

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 問 題

2012 年 11 月 28 日実施

解答上の注意

- 問題は 5 ページあります。
- 有効数字の桁数は、計算に用いた値の桁数に応じて決定すること。
- 分数はそのままにせず、計算すること。
- 単位が明らかな場合は、単位も記すこと。
- 解答は解答用紙に行なうこと。

1

以下の各文章において、空欄に適切な語を入れよ。

[各 3 点× 7 = 21 点]

- (1) ダイオードやトランジスタの構造として代表的なものに、との 2 種類の不純物半導体を接合させたものがある。
- (2) 半導体中で電流の担い手となるものには 2 種類あり、これらをまとめてという。
- (3) (1)の構造を持ち、図 1(a)の回路図記号で表される半導体素子の端子 1 の部分に存在するは、主としてである。
この部分に用いられる不純物半導体は、真性半導体にと呼ばれる不純物を加えることによって製造される。
- (4) (1)の構造を持ち、図 1(b)の回路図記号で表される半導体素子の端子 1 と 3 の部分に存在するは主としてである。
この部分に用いられる不純物半導体は、真性半導体にと呼ばれる不純物を加えることによって製造される。

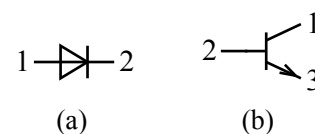


図 1

注 意

- (E)および(G)には、具体的な元素名や「 n 価の原子」ではない語を入れること。

2

図 2(a)の回路に同図(b)のような入力電圧 $v_i(t)$ を加えるとき、以下の各問に答えよ。ただし、ダイオード D は、順電圧が $0.7[\text{V}]$ を超えたときに順電流が流れるものとし、順電流が流れているときの順電圧は $0.7[\text{V}]$ であるとする。

[10 点]

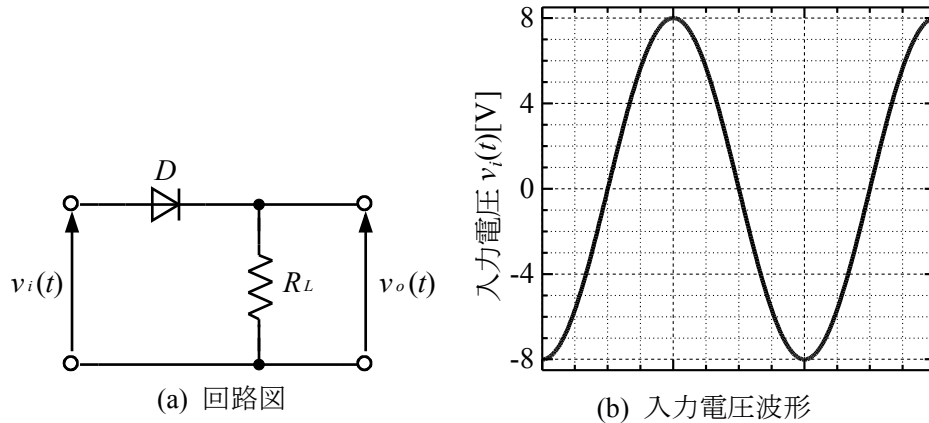


図 2

- (1) 出力電圧 $v_o(t)$ の波形を示せ。出力電圧の最大値がわかるよう、縦軸に値を書き入れること。

[7 点]

- (2) 図 2(a)の回路の名称は何か。

[3 点]

3

図 3(a)の回路に同図(b)のような入力電圧 $v_i(t)$ を加えるとき、以下の各問に答えよ。ただし、各ダイオードは、順電圧が $0.7[\text{V}]$ を超えたときに順電流が流れるものとし、順電流が流れているときの順電圧は $0.7[\text{V}]$ であるとする。

[10 点]

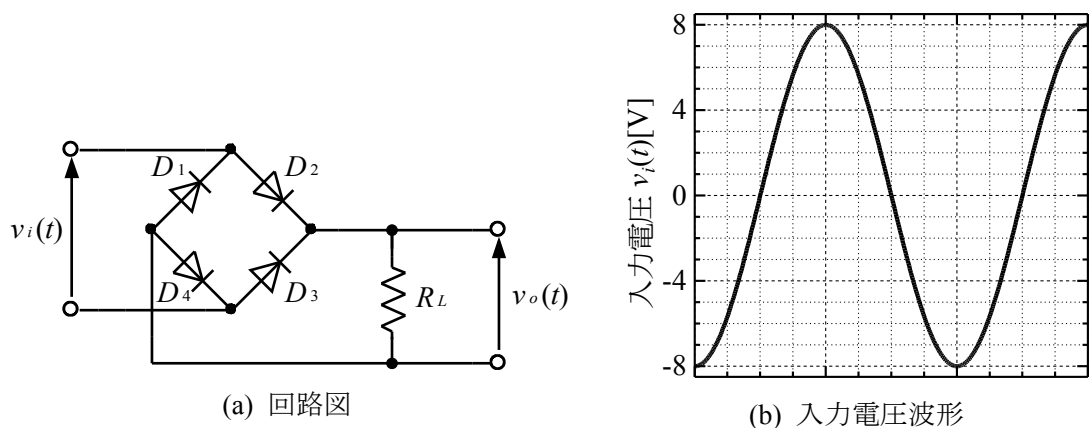


図 3

- (1) 出力電圧 $v_o(t)$ の波形を示せ。出力電圧の最大値がわかるよう、縦軸に値を書き入れること。

[7 点]

- (2) 図 3(a)の回路の名称は何か。

[3 点]

4

図 4(a)の回路に同図(b)のような入力電圧 $v_i(t)$ を加えるとき、以下の各問に答えよ。ただし、各ダイオードは、順電圧が $0.7[\text{V}]$ を超えたときに順電流が流れるものとし、順電流が流れているときの順電圧は $0.7[\text{V}]$ であるとする。また、 $E_1=2.3[\text{V}]$ 、 $E_2=1.8[\text{V}]$ であるとする。

[19 点]

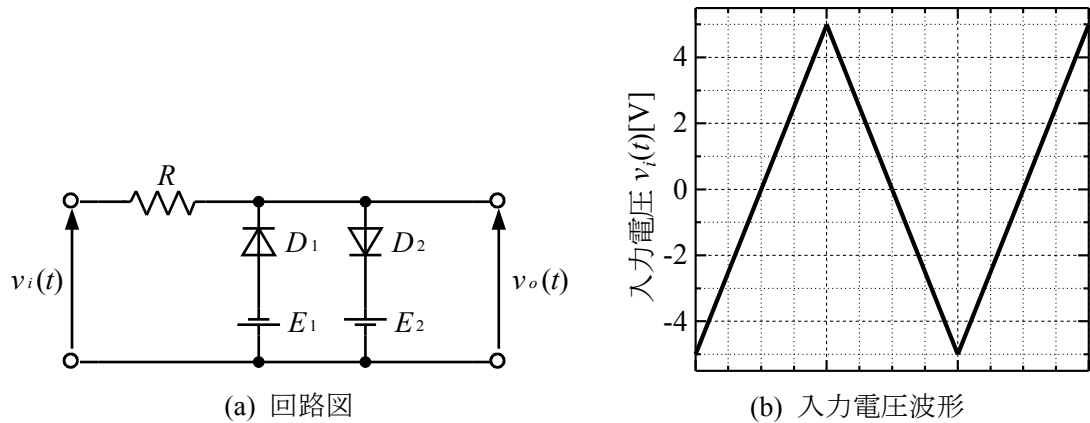


図 4

- (1) 表 1 は、各ダイオードの電流、入力電圧 $v_i(t)$ の範囲および出力電圧 $v_o(t)$ の関係についてまとめたものである。空欄を埋め、表を完成させよ。ただし、ダイオードの電流の欄には、「流れる」または「流れない」のいずれかの語を入れること。また、出力電圧 $v_o(t)$ は、数値で表せる場合は数値で、そうでない場合は式または記号で答えること。 [各状態 3 点×3=9 点]

表 1 各ダイオードの電流と入力電圧 $v_i(t)$ の範囲および出力電圧 $v_o(t)$ の関係

$v_i(t)$ の範囲	ダイオードの電流		出力電圧 $v_o(t)$
	D_1	D_2	

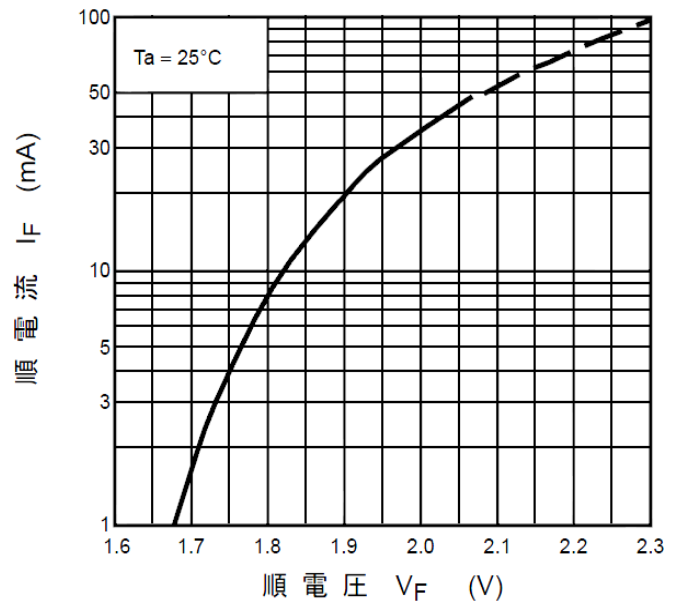
- (2) 表 1 を参考にして、出力電圧 $v_o(t)$ の波形を示せ。出力電圧の最大値および最小値がわかるよう、縦軸に値を書き入れること。 [7 点]
- (3) 図 4(a)の回路の名称は何か。 [3 点]

5

図 5 のような特性を持つ LED 6 個を $E = 6.00[\text{V}]$ の直流電源で点灯させたい. LED 点灯時の順電流を $I_F = 6.00[\text{mA}]$ とするとき, 以下の各問に答えよ.

[9 点]

- (1) LED を点灯させたときの順電圧 V_F の値を $0.01[\text{V}]$ の位まで求めよ. [3 点]
- (2) 点灯回路図を示せ. ただし, 保護抵抗 R で消費される電力が最小になるようにすること. 検討および計算の過程は示さなくてもよい. [6 点]

図 5 LED の V_F-I_F 特性

6

図 6 のような回路を用いて LED を点灯させたい. 直流電源の電圧を $E = 9.00[\text{V}]$, 点灯時における LED の順電流を $I_F = 20.0[\text{mA}]$, 順電圧を $V_F = 2.10[\text{V}]$ とするとき, 保護抵抗 R の値を求めよ. 計算の過程も示すこと.

[10 点]

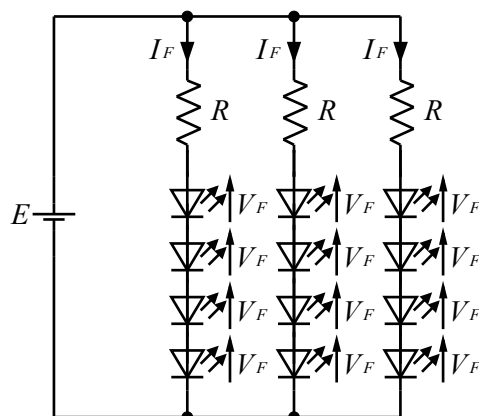


図 6 LED 点灯回路

7

図 7 のような $V_{CE}-I_C$ 特性を持つトランジスタを用いた図 8 の回路について、以下の各問に答えよ。ただし、バイアス電圧は $V_{CC}=3.00[\text{V}]$ ，コレクタ抵抗は $R_C=43.0[\Omega]$ とする。

[21 点]

- (1) 負荷線の式を文字式で示せ。 [4 点]
- (2) 負荷線を $V_{CE}-I_C$ 特性に描き入れよ。また、縦軸と負荷線が交差する位置の値についても答えよ。

[負荷線 3 点+値 3 点=6 点]

- (3) ベース電流を $I_B=0.70[\text{mA}]$ としたとき、動作点を図中に描き入れよ。この点に記号 Q をつけておくこと。 [2 点]
- (4) $I_B=0.70[\text{mA}]$ であるとき、コレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} およびコレクタ電流 I_C の値を求めよ。ただし、 V_{CE} は $0.1[\text{V}]$ の位まで、 I_C は $1[\text{mA}]$ の位まで求めよ。

[各 3 点×2=6 点]

- (5) $I_B=0.70[\text{mA}]$ であるとき、エミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} の値を求めよ。ただし、 I_B については、 $0.01[\text{mA}]$ の位までの精度で求められているものとする。計算の過程も示すこと。 [3 点]

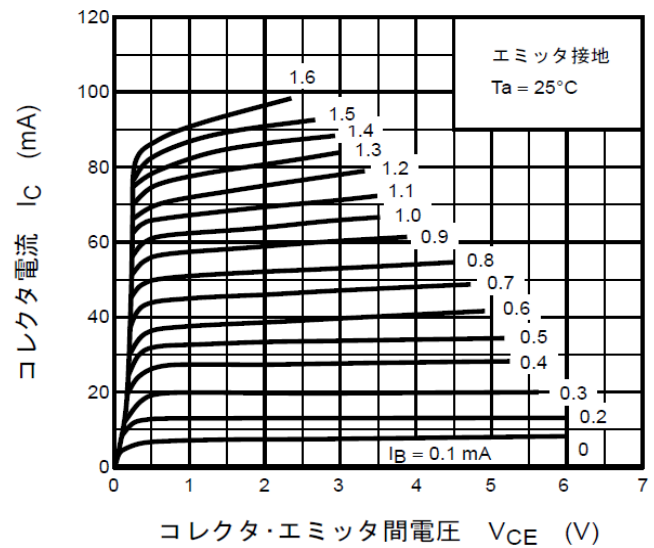
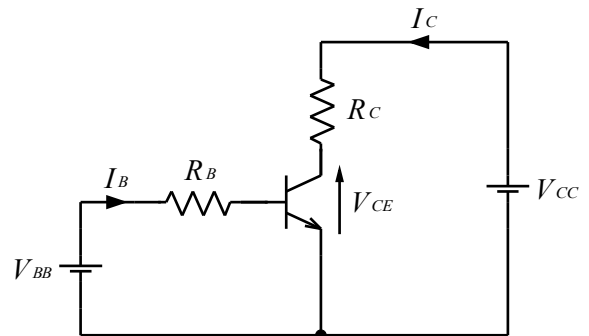
図 7 トランジスタの $V_{CE}-I_C$ 特性

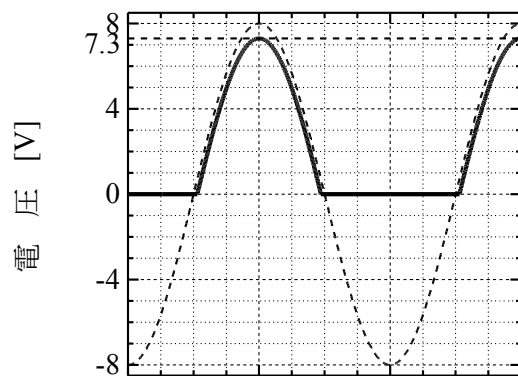
図 8 トランジスタ回路

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 略 解

1 略

2

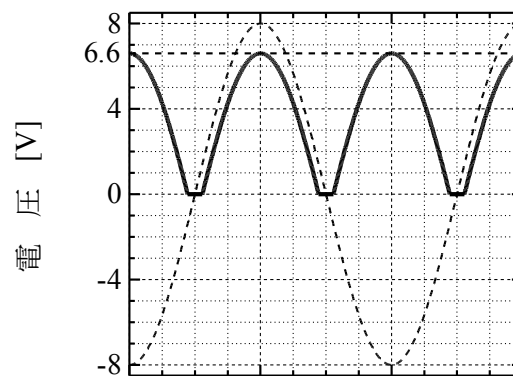
(1)



(2) 略

3

(1)



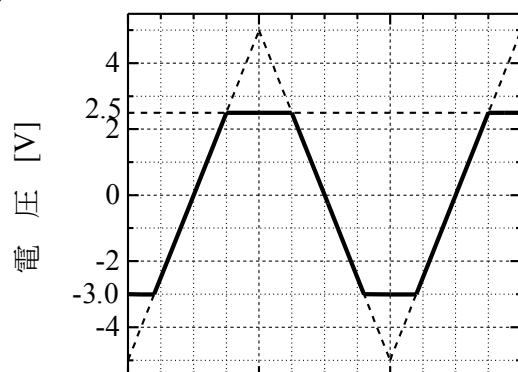
(2) 略

4

(1)

$v_i(t)$ の範囲	ダイオードの電流		出力電圧 $v_o(t)$
	D_1	D_2	
$v_i(t) > 2.5$	流れない	流れる	2.5
$-3.0 < v_i(t) < 2.5$	流れない	流れない	$v_i(t)$
$v_i(t) < -3.0$	流れる	流れない	-3.0

(2)

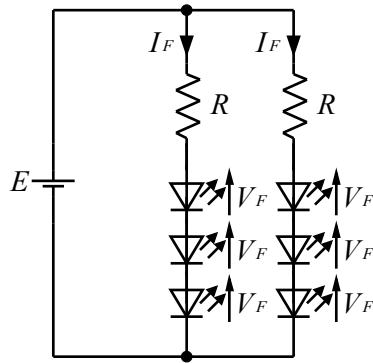


(3) 略

5

(1) $V_F = 1.78[\text{V}]$

(2)



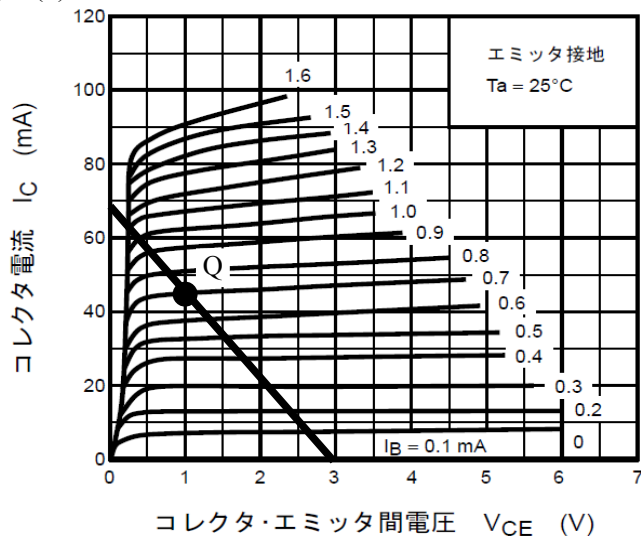
6

$R = 30[\Omega]$

7

(1) $I_C = -\frac{V_{CE}}{R_C} + \frac{V_{CC}}{R_C}$

(2), (3)



縦軸と負荷線が交差する位置 $I_C = 69.8[\text{mA}]$

(4) $I_C = 45[\text{mA}]$, $V_{CE} = 1.1[\text{V}]$

(5) $h_{FE} = 64$