

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΚΑΙ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΥΛΙΚΩΝ

ΠΡΟΣ

- 1) Όλα τα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών
- 2) Τους εκπροσώπους των Μεταπτυχιακών φοιτητών του Τ.Ε.ΤΥ
- 3) Την Επταμελή Εξεταστική Επιτροπή
- 4) Όλα τα μέλη της Πανεπιστημιακής Κοινότητας

Πρόσκληση σε Δημόσια Παρουσίαση της Διδακτορικής Διατριβής του

κ. Τριχά Εμμανουήλ

(Σύμφωνα με το άρθρο 12 του Ν. 2083/92)

Την Δευτέρα 20 Δεκεμβρίου 2010 και ώρα 16:30 στην αίθουσα Σεμιναρίων
3^{ου} ορόφου-Φυσικό

θα γίνει η δημόσια παρουσίαση και υποστήριξη της Διδακτορικής Διατριβής του υποψηφίου διδάκτορος του Τμήματος Επιστήμης και Τεχνολογίας Υλικών κ. **Τριχά Εμμανουήλ** με θέμα:

«Ισχυρή Σύζευξη Ύλης-Φωτός στις Μικροκοιλότητες GaN»
“Strong Light-Matter Coupling in GaN Microcavities”

ABSTRACT

Όλες οι σύγχρονες φωτονικές δομές σε εφαρμογές χρήσιμες για τον άνθρωπο, όπως ο φωτισμός, οι οθόνες, τα οπτικά δίκτυα, τα φωτοβολταϊκά συστήματα παραγωγής ενέργειας, τα κβαντικά πληροφοριακά συστήματα κλπ, βασίζονται στον έλεγχο της αυθόρμητης εκπομπής φωτός. Οι *μικροκοιλότητες* είναι φωτονικές δομές ελέγχου αυτής σε ημιαγωγικά συστήματα, όπου «συναντώνται» η *δέσμια κατάσταση ζεύγους ηλεκτρονίου-οπής*, γνωστή και ως *εξιτόνιο*, με τα *χωρικά περιορισμένα φωτόνια*, ως τρόποι οπτικού συντονισμού σε οπτικό ταλαντωτή, διαστάσεων μικρομέτρου και κατώτερων αυτού. Η ισχυρά σύζευξη (*Strong Coupling-SC*), ως κβαντικό φαινόμενο των μικροκοιλοτήτων, γίνεται κατανοητή με την θεώρηση ενός *οιονεί-σωματιδίου*, που ονομάζεται *πολαριτόνιο*, η μελέτη του οποίου στο σύστημα *GaAs*, οδήγησε στην κατασκευή καινοτόμων φωτονικών δομών, όπως το λεγόμενο *polariton LED* και το *polariton laser* πολύ μικρού κατωφλίου, αξιοποιώντας τον μποζονικό χαρακτήρα των

πολαριτονίων που του προσδίδει μοναδικές ιδιότητες όπως η εξαναγκασμένη σκέδαση, η παραμετρική ενίσχυση, το lasing, η συμπύκνωση και η υπερρευστικότητα.

Το ημιαγωγικό υλικό του *Νιτρίδιου του Γαλλίου (GaN)* που διαθέτει *εξιτόνιο «σθενάρο»* σε θερμοκρασία δωματίου, λόγω μεγάλης *ενέργεια σύνδεσης (exciton binding energy)*, αποτελεί ιδανικό «υποψήφιο» για κατασκευή οπτοηλεκτρονικών εφαρμογών, ικανών να λειτουργήσουν σε κανονικές συνθήκες περιβάλλοντος. Θεμελιώδη προβλήματα όπως: α) η διεύρυνση της εξιτονικής κορυφής απορρόφησης του υλικού λόγω ατελειών δομής και ρηγματώσεων και β) το μικρό εύρος μέγιστης ανακλαστικότητας των καθρεπτών, συγκρίσιμο με το λεγόμενο *διαχωρισμό Rabi* μεταξύ των άνω και κάτω βραχιόνων διασποράς του πολαριτονίου, σε περίπτωση μονολιθικής ανάπτυξης μικροκοιλότητας, δημιουργούν αδυναμία εμφάνισης ισχυράς σύζευξης. Σε αυτή την διατριβή, τα προβλήματα αυτά λύνονται ταυτόχρονα, με τον εγκιβωτισμό λεπτού υμενίου του *GaN* σε μια μικροκοιλότητα, φτιαγμένη από δύο διηλεκτρικούς Bragg καθρέπτες.

Βασικό εργαλείο της κατασκευής αυτής αποτελεί η λεγόμενη φωτο-ενισχυόμενη ηλεκτροχημική (PEC etching) υγρή εγχάραξη θυσιαζόμενου υποκειμένου στρώματος για την δημιουργία ελεύθερων-αιωρούμενων λεπτών υμενίων *GaN*. Αυτή εξασφαλίζει τις απαιτούμενες υπέρ-λείες επιφάνειες του υμενίου, καθώς και την διατήρηση των πολύ καλών οπτικών ιδιοτήτων του *Νιτρίδιου του Γαλλίου*. Η εναπόθεση διηλεκτρικών καθρεπτών στην ανάντι και κατάντι πλευρά του λεπτού υμενίου, με μεθόδους sputtering ολοκληρώνει την λεγόμενη *all-dielectric GaN μικροκοιλότητα*. Ο οπτικός χαρακτηρισμός των μικροκοιλοτήτων που αναπτύχθηκαν παρουσίασε για πρώτη φορά *ένδειξη ισχυράς σύζευξης εξιτονίου (exciton) και οπτικού Bragg τρόπου (Bragg mode)* ενός εκ των διηλεκτρικών καθρεπτών, εισάγοντας ένα νέο εμφανιζόμενο οιονεί-σωματιδίο, το λεγόμενο *Bragg-polariton* ή *Braggoriton*.

Το θετικό αυτό αποτέλεσμα είναι απόδειξη του ότι η κατασκευή *all-dielectric GaN* μικροκοιλοτήτων είναι εφικτή με την μέθοδο της φωτο-ενισχυόμενης ηλεκτροχημικής υγρής εγχάραξης και ικανή να δώσει ισχυρά σύζευξη εξιτονίου-φωτονίου με μεγάλα Q-factors. Αποτελεί, έρεισμα για ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών εκπομπής πολαριτονίων, λειτουργούντων σε θερμοκρασία δωματίου καθώς και για μελέτη και ανάπτυξη νέας φυσικής που διέπει την μοζονική φύση των πολαριτονίων.