

講義中の注意



- 講義中は、参加者のマイク・カメラの機能はミュート状態になります。
- 進行はスタッフ及び講師が行いますので、指示に従ってください。
- 質疑応答の時間は、参加者のマイクをオンにして質問を受け付けることもあります。希望される方は「チャット欄」で申し出てください。

電験三種 オンライン講座

第4回 半導体

(半導体レーザ、FET、サイリスタ、IGBT)

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、半導体レーザー
- トランジスタ
- FET (電界効果型トランジスタ)
- IGBT
- サイリスタ

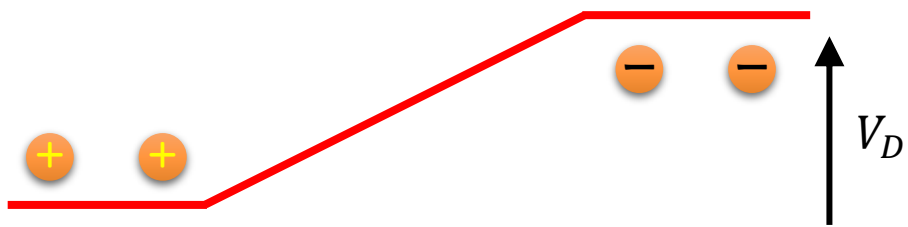
前々回の講義

前回の講義

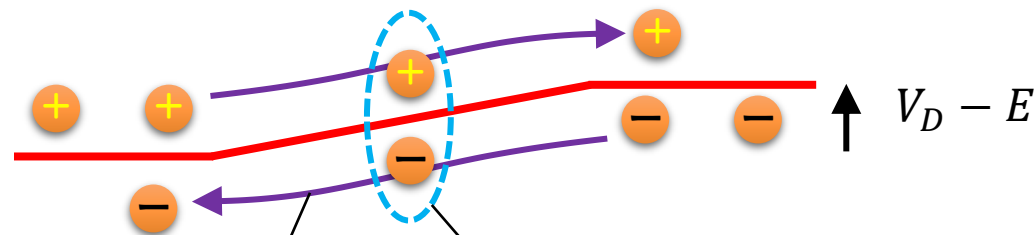
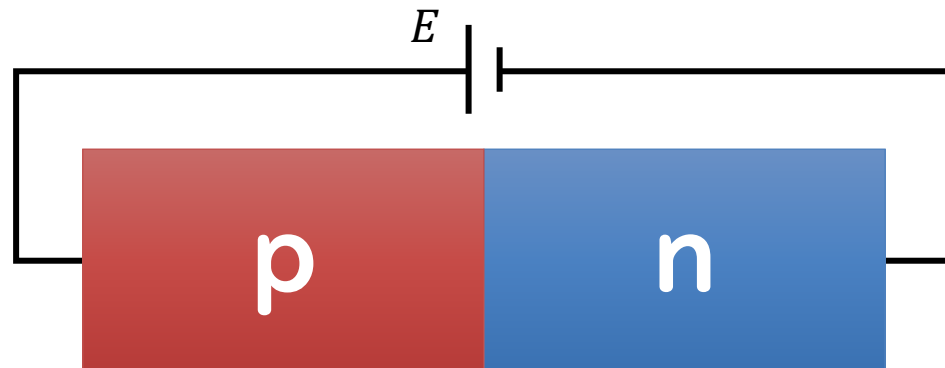
今回の講義

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

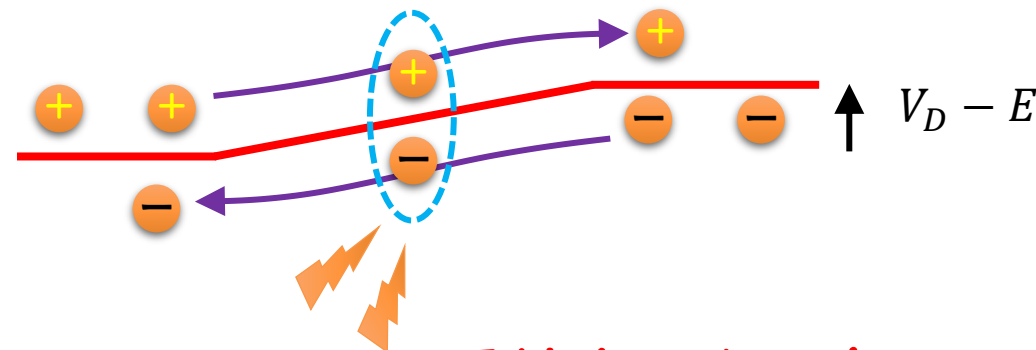
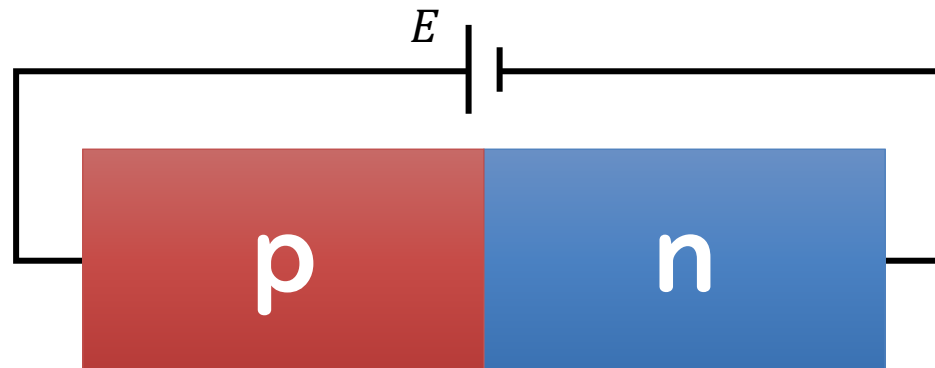
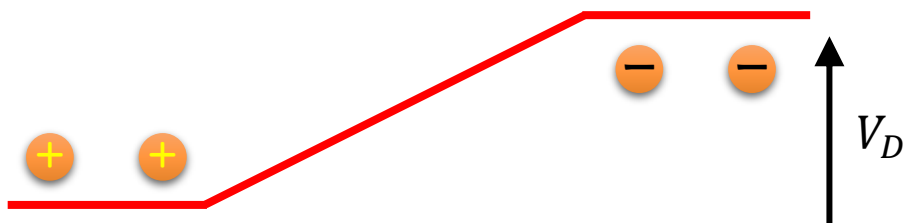


順方向バイアスをかけると電流が流れる

確率的に再結合が起こる

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

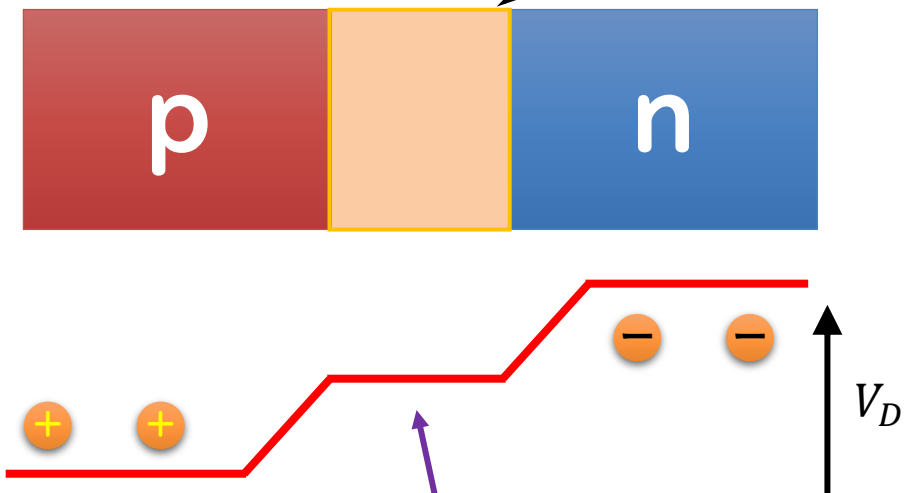
再結合の際の余った
エネルギーが光になる

発光ダイオード (LED)

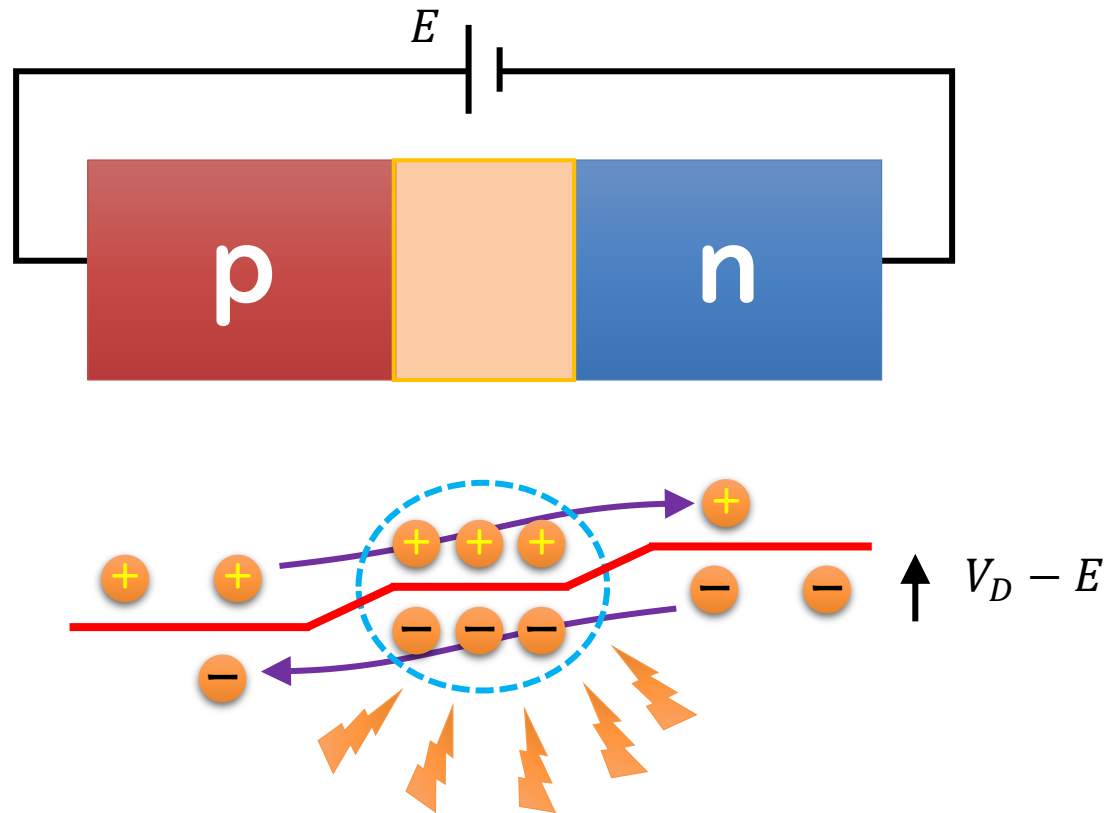
発光ダイオード

ダブルヘテロ構造

活性層



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

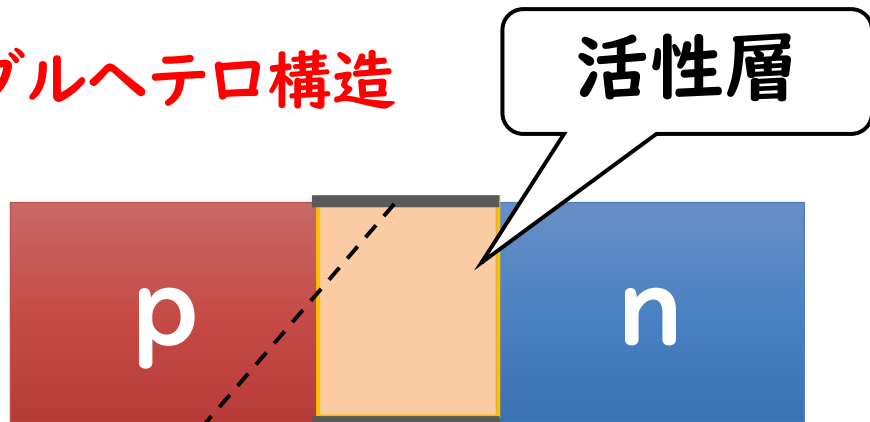


再結合の確率が上がり
発光効率が向上

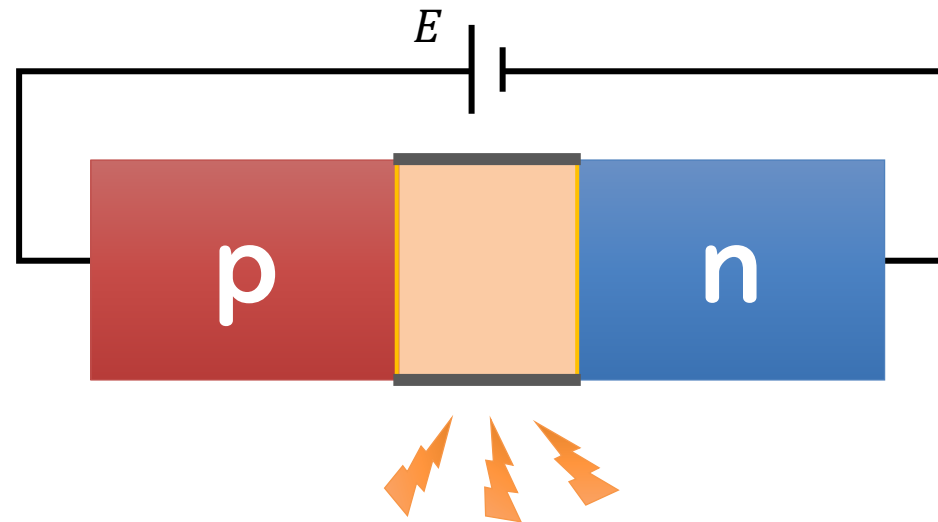
半導体レーザー (LD)

半導体レーザー

ダブルヘテロ構造



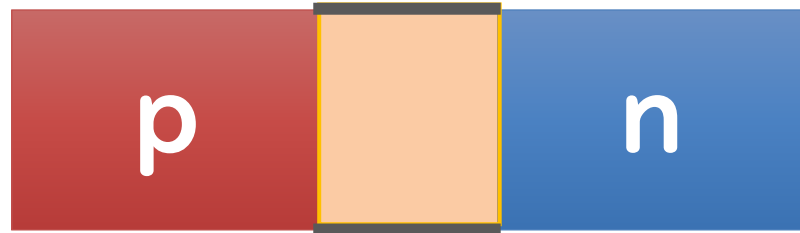
活性層の両端に「鏡」



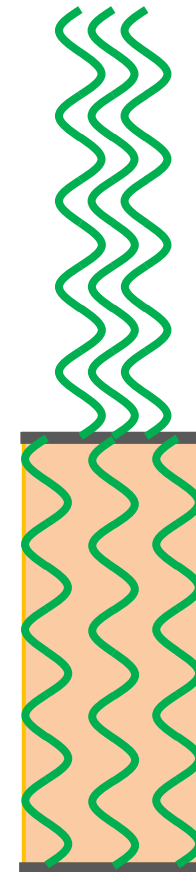
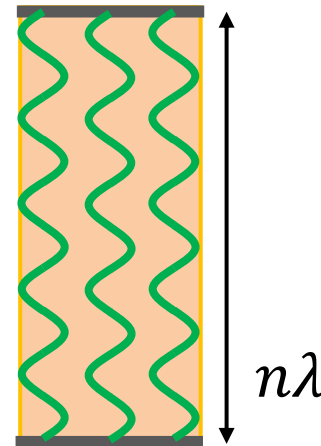
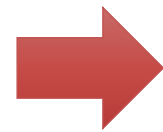
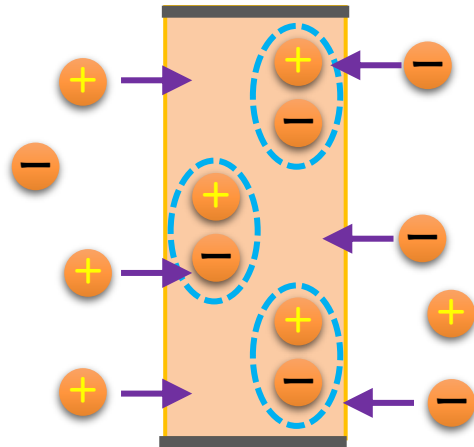
鏡の部分から光が漏れる

→漏れる光に特徴がある!

半導体レーザー (LD)



鏡の距離を光の波長の
の逡倍にしておく
→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

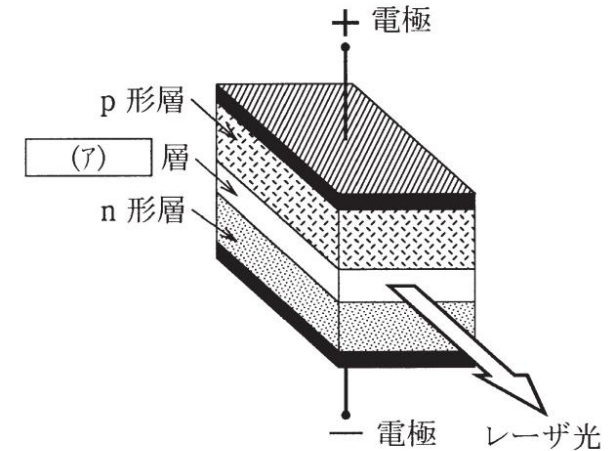
例題 (H27 問11)

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

トランジスタ

・バイポーラトランジスタ

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

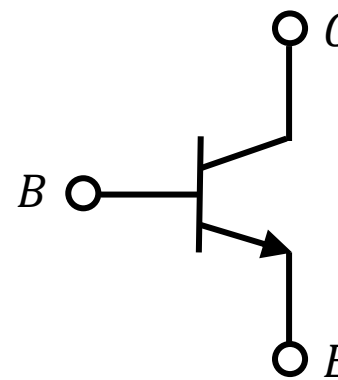
NPNトランジスタ

ベースとコレクタからエミッタへ電流が流れる

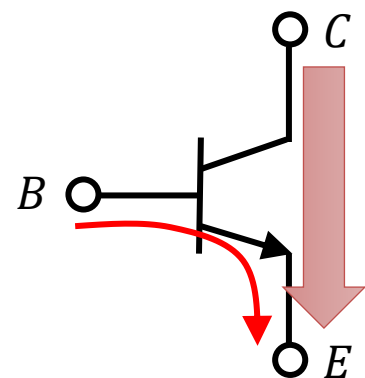
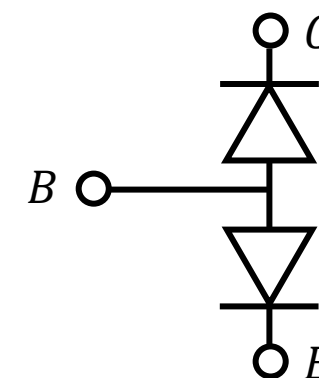
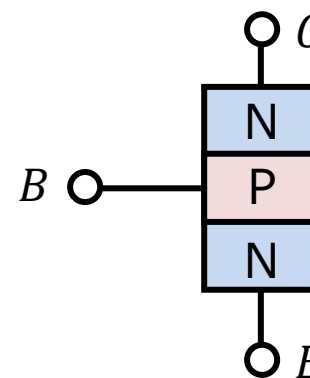
PNPトランジスタ

エミッタからベースとコレクタへ電流が流れる

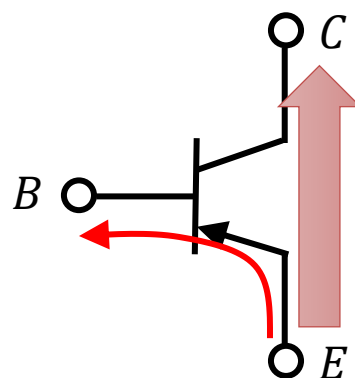
NPNトランジスタの構造



B:ベース
E:エミッタ
C:コレクタ



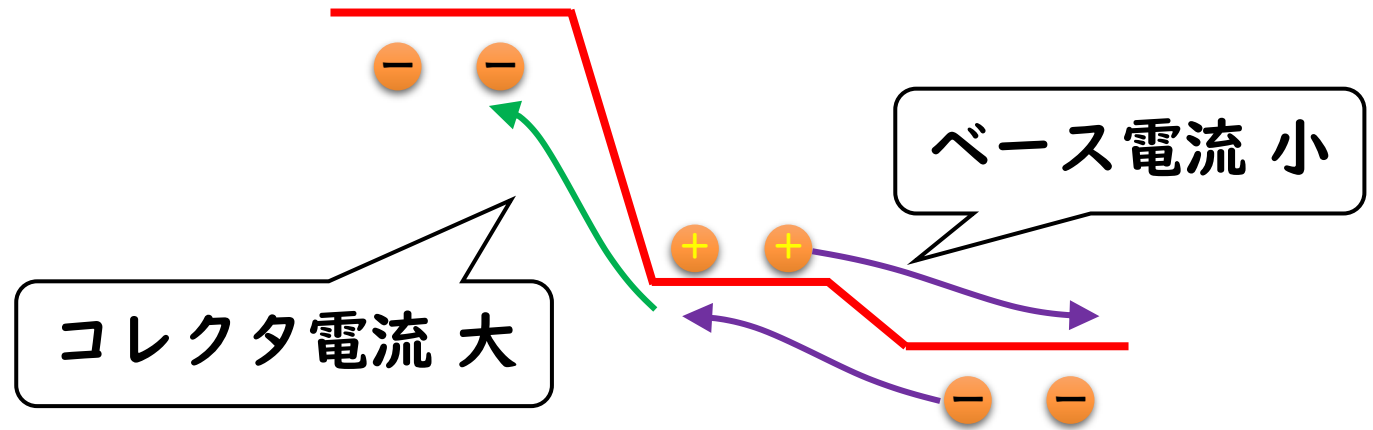
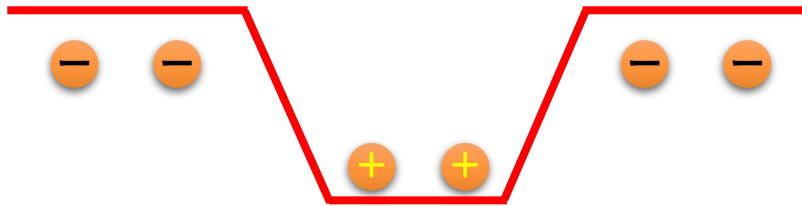
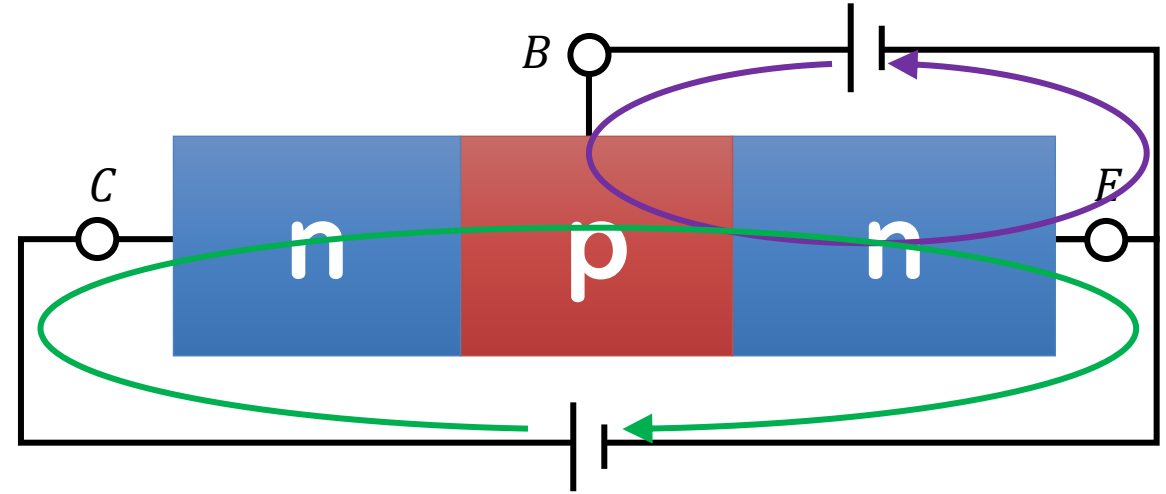
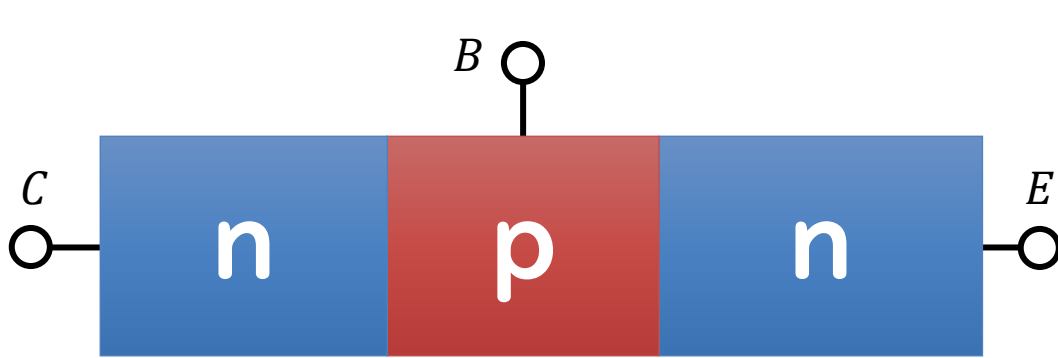
NPNトランジスタ



PNPトランジスタ

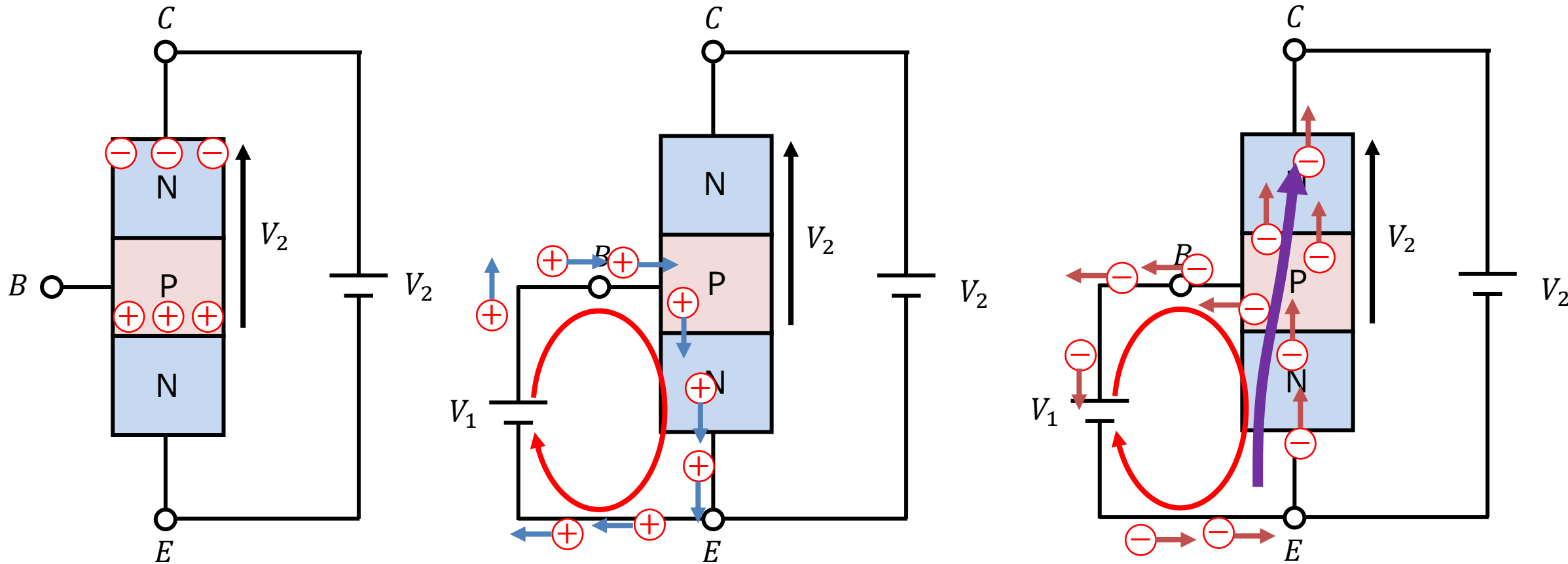
トランジスタの電流の流れ

【イーデン】
-DEN X



トランジスタの電流の流れ

【イーデン】
-DEN



FET (Field Effect Transistor) ✓ X



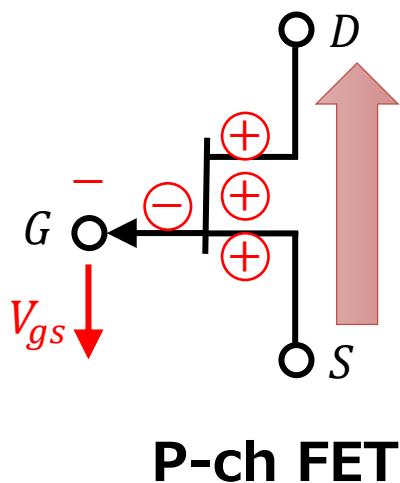
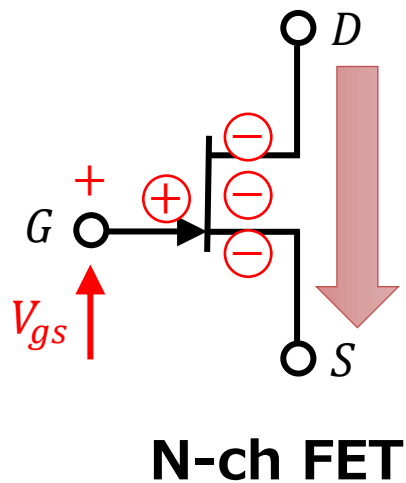
電界効果型トランジスタ (Field Effect Transistor) (通称 FET)

→ゲートの電圧により、ドレイン-ソース間の電流を制御する

FET

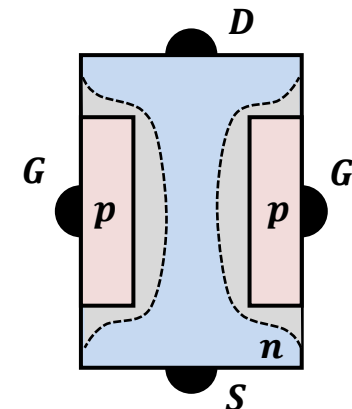
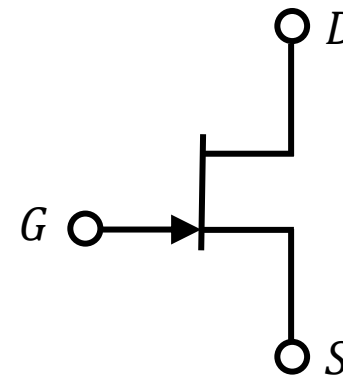
N-ch FET: 電子の道を作る ($V_{gs} > 0$)

P-ch FET: 正孔の道を作る ($V_{gs} < 0$)

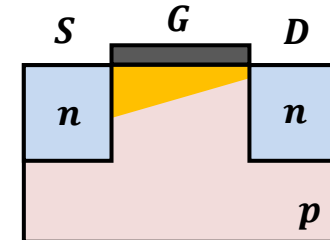
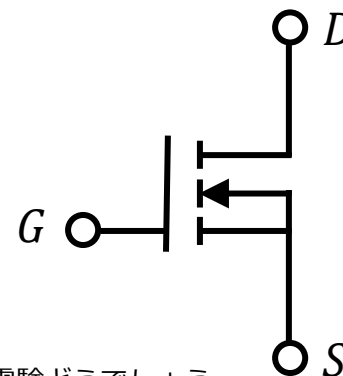


G:ゲート
S:ソース
D:ドレイン

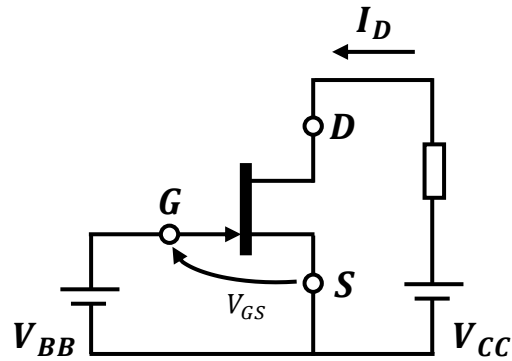
接合型FET



MOSFET



接合型FET (J-FET)



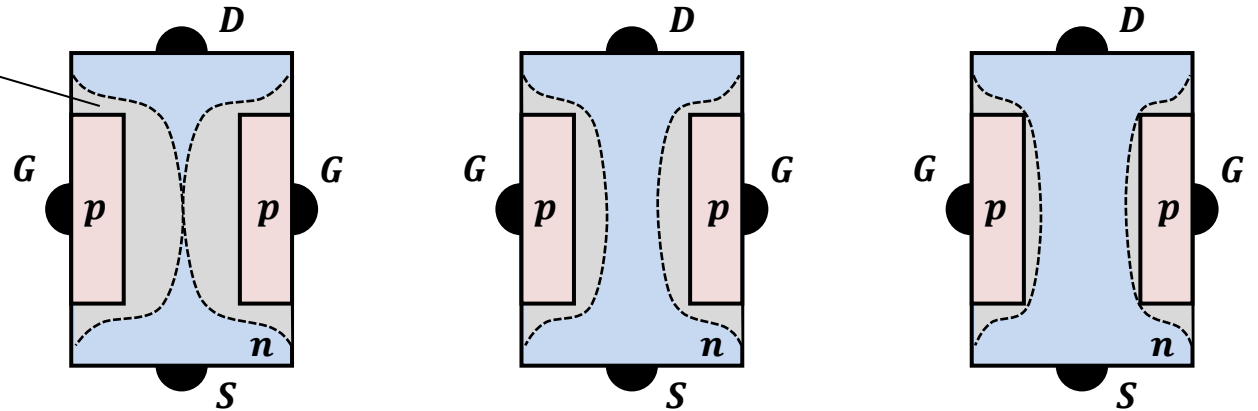
V_{GS} 小
 $V_{BB} = -2V$

V_{GS} 中
 $V_{BB} = -1V$

V_{GS} 大
 $V_{BB} = 0V$

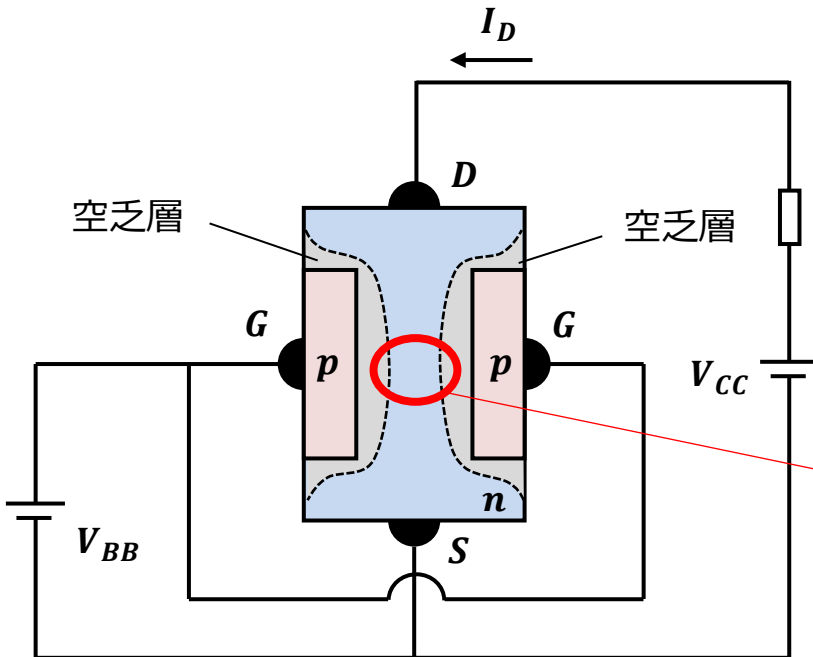


空乏層

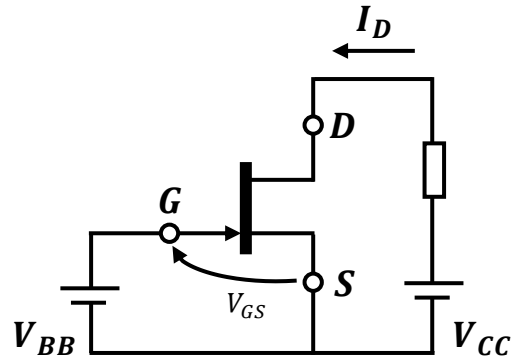


V_{GS} を大きくすると空乏層の幅が変わる
→ D-S間に電流が流れやすくなる

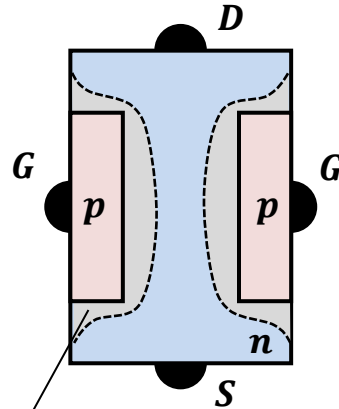
電流の通り道「チャネル」



接合型FET (J-FET)

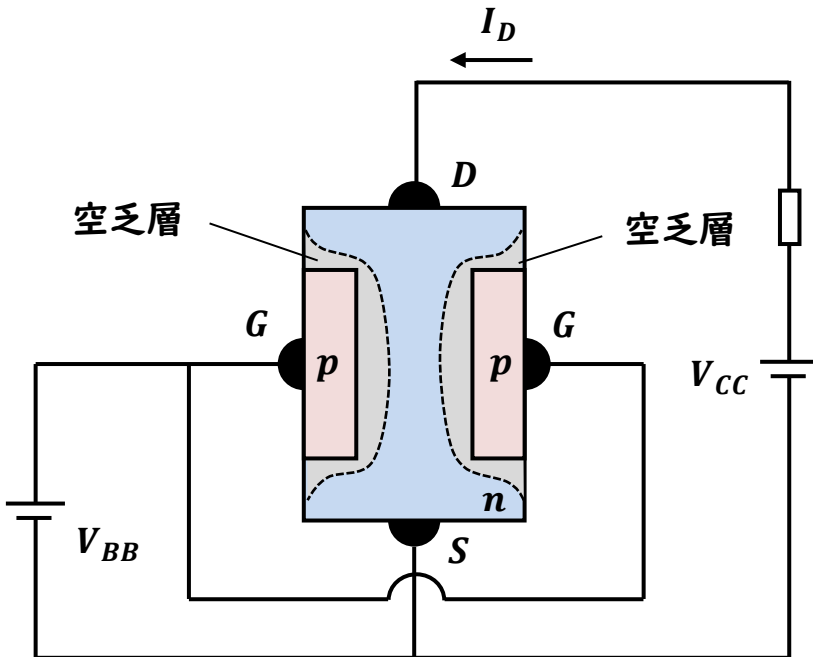
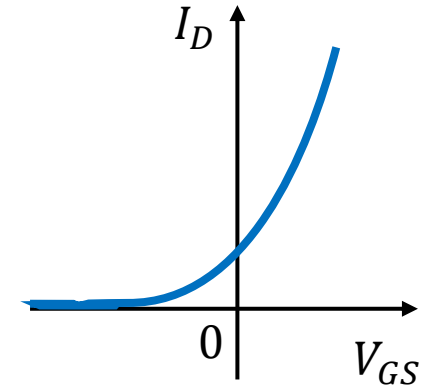


$V_{GS} = V_{BB} = 0$ のとき

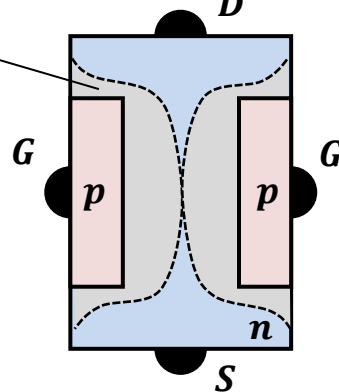


V_{GS} を印加しなくても
ドレイン電流 I_D が流れる
素子

ディプレッション型

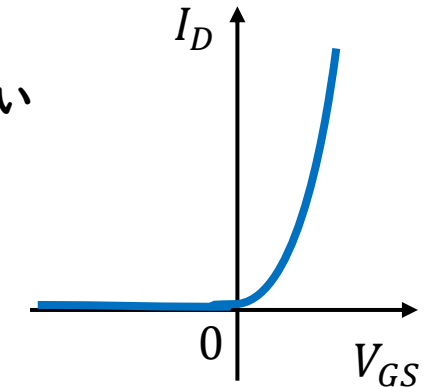


空乏層

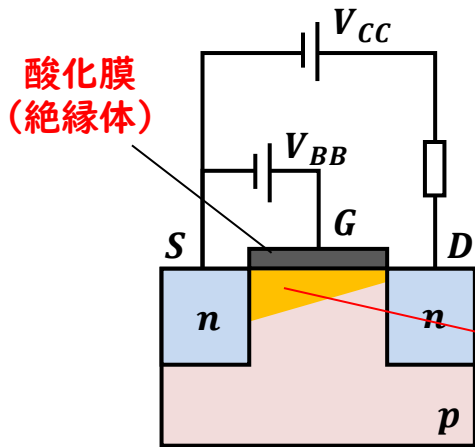
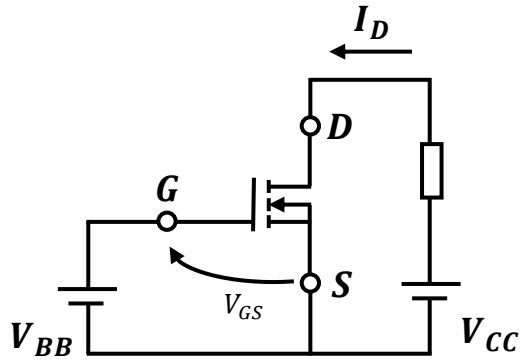


V_{GS} を印加しないと
ドレイン電流 I_D が流れない
素子

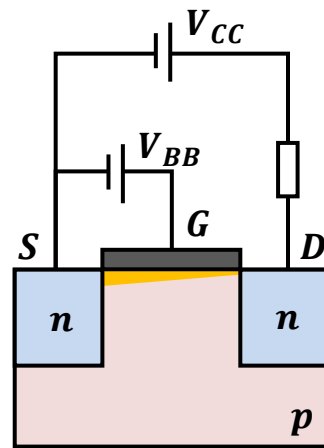
エンハンスメント型



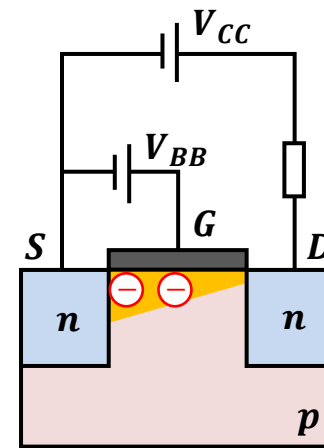
MOSFET (Metal-Oxide-Semiconductor)



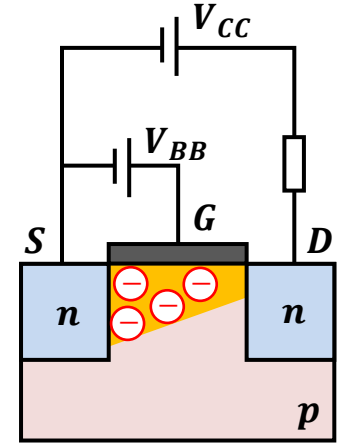
V_{GS} 小
 $V_{BB} = 0V$



V_{GS} 中
 $V_{BB} = 1V$



V_{GS} 大
 $V_{BB} = 2V$



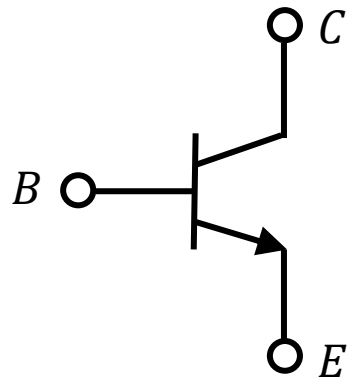
V_{GS} を大きくするとG付近に電子が集まる
→D-S間に電流が流れやすくなる

電流の通り道「チャンネル」

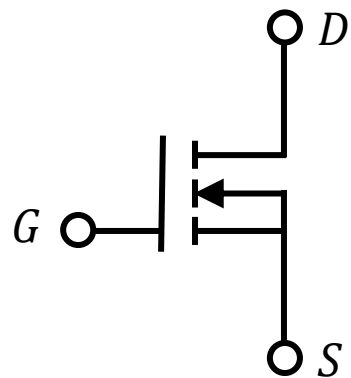
IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor)



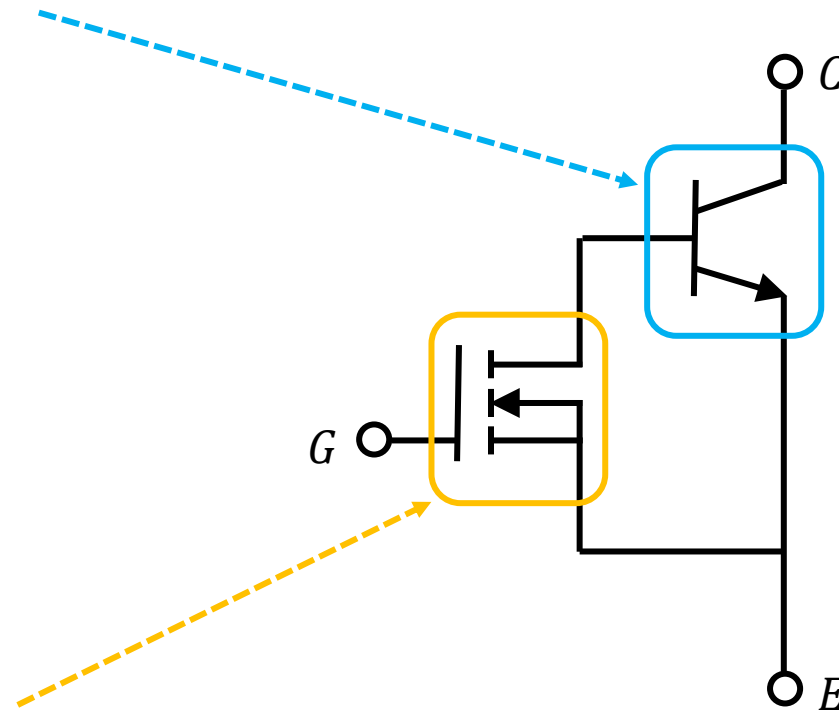
トランジスタ



MOSFET



IGBT



MOSFETとトランジスタの
ダーリントン接続

IGBT

(絶縁ゲート型バイポーラトランジスタ)

- ゲートエミッタ間の電圧 V_{GE} でコレクタ電流 I_C を制御する
- MOSFETやトランジスタに比べ大きな電流を制御できる
- ゲート制御の電荷の充放電に時間がかかるのでMOSFETに比べて、ON/OFFの動作が遅い

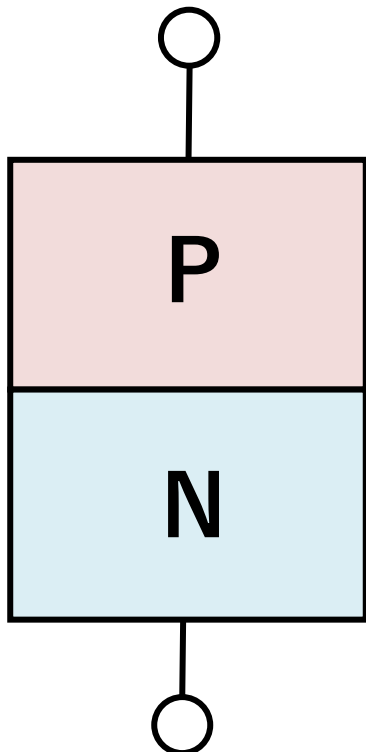
MOSFET : ~ 100kHz, 1 MHz

IGBT : ~ 20kHz

サイリスタ

ダイオード

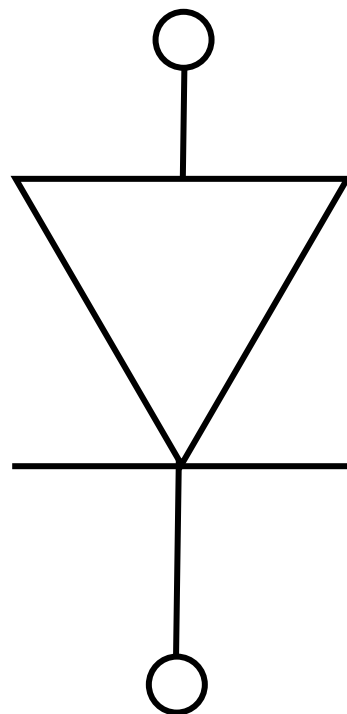
A (アノード)



K (カソード)

構造

A (アノード)

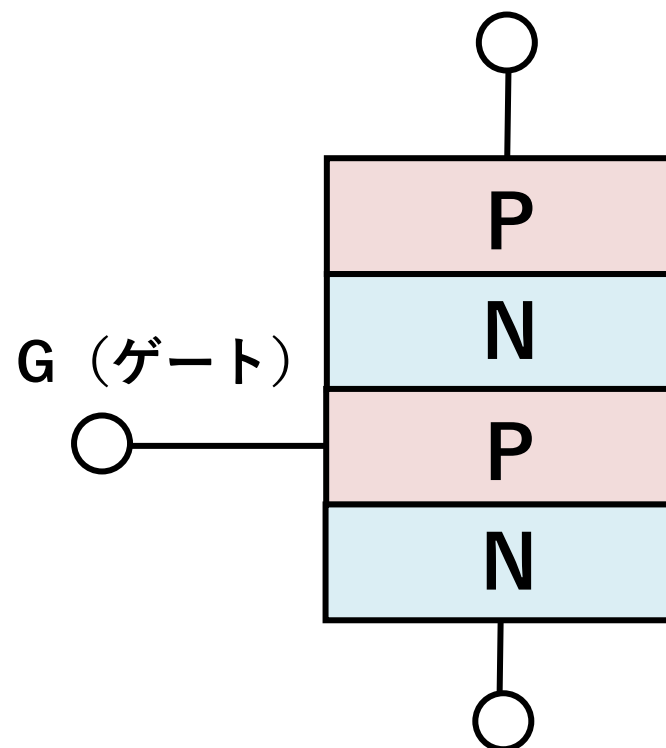


K (カソード)

記号

サイリスタ

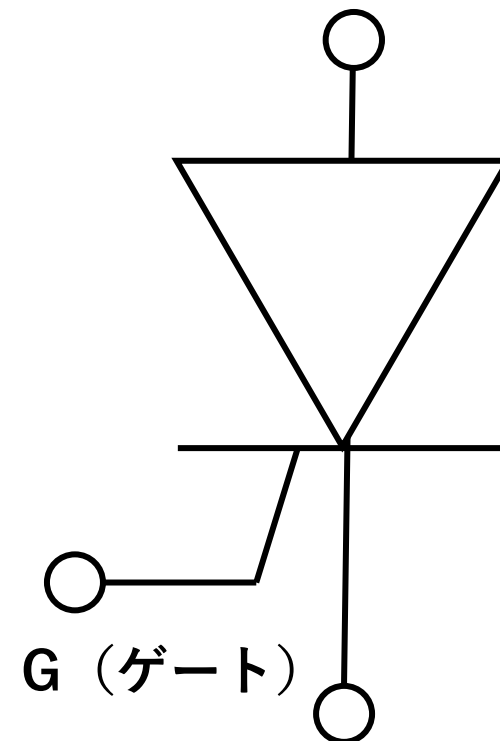
A (アノード)



K (カソード)

構造

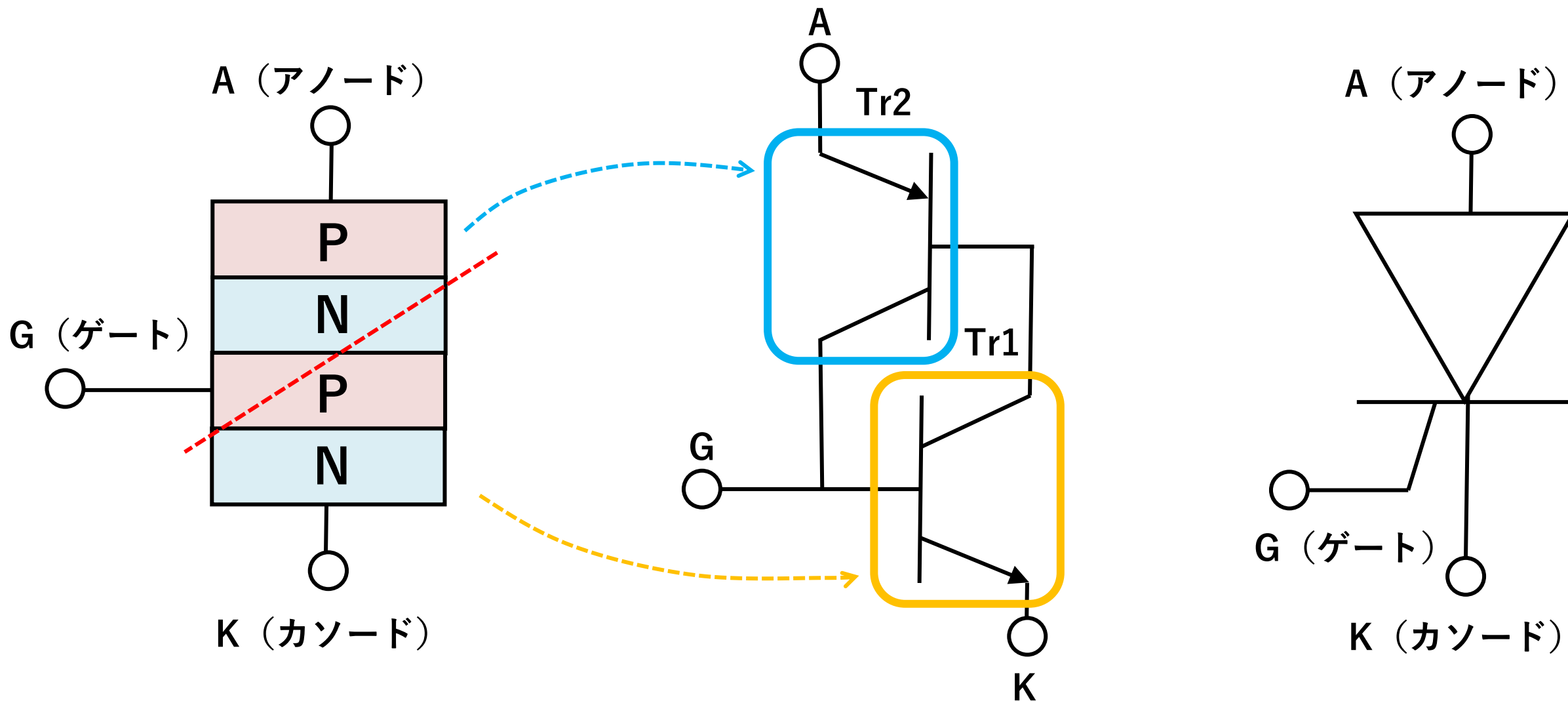
A (アノード)



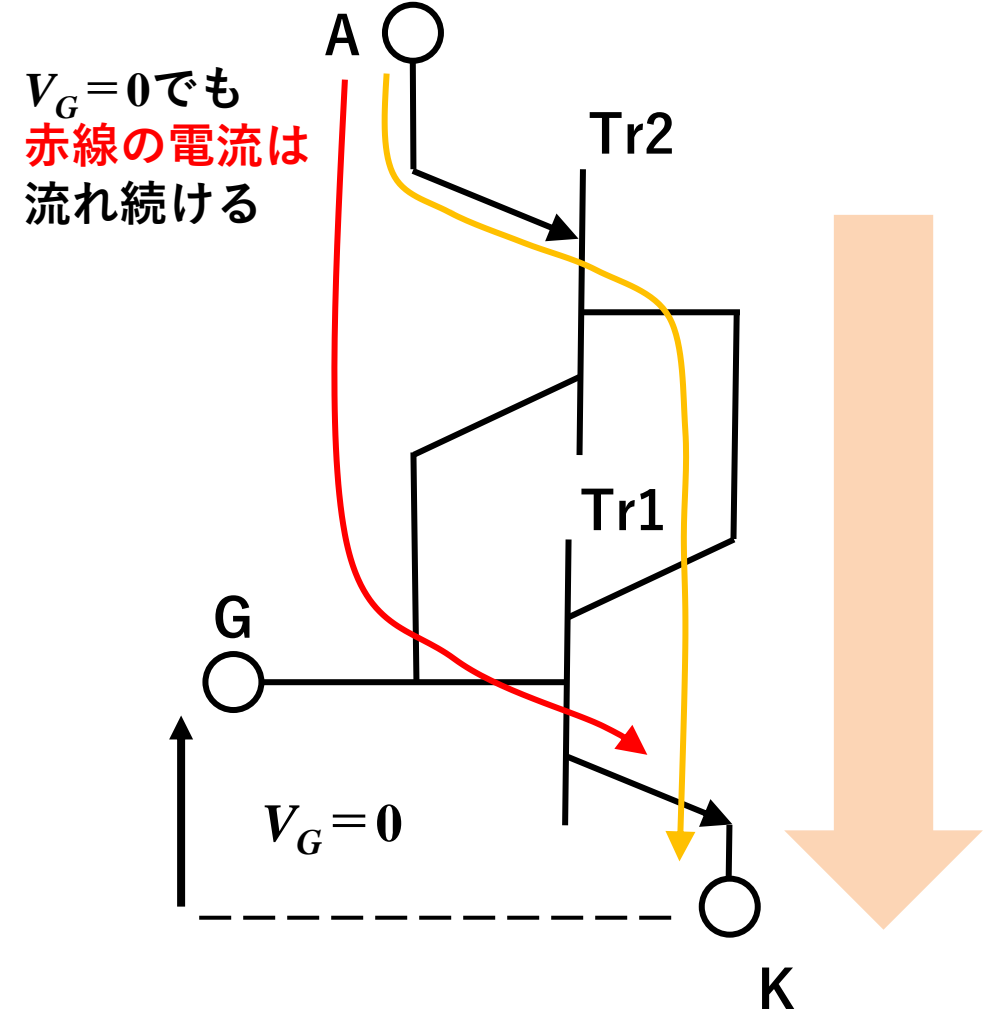
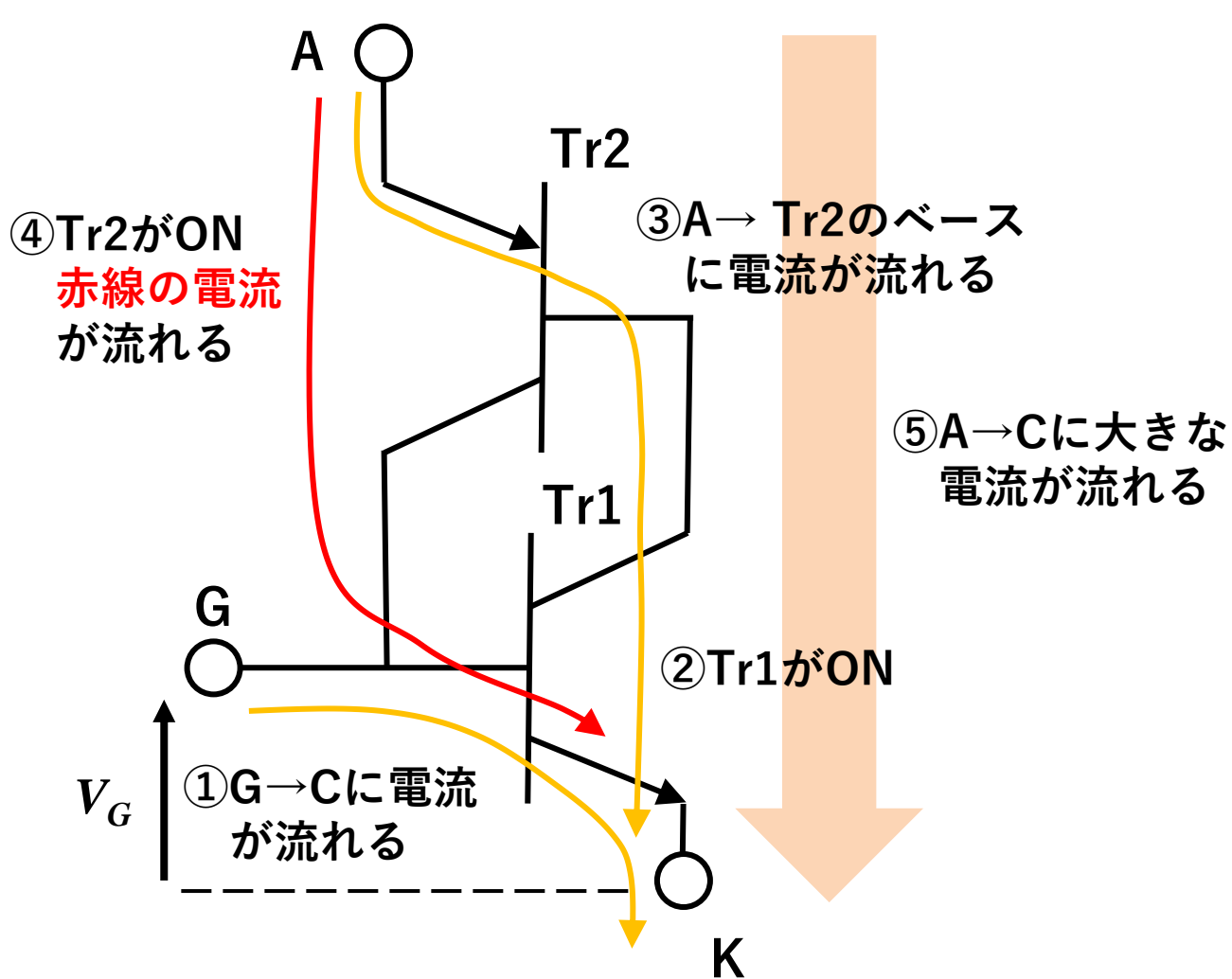
K (カソード)

記号

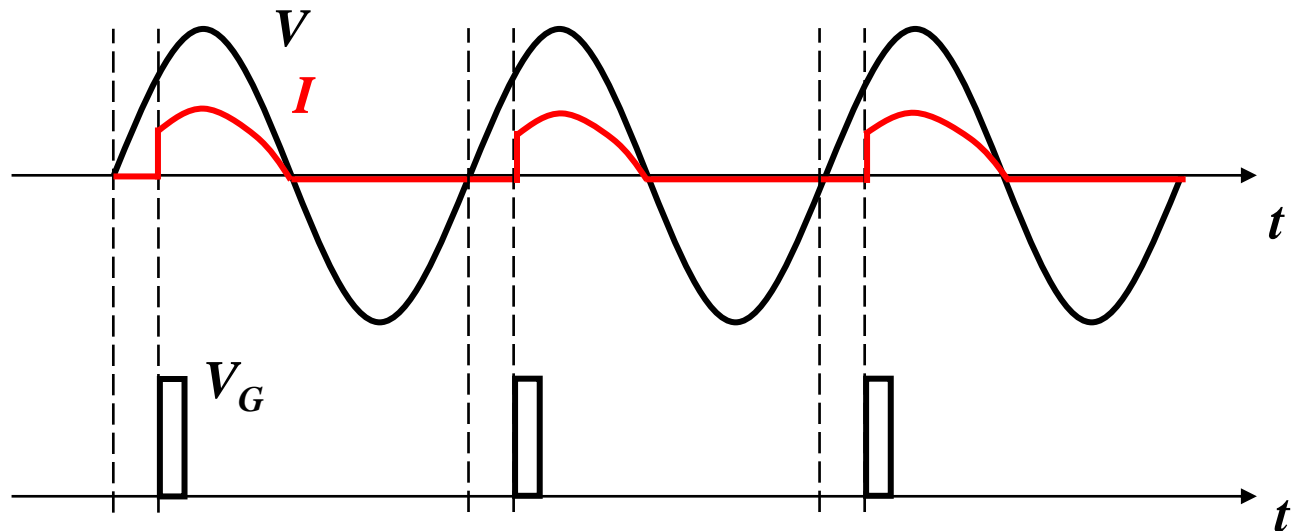
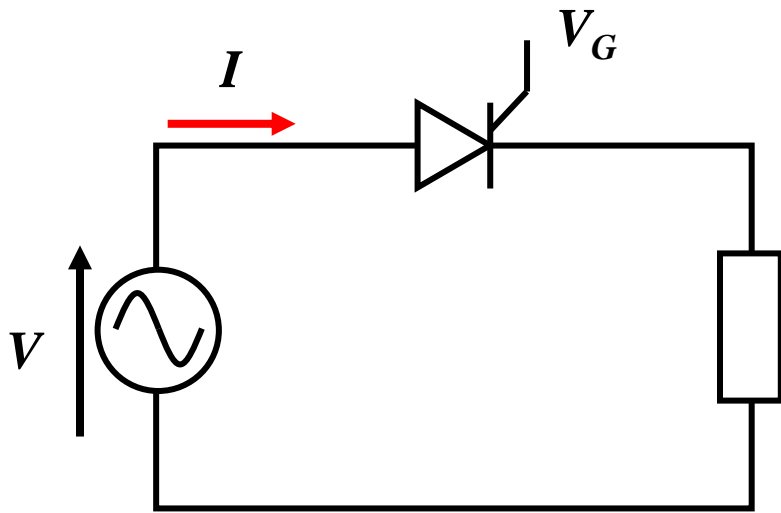
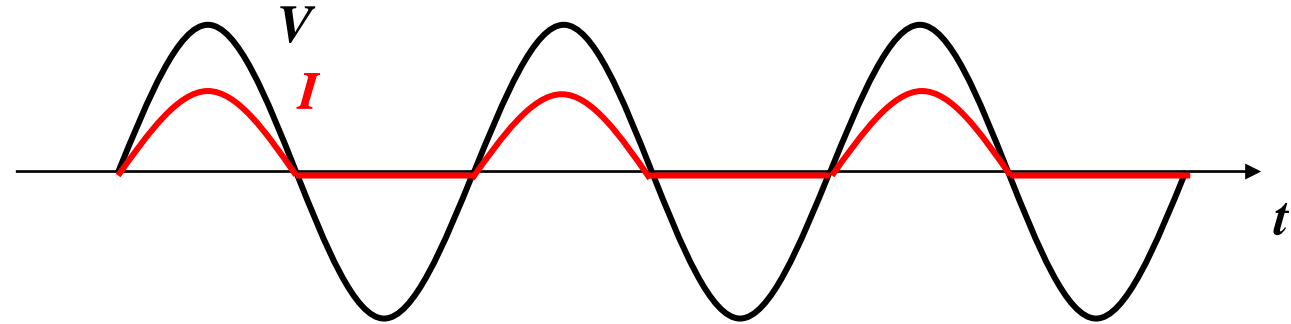
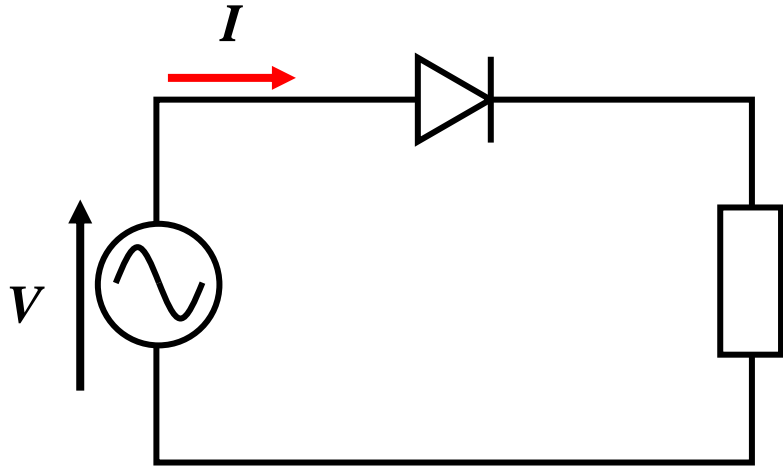
サイリスタ



サイリスタの動作



サイリスタの電流制御



ご聴講ありがとうございました!!