

情報工学科 3 年 電子回路 後期中間試験 問 題 用 紙

2006 年 12 月 6 日実施

- 問題は 4 ページあります.
- 解答は解答用紙に行なうこと.

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。空欄に適切な語を入れよ。

[各 3 点×7=21 点]

- (1) 半導体中では、+の電気を帯びた と-の電気を帯びた が移動することによって電流が流れる。これらをまとめて という。
- (2) として、 を多く含む不純物半導体を という。
- (3) は、真性半導体に と呼ばれる不純物を加えることによって得られる。（注：(E)には具体的な元素名を入れないこと）
- (4) として、 を多く含む不純物半導体を という。
- (5) は、真性半導体に と呼ばれる不純物を加えることによって得られる。（注：(G)には具体的な元素名を入れないこと）

2

図 1 の回路の入力電圧 $v_i(t)$ として、図 2 に示す電圧を加えるとき、次の各問に答えよ。ただし、ダイオード D に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。

[22 点]

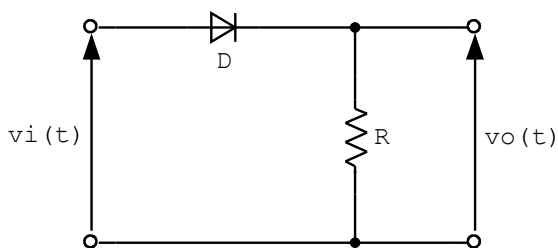


図 1

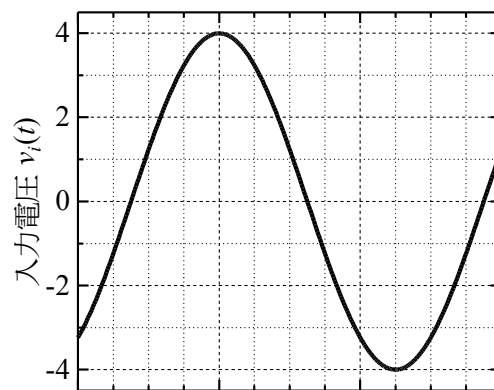


図 2 入力電圧波形

- (1) 表 1 は、 $v_i(t)$ の範囲とダイオード D の状態及び出力電圧 $v_o(t)$ 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 3 点×4=12 点]

表 1 図 1 の回路における入出力電圧及びダイオードの状態の関係

$v_i(t)$ の範囲	ダイオード D の状態	そのときの出力電圧 $v_o(t)$
	ON	
	OFF	

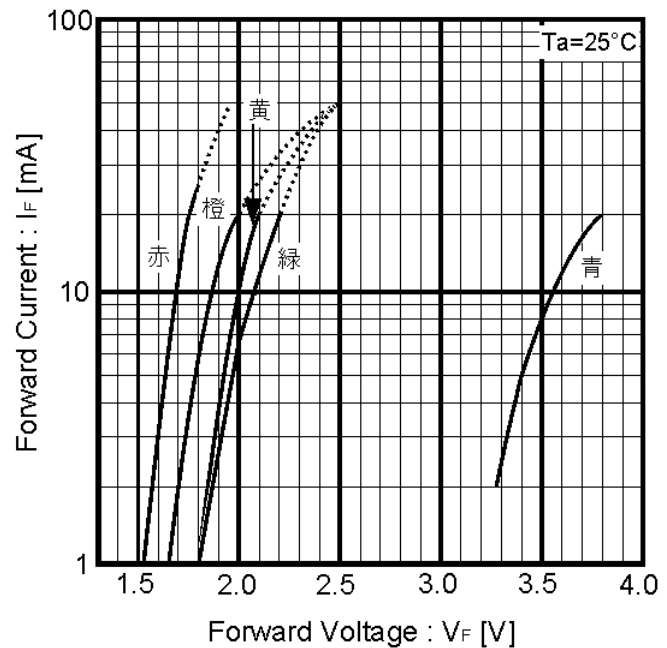
- (2) 表 1 を参考にして，出力電圧 $v_o(t)$ の波形を示せ．ダイオード D の状態が変化する部分及び出力電圧の最大値がわかるよう，縦軸に値を書き入れること． [7 点]
- (3) 図 1 の回路の名称は何か． [3 点]

3

図 3 は，ある品種の LED の特性を発光色ごとに示したものである．この品種の青色 LED を 4 個点灯させる回路を設計するとき，次の各問に答えよ．ただし，LED1 個に流す順電流は $I_F=10.0[\text{mA}]$ ，電源電圧は $E=9.00[\text{V}]$ とする．

[18 点]

- (1) LED を点灯させたときの順電圧 V_F を求めよ． [2 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． [6 点]
- (3) 保護抵抗の値を求めよ．有効数字の桁数は計算に用いた値によって決定し，計算の過程も示すこと． [10 点]

図 3 各色 LED V_F – I_F 特性

4

図5のような $V_{CE}-I_C$ 特性を持つトランジスタを用いた図4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 $V_{CC}=6.00[V]$ 、コレクタ抵抗は $R_C=68.0[\Omega]$ とする。

[22 点]

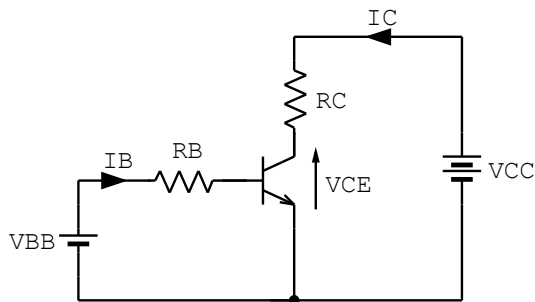
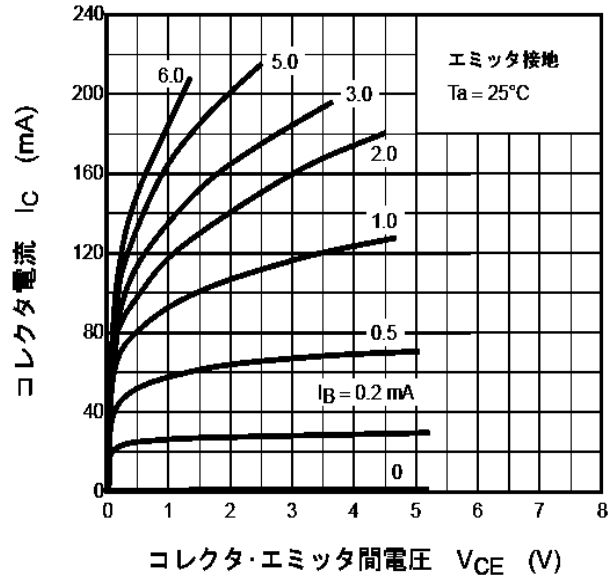


図 4

図 5 トランジスタの $V_{CE}-I_C$ 特性

- (1) コレクター・エミッタ間の回路において成り立つ式を、 I_C について解いた形で求めよ。 [5 点]
- (2) (1)で求めた式に基づいて、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答えよ。 [5 点]
- (3) ベース電流 $I_B=0.500[mA]$ のとき、動作点を描き入れよ。動作点には記号 Q をつけておくこと。 [3 点]
- (4) (3)の条件において、コレクタ電流 I_C 及びコレクター・エミッタ間電圧 V_{CE} を求めよ。ただし、 I_C は $1[mA]$ の位まで、 V_{CE} は $0.1[V]$ の位まで求めること。 [各 2 点×2=4 点]
- (5) エミッタ接地直流電流増幅率 h_{FE} 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。 [5 点]

5

表2の条件で図6の回路を作成するとき、次の各問に答えよ。ただし、FETは図7のような V_{DS} - I_D 特性を持つものとする。

[17点]

- (1) FETがONになっているとき、ドレイン-ソース間の回路において成り立つ式を、図6にある記号を用いて求めよ。 [5点]
- (2) FETがONになっているとき、ドレイン-ソース間電圧 V_{DS} を0.01[V]の位まで求めよ。 [2点]
- (3) LEDが点灯しているときの順電圧 V_F を求めよ。 [2点]
- (4) LEDの V_F - I_F 特性が図8であるとき、保護抵抗値 R_D 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、計算の過程も示すこと。なお、 $V_{GS(ON)}$ によって流せるドレイン電流 I_D の大きさについては検証しなくてもよい。 [8点]

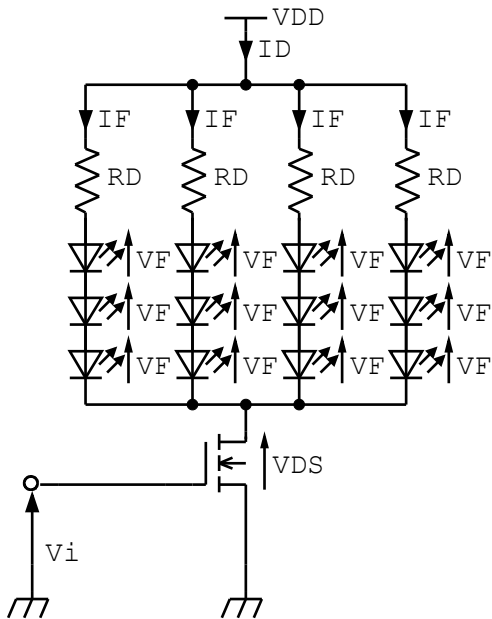


図6 FETを用いたLED点灯回路

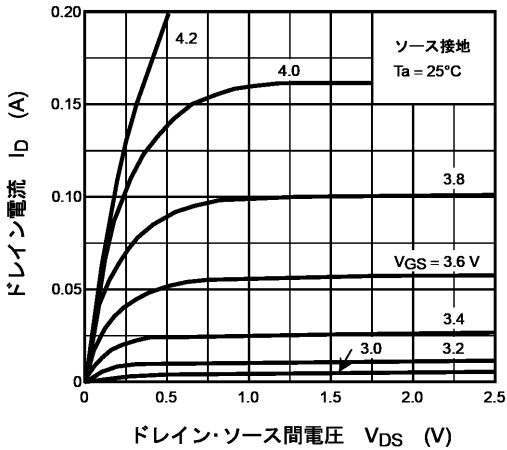


図7 FETの V_{DS} - I_D 特性

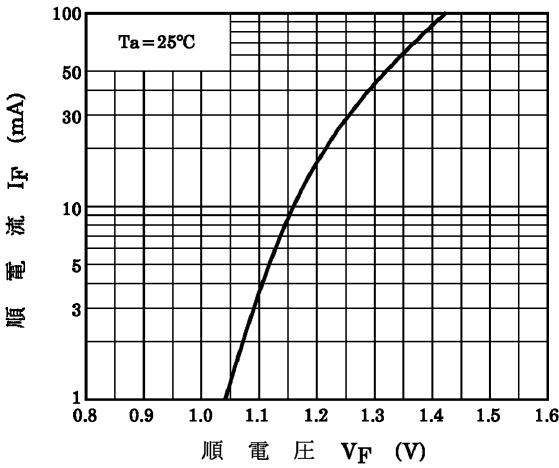


図8 LEDの V_F - I_F 特性

表2 記号の意味と設計条件

記号	意味	設計条件
V_{DD}	電源電圧	5.00[V]
V_F	LED点灯時の1個当たりの順電圧	
I_F	LED点灯時の1個当たりの順電流	30.0[mA]
$V_{GS(ON)}$	FETをONにするときの入力電圧 V_i	4.20[V]

情報工学科 3 年 電子回路 中間試験 略 解

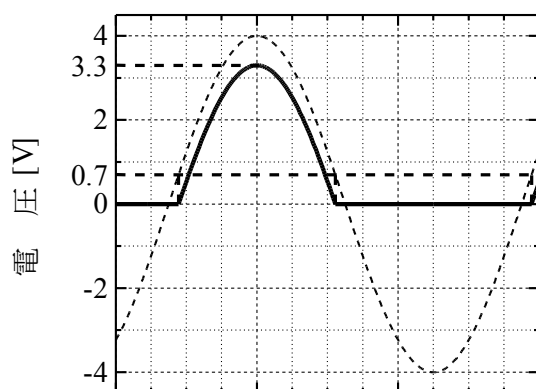
1 略

2

(1)

$v_i(t)$ の範囲	ダイオード D の状態	出力電圧 $v_o(t)$
$v_i(t) > 0.7$	ON	$v_i(t) - 0.7$
$v_i(t) < 0.7$	OFF	0

(2)

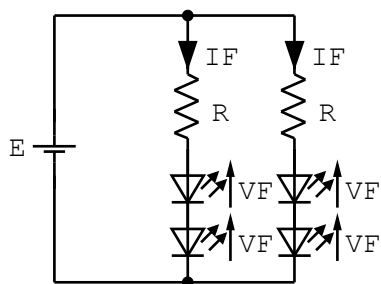


(3) 略

3

(1) $V_F = 3.55[\text{V}]$

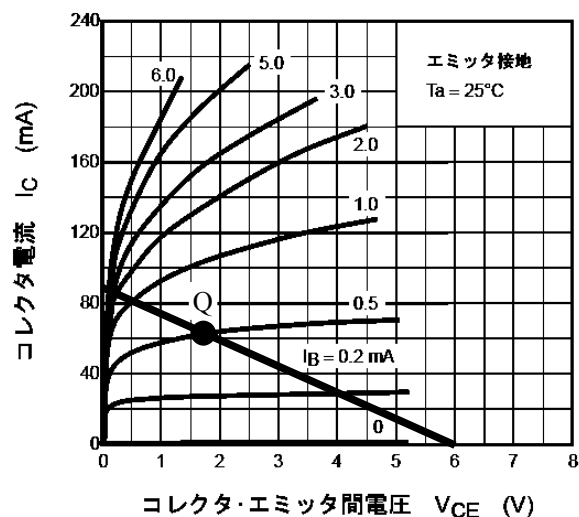
(2)

(3) $R = 190[\Omega]$

4

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

(2), (3)

縦軸と負荷が交差する位置 $I_C = 88.2[\text{mA}]$ (4) $I_C = 62[\text{mA}]$, $V_{CE} = 1.7[\text{V}]$ (5) $h_{FE} = 120$

5

$$(1) \quad V_{DD} - R_D I_F - 3V_F - V_{DS} = 0$$

$$(2) \quad V_{DS} = 0.22[\text{V}]$$

$$(3) \quad V_F = 1.26[\text{V}]$$

$$(4) \quad R_D = 33.3[\Omega]$$