

最終目標に達したので
ここから先は
割愛した部分、
これまでの補足、
練習問題等

(復習)

(Hall)

金属の場合、電流を担っているのは

自由電子

である。

半導体の場合、
電流を担っているのは

自由電子

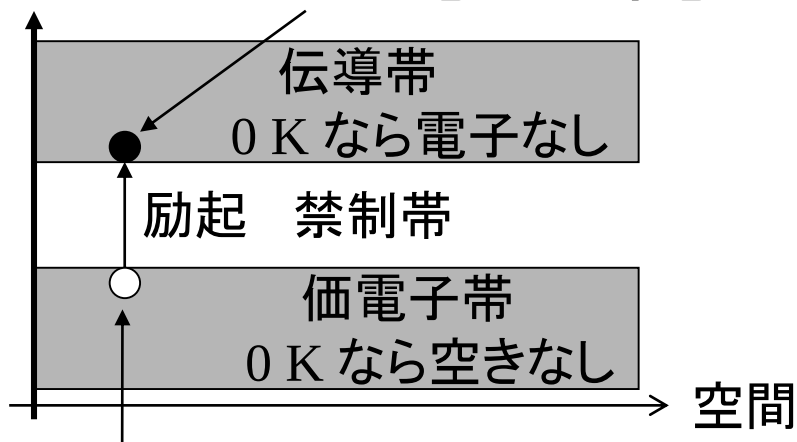
と

正孔

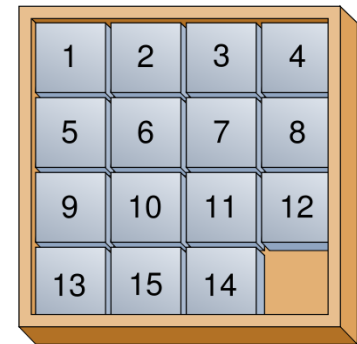
である。

(伝導電子)

(ホール, hole)

半導体中の
電子の
エネルギー自由に動きまわれる
自由電子(伝導電子)

正孔(ホール): 電子の空き

正孔の
イメージ

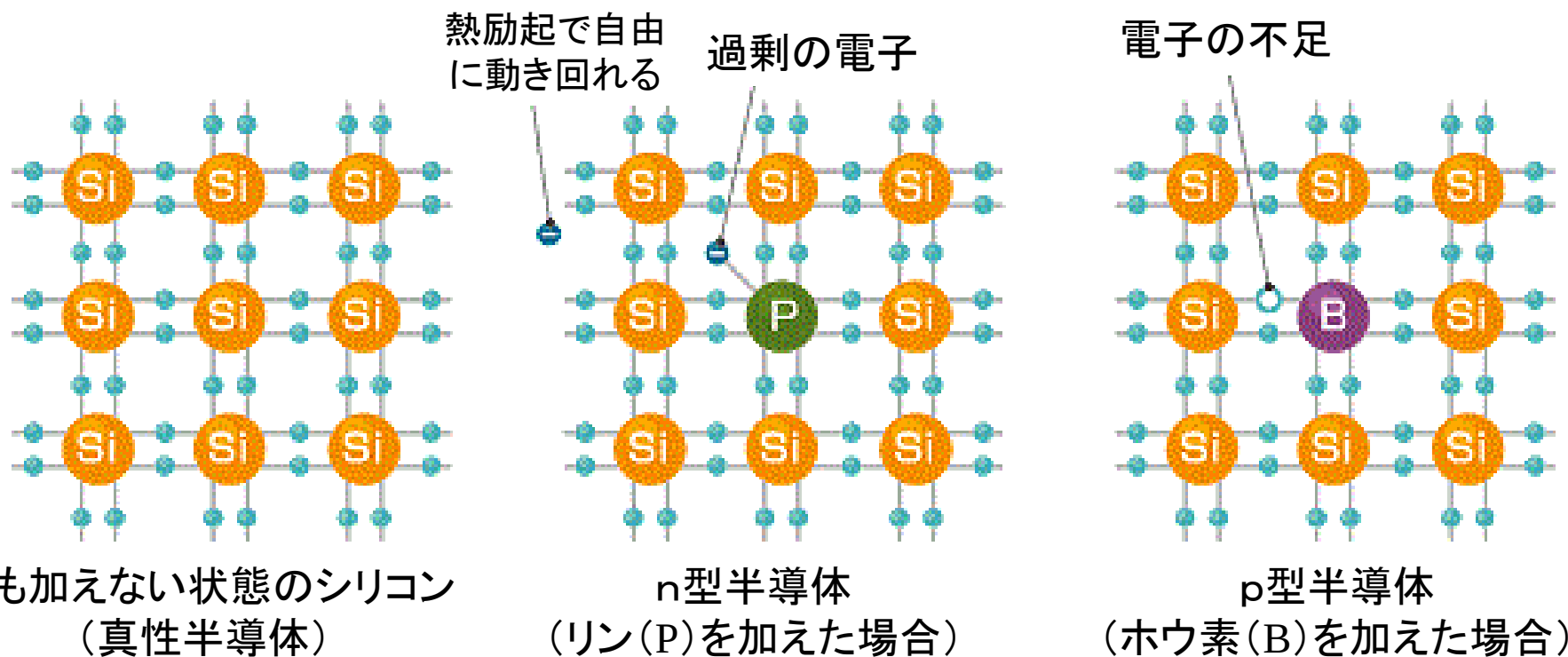
15パズルに似ている。16枚のピースが入っていると身動きがとれないが、1枚抜くと、空き(正孔)はピース(価電子)が移動することで移動できる。実際に動くのは、価電子だが正孔は正の電荷の粒子のようにふるまう。

真性半導体、p型半導体、n型半導体

下の左の図のような混ぜ物のない半導体を**真性半導体**という。例：シリコン（ケイ素）の純粋な単結晶。真性半導体では、自由電子の数＝正孔の数である。

真性半導体に5価の元素（リン、ヒ素）を少量まぜると **n型半導体**（電流を担うのは自由電子）になる。これは5価の元素の過剰な電子が自由電子になりやすいからである。混ぜる量を増やすと、自由電子の数も増える。

真性半導体に3価の元素（ホウ素、アルミニウム）を少量まぜると **p型半導体**（電流を担うのは正孔）になる。これは電子の不足が正孔になりやすいからである。混ぜる量を増やすと、正孔の数も増加する。



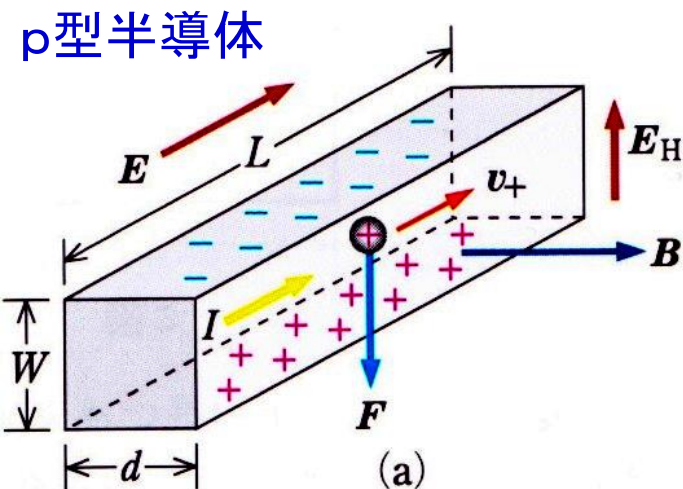
半導体に左の図のように電場 E と磁場 B をかける。



自由電子または正孔は磁気力 F を受ける。

磁気力 F の向きはどちらも同じである。

左の図の場合はどちらも下向き。

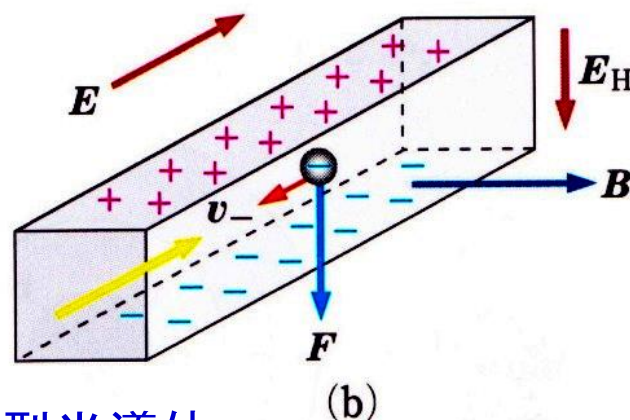


p型半導体の場合

上面は $-$ に帯電し、下面は $+$ に帯電する。

n型半導体の場合

上面は $+$ に帯電し、下面は $-$ に帯電する。



このような効果を

ホール

効果という。

p型かn型かは、ホール効果で判別できる。

帯電した電荷によってホール電場 E_H が生じる。

この電場による電気力 qE_H と磁気力 $q\mathbf{v} \times \mathbf{B}$ がつりあい
自由電子や正孔は直進する。

コイルとノイズ(応用)



雷や他の電子機器等で発生し電線等を伝播

コイルには、電流が急激に変化するのを妨げる効果がある。

コイルのインピーダンスは抵抗を無視すると ωL で
振動数(周波数)に比例する。

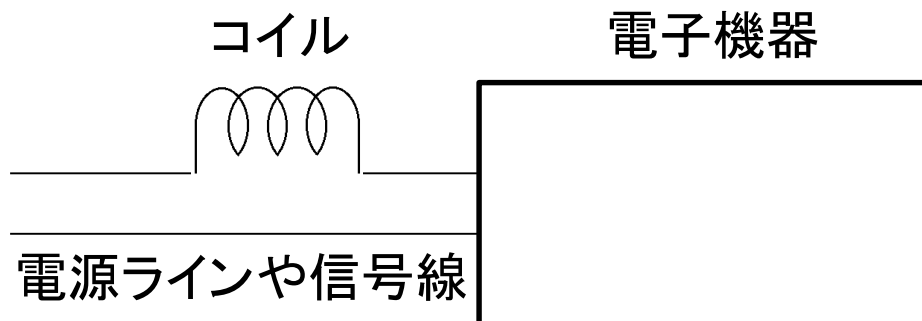
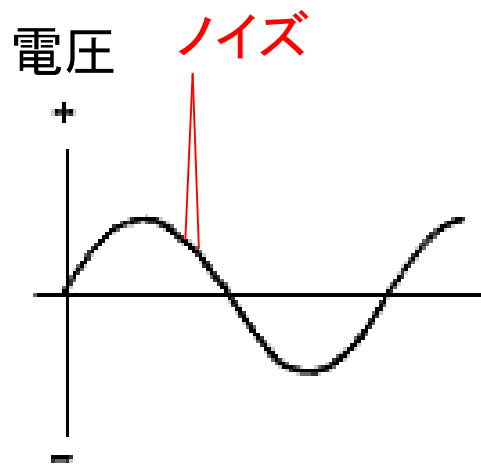
直流や低周波(コンセントの60Hz等)は

コイルを通過できて、

1MHzといったノイズはコイルを通過できない。

電源ライン等を通してノイズが機器に進入すると、
誤作動や故障の原因になる。

コイルはノイズの侵入を防ぐことができる。



ノイズフィルター、フェライトコア

電源ラインや信号線の途中を切断してコイルを直列に挿入しなくても同様の効果

フェライトコア
比透磁率(～10000)



← このようにすれば、線を切断しなくても
コイルを直列に挿入したのと同じ効果



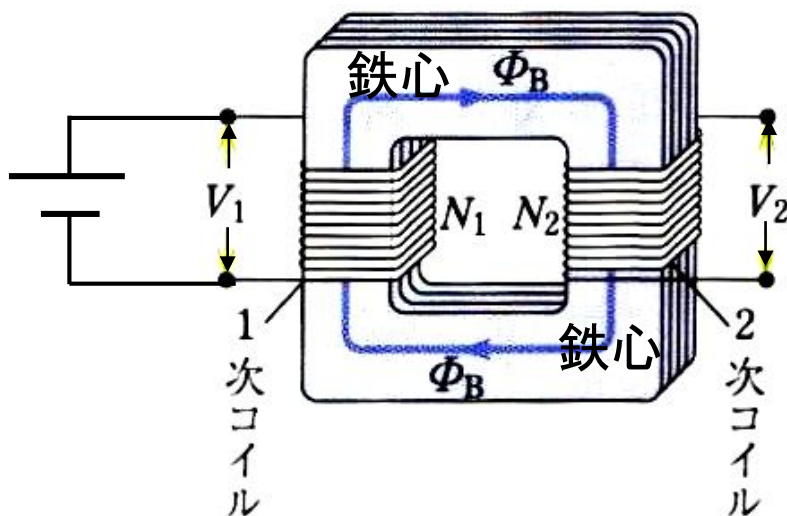
← 巻き付ける必要もない
ただ装着するだけのものもある。
実物参照



注意してみると、様々なケーブルに付いています。

変圧器(トランス)の問題②

下のトランスの1次コイルに電池(起電力 1.5 V, 内部抵抗 0.5Ω)を接続する。
2次コイルには何もつながない。1次コイルの電気抵抗は 0 で
1次コイルの自己インダクタンス L は 0.1 H とする。どうなるか？

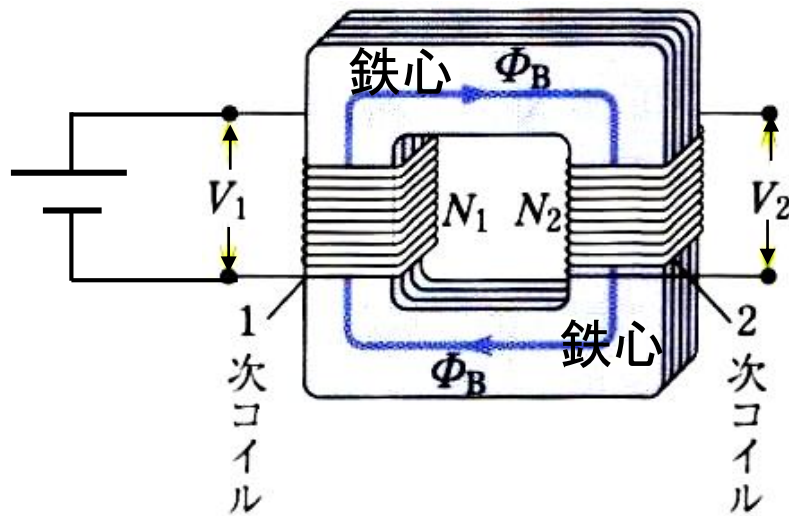


接続した直後を除くと
電池を抵抗のない導線で
ショートさせたのと同じである。
電池は 3 A の電流が流れ
 $P = VI = RI^2 = 4.5 \text{ [W]}$ の
ジュール熱が発生し、
電池が高温になって破裂したり
液漏れの危険性がある。

接続した直後は、LR回路で勉強したとおり。
時定数 $\tau = L/R = 0.2 \text{ 秒}$ で電流は 0 A から 3 A まで増大する。
 L が大きく R が小さい特殊な場合なので、時定数は長い。

変圧器(トランス)の問題②つづき

⑮の状況で、 $t = 0$ に電池を1次コイルに接続したときの V_2 について説明せよ。
以前のプリント(第20回⑮)や教科書を見てよい。



$$I(t) = \frac{V}{R} (1 - e^{-Rt/L})$$

$$I(t) = \frac{V}{R} (1 - e^{-t/\tau})$$

$$I(t) = 3(1 - e^{-5t})$$

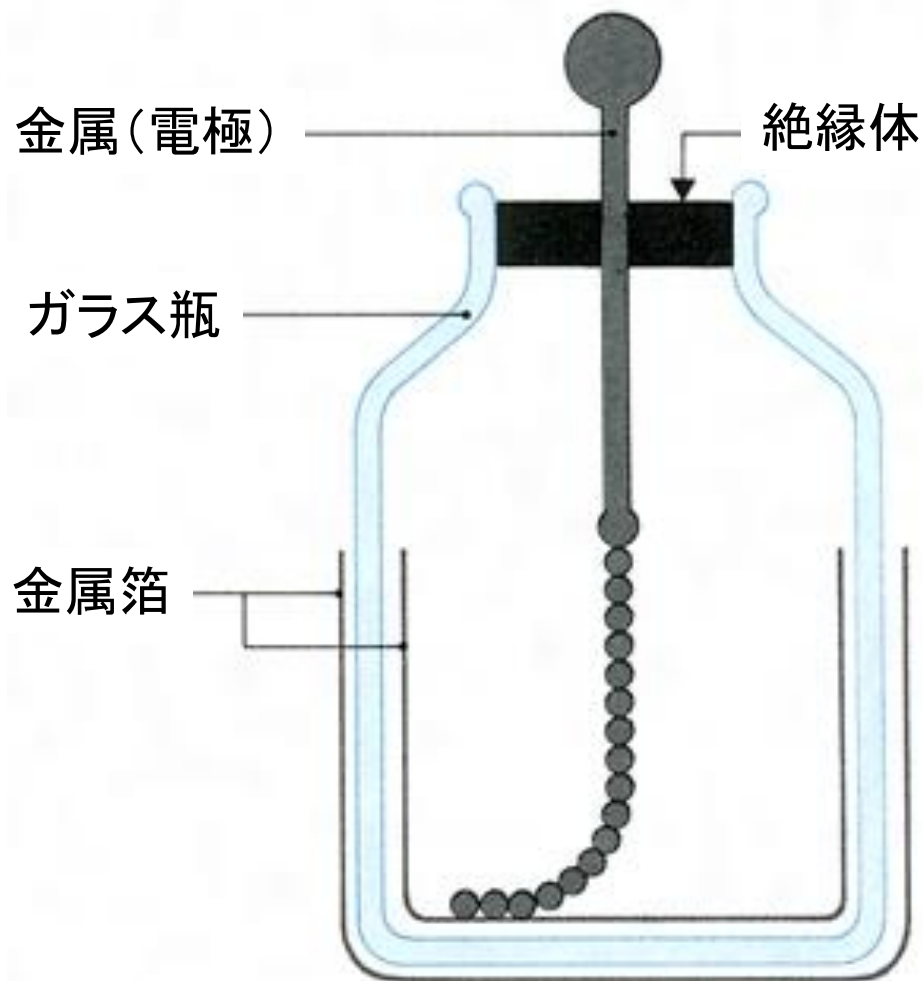
1次コイルに発生する逆起電力の大きさは、 $V_i = L \frac{dI}{dt} = 1.5 e^{-5t}$

2次コイルに発生する誘導起電力の大きさは V_i の $\frac{N_2}{N_1}$ 倍なので

$$V_2 = 1.5 \frac{N_2}{N_1} e^{-5t}$$

ライデン瓶

オランダのライデン大学で発明された
原理は以前紹介した手作りキャパシターと同じだが、
製品なので、電気容量も大きいし、
コロナ放電対策もされているので、貯められる電圧も高い。



ライデン瓶で実験

⑪

ライデン瓶の電気容量を測定：_____pF，手作りキャパシターは_____pF

バンデグラフ発電機で両方を充電。違いを観察。

両方を放電させてみる。違いを観察。

ライデン瓶の火花放電の間隔は_____mm，手作りキャパシターは_____mm

今後の予定

明日1月25日(金)、1月31日(木は休講です。
2月1日1限が期末試験です。

20	⑭ 21	⑭ 22	⑭ 23	⑭ 24	⑳ 25 休	26
27	⑮ 28	⑮ 29	⑮ 30	⑮ 31 休		
					⑮ 1 試	2

Aクラス試験

Bクラス試験