情報工学科 3 年　電子回路　後期末試験問題

2006 年 2 月 24 日実施

- 問題用紙は 3 ページあります.
- 解答は解答用紙に行なうこと.

1　図 1 の回路で図 2 の特性を持つ LED を点灯させるとき，次の各問に答えよ．ただし，設計条件は表 1，FET の V_{DS} –I_D 特性は図 3 のとおりとする．数値は可能であれば有効数字 3 桁，3 桁とれないものについては最大限とり得る桁数で求めるものとする．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．[22 点]

(1) LED 点灯時の順電圧 V_F を求めよ．[4 点]

(2) LED 点灯時のドレインーソース間電圧 V_{DS} を求めよ．[4 点]

(3) ドレインーソース間に成り立つ式を図 1 中の記号を用いて示せ．[8 点]

(4) 保護抵抗 R_D の値を求めよ．計算の過程も示すこと．[6 点]

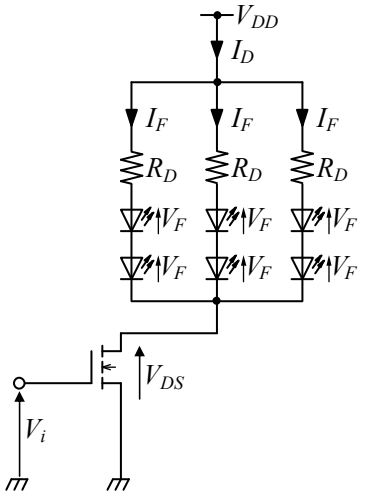

図 1　LED 点灯回路

表 1　設計条件

V_{DD}	電源電圧	6.00[V]
$V_{GS(ON)}$	FET を ON にするときの入力電圧 V_i（＝ゲートーソース間電圧）	4.20[V]
I_F	LED 点灯時の順電流	40.0[mA]

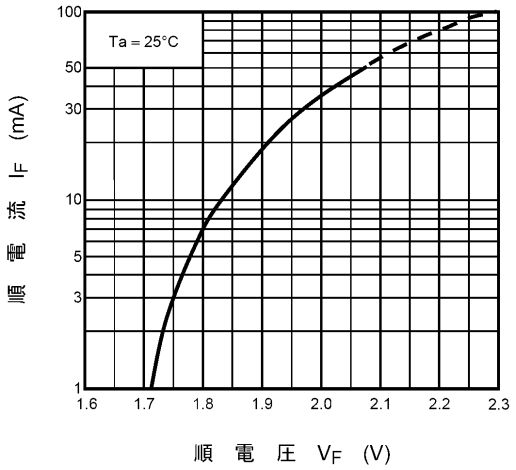

図 2　LED の $V_F - I_F$ 特性

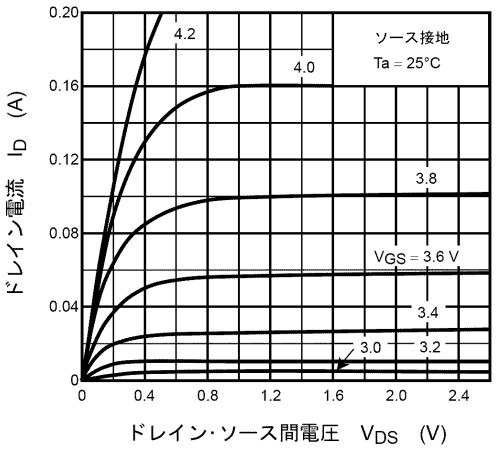

図 3　FET の $V_{DS} - I_D$ 特性

2

図 4 の回路について，以下の各問に答えよ．　[22 点]

(1) OP1 を用いて構成される(A)部は，ある回路を構成している．このことに注目して，v_1 と v_a との間に成り立つ関係を示せ．　[5 点]

(2) OP2 を用いて構成される(B)部は，2 つの入力電圧 v_2，v_a に対して，1 つの出力電圧 v_o を得る回路であり，2 本の入力端子間にはバーチャルショートが成り立つ．このことを利用して，図 4 に示した各部の電流 i_1，i_2，i_f を，これら以外の回路中の記号を用いた式で表せ．

[各 3 点×=9 点]

(3) 電流 i_1，i_2，i_f の間に成り立つ関係を示せ．　[3 点]

(4) 上記の結果を利用して，回路全体の入力電圧 v_1，v_2 と出力電圧 v_o との間に成り立つ関係を示せ．

[5 点]

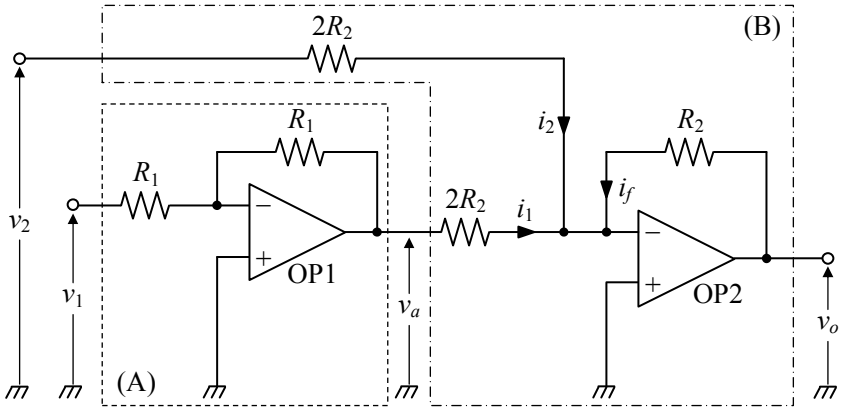

図 4

3

図 5 の回路について，以下の各問に答えよ．　[26 点]

(1) 複素入出力電圧の比は，

$$\frac{\dot{V}_o}{\dot{V}_i} = -\frac{1}{1 + j\omega CR}$$

で表される．電圧増幅度 A_v の周波数特性を表す式を角周波数ωの関数として導け．　[6 点]

(2) 遮断周波数 f_c を求める式を導け．　[6 点]

(3) $R = 1.50$[kΩ]，$C = 0.0680$[μF]，入力電圧の周波数が $f = 10.0$[kHz]のとき，電圧利得 G_v を有効数字 3 桁で求めよ．計算の過程も示すこと．　[5 点]

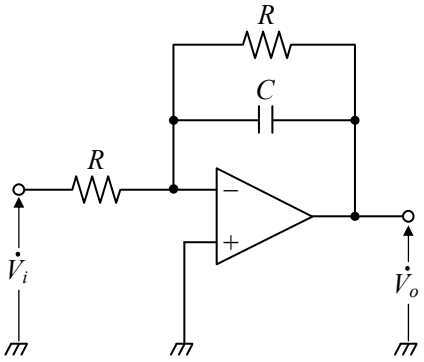

図 5

(4) (3)と同じ素子値のとき，遮断周波数 f_c を有効数字 3 桁で求めよ．計算の過程も示すこと．

[5 点]

(5) この回路の名称は何か．　[4 点]

4　表 2 は 74ALS04 のデータシートより，推奨動作条件，電気的特性及びスイッチング特性を抜粋したものである．これを用いて以下の各値を求めよ．計算を要するものについては，計算の過程も示すこと．　[各 4 点×5=20 点]

(1) H レベル時のノイズマージン
(2) L レベル時のノイズマージン
(3) H レベルである出力端子に接続できるゲート数
(4) L レベルである出力端子に接続できるゲート数
(5) 74ALS04 のファンアウト数

5　74ALS04 を用いた図 6 のような回路において，入力 *A* の電圧を L レベルから H レベルに変化させるとき，表 2 を用いて以下の各値を求めよ．計算を要するものについては，その過程も示すこと．　[各 5 点×2=10 点]

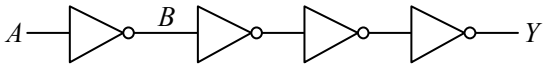

図 6

(1) 1 段目の出力 *B* が変化するまでに要する時間の最大値
(2) 最終段の出力 *Y* が変化するまでに要する時間の最大値

表 2　74ALS04 の推奨動作条件，電気的特性及びスイッチング特性

recommended operating conditions

		MIN	NOM	MAX	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	4.5	5	5.5	V
V_{IH}	High-level input voltage	2			V
V_{IL}	Low-level input voltage			0.8	V
I_{OH}	High-level output current			-0.4	mA
I_{OL}	Low-level output current			8	mA
T_A	Operating free-air temperature	0		70	°C

electrical characteristics over recommended operating free-air temperature range

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP¶	MAX	UNIT
V_{IK}	V_{CC}=4.5V, I_I=-18mA			-1.2	V
V_{OH}	V_{CC}=4.5V, I_{OH}=-0.4mA	2.5			V
V_{OL}	V_{CC}=4.5V, I_{OL}=8mA		0.35	0.5	V
I_I	V_{CC}=5.5V, V_I=7V			0.1	mA
I_{IH}	V_{CC}=5.5V, V_I=2.7V			20	μA
I_{IL}	V_{CC}=5.5V, V_I=0.4V			-0.1	mA
I_O	V_{CC}=5.5V, V_O=2.25V	-30		-112	mA
I_{CCH}	V_{CC}=5.5V, V_I=0V		0.65	1.1	mA
I_{CCL}	V_{CC}=5.5V, V_I=4.5V		2.9	4.2	mA

¶All typical values are at V_{CC}=5V, T_A=25°C.

switching characteristics

PARAMETER	FROM (INPUT)	TO (OUTPUT)	V_{CC}=4.5V to 5.5V		UNIT
			MIN	MAX	
t_{pLH}	A	Y	3	11	ns
t_{pHL}			2	8	

情報工学科 3 年　電子回路　期末試験　略　解

1

(1)　$V_F = 2.03$[V]

(2)　$V_{DS} = 0.24$[V]

(3)　$V_{DS} + 2V_F + R_D I_F = V_{DD}$

(4)　$R_D = 42.5$[Ω]

2

(1)~(3)　略

(4)　$v_o = \frac{1}{2}(v_1 - v_2)$

3

(1)　$A_v = \frac{1}{\sqrt{1+\omega^2 C^2 R^2}}$

(2)　$f_c = \frac{1}{2\pi CR}$

(3)　$G_v = -16.2$ [dB]

(4)　$f_c = 1.56$ [kHz]

(5)　略

4

(1)　0.5[V]

(2)　0.3[V]

(3)　20

(4)　80

(5)　20

5

(1)　$t_{pHL} = 8$ [ns]

(2)　38 [ns]