**Masarykova univerzita v Brně**

**Přírodovědecká fakulta**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Předmět: Principy polovodičových součástek**

Akad. rok: 2013/14 (letní semestr)

**Okruhy ke zkoušce**

**ZÁKLADY FYZIKY POLOVODIČŮ**

Pásový model pevných látek

Hustota stavů

Fermi-Diracova distribuční funkce

Hustota elektronů a děr

**KINETICKÉ JEVY V POLOVODIČÍCH**

Boltzmanova transportní rovnice

Rozptyl nositelů náboje

Elektrická vodivost polovodičů

Závislost pohyblivosti nositelů náboje na teplotě

Nárazová ionizace

Zenerův jev (tunelování nositelů)

**GENERACE A REKOMBINACE NEROVNOVÁŽNÝCH NOSITELŮ NÁBOJE**

Rovnovážné a nerovnovážné nositele náboje

Světelná generace nositelů náboje

Bipolární generace

Monopolární generace

Rekombinace nositelů náboje

Mezipásová zářivá rekombinace

Mezipásová nárazová (Augerova) rekombinace

Rekombinace přes lokální centra

Povrchová rekombinace

Rekombinační centra

Závislost rekombinace přes záchytné centra na koncentraci příměsí

Záchytná a rekombinační centra

**DIFÚZE A DRIFT NEROVNOVÁŽNÝCH NOSITELŮ NÁBOJE**

Rovnice kontinuity

Difúzní a driftový proud

Pohyb nerovnovážných nositelů náboje

Objemová rekombinace

Povrchová rekombinace

Povrchová generace a objemová rekombinace

**PŘECHOD PN**

Souvislost mezi pásovým modelem a elektrostatickými veličinami

Strmý přechod pn

Lineární přechod pn

Charakteristiky kapacita-napětí přechodu pn

**VOLTAMPÉROVÁ CHARAKTERISTIKA PŘECHODU PN**

Závěrný směr

Generační proud

Difúzní proud

Propustný směr

Difúzní proud

Rekombinační proud

Vliv vysoké injekce

**PRŮRAZNÉ MECHANISMY PŘECHODU PN**

Zenerův průraz (tunelování nositelů)

Lavinový průraz

Druhý průraz

Omezení pro reálné přechody pn

Planární přechod

Epitaxní dioda

Měkké průrazy

Přechodné děje

**BIPOLÁRNÍ TRANZISTOR, DEFINICE ZÁKLADNÍCH EL. PARAMETRŮ**

Princip činnosti tranzistoru

**KLASICKÝ MODEL TRANZISTORU**

Základní rovnice

Předpoklady řešení

Proudy tekoucí tranzistorem

Proudový zesilovací činitel

**ROZŠÍŘENÍ KLASICKÉHO MODELU**

Gradient koncentrace příměsí v bázi a emitoru

Vliv silné injekce nosičů

Modulace vodivosti báze (Webster effect)

Odpor aktivní báze a zhušťování proudu (Current crowding)

Rozšiřování neutrální báze (Kirk effect)

Zužování neutrální báze (Early effect)

Vliv vysoké koncentrace příměsí v bázi a emitoru

Pohyblivost nositelů náboje

Zúžení šířky zakázaného pásu

Augerova rekombinace

Rozšíření klasického modelu tranzistoru

**MEZNÍ HODNOTY NAPĚTÍ NA TRANZISTORU**

Maximální hodnoty napětí

Lavinový průraz (Avalanche breakdown)

Průnik (Punch-through)

Minimální hodnoty napětí

**VYSOKOFREKVENČNÍ VLASTNOSTI A ŠUM TRANZISTORU**

Kmitočtová závislost proudového zesilovacího činitele

Kmitočtová závislost zisku

Závislost mezního kmitočtu na fyzikálních parametrech tranzistoru

**MIS DIODA**

Energetický diagram ideálního MOS kapacitoru

Náboj rozložený pod povrchem polovodiče

Rozložení náboje, elektrického pole, potenciálu a pásový diagram MOS struktury

 ze zjednodušeného řešení Poissonovy rovnice

Model respektující pevný a pohyblivý náboj

Rozdíl výstupní práce ( kov-polovodič a polovodič-polovodič)

Podmínka vyrovnání pásů

**C-V KŘIVKY**

C-V křivky MOS kapacitoru

C-V křivky nf, vf a hlubokého vyčerpání

Vliv frekvence

Vliv dotace a tloušťky oxidu na C-V křivky

Vliv světla a teploty na C-V křivky

Akumulace, ochuzení, hluboké ochuzení a inverze

C-t křivky

SHR rekombinace – generace

Generační doba života minoritních nosičů

Generačně-rekombinační centra v zakázaném pásu křemíku

Elektrofyzikální model skutečné MIS diody

Klasifikace nábojů skutečné MIS struktury

Pevný náboj v oxidu *Qf*

Náboj mobilních iontů *Qm*

Náboj zachycený rozhraním *Qit*

Oxidem zachycený náboj *Qot*

Napěťově – teplotní testy (Bias-Temperature test )

**STUDIUM POVRCHOVÝCH EFEKTŮ**

Analytické metody a struktury pro studium povrchových vlastností struktur

Kanálová vodivost

Hradlem řízený pn-přechod

Nerovnovážná analýza

Rekombinačně-generační proces v povrchové oblasti prostorového náboje

Polem indukované přechody a kanálové proudy.

Vliv povrchových efektů na průrazné napětí přechodu

Nestability prahového napětí-BT testy

**MOS TRANZISTOR**

Princip činnosti

Volt-ampérové charakteristiky. Lineární oblast

Volt-ampérové charakteristiky. Saturační oblast

Body efekt

Modulace délky kanálu

Prahové napětí a jeho nastavení

Typy MOSFETů

Aplikace MOS kapacitorů a MOS tranzistorů

Nábojově vázané prvky CCD.

MOSFET v provedení LOCOS

Struktura CMOS ( Complementary MOS transistors )

Struktura výkonového tranzistoru VDMOS

Struktura výkonového tranzistoru IGBT