

6. 電子理論

問題 1

(1) 半導体について、以下の空欄に適する数字・語句を答えよ。

半導体種類	<input type="text"/> 形半導体	真性半導体	<input type="text"/> 形半導体
説明	不純物として <input type="text"/> 価の原子を加える。この不純物を <input type="text"/> という。	4 価の原子の結晶	不純物として <input type="text"/> 価の原子を加える。この不純物を <input type="text"/> という。
多数キャリア			
例	インジウム，ホウ素，ガリウム	シリコン，ゲルマニウム	ヒ素，リン，アンチモン

(2) 半導体とダイオードについて、正しいものには○，誤っているものには×を記入せよ。

- ①半導体は，熱を加えると，抵抗率が高くなる。
- ②p 形半導体と n 形半導体を接触させると，空乏層ができる。
- ③ダイオードの p 側の電極をカソード，n 側の電極をアノードという。
- ④ダイオードに順方向電圧をかけると，電子は p 型半導体から n 型半導体の向きに移動する。
- ⑤ダイオードに逆方向電圧をかけると，正孔は p 側へ，自由電子は n 側へ移動するので電流は流れないが，電圧がある値以上になると，n 型半導体から p 型半導体の向きに電流が流れる。この現象をツェナー効果という。

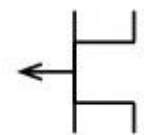
問題 2

トランジスタに関する以下の文は，どの接地方式について説明したものか。エミッタ接地ならば E，ベース接地ならば B，コレクタ接地ならば C と答えよ。

- ①入力インピーダンスが最も小さい（数 10Ω ほど）
- ②出力インピーダンスが最も小さい（数 10Ω ほど）
- ③電圧増幅度が最も小さい（ほぼ 1）
- ④電流増幅率が最も小さい（ほぼ 1）
- ⑤一般的に電力利得が最も大きい
- ⑥周波数特性が悪い
- ⑦入力電圧と出力電圧の位相が反転する

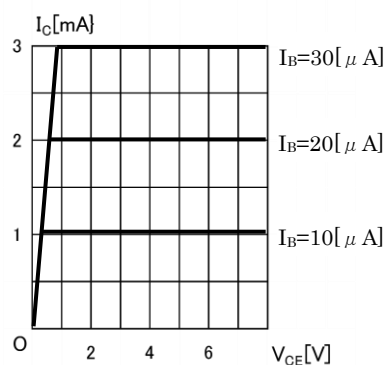
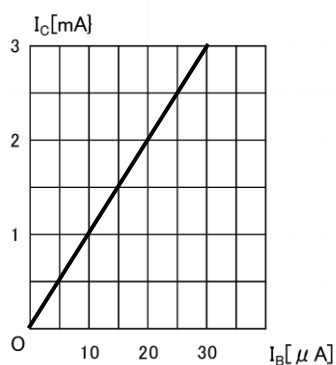
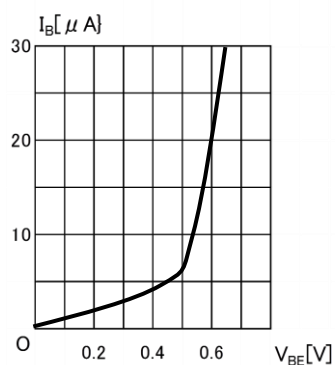
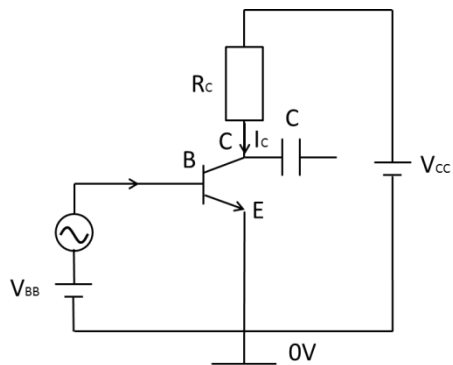
問題 3

下図の図記号で表される FET について，以下の文に適する語句を選べ。

- 
- ①この図記号は，（ p ・ n ）チャネル FET である。
 - ②チャネルが（ p ・ n ）形半導体であり，ゲートが（ p ・ n ）形半導体である。
 - ③多数キャリアは（ 正孔 ・ 自由電子 ）であり，ドレイン電流は（ S→D ・ D→S ）方向である。
 - ④バイポーラトランジスタと比較すると，消費電力は（ 小さい ・ 大きい ）。

問題 4

下図のようなトランジスタ回路に、B（ベース）・E（エミッタ）間に正の直流電圧、C（コレクタ）・E（エミッタ）間に正の直流電圧を加えると、トランジスタは動作する。いま、 $R_c=2[k\Omega]$ 、 $V_{cc}=8[V]$ とする。下図の静特性があり、バイアス電圧 $V_{BB}=V_{BE}=0.6[V]$ 、入力信号 $v_i=0.05\sin\omega t$ を与えるとき、以下の問いに答えよ。



(1) 以下の値を求めよ。

① I_{BB} ② I_{CC} ③ V_{CE}

(2) 入力インピーダンス [Ω] を求めよ。

(3) 電流増幅率を求めよ。

(4) 電圧増幅度を求めよ。

(5) 電力利得 [dB] を求めよ。ただし、必要があれば $\log_{10}2=0.3010$, $\log_{10}3=0.4771$ を用いてよい。

問題 5

図1のようなトランジスタ増幅回路がある。この回路の等価交流回路は図2のように置き換えることができる。ただし、 $R_1=100[\text{k}\Omega]$, $R_2=25[\text{k}\Omega]$, $R_c=8[\text{k}\Omega]$, $R_E=2.2[\text{k}\Omega]$, $R_o=15[\text{k}\Omega]$, V_{CC} は $12[\text{V}]$ の直流電源電圧, $V_{be}=0.6[\text{V}]$ はベースエミッタ間の直流電圧とする。

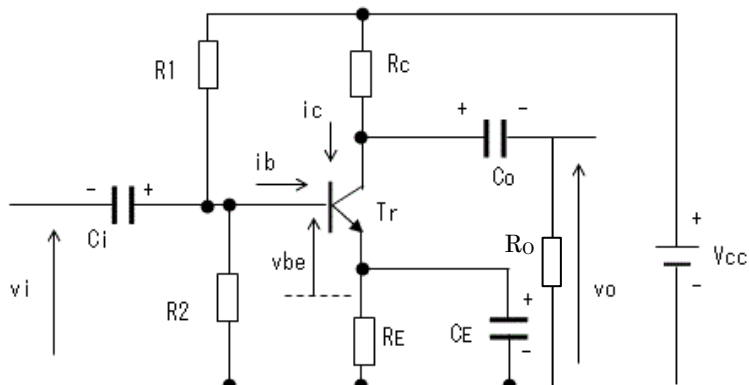


図 1

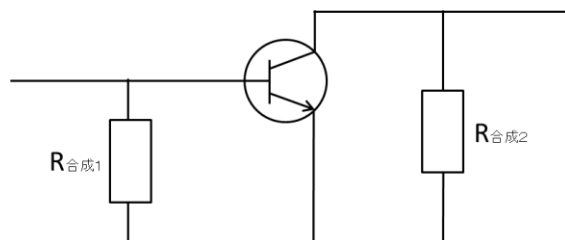
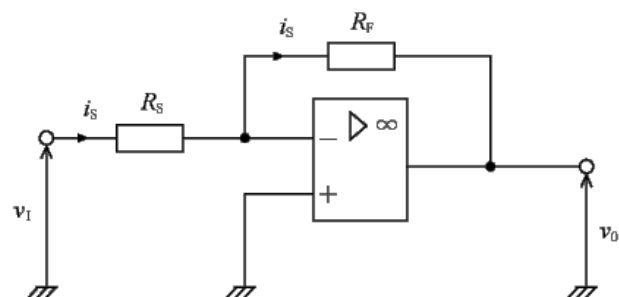


図 2

- (1) コレクターエミッタ間の電圧を求めよ。ベース電流 I_b がコレクタ電流 I_c よりも十分に小さいものとする。
- (2) 図2の $R_{合成1}$ および $R_{合成2}$ を求めよ。ただし、 C_1 , C_2 , C_3 のインピーダンスは十分に小さく無視できるものとする。
- (3) 図2の回路で、入力インピーダンスが $6[\text{k}\Omega]$, 電流増幅率 $h_{fe}=140$ であるとき、電圧増幅度[dB]を求めよ。

問題 6

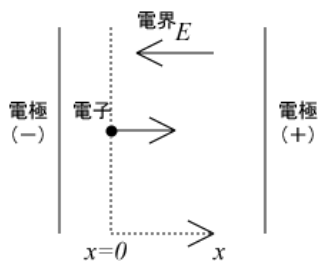
図のような演算増幅器に $R_S=10[\text{k}\Omega]$, $R_F=100[\text{k}\Omega]$ を接続した回路に、入力電圧 $V_1=0.5[\text{V}]$ を加える。ただし、演算増幅器は理想的な特性であり、入力抵抗および電圧増幅度は極めて大きく、その出力抵抗は無視できるものとする。



- (1) 演算増幅器の2つの入力端子の端子間電圧[V]はいくらか。
- (2) 演算増幅器の出力電圧 $v_o[\text{V}]$ を求めよ。
- (3) 電圧利得[dB]を求めよ。

問題 7

真空中に $d[\text{m}]$ の間隔で置かれた極板間に、直流電圧 $V[\text{V}]$ を印加し、平等電界とした。いま、陰極板に電子（質量 $m[\text{kg}]$ ，電荷は $-e[\text{C}]$ ）を置いたところ、電子は運動をして陽極板に達した。このことについて、以下の問いに答えよ。



- (1) 電子が電界から受ける力 $[\text{N}]$ および加速度 $[\text{m/s}^2]$ を求めよ。
- (2) 電子が陽極板に達する直前の速度 $v[\text{m/s}]$ を求めよ。

問題 8

磁束密度 $B[\text{T}]$ の一様な磁場に対して垂直に電子（質量 $m[\text{kg}]$ ，電荷は $-e[\text{C}]$ ）を初速度 $v_0[\text{m/s}]$ で入射した。この後の電子の運動について、以下の問いに答えよ。

- (1) 以下の文に適する語句を答えよ。

電子は磁場から ア という力を受け、その力の大きさは イ $[\text{N}]$ である。この力を受けた結果、電子の運動は ウ となる。

- (2) 電子が入射後再び境界線に戻ってくるまでにかかる時間を求めよ。

