

Synteza i charakterystyka scyntylatorów kompozytowych stosowanych w pozytonowej tomografii emisyjnej

Synthesis and characterization of polystyrene scintillators and their application in positron emission tomography

Lukasz Kapłon

Streszczenie

Celem tej pracy było opracowanie scyntylatora polistyrenowego używanego w nowatorskim skanerze Jagiellońskiej Pozytonowej Emisyjnej Tomografii (J-PET) rozwijanym pod kątem obrazowania całego ciała. Aby osiągnąć ten cel, wyprodukowano i scharakteryzowano polimerowe scyntylatory oparte na polistyrenie z różnymi składami chemicznymi. Zmierzono spektroskopowe i optyczne właściwości tych polistyrenowych scyntylatorów. Struktura wyprodukowanych polimerowych scyntylatorów była zbadana z użyciem dwóch metod: proszkowej rentgenografii strukturalnej (PXRD) i skaningowej kalorymetrii różnicowej (DSC). Przeprowadzono optymalizację warunków polimeryzacji styrenu do produkcji detektorów promieniowania gamma. Jako rezultat pracy przedstawionej w tej rozprawie doktorskiej zostały ustalone cykle czas-temperatura: (i) dla polimeryzacji w małych cylindrach jak również (ii) dla polimeryzacji w szklanych formach pozwalających wyprodukować paski polimerowych scyntylatorów o dużych rozmiarach. Ta rozprawa doktorska zawiera także nową metodę opracowaną dla szybkiej kontroli jakości pasków polimerowych scyntylatorów. Opracowana metoda została pomyślnie zastosowana podczas budowy prototypu tomografu J-PET.

W celu opracowania najlepszej kompozycji dokonano pomiarów wydajności świetlnej, czasu zaniku sygnału, widma emisji i technicznej długości wygaszania światła. Pośród scyntylatorów polistyrenowych zsyntezowanych w ramach tej pracy doktorskiej ustalono, że:

(i) polistyrenowy scyntylator o składzie chemicznym 2% BPBD pierwszego dodatku i 0.06% POPOP przesuwacza długości fali posiada najlepsze właściwości czasowe z czasem zaniku

sygnału 1.51 ± 0.02 ns, który jest porównywalny z czasami zaniku sygnału komercyjnych scyntylatorów np. dla BC-420 (1.5 ns), BC-404 (1.8 ns) i EJ-230 (1.5 ns) użytych w tomografii J-PET;

(ii) polistyrenowy scyntylator o składzie chemicznym 2% PPO pierwszego dodatku oraz 0.03% bis-MSB i 0.03% POPOP przesuwaczy długości fali cechuje się najlepszą wartością wydajności świetlnej ponad 11200 wyemitowanych fotonów światła na megaelektronowolt (MeV) energii zdeponowanej, wydajność ta jest porównywalna z wydajnością świetlną komercyjnego scyntylatora BC-420 o wartości 10240 fotonów na MeV.

Abstract

The aim of the thesis was to develop polystyrene scintillator for use in the novel time of flight Jagiellonian Positron Emission Tomography (J-PET) scanner being elaborated for the whole-body imaging. To achieve this goal, polystyrene based plastic scintillators with the different chemical compositions were produced and characterized. Spectroscopic and optical properties of these polystyrene scintillators were measured. Structure of manufactured plastic scintillators were studied using two methods: powder X-ray diffraction (PXRD) and differential scanning calorimetry (DSC).

Optimization of the conditions of styrene polymerization for the production of gamma radiation detectors was conducted. As a result of the work presented in this thesis the time-temperature cycles were established: (i) for polymerization in small cylinders as well as (ii) for polymerization in the glass mold allowing to manufacture long plastic scintillator strips. This thesis presents also a new method developed for the fast quality control of plastic scintillator strips. The method was successfully applied during J-PET prototype building. Light output, decay time, emission spectra and technical attenuation length were measured to develop best composition of polystyrene scintillator. Among the polystyrene scintillators synthesized in the framework of this thesis it was established that:

(i) polystyrene scintillator with 2% BPBD primary solute and 0.06% POPOP wavelength shifter possess the best timing properties with decay time of 1.51 ± 0.02 ns that is in the range of the decay time of the best commercial scintillators as e.g. BC-420 (1.5 ns), BC-404 (1.8 ns)

and EJ-230 (1.5 ns) used in the J-PET tomograph;

(ii) polystyrene scintillator with 2% PPO primary solute and 0.03% bis-MSB and 0.03% POPOP wavelength shifters is characterized by the best light output of over 11200 photons per megaelectronvolt (MeV) which is comparable with light output of BC-420 with value 10240 photons per MeV.

[Recenzja - Dr hab. A. Hanc-Kuczkowska](#)

[Recenzja - Dr hab. R. Zaleski](#)