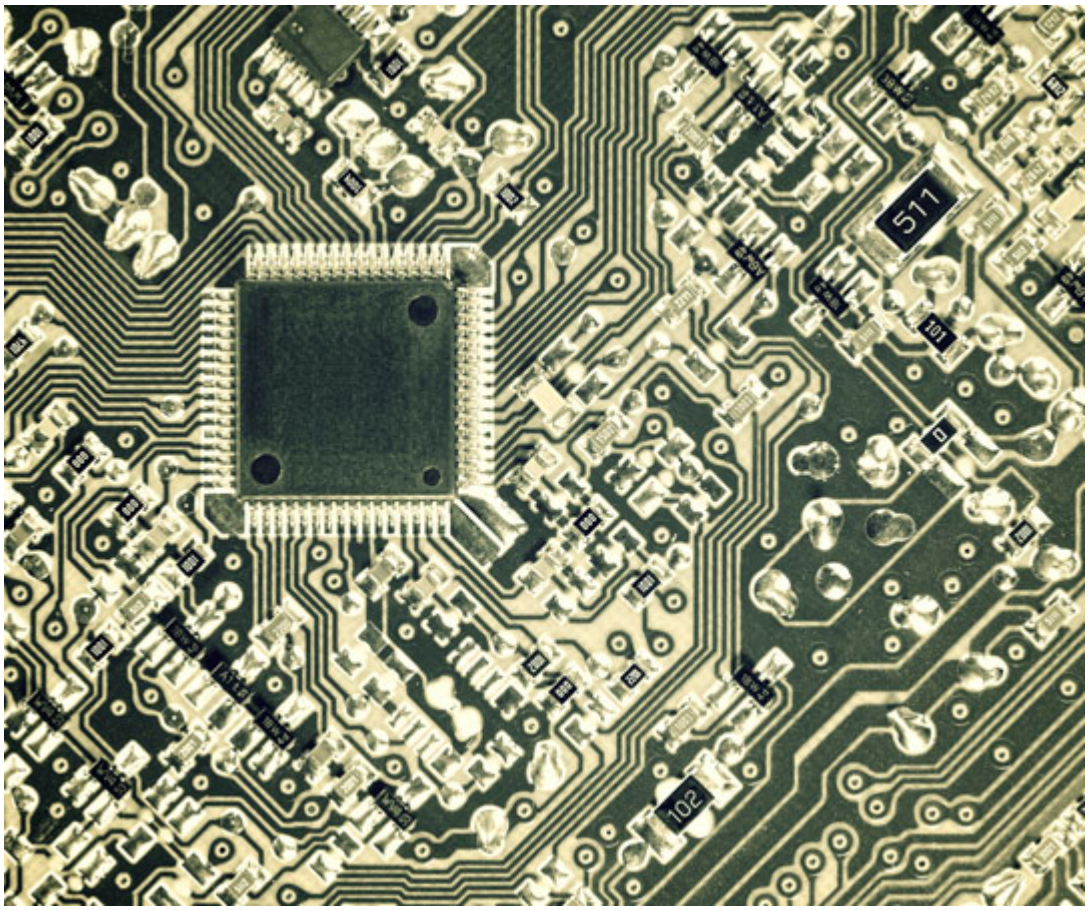
22 Ιανουαρίου 2015

Υμένια, ημιαγωγοί, ολοκληρωμένα κυκλώματα: μια τεράστια ώθηση στην τεχνολογία

/ Πεμπτουσία

Image not found or type unknown



Για την επίτευξη υψηλής απόδοσης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, αναπτύχθηκαν τα τελευταία 40 χρόνια οι τεχνολογίες παρασκευής και κατεργασίας των ημιαγωγών, με αποτέλεσμα την δημιουργία κυκλωμάτων που αποτελούνται από εκατομμύρια τρανζίστορ τα οποία και τοποθετούνται σε έναν εξαιρετικά μικρό χώρο δημιουργώντας τα ολοκληρωμένα κυκλώματα – ΟΚ (Integrated Circuits – IC) πιο γνωστά ως«τσιπ».

Η πιο σημαντική ανακάλυψη σχετικά με την δυνατότητα κατασκευής των ΟΚ είναι αυτή της λεγόμενης «Ολοκλήρωσης», που προτάθηκε και διαμορφώθηκε αρχικά το

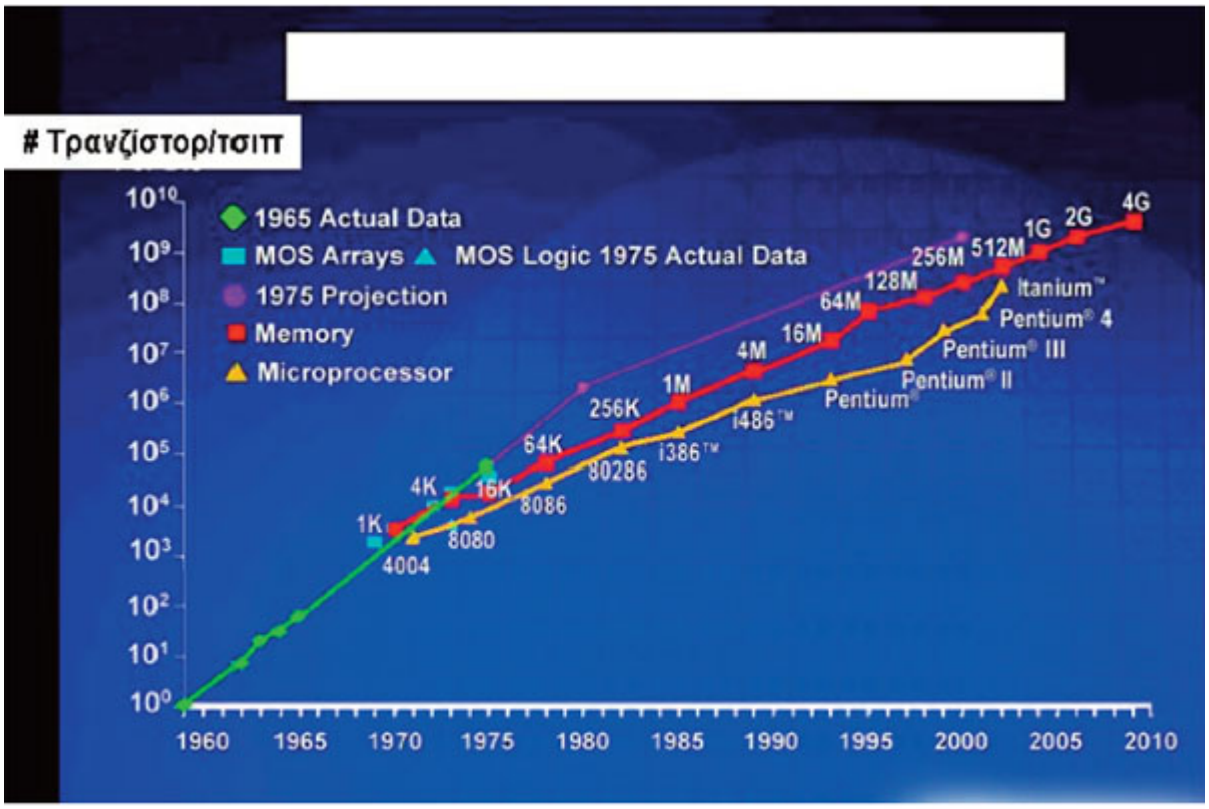
διάστημα 1958-61, με πρωτεργάτη τον βραβευμένο με Νόμπελ Φυσικό Jack Kilby (1923-2005). Η ανακάλυψη αυτή, δίνει τεράστια ώθηση στην ηλεκτρονική τεχνολογία. Σύμφωνα με αυτήν την διαδικασία, τα τσιπ κατασκευάζονται με την τεχνική που είναι γνωστή ως επιπεδική τεχνολογία, η οποία με την σειρά της είναι μια παραλλαγή της τεχνολογίας των λεπτών υμενίων, προσαρμοσμένη στις ιδιαιτερότητες των ημιαγωγών.

Οι επιταξιακές ή επιπεδικές τεχνολογίες κατασκευής τωνολοκληρωμένων κυκλωμάτων είναι παραλλαγές της τεχνολογίας λεπτών υμενίων που χρησιμοποιούνται στην νανοτεχνολογία και οι πιο χαρακτηριστικές είναι οι:

- Επιταξία υγρής φάσης –Liquid PhaseEpitaxy (LPE)
- Επιταξία Αέριας Φάσης -Vapor PhaseEpitaxy (VPE)
- Επιταξία Μοριακής δέσμης -MolecularBeam Epitaxy (MBE)
- Οργανομεταλλική Επιταξία ΑέριαςΦάσης – Metal-Organic Vapor PhaseEpitaxy (MOVPE)
- Εναπόθεση από Χημική διάσπασηατμών –Chemical Vapour Deposition(CVD).

Βασικός παράγοντας για την επίτευξη καλύτερης, αποδοτικότερης και με αυξημένες επιδόσεις λειτουργίας των τσιπ είναι οαριθμός των τρανζίστορ που μπορούν να αναπτυχθούν σε ένα τσιπ. Όσο μεγαλύτερος, τόσο πιο πολλές λογικές πράξεις μπορούν να εκτελεστούν στην μονάδα του χρόνου. Για παράδειγμα, όσον αφορά τον χώρο των ηλεκτρονικών υπολογιστών(Η/Υ), οι ολοένα αυξανόμενες επιδόσεις των σύγχρονων Η/Υ οφείλονται κυρίως στην δυνατότητα της τεχνολογίας να αυξάνει τον αριθμό των τρανζίστορ στα τσιπ, επιτρέποντας έτσι την πραγματοποίηση περισσότερων λογικών πράξεων.

Είναι πολύ γνωστός στην επιστημονική κοινότητα ο «Νόμος του Moore», ενός εκ των ιδρυτών της εταιρίας Intel, ο οποίος είπε ότι: «Ο αριθμός των τρανζίστορ στους μικροεπεξεργαστές θα διπλασιάζεται κάθε 18 με 24 μήνες». Η φράση αυτή που καταχρηστικά ονομάζεται «νόμος», επαληθεύεται συνεχώς τις τελευταίες δεκαετίες, και το διάγραμμα στο Σχήμα 3 παριστάνει ακριβώς αυτήν την εξέλιξη.



ΣΧΗΜΑ 3. Ο Νόμος του Moore.

Η ορολογία που επικράτησε για την αποτύπωση της εξέλιξης της τεχνολογίας των ΟΚ, φαίνεται στον πίνακα 1. Η επιστημονική μεθοδολογία, η τεχνολογία με την οποία τα παραπάνω γίνονται εφικτά, καθώς και η μελέτη των διατάξεων, κυκλωμάτων και συστημάτων που δημιουργούνται, έχει καθιερωθεί τα τελευταία σαράντα περίπου χρόνια να αποδίδονται με τον όρο «Μικροηλεκτρονική». Το πρόθεμα «Μικρο», που στα ελληνικά είναι σχετικά αυτονόητο όσον αφορά την εξήγησή του, προέρχεται από το γεγονός ότι τα ηλεκτρονικά στοιχεία που αποτελούν τα κυκλώματα, ήταν δυνατόν να κατασκευαστούν σε πολύ μικρή κλίμακα, κάνοντας χρήση της επιπεδικής τεχνολογίας που εκμεταλλεύεται τις φυσικές ιδιότητες των ημιαγωγών.

Άμεσο αποτέλεσμα της εξέλιξης της Μικροηλεκτρονικής, ήταν να μικρύνει εντυπωσιακά το μέγεθος των ηλεκτρονικών συσκευών και να αυξάνονται ραγδαία οι εφαρμογές με αντίκρισμα στην καθημερινή μας ζωή, με επιπλέον μια εντυπωσιακή μείωση του κόστους των συσκευών αυτών. Αν σκεφτούμε τον όγκο και τις δυνατότητες των ραδιοφώνων της δεκαετίας του 60 και τα συγκρίνουμε με τις δυνατότητες των κινητών τηλεφώνων που ενσωματώνουν δεκάδες λειτουργίες περιλαμβανομένης αυτής του ραδιοφώνου, μπορούμε εύκολα να συμπεράνουμε την πρόοδο που έχει γίνει τις τελευταίες δεκαετίες στον τομέα της ηλεκτρονικής τεχνολογίας.

Επιπλέον των ψηφιακών εφαρμογών, η Μικροηλεκτρονική έχει προσφέρει σημαντικά και σε άλλους τομείς όπως αυτής των ήπιων μορφών ενέργειας με την δημιουργία των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων αλλά και των αισθητήρων, με την δημιουργία βελτιωμένων αισθητήρων βλαβερών αερίων, βιοαισθητήρων με δυνατότητες μέτρησης μεγεθών όπως της πίεσης του αίματος κλπ.

Ειδικά στη σημερινή εποχή,που η ανάγκη για την ανάπτυξη της πράσινης ενέργειας και της χρήσης ανανεώσιμων πηγών, η σημασία της χρήσης των Φωτοβολταϊκών Συστημάτων έχει αποκτήσει τεράστια σημασία και η έρευνα στοντομέα αυτό είναι αυτήν την στιγμή από τις πιο εντατικές στον χώρο της σημερινής Νανοηλεκτρονικής. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω δεν ήταν μόνο η τεχνολογική εξέλιξη, αλλά και η ραγδαία ανάπτυξη των γνώσεών μας σχετικά με τους ημιαγωγούς, την κατανόηση των ιδιοτήτωντους και της συμπεριφοράς τους.

Ήταν ακριβώς αυτή η νέα γνώση που έδωσε την ώθηση στην Φυσική των Ημιαγωγών, όπου συμβαδίζοντας με την αντίστοιχη τεχνολογία σε μία αρμονική αλληλεπίδραση, έδωσε και δίνει εντυπωσιακά αποτελέσματα ανοίγοντας νέους ορίζοντες στην έρευνα, και συμβάλλοντας σημαντικά στην δημιουργία της σημερινής Νανοηλεκτρονικής, που αποτελεί την φυσική συνέχεια της Μικροηλεκτρονικής.

Πίνακας 1. Ορολογία κατά την χρονολογική εξέλιξη της ολοκλήρωσης

Δεκαετία 1960: Ολοκλήρωση μικρής κλίμακας (Small – scale integration, SSI) – Το τσιπ περιέχει έναν αριθμό τρανζίστορ αλλά όχι εκατοντάδες.

Δεκαετία 1970: Ολοκλήρωση μεσαίας κλίμακας (Medium – scale integration, MSI) –Το τσιπ περιέχει εκατοντάδες τρανζίστορ αλλά όχι χιλιάδες.

Δεκαετίες 1970-1980: Ολοκλήρωση μεγάλης κλίμακας (Large – scale integration, LSI) – Το τσιπ αποτελείται από χιλιάδες τρανζίστορ αλλά λιγότερα από 100.000.

Δεκαετίες 1980-1990: Ολοκλήρωση πολύ μεγάλης κλίμακας (Very large – scale integration, VLSI) – Το τσιπ περιέχει 100.000 ή και περισσότερα τρανζίστορ αλλά όχι περισσότερα από 1.000.000.

Δεκαετίες 1990-2000: Ολοκλήρωση εξαιρετικά μεγάλης κλίμακας (Ultralarge – scale integration, ULSI) – Το τσιπ έχει περισσότερο από 1.000.000 τρανζίστορ αλλά λιγότερο από 1.000.000.000.

Μέλλον: Ολοκλήρωση γιγαντιαίας κλίμακας (Giga – scale integration, GSI) – Το τσιπ περιέχει περισσότερα από 1.000.000.000 τρανζίστορ αλλά λιγότερο από 1.000.000.000.000.

Παρατήρηση: το παρόν άρθρο δημοσιεύεται σε συνεργασία με το περιοδικό Physics News (www.physicsnews.gr) – και την Ένωση Ελλήνων Φυσικών, αποτελεί δε τμήμα του αφιερώματος "Νανοηλεκτρονική: Ένα υπέροχο παρόν και ένα ακόμα πιο εκπληκτικό μέλλον" που συνέταξε ο αναπλ. καθηγητής του ΑΠΘ, Νίκος Κονοφάος.