

Πράξη Αρχιμήδης III-Ενίσχυση Ερευνητικών Ομάδων στο ΤΕΙ Κρήτης

Υποέργο 30

Οργανικές Ηλεκτρονικές Διατάξεις Ανίχνευσης Ακτινοβολίας

Επιστημονικός Υπεύθυνος: Ελευθέριος Καπετανάκης

Τμήμα Ηλεκτρονικών Μηχανικών, Χανιά, ΤΕΙ Κρήτης

Ρωμανού 3, Χαλέπα, 73133 Χανιά, Κρήτη

Γραφείο: 28210 23056, Κινητό: 6932540082, Φαξ: 28210 23003

Κύρια ερευνητική ομάδα:

- 1) Δρ. Ελευθέριος Καπετανάκης/Επ. Καθηγητής/Τ.Ε.Ι. Κρήτης
- 2) Δρ. Ιωάννης Καλιακάτσος/ Καθηγητής/Τ.Ε.Ι. Κρήτης
- 3) Δρ. Ματτίας Μπούχερ/Επ. Καθηγητής/Πολυτεχνείο Κρήτης
- 4) Δρ. Πασκάλ Νορμάντ/Ερευνητής «Α»/ Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
- 5) Δρ. Παναγιώτης Αργεΐτης/Ερευνητής «Α»/ Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»

Ομάδα εξωτερικών συνεργατών:

- 1) Δρ. Μιχαήλ Ταταράκης/ Καθηγητής/Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ
- 2) Δρ. Κων/νος Πετρίδης /Επίκουρος Καθηγητής/Τ.Ε.Ι. ΚΡΗΤΗΣ
- 3) Δρ. Βασίλειος Ψυχάρης /Ερευνητής «Α»/ Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
- 4) Δρ. Αθανάσιος Σπηλιώτης / Ι.Δ.Α.Χ./Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. «ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
- 5) Δρ. Δήμητρα Δημοτικάλη/ Καθηγήτρια/ Ε. Μ. Π.
- 6) Δρ. Σταυρούλα Κολιοπούλου/ Εξ. Συνεργάτης / Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. ΔΗΜΟΚΡΙΤΟΣ»
- 7) Χαράλαμπος Κατσογριδάκης/ Διδακτορικός Φοιτητής.

Τι αφορά το υποέργο:

Η ανίχνευση (και η μέτρηση) της ιονίζουσας ακτινοβολίας (IonR) έχει πρακτικές εφαρμογές σε πολλούς τομείς, όπως η πυρηνική επιστήμη, η ιατρική, η μεταλλουργία, η βιομηχανία τροφίμων και το περιβάλλον. Το υποέργο 30 διερευνά τη δυνατότητα χρησιμοποίησης ενός πολυμερικού στρώματος που περιέχει έναν φωτοπαραγωγό οξέως ως διηλεκτρικό πύλης ευαίσθητο στην ακτινοβολία για την ανάπτυξη μικρο-δοσιμέτρων ακτινοβολίας όπου η παραγωγή πρωτονίων σε αυτό το στρώμα ως συνάρτηση της δόσης της IonR είναι αισθητή με ηλεκτρονικό τρόπο.

Στόχοι του υποέργου:

Σχεδιασμός και ανάπτυξη φωτοπολυμερικών διηλεκτρικών πύλης, που περιέχουν άλατα φωτοπαραγωγούς οξέως. Σχεδιασμός και κατασκευή χαμηλού κόστους δοσίμετρα ακτινοβολίας στη μορφή πυκνωτή και τρανζίστορ βασισμένα σε ευκίνητα πρωτόνια που παράγονται μέσα στα φωτοπολυμερικά διηλεκτρικά πύλης, για ανίχνευση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) / ακτίνων-Χ / ακτίνων-γ, τα οποία μπορούν να ενσωματωθούν σε φορητές συσκευές.

Πεπραγμένα του υποέργου

Μελετήθηκαν τα κριτήρια ενσωμάτωσης του φωτοπαραγωγού οξέως (Photoacid Generator, PAG) σε πολυμερικές διηλεκτρικές μήτρες. Επιλέχθηκε το πολυμερικό στρώμα PMMA (Poly Methyl methacrylate) ως μήτρα του φωτοπολυμερικού στρώματος πύλης, ενώ ως φωτοπαραγωγοί οξέως ελέγχονται άλατα τριφαίνυλσουλφονίου (TPS) τα οποία αποτελούνται από κατιόν σουλφονίου που είναι υπεύθυνο για την απορρόφηση της ιονίζουσας ακτινοβολίας και την παραγωγή οξέως τύπου Brønsted, και από ανιόν το οποίο είναι διαφορετικό για τους φωτοπαραγωγούς οξέως που χρησιμοποιούνται. Στα φωτοπολυμερικά στρώματα που κατασκευάστηκαν πραγματοποιήθηκε φυσικοχημικός και οπτικός χαρακτηρισμός, καθώς και η βελτιστοποίηση τους για την παραγωγή πρωτονίων κατά την έκθεση τους σε ακτινοβολία. Για τη διερεύνηση και αξιολόγηση των ηλεκτρικών ιδιοτήτων των φωτοπολυμερικών στρωμάτων κατασκευάστηκαν πρωτότυπες διατάξεις ελέγχου τύπου μετάλλου-μονωτή-ημιαγωγού (MIS) και δομές μετάλλου-μονωτή-μετάλλου (MIM). Η επίδραση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (UV / ακτίνες-Χ / ακτίνες-γ) στις χαρακτηριστικές καμπύλες υψηλής συχνότητας χωρητικότητας έναντι της τάσης πύλης των διατάξεων MIS ($C-V_G$ καμπύλες) και της φαινόμενης αγωγιμότητας έναντι της συχνότητας των διατάξεων MIM ($\sigma-f$ καμπύλες) ερευνήθηκαν για διαφορετικές τιμές ολικής δόσης ακτινοβολίας. Κατανοήθηκαν οι βασικοί μηχανισμοί που συνδέονται με την μεταφορά πρωτονίων στα φωτοπολυμερικά διηλεκτρικά πύλης, μετά την έκθεσή τους σε ακτινοβολία, και επελέγησαν τα φωτοπολυμερικά στρώματα πύλης για την κατασκευή αισθητήρων ακτινοβολίας τύπου τρανζίστορ FET. Σχεδιασμός, κατασκευή και δοκιμή υβριδικών ηλεκτρονικών αισθητήρων ακτινοβολίας MISFET χρησιμοποιώντας τα επιλεγμένα φωτοπολυμερικά στρώματα. Σχεδιασμός, κατασκευή και δοκιμή οργανικών αισθητήρων

ακτινοβολίας OFET χρησιμοποιώντας τα επιλεγμένα φωτοπολυμερικά στρώματα.

Αποτελέσματα του υποέργου:

Ένα νέο σύστημα ανίχνευσης ακτινοβολίας (συμπεριλαμβανομένης της ιονίζουσας ακτινοβολίας) βασισμένο σε ευκίνητα πρωτόνια που παράγονται μέσα σε οργανικά διηλεκτρικά πύλης που περιέχουν έναν φωτοπαραγωγό οξέως (PAG) έχει προταθεί για την ανάπτυξη ηλεκτρονικών συσκευών ανίχνευσης και μέτρησης της ακτινοβολίας (δοσίμετρα ακτινοβολίας). Κατασκευάστηκαν μικρο-δοσίμετρα ακτινοβολίας στη μορφή πυκνωτών MIS και τρανζίστορ FET (υβριδικά βασισμένα στο πυρίτιο και οργανικά OFET). Η επίδραση της προσπίπτουσας ακτινοβολίας (UV/ακτίνες-Χ/ακτίνες-γ) στις χαρακτηριστικές καμπύλες $C-V_G$ των πυκνωτών MIS και στις χαρακτηριστικές μεταφοράς των διατάξεων MISFET (καμπύλες $I_{DS}-V_G$) ερευνήθηκαν για διαφορετικές τιμές ολικής δόσης ακτινοβολίας. Η σαφής αύξηση με το χρόνο ακτινοβολήσεως της τάσης κατωφλίου των διατάξεων MIS και MISFET καταδεικνύει τη δυνατότητα των εν λόγω συσκευών ως αισθητήρες ακτινοβολίας. Επιλογές για τη βελτίωση της ευαισθησίας των διατάξεων στην ανίχνευση της ακτινοβολίας είναι η αύξηση της συγκέντρωσης του PAG στο φωτοπολυμερικό στρώμα ή η νόθευση των πολυμερών με βαριά (μη-ραδιενεργά) στοιχεία.

Παραδοτέα του υποέργου:

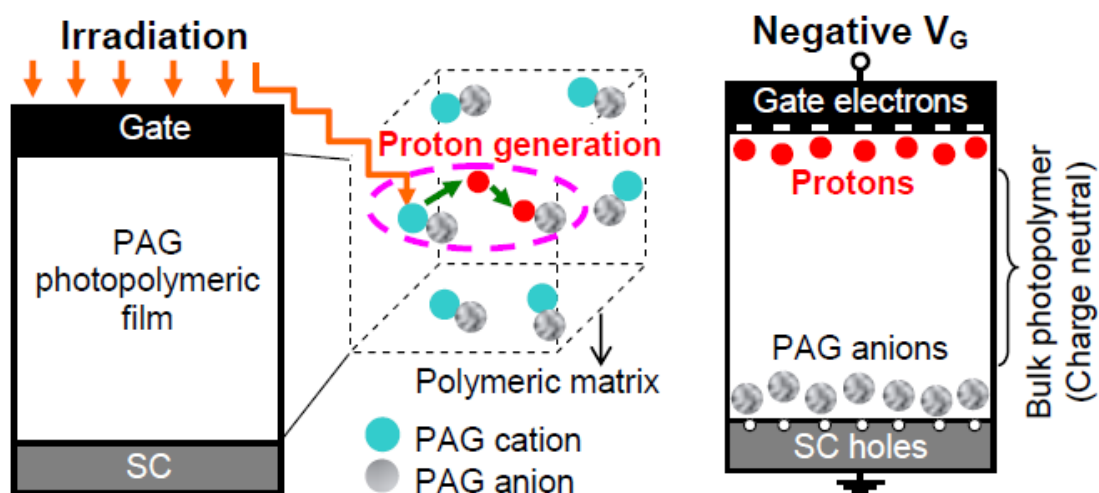
Δράση 1: 1.1) απαιτήσεις υλικών και τα κριτήρια επιλογής για την ενσωμάτωση- PAG σε πολυμερικά διηλεκτρικά πύλης, 1.2) φυσικοχημικός / οπτικός χαρακτηρισμός των ενσωματωμένων-PAG πολυμερικών διηλεκτρικών πύλης πριν και μετά την έκθεση-IR, 1.3) συμμετοχή σε συνέδριο, 1.4) βελτιστοποιημένη δομή του ενσωματωμένου-PAG πολυμερικού διηλεκτρικού πύλης για την ανίχνευση IR.

Δράση 2: 2.1) κατασκευή δομών ελέγχου τύπου - MIS / MIM, 2.2) ηλεκτρικός χαρακτηρισμός των διατάξεων MIS / MIM πριν και μετά την έκθεση σε IR, 2.3) δημοσίευση, 2.4) ενδιάμεση τεχνική έκθεση.

Δράση 3: 3.1) σχεδιασμός και κατασκευή αισθητήρων Si-MISFET, 3.2) στατικός και δυναμικός χαρακτηρισμός των διατάξεων Si-MISFET πριν και μετά την έκθεση σε IR, 3.3) χαρακτηριστικά αξιοπιστίας των αισθητήρων ακτινοβολίας Si-MISFET, 3.4) δημοσίευση.

Δράση 4: 4.1) σχεδιασμός και κατασκευή αισθητήρων OFET, 4.2) στατικός και δυναμικός χαρακτηρισμός των αισθητήρων OFET πριν και μετά την έκθεση σε IR, 4.3) χαρακτηριστικά αξιοπιστίας των αισθητήρων ακτινοβολίας, 4.4) δημοσίευση, 4.5) τελική τεχνική έκθεση.

Άλλες πληροφορίες:



(Αριστερά) πυκνωτής MIS που αποτελείται από έναν ενσωματωμένο PAG-φωτοπολυμερές στρώμα ανάμεσα σε δύο ηλεκτρόδια, ένα ημιαγώγιμο υλικό (SC) και ένα αγώγιμο υλικό (Gate). (κέντρο) PAG κατιόν υπεύθυνο για την απορρόφηση της ακτινοβολίας και την παραγωγή πρωτονίων. (δεξιά) Αρχή λειτουργίας μιας συσκευής αισθητήρα ακτινοβολίας MIS.

Το έργο υλοποιήθηκε στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος "Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση", Πράξη Αρχιμήδης III και συγχρηματοδοτήθηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και εθνικούς πόρους (Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς 2007-2013).