



УКРАЇНА

(19) UA (11) 96025 (13) C2

(51) МПК

G01T 1/02 (2006.01)

C30B 29/24 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ТЕРМОЛЮМІНЕСЦЕНТНИЙ ДЕТЕКТОР

1

(21) а200911075

(22) 02.11.2009

(24) 26.09.2011

(31) Р 388778

(32) 11.08.2009

(33) PL

(46) 26.09.2011, Бюл.№ 18, 2011 р.

(72) ЖИДАЧЕВСЬКИЙ ЯРОСЛАВ АНТОНОВИЧ,  
СУХОЦЬКИЙ АНДЖЕЙ, PL, БЕРКОВСЬКИЙ МА-  
РЕК, PL(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ "ЛЬВІВСЬКА  
ПОЛІТЕХНІКА", ІНСТИТУТ ФІЗИКИ ПОЛЬСЬКОЇ  
АКАДЕМІЇ НАУК, PL

(56) UA 79947 C2, 10.08.2007

RU 2108598 C1, 10.04.1998

HU 201611 A, 28.11.1990

WO 02083814 A1, 24.10.2002

2

DE 3108164 A1, 25.02.1982

JP 61254689 A, 12.11.1986

SU 1403809 A1, 28.03.1995

(57) Термолюмінесцентний детектор, який містить основу та домішки, який відрізняється тим, що як основу містить складний оксид рідкісноземельного елемента та металу підгрупи алюмінію, а як домішки містить двовалентний марганець в кількості 0,001-1 ат. % відносно рідкісноземельного елемента та компенсаційну домішку із стабільною валентністю, не нижчою 4+, в кількості 0,001-1 ат. % відносно металу підгрупи алюмінію, при такому співвідношенні компонентів, мол. %:

оксид рідкісноземельного елемента	30-70
оксид металу підгрупи алюмінію	30-70
домішки	решта.

Винахід стосується термолюмінесцентного детектора, що може бути використаний в термолюмінесцентних дозиметричних (ТЛД) системах для реєстрації поглинутої дози іонізаційного випромінювання у широкому інтервалі, що включає область малих, середніх та високих доз опромінення. Такі детектори можуть застосовуватись у космосі, на ядерних об'єктах та місцях радіаційного забруднення, де рівень радіації суттєво перевищує рівні індивідуальної дозиметрії, а також для найрізноманітніших прикладних задач, таких як випробування матеріалів, стерилізація їжі тощо.

Відомий ряд термолюмінесцентних детекторів на основі різних хімічних сполук з різними домішками, зокрема LiF:Mg,Ti (TLD-100); CaF<sub>2</sub>:Dy (TLD-200); Li<sub>2</sub>B<sub>4</sub>O<sub>7</sub>:Mn (TLD-800); CaSO<sub>4</sub>:Dy (TLD-900); Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:C (TLD-500) та ін., що використовуються в ТЛД системах для індивідуального контролю та моніторингу навколишнього середовища, та описані в роботах: R. Chen, S.W.S. McKeever, Theory of thermoluminescence and related phenomena, World Scientific Publishing, Singapore, 1997; S.W.S. McKeever, Thermoluminescence of Solids, Cambridge University Press, Cambridge, 1985.

Однак вони є непридатними для реєстрації середніх та високих ( $\geq 10^2$  Гр) доз поглинутого опромінення.

Найбільш близьким до пропонованого є термолюмінесцентний детектор, що містить основу та домішки (Патент HU201611 (B), Method for making thermoluminescent radiation detector based on aluminium oxide, опубл. 28.11.1990 р.).

Згаданий вище детектор як основу містить оксид алюмінію, а як домішки містить магній та ітрій (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:Mg,Y). Цей детектор дає змогу реєструвати дози поглинутого опромінення до 10<sup>4</sup> Гр, що відповідає дозі його насичення. Однак, він має порівняно невисоку чутливість - близько 1 відносно стандартного LiF:Mg,Ti та спектральний діапазон оптичного випромінювання в УФ області (320 нм), що є незручним для його реєстрації.

В основу винаходу поставлено задачу створити термолюмінесцентний детектор, який характеризувався б високою чутливістю, оптичним випромінюванням у видимій області спектру та одночасно широким інтервалом реєстрації поглинутої дози опромінення.

Поставлена задача вирішується тим, що термолюмінесцентний детектор, який містить основу та домішки, згідно з винаходом, як основу містить складний оксид рідкісноземельного елемента та металу підгрупи алюмінію, а як домішки містить двовалентний марганець в кількості 0,001-1 ат. % відносно рідкісноземельного елемента та компен-

(13) C2

(11) 96025

(19) UA

саційну домішку із стабільною валентністю, не нижчою 4+, кількості 0,001-1 ат. % відносно металу підгрупи алюмінію, при такому співвідношенні компонентів, мол. %:

оксид рідкісноземельного елементу	30-70
оксид металу підгрупи алюмінію	30-70
домішки	решта.

Пропонований детектор являє собою складний оксид рідкісноземельного елементу та металу підгрупи алюмінію, легований іонами двовалентного марганцю. Останні, займаючи структурні позиції рідкісноземельного іона, виступають у процесі термолюмінесценції як активні центри (центри свічення). Центрами захоплення (пастками), що визначають структуру кривої термосвічення, є власні точкові дефекти структури цього складного оксиду. Для компенсації іонів марганцю в зарядовому стані 2+ необхідно є компенсаційна домішка із стабільною валентністю, не нижчою 4+. Іони цієї компенсаційної домішки із порівняно малим іонним радіусом займають структурні позиції іонів металу підгрупи алюмінію. Поєднання люмінесцентних властивостей іонів двовалентного марганцю із властивостями підсистеми точкових дефектів структури згаданого складного оксиду формує термолюмінесцентні властивості детектора та дозволяє отримати:

- високу чутливість до дії іонізаційного випромінювання (до 10 відносно стандартного LiF:Mg,Ti);
- широкий інтервал реєстрації поглинутої дози опромінення (від  $10^{-4}$  до  $10^4$  Гр);
- положення максимуму оптичного випромінювання у видимій області спектру, що дозволяє використовувати його у більшості стандартних ТЛД систем.

Згідно з винаходом, детектор як основу містить складний оксид рідкісноземельного елементу та металу підгрупи алюмінію, а як домішки містить двовалентний марганець ( $Mn^{2+}$ ) в кількості 0,001-1 ат. % відносно рідкісноземельного елементу та компенсаційну домішку із стабільною валентністю, не нижчою 4+, в кількості 0,001-1 ат. % відносно металу підгрупи алюмінію. При цьому співвідношення оксиду рідкісноземельного елементу та оксиду металу підгрупи алюмінію в основі становить від 30/70 до 70/30.

Детектор у вигляді монокристалу, полікристалу чи кераміки може бути синтезований одним із відомих методів отримання складних оксидів, наприклад, методом твердофазного синтезу із використанням як вихідної речовини суміші оксидів ітрію та алюмінію. При цьому введення домішок двовалентного марганцю та кремнію здійснюється шляхом додавання у відповідній кількості оксиду марганцю та оксиду кремнію до суміші оксидів ітрію та алюмінію.

У першому прикладі матеріалом детектора є монокристалічний ортоалюмінат ітрію ( $YAlO_3$ ) із перовськітоподібною структурою. Цей матеріал у вигляді монокристалу був отриманий методом Чохральського із попередньо синтезованої шихти, що містить оксид ітрію ( $Y_2O_3$ ) та оксид алюмінію ( $Al_2O_3$ ) у молярному співвідношенні 50/50, домішку двовалентного марганцю ( $Mn^{2+}$ ) в кількості 0,05 ат. % та компенсаційну домішку кремнію ( $Si^{4+}$ ) в кількості 0,2 ат. %. Крива термосвічення цього монокристалу після його опромінення гамма-квантами з джерела  $^{137}Cs$  (поглинута доза 100 мГр) представлена на Фіг. 1.

У другому прикладі матеріалом детектора є кераміка ортоалюмінату ітрію ( $YAlO_3$ ) отримана шляхом синтезу суміші оксиду ітрію ( $Y_2O_3$ ) в кількості 49,9 мол. %, оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) в кількості 49,8 мол. %, оксиду марганцю ( $MnO$ ) в кількості 0,1 мол. % та оксиду кремнію ( $SiO_2$ ) в кількості 0,2 мол. %. Крива термосвічення цього матеріалу після його опромінення гамма-квантами з джерела  $^{60}Co$  до поглинутої дози 1 кГр представлена на Фіг. 2.

У третьому прикладі матеріалом детектора є ітрій-алюмінієвий гранат ( $Y_3Al_5O_{12}$ ) отриманий шляхом синтезу суміші оксиду ітрію ( $Y_2O_3$ ) та оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) у співвідношенні 37,5/62,5 мол. %, що містить домішку двовалентного марганцю ( $Mn^{2+}$ ) в кількості 0,1 ат. % та компенсаційну домішку кремнію ( $Si^{4+}$ ) в кількості 0,2 ат. %.

У четвертому прикладі матеріалом детектора є сполука  $Y_4Al_2O_9$  із моноклінною структурою отримана шляхом синтезу суміші оксиду ітрію ( $Y_2O_3$ ) та оксиду алюмінію ( $Al_2O_3$ ) у співвідношенні 66,66/33,33 мол. %, що містить домішку двовалентного марганцю ( $Mn^{2+}$ ) в кількості 0,1 ат. % та компенсаційну домішку кремнію ( $Si^{4+}$ ) в кількості 0,2 ат. %.

