

情報工学科3年 電子回路 前期中間試験問題

2003年6月6日実施

解答は解答用紙に行うこと

1. 次の各文は、半導体に関する基本的な事項を記したものである。空らん中に適切な語を入れよ。

[各3点×9=27点]

- (1) 半導体中で、電流の担い手となるものを という。
- (2) には、 と の2種類がある。
- (3) 不純物半導体には、 を多く含む 半導体と、 を多く含む 半導体の2種類がある。
- (4) 半導体は、真性半導体に といわれる不純物を加えることによって作られる。
- (5) 半導体は、真性半導体に といわれる不純物を加えることによって作られる。
- (6) 半導体と 半導体を接合すると、その境界付近で が拡散によって移動して する。その結果、 のない部分ができる。この部分を という。

2. 図1の回路に入力電圧 $v_i(t)$ として図2のような三角波を加えるとき、次の各問に答えよ。

[20点]

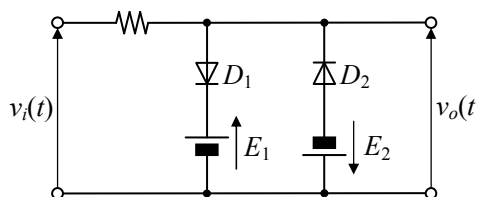


図1

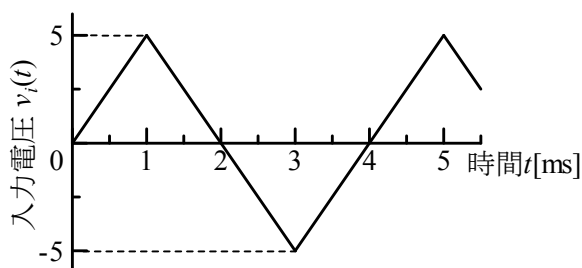


図2 入力電圧波形

- (1) 表1は、
- ダイオード D_1 及び D_2 の状態（ONまたはOFF）とそのようになる条件
 - そのときに得られる出力 $v_o(t)$

についてまとめたものである。 $0[V] < E_1 < 5[V]$, $0[V] < E_2 < 5[V]$ とし、かつダイオード D_1 及び D_2 の順電圧は無視するものとして、空らん適切な語または記号（式）を入れよ。ただし、「ダイオードのON/OFF」の部分には、「ON」または「OFF」のいずれかを入れること。

[各1点×13=13点]

表1 図4の回路における入出力電圧とダイオードの順電流との関係

$v_i(t)$ の条件	ダイオードのON/OFF		そのときの $v_o(t)$
	D_1	D_2	
$v_i(t) > \boxed{}$			
$\boxed{} < v_i(t) < \boxed{}$			
$v_i(t) < \boxed{}$			

- (2) $E_1=2[V]$, $E_2=3[V]$ として、 $v_o(t)$ の波形を描け。なお、破線は $v_i(t)$ の波形である。

[7点]

3.

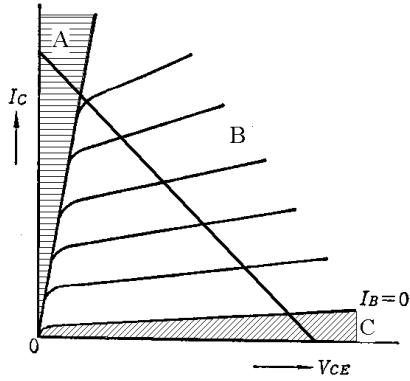
図3 V_{CE} - I_C 特性

図3はエミッタ接地のトランジスタ回路において、ベース電流 I_B をパラメータとしたコレクタ-エミッタ間電圧 V_{CE} とコレクタ電流 I_C の特性及び負荷線の例を表したものである。

表2は、動作点がA, B, Cの各領域にあるときのトランジスタの動作についてまとめたものである。表の空らんに入れるべき適切な内容を表3から選び、番号で答えよ。

[各2点×8=16点]

表2 動作点のある領域とトランジスタの動作

動作点のある領域	動作領域の名前	そのときの I_B	トランジスタの動作
A			
B			
C			

表3 表2の空らんに入る内容

1. 活性領域	5. $I_B \leq 0$
2. 飽和領域	6. コレクタ-エミッタ間はほぼ短絡
3. しゃ断領域	7. コレクタ-エミッタ間はほぼ開放
4. 十分に大きい	8. I_B の変化によって I_C が変化する

4. NPN形トランジスタを用いて、1個のLEDをTTL-ICの出力に応じて点滅（TTL-ICの出力がHレベルのときに点灯）させる回路を作成したい。このとき、次の各問に答えよ。 [22点]

(1) 回路図を示せ。 [7点]

(2) LEDの V_F - I_F 特性を図4、その他の条件を表4として設計せよ。ただし、トランジスタが飽和したとき、ベース電流 I_B は $\frac{I_C}{h_{FE}}$ の180[%]流すものとし、 I_B の大きさがTTL-ICの出力電流条件を満たすかどうかは検証しなくてよい。計算過程も示すこと。 [15点]

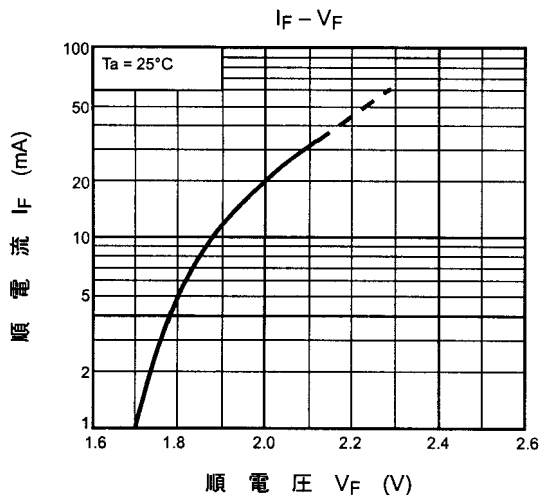
図4 LEDの V_F - I_F 特性

表4 回路の設計条件

名 称	記号	値
電源電圧	V_{CC}	5.0[V]
コレクタ-エミッタ間飽和電圧	$V_{CE(sat)}$	0.2[V]
ベース-エミッタ間電圧	V_{BE}	0.6[V]
エミッタ接地電流増幅率	h_{FE}	160
TTL-ICのHレベル時の出力電圧	V_H	3.4[V]
TTL-ICのLレベル時の出力電圧	V_L	0.2[V]
LED点灯時の順電流	I_F	10[mA]

5. あるデジタル出力端子に図5のような回路を接続することによって、LEDを点滅させたい。FETの特性を図6及び図7，その他の条件を表5として，抵抗値 R_D を求めよ。計算過程も示すこと。

[15点]

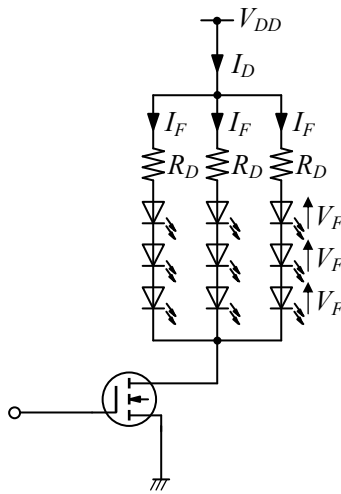
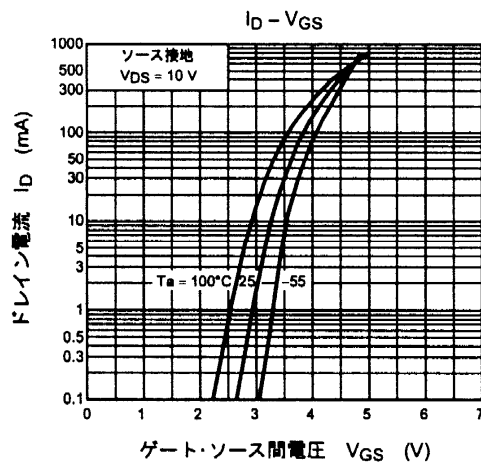
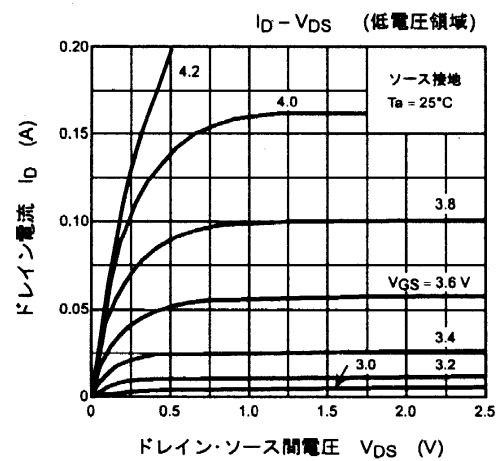


図5 FETによるLED点灯回路

表5 回路の設計条件

名 称	記号	値
電源電圧	V_{DD}	5.0[V]
LED点灯時の順電圧	V_F	1.32[V]
LED点灯時の順電流	I_F	50[mA]
Hレベル時の出力端子電圧	V_H	4.2[V]
Lレベル時の出力端子電圧	V_L	0.2[V]

図6 FETの V_{GS} - I_D 特性図7 FETの V_{DS} - I_D 特性

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 略 解

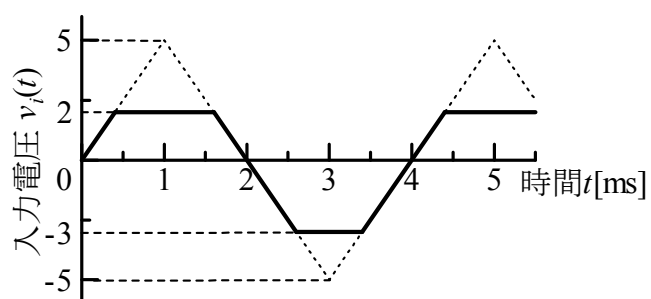
1. 略

2.

(1)

$v_i(t)$ の条件	ダイオードのON/OFF		そのときの $v_o(t)$
	D_1	D_2	
$v_i(t) > E_1$	ON	OFF	E_1
$-E_2 < v_i(t) < E_1$	OFF	OFF	$v_i(t)$
$v_i(t) < -E_2$	OFF	ON	$-E_2$

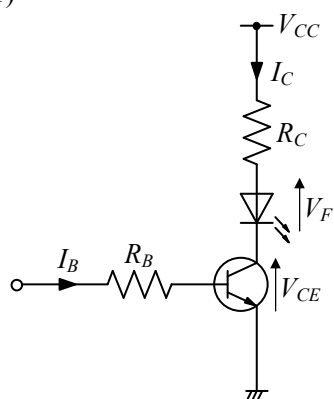
(2)



3. 略

4.

(1)

(2) $R_B=24.8[\text{k}\Omega]$, $R_C=292[\Omega]$ 5. $R_D=14.8[\Omega]$