

Exame de Fundamentos de Componentes Electrónicos

4 de Julho 2003, 9:30-11:30 (Duração: 2 horas)

Universidade do Algarve



- Escreva o seu nome, número e curso em todas as folhas que entregares.
- Não é permitido falar com os colegas durante o exame. Se o fizer, a sua prova será anulada. Desligue o telemóvel.
- Caso optar por desistir, escreva “Desisto”, assine e entregue a prova ao docente.
- O exame tem 4 perguntas e a cotação de cada aparece entre parêntesis.
- Use letra legível.
- Sempre mostre os **cálculos** que resultaram a chegar às respostas. Onde possível, também use **gráficos** para explicar as coisas.
- Boa sorte!

Pergunta 1 (3 valores)

Explique o conceito de massa efectiva. Dê um exemplo numérico de SiC.

Pergunta 2 (11 valores)

O assunto de esta pergunta é “díodos do tipo MIS”. Imagine um díodo MIS de GaAs dopado com $10^{15} / \text{cm}^3$ de átomos de Pb e o metal Pb.

- O que é um díodo MIS? Porque um díodo ideal MIS não conduz corrente?
- Se não conduz corrente, qual é a utilidade de um díodo tipo MIS?
- Determine o nível de Fermi no lado do GaAs ($T = 300 \text{ K}$).
- Qual será a *bandbending* e a largura de zona de depleção na parte de GaAs se não tiver uma tensão externa ligada (espessura da camada isoladora: 200 nm).
- Neste ponto de funcionamento, o dispositivo está a funcionar em qual regime?
- Qual será a tensão necessária para induzir um canal do tipo inversão e qual será a tensão necessária para induzir um canal do tipo acumulação?
- Para o último caso (de canal do tipo acumulação), mostre
 - O diagrama energético (Energia em função de espaço)
 - O diagrama de carga espacial (*space charge*; Carga total em função de espaço)
 - O diagrama de carga livre (Carga livre em função de espaço)
 - Dê nomes às várias áreas do dispositivo.

Pergunta 3 (3 valores)

A técnica conhecida vulgarmente por DLTS (Deep-Level Transient Spectroscopy) permite identificar níveis de impurezas profundas em materiais semicondutores. Explique como funciona a técnica (não precisa de realizar cálculos).

Pergunta 4 (3 valores)

Uma das vantagens de silício para a sua aplicação na indústria electrónica é que existe um bom isolador (SiO_2) que é fácil a produzir (só é necessário oxidar a bolacha de silício em ar a uma temperatura aproximadamente $800 \text{ }^\circ\text{C}$) e que permite fabricar “chips”, electrónica integrada com muitos componentes isolados. Para os outros materiais, produzir um isolador torna-se mais difícil, até ao ponto que a qualidade dos dispositivos é muito inferior aos feitos de silício, por enquanto, teóricamente deveria ser superior (maior mobilidade, etc).

Um método usado para produzir camadas isoladores em GaAs é implantar excessivamente átomos de As. Alguns de estes átomos vão substituir átomos de Ga,

tornando-se assim *double-donor* profundos (com dois níveis *mid-gap*, no meio do hiato).

Do outro lado, *Fermi-level pinning* é fixar o nível de Fermi em cima de, ou perto de um determinado nível.

- Explique porque o As será um double-donor em GaAs
- Explique (preferencialmente com diagramas, figuras, plots, imagens) como é que implantar muitos átomos de As no GaAs ligeiramente dopado com aceitadores vai causar um *Fermi level pinning* perto do meio do hiato de energia e como é que isto torne o GaAs isolador.