

# Κατασκευή υπερυδρόφοβου, αντανακλαστικού γυαλιού με χρήση της τεχνολογίας πλάσματος

Γ. Μπουλούσης, Α. Τσερέπη και Ε. Γογγολίδης

Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, Ε.Κ.Ε.Φ.Ε. Δημόκριτος, Αγία Παρασκευή, Ελλάδα  
e-mail: evgog@inn.demokritos.gr

*Λέξεις κλειδιά: αυτοκαθαριζόμενο γυαλί, υπερυδροφοβικότητα, αντανάκλαση, εγχάραξη με πλάσμα.*

Τα τελευταία χρόνια έχει επιτευχθεί μεγάλη πρόοδος στον τομέα της νανοτεχνολογίας που οδηγεί σε καινοτόμα προϊόντα με νέες ιδιότητες λόγω της επεξεργασίας τους στην νανοκλίμακα. Μια εφαρμογή της νανοτεχνολογίας είναι οι αυτοκαθαριζόμενες επιφάνειες (self-cleaning surfaces). Το κυριότερο χαρακτηριστικό μιας αυτό-καθαριζόμενης επιφάνειας είναι η ικανότητά της να διώχνει τους ρύπους-ακαθαρσίες χωρίς χρήση κάποιου τεχνικού/χημικού μέσου, χωρίς ανθρώπινη επέμβαση δηλαδή, παρά μόνο με τα ήδη υπάρχοντα χαρακτηριστικά και υλικά του περιβάλλοντος της (π.χ. βροχή). Ο αυτοκαθαρισμός επιτυγχάνεται μετατρέποντας την επιφάνεια είτε σε υπερυδρόφοβη [1] είτε σε υπερυδρόφιλη προσθέτοντας επιπλέον ένα υμένιο με ιδιότητες φωτοκατάλυσης όπως το  $\text{TiO}_2$  [2].

Με την χρήση της τεχνολογίας πλάσματος έχει επιτευχθεί κατάλληλη διαμόρφωση πολυμερικών επιφανειών όπως PMMA (polymethylmethacrylate), PEEK (Polyether-ether-ketone), COC (Cyclic-olefin-copolymer) και PDMS (Polydimethyl-siloxane) με αποτέλεσμα οι επιφάνειες αυτές να είναι υπερυδρόφοβες αλλά παράλληλα και αντανακλαστικές. Μια τέτοια επιφάνεια, αποκτά ιεραρχική τραχύτητα και πολύπλοκη μορφολογία με υψηλό λόγο ασυμμετρίας μετά από λίγα λεπτά εγχάραξης με πλάσμα ενώ στη συνέχεια εναποτίθεται ένα λεπτό επίστρωμα από φθοράνθρακα ή ένα φθοριομένο μονόστρωμα για να γίνει η επιφάνεια υπερυδρόφοβη. Για μεγαλύτερους χρόνους εγχάραξης, οι επιφάνειες γίνονται γαλακτώδεις/μη διαφανής αλλά γίνονται υπερελαιόφοβες [3,4,5].

Στην εργασία αυτή, εναποθέτουμε ένα λεπτό υμένιο από PMMA πάνω σε μια επιφάνεια γυαλιού και στη συνέχεια την εγχάρασσουμε με πλάσμα  $\text{O}_2$ , δημιουργώντας στην επιφάνεια τραχύτητα με τυχαία χαρακτηριστικά. Στο τέλος εναποθέτουμε ένα μονόστρωμα από φθοροσιλάνιο και πιο συγκεκριμένα το pFOTS (perfluorooctyltrichlorosilane,  $\text{1H, 1H, 2H, 2H CF}_3(\text{CF}_2)_5\text{CH}_2\text{CH}_2\text{-SiCl}_3$ ) μέσω της αέριας φάσης για γίνει η επιφάνεια αυτή υπερυδρόφοβη. Αποτέλεσμα της παραπάνω μεθόδου είναι μια διαφανής επιφάνεια με μείωση της ανάκλασης κατά 30% ενώ η γωνία επαφής είναι πάνω από 150 μοίρες με υστέρηση μικρότερη των 5 μοιρών.

Άλλη μια προσέγγιση είναι η εκτράχυνση της επιφάνειας του ίδιου του γυαλιού χωρίς την χρήση ενδιάμεσης επίστρωσης [6,7]. Οπότε, εναλλακτικά μπορούμε να μεταφέρουμε την μορφολογία του PMMA απευθείας στο γυαλί μέσω εγχάραξης με πλάσμα, χρησιμοποιώντας το εκτραχυμένο υμένιο PMMA σαν μάσκα

εγκάραξης, και κατόπιν να εναποθέσουμε το υδρόφοβο μονόστρωμα. Θα περιγράψουμε και τις δυο προσεγγίσεις.

Η παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε στο πλαίσιο του έργου «ΥΔΙΣΕ-Προηγμένα Υλικά και Διατάξεις Συλλογή και Διαχείριση Ενέργειας» της Δράσης **ΚΡΗΠΙΣ**, της ΓΓΕΤ. Το έργο συγχρηματοδοτείται από την Ελλάδα και το Ευρωπαϊκό Ταμείο Περιφερειακής Ανάπτυξης της Ευρωπαϊκής Ένωσης στο Πλαίσιο του ΕΣΠΑ και του Π.Ε.Π. Αττικής

#### Βιβλιογραφία

- [1] P. Šiffalovič, M. Jergel, M. Benkovičová, A. Vojtko, V. Nádaždy, J. Ivančo, M. Bodík, M. Demydenko and E. Majková, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 125, (2014), 127–132
- [2] Q. Mu, Y. Li, H. Wang and Q. Zhang, *Journal of Colloid and Interface Science*, 365, (2012), 308–313
- [3] A. K. Gnanappa, D. Papageorgiou, E. Gogolides, A. Tserepi, A. Papathanasiou and A. Boudouvis, *Plasma Process. Polym.* 2012, 9 (3) , pp. 304-315.
- [4] E. Gogolides, M. Vlachopoulou, K. Tsougeni, N. Vourdas and A. Tserepi, *International Journal of Nanomanufacturing (IJNM)*, Vol. 6, No. 1/2/3/4, 2010.
- [5] D. Kontziampasis, G. Boulousis, A. Smyrnakis and E. Gogolides, *Microelectronic Engineering* 121 (2014) 33–38
- [6] K. Ogawa, M. Soga, Y. Takada and I. Nakayama, *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 32, (1993), pp. L614-L615
- [7] J. W. Leem, J. S. Yu, J. Heo, W.-K. Park, J.-H. Park, W. J. Cho and D. E. Kim, *Solar Energy Materials & Solar Cells*, 120, (2014), 555–560.