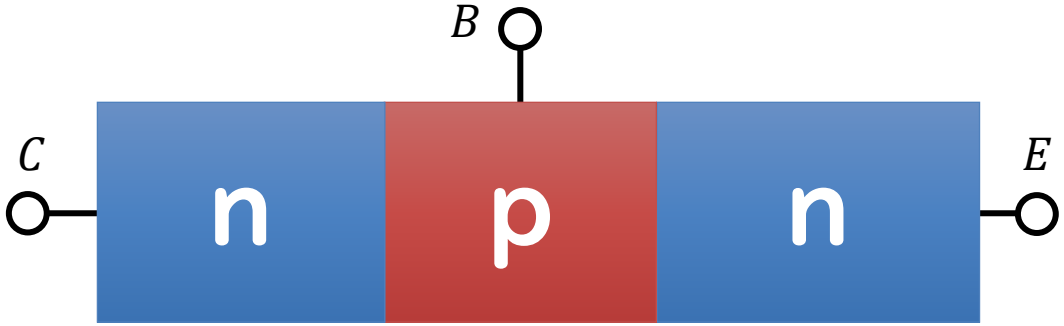


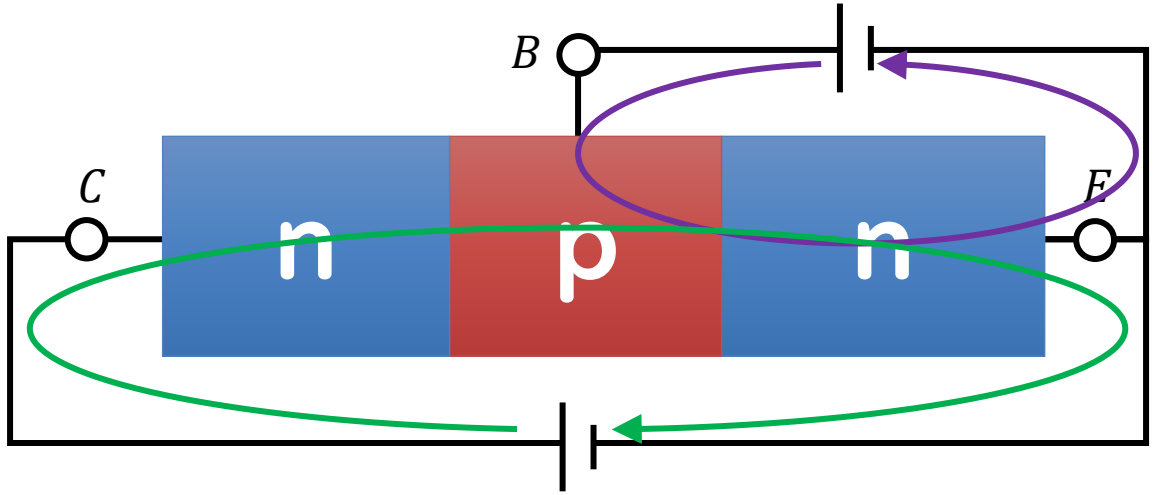
B:ベース
E:エミッタ
C:コレクタ

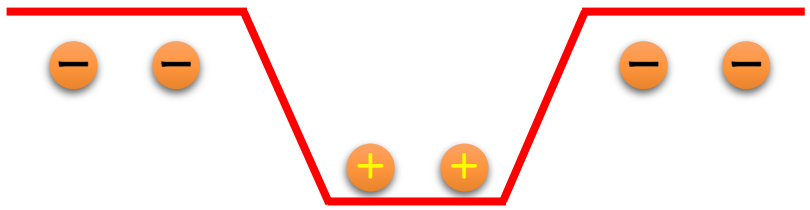


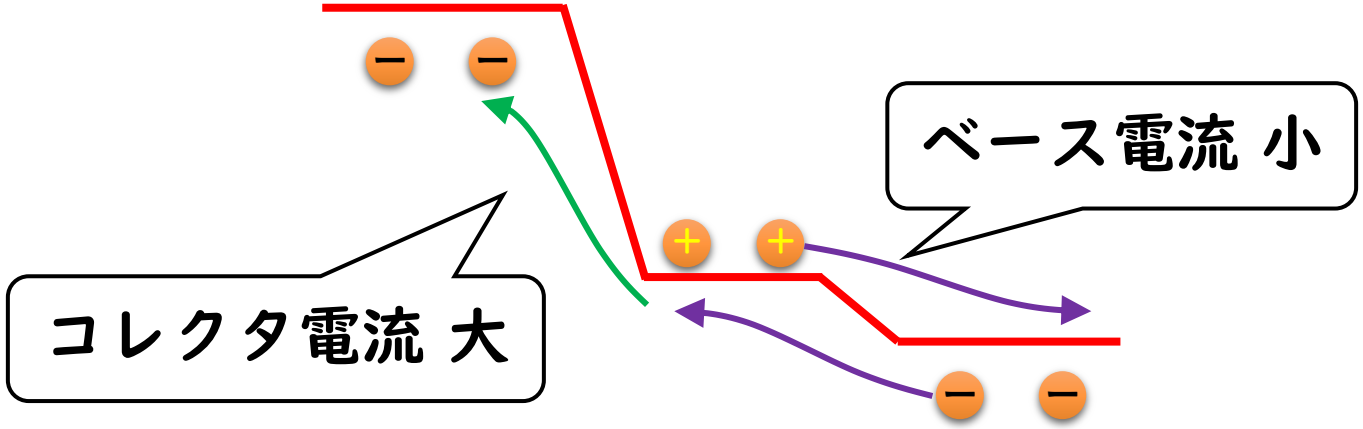
Copy right © 電験どうでしょう

トランジスタの電流の流れ



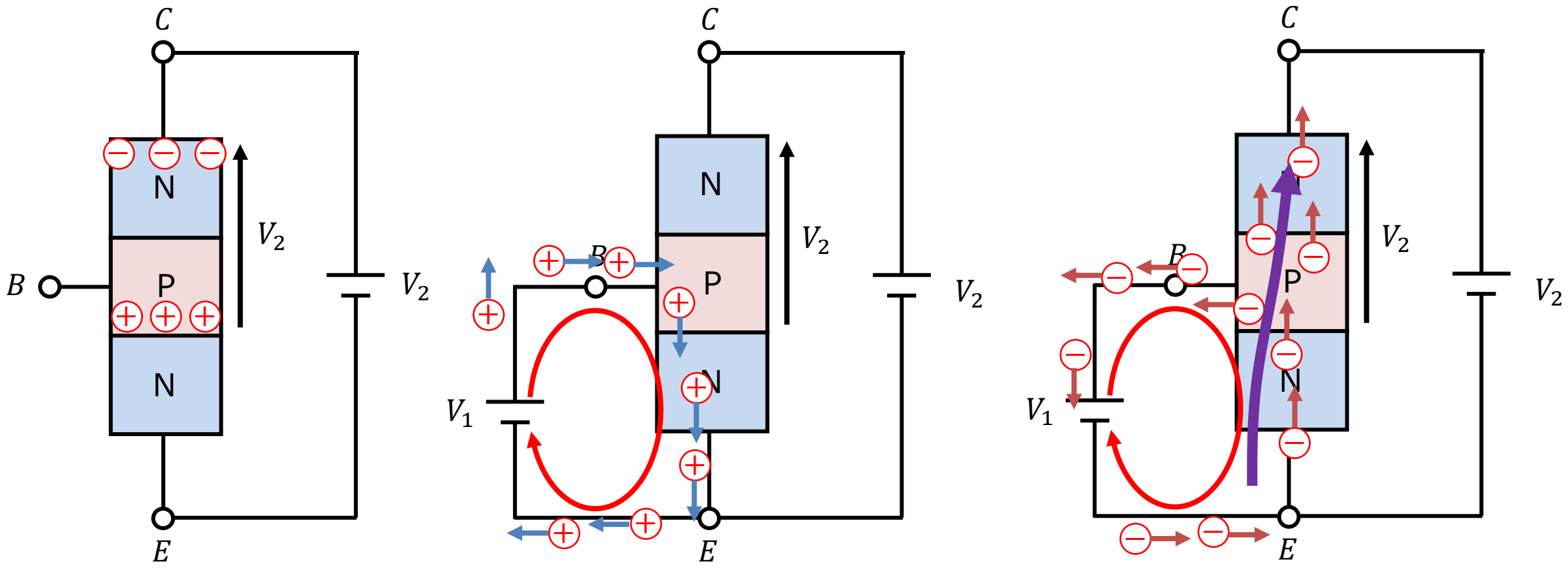






Copy right © 電験どうでしょう

トランジスタの電流の流れ



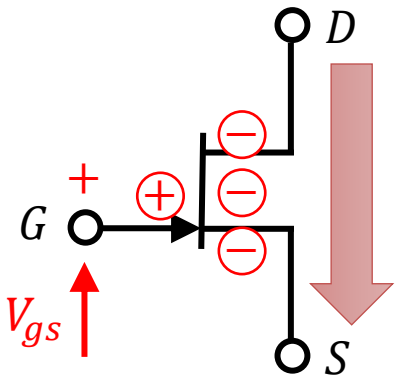
Copy right © 電験どうでしょう

FET（Field Effect Transistor）

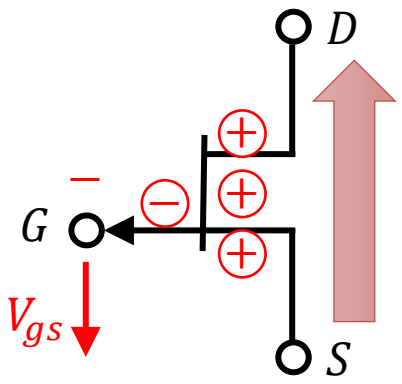
電界効果型トランジスタ（Field Effect Transistor）（通称　FET）
→ゲートの電圧により、ドレインーソース間の電流を制御する

FET

N-ch FET：電子の道を作る（$V_{gs} > 0$）
P-ch FET：正孔の道を作る（$V_{gs} < 0$）



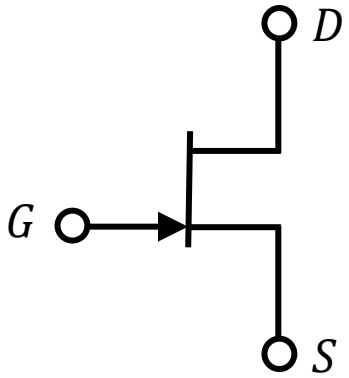
N-ch FET

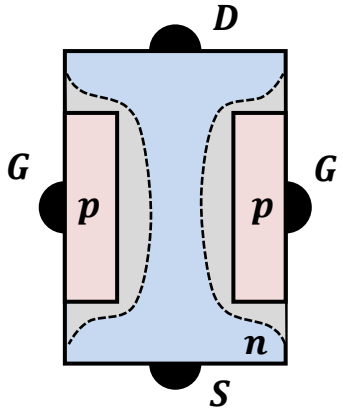


P-ch FET

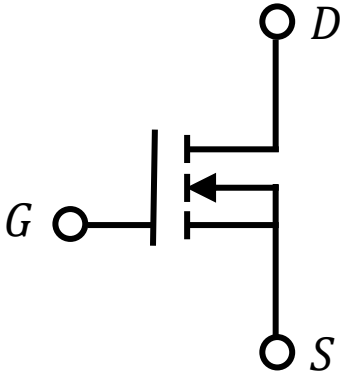
G：ゲート
S：ソース
D：ドレイン

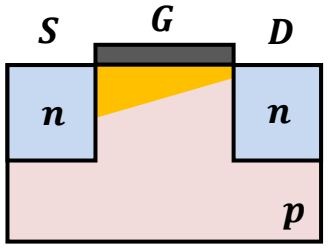
接合型FET





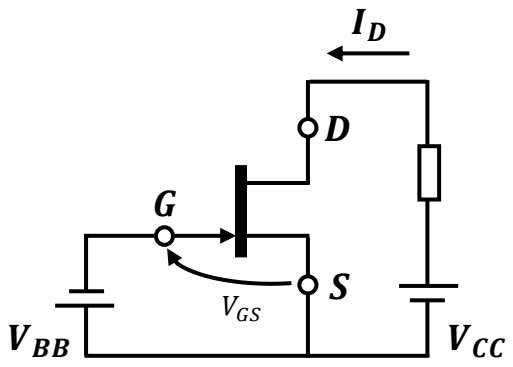
MOSFET

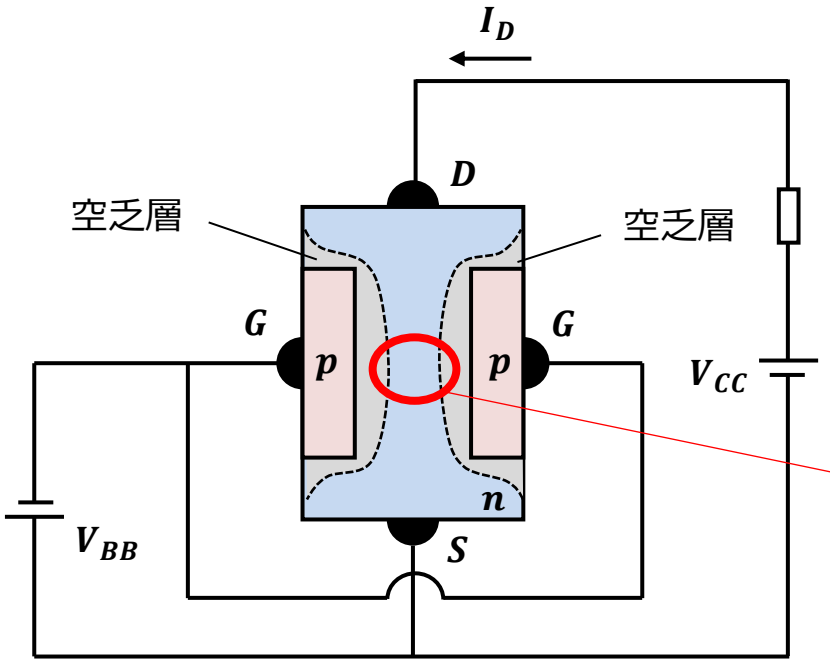


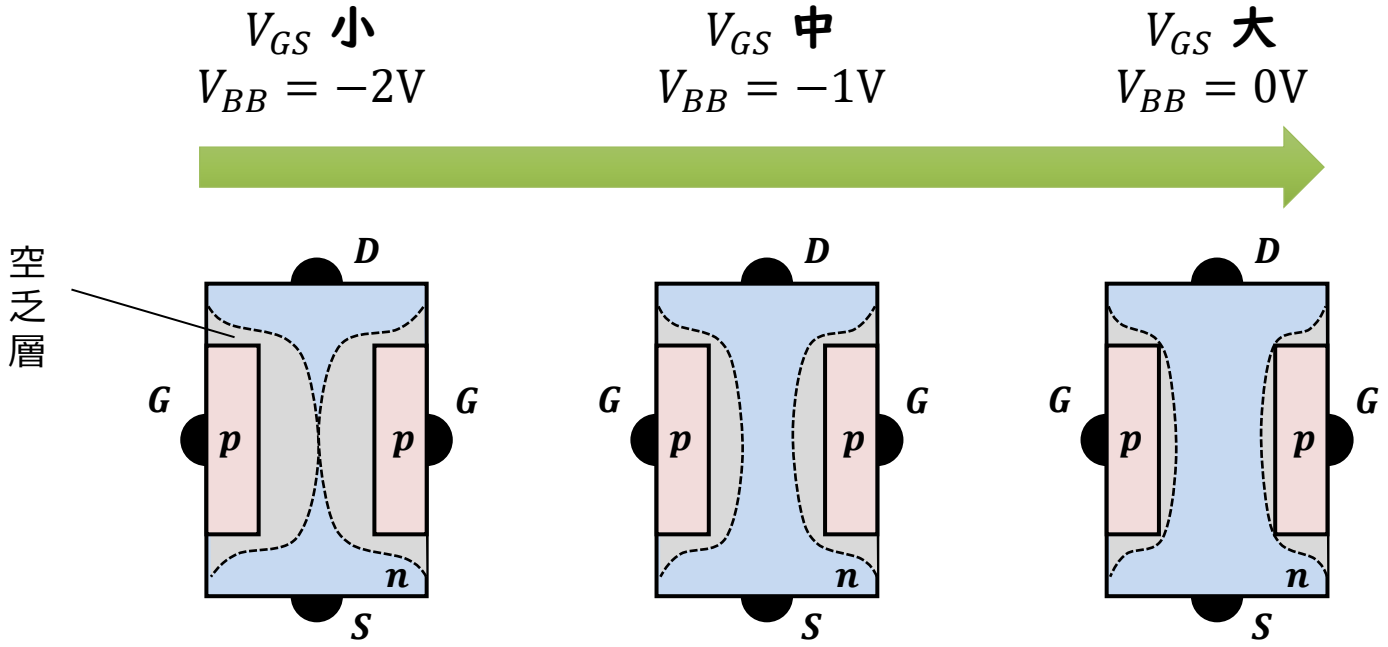


Copy right © 電験どうでしょう

接合型FET（J－FET）





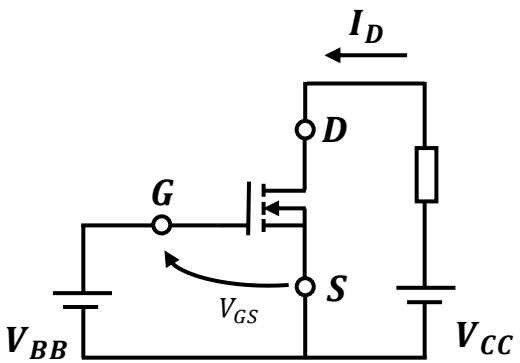


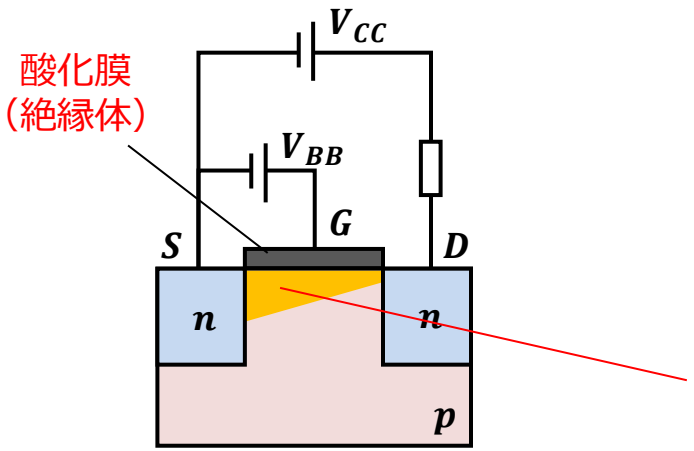
V_{GS}を大きくすると空乏層の幅が変わる
→D-S間に電流が流れやすくなる

電流の通り道「チャネル」

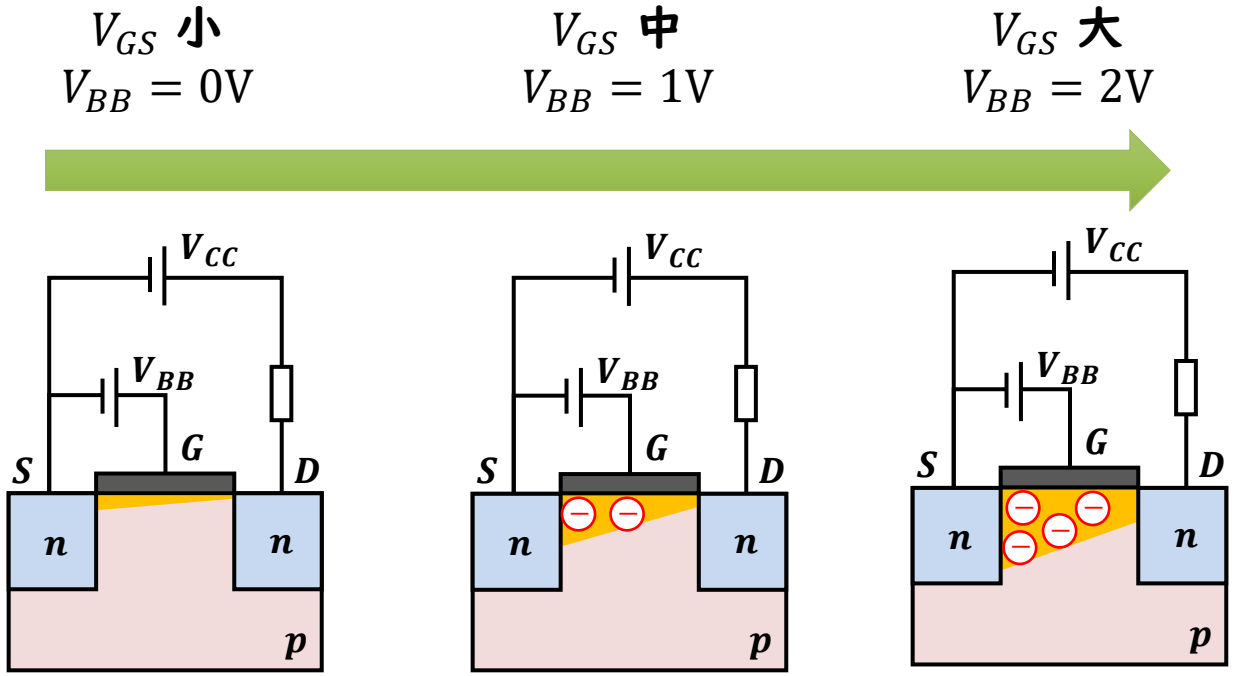
Copy right © 電験どうでしょう

MOSFET（Metal-Oxide-Semiconductor）





電流の通り道「チャネル」

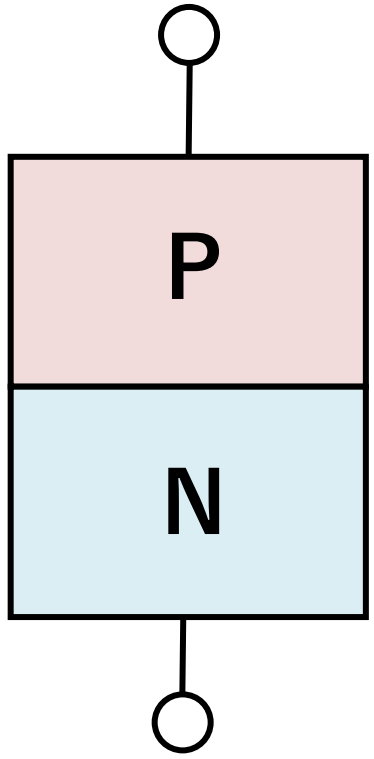


V_{GS}を大きくするとG付近に電子が集まる
→D-S間に電流が流れやすくなる

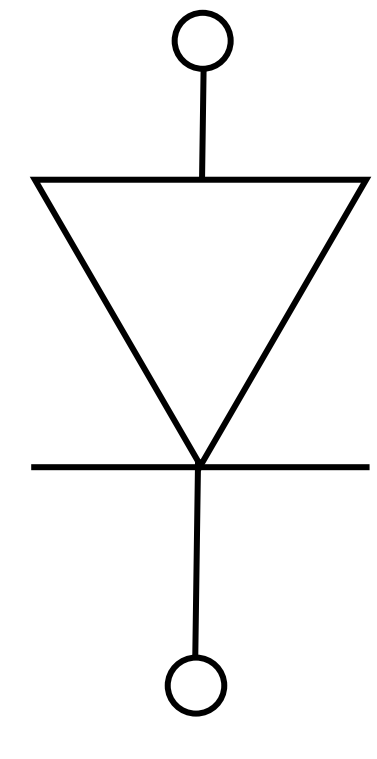
Copy right © 電験どうでしょう

サイリスタ

ダイオード

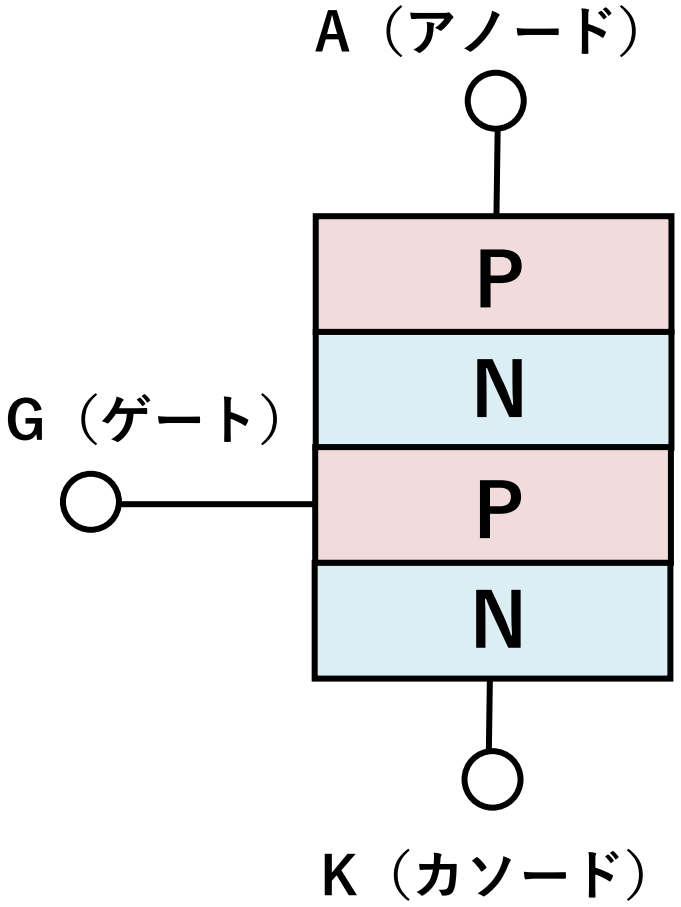


構造

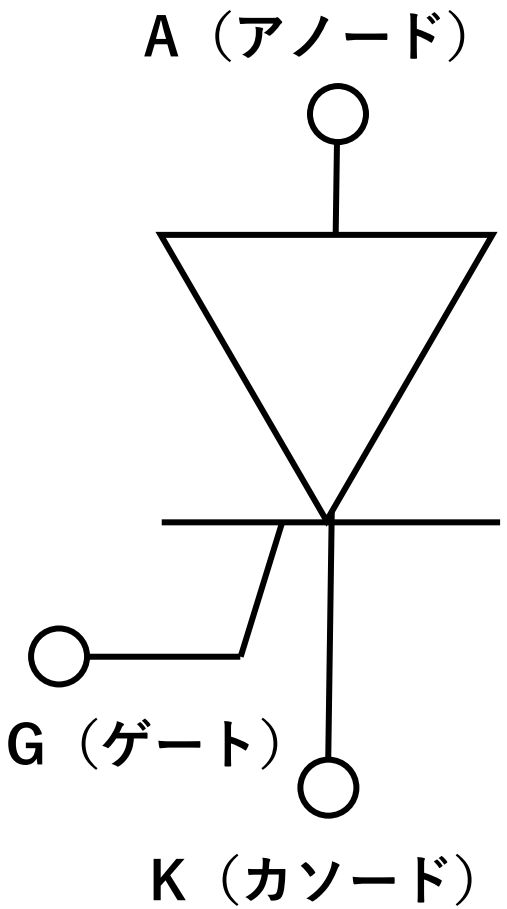


記号

サイリスタ



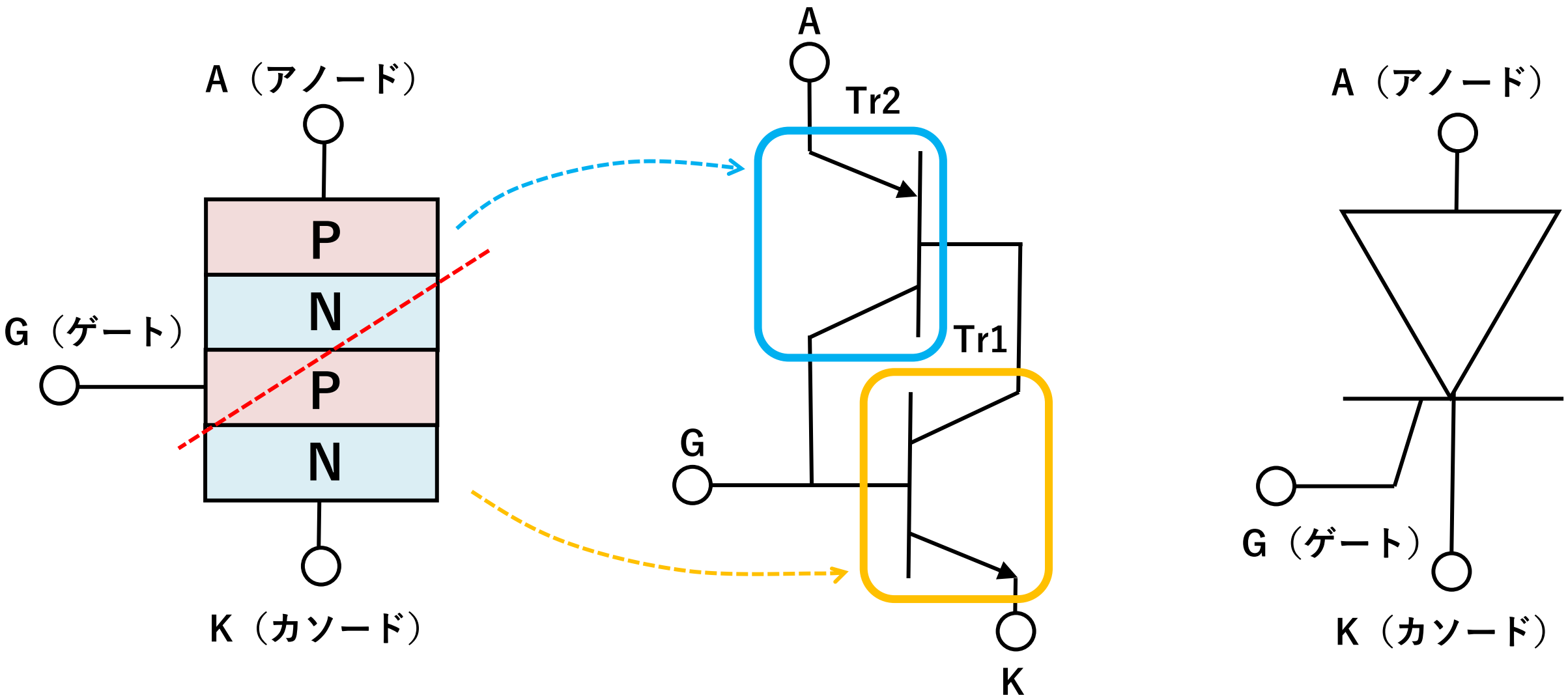
構造



記号

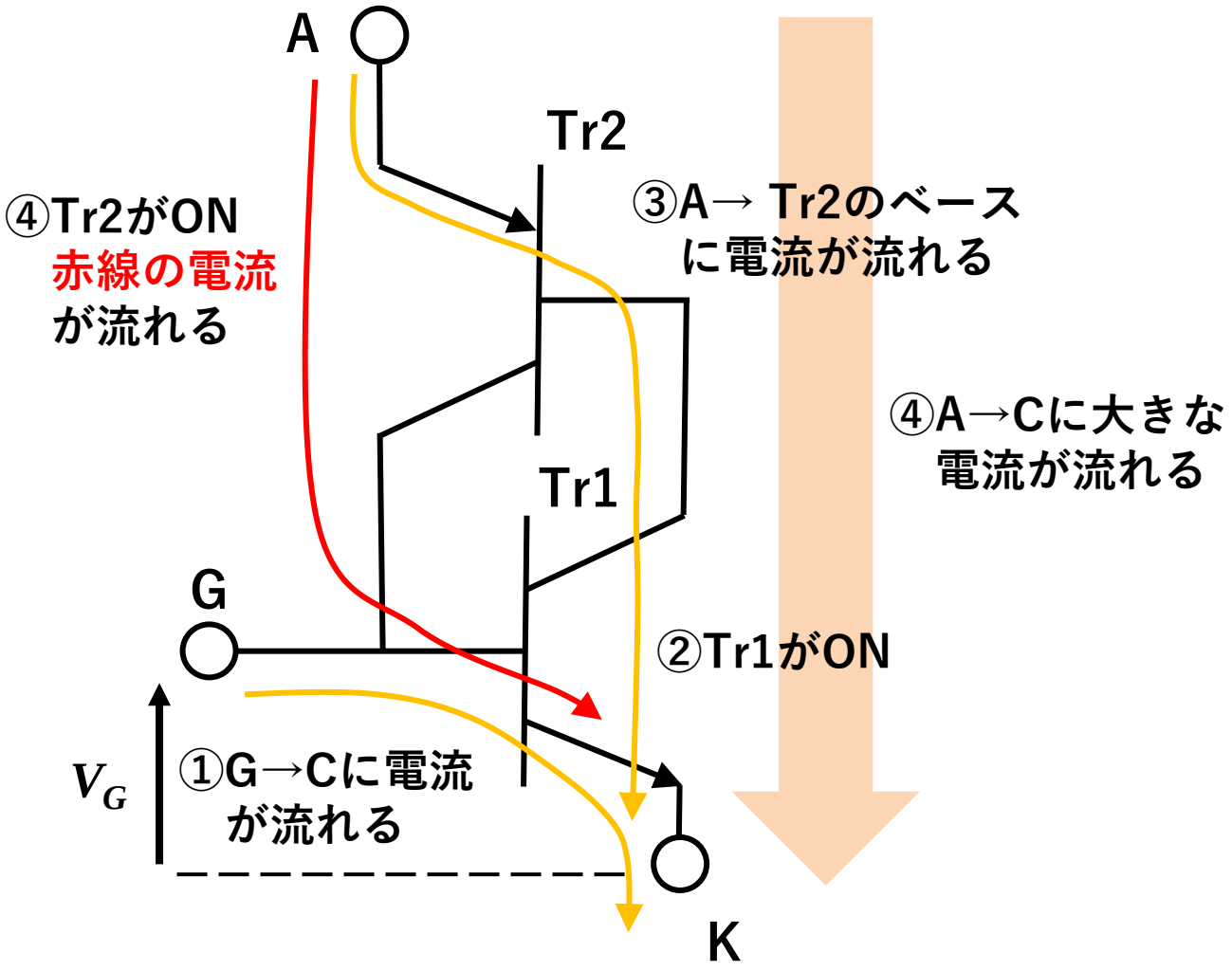
Copy right © 電験どうでしょう

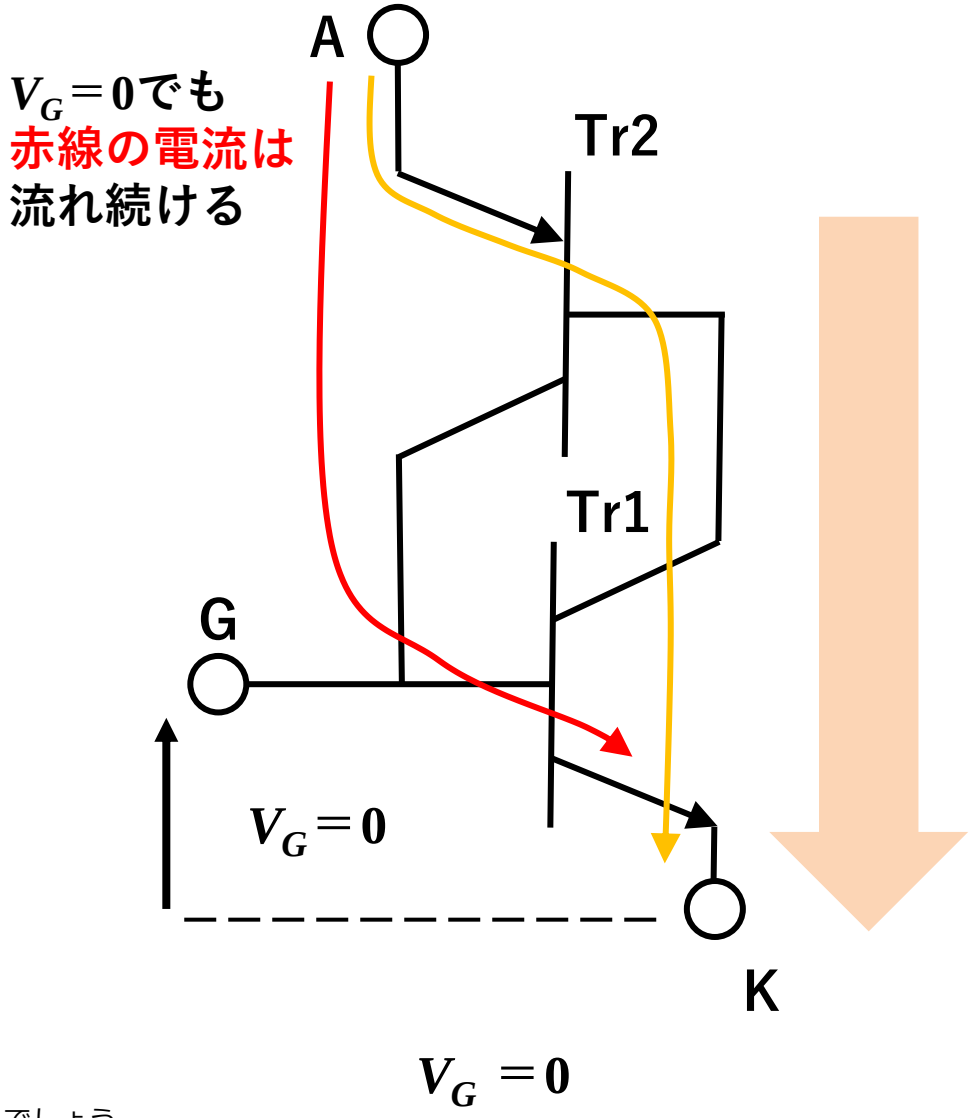
サイリスタ



Copy right © 電験どうでしょう

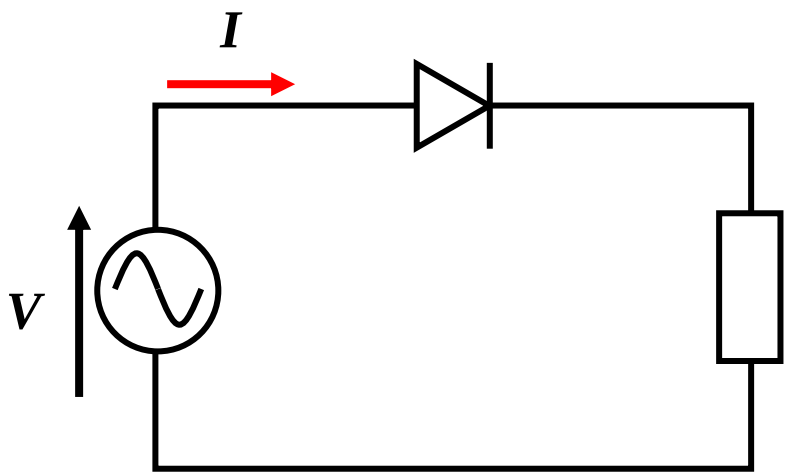
サイリスタの動作

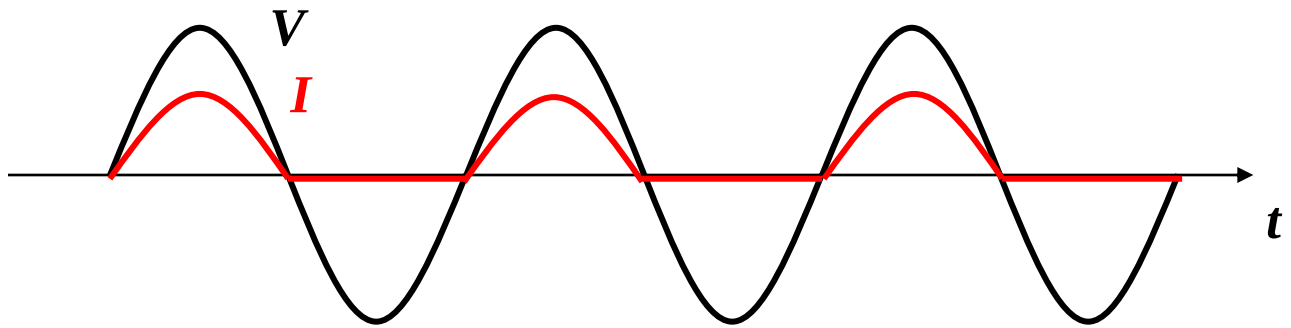


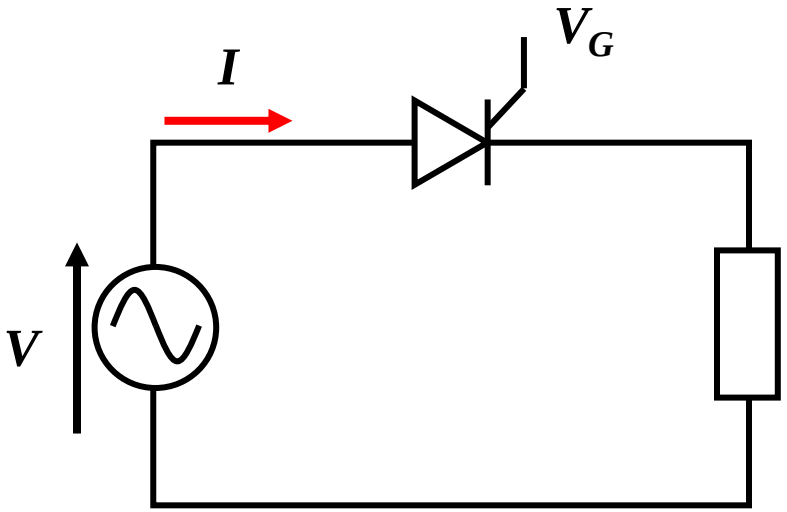


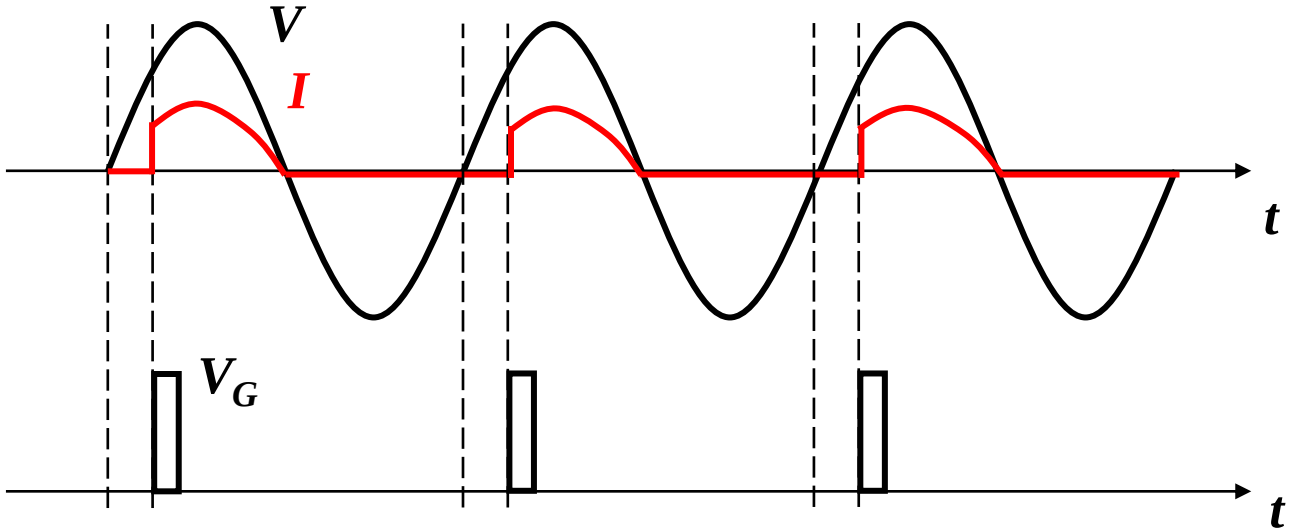
Copy right © 電験どうでしょう

サイリスタの電流制御









Copy right © 電験どうでしょう

ご聴講はありがとうございました！！

Copy right © 電験どうでしょう