

## STRESZCZENIE

Niniejsza rozprawa doktorska stanowi cykl artykułów naukowych, w których przedstawiono przegląd osiągnięć w opracowaniu kompozytowych materiałów luminescencyjnych na bazie cienkich warstw monokrystalicznych (z *ang.* SCF) i monokryształów (z *ang.* SC) granatów, otrzymanych metodą epitaksji z fazy ciekłej (z *ang.* LPE). Opracowane kompozytowe materiały mogą znaleźć zastosowanie jako detektory scyntylacyjne do monitorowania składu promieniowania mieszanych wiązek jonizacyjnych oraz jako ekrany scyntylacyjne w mikroobrazowaniu.

Główny temat badań związany jest z opracowaniem kompozytowych scyntylatorów oraz materiałów termoluminescencyjnych opartych na warstwach i kryształach związków granatu do jednoczesnej rejestracji różnego rodzaju promieniowania jonizującego w mieszanych wiązkiach jonizacyjnych cząstek i kwantów. Warstwy i podłoża kompozytowych scyntylatorów można z powodzeniem wytwarzać używając metody epitaksji z fazy ciekłej w oparciu o granat  $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$  (LuAG), domieszkowany jonami  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$  i  $\text{Sc}^{3+}$ , oraz bazując na domieszkowanych jonami  $\text{Ce}^{3+}$  mieszanych granatach  $\text{Gd}_{3-x}\text{A}_x\text{Al}_{5-y}\text{Ga}_y\text{O}_{12}$ , gdzie A = Lu lub Tb;  $x = 0-1$ ;  $y = 2-3$  z istotnie różną kinetyką zaniku scyntylacji.

Praca doktorska przedstawia także analizę wyników badań właściwości luminescencyjnych warstw, kryształów oraz struktur epitaksjalnych granatów, prowadzonych metodami spektroskopii optycznej takimi jak absorpcja, katodoluminescencja i fotoluminescencja. Przeprowadzone zostały również pomiary właściwości scyntylacyjnych i termoluminescencyjnych opracowanych materiałów przy wzbudzeniu cząstkami  $\alpha$  i  $\beta$  oraz kwantami  $\gamma$ .

Warstwy, kryształy i struktury epitaksjalne prostych i mieszanych granatów zostały zbadane i przeanalizowane pod kątem opracowania najbardziej wydajnych składów kompozytowych materiałów scyntylacyjnych i termoluminescencyjnych do zastosowań w detektorach do monitorowania mieszanych wiązek promieniowania jonizującego.

## ABSTRACT

The Ph.D. thesis is a review of scientific articles in which achievements in the development of composite luminescent materials based on the single crystalline films and single crystals of simple and mixed garnet compounds using the liquid-phase epitaxy (LPE) method are presented. Such composite materials can be applied as scintillating and thermoluminescent materials for radiation monitoring of the mixed ionization fluxes and screens in the microimaging technique.

The main topic of the research is connected with the development of multilayer composite scintillators and thermoluminescent materials based on SCFs and SCs of garnet compounds for simultaneous registration of different types of ionizing radiations in mixed ionization fluxes of particles and quanta. The film and crystal parts of composite scintillators can be fabricated from effective scintillation materials based on  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$  and  $\text{Sc}^{3+}$  doped  $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$  garnets as well as the  $\text{Ce}^{3+}$  doped  $\text{Gd}_{3-x}\text{A}_x\text{Al}_{5-y}\text{Ga}_y\text{O}_{12}$  mixed garnets, where  $\text{A} = \text{Lu}$  or  $\text{Tb}$ ;  $x=0-1$ ;  $y=2-3$  with significantly different scintillation decay kinetics.

The thesis presents also an analysis of the results of investigation of optical properties of films, crystals and epitaxial structures of garnets, using absorption, cathodoluminescence and photoluminescence. The scintillation and thermoluminescent properties of the developed materials under  $\alpha$ - and  $\beta$  particles and  $\gamma$  quanta excitations are studied as well.

The properties of films, crystals and epitaxial structures of simple and mixed garnets were measured and analyzed for the selection of the most efficient compositions of the composite scintillation and thermoluminescent materials for application in detectors for monitoring of the content of mixed fluxes of ionizing radiation.

## АННОТАЦИЯ

Кандидатская диссертация является серией научных статей, в которых представлен обзор достижений в разработке композиционных люминесцентных материалов на основе монокристаллических пленок (МКП) и монокристаллов (МК) простых и смешанных соединений гранатов, используя метод жидкофазной эпитаксии (LPE). Разработанные композиты могут найти применение в качестве сцинтилляционных и термолюминесцентных материалов для радиационного контроля смешанных ионизирующих потоков и в детекторах для микрообразования.

Главной темой исследования является разработка многослойных композиционных сцинтилляторов и термолюминесцентных материалов на основе МКП и МК соединений гранатов для одновременной регистрации разных типов ионизирующего излучения в смешанных потоках ионизирующих частиц и квантов. Пленки и кристаллические части композитных сцинтилляторов могут быть изготовлены из эффективных сцинтилляционных материалов на основе активированного ионами  $\text{Ce}^{3+}$ ,  $\text{Pr}^{3+}$  и  $\text{Sc}^{3+}$  граната  $\text{Lu}_3\text{Al}_5\text{O}_{12}$ , а также легированных ионами  $\text{Ce}^{3+}$  смешанных гранатов  $\text{Gd}_{3-x}\text{A}_x\text{Al}_{5-y}\text{Ga}_y\text{O}_{12}$ , где  $\text{A} = \text{Lu}$  или  $\text{Tb}$ ;  $x = 0-1$ ;  $y = 2-3$  с существенно различной сцинтилляционной кинетикой затухания.

В диссертации представлен анализ результатов измерений люминесцентных свойств пленок, кристаллов и эпитаксиальных структур гранатов с использованием методов оптической спектроскопии, таких как поглощение, катодолюминесценция и фотолюминесценция. Измерения сцинтилляционных и термолюминесцентных свойств разработанных материалов проводились при возбуждении  $\alpha$  и  $\beta$  частицами, а также  $\gamma$  квантами.

Свойства пленок, кристаллов и эпитаксиальных структур простых и смешанных гранатов были исследованы и проанализированы с целью разработки наиболее эффективного сочетания композиционных сцинтилляционных и термолюминесцентных материалов для использования в детекторах контроля смешанных потоков ионизирующего излучения.