



УКРАЇНА

(19) UA (11) 39800 (13) A

(51) 6 G01T1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ДЕТЕКТОР ІОНІЗУЮЧОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

(21) 98126387

(22) 03.12.1998

(24) 15.06.2001

(33) UA

(46) 15.06.2001, Бюл. № 5, 2001 р.

(72) Матвіїшин Ігор Михайлович, Лискович Олексій
Борисович, Костюк Богдана Михайлівна, Харамбу-
ра Софія Богданівна, Новосад Степан Степанович(73) Львівський державний університет ім.
І. Франка

(57) Детектор іонізуючого випромінювання, що містить чутливий елемент з кристалу CdI_2 шаристої структури та реєструючий прилад, який **відрізняється** тим, що чутливий елемент виконаний шляхом сколювання вздовж шарів спайності у вигляді плоскопаралельної пластини, і омичні контакти нанесені тангенціально до кристалографічної осі " C_6 " на протилежні боки поверхні пластини.

Винахід стосується галузі реєстрації іонізуючого випромінювання, зокрема, реєстрації інтенсивності рентгенівського випромінювання і призначений для реєстрації інтенсивності рентгенівського випромінювання в лабораторіях, медичних закладах, виробничих умовах.

Відомий детектор, в якому чутливим елементом виступає кристал шаристої структури HgI_2 з нанесеними провідними контактами, до складу якого входить чутливий елемент, джерело живлення і реєструючий прилад (див.: Aspects of semiconductor current mode detectors for X-ray tomography. P.A.Glasow, B.Conrad, K.Killing et al. IEEE Trans. Nucl.Sci., 1981, v. NS-28, № 1, p. 566-571).

Недоліком детектора, в якому використано кристал HgI_2 як чутливий елемент, є низька точність вимірів. Це зумовлено тим, що сигнал детектора сильно залежить від температури середовища, в якому розміщений детектор. Темнова провідність чутливого елемента експоненціально змінюється з температурою внаслідок того, що детектор працює на ефекті фотопровідності. Залежність сигналу детектора в цьому випадку нелінійно залежить від потужності дози випромінювання. Для роботи такого детектора необхідне джерело високої напруги з $U_0=3000$ В, розміщення якого в зоні випромінювання в ряді випадків неприпустиме. Відклик детектора сильно залежить від напруги U_0 , що вносить додаткову нестабільність в його роботу.

Найближчим за технічною суттю (прототипом) є детектор іонізуючого випромінювання (див.: А.С. СССР № 1387680. Детектор ионизирующего излучения, 1987), який складається з чутливого елемента, на бокові грані якого нанесені контакти, та

реєструючого приладу. Чутливим елементом служить неорганічний шаристий кристал гексагональної структури CdI_2 . Чутливий елемент вирізають у формі паралелепіпеда так, що опромінювана поверхня утворює з кристалографічною віссю шостого порядку " C ", яка спрямована по нормалі до площин спайності кристала, середні кути ϕ від 5° до 85° . Контакти в цьому випадку нанесені на бокові грані паралелепіпеда, перпендикулярні до поромінованої поверхні і утворюють з віссю " C " кристала кут $90^\circ-\phi$. Робоча поверхня чутливого елемента перпендикулярна до потоку іонізуючого випромінювання.

Недоліком детектора, отриманого на основі шаристого CdI_2 , є складний і тривалий процес виготовлення чутливого елемента, який включає в себе: орієнтацію чутливого елемента на кристалотримачі, змонтованому на універсальному столику Федорова; різання кристалу на механічній пилі з вольфрамовою ниткою, що змочується абразивною суспензією; додаткове шліфування і полірування зразка.

У результаті різання кристалу можлива деформація зразка, що може привести до розшарування кристалу та послаблення механічної міцності і, таким чином, до неможливості серійних стабільних параметрів чутливого елемента. Використання суспензії, подальша обробка кристалу приводять в ряді випадків до порушення кристалічної структури. У зв'язку з такою технологією виготовлення чутливий елемент отримується досить об'ємним ($\sim 300-500$ мм³). Величина генерованого сигналу при цьому знаходиться в межах 1-50 мВ.

В основу винаходу поставлено задачу удосконалити детектор іонізуючого випромінювання шляхом використання неорганічного матеріалу для

(19) UA (11) 39800 (13) A

чутливого елемента, а саме - певного його виготовлення та розташування контактів, і забезпечити спрощення його конструкції і виготовлення, зменшити робочий об'єм чутливого елемента.

Поставлена задача, згідно з винаходом, вирішується так, що у детектора іонізуючого випромінювання, що містить чутливий елемент з кристалу CdI_2 шаристої структури та реєструючий прилад, чутливий елемент виконаний шляхом сколювання вздовж шарів спайності у вигляді плоскопаралельної пластини, і омичні контакти нанесені тангенціально до кристалографічної осі "С" на протилежні сторони поверхні пластини.

Технологічною особливістю детектора є виготовлення чутливого елемента. Чутливий елемент виготовляють на основі кристалу CdI_2 , який володіє шаристою структурою і належить до гексагональної структури типу C_6 . Іони йоду утворюють двохшарове гексагональне щільне упакування, октаедричні порожнини в кожному другому шарі якого займають іони кадмію. Завдяки цьому в структурі CdI_2 утворюються пакети-сендвічі I-Cd-I , розділені площинами спайності, що зумовлює утворення анізотропії шаристої структури. Головною віссю кристалу є кристалографічна вісь C_6 , яка має напрямку нормалі до площини спайності (сколу) кристалу.

Чутливий елемент виготовляють з кристалів CdI_2 , вирощених методом Стокбаргера-Бріджмена, шляхом сколювання плоскопаралельних пластин відповідної товщини ($\sim 0,5$ мм) вздовж шарів спайності. Виготовлення опромінюваної поверхні площею $\sim 10 \times 10$ мм² може бути здійснено лезом. Це сприяє зменшенню впливу механічних напруг в бокових і поверхневих областях чутливого елемента. Поверхня чутливого елемента є дзеркально гладкою, що приводить до однорідного поглинання іонізуючого випромінювання, усуваючи градієнтність потоків носіїв заряду. Чутливий елемент розміщують так, що поверхня сколу є опромінюваною поверхнею, а омичні контакти, наприклад, із срібної пасту К-13Б, наносять тангенціально до напрямку кристалографічної осі C_6 на протилежні сторони пластини.

Суттєвими відмінностями від прототипу є тангенціальне нанесення контактів на поверхню пластини, що дозволяє зберегти всі характеристики детектора. У цьому випадку суттєво скорочений процес виготовлення чутливого елемента, набага-

то менша імовірність розшарування структури. Робочий об'єм чутливого елемента зменшується приблизно в 10 разів. Генерована е.р.с. для типових чутливих елементів об'ємом ~ 50 мм³ сягає порядку 100-150 мВ.

На фіг. 1 зображено принципову схему детектора, де 1 - чутливий елемент, 2 - вимірні контакти, 3 - реєструючий прилад.

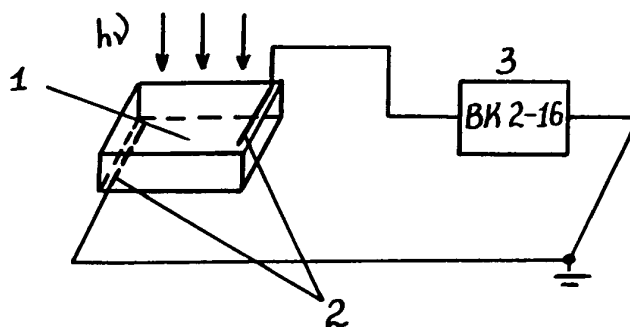
На фіг. 2 зображено орієнтацію чутливого елемента, призначеного для вимірювання інтенсивності іонізуючого випромінювання, відносно кристалографічної осі C_6 і потоку випромінювання, де 1 - площини спайності.

На фіг. 3 зображено залежність величини е.р.с. детектора на основі кристалу CdI_2 від потужності дози рентгенівського випромінювання при кімнатній температурі.

Детектор складається з чутливого елемента 1, на протилежні сторони плоскопаралельної пластини з кристалу CdI_2 нанесені контакти 2, і реєструючого приладу 3 (фіг. 1).

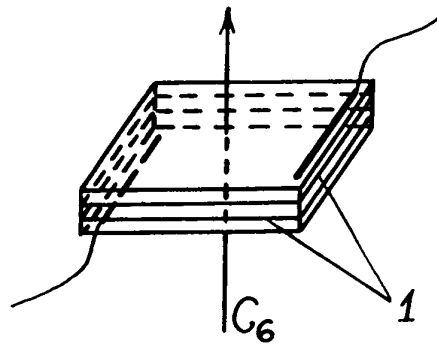
Роботу детектора можна простежити на поданому прикладі. При опромінюванні чутливого елемента 1 іонізуючим випромінюванням на контактах 2 виникає е.р.с., яку вимірюють реєструючим приладом 3 (типу ВК2-16, В7-30), і за величиною е.р.с. оцінюють інтенсивність іонізуючого випромінювання. Опромінювання проводиться з допомогою рентгенівського апарату типу УРС-55А, а зміна інтенсивності випромінювання - з допомогою стандартного набору алюмінієвих послаблювачів. Потужність дози вимірюється вимірювачем дози і потужності дози типу ИДМД-1.

Вимірювана е.р.с., яка виникає при взаємодії випромінювання з анізотропним шаристим кристалом, є сумарною величиною поперечної е.р.с. Дембера і фотогальванічного ефекту, пов'язаних з асиметрією процесів взаємодії носіїв заряду з квантами збудження і дифузії носіїв заряду в різних кристалографічних напрямках кристалу. Ця е.р.с. лінійно залежить від потужності дози випромінювання (фіг. 3). Завдяки такому розміщенню контактів головні напрямки тензорів рухливості носіїв заряду складають оптимальні кути ($\sim 45^\circ$) з віссю кристалу, і тому дифузія носіїв при градієнті концентрації приводить до максимальних значень складових дифузії електронів і дірок і, відповідно, до великих значень е.р.с.

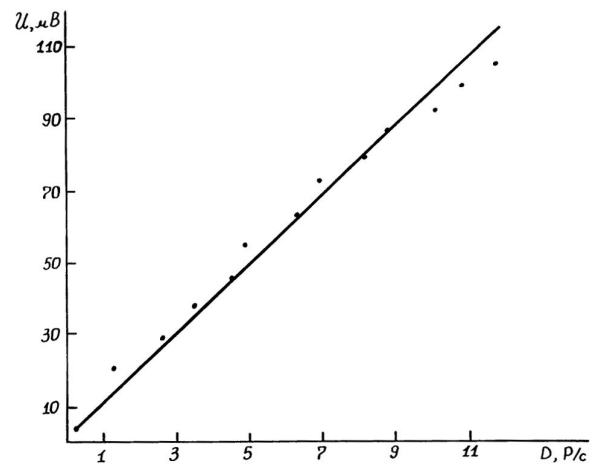


Фіг. 1

39800



Фіг. 2



Фіг. 3

ДП "Український інститут промислової власності" (Укрпатент)
 Україна, 01133, Київ-133, бульв. Лесі Українки, 26
 (044) 295-81-42, 295-61-97

Підписано до друку _____ 2001 р. Формат 60x84 1/8.
 Обсяг _____ обл.-вид. арк. Тираж 50 прим. Зам. _____

УкрІНТЕІ, 03680, Київ-39 МСП, вул. Горького, 180.
 (044) 268-25-22
