**ΠΟΛΥΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟΤΗΤΑ, ΗΛΕΚΤΡΟΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ & ΘΕΡΜΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΥΒΡΙΔΙΚΩΝ ΝΑΝΟΣΥΝΘΕΤΩΝ ΦΕΡΡΙΤΩΝ/ΤΙΤΑΝΙΚΟΥ ΒΑΡΙΟΥ/ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΗΣ ΡΗΤΙΝΗΣ**

**Α. Χ. Πατσίδης1,\*, Σ. Γιώτη1, Α. Σανίδα1, Γ. Μαθιουδάκης2, Θ. Σπηλιώτης3, Γ. Χ. Ψαρράς1**

1 Εργαστήριο Ευφυών Υλικών & Νανοδιηλεκτρικών, Τμήμα Επιστήμης των Υλικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 26504, Ελλάδα,

2 Ινστιτούτο Επιστημών Χημικής Μηχανικής (ICE-HT), Ίδρυμα Έρευνας & Τεχνολογίας-Ελλάς (ΙΤΕ), Σταδίου, Πλατάνι, Τ.Κ. 1414, GR-26504 Πάτρα, Ελλάδα,

3 Ινστιτούτο Νανοεπιστήμης και Νανοτεχνολογίας, ΕΚΕΦΕ «Δημόκριτος», Αγία Παρασκευή, Αθήνα 15310, Ελλάδα.

 *\** *patsidis@upatras.gr*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Ο αντίκτυπος των υλικών στις κοινωνίες και την καθημερινή ζωή είναι υψηλός σε όλη την ιστορία του ανθρώπινου πολιτισμού. Καθώς ο κόσμος κινείται από τα μονολιθικά υλικά προς την πολυλειτουργικότητα και τα ευφυή συστήματα, οι φερρίτες παίζουν σημαντικό ρόλο ως λειτουργικά συστατικά, στις διεργασίες αίσθησης, ενεργοποίησης και αποθήκευσης ενέργειας σε πρωτότυπες, σύνθετες, ευφυείς δομές [1-4]. Οι φερρίτες είναι σιδηρομαγνητικά υλικά που έχουν ως βασικό συστατικό το οξείδιο του σιδήρου μαζί με μεταλλικά οξείδια. Με βάση την κρυσταλλική τους δομή οι φερρίτες χωρίζονται κυρίως σε τρεις κατηγορίες, τους φερρίτες με δομή σπινελίου, με δομή γρανάτη και τους εξαφερρίτες. Οι εφαρμογές των φερριτών με δομή σπινελίου, με δομή γρανάτη και των εξαφερριτών διαφέρουν λόγω της κρυσταλλικής δομής τους και των διαφορετικών ιδιοτήτων που αυτή επιφέρει. Η αυξανόμενη ζήτηση για πολυλειτουργικά, σύνθετα υλικά οδήγησε στην ανάπτυξη και μελέτη υβριδικών νανοσυνθετων με ρυθμιζόμενες θερμομηχανικές, ηλεκτρικές και μαγνητικές ιδιότητες, κατάλληλα και για την αποθήκευση/ανάκτηση ενέργειας [3-6]. Ως μήτρα χρησιμοποιείται μια τυπική θερμοσκληρυνόμενη εποξειδική ρητίνη, λόγω της υψηλής αντοχής στη διάβρωση, της χαμηλής απορρόφησης υγρασίας, της θερμομηχανικής απόκρισης και σταθερότητας, της ευκολίας επεξεργασίας και της εμπορικής της διαθεσιμότητας με χαμηλό κόστος. Ως πρώτη ενισχυτική φάση χρησιμοποιούνται νανοσωματίδια διαφορετικού τύπου φερριτών (α) Μαγνητίτης (Fe3O4), Φερρίτης του Ψευδαργύρου (ZnFe2O4) και Φερρίτης του Στροντίου (SrFe12O19). Η δεύτερη ενισχυτική φάση που χρησιμοποιείται είναι τα μικροσωματίδια Τιτανικού Βαρίου (BaTiO3). Το BaTiO3 είναι ένα τυπικό σιδηροηλεκτρικό υλικό που υφίσταται μια δομική μετάβαση από την τετραγωνική πολική σιδηροηλεκτρική φάση στην κυβική μη πολική παραηλεκτρική φάση, σε μια κρίσιμη θερμοκρασία (TC), γνωστή ως θερμοκρασία Curie (~120 έως 130oC). Η αλλαγή φάσης από σιδηροηλεκτρική σε παραηλεκτρική είναι μια μετάβαση πρώτης τάξης που χαρακτηρίζεται από μια ασυνεχή αλλαγή της πόλωσης στην κρίσιμη θερμοκρασία [3-5]. Ο δομικός και μορφολογικός χαρακτηρισμός των υβριδικών νανοσύνθετων έγινε με τις τεχνικές περίθλασης ακτίνων Χ (XRD) και Ηλεκτρονικής Μικροσκοπίας Σάρωσης (SEM). Στα υπό μελέτη υβριδικά σύνθετα υλικά η περιεκτικότητα σε νανοσωματίδια φερριτών ποικίλλει μελετώντας την επίδραση της συγκέντρωσής τους στις επαγόμενες μαγνητικές ιδιότητες και τη συνέργεια με το τιτανικό βάριο σε διηλεκτρική απόκριση, αγωγιμότητα εναλλασσόμενου ρεύματος, αποθήκευση και ανάκτηση ηλεκτρικής ενέργειας, στατική και δυναμική μηχανική συμπεριφορά και θερμικές ιδιότητες.

**ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ:** Νανοδιηλεκτρικά, Μαγνητικά νανοσύνθετα, Αποθήκευση/ανάκτηση ενέργειας, Θερμομηχανικές ιδιότητες, Πολυλειτουργική συμπεριφορά.

Η ερευνητική εργασία υποστηρίχτηκε από το Ελληνικό Ίδρυμα Έρευνας και Καινοτομίας (ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ.) στο πλαίσιο της Δράσης «1η Προκήρυξη ερευνητικών έργων ΕΛ.ΙΔ.Ε.Κ. για την ενίσχυση των μελών ΔΕΠ και Ερευνητών/τριών και την προμήθεια ερευνητικού εξοπλισμού μεγάλης αξίας» (Αριθμός Έργου:2850).

**ΑΝΑΦΟΡΕΣ**

[1] Friedrich, K. (2015). Multifunctionality of Polymer Composites, K. Friedrich, U. Breuer eds. Elsevier.

[2] Song K., Guo J.Z., Liu C. (2018) Polymer-Based Multifunctional Nanocomposites and Their Applications, Elsevier.

[3] Patsidis A., Psarras G.C. (2008). *Express Polym. Lett*. 2:718-726.

[4] Patsidis A.C., Psarras G.C. (2013). *Smart Materials and Structures*, 22:115006.

[5] Manika G.C., Andrikopoulos K.S., Psarras G.C. (2020) *Molecules*, 25, 2686.

[6] Sanida A., Stavropoulos S.G., Speliotis Th., Psarras G.C. (2021) *Polymer*, 236, 124311.