

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 問 題

2011 年 11 月 30 日実施

解答上の注意

- 問題は 5 ページあります。
- 求める値の有効数字の桁数は、計算に用いた値に応じて決定すること。
- 値を求める場合で、問題または解答用紙に単位の指定がない場合は、適宜単位をつけること。
- 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。ただし、(H)、(I)、(J)については、(D)または(E)のいずれかの記号で答えてもよい。

[各 2 点×10=20 点]

- (1) 半導体中の電流は、負の電荷である (A) と (A) の抜けた穴である (B) によって流れる。電流の担い手であるこれらをまとめて (C) という。
- (2) 真性半導体に不純物を加えることによって、(A) を増やした不純物半導体を (D) という。
- (3) 真性半導体に不純物を加えることによって、(B) を増やした不純物半導体を (E) という。
- (4) (D) と (E) を接合すると、その境界付近には (F) ができるため、そのままでは電流が流れなくなる。
- (5) (4)の (F) は、(A) と (B) が (G) することによってできる。
- (6) 図 1 の回路図記号で表される半導体素子は、(D) と (E) の 2 種類の不純物半導体から構成されている。このうち、端子 1 が接続されている部分には (H) が、端子 2 が接続されている部分には (I) が、端子 3 が接続されている部分には (J) が使用されている。

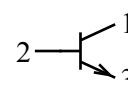


図 1

2

図2の回路に図3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 $0.6[\text{V}]$ 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 $0.6[\text{V}]$ であるとする。

[13 点]

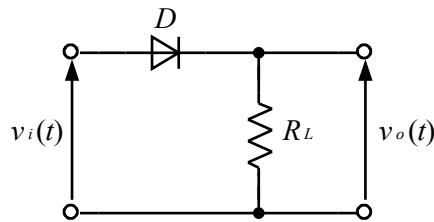


図 2

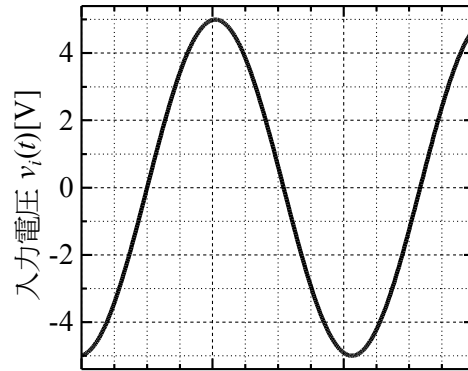


図 3 入力電圧波形

- (1) 表1は、ダイオード D 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。 [各 1 点×4=4 点]

表 1 ダイオード D 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 D の電流	出力電圧 $v_o(t)$
	流れる	
	流れない	

- (2) 表1を参考にして、出力電圧 $v_o(t)$ の波形を示せ。出力電圧の最大値がわかるよう、縦軸に値を書き入れること。 [6 点]
- (3) 図2の回路の名称は何か。 [3 点]

3

図 4 の回路に図 5 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 $0.6[\text{V}]$ 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 $0.6[\text{V}]$ であるとする。また、 $E_1=2.0[\text{V}]$ 、 $E_2=1.6[\text{V}]$ であるとする。

[23 点]

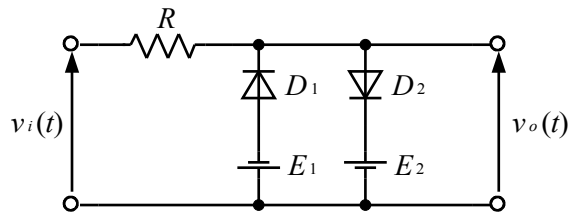


図 4

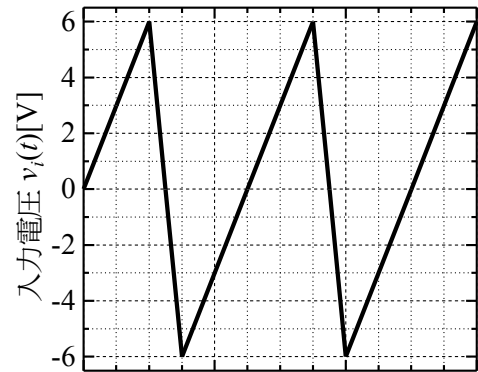


図 5 入力電圧波形

- (1) 表 2 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。 [各 1 点×12=12 点]

表 2 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	

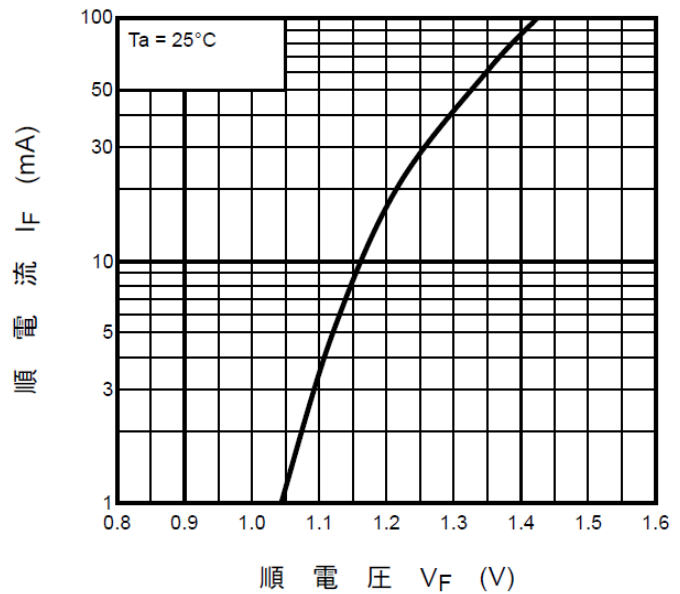
- (2) 表 2 を参考にして、出力電圧 $v_o(t)$ の波形を示せ。出力電圧の最大値および最小値がわかるよう、縦軸に値を書き入れること。 [8 点]
- (3) 図 4 の回路の名称は何か。 [3 点]

4

図 6 のような特性を持つ LED 8 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 $I_F = 50.0[\text{mA}]$ とするとき, 以下の各問に答えよ.

[10 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. [7 点]

図 6 LED の $V_F - I_F$ 特性

5

図 7 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 $E = 7.20[\text{V}]$, 点灯時における LED の順電流を $I_F = 10.0[\text{mA}]$, 順電圧を $V_F = 2.95[\text{V}]$ 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]

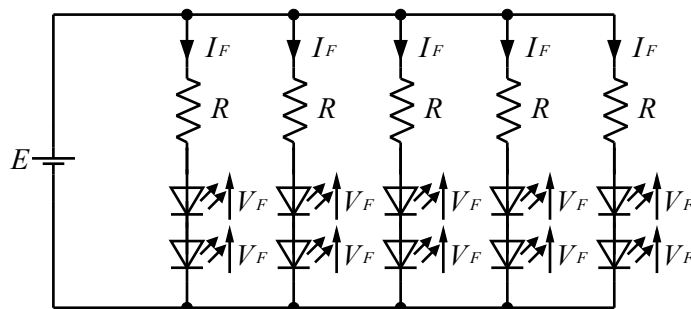


図 7

6

図 8 の回路で LED を点灯させたい。設計の条件を表 3 のとおりとするとき、以下の各問に答えよ。ただし、表 3 に挙げた値の有効数字の桁数は 3 桁とする。

[24 点]

- (1) コレクターエミッタ間の回路に成り立つ式を、図 8 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。 [7 点]
- (4) ベース抵抗 R_B の値を求めよ。 [7 点]

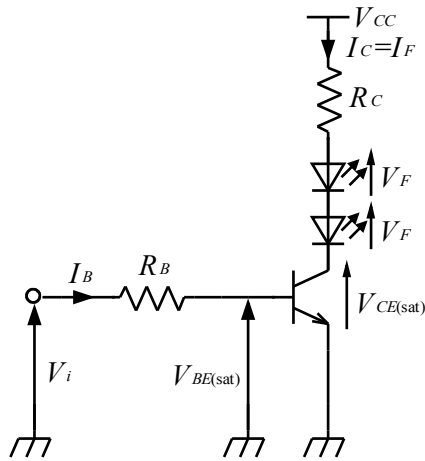


図 8

表 3 設計条件と記号の意味

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	3.70[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	0.120[V]
h_{FE}	エミッタ接地直流電流増幅率	150
I_F	LED 点灯時の順電流	20.0[mA]
V_F	LED 点灯時の順電圧	1.90[V]
k	トランジスタを ON にするとき の $\frac{I_B}{I_C/h_{FE}}$	180[%]

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 略 解

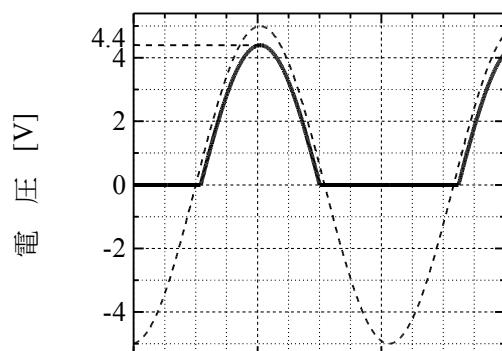
1 略

2

(1)

$v_i(t)$ の範囲	D の電流	出力電圧 $v_o(t)$
$v_i(t) > 0.6$	流れる	$v_i(t) - 0.6$
$v_i(t) < 0.6$	流れない	0

(2)



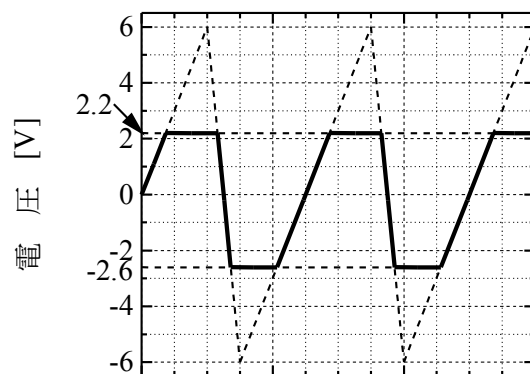
(3) 略

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	
$v_i(t) > 2.2$	流れない	流れる	2.2
$-2.6 < v_i(t) < 2.2$	流れない	流れない	$v_i(t)$
$v_i(t) < -2.6$	流れる	流れない	-2.6

(2)

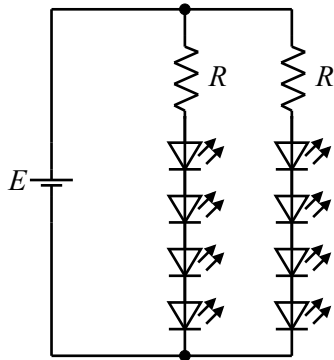


(3) 略

4

(1) $V_F = 1.33[\text{V}]$

(2)



5

$R = 130[\Omega]$

6

(1) $V_{CC} - R_C I_F - 2V_F - V_{CE(\text{sat})} = 0$

(2) $R_C = 54.0[\Omega]$

(3) $I_B = 0.240[\text{mA}]$

(4) $R_B = 12.5[\text{k}\Omega]$