



УКРАЇНА

(19) UA (11) 95058 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
G01T 1/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

### (54) МОДУЛЬ-ДЕТЕКТОР ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ В ПОРТАЛАХ

1

2

(21) а200610290

(22) 26.09.2006

(24) 11.07.2011

(31) 11/247,130

(32) 12.10.2005

(33) US

(46) 11.07.2011, Бюл.№ 13, 2011 р.

(72) КЛАРК ЛУКАС ЛЕМАР, US/US, ВІЛЬЯМС  
ДЖЕЙМС Р., US/US, ПАЛМЕР БРАЯН МАРШАЛ,  
US/US, ДЖОНС КЕЙТ Д, US/US, ДЖОНСОН НА-  
ТАН ХЕРБЕРТ, US/US, АНДЕРСОН ТОМАС РО-  
БЕРТ, US/US

(73) ДЖЕНЕРАЛ ЕЛЕКТРИК КОМПАНІ, US

(56) US 20050184241, 25.08.2005

WO 2005116691, 08.12.2005

WO 03083512, 09.10.2003

US5796109, 18.08.1998

UA 74734 C2, 16.01.2006

UA15327 A, 30.06.1997

RU 2191408, 20.10.2002

(57) 1. Пристрій для визначення гамма-  
випромінювання для використання в порталах,  
який містить:

видовжений детекторний модуль гамма-  
випромінювання 10, який має корпус 12, що міс-  
тить кришку 14, яка герметично закриває вказаний  
корпус; та пару циліндрів 24 розташованих всере-  
дині корпусу, причому кожен циліндр містить ви-  
довжений сцинтиляційний матеріал 30 та фотое-  
лектронний помножувач 32, розміщені уздовж  
спільної осі, причому фотоелектронний помножу-  
вач розташований на кожному з протилежних кін-  
ців циліндра, а саме на аксіально протилежних  
кінцях сцинтиляційного матеріалу 30;

вказана кришка 14 має площину 45, яка покриває  
принаймні сцинтиляційний матеріал і утворена з  
такого матеріалу, який значною мірою здатний  
пропускати гамма-випромінювання, що дозволяє  
взаємодію гамма-випромінювання з сцинтиляцій-  
ними матеріалами, здатними до детектування фо-

тоелектронними помножувачами для утворення  
електричного сигналу, пропорційного до величини  
гамма-випромінювання.

2. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
кожен модуль є, як правило, прямолінійним та має  
бічні, торцеві, верхню та нижню стінки (16, 18, 14  
та 20).

3. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
кришка має край 22 для припасування кришки 14  
до країв контейнера 12 у формі коробки, який  
утворює частину корпусу, при цьому в межах краю  
22 кришки знаходиться площа 45, яка утворена  
з матеріалу, який має товщину, меншу, ніж товщи-  
на краю кришки.

4. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
корпус містить підкладку 26, 28, що оточує цилінд-  
ри 24 всередині корпусу для захисту циліндрів.

5. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
кожен фотоелектронний помножувач 32 має елек-  
тричний вихідний сигнал, причому сигнали комбі-  
нуються у корпусі і крізь корпус проходить одне  
електричне вихідне з'єднання 38 для передачі  
комбінованих сигналів за межі корпусу.

6. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
кожен фотоелектронний помножувач 32 має елек-  
тричний вихідний сигнал та електричне вихідне  
з'єднання 38, причому з'єднання проходять крізь  
корпус для передачі індивідуальних вихідних сиг-  
налів за межі корпусу.

7. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
модуль 10 є, як правило, прямолінійним і містить  
контейнер, який має бічні, торцеві, верхню та ниж-  
ню стінки (16, 18, 14 та 20), при цьому контейнер  
має матеріал для зниження фонового випроміню-  
вання, яке проходить крізь контейнер.

8. Пристрій за п. 1, який **відрізняється** тим, що  
містить пружини 72 на протилежних кінцях цилінд-  
рів 24 для нахилення фотоелектронних помножу-  
вачів в напрямку до сцинтиляційних матеріалів.

Даний винахід стосується модулів для визна-  
чення гамма-випромінювання для використання в  
порталах і, зокрема, стосується модулів для ви-

значення гамма-випромінювання, яке  
випромінюється персоналом, транспортними за-

(13) C2  
(11) 95058  
(19) UA

собами, потягами, вантажними контейнерами та ін.

Існуючі детектори гамма-випромінювання, які застосовують для порталів, зазвичай являють собою або пластмасові сцинтилятори на основі ПВТ (полівінілтолуолу) чи великі прямокутні герметично запаєні корпуси з кристалами NaI (Ti) всередині. В обох випадках детектори використовують фотоелектронні помножувачі для визначення фотонів, які імітуються сцинтиляторами, чутливими до гамма-випромінювання. Детектори на основі ПВТ використовують в основному через їх низьку вартість. Детектори на основі йодиду натрію використовують в першу чергу з-за їх можливості забезпечити деякий рівень спектроскопічної ідентифікації. У даний час нові радіаційні портали, які розроблюються, потребують деякого рівня можливості спектроскопічної ідентифікації. Це означає, що застосування детекторів на основі ПВТ виключається, оскільки вони не здатні забезпечити вимірювання енергетичного розрізнення.

Отже, детектори на основі йодиду натрію є кращими, оскільки вони здатні забезпечити вимірювання енергетичного розрізнення. Хоча їх вартість вища за вартість детекторів на основі ПВТ, вартість детекторів на основі йодиду натрію все ж нижча за вартість детекторів з високим енергетичним розрізненням багатьох інших типів, наприклад, на основі високочистого германію, телуриду кадмію-цинку, зенону високого тиску та ін. Недоліками детекторів на основі йодиду натрію є те, що потрібно використовувати 4-5 таких детекторів для одержання тієї ж ефективності, що і стандартний портальний детектор на основі ПВТ. Крім того, розрізнення енергії, яке можна досягти з такими детекторами на основі йодиду натрію зазвичай становить 8 % при 662KeV (ізоотоп 137-Cs). Це означає, що треба робити вибір між енергетичним розрізненням та вартістю при створенні радіаційного детектуючого порталу та здатністю модифікувати детектори, які є у продажу, для використання в певних порталах. Таким чином, є потреба в модульному гамма-детекторі з високою енергетичною розрізняльністю здатністю, який можна легко виготовити, для застосування в порталах визначення гамма-випромінювання.

В кращому варіанті втілення даного винаходу пропонується пристрій для визначення гамма-випромінювання для застосування в порталах, який містить видовжений детекторний модуль гамма-випромінювання, що включає корпус з кришкою, яка герметично закриває корпус; та пару циліндрів всередині корпусу, де кожен циліндр включає видовжений сцинтиляційний матеріал та фотоелектронний помножувач, розміщені уздовж спільної осі; кришка має площину, яка закриває принаймні сцинтиляційний матеріал, сформована з матеріалу в основному проникного для гамма-випромінювання, що дозволяє взаємодію гамма-випромінювання з сцинтиляційними матеріалами, що в свою чергу визначається фотоелектронними помножувачами для вироблення електричного сигналу, пропорційного величині гамма-випромінювання. В іншому кращому варіанті втілення даного винаходу пропонується портал для визначення гамма-випромінювання, який

містить колону, розташовану протилежно до потенційного джерела гамма-випромінювання; множину детекторних модулів гамма-випромінювання; де кожен детектор включає корпус з кришкою, яка герметично закриває корпус; та пару циліндрів всередині корпусу, де кожен циліндр включає видовжений сцинтиляційний матеріал та фотоелектронний помножувач, розміщені уздовж спільної осі; кришка має площину, яка закриває принаймні сцинтиляційний матеріал, сформована з матеріалу в основному проникного для гамма-випромінювання, що дозволяє взаємодію гамма-випромінювання з сцинтиляційними матеріалами, що в свою чергу визначається фотоелектронними помножувачами для вироблення електричного сигналу, пропорційного величині гамма-випромінювання; при цьому модулі розташовані один в одній колоні, а їх площини розташовані таким чином, що вони здатні приймати гамма-випромінювання від джерела радіації.

Фіг. 1 - збільшений загальний вигляд модуля для визначення гамма-випромінювання, згідно з одним з варіантів втілення даного винаходу;

Фіг. 2 - вигляд зверху з кришкою та вилученою підкладкою для того, щоб було видно розташування компонентів у модулі;

Фіг. 3 - збільшений вигляд зібраного модуля Фіг. 1 з винесеними компонентами для більшої ясності;

Фіг. 4 - схематичне зображення колон, в яких розташовані модулі гамма-випромінювання, на протилежних сторонах потяга для визначення гамма-випромінювання, яке випромінюється вагонами потягу; і

Фіг. 5 - вигляд, схожий на Фіг. 2, який показує сцинтиляційні детектори з ФЕП на протилежних сторонах сцинтиляційного кристала.

Звернемось зараз до креслень, особливо до Фіг. 1, на якій зображено в основному зібраний модуль для визначення гамма-випромінювання, позначений як 10, для застосування у визначенні гамма-випромінювання в порталах. Модуль 10 включає контейнер 12 у формі коробки та кришку 14, приладнану до та герметично закриваючу корпус. Бажано, щоб контейнер 12 у формі коробки мав протилежні бокові стінки 16, торцеві стінки 18 та нижню стінку 20 разом з краєм 22, який визначає отвір у контейнері 12. В цьому кращому варіанті втілення в корпусі розташована пара циліндрів 24. Зокрема, контейнер 12 включає підкладку 26, переважно сформовану для розміщення циліндрів 24 у конфігурації бік-в-бік. Підкладка 28 закриває циліндри 24 і має форму, яка частково відповідає формі циліндрів 24. Таким чином, циліндри 24 лежать відповідно між нижньою та верхньою підкладками 26 і 28, і всі вони знаходяться між контейнером 12 і кришкою 14, коли остання приладнана до контейнера 12.

На Фіг. 2 кожен циліндр 24 включає видовжений сцинтиляційний матеріал у формі циліндра 30, загорнутий у відбиваюче покриття, наприклад стрічку, і фотоелектронний помножувач (ФЕП) 32, розташовані уздовж спільної осі, тобто ФЕП 32 та сцинтиляційний матеріал 30 утворюють безперервні частини циліндра. Кожен циліндр

включає також пружину 36 на одному кінці циліндра для нахилення циліндричного скінтіляційного матеріалу 30 до ФЕП 32. Кожен ФЕП в свою чергу включає електричне вихідне з'єднання 38. Як показано на Фіг. 3, електричне вихідне з'єднання 38 для циліндрів 24 сполучене з електричним з'єднувачем для іншого циліндра, який розміщений всередині контейнера 12 або за межами корпусу для забезпечення електричного вихідного сигналу, який вказує на величину гамма-випромінювання, визначеного скінтіляційним матеріалом 30. Електричні з'єднувачі 38 можуть бути сполучені в або ззовні корпусу, якщо є потреба або бажання.

Бажано, щоб скінтіляційний матеріал взаємодіяв з прийнятим гамма-випромінюванням для продукування фотонів. Фотони визначаються фотоелектронними помножувачами. Число фотонів є функцією інтенсивності гамма-випромінювання, і ФЕП конвертують прийняті фотони в електричний сигнал, пропорційний гамма-випромінюванню, яке надходить на скінтіляційний матеріал. Скінтіляційний матеріал переважно містить кристали йодиду натрію і може містити інший матеріал, який буде здатний розрізняти енергію, такий як талій, легований йодидом цезію або оксид вісмуту-германію. Контейнер 12 краще виготовляти з міцного в експлуатації матеріалу, такого як сталь, для забезпечення жорсткості корпусу. Контейнер 12 також може бути покритий матеріалом, таким як свинець, для зниження проходження фонового випромінювання крізь контейнер. Край 22 контейнера 12 може містити множину розміщених на відстані вироблених отворів разом з прокладкою 40, наприклад прокладкою, яка має форму О-кільця. Кришка 14 також має край 42 з розміщеними на відстані отворами 43, в результаті чого кришка 14 може бути з'єднана гвинтами 44 з контейнером 12, що герметично захищає корпус з циліндрами 24. Також краще застосувати герметичний ущільнювач, щоб не допустити проникнення водяної пари чи вологи в корпус, оскільки йодид натрію, який являє собою кращий скінтіляційний матеріал, є гігроскопічним і буде руйнуватись при контакті з водою. Як показано, край 42 кришки 14 використовується для структурного з'єднання контейнера 12. Внутрішня частина кришки 14 утворює площину 45, яка є проникною для гамма-випромінювання, що дозволяє гамма-випромінюванню проходити крізь площину 45 для взаємодії з скінтіляційним матеріалом циліндрів 24. Кришку 14 краще виготовити з алюмінію. Для досягнення проникності для гамма-випромінювання площину 45 формують таким чином, щоб її товщина була значно меншою за товщину країв 42 кришки 14. Наприклад, товщина площини 45 може бути в межах 0,0040 дюйма і краще її виготовити з алюмінію.

Як ілюстративний приклад розмірної конфігурації корпусу можна навести такий: загальна довжина кожного циліндра 24 може становити в межах 16 дюймів при діаметрі 2 дюйми, або не набагато вище за 2 дюйми. Фотоелектронні помножувачі можуть бути 4 дюйми завдовжки при діаметрі, схожому з діаметром скінтіляційного

матеріалу. В свою чергу прямокутна конфігурація модуля може мати довжину, ширину та глибину в межах відповідно приблизно 22 дюймів, 6 дюймів та 4 дюймів. Краще, коли розташування циліндрів 24 в корпусі є таким: два циліндри розміщують один коло одного в контейнері, який має форму коробки зі спільним вікном для прийому гамма-випромінювання. Прямокутна конфігурація модуля-детектора дозволяє створити модуль для використання в багатьох та різноманітних порталах. Наприклад, на Фіг. 4 схематично зображено потяг 60 на рейках 62, у якому є потреба визначити будь-яке гамма-випромінювання, яке випромінюється цим джерелом, тобто вмістом вагонів потягу. Завдяки прямокутній конфігурації даних модулів, модулі можна ставити один на вершину іншого в колонах 64 по обидва боки залізничних вагонів, коли вони проходять між колонами 64. Наприклад, п'ять модулів 10 можна ставити один на другий та закріплювати в колонах 64, при цьому циліндри 24 модулів розташовують у вертикальній орієнтації. Отже, коли залізничні вагони проходять повз колони 64, гамма-випромінювання з одного чи більше залізничних вагонів буде проходити крізь площину 45 одного чи більше модулів 10, що дозволяє модулям визначати гамма-радіацію, що випромінюється.

На Фіг. 5 показаний альтернативний варіант конструкції модуля 10. У цьому варіанті циліндри 24 містять фотоелектронні помножувачі 70 на протилежних кінцях циліндра, тобто на аксіально протилежних кінцях скінтіляційного матеріалу 30 в центральній зоні циліндра. На протилежних кінцях між контейнером ФЕП знаходяться циліндричні хвильові пружини 72 для нахилення останнього до скінтіляційного матеріалу. Такий тип розташування у формі годоскопа дозволяє порівнювати вихідний сигнал фотоелектронних помножувачів на протилежних кінцях циліндрів. Таким чином, паразитні сигнали, такі як сигнали, одержані на одному кінці циліндра і не одержані на іншому кінці, можна не брати до уваги і можна одержати більш точну величину інтенсивності гамма-випромінювання.

З вищенаведеного опису випливає, що модуль-детектор гамма-випромінювання легко виготовляти і він являє собою детектор з високим ступенем енергетичного розрізнення з геометрією для більш легкої обробки матеріалу та для кращого прийому випромінювань. При кращому прийомі випромінювань детекторами досягається краще енергетичне розрізнення. Наприклад, можна досягти енергетичні розрізнення 6,5-7,5 % повної ширини напівмаксимуму при 662KeV (ізоотоп Cs-137). Також модульна концепція дозволяє застосовувати ті ж модулі в різних типах порталів, а також різну електронну обробку, як того бажає користувач модуля. Також добре, що скінтіляційний матеріал не обмежується одним йодидом натрію, а також можуть бути введені і інші скінтіляційні матеріали, як зазначено вище.

Хоча винахід був описаний у зв'язку з тим варіантом втілення, який, як вважають, є найбільш практичним і переважним варіантом, цілком зрозуміло, що винахід не обмежується описаним варіантом втілення, а на відміну, призначений для

того, щоб охопити різні модифікації та еквівалентні  
компоновки, охоплені обсягом домагань формули

винаходу, яка додається.

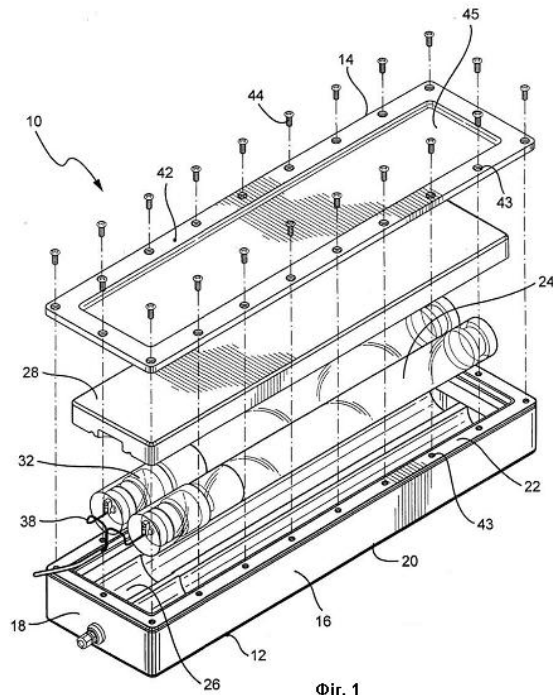


Fig. 1

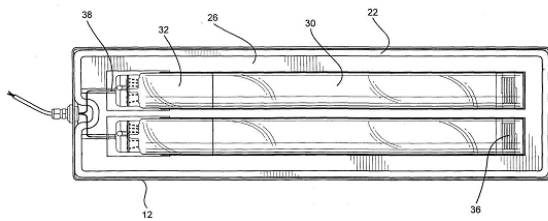


Fig. 2

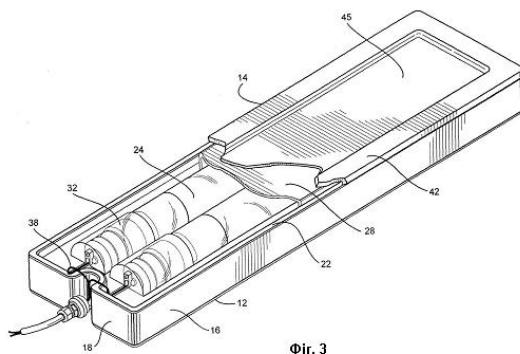


Fig. 3

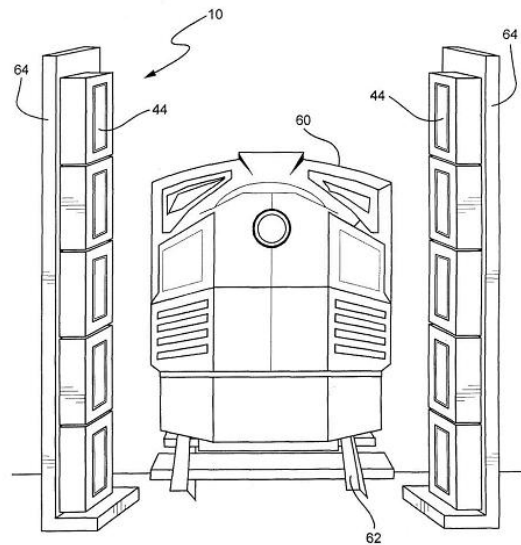


Fig. 4

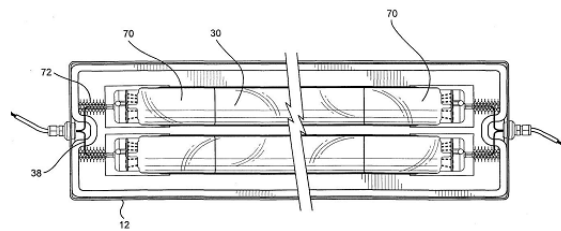


Fig. 5

