

Ανάπτυξη και αξιολόγηση αισθητήριων μικρο-μεμβρανών ζεόλιθου LTA μέσω λιθογραφίας ηλεκτρονικής δέσμης σε μαγνητοελαστικό υπόστρωμα.

Τσουκαλά Βασιλική^{1,2}, Κουζούδης Δημήτριος¹

¹ Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Χημικών Μηχανικών, ² Ίδρυμα Τεχνολογίας και Έρευνας, Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής

Περίληψη

Καθώς η τάση για ολοένα και μικρότερης κλίμακας συσκευές αφορά και στην τεχνολογία μεμβρανών ζεολίθων, ώστε να ενσωματωθούν σε εξελιγμένα μικροσυστήματα, η απαίτηση για υψηλή απόδοση των μεμβρανών με ελάχιστη ποσότητα δείγματος μπορεί να επιτευχθεί μέσω της Λιθογραφίας Ηλεκτρονικής Δέσμης (Electron Beam Lithography, EBL). Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου περιλαμβάνονται η ακρίβεια του χειρισμού στη νανο-κλίμακα, η απευθείας σχηματοποίηση σε υποστρώματα επικαλυμμένα με ρητίνη, η απεριόριστη ποικιλία των δομών καθώς και η δυνατότητα επιλογής ρητίνης αναλόγως με την εφαρμογή.

Μια από τις κυριότερες εφαρμογές των ζεόλιθων (πορώδεις αργιλοπυριτικοί κρύσταλλοι) είναι η χρήση τους ως μεμβράνες. Αυτό οφείλεται στην ικανότητα των ζεόλιθων να διαχωρίζουν μόρια ανάλογα το μέγεθος, το σχήμα ή την πολικότητά τους μέσω των μοριακών διαστάσεων πόρων τους. Σε συνδυασμό επίσης με την μεγάλη ειδική τους επιφάνεια και την εξαιρετική τους σταθερότητα (χημική, θερμική και μηχανική) μπορούν να αξιοποιηθούν και σε νέες προηγμένες εφαρμογές όπως σε αισθητήρες, μικρο-διαχωριστές, μικρο-αντιδραστήρες και σαν υλικά με χαμηλή διηλεκτρική σταθερά για συσκευές μικροηλεκτρονικής, ηλεκτρόδια και βιοϊατρικές εφαρμογές. Ο έλεγχος του μεγέθους και η προσαρμογή του σχήματος των μεμβρανών ζεολίθων στη μικρο-κλίμακα προσφέρει μεγάλα πλεονεκτήματα στην εξάλειψη των ατελειών (ρωγμών ή οπών), στην αποφυγή βαθμίδων θερμοκρασίας και επιπλέον μικρότερους χρόνους απόκρισης για χρήση σε αισθητήρες.

Οι μαγνητοελαστικοί αισθητήρες ανήκουν στην κατηγορία των αισθητήρων «χωρίς επαφή» στους οποίους χρησιμοποιείται συνήθως ένα μεταλλικό υαλώδες υλικό, το “Metglas”, κυρίως εξαιτίας της ιδιότητάς του να αλλάζει διαστάσεις όταν εκτίθεται σε χρονομεταβλητό μαγνητικό πεδίο (μαγνητοελαστικότητα). Η συνήθης διάταξη ενός τέτοιου αισθητήρα αποτελείται από μια λεπτή ταινία Metglas (30μm) καλυμμένη με κάποια χημικά ενεργή επίστρωση. Η ομάδα μας έχει πρωτοπορήσει στην κατασκευή αισθητήρων για αέρια (CO₂, CO, H₂O και VOCs) και για τάσεις, αξιοποιώντας διαφόρους τύπους ζεόλιθων σαν τη χημικά ενεργή επίστρωση.

Χρησιμοποιώντας μια νέα μεθοδολογία που περιλαμβάνει επικάλυψη του Metglas με φωτοευαίσθητη ρητίνη και στη συνέχεια σχηματοποίηση μικρο-μοτίβου μέσω λιθογραφίας ηλεκτρονικής δέσμης, κατέστη δυνατό να ελεγχθεί το σχήμα, το μέγεθος καθώς και η θέση ανάπτυξης των μικρο-μεμβρανών ζεόλιθου τύπου LTA στην επιφάνεια του Metglas. Στην παρούσα εργασία θα παρουσιαστούν οι κατάλληλες συνθήκες των επιμέρους σταδίων καθώς και η επίδρασή τους στην ακρίβεια της αναπαραγωγής του μοτίβου και στην ομοιομορφία, καθαρότητα και παρασκευή των μικρο-μεμβρανών LTA μέσω της υδροθερμικής σύνθεσης. Επίσης θα συγκριθεί η απόδοση του νέου αισθητήρα μικρο-μεμβρανών έναντι του συμβατικού αισθητήρα πλήρως επικαλυμμένου με ενιαία μεμβράνη ζεόλιθου LTA ως προς τον χρόνο απόκρισης και αποκατάστασης, τη διακριτική ικανότητα και την ευαισθησία.