

# Διεργασίες Κατασκευής Μίκρο και Νάνο Συστημάτων

Κωνσταντίνος Ζουριδάκης

## 0.1 Διάλεξη 02/10/2024

### Διαδικαστικά

Προτείνεται διάβασμα διαφανειών μετά από κάθε διάλεξη (τουλάχιστον μία ώρα την εβδομάδα) και λύση ασκήσεων του βιβλίου.

Αποτελείται από:

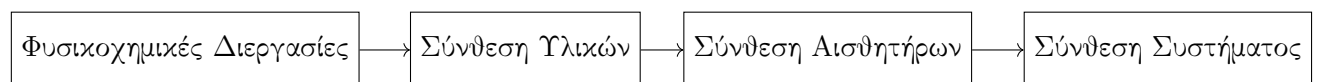
- 2 εργασίες (30%)
  - 1 εργασία με θέμα υπολογιστικό λιθογραφίας.
  - 1 εργασία με θέμα την ενχάραξη.
- 1 γραπτή εξέταση (70%)

Τα βιβλία είναι:

- **Silicon VLSI Technology**
- Introduction to Microfabrication

Θα γίνει και χρήση κάποιων λογισμικών για χάραξη με πλάσμα.

### Μάθημα

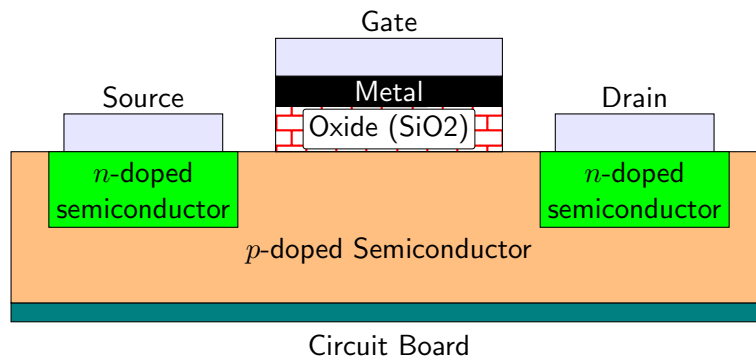


## MOSFET Transistor

### Σημείωση

MOSFET → Metal-Oxide Semiconductor Field Effect Transistor

Η διάταξη ενός MOSFET παρουσιάζεται παρακάτω.



## pn junction

Ένα p-n junction είναι ένας συνδυασμός από δύο τύπου ημιαγωγικά υλικά, p-type και n-type. Στο **n** κομμάτι κινούνται **ελεύθερα ηλεκτρόνια**, ενώ στο **p** κομμάτι κινούνται **ελεύθερες ωπές** (σημεία που λείπουν ηλεκτρόνια). Όταν αυτά τα δύο κομμάτια ενωθούν, δημιουργείται το **depletion region** στο οποίο τα ελεύθερα ηλεκτρόνια γεμίζουν τις ωπές, αυτό με τη σειρά του επιτρέπει το ρεύμα να κινείται μόνο προς μία κατεύθυνση.

Όταν συνδεθεί σε κύκλωμα λειτουργεί σαν διόδος η οποία αποσκοπεί ακριβώς στο να μεταφέρει το ρεύμα μόνο προς μία κατεύθυνση.

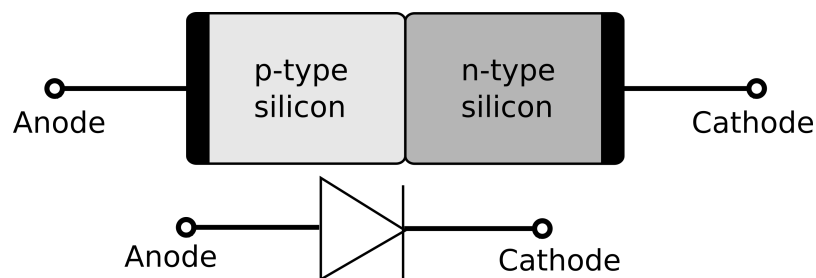


Figure 0.1: pn junction. Από κάτω εμφανίζεται το σύμβολο της διόδου.

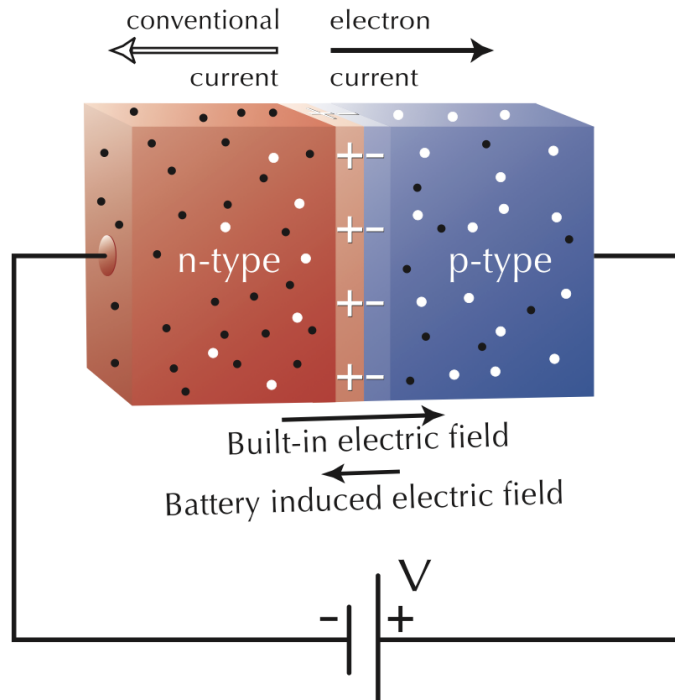


Figure 0.2: Forward bias. Στην περίπτωση αυτή δημιουργείται ηλεκτρικό πεδίο αντίστροφο από αυτό που δημιουργείται από την επαφή και μόνο των p και n υλικών με αποτέλεσμα να μικραίνει το depletion region. Depletion region υπάρχει αν εφαρμόσουμε τάση από 0 - 0.6 Volt, από 0.6 Volt και πάνω θεωρητικά δεν υπάρχει αντίσταση οπότε το ρεύμα ρέει ανεμπόδιστα.

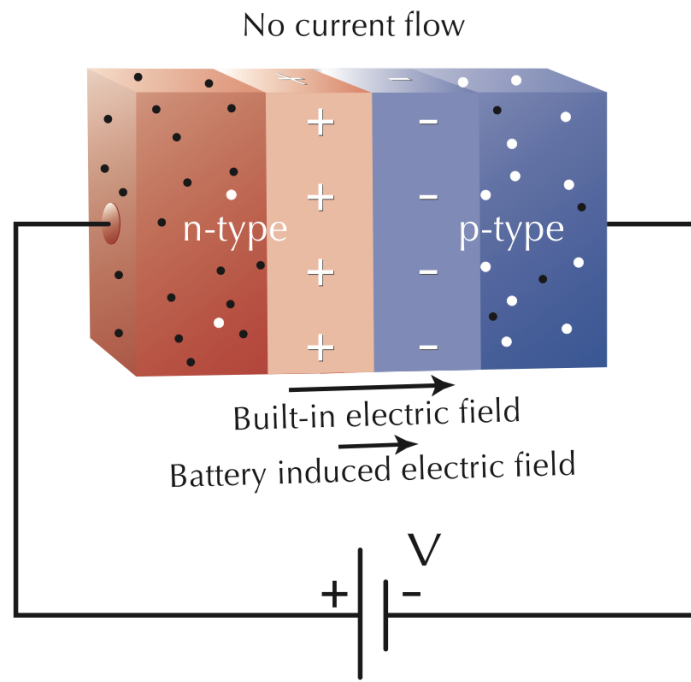


Figure 0.3: Reverse bias. Στην περίπτωση αυτή δεν ρέει ρεύμα.

### nnp transistor

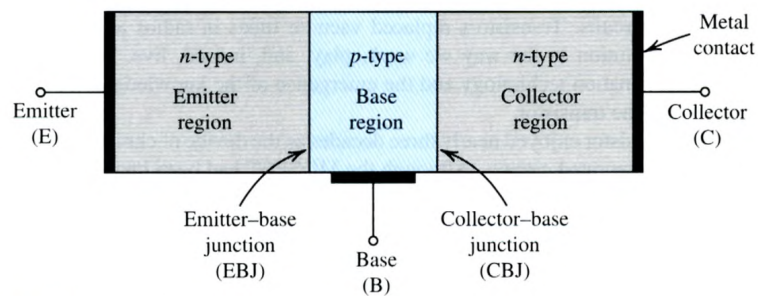


Figure 0.4: Ένα npn transistor. Αποτελείται από δύο διόδους συνδεδεμένες back-to-back. Η μία διάδος είναι η Emitter-Base διάδος και η άλλη είναι η Collector-Base διάδος.

Table 6.1 BJT Modes of Operation		
Mode	EBJ	CBJ
Cutoff	Reverse	Reverse
Active	Forward	Reverse
Saturation	Forward	Forward

Figure 0.5: Τα states στα οποία μπορεί να βρίσκεται το npn transistor (BJT). Στο cutoff mode λειτουργεί σαν ανοιχτό κύκλωμα, δηλαδή δεν περνάει ρεύμα. Στο saturation mode λειτουργεί σαν κλειστό κύκλωμα, δηλαδή σαν "καλώδιο". Το πιο σημαντικό είναι το **active mode**. Στο active mode αυξάνεται η ένταση του ρεύματος.

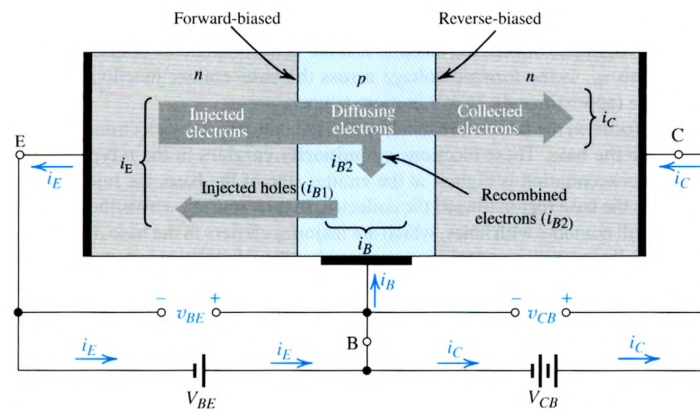


Figure 0.6: npn transistor σε active mode.

## Διαδικασία Λιθογραφίας

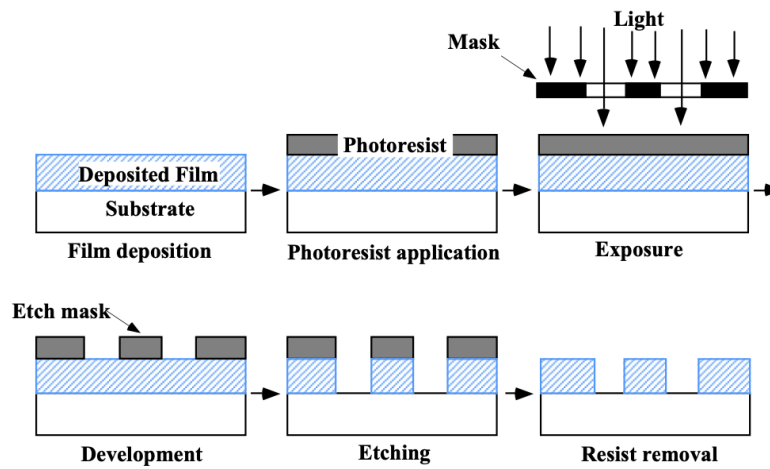


Figure 0.7: Διαδικασία Λιθογραφίας.

## Επίπεδο Fermi

Το επίπεδο Fermi ουσιαστικά είναι το υψηλότερο ενεργειακό επίπεδο στο οποίο μπορεί να μεταβεί ένα ηλεκτρόνιο.

## Διάφορες Πληροφορίες

3 ηλεκτρονιοβόλτ → Ημιαγωγός

Αν > 3 ηλεκτρονιοβόλτ → Μονωτής

Πυρίτιο ντοπαρισμένο με φώσφορο = n-τύπου → Αρνητική αγωγιμότητα

Πυρίτιο ντοπαρισμένο με βόριο = p-τύπου → Θετική αγωγιμότητα.

Εφαρμόζοντας διαφορετικές τάσεις κάθε φορά μπορούμε να κάνουμε τον αγωγό τύπου n, intrinsic, τύπου p.