情報工学科 3 年　電子回路　中間試験
問　　題

2008 年 12 月 10 日実施

解答上の注意
- 問題は 4 ページあります.
- 解答は解答用紙に行なうこと.
- 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.

1

次の各文章が説明しているものの名称を答えよ.

[各 2 点× 8 = 16 点]

(1) 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.
(2) 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.
(3) (1)と(2)の総称.
(4) 主として(1)によって電流が流れる不純物半導体.
(5) 主として(2)によって電流が流れる不純物半導体.
(6) (4)や(5)の原料となる高純度な半導体（元素名及び元素記号は不可）.
(7) (4)を製造するために(6)に加えられる物質の総称（「n 価の原子」は不可）.
(8) (5)を製造するために(6)に加えられる物質の総称（「n 価の原子」は不可）.

2

図 2 の回路の入力電圧 $v_i(t)$として，図 3 に示す電圧を加えるとき，次の各問に答えよ．ただし，$E_1 = 1.9$[V]，$E_2 = 2.7$[V]とし，ダイオード D_1 及び D_2 のいずれについても，順電流が流れているときの順電圧は 0.6[V]であるとする．また，電圧値の単位は[V]とし，改めて単位を示さなくてもよい．

[29 点]

(1) 表 1 は，D_1 の状態と $v_i(t)$の範囲と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 2 点×2=4 点]

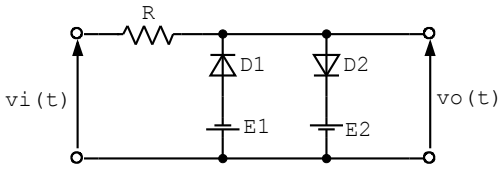


図 2

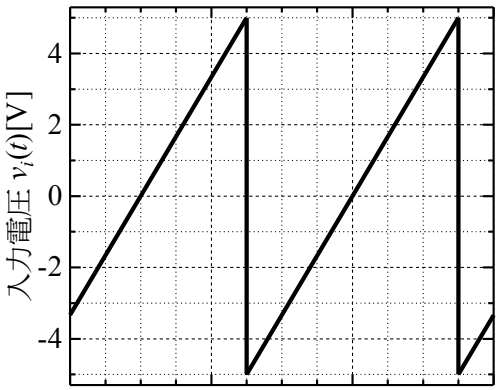


図 3　入力電圧波形

表 1　D_1 の状態と $v_i(t)$の範囲との関係

$v_i(t)$の範囲	D_1 の状態
	ON
	OFF

(2) 表 2 は，D_2 の状態と $v_i(t)$の範囲と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 2 点×2=4 点]

表 2　D_2 の状態と $v_i(t)$の範囲との関係

$v_i(t)$の範囲	D_2 の状態
	ON
	OFF

(3)　表 3 は，2 つのダイオードの状態と $v_i(t)$ の範囲及び出力電圧 $v_o(t)$と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，ダイオードの状態の欄には，「ON」または「OFF」のいずれかの語を，$v_o(t)$の欄には，式または値を入れること．　[各 1 点×12=12 点]

表 3　2 つのダイオードの状態と $v_i(t)$ の範囲及び $v_o(t)$との関係

$v_i(t)$の範囲	ダイオードの状態		$v_o(t)$
	D_1	D_2	

(4) 表 3 を参考にして，$v_o(t)$の波形を示せ．ダイオードの状態が変化する境界の入力電圧，出力電圧の最大値及び最小値がわかるよう，縦軸に値を書き入れること．　[6 点]

(5) 図 2 の回路の名称は何か．　[3 点]

3

点灯時の順電圧が 1.90[V]である LED12 個を直流電源で点灯させたい．電源電圧が $E = 12.0$[V]であるとき，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せよ．

[7 点]

4

図 4 のような V_{CE}–I_C 特性を持つトランジスタを用いた図 5 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 $V_{CC} = 5.00$[V]，コレクタ抵抗は $R_C = 18.0$[Ω]とする．

[23 点]

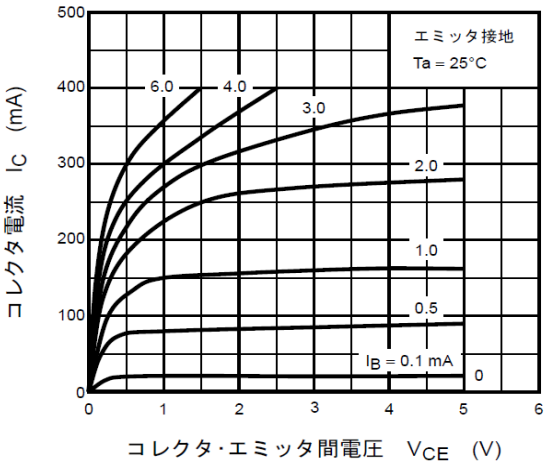


図 4　トランジスタの V_{CE} –I_C 特性

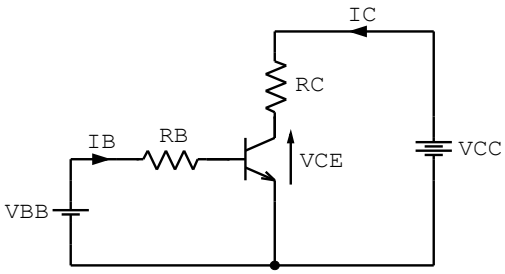


図 5　トランジスタ回路

(1) 負荷線の式を示せ．　[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有効数字 3 桁で答えよ．　[負荷線 3 点+値 2 点=5 点]

(3) ベース電流を I_B =1.00[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 =1.00[mA]であるとき，コレクターエミッタ間電圧 V_{CE} 及びコレクタ電流 I_C の値を求めよ．ただし，V_{CE} は 0.1[V]の位まで，I_C は 10[mA]の位まで求めよ．　[各 2 点×2 = 4 点]

(5) エミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} の値を求めよ．有効数字の桁数は計算に用いた値によって決定し，計算の過程も書くこと．I_B については，0.01[mA]の位までの精度で求められていると考えること．　[4 点]

(6) I_B =2.00[mA]としたとき，V_{CE} と I_C の値を求めよ．値の精度は(4)と同様とする．

[各 2 点×2 = 4 点]

5　図 6 の特性を持つ LED を図 7 の回路を用いて点灯させたい．設計の条件を表 4 の通りとするとき，以下の各問に答えよ．ただし，表 4 において，h_{FE} の有効数字の桁数は 3 桁とし，(3)から(5)の各問で求める値の有効数字の桁数は，計算の過程に従って決定すること．

[25 点]

(1) LED 1 個当たりの順電圧 V_F の値を 0.01[V]の位まで求めよ．
[3 点]

(2) コレクターエミッタ間の回路に成り立つ式を，**図 7 に示した記号を用いて**示せ．　[6 点]

(3) コレクタ抵抗 R_C の値を求めよ．計算の過程も示すこと．　[4 点]

(4) ベース電流 I_B の値を求めよ．計算の過程も示すこと．　[6 点]

(5) ベース抵抗 R_B の値を求めよ．計算の過程も示すこと．　[6 点]

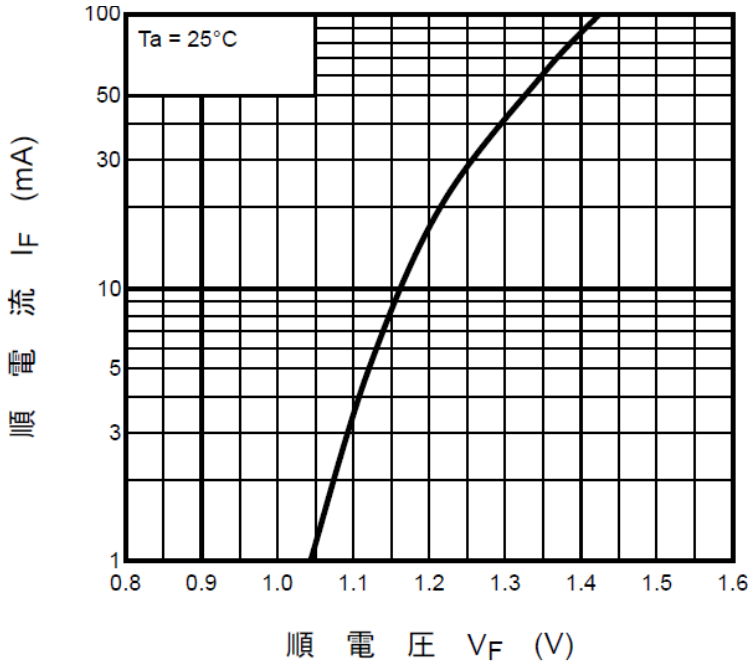


図 6　LED の V_F–I_F 特性

表 4　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	6.00[V]
V_i	トランジスタを ON にするときの入力電圧	5.80[V]
$V_{BE(sat)}$	ベースーエミッタ間飽和電圧	0.70[V]
$V_{CE(sat)}$	コレクターエミッタ間飽和電圧	0.11[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	20.0[mA]
k	トランジスタをONにするときの $\dfrac{I_B}{I_C/h_{FE}}$	180[%]

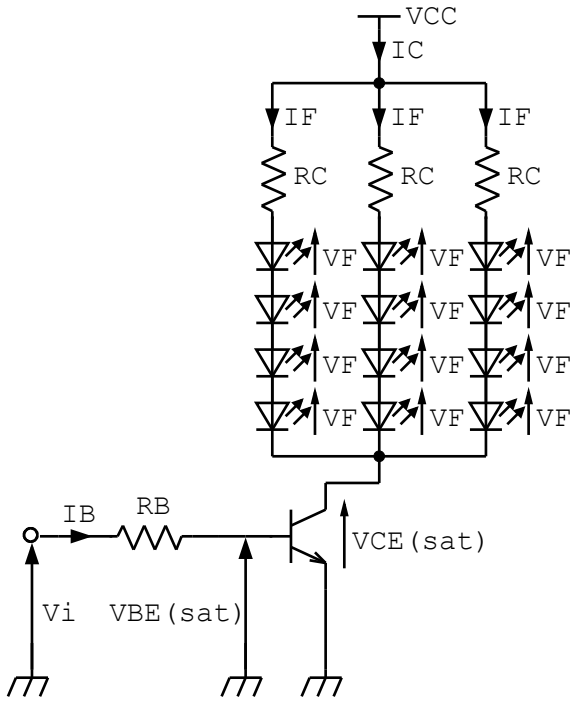


図 7　LED 点灯回路

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_1の状態
$v_i(t) < -2.5$	ON
$v_i(t) > -2.5$	OFF

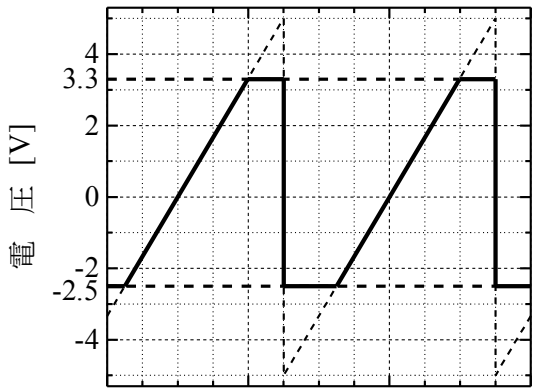
(2)

$v_i(t)$の範囲	D_2の状態
$v_i(t) > 3.3$	ON
$v_i(t) < 3.3$	OFF

(3)

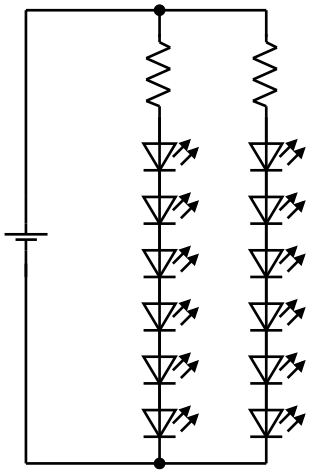
$v_i(t)$の範囲	ダイオードの状態		出力電圧 $v_o(t)$
	D_1	D_2	
$v_i(t) < -2.5$	ON	OFF	-2.5
$-2.5 < v_i(t) < 3.3$	OFF	OFF	$v_i(t)$
$v_i(t) > 3.3$	OFF	ON	3.3

(4)



(5)　略

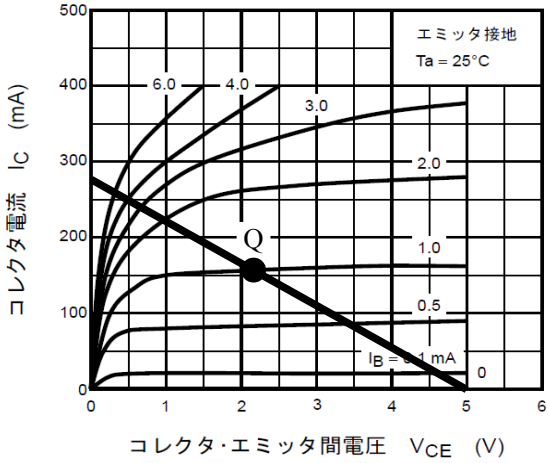
3



4

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

(2), (3)



縦軸と負荷線の交差位置 I_C =278[mA]

(4)　V_{CE} = 2.2[V],　I_C = 160[mA]

(5)　h_{FE} = 160

(6)　V_{CE} = 1.0[V],　I_C = 220[mA]

5

(1)　V_F = 1.22[V]

(2)　$V_{CC} - R_C I_F - 4V_F - V_{CE(sat)} = 0$

(3)　R_C = 50.5[Ω]

(4)　I_B = 0.675[mA]

(5)　R_B = 7.56[kW]