



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Πτυχιακή εργασία

Μελέτη συστημάτων για σχηματισμό ζιρκονίας (ZrO_2)

Αντρέας Στυλιανού

Λεμεσός, Μάϊος 2025

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ Μηχανικής και Τεχνολογίας

ΤΜΗΜΑ Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης & Μηχανικής Υλικών

Πτυχιακή εργασία

Μελέτη συστημάτων για σχηματισμό ζιρκονίας (ZrO_2)

του

Αντρέα Στυλιανού

Επιβλέπουσα Καθηγήτρια

Δρ. Μελίτα Μενελάου

Λεμεσός, Μάιος 2025

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Αντρέας Στυλιανού, 2025

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης & Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια μου, Δρ Μελίτα Μενελάου, για την πολύτιμη καθοδήγηση, τη διαρκή υποστήριξη, το ενδιαφέρον της για την πρόοδο μου καθώς και για τον χρόνο που αφιέρωσε καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής μου εργασίας. Η συμβολή της υπήρξε καταλυτική, τόσο σε επιστημονικό όσο και σε ανθρώπινο επίπεδο. Επίσης ευχαριστώ, τον Δρ Κωνσταντίνο Καπνίση (Τμήμα MEM) για τον χρόνο που αφιέρωσε και την τεχνική υποστήριξη για μετρήσεις με την τεχνική SEM, την Dr Martina Vrankic (Ruđer Bošković Institute, Croatia) για τις μετρήσεις στο XRD, την υποψήφια διδακτορική φοιτήτρια του τμήματος ΧΗΜ Ειρήνη Κωνσταντίνου για την υποστήριξη στις μετρήσεις φασματοσκοπίας υπερύθρου, και τον Τεχνικό Πειραματικών Εργαστηρίων Κωνσταντίνο Κοσμά για την εξοικείωση στη χρήση φούρνων σε υψηλές θερμοκρασίες. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον συμφοιτητή μου Κωνσταντίνο Σωκράτους και τη συμφοιτήτρια μου Μαρία Τσίγκη, για την συνεργασία και αλληλοβοήθεια μέσα στο χώρο του Εργαστηρίου Ανόργανων Υλικών στο Τμήμα MEM.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία στοχεύει στην σύνθεση κεραμικών του τύπου ζirkονία (ZrO_2), χρησιμοποιώντας τεχνικές υγρής χημείας όπως η υδροθερμική μέθοδος. Ως πρόδρομη ένωση χρησιμοποιήθηκε το $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$, ενώ σε κάθε σύνθεση προστέθηκαν διαφορετικές οργανικές ενώσεις που έδρασαν ως επιφανειοδραστικά με διαφορετικά φορτία. Συγκεκριμένα στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν και μελετήθηκαν το κατιονικό επιφανειοδραστικό $C_{16}TAB - CTAB$ (θετικά φορτισμένη οργανική ένωση), το ανιονικό επιφανειοδραστικό SDS (αρνητικά φορτισμένη οργανική ένωση) και το μη ιονικό επιφανειοδραστικό $PEG-4000$ (ουδέτερη πολυμερική ένωση). Η παρασκευή πραγματοποιήθηκε με διάλυση των πρώτων υλών σε υπερκάθαρο νερό, ανάδευση με μαγνητικό αναδευτήρα, ρύθμιση του pH με την προσθήκη διαλύματος υδροξειδίου του νατρίου ($NaOH$) ή υδατικού διαλύματος αμμωνίας (NH_4OH), και υδροθερμική επεξεργασία σε αντιδραστήρα τεφλόν ($PTFE$) στους $100^\circ C$ για τέσσερις ημέρες. Το τελικό προϊόν διηθήθηκε μέσω χάρτινου φίλτρου, ξηράθηκε στους $100^\circ C$ και υποβλήθηκε σε θερμική κατεργασία στους $600^\circ C$ για την κρυσταλλική σταθεροποίηση του εκάστοτε υλικού. Τα επιφανειοδραστικά ($CTAB$, SDS και $PEG-4000$) χαρακτηρίστηκαν με φασματοσκοπία υπέρυθρου ($FT-IR$ spectroscopy) για την ανίχνευση λειτουργικών ομάδων, ενώ όλα τα δείγματα που σχηματίστηκαν χαρακτηρίστηκαν με περίθλαση ακτίνων-X (XRD) (δείγμα σκόνης) για τον προσδιορισμό της κρυσταλλικής δομής, καθώς και με μικροσκοπία SEM για τη μελέτη της μορφολογίας και την ανίχνευση των στοιχείων.

Λέξεις κλειδιά: ζirkονία, υδροθερμική σύνθεση, εξίσωση Scherrer, XRD

ABSTRACT

This study focuses on the synthesis of zirconia (ZrO_2)-based ceramics through liquid-phase chemistry methods, particularly utilizing the hydrothermal approach. $ZrOCl_2 \cdot 8H_2O$ was used as the precursor compound, and various organic surfactants with differing chemical affinity were incorporated into each synthetic approach. Specifically, a cationic surfactant (CTAB, with a positive charge), an anionic surfactant (SDS, with a negative charge), and a non-ionic surfactant (PEG-4000, a neutral polymer) were employed. The process included dissolving the initial materials in ultrapure water, mixing them with a magnetic stirrer, regulating the pH by incorporating sodium hydroxide (NaOH) or ammonia hydroxide (NH_4OH), and then conducting a hydrothermal treatment in a Teflon-lined reactor at 100 °C for four days. The final product was passed through paper for filtration, dried at 100 °C, and thermally processed at 600 °C to achieve stabilization. The surfactants (CTAB, SDS, and PEG-4000) were examined using Fourier-Transform Infrared spectroscopy (FT-IR) to identify the functional groups. All synthesized samples were characterized through X-ray diffraction (XRD) to ascertain the crystalline phases and structure. Furthermore, Scanning Electron Microscopy (SEM) along with EDS analysis was employed to examine the morphology and elemental composition of the isolated materials.

Keywords: zirconia, hydrothermal synthesis, Scherrer equation, XRD