



СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(19) SU (11) 1402108 A1

(51)5 G 01 T 1/202

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ И АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(46) 15.03.93. Бюл. № 10

(21) 4051745/25

(22) 08.04.86

(72) А.В. Долгополова, А.М. Кудин  
и А.Н. Панова

(56) Авторское свидетельство СССР  
№ 415916, кл. В 01 J 17/06, 1972.

Авторское свидетельство СССР  
№ 862700, кл. G 01 T 1/20, 1980.

(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ГОДНОСТИ  
СЦИНТИЛЛЯЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ  
КРИСТАЛЛОВ

(57) Изобретение относится к регист-  
рации ионизирующего излучения и может  
быть использовано в аэрокосмическом  
и радиационном приборостроении, а  
также в геологии и ядерной физике.  
Цель изобретения - исключение непро-  
изводительных затрат на изготовление

детекторов и обеспечение промышленно-  
сти безотходным производством получения  
сцинтилляционных детекторов. Способ  
определения годности сцинтилляционно-  
го материала на основе кристаллов йод-  
дистого натрия, активированного тал-  
лием с введенными йодат-ионами для  
получения радиационнопрочных детекто-  
ров, работоспособных в широкой обла-  
сти температур, состоит в том, что в  
отобранных пробах определяют содержа-  
ние таллия и йодат-ионов и по предва-  
рительно построенной зависимости ин-  
тенсивности пиков термостимулирован-  
ной люминесценции от содержания тал-  
лия и йодат-ионов судят о степени  
пригодности материала в качестве ис-  
ходного для получения определенной  
типа детекторов. 3 з.п. ф-лы, 1 ил.

(19) SU (11) 1402108 A1

Изобретение относится к регистрации ионизирующего излучения и может быть использовано для определения годности сцинтилляционного материала для изготовления детекторов ионизирующего излучения на основе кристаллов NaJ(Tl).

Цель изобретения - упрощение способа путем исключения непроизводительных затрат на изготовление детекторов ионизирующего излучения на основе кристаллов NaJ(Tl) из выращенной кристаллической булы.

Согласно изобретению из выращенных кристаллических булы йодистого натрия, активированного таллием, с введенными йодат-ионами для получения радиационно прочных детекторов, работоспособных в широкой области температур, в отобранных пробах определяют содержание таллия и йодат-ионов и в соответствии с экспериментально установленной зависимостью интенсивности пиков термостимулированной люминесценции от содержания таллия и йодат-ионов судят о степени пригодности материала для получения определенного типа детекторов.

При содержании:

таллия  $3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $< Tl < 6 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %

и йодат ионов

$6 \cdot 10^{-4}$  мас.доли %  $< JO_3 < 1,4 \cdot 10^{-3}$  мас.доли %

материал (кристаллическая буля) пригоден для изготовления радиационно прочных детекторов, работоспособных в широкой области температур 233-333К.

При содержании:

таллия  $3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $< Tl < 2,1 \cdot 10^{-1}$  мас.доли %

йодат-ионов

$6 \cdot 10^{-4}$  мас.доли %  $< JO_3 < 1,4 \cdot 10^{-3}$  мас.доли %

материал пригоден для изготовления радиационно прочных детекторов, работоспособных при комнатной температуре.

При отсутствии в кристаллической буле йодат-ионов, но при наличии таллия  $3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $< Tl < 2 \cdot 10^{-1}$  мас.доли % материал пригоден для изготовления детекторов ионизирующего излучения общего назначения.

Впервые экспериментально установлена связь соотношения содержания таллия и йодат-ионов с радиационной прочностью детекторов, работоспособных в определенном температурном диапазоне.

Дефекты, созданные радиацией в кристаллах NaJ(Tl), исследовали методом термостимулированной люминесценции (ТСП). Кривые ТСП, измеренные в широком температурном интервале, дают наглядное представление о полном спектре уровней захвата и влияния разнообразных факторов на это распределение. Установлено, что основной вклад в запасание светосуммы детекторов на основе кристаллов NaJ(Tl), а значит и увеличение фоновой скорости счета в области комнатных температур вносят электронные центры окраски (F-центры) различной устойчивости с температурой разрушения  $T_{\max} = 295$  и  $313$  К, а в области  $240$  К в запасание светосуммы вносят вклад активаторные центры окраски различных структур с температурой разрушения в области  $240$  К:  $Tl^{4+}$  ( $236$  К) и  $Tl_3^{2+}$  ( $251$  К) (фиг.1,1).

Для получения детекторов, радиационно прочных в широкой области температур ( $213-333$  К), при выращивании кристаллов необходимо создать условия, обеспечивающие снижение уровня образования дефектов, стимулирующих возникновение электронных центров окраски (F - ц) с температурой разрушения  $T_{\max} = 295$  и  $313$  К и активаторных центров окраски различных структур с температурой разрушения в области  $240$ К.

Впервые экспериментально установлено, что при содержании йодат-ионов в диапазоне  $6 \cdot 10^{-4} - 1,4 \cdot 10^{-3}$  мас.доли % пики ТСП в областях  $251$ ,  $295$ ,  $313$ К отсутствуют, а интенсивность пика  $236$ К уменьшается в несколько раз (фиг.1,3). При содержании йодат-ионов выше  $1,4 \cdot 10^{-3}$  мас.доли % снижается послесвечение. При этом изменение фоновой скорости света ( $\Delta N$  имп/с) при  $233$ К остается в пределах ТУ, однако световыход детекторов падает из-за увеличения миграционных потерь возбуждающего излучения и ухудшения прозрачности кристаллов к активаторному свечению. Что же касается содержания таллия, то предел  $3 \cdot 10^{-2}$  мас.до-

ли % ограничен величиной световыхода детекторов NaJ(Tl): при содержании Tl  $< 3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли % резко падает световыход детекторов. При содержании таллия более  $6 \cdot 10^{-2}$  мас.доли % при том же содержании йодат-ионов увеличивается интенсивность пика ТСП в области 251К и соответственно запа- сание светосуммы и изменение фоновой скорости счета  $\Delta N$  имп/л при 233К  $\geq 200$  имп/с (по ТУ на детекторы СДН-43  $\leq 200$  имп/с). Таким образом, при содер- жании таллия и йодат-ионов в установ- ленных пределах:

$6 \cdot 10^{-4}$  мас.доли %  $< \text{JO}_3 < 1,4 \cdot 10^{-3}$  мас.до- ли %

$3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $< \text{Tl} < 6 \cdot 10^{-2}$  мас.до- ли %

вся кристаллическая буля пригодна для изготовления радиационно прочных детекторов (СДН-43), работоспособных в области температур 213-333К.

Если содержание таллия превышает  $6 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %, но не выше  $2,1 \cdot 10^{-1}$  мас.доли %, а содержание йодат-ионов остается в тех же пределах, растет интенсивность пика ТСП в об- ласти 240К, в то время как пики ТСП в области 295 и 313К отсутствуют (фиг.1,2). Данный материал пригоден для изготовления радиационно прочных детекторов, работающих при комнатной температуре (Д=45, Д=56).

Если при нарушении технологическо- го процесса в кристаллической буле отсутствуют йодат-ионы, а содержание таллия находится в рассматриваемых пределах:

$3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $< \text{Tl} < 2,1 \cdot 10^{-1}$  мас.до- ли %,

в спектре ТСП наблюдаются интенсивные пики в областях 240,295,313К (фиг.1, 1). Материал пригоден для изготовле- ния детекторов ионизирующего излуче- ния общего назначения, для которых не требуется радиационная прочность, а необходимы только световой выход  $S_{\text{свещ}}$  и энергетическое разрешение  $R_{\text{пр}} \%$ .

Следует отметить, что впервые введен контроль за содержанием йодат-ионов и таллия в отобранных пробах и впервые установлена связь соотноше- ния содержания таллия и йодат-ионов с радиационной прочностью детекторов, работоспособных в определенном тем- пературном диапазоне.

Пример 1. Из выращенной крис- таллической були размерами 90x120 мм отбирают две пробы: № 1 и № 2 - определяют содержание йодат-ионов на спектрофотометре ИР = 20 (или ИКС-22)

№ 1 -  $8 \cdot 10^{-4}$  мас.доли %

№ 2 -  $1,2 \cdot 10^{-3}$  мас.доли %

- методом лазерного микроспектрально- го анализа определяют содержание таллия в них:

№ 1 -  $3,9 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %,

№ 2 -  $5,8 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %.

Спектр термостимулированной люми- несценции соответствует (фиг.1,3).

Вся кристаллическая буля пригодна для изготовления радиационно прочных детекторов, работоспособных в широкой области температур (СДН=43), соот- ветствующих ТУ с большим запасом ( $\Delta N \leq 200$  имп/с при 233К).

Таким образом, из кристаллической були размером 90x120 мм изготовили 11 детекторов СДН-43 размером 63x5 мм. Технологические отходы составили 3%.

Пример 2. Содержание йодат-ионов в выращенной кристаллической буле осталось в тех же пределах  $8 \cdot 10^{-4}$  мас.доли %  $< \text{JO}_3 < 1,4 \cdot 10^{-3}$  мас.до- ли %, а содержание таллия увеличи- лось до  $2,1 \cdot 10^{-1}$  мас.доли %. Спектр термостимулированной люминесценции соответствует (фиг.1,2). Вся кристал- лическая буля пригодна для изготовле- ния радиационно прочных детекторов, работоспособных при комнатных темпе- ратурах (300К) (СД=45, Д=56).

Из каждой кристаллической були размерами 90x120 мм изготовили два детектора Д=56 30x63 мм и один де- тектор Д=45 30x90 мм. В таблице приведены характеристики детекторов Д=56 размерами 30x63 мм по одному из каждой були.

Пример 3. При нарушении технологического процесса в выращен- ной кристаллической буле отсутствуют йодат-ионы, а содержание таллия на- ходится в пределах  $3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $< \text{Tl} < 2,1 \cdot 10^{-1}$  мас.доли %.

Спектр термостимулированной люми- несценции соответствует (фиг.1,1). Вся кристаллическая буля пригодна для изготовления детекторов общего назначения, для которых не требуется радиационная прочность (РП), а только спектрометрия: энергетическое разре- шение и световой выход ( $R_{\text{пр}} \%$ ,  $S_{\text{свещ}}$ )

Таким образом, предлагаемый способ определения годности сцинтилляционного материала на основе кристаллов NaJ(Tl) для изготовления детекторов ионизирующего излучения исключает непроизводительные затраты на изготовление детекторов и позволяет использовать все выращенные кристаллические були для изготовления детекторов определенного типа.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

1. Способ определения годности сцинтилляционного материала на основе кристаллов NaJ(Tl) для изготовления детекторов ионизирующего излучения, включающий оценку годности по соответствию установленным параметрам характеристик отобранных проб, отличающийся тем, что, с целью его упрощения путем исключения непроизводительных затрат на изготовление детекторов из кристаллической були йодистого натрия с йодат-ионами и активированного таллием, в отобранных пробах определяют содержание таллия и йодат-ионов, по предварительно построенной зависимости интенсивности пиков термостимулированной люминесценции от содержания таллия и йодат-ионов судят о степени пригод-

ности материала для получения определенного типа детекторов.

2. Способ по п.1, отличающийся тем, что при содержании таллия  $3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $Tl < 6 \cdot 10^{-3}$  мас.доли %, йодат-ионов  $6 \cdot 10^{-4}$  мас.доли %  $JO_3 < 1,4 \cdot 10^{-3}$  мас.доли % материал считают пригодным для изготовления радиационно прочных детекторов, работоспособных в широкой области температур.

3. Способ по п.1, отличающийся тем, что при содержании таллия  $3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $Tl < 2,1 \cdot 10^{-1}$  мас.доли %, йодат ионов  $6 \cdot 10^{-4}$  мас.доли %  $JO_3 < 1,4 \cdot 10^{-3}$  мас.доли % материал пригоден для изготовления радиационно прочных детекторов, работоспособных при комнатной температуре.

4. Способ по п.1, отличающийся тем, что при содержании таллия  $3 \cdot 10^{-2}$  мас.доли %  $Tl < 2,1 \cdot 10^{-1}$  мас.доли % и отсутствии йодат-ионов материал пригоден для изготовления детекторов ионизирующего излучения общего назначения.

Т а б л и ц а 1

Номера детекторов СДН-43	Световой выход по гамма-линии америция-241, $C_{УЭСВ}$ , %	Энергетическое разрешение по гамма-линии америция-241, при $(25 \pm 5)^\circ C$ , $R_{пр}$	Изменение фоновой скорости счета, имп/с, после воздействия $\gamma$ -излучения при пороге регистрации 20 Кэв	
			от $^{137}Cs$ при $25 \pm 5^\circ C$	от $^{241}Am$ при 233К
по ТУ	не менее 0,1 УЭСВ	не более 45%	не более 100	не более 200
25-8-82	0,16	25	0	0
26-8-82	0,15	26	8	0
27-8-82	0,17	29	7	0
28-8-82	0,18	26	0	0
29-8-82	0,17	27	0	0

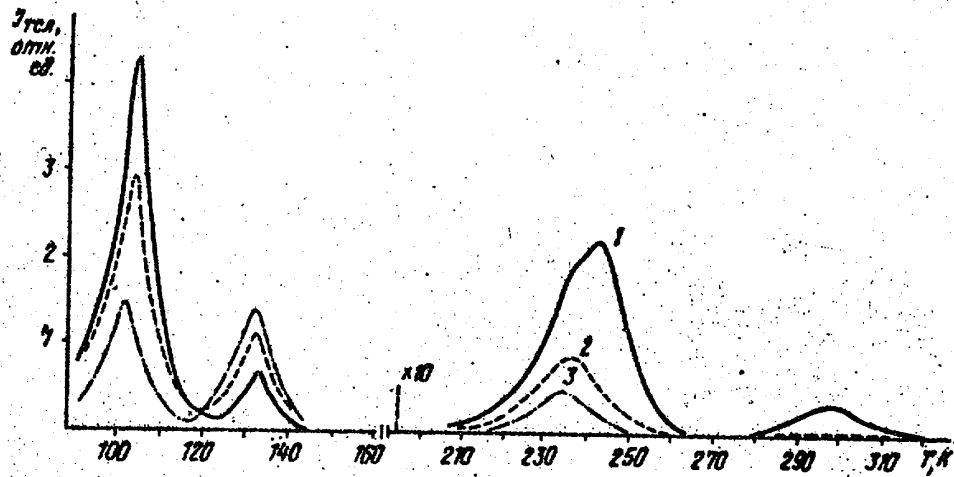
Номера детекторов СДН-43	Световой выход по гамма-линии анарция-241, $S_{\text{УЭСВ}}$ , %	Энергетическое разрешение по гамма-линии америция-241, при $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ , $R_{\text{пр}}$	Изменение фоновой скорости счета, имп/с, после воздействия $\delta$ -излучения при пороге регистрации 20 КэВ	
			от $^{157}\text{Cs}$ при $25 \pm 5^\circ\text{C}$	от $^{241}\text{Am}$ при 233К.
30-8-82	0,17	26,4	0	0
31-8-82	0,18	22,4	5	0
32-8-82	0,17	27	0	0
33-8-82	0,16	23,6	0	0
34-8-82	0,17	26	0	0
35-8-82	0,17	26	7	0

Т а б л и ц а 2

Детектор (Д-56) 30x63 мм	$S_{\text{Te}}$ мас. доли, %	$S_{\text{Joz}}$ мас. доли %	Световой выход УЭСВ	Энергетическое разрешение, $R_{\text{пр}}$ %	$\Delta N$ , имп/с
9-10-84	$1,6 \cdot 10^{-1}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$	2,5	8,5	0
18-10-84	$1,35 \cdot 10^{-1}$	$7,8 \cdot 10^{-4}$	2,3	9,2	0
5-10-84	$5 \cdot 10^{-2}$	$9,6 \cdot 10^{-4}$	2,5	9,6	0
22-10-84	$2,1 \cdot 10^{-1}$	$1,1 \cdot 10^{-3}$	2,4	8,5	20

Т а б л и ц а 3

Детектор 30x63 мм (Д-56), №	Содержание галлия, мас.доли % $C_{Te}$	Содержание йодат-ионов, мас.доля %	Световой выход, $C_{\text{УЭСВ}}$	Энергети- ческое раз- решение, $R_{\text{пр}}$ %	$\Delta N$ , имп/с
ТУ-06-26- 270-78	$C_{Te}$		1,9	11	-
13	$6 \cdot 10^{-2}$	0	2,9	8,2	300
29	$7,2 \cdot 10^{-2}$	0	2,2	8,1	650
30	$1,7 \cdot 10^{-1}$	0	2,1	9,7	$\infty$



Редактор В. Федотов

Составитель В. Рахманов

Техред Л. Сердюкова Корректор М. Демчик

Заказ 1959

Тираж

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4