

電気電子工学通論 第2章 問題解答

2-1 ドリル問題

問題1

金属原子の原子核を取り巻く電子のうち、最も外側を取り巻く核からの拘束力の弱い電子が外部からの力（電圧や磁場による力）を受け、起動を離れて原子間を自由に動ける状態になった電子。

問題2

熱電子放出：金属を熱すると金属表面から別の電子が放出される

光電子放出：金属に光を照射すると金属表面から電子が放出される

電界放出：金属の表面に 10^{10}V/m 程度以上の電界を与えると金属表面から電子が放出される。

二次電子放出：金属に電子を衝突させると金属表面から別の電子が放出される。

問題3

電子1個の電荷量は、 $1.602 \times 10^{-19}\text{C}$ であり、 1A の電流は1秒あたり 1C の電荷が移動することであるから、1秒間に流れる電子の数は $\frac{1}{1.602 \times 10^{-19}} = 6.242 \times 10^{18}$ 個の電子が流れていることになる。

問題4

導体の中を流れる電子は途中で増減することはない。すなわち、流入する電流と流出する電流は等しく、電流の連続性が保たれることを意味する。

2-2 ドリル問題

問題1

フィラメントから電子が放出されたために点灯管の一部が黒く変色する現象。エジソンが1883年にこの現象を発見するも、その現象の原因を明らかにせずにおいたものを、1904年に、J.J.トムソンがフィラメントより電子が放出されるために変色する現象であることを明らかにし、これをエジソン効果と呼ぶようになった。金属内の電子の熱エネルギーが仕事関数より大きくなって、電子が金属表面を飛び出す現象である。

問題2

二極真空管：整流機能、

三極真空管：増幅機能

2-3 ドリル問題

問題1

共有結合

問題2

自由電子

問題 3

p 形：正孔 n 形：電子

問題 4

増幅作用とスイッチング作用

増幅作用：微小なベース電流 I_B を流すことにより拡大されたコレクタ電流 I_C が流れる。

このように電流を増幅させる作用を増幅作用と呼び、 I_C/I_B を直流増幅率と呼ぶ。

スイッチング作用：コレクタとエミッタ間で、通常は電流が流れないが、ある一定以上のベース電流を流すと、コレクタとエミッタ間の抵抗がほぼゼロとなり、回路の負荷の抵抗に従ってコレクタ電流が流れるようになる、というスイッチの役割を果たす。

2-4 ドリル問題

問題 1

$$\lambda = 3 \times 10^8 \times \frac{1}{598 \times 10^3} = 505 \text{m}$$

問題 2

等速円運動を行う。

平等磁界 B 中で電子 e が速度 v で運動するときの電子に働く力 f は $f = evB$ である。こ

れが向心力 f となり、半径 r の等速円運動を行う。等速円運動の速度を v とすれば、向心

力 f は $f = \frac{mv^2}{r}$ となり、これが電子に働く力 $f = evB$ と等しいことから、円運動の半径 r

は、 $\frac{mv^2}{r} = evB$ より、 $r = \frac{mv}{eB}$ の等速円運動を行う。

2章 演習問題

1. (2-3-1 項参照)

p 形：自由電子がホールを埋めるように移動し、+極に向かって移動する。見かけ上、ホールがマイナス極に向かって移動する。ホール（正孔）がプラス電荷のキャリアになっている。

n 形：最外殻の電子が余っており、このあまった電子がプラス極に移動して電流が流れる。電子が電荷のキャリアになっている、電子があまっているタイプの半導体。

2. (2-3-2 項参照)

ダイオードの素子間に逆電圧を印加した時、素子に大電流が急激に流れ素子が破壊する現象。

3.

$I_E = I_B + I_C$ であるから、 $I_B = I_E - I_C = 10 - 9.96 = 0.04 \text{mA}$

$$h_{FE} = \frac{I_C}{I_B} = \frac{9.96}{0.04} = 249$$

4.

$$I_c = 6 \mu\text{A} \times 100 = 600 \mu\text{A} = 0.6\text{mA}$$

$$V_0 = 0.6 \times 10^{-3} \times 4 \times 10^3 = 2.4\text{V}$$