



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

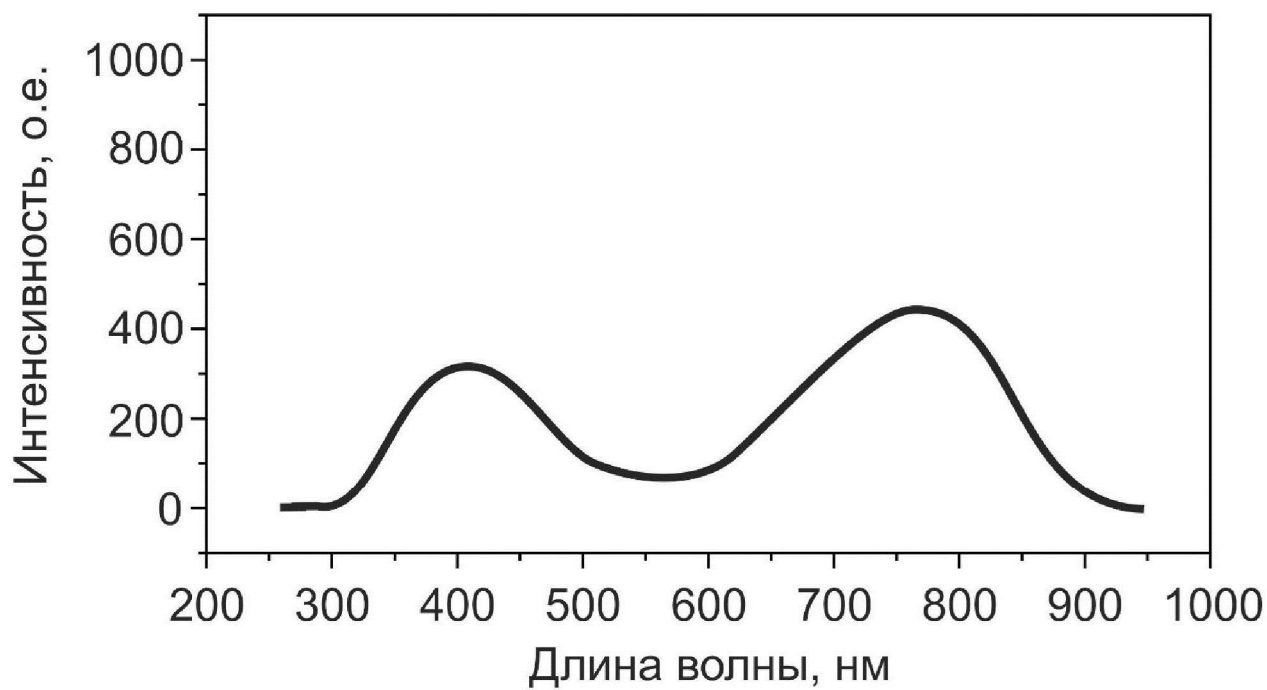
(52) СПК
G01T 1/2023 (2024.01)

(21)(22) Заявка: 2023132924, 13.12.2023
(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.12.2023
Дата регистрации:
03.06.2024
Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 13.12.2023
(45) Опубликовано: 03.06.2024 Бюл. № 16
Адрес для переписки:
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
Центр интеллектуальной собственности,
Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):
Жукова Лия Васильевна (RU),
Кондрашин Владислав Максимович (RU),
Южакова Анастасия Алексеевна (RU),
Львов Александр Евгеньевич (RU),
Корсаков Александр Сергеевич (RU),
Салимгареев Дмитрий Дарисович (RU)
(73) Патентообладатель(и):
Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)
(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2284044 C1, 20.09.2006. RU
2287620 C1, 20.11.2006. RU 2426694 C1,
20.08.2011. US 2018/0223186 A1, 09.08.2018. JP
2007093545 A, 12.04.2007.

(54) Кристаллический сцинтиллятор
(57) Реферат:
Изобретение относится к области
кристаллических неорганических сцинтилляторов
(КНС). Кристаллический сцинтиллятор,
включающий галогениды серебра и йодид
одновалентного таллия, изготовлен в виде
монокристалла на основе хлорида серебра,
дополнительно содержащего твердый раствор
бромид-йодида одновалентного таллия состава

$\text{TiBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ при следующем соотношении
ингредиентов в мас. %: хлорид серебра 75,0-80,0;
твердый раствор $\text{TiBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ 25,0-20,0.
Технический результат – расширение спектра
свечения в красную область и ближний ИК
диапазон, расширение рабочего температурного
диапазона сцинтиллятора. 1 ил.



Фиг. 1

FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY(12) **ABSTRACT OF INVENTION**(52) CPC
G01T 1/2023 (2024.01)(21)(22) Application: **2023132924, 13.12.2023**(24) Effective date for property rights:
13.12.2023Registration date:
03.06.2024

Priority:

(22) Date of filing: **13.12.2023**(45) Date of publication: **03.06.2024** Bull. № 16Mail address:
**620002, g. Ekaterinburg, ul. Mira, 19, UrFU, Tsentr
intellektualnoj sobstvennosti, Marks T.V.**

(72) Inventor(s):

**Zhukova Liia Vasilevna (RU),
Kondrashin Vladislav Maksimovich (RU),
Iuzhakova Anastasiia Alekseevna (RU),
Lvov Aleksandr Evgenevich (RU),
Korsakov Aleksandr Sergeevich (RU),
Salimgareev Dmitrii Darisovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal State Autonomous Educational
Institution of Higher Education Ural Federal
University named after the first President of
Russia B.N.Yeltsin (RU)**(54) **CRYSTALLINE SCINTILLATOR**

(57) Abstract:

FIELD: chemistry.

SUBSTANCE: invention relates to crystalline inorganic scintillators (CIS). Crystalline scintillator, including silver halides and monovalent thallium iodide, is made in the form of a monocrystal based on silver chloride, additionally containing a solid solution of monovalent thallium bromide iodide of composition

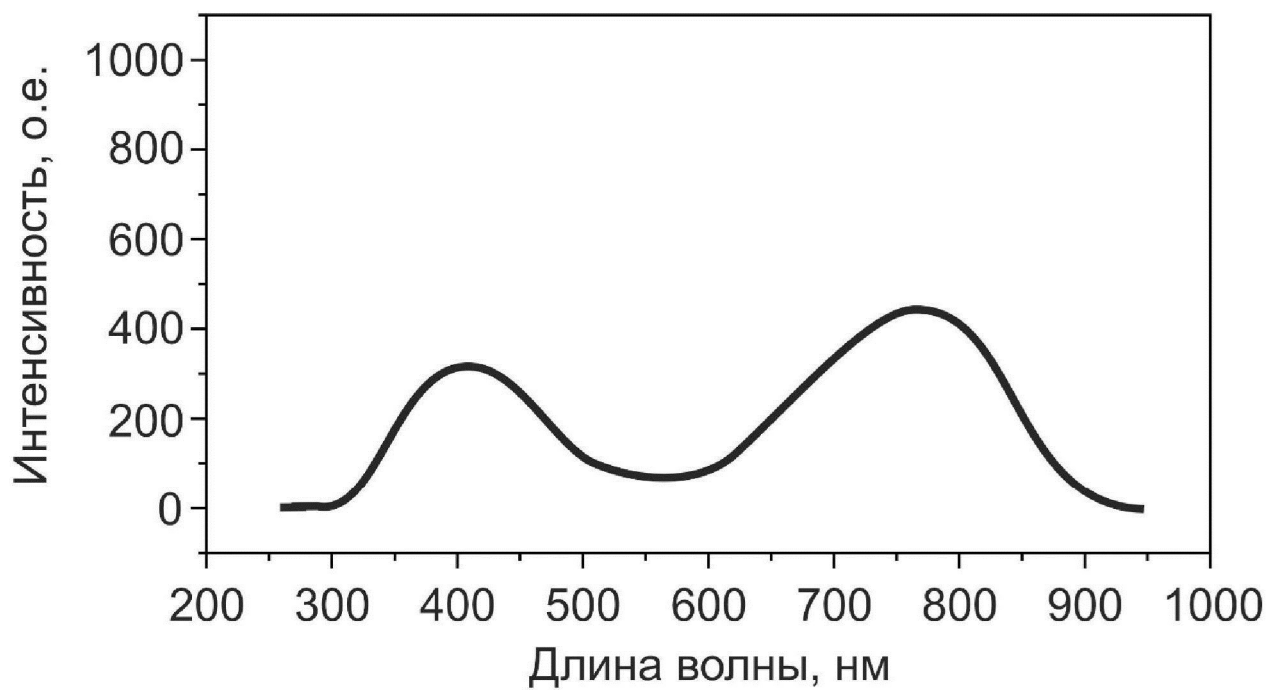
TlBr_{0.46}I_{0.54}, with the following ratio of ingredients in wt. %: silver chloride 75.0–80.0; solid solution of TlBr_{0.46}I_{0.54} 25.0–20.0.

EFFECT: wider emission spectrum in the red region and near-infrared range, wider operating temperature range of the scintillator.

1 cl, 1 dwg

RU 2 820 300 C1

RU 2 820 300 C1



Фиг. 1

Изобретение относится к новому классу кристаллических неорганических сцинтилляторов (КНС) на основе галогенидов серебра и галогенидов одновалентного таллия, конкретно к сцинтилляционным монокристаллам на основе новой фазовой диаграммы системы



Известны кристаллический сцинтиллятор ЛИЯ-1 [Патент РФ № 2065614 от 20.08.1996, Бюл. № 23] и кристаллический сцинтиллятор ЛИЯ-2 [Патент РФ № 2066464 от 10.09.1996, Бюл. № 25] на основе галогенидсеребряных монокристаллов, легированных йодидом одновалентного таллия. Но максимумы центров свечения сцинтилляторов расположены при 400 нм, то есть они не пригодны для работы с кремниевыми PIN-фотодиодами чувствительным к красному и инфракрасному излучениям.

Наиболее близким техническим решением является кристаллический сцинтиллятор ЛИЯ-3 [Патент РФ № 2284044 от 20.09.2006, Бюл. № 26]. Сцинтиллятор содержит галогениды серебра и галогениды таллия при следующем соотношении ингредиентов в мас. %: хлорид серебра 18,0-22,0; бромид серебра 74,5-73,0; йодид серебра 0,5-1,0; йодид одновалентного таллия 7,0-4,0. Плотность сцинтиллятора 6,6 г/см³; эффективный атомный номер $Z_{\text{эф}} = 45,7-45,75$; диапазон пропускания от 0,4 до 40,0 мкм; максимум спектра свечения ($\lambda_{\text{макс}}$) около 675 нм и оно сосредоточено в основном в красной и ближней инфракрасной (ИК) области от 590 до 765 нм (по полувысоте полосы свечения); длительность сцинтилляции около 40 нс. Чувствительность сцинтиллятора хорошо согласуется со спектральной чувствительностью кремниевых PIN-фотодиодов и обеспечивает хорошую нагрузочную способность.

Но существует техническая задача по разработке новых составов сцинтилляционных монокристаллов на основе галогенидов серебра и твердых растворов галогенидов одновалентного таллия, обеспечивающих наибольшее смещение максимума спектра свечения в красную область и ближний ИК диапазон, а также высокую нагрузочную способность детектора в 1,5-2 раза, чем в прототипе (ЛИЯ-3).

Техническая задача решена за счет того, что разработан:

Кристаллический сцинтиллятор, включающий галогениды серебра и йодид одновалентного таллия, отличающийся тем, что он изготовлен в виде монокристалла на основе хлорида серебра, дополнительно содержащего твердый раствор бромид-йодида одновалентного таллия состава $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ при следующем соотношении ингредиентов в мас. %:

хлорид серебра - 75,0-80,0;

твердый раствор $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ - 25,0-20,0.

Сущность изобретения состоит в том, что разработаны новые эффективные сцинтилляционные монокристаллы, обеспечивающие при длительности времени сцинтилляции около 20 нс высокую нагрузочную способность детектора. КНС получены на основе определённых химических составов гомогенной области изученной нами фазовой диаграммы системы

$\text{AgCl-TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ (см. формулу и примеры) и относятся к новому классу

кристаллических сцинтилляторов на основе галогенидов серебра и галогенидов одновалентного таллия. Они негигроскопичны, пластичны и высоко прозрачны для собственного свечения в спектральном диапазоне от 0,45 до 50,0 мкм без окон поглощения и обладают, по сравнению с прототипом, повышенной плотностью 6,8-

6,9 г/см³, эффективный атомный номер $Z_{эф} = 52,5-52,7$. Световойход в 9 раз больше, чем световойход сцинтиллятора на основе кристалла нитрида алюминия, легированного оксидом иттрия (AlNi:Y₂O₃). Рабочий температурный диапазон сцинтилляторов от -60

С° до +200 С°
 Таким образом, химические составы, а также оптические и сцинтилляционные параметра КНС обеспечивают наибольшее смещение спектра свечения сцинтиллятора в красную область и ближний ИК диапазон от 650 до 850 нм (по полувысоте полосы свечения) с максимумом спектра свечения 760 нм (фиг. 1).

Пример 1.

По специально разработанной технологии, выращен вертикальным методом Бриджмена сцинтилляционный монокристалл на основе хлорида серебра, дополнительно содержащий твердый раствор бромид-йодида одновалентного таллия при следующем соотношении ингредиентов в мас. %:

хлорид серебра - 75,0;
 твердый раствор TlBr_{0,46}I_{0,54} - 25,0.

Сцинтилляционный монокристалл выращивают из однофазной высокочистой шихты с чистотой по катионным примесям 0,1 ppm, синтезированную методом термозонной кристаллизации-синтеза (ТЗКС) [Патент РФ «Способ получения высокочистых веществ» № 2160795 от 07.07.1999], идентичного химического состава, что и монокристалл.

Оптические свойства сцинтилляционного монокристалла исследовались на поликристаллических пластинах, изготовленных по методу горячего прессования, толщиной до 2,0 мм с оптической поверхностью. Спектры пропускания КНС регистрировали на спектрометре UV-1800 (от 190 до 1100 нм) и на ИК Фурье спектрометре IR Prestige-21 Shimadzu (1,28 - 41,7 мкм), а также ИК Фурье спектрометре Vertex-80, Bruker с расширенным ИК диапазоном (от 14,7 до 60,6 мкм). Сцинтиллятор высокопрозрачен в диапазоне от 0,45 до 50,0 мкм без окон поглощения, что свидетельствует о высокой степени чистоты выращенного монокристалла.

Сцинтиллятор обладает эффективным атомным номером $Z_{эф} = 52,7$ и высокой плотностью равной 6,9 г/см³. Световойход сцинтилляции определяли на аттестованной установке согласно ГОСТам при альфа-возбуждении (плутоний-229). Он в 9 раз больше, чем световойход сцинтиллятора на основе кристалла нитрида алюминия, легированного оксидом иттрия (AlNi:Y₂O₃). Длительность сцинтилляционной вспышки около 20 нс.

Спектр рентгенолюминесценции определяли на установке АСНИ. Возбуждение от аппарата УРС-1, катод медный, напряжение 40 кВ, ток 10 мА. Спектр свечения монокристалла сосредоточен в основном в красной и ближней инфракрасной (ИК) области спектра от 650 до 850 нм (по полувысоте спектра свечения), максимум спектра свечения расположен при 760 нм, что согласуется со спектральной чувствительностью PIN-фотодиодов и обеспечивает хорошую загрузочную способность КНС (фиг. 1). Рабочий температурный диапазон сцинтиллятора от -60 С° до +200 С°.

Пример 2.

Эксперименты и исследования свойств проводили как в примере 1. Вырастили сцинтилляционный монокристалл с чистотой по катионным примесям 0,1 ppm на основе хлорида серебра, дополнительно содержащий твердый раствор бромид-йодида одновалентного таллия при следующем соотношении ингредиентов в мас. %:

хлорид серебра - 80,0;
 твердый раствор TlBr_{0,46}I_{0,54} - 20,0.

КНС имеет плотность $6,8 \text{ г/см}^3$ и эффективный атомный номер равный 52,5. Максимум спектра свечения сцинтиллятора расположен при 760 нм (по полувысоте полосы свечения). Граница ИК области излучения сцинтиллятора расположена при 0,95-1,0 мкм. Световыход сцинтиллятора ... Диапазон пропускания ...

Пример 3.

Вырастили высокочистый сцинтилляционный монокристалл при следующем соотношении ингредиентов в мас. %:

хлорид серебра - 78,0;

твердый раствор $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ - 22,0.

Эксперименты и исследования оптических и сцинтилляционных свойств проводили как в примере 1. Эффективный атомный номер $Z_{\text{эф}} = 52,6$; плотность составляет $6,75 \text{ г/см}^3$, диапазон пропускания КНС от 0,45 до 50,0 мкм без окон поглощения. Остальные параметры как в примере 1.

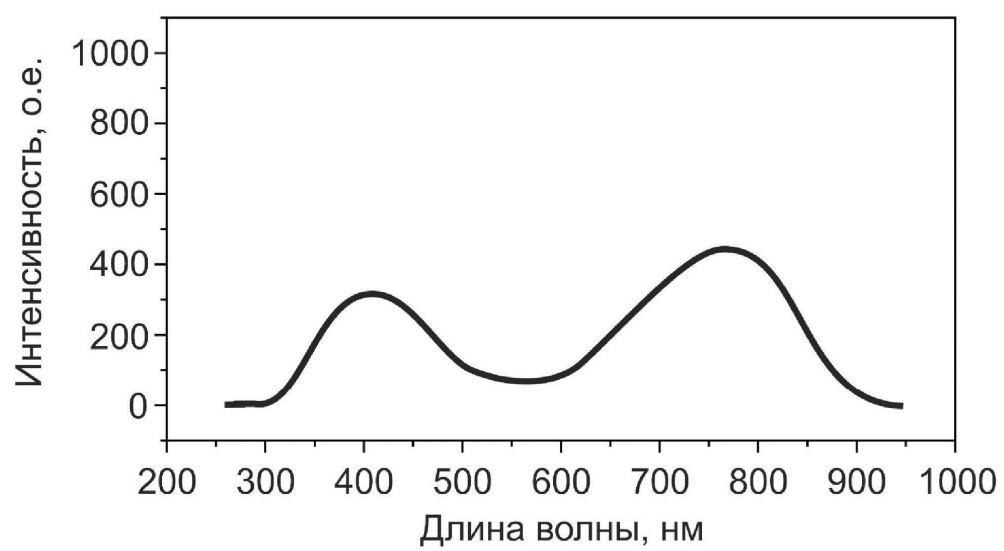
Технический результат

Разработаны эффективные сцинтилляторы с длительностью свечения около 20 нс, изготовленные в виде монокристаллов на основе новой системы $\text{AgCl-TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$, обладающие высокой плотностью от 6,8 до 6,9 г/см^3 и эффективным атомным номером $Z_{\text{эф}} = 52,5-52,7$. Максимум спектра свечения, расположенный при 760 нм по полувысоте полосы свечения от 650 до 850 нм, смещен в красную область и ближний ИК диапазон, который согласуется со спектральной чувствительностью PIN-фотодиодов, что обеспечивает высокую нагрузочную способность сцинтилляционных детекторов. Кроме того, КНС предназначены для визуализации излучений в системах радиационного мониторинга, таможенного контроля, а также являются перспективны для изготовления методом экструзии гибких и прочных на разрыв сцинтилляционных световодов.

(57) Формула изобретения

Кристаллический сцинтиллятор, включающий галогениды серебра и йодид одновалентного таллия, отличающийся тем, что он изготовлен в виде монокристалла на основе хлорида серебра, дополнительно содержащего твердый раствор бромид-йодида одновалентного таллия состава $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$ при следующем соотношении ингредиентов в мас. %:

хлорид серебра	75,0-80,0
твердый раствор $\text{TlBr}_{0,46}\text{I}_{0,54}$	25,0-20,0



Фиг. 1