

試験日	8月2日 3限	科目	半導体デバイス	クラス		担当者	松浦 秀治	年次		学生番号		氏名	
-----	---------	----	---------	-----	--	-----	-------	----	--	------	--	----	--

教務課控

年次, 学生番号, 氏名は2箇所記入すること。

平成23年度 前期 試験問題

(1 枚目・ 1 枚中)

大阪電気通信大学

試験日	8月2日 3限	科目	半導体デバイス	クラス		担当者	松浦 秀治	年次		学生番号		氏名	
-----	---------	----	---------	-----	--	-----	-------	----	--	------	--	----	--

参照・持込等許可条件	A. 一切不可							問題回収	する・しない	解答用紙の別紙使用枚数	1 枚
------------	---------	--	--	--	--	--	--	------	--------	-------------	-----

解答における注意事項

導き出せと書かれている問題では、必ず答えを導き出す過程を詳しく書くこと。

答えだけの場合、正解でも零点とする。

答えが間違っている場合、導出過程が正しいところまでの点数を加算する。

問題1 pn ダイオードについて、以下の問に答えよ。

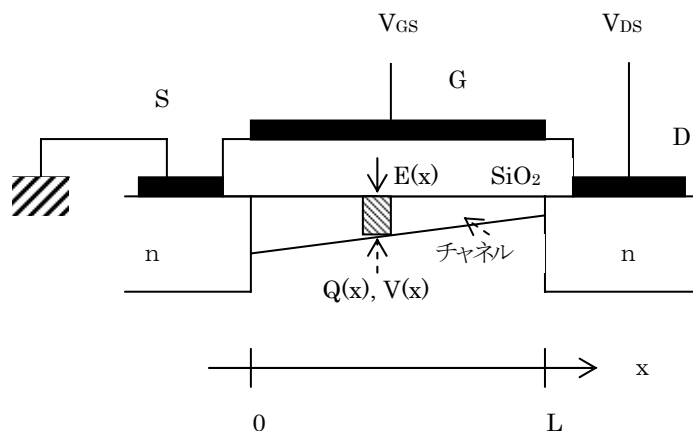
- 1-1 電圧を印加していない時の pn ダイオードのエネルギーバンド図を示せ。
- 1-2 p 側に正の電圧を印加した時の pn ダイオードのエネルギーバンド図を示せ。さらに、この場合順方向電圧か逆方向電圧かを述べよ。

問題2 npn バイポーラトランジスタについて、以下の問に答えよ。

- 2-1 最適な電圧を印加した時のエミッタ接地の回路を示せ。
- 2-2 電圧を印加していない時の npn トランジスタのエネルギーバンド図を示せ。さらに、図中の各層にトランジスタの端子の名称と伝導型 (n 型または p 型) を示せ。
- 2-3 最適な電圧を印加した時の npn トランジスタのエネルギーバンド図を示せ。
- 2-4 npn トランジスタで重要な役割を果たす荷電粒子を述べよ。

問題3 n チャネル MOSFET を考える。

- 3-1 右図に示すチャンネル長L、チャンネル幅Wの n チャネル MOSFET のドレイン電流-ドレイン電圧 (I_D-V_{DS}) 特性を導き出せ。ただし、 SiO_2 の膜厚と比誘電率を d と ϵ_1 、チャンネル中の電子の移動度を μ_e 、点 x での SiO_2 内の電界を $E(x)$ 、半導体- SiO_2 界面での電位を $V(x)$ 、チャンネルに誘起される単位面積あたりの電荷を $Q(x)$ とする。
- 3-2 I_D-V_{DS} 特性を描け。



問題4 p 型半導体基板を用いた、MOS 構造を考える。

- 4-1 ゲート金属の仕事関数 (ϕ_M) と p 型半導体の仕事関数 (ϕ_S) が等しい場合、電圧無印加での MOS 構造のエネルギーバンド図を描け。
- 4-2 ゲートに次のような電圧を印加した場合のエネルギーバンド図を描け。さらに、界面付近の状態 (蓄積、空乏、反転) を述べよ。
 - 4-2-1 ゲートに正の電圧を印加した場合
 - 4-2-2 ゲートに負の電圧を印加した場合
- 4-3 $\phi_M < \phi_S$ の場合、電圧無印加での MOS 構造のエネルギーバンド図を描け。
- 4-4 上記の MOS 構造を MOSFET に用いたときのドレイン電流-ゲート電圧 (I_D-V_{GS}) 特性を描け。ただし、 $\phi_M = \phi_S$ の場合の特性は実線で、 $\phi_M < \phi_S$ の場合の特性は破線で描け。さらに、理由を説明せよ。

問題5 インバータについて、以下の問に答えよ。

- 5-1 nMOS インバータの回路を示し、動作特性を述べよ。
- 5-2 CMOS インバータの回路を示し、動作特性を述べよ。
- 5-3 nMOS インバータの欠点を述べ、CMOS インバータの必要性を述べよ。
- 5-4 CMOS インバータの構造を示せ。

問題6 p 型半導体基板を用いた、不揮発メモリーである浮遊ゲートを有する MOSFET (フローティングゲート MOS) を考える。ここで、ゲート金属の仕事関数 (ϕ_{M1})、フローティングゲート金属の仕事関数 (ϕ_{M2}) と p 型半導体の仕事関数 (ϕ_S) はすべて等しい。

- 6-1 フローティングゲートに電子が存在しない場合、フローティングゲート MOS のエネルギーバンド図を描け。
- 6-2 フローティングゲートに電子が存在する場合、フローティングゲート MOS のエネルギーバンド図を描け。
- 6-3 ドレイン電流-ゲート電圧 (I_D-V_{GS}) 特性を描け。ただし、フローティングゲートに電子が存在しない場合の特性は実線で、フローティングゲートに電子が存在する場合の特性は破線で描け。さらに、理由を説明せよ。

問題7 太陽電池について、以下の問に答えよ。

- 7-1 太陽電池の構造を示せ。
- 7-2 太陽電池の動作原理を説明せよ。
- 7-3 太陽電池が太陽光エネルギーを 100 % 電気エネルギーに変換できない理由を述べよ。
- 7-4 変換効率を高める方策を述べよ。

解答は、解答用紙 1 枚(表、裏)に収まるように書くこと。