

Ετήσια έκθεση προόδου μεταδιδακτορικής έρευνας

Διονύσιος Λιναρδάτος, Μάιος 2025

Τίτλος: Optimization of the resin method for thin scintillating screens deposition. Application in CMOS imaging systems for medical X-ray applications.

Αρ. Απόφασης: 13 / 23-5-2023

Επιβλέπων Καθηγητής: Χρήστος Μιχαήλ

Γλώσσα συγγραφής: Αγγλικά

Αρχικοί ερευνητικοί στόχοι

Στο πλαίσιο της Διδακτορικής διατριβής που προηγήθηκε, αναπτύχθηκε μια καινοτόμος μέθοδος παρασκευής οθονών σπινθηριστών ενθυλακωμένων σε εποξική ρητίνη και ενσωμάτωση τους σε ανιχνευτικό σύστημα CMOS ακτίνων Χ. Οι φθορίζουσες οθόνες παρασκευάστηκαν με τη χρήση του σπινθηριστή $Gd_2O_2S:Tb$, που είναι ευρέως διαδεδομένος στην ιατρική απεικόνιση. Στην παρούσα μεταδιδακτορική έρευνα και μέσω της εφαρμογής και άλλων φωσφόρων που έχουν τα επιθυμητά χαρακτηριστικά για ιατρικές εφαρμογές [1], [2], επιδιώκονται οι παρακάτω στόχοι.

- Εξετάζεται η δυνατότητα μείωσης της διάρκειας της διαδικασίας. Με την αρχική τεχνική, για κάθε κομμάτι ή παρτίδα οθονών χρειάζονται τουλάχιστον τρεις ημέρες αναμονής επιπρόσθετα της πραγματικής διεργασίας που μπορεί να απαιτήσει έως και 2 ώρες.
- Προσπάθεια βελτίωσης της ομοιομορφίας του στρώματος φωσφόρου, ιδιαίτερα κοντά στα περιθώρια του δοκιμίου. Επίσης, προσπάθεια βελτίωσης της επαναληψιμότητας των οθονών όσον αφορά την ομοιογένεια της κεντρικής τους περιοχής.
- Θα γίνει προσπάθεια για παρασκευή οθονών μεγαλύτερου μεγέθους, υπό την προϋπόθεση ότι θα υπάρχει διαθέσιμος αντίστοιχος οπτικός αισθητήρας. Θα πρέπει να διερευνηθεί η βέλτιστη αναλογία υλικών, καθώς και οι παράμετροι επεξεργασίας.

Επιπλέον μπορούν να διερευνηθούν περαιτέρω ενδιαφέρουσες εφαρμογές, όπως:

- Ορισμένοι σπινθηριστές είναι επιρρεπείς σε αλλοίωση κατά την έκθεσή τους στην υγρασία (NaI , $CeBr_3$, $LaBr_3$, $LaCl_3$, CsF). Η ιδιότητα τους αυτή θέτει περιορισμούς, καθώς πρέπει να περικλείονται σε αεροστεγές θύλακα [3], [4]. Η ρητίνη μπορεί να παίξει και αυτόν τον ρόλο. Αν το πρωτόκολλο προσαρμοστεί έτσι ώστε η υγροσκοπική σκόνη να μην εκτίθεται σε υγρασία κατά τη διάρκεια της παρασκευής, η τελική οθόνη θα λειτουργεί προστατευτικά για τον φώσφορο.
- Προς αυτή την κατεύθυνση, θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν διάφορα υλικά με μεγέθη κόκκων στη μικρο- έως νανο- κλίμακα, όπως για παράδειγμα το $Lu_2O_3:Eu$ [5], [6]. Η επίδραση του μεγέθους κόκκου στο μίγμα της ρητίνης και στην επιτεύξιμη ομοιογένεια της οθόνης πρέπει να διερευνηθεί σε βάθος. Λεπτοί κόκκοι ή νανοϋλικά μπορεί να εμφανίσουν

Ψηφιακή Βεβαίωση Εγγράφου



Μπορείτε να ελέγξετε την ισχύ του εγγράφου
σκανάροντας το QR code ή εισάγοντας τον κωδικό
στο docs.gov.gr/validate

Κωδικός εγγράφου: Ja2Q2RAq6Ho-FpU8F75MMg

Σελίδα: 1/3

συσσωματώματα, κάτι που μπορεί να εμποδίσει την ομοιόμορφη διασπορά τους στο μείγμα και σε όλη την επιφάνεια της οθόνης.

- Αντίστοιχα, θα μπορούσε να εξεταστεί η χρήση νανοσωματιδίων άνθρακα. Θα ήταν ενδιαφέρον να διερευνηθεί η κατανομή τους στην επιφάνεια της οθόνης, καθώς και στη διατομή του πλακιδίου σε σχέση με το στρώμα φωσφόρου.
- Ένα μέσο για τη βελτίωση της χωρικής απόκρισης είναι η αύξηση του packing density του φωσφόρου [7]. Επί του παρόντος, η νέα μέθοδος επιτυγχάνει παρόμοιο packing density με εκείνο εμπορικών οθονών. Η βελτιστοποίηση των παραμέτρων φυγοκέντρησης ή/και των υλικών μπορεί να οδηγήσει στην αύξηση του.

Σύνοψη πεπραγμένων του παρελθόντος έτους

- Κατοχύρωση Διπλώματος Ευρεσιτεχνίας στον Οργανισμό Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (ΟΒΙ), με τίτλο «Μέθοδος παρασκευής οθονών σπινθηριστών με επίστρωση γραφίτη ενθυλακωμένη σε εποξική ρητίνη» και αριθμό 1010877 [8].
- Κατάθεση αίτησης για διεθνές Δίπλωμα Ευρεσιτεχνίας με τίτλο Fabrication Method For Scintillating Screens With Graphite Layer Encapsulated In Epoxy Resin, που βασίζεται στην εθνική ευρεσιτεχνία. Υπεβλήθη στο WIPO (Διεθνές Γραφείο Διανοητικής Ιδιοκτησίας) στις 14/08/2024 από το Γραφείο Μεταφοράς Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής με αριθμό PCT/IB2024/057884.
- Βελτίωση της διαδικασίας παρασκευής των φθορίζοντων διαφραγμάτων ρητίνης (παραμέτροι φυγοκέντρησης, ποσότητα γραφίτη). Κατασκευή πρότυπων οθονών $Gd_2O_2S:Tb$ διαφόρων επιφανειακών πυκνοτήτων. Βελτιστοποίηση του τρόπου σύζευξης με τον αισθητήρα CMOS RadEye HR [9].
- Αναφορικά με τη βελτιωμένη ομοιογένεια των οθονών, γίνονται δοκιμές με τροποποιημένα καλούπια σιλικόνης (εντός πλαισίου από τρισδιάστατο εκτυπωτή) και διαφορετικό τρόπο ανάμιξης.
- Διερεύνηση χαρακτηριστικών οπτικής απόδοσης και ποιότητας εικόνας για τον συνδυασμό του ανιχνευτή CMOS RadEye HR με την φθορίζουσα οθόνη $Gd_2O_2S:Tb$, κατά το πρότυπο 62220-1-1:2015.

Δημοσιεύσεις

- D. Linardatos et al., "Influence of temperature (26 to 155 °C range) on the luminescence efficiency of cerium bromide scintillator," Science Talks, vol. 9, p. 100297, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.sctalk.2024.100297.
- D. Linardatos, G. Fountos, I. Valais, and C. Michail, "A Novel Method for Developing Thin Resin Scintillator Screens and Application in an X-ray CMOS Imaging Sensor," Sensors, vol. 23, no. 14, p. 6588, Jul. 2023, doi: 10.3390/s23146588.

Αναφορές

- [1] D. Linardatos et al., "Influence of temperature (26 to 155 °C range) on the luminescence efficiency of cerium bromide scintillator," *Sci. Talks*, vol. 9, p. 100297, Mar. 2024, doi: 10.1016/j.sctalk.2024.100297.
- [2] D. Linardatos et al., "Light output dependence of $CeBr_3$ hygroscopic scintillator upon temperature," *Procedia Struct. Integr.*, vol. 47, pp. 80–86, 2023, doi: 10.1016/j.prostr.2023.06.043.

Ψηφιακή Βεβαίωση Εγγράφου

Μπορείτε να ελέγξετε την ισχύ του εγγράφου
σκανάροντας το QR code ή εισάγοντας τον κωδικό
στο docs.gov.gr/validate



- [3] D. Linardatos *et al.*, "Light output dependence of CeBr₃ hygroscopic scintillator upon temperature," presented at the 27th International Conference on Fracture and Structural Integrity, Rome, Italy, Feb. 22, 2023.
- [4] D. Linardatos, N. Kalyvas, I. Valais, G. Fountos, I. Kandarakis, and C. Michail, "Cerium Bromide X-ray Scintillation Properties," in *Physica Medica*, Athens, Greece: Elsevier, Dec. 2022, p. S56. doi: 10.1016/S1120-1797(22)03176-3.
- [5] I. E. Seferis *et al.*, "Detective quantum efficiency (DQE) of high X-ray absorption Lu₂O₃:Eu thin screens: the role of shape and size of nano- and micro-grains," *Appl. Phys. A*, vol. 124, no. 9, p. 604, Sep. 2018, doi: 10.1007/s00339-018-2034-2.
- [6] P. Liaparinis, C. Michail, I. Valais, G. Fountos, A. Karabotsos, and I. Kandarakis, "Grain Size Distribution Analysis of Different Activator Doped Gd₂O₂S Powder Phosphors for Use in Medical Image Sensors," *Sensors*, vol. 22, no. 22, p. 8702, Nov. 2022, doi: 10.3390/s22228702.
- [7] P. Liaparinis, N. Kalyvas, E. Katsiotis, and I. Kandarakis, "Investigating the particle packing of powder phosphors for imaging instrumentation technology: an examination of Gd₂O₂S:Tb phosphor," *J. Instrum.*, vol. 11, no. 10, pp. P10001–P10001, Oct. 2016, doi: 10.1088/1748-0221/11/10/P10001.
- [8] C. Michail, D. Linardatos, I. Valais, and G. Fountos, "Μέθοδος Παρασκευής Οθονών Σπινθηριστών με Επίστρωση Γραφίτη Ενθυλακωμένη σε Εποξική Ρητίνη," Αρ. διπλ. ευρεσιτεχνίας OBI 1010877, Feb. 10, 2025.
- [9] D. Linardatos, G. Fountos, I. Valais, and C. Michail, "A Novel Method for Developing Thin Resin Scintillator Screens and Application in an X-ray CMOS Imaging Sensor," *Sensors*, vol. 23, no. 14, p. 6588, Jul. 2023, doi: 10.3390/s23146588.

Ψηφιακή Βεβαίωση Εγγράφου

Μπορείτε να ελέγξετε την ισχύ του εγγράφου
σκανάροντας το QR code ή εισάγοντας τον κωδικό
στο docs.gov.gr/validate



Κωδικός εγγράφου: Ja2Q2RAq6Ho-FpU8F75MMg

Σελίδα: 3/3

Υπογραφή:
ΔΙΟΝΥΣΙΟΣ ΛΙΝΑΡΔΑΤΟΣ
Πατρώνυμο: ΓΕΩΡΓΙΟΣ
ΑΦΜ: 102955085
Ημ. Υπογραφής: 26/05/2025 10:39:03