



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

Περιγραφή Χρηματοδοτούμενου Ερευνητικού Έργου
1η Προκήρυξη Ερευνητικών Έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την
ενίσχυση των Μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την
προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας

Τίτλος Ερευνητικού Έργου: “ΣΧΗΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΟΛΥΜΕΡΙΚΩΝ ΒΟΥΡΤΣΩΝ ΣΕ ΕΠΙΦΑΝΕΙΕΣ ΑΠΟ ΠΡΟΔΡΟΜΑ ΓΡΑΜΜΙΚΑ ΤΡΙΣΥΣΤΑΔΙΚΑ ΤΡΙΠΟΛΥΜΕΡΗ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΣΤΗΝ ΝΑΝΟΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ”

Επιστημονικός Υπεύθυνος: ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ ΑΥΓΕΡΟΠΟΥΛΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Φιλικός προς τον αναγνώστη τίτλος: NANOPOLYBRUSH

Επιστημονική Περιοχή: ΦΥΣΙΚΕΣ ΕΠΙΣΤΗΜΕΣ

Φορέας Προέλευσης και Χώρα: ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΕΡΕΥΝΑΣ & ΚΑΙΝΟΤΟΜΙΑΣ (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ), Ελλάδα

Φορέας Υποδοχής: ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ

Συνεργαζόμενοι Φορείς:

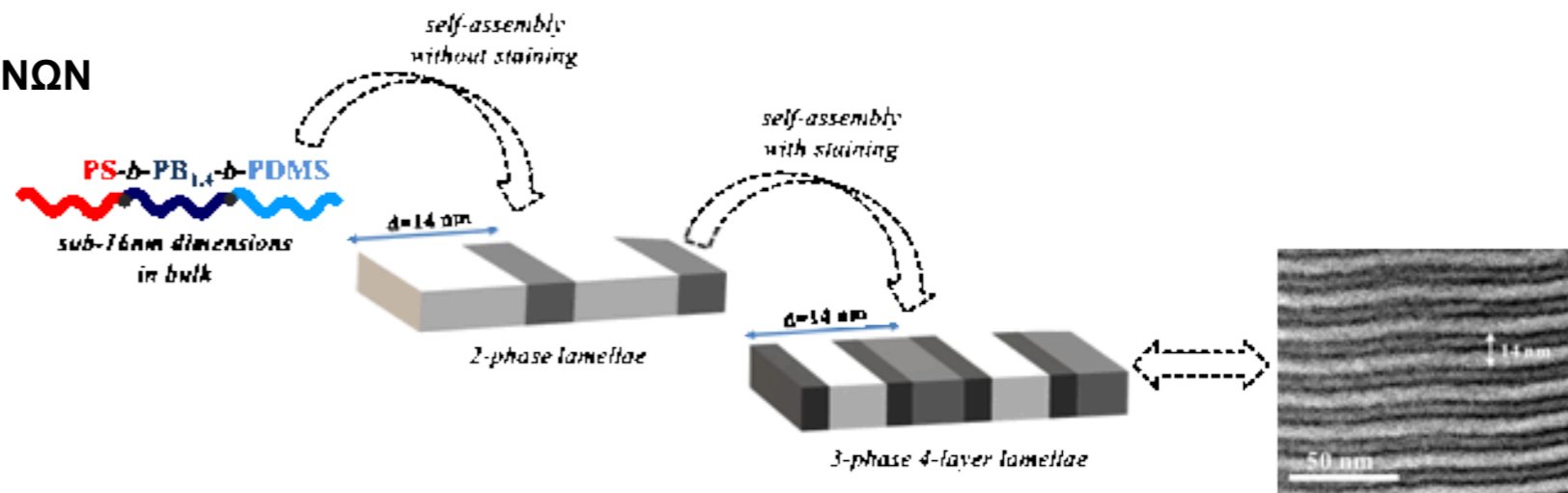
1. MIT/USA,
2. RICE UNIVERSITY/USA,
3. NATIONAL TSING HUA UNIVERSITY/TAIWAN

Ιστοσελίδα προβολής του Έργου

(αν υφίσταται): nanopolybrush.project.uoi.gr, polymers.gr



Apostolos Avgeropoulos



Ποσό Χρηματοδότησης: 200,000.00 €

Διάρκεια Χρηματοδότησης: 30 ΜΗΝΕΣ

Σύνοψη Ερευνητικού Έργου

Στόχος της συγκεκριμένης έρευνας είναι η σύνθεση νέων γραμμικών τρισυσταδικών τριπολυμερών χαμηλών μοριακών βαρών του τύπου A-b-B-b-C και B-b-A-b-C, για εφαρμογές στη νανοτεχνολογία. Α θα είναι η συστάδα του πολυ(βουταδιενίου) (PB), Β θα είναι η συστάδα του πολυστυρενίου (PS) και C η συστάδα της πολυ(διμέθυλοσιλοξάνης) (PDMS).

Στα δείγματα που προτείνονται ο κλάδος PB θα εμφανίζει είτε υψηλή μικροδομή -1,4 (~92%) και θα συμβολίζεται ως PB_{1,4} είτε υψηλή μικροδομή -1,2 (~100%) και θα συμβολίζεται ως PB_{1,2}. Επομένως προκύπτουν τέσσερις (4) διαφορετικοί τύποι δειγμάτων και συγκεκριμένα: PB_{1,4}-b-PS-b-PDMS, PB_{1,2}-b-PS-b-PDMS, PS-b-PB_{1,4}-b-PDMS και PS-b-PB_{1,2}-b-PDMS λαμβάνοντας υπόψη τις απαιτήσεις στις εφαρμογές της νανοτεχνολογίας σήμερα για χαμηλές διαστάσεις (sub-10nm) προτείνονται αρκετά χαμηλά μοριακά βάρη.

Η επιλογή του συγκεκριμένου συστήματος έγκειται στα ήδη μελετημένα δισυσταδικά συμπολυμερή του τύπου PS-b-PDMS, τα οποία εμφανίζουν ισχυρό μικροφασικό διαχωρισμό, καθώς υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της οργάνωσης και του πάχους των λεπτών υμενίων τους σε διάφορες επιφάνειες εξαιτίας της υψηλής παραμέτρου αλληλεπίδρασης Flory-Huggins, χ . Η προσθήκη της συστάδας του PB έχει ως στόχο την αποφυγή χρήσης ομοπολυμερών PS-OH ή PDMS-OH ως πολυμερικές βούρτσες που αναφέρονται στην βιβλιογραφία για την προσκόλληση/προσρόφηση των λεπτών υμενίων δισυσταδικών συμπολυμερών πάνω σε κατάλληλες επιφάνειες (συνήθως πυριτίου).

Να σημειωθεί ότι για τις τέσσερις αλληλουχίες των δειγμάτων που προτείνονται δεν έχει αναφερθεί στην βιβλιογραφία η σύνθεση και ο χαρακτηρισμός τους σε στερεά κατάσταση τήγματος ή/και λεπτών υμενίων.

Ακόμα και ο μικροφασικός διαχωρισμός των τριών συστάδων σε κατάσταση τήγματος αποτελεί σημαντική συνεισφορά στην μελέτη της σχέσης δομής/ιδιοτήτων αφού τα μοριακά χαρακτηριστικά είναι ιδιαίτερα χαμηλά και πιθανόν να προσεγγίζεται η κατάσταση μετάπτωσης από την αταξία στην τάξη εάν μελετηθούν πριν την ανόπτυση (θερμική ή μέσω ατμών διαλύτη) και κατόπιν ανόπτυσης.

Επίσης, δεν έχει αναφερθεί στην βιβλιογραφία η μελέτη τρισυσταδικών τριπολυμερών σε νανολιθογραφικές τεχνικές για εφαρμογή στην νανοτεχνολογία.

Επομένως, η προτεινόμενη έρευνα κρίνεται απόλυτα πρωτότυπη και καινοτόμος.

Πρωτοτυπία του Ερευνητικού Έργου

- ✓ Στην προτεινόμενη πρωτότυπη ερευνητική δραστηριότητα αναφέρεται για πρώτη φορά η σύνθεση συγκεκριμένων γραμμικών τρισυσταδικών τριπολυμερών όπου η συστάδα του πολυ(βουταδιενίου) θα υποστεί χημική τροποποίηση ώστε να προκύψουν δραστικές -OH ομάδες και να προσκολληθούν σε διάφορα στερεά υποστρώματα. Πιο συγκεκριμένα η συστάδα προς τροποποίηση εμφανίζει χαμηλό μοριακό βάρος ώστε να αυξηθεί η ικανότητα πρόσδεσης στην εκάστοτε επιφάνεια και να μην προκύψει πρόβλημα ανάμιξης στην αυτό-οργάνωση του υπολειπόμενου δισυσταδικού συμπολυμερούς, που αναμένεται να διαχωριστεί μικροφασικά.
- ✓ Αξιοσημείωτο είναι στην προτεινόμενη πρωτότυπη έρευνα πως η συστάδα που θα προσδεθεί στην επιφάνεια του υποστρώματος σχετίζεται με την εκλεκτική διαβροχή και την χημική συνάφεια για τις υπόλοιπες δύο συστάδες του τρισυσταδικού τριπολυμερούς.
- ✓ Στην παρούσα έρευνα προτιμήθηκε οι δύο ισχυρά μη αναμιγνυόμενες συστάδες (PS και PDMS) να εμφανίζουν παρόμοια μοριακά χαρακτηριστικά ώστε να υιοθετηθεί τόσο σε τήγμα όσο και στα λεπτά υμένια η φυλλοειδής μορφολογία.
- ✓ Στην βιβλιογραφία δεν εμφανίζονται ερευνητικά αποτελέσματα που να αναφέρονται σε λεπτά υμένια πιο πολύπλοκων συστημάτων που να φέρουν τρεις έναντι των δύο συστάδων (τρिसυσταδικά τριπολυμερή του τύπου A-b-B-b-C, όπου A, B και C είναι τρεις συστάδες διαφορετικής χημικής σύστασης) και να βελτιώνουν την οργάνωση ή/και τον προσανατολισμό των τελικών λεπτών υμενίων μειώνοντας σημαντικά το φαινόμενο διαμοριακής διάχυσης μεταξύ επιφάνειας και πολυμερικού υλικού .
- ✓ Η κύρια δραστηριότητα της πρότασης εστιάζεται στην έρευνα νέων τρισυσταδικών τριπολυμερών και τη μελέτη της συσχέτισης δομής/ιδιοτήτων τόσο σε τήγμα όσο και σε λεπτά υμένια για εφαρμογή σε νανολιθογραφικές τεχνικές και την νανοτεχνολογία γενικότερα

Αναμενόμενα Αποτελέσματα & Αντίκτυπος του Ερευνητικού Έργου

Η καινοτομία στην προτεινόμενη έρευνα έγκειται στην χρήση συστάδας Α που θα «θυσιάζεται» ώστε να βελτιώνεται η οργάνωση και ο προσανατολισμός στο τελικό λεπτό υμένιο. Προτείνεται να χρησιμοποιηθεί ως συστάδα Α το πολυ(βουταδιένιο) υψηλής μικροδομής -1,4 ή το πολυ(βουταδιένιο) υψηλής μικροδομής -1,2.

Η δυνατότητα μεταβολής της συστάδας του πολυ(βουταδιενίου) ή PB με συγκεκριμένες αντιδράσεις χημικής τροποποίησης σε άλλη που φέρει μεγάλο μέγεθος πλευρικές ομάδες ανά δομική μονάδα. Επομένως είναι δυνατή η σύνθεση τρισυσταδικών τριπολυμερών που να φέρουν δραστικές ομάδες σε μία τουλάχιστον από τις συστάδες ώστε η τροποποιημένη συστάδα να διαδραματίσει το ρόλο της πολυμερικής βούρτσας.

Στα προτεινόμενα συστήματα των τύπων $PB_{1,4}-b-PS-b-PDMS$, $PB_{1,2}-b-PS-b-PDMS$, $PS-b-PB_{1,4}-b-PDMS$ και $PS-b-PB_{1,2}-b-PDMS$ αντίστοιχα θα γίνει μελέτη της φυσικής προσρόφησης, στην εκάστοτε επιφάνεια, της μικρότερης συστάδας ($PB_{1,4}$ ή $PB_{1,2}$) και θα συγκριθούν τα αποτελέσματα με αυτά που θα προκύψουν κατόπιν χημικής τροποποίησης των βινυλικών δεσμών των δομικών μονάδων τύπου -1,2 σε -OH δραστικές ομάδες. Διαφορές ή/και ομοιότητες θα καταγραφούν.

Να τονιστεί και πάλι ότι τέτοιου είδους σύγκριση είναι νέα και καινοτομική αφού δεν αναφέρεται στην βιβλιογραφία και αποδίδεται πιθανότατα στην έλλειψη της δυνατότητας σύνθεσης πολυδιενίων ελεγχόμενης μικροδομής (είτε ~92% -1,4 και ~8% -1,2 είτε εξ'ολοκλήρου 100% -1,2).

Η δυνατότητα σύνθεσης PB με αποκλειστικά 100% μικροδομή -1,2 και χημική τροποποίηση της συστάδας δεν εμφανίζονται στην βιβλιογραφία.

Δεν αναφέρονται στην βιβλιογραφία μελέτες λεπτών υμενίων πιο πολύπλοκων συστημάτων που να φέρουν τρεις έναντι των δύο συστάδων.

Σκοπός είναι η βελτίωση της οργάνωσης ή/και του προσανατολισμού των τελικών λεπτών υμενίων μειώνοντας σημαντικά το φαινόμενο διαμοριακής διάχυσης μεταξύ επιφάνειας και πολυμερικού υλικού με αποτέλεσμα τον περιορισμό στο ελάχιστο των οποιωνδήποτε ατελειών και θα παρέχεται η δυνατότητα προσέγγισης χαμηλότερων διαστάσεων (sub-10nm).

Η Σημασία της Χρηματοδότησης

- ❑ Η προτεινόμενη έρευνα οδηγεί σε υψηλή καινοτομία αφού προκύπτουν νέα υλικά με εφαρμογή ως λεπτά υμένα συνδυάζοντας χημική εκλεκτικότητα, δραστικότητα, σε κλίμακα χαμηλών νανοδιαστάσεων (sub-10 nm) και θα αποτελέσουν πρωτότυπες ‘πολυμερικές βούρτσες’.
- ❑ Η ερευνητική δραστηριότητα είναι καινοτόμος αφού ανταποκρίνεται σε τρεις βασικές παραμέτρους:
 - ✓ Είναι έρευνα υψηλών προδιαγραφών και απαιτήσεων.
 - ✓ Οδηγεί στο σχεδιασμό, την ανάπτυξη και την παραγωγή τελικών προϊόντων με άμεση εφαρμογή και οικονομικό συμφέρον.
 - ✓ Θα έχει υψηλό αντίκτυπο στην κοινωνία.
- ❑ Στην ερευνητική ομάδα θα απασχοληθούν εκτός από τους έμπειρους ερευνητές (2 μέλη ΔΕΠ, 1 μέλος ΕΔΙΠ) και δύο ακόμα ερευνητές (1 Μεταδιδάκτορας και 1 Υποψήφιος Διδάκτορας), οπότε αποφεύγεται η διαρροή επιστημονικού δυναμικού στο εξωτερικό.
- ❑ Μέσω των συνεργασιών με τρία πολύ αξιόλογα Πανεπιστήμια του εξωτερικού, τα μέλη της ερευνητικής ομάδας θα είναι σε θέση να γνωρίσουν και άλλα εργαστηριακά περιβάλλοντα πολύ υψηλού επιπέδου.



ΕΛΙΔΕΚ.
Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας & Καινοτομίας

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ

Λ. Συγγρού 185 & Σάρδεων 2
ΤΚ. 17121, Νέα Σμύρνη, Ελλάδα
210 64 12 410, 420
communication@elidek.gr
www.elidek.gr