

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 問 題

2013 年 11 月 29 日実施

- 問題は 4 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および計算の過程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。
- 計算の途中過程も示すこと。
- 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

以下の各文章において、空欄に適切な語または式を入れよ。記号が異なっても、同じ語または式が入る場合もあるので注意すること。

[各 2.5 点×10 = 25 点，整数位未満四捨五入]

- (1) 図 1 の回路で用いられているトランジスタでは、エミッタ領域に多く存在する (A)

が V_{BB} によってベース領域に移動する。ベース領域では、その一部が (B) と (C) して消滅するが、大部分はバイアス電圧 V_{CC} によってコレクタ領域に達する。

- (2) (1) から、図 1 の回路に流れる三つの電流 I_B , I_E , I_C の大小関係を不等式で表すと、(D) となる。

- (3) (A) と (B) をまとめて (E) という。これは電流の担い手の意味である。

- (4) P 形半導体と N 形半導体を接合させた構造の PN 接合ダイオードでは、その境界付近において、いずれの (E) も消滅した領域ができる。これを (F) という。

- (5) トランジスタやダイオードに用いられる P 形半導体や N 形半導体は、真性半導体に不純物を加えることによって製造される。P 形半導体を製造する際に加えられる不純物を総称して (G)，N 形半導体を製造する際に加えられる不純物を総称して (H) という。

- (6) P 形半導体にも、N 形半導体にも、2 種類の (E) があるが、その数には大きな偏りがある。すなわち、P 形半導体では (I) が多く、N 形半導体では (J) が多い。それらのことを多数 (E) という。

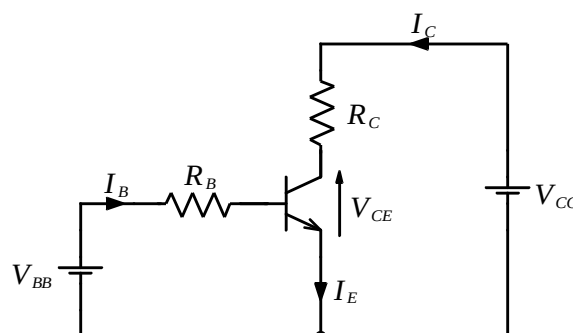


図 1 トランジスタ回路

注 意

- (G)および(H)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。

[14 点]

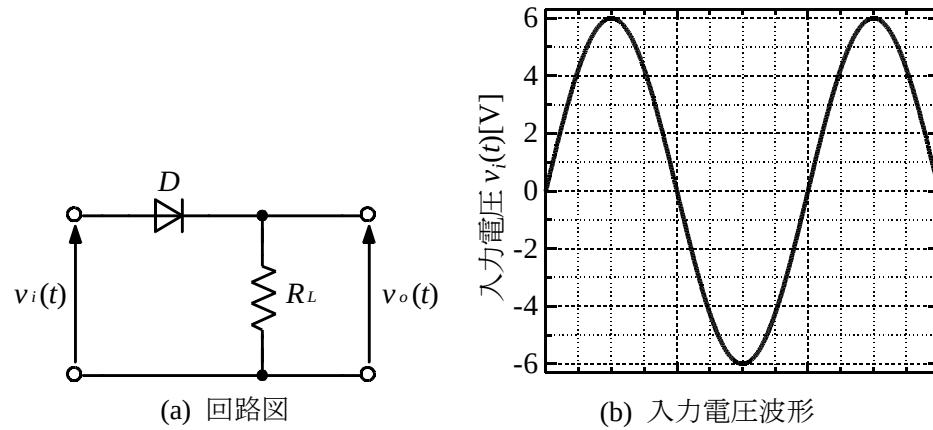


図 2

- (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。ただし、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 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) 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]
- (3) 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。また、 $E_1=1.5[\text{V}]$ 、 $E_2=2.0[\text{V}]$ であるとする。

[25 点]

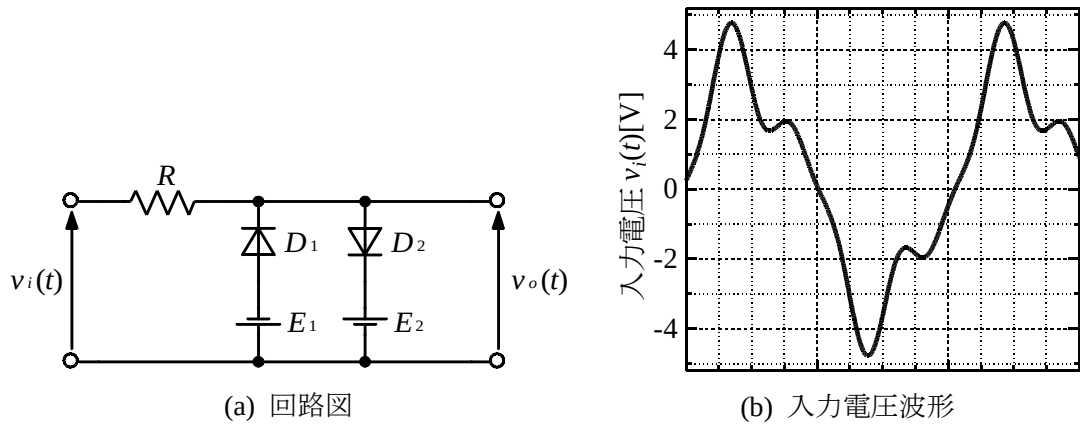


図 3

- (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。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 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。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 3(a)の回路の名称は何か。

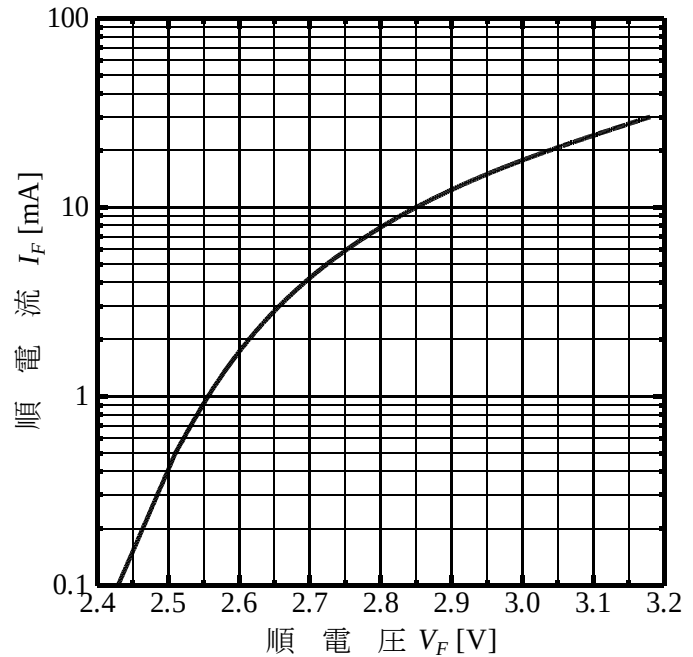
[3 点]

4

図 4 のような特性を持つ LED 8 個を $E = 7.20[\text{V}]$ の直流電源で点灯させたい。LED 点灯時の順電流を $I_F = 8.00[\text{mA}]$ 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。検討および計算の過程は示さなくてよい。 [7 点]

図 4 LED の $V_F - I_F$ 特性

5

図 5 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、表に挙げた値の有効数字の桁数は 3 桁とする。

[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]

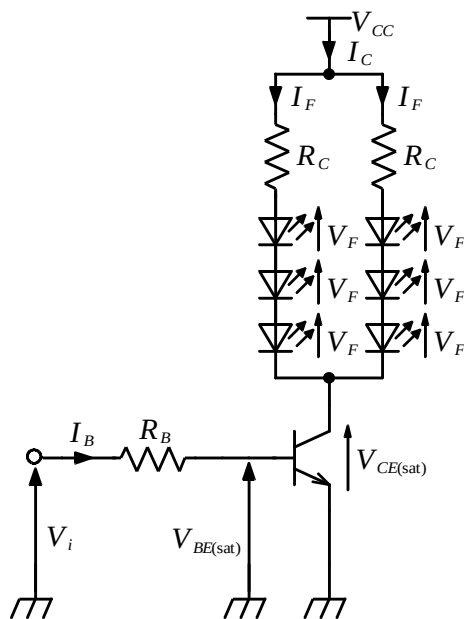


図 5 LED 点灯回路

表 3 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	$5.00[\text{V}]$
V_i	トランジスタを ON にするときの入力電圧	$4.30[\text{V}]$
$V_{BE(\text{sat})}$	ベース-エミッタ間飽和電圧	$0.700[\text{V}]$
$V_{CE(\text{sat})}$	コレクター-エミッタ間飽和電圧	$0.150[\text{V}]$
h_{FE}	エミッタ接地直流電流増幅率	160
I_F	LED 点灯時の順電流	$30.0[\text{mA}]$
V_F	LED 点灯時の順電圧	$1.26[\text{V}]$
k	トランジスタを ON にするときの $\frac{I_B}{I_C/h_{FE}}$	$180[\%]$ (1.80)

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 略 解

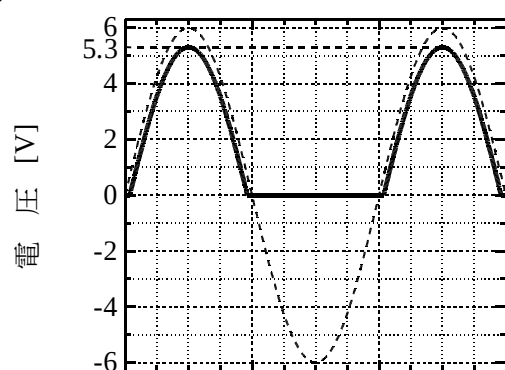
1 略

2

(1)

$v_i(t)$ の範囲	D の電流	出力電圧 $v_o(t)$
$v_i(t) > 0.7$	流れる	$v_i(t) - 0.7$
$v_i(t) < 0.7$	流れない	0

(2)



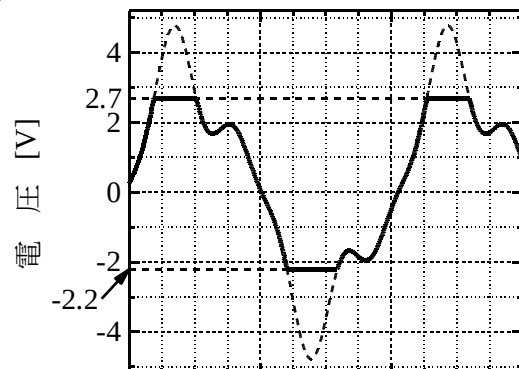
(3) 略

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	
$v_i(t) > 2.7$	流れない	流れる	2.7
$-2.2 < v_i(t) < 2.7$	流れない	流れない	$v_i(t)$
$v_i(t) < -2.2$	流れる	流れない	-2.2

(2)

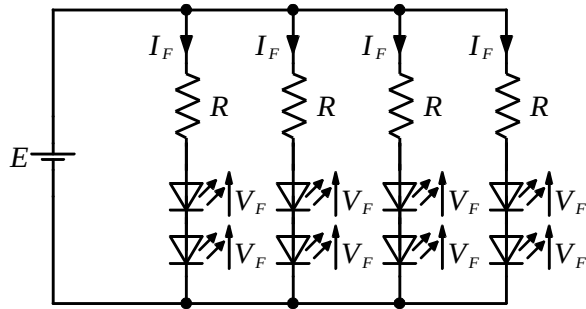


(3) 略

4

(1) $V_F = 2.81[\text{V}]$

(2)



5

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

(2) $R_C = 35.7[\Omega]$

(3) $I_B = 0.675[\text{mA}]$

(4) $R_B = 5.33[\text{k}\Omega]$