

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 問 題

2015 年 11 月 27 日実施

- 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うこと.

1

以下の各文章が説明しているものの名称を答えよ.

[各 3 点 $\times$ 7 = 21 点]

- (1) 半導体中を流れる電流の担い手であり, 負 (−) の極性を持つもの.
- (2) 半導体中を流れる電流の担い手であり, 正 (+) の極性を持つもの.
- (3) (1)と(2)をまとめた呼び方.
- (4) (1)の密度を高くし, 主として(1)によって電流が流れる不純物半導体.
- (5) (2)の密度を高くし, 主として(2)によって電流が流れる不純物半導体.
- (6) (4)を製造するために(6)に加えられる物質をまとめた呼び方 (「 n 価の原子」は不可).
- (7) (5)を製造するために(6)に加えられる物質をまとめた呼び方 (「 n 価の原子」は不可).

2

図 1(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 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 V であるとする。

[10 点]

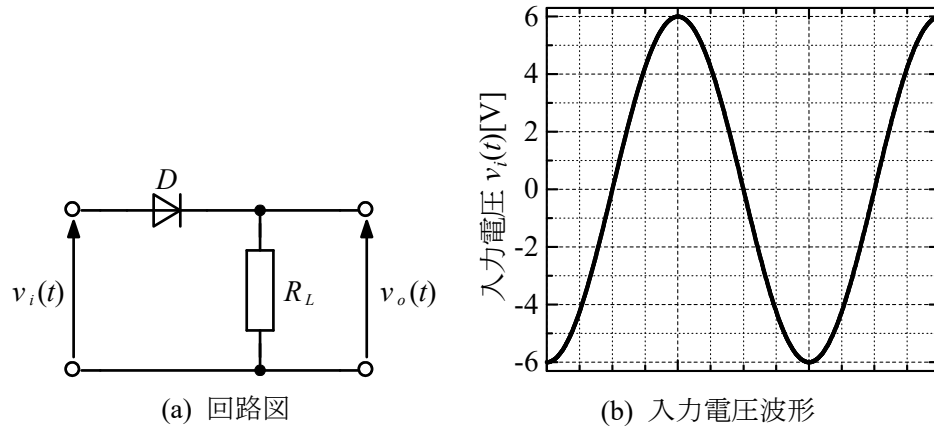


図 1

- (1) 出力電圧 $v_o(t)$ の波形を示せ。最大値がわかるよう、縦軸に値を書き入れること。また、書き入れた値と波形の対応がわかるよう、補助線も引くこと。 [7 点]
- (2) 図 1(a)の回路の名称は何か。 [3 点]

3

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、各ダイオードは、順電圧が 0.7 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 V であるとする。また、 $E_1 = 2.0\text{ V}$ 、 $E_2 = 2.6\text{ V}$ であるとする。

[25 点]

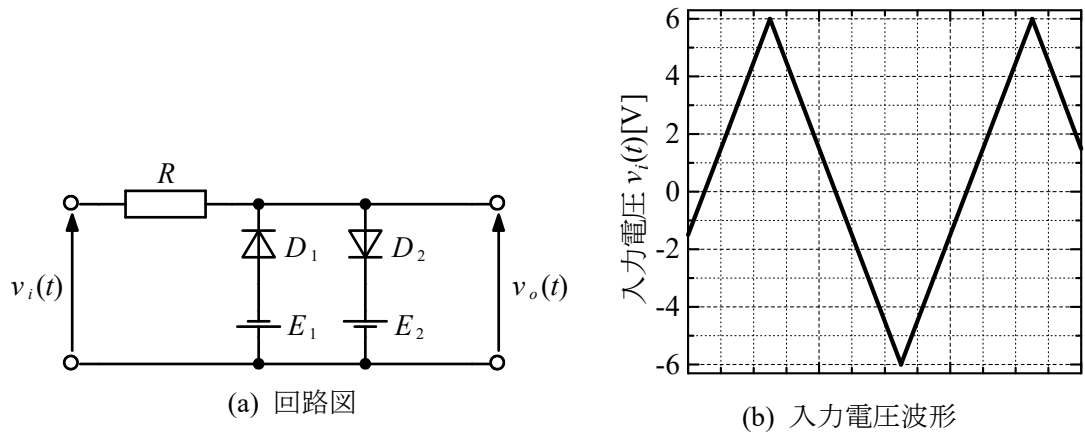


図 2

- (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 $v_o(t)$ については、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 4 点×3=12 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) 出力電圧 $v_o(t)$ の波形を示せ。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。また、書き入れた値と波形の対応がわかるよう、補助線も引くこと。 [10 点]
- (3) 図 2(a)の回路の名称は何か。 [3 点]

4

図 3 の特性を持つ LED 8 個を
 $E = 9.00 \text{ V}$ の直流電源で点灯させたい。
 LED 点灯時の順電流を $I_F = 20.0 \text{ mA}$ と
 するとき、以下の各問に答えよ。

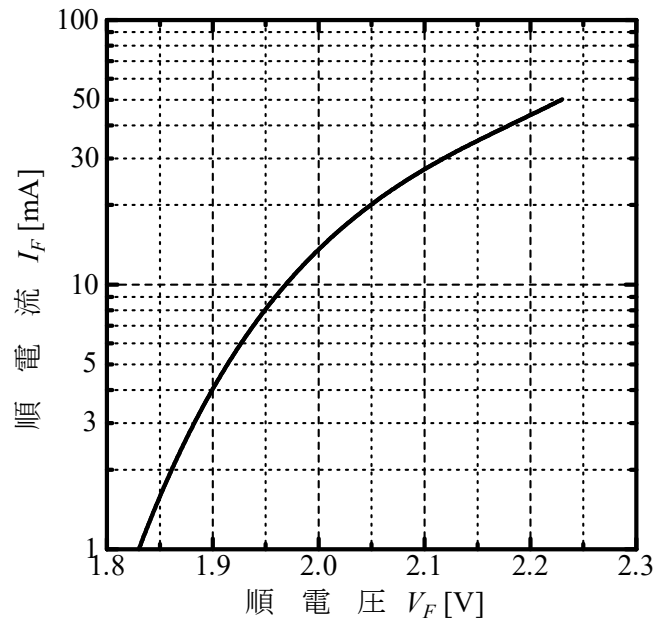
[9 点]

- (1) LED を点灯させたときの順電圧 V_F の
 値を 0.01 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
 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
 さなくてよい。

[6 点]

図 3 LED の $V_F - I_F$ 特性

5

図 4 の回路を用いて LED を点灯
 させたい。直流電源の電圧を
 $E = 7.20 \text{ V}$ 、点灯時における LED 1
 個当たりの順電流を $I_F = 15.0 \text{ mA}$ 、
 順電圧を $V_F = 3.12 \text{ V}$ 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。

[9 点]

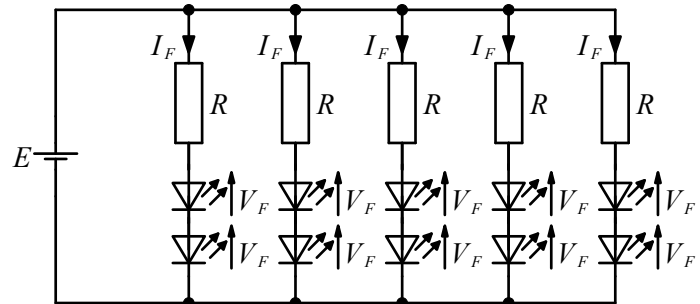


図 4 LED 点灯回路

6

図 5 の回路で LED を点灯させたい。
設計の条件を表 2 のとおりとするととき、
以下の各問に答えよ。

[26 点]

- (1) コレクターエミッタ間の回路に成り立つ
式を、図 5 に示した記号を用いて示せ。

[6 点]

- (2) コレクタ抵抗 R_C の値を求めよ。

[4 点]

- (3) ベース電流 I_B の値を求めよ。

[8 点]

- (4) ベース抵抗 R_B の値を求めよ。

[8 点]

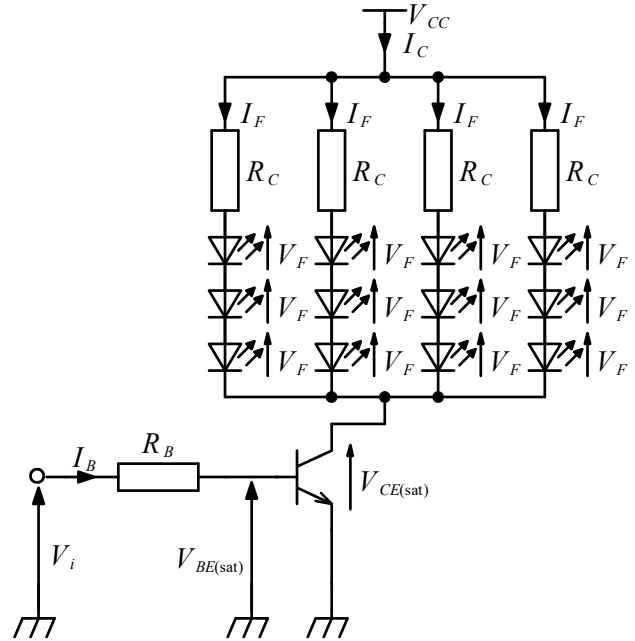


図 5 トランジスタを用いた LED 点灯回路

表 2 設計の条件と記号の意味

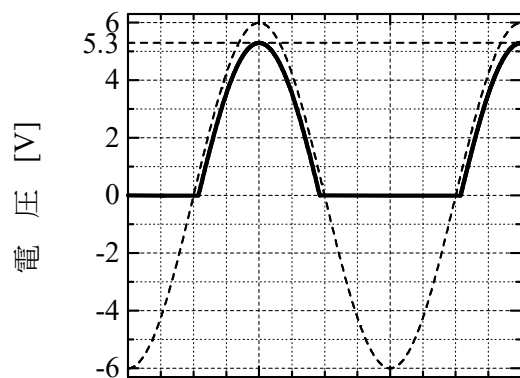
記号	意 味	値
V_{CC}	バイアス（電源）電圧	5.00 V
V_i	トランジスタを ON にするときの入力電圧	4.60 V
$V_{BE(sat)}$	ベース－エミッタ間飽和電圧	0.700 V
$V_{CE(sat)}$	コレクターエミッタ間飽和電圧	0.170 V
h_{FE}	エミッタ接地直流電流増幅率	1.50×10^2
I_F	点灯時における LED1 個当たりの順電流	25.0 mA
V_F	点灯時における LED1 個当たりの順電圧	1.24 V
k	トランジスタを ON にするときの $\frac{I_B}{I_C/h_{FE}}$	1.80

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 略 解

1 略

2

(1)



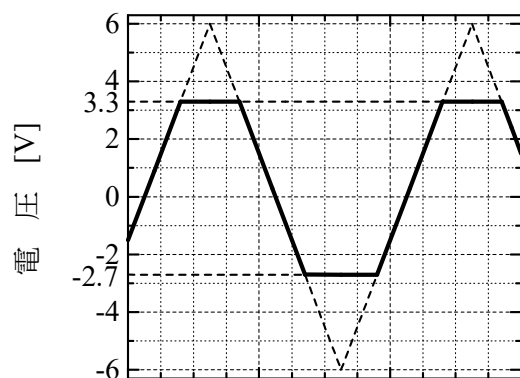
(2) 略

3

(1)

$v_i(t)$ の範囲	ダイオードの電流		出力電圧 $v_o(t)$
	D_1	D_2	
$v_i(t) > 3.3$	流れない	流れる	3.3
$-2.7 < v_i(t) < 3.3$	流れない	流れない	$v_i(t)$
$v_i(t) < -2.7$	流れる	流れない	-2.7

(2)

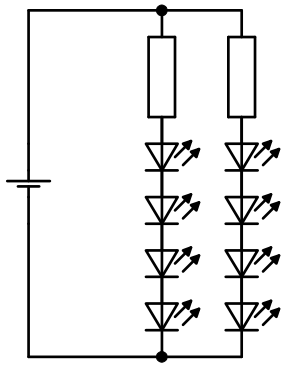


(3) 略

4

(1) $V_F = 2.05 \text{ V}$

(2)



5

$R = 6.4 \times 10 \ \Omega$

6

(1) $V_{CC} - R_C I_F - 3V_F - V_{CE(\text{sat})} = 0$

(2) $R_C = 4.44 \times 10 \ \Omega$

(3) $I_B = 1.20 \text{ mA}$

(4) $R_B = 3.25 \text{ k}\Omega$