

2026年度 北海道科学大学 大学院修士課程一般[前期] 入学試験問題

専攻	電気電子工学専攻	受験番号		氏名	
科目名	専門科目（半導体および電子材料）	参考資料	一切不可・使用可（ ）		
採点欄		持込用具	一切不可・使用可 （ 関電電卓 ）		

問1 不純物の濃度 $N_D=1.0 \times 10^{22} [\text{m}^{-3}]$ の n 型 Si(シリコン)結晶の仕事関数を求めよ。
ただし、Si の電子親和力を $4.05 [\text{eV}]$ とし、また、Si のフェルミエネルギー E_F は、

$$E_F = \frac{E_g}{2} + \frac{kT}{q} \ln \frac{N_D}{n_i}$$

であらわされるとする。なお、 $q=1.6 \times 10^{-19} [\text{C}]$ 、温度 $T=300 [\text{K}]$ 、真性半導体（ドーピングなしの場合）の Si の電子密度 $n_i=1.5 \times 10^{16} [\text{m}^{-3}]$ 、ボルツマン定数 $k=1.38 \times 10^{-23} [\text{J} \cdot \text{K}^{-1}]$ 、シリコンのバンドギャップ $E_g=1.12 [\text{eV}]$ とする。

問2 銅の $K\alpha 1$ 線 ($\lambda = 0.154 \text{ nm}$) を用いてある結晶面について X 線回折測定を行ったところ、一次反射 ($n = 1$) のピークが $\theta = 11.2^\circ$ に見られた。この面間隔はいくらか？

問3 バイポーラトランジスタと MOSFET の消費電力について、スイッチング動作に着目して論じよ。

問4 以下の文を読み、誤りがあればその部分に下線を引き、何が間違いであるか示し、正しい文に修正せよ。また、誤りがない場合は、「誤りなし」と記載せよ。

- 1) シリコンに不純物をドーピングして、p 型半導体を得るためには、5 族（価電子が 5）の元素（P など）をドーピングする。
- 2) n 形半導体試料についてホール測定を行った場合、ホール係数の値は正になる。
- 3) pn 接合における空乏層の幅は、不純物の濃度が低いほど大きくなる。
- 4) フラッシュメモリのメモリセルは、1 つのトランジスタと 1 つのキャパシタからなり、一定時間ごとにリフレッシュ動作が必要となる。

受験番号

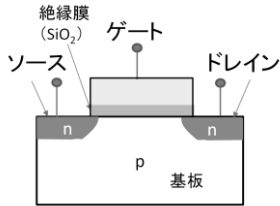
氏名

問5 半導体のpn接合が整流作用を示すことを、バンド図を用いて説明せよ。

受験番号		氏名	
------	--	----	--

問6 以下の電圧条件における MOSFET (nnp 型) について、図中に電流の流れる向きを矢印で書き込め。なお、電流が流れない場合はその旨を記載せよ。また、それぞれの状態について、ゲート方向 (MOS 構造) とソース-ドレイン方向のバンド図を用いて説明せよ。ただし、 V_{GS} はゲート電圧、 V_{DS} はソース-ドレイン間電圧、 V_{th} はしきい値電圧とする。

- (1) ・ゲート電圧 $V_{GS} > V_{th}$
 ・ソース-ドレイン間電圧 $V_{DS} > 0$ [V] (ドレイン側に正の電圧を印可)



- (2) ・ゲート電圧 $V_{GS} < V_{th}$ (V_{GS} はフラットバンド電圧程度とする)
 ・ソース-ドレイン間電圧 $V_{DS} > 0$ [V] (ドレイン側に正の電圧を印可)

