



УКРАЇНА

(19) UA (11) 70034 (13) C2
(51) МПК (2006)
G01T 1/24 (2007.01)
H01L 31/115

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ ПОТОКУ ГАММА-ВИПРОМІНЮВАННЯ

1

(21) 20031212185

(22) 23.12.2003

(24) 10.08.2007

(46) 10.08.2007, Бюл. № 12, 2007 р.

(72) Кутній Володимир Євдокимович, Рибка Олександр Вікторович, Шляхов Ілля Миколайович, Кутній Дмитро Володимирович

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ЦЕНТР "ХАРКІВСЬКИЙ ФІЗИКО-ТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(56) WO 03/016949 A1, 27.02.2003

UA 23951 A, 31.08.1998

(57) Пристрій для вимірювання потоку гамма-випромінювання, який містить блок детектування з детекторами з напівпровідникового напівізолюючого матеріалу, вихід блока детектування з'єднаний із входом підсилювача з малим шумом, вихід якого

2

з'єднаний із входом формувача імпульсів, вхід блока детектування з'єднаний із схемою вимірювання потужності дози, яка містить регулятори напруги та обчислювальний пристрій, вхід якого з'єднаний із входом формувача імпульсів, а вихід - із схемою вимірювання потужності дози, який **відрізняється** тим, що кожний із детекторів має фільтр, який оточує його, із матеріалу з атомним номером $83 \geq Z \geq 81$, $79 \geq Z \geq 72$, фільтр виконаний перфорованим, площа отворів складає 10...30 % площі поверхні фільтра, як матеріал детектора вибрана напівпровідникова напівізолююча сполука CdTe або CdZnTe, а детектори у блоці детектування з'єднані паралельно.

Винахід має відношення до ядерної фізики, зокрема, до приладів для вимірювання потужності дози гамма-випромінювання та може бути використаний для контролю радіаційної обстановки на місцевості і в приміщеннях.

Відомий пристрій для вимірювання потоку ядерного випромінювання, який [описаний у заявці РФ №92011251, G01T1/02, 1992г.]. Пристрій містить блок детектування, формувач імпульсів, схему вимірювання потужності дози, джерело живлення. У блоці детектування пристрою як детектор використаний газонаповнений лічильник, а схема вимірювання потужності дози уявляє собою послідовно з'єднані блок керування, таймер, перерахувальний вузол та індикатор [1].

Незважаючи на те, що у відомому пристрої значення енергетичної нерівномірності чутливості блока детектування не високе, інтервал вимірювання потужності експозиційної дози (МЕД) є відносно вузьким (від 10^4 до 10) Р/год, а через наявність газонаповненого лічильника, що має велику величину власного шуму, неможливо отримати високу вірогідність вимірювань МЕД.

Відомий пристрій для вимірювання потоку гамма-випромінювання, описаний у [патенті України №23951 А, G01T1/00, 1/16, 1/24, 1998 [2], який об-

раний як прототип. Пристрій містить блок детектування, підсилювач із малим шумом, формувач імпульсів, схему вимірювання потужності дози, джерело живлення. У блоці детектування пристрою як детектор використаний напівпровідниковий напівізолюючий матеріал, схема вимірювання потужності дози утворена інтегратором, з'єднаним із регуляторами напруги зміщення, а вхід інтегратора підключений до виходу формувача імпульсів.

Пристрій [2] дозволяє, у порівнянні з пристроєм [1], завдяки використанню напівпровідникового напівізолюючого матеріалу, підвищити вірогідність вимірюваних значень МЕД та розширити діапазон вимірювань (від 10^{-5} до 10^4) Р/год.

Проте, із збільшенням енергії вимірюваного гамма-випромінювання енергетична нерівномірність чутливості блока детектування стає достатньо високою (до $\pm 45\%$). Ця обставина пояснюється тим, що чутливість напівпровідникового детектора визначається ефективністю реєстрації гамма-випромінювання, яка прямо пропорційна лінійному коефіцієнту послаблення матеріалу та зворотно пропорційна енергії гамма-випромінювання. Із збільшенням енергії гамма-квантів падає лінійний коефіцієнт послаблення матеріалу та, відповідно, ефективність реєстрації самого детектора. Таким

C2
(13)

70034
(11)

UA
(19)

чином, із зростанням енергії гамма-випромінювання енергетична нерівномірність чутливості детектора зменшується.

В основу винаходу поставлене завдання створити такий пристрій для вимірювання потоку гамма-випромінювання, який у порівнянні з відомим дав би можливість зменшити енергетичну нерівномірність чутливості при збільшенні енергії вимірюваного гамма-випромінювання у діапазоні вимірювань потужності експозиційної дози від 10^{-5} до 10^4 Р/год.

Поставлене завдання вирішується у пристрої для вимірювання потоку гамма-випромінювання, який містить блок детектування з детекторами з напівпровідникового напівізолюючого матеріалу, вихід блока детектування з'єднаний із входом підсилювача з малим шумом, вихід якого з'єднаний із входом формувача імпульсів, вихід блока детектування з'єднаний із схемою вимірювання потужності дози, яка містить регулятори напруги та обчислювальний пристрій, вхід якого з'єднаний із входом формувача імпульсів, а вихід - із схемою вимірювання потужності дози. Згідно з винаходом кожний з детекторів має фільтр, що оточує його, із металу з атомним номером $83 \geq Z \geq 81$, $79 \geq Z \geq 72$. Фільтр виконаний перфорованим, площа отворів складає 10...30% площі поверхні фільтра, як матеріал детектора обрано напівпровідникова напівізолююча сполука CdTe або CdZnTe, а детектори у блоці детектування з'єднані паралельно.

Використання в блоці детектування як матеріалу детектора напівпровідникової напівізолюючої сполуки CdTe або CdZnTe, а також виконання конструкції детектора у вигляді принаймні двох паралельно з'єднаних кристалів сприяє зниженню енергетичної нерівномірності чутливості при реєстрації гамма-випромінювання у рахунковому режимі роботи детектора.

Наявність у блоці детектування металевого фільтра з металу з атомним номером $83 \geq Z \geq 72$ (окрім ртуті), виконаного, перфорованим із площею отворів 10...30% від площі поверхні фільтра, дозволяє знизити чутливість детектора при реєстрації низькоенергетичного гамма-випромінювання та отримати низьку енергетичну нерівномірність чутливості детектора при збільшенні енергії вимірюваного гамма-випромінювання у діапазоні вимірювань МЕД від 10^{-5} до 10^4 Р/год у рахунковому режимі роботи детектора.

Наявність підсилювача імпульсів із малим шумом, вхід якого з'єднаний із блоком детектування, а вихід - із формувачем імпульсів, забезпечує за рахунок великого коефіцієнта підсилення та малого рівня шумів підсилення малих за амплітудою імпульсів.

Формувач імпульсів забезпечує створення однакових за амплітудою та тривалістю імпульсів.

На Fig.1 наведена блок-схема пропонованого пристрою; на Fig.2 зображений блок детектування.

Блок детектування 1 (Fig.1), в якому як детектори 2 використаний напівпровідниковий напівізолюючий матеріал на основі сполуки, наприклад, CdTe, своїм виходом підключений до підсилювача 3 із малим шумом, вихід якого підключений до входу формувача імпульсів 4. До входів блоку де-

тектування 1 підключені регулятори 5-7 напружень зміщення, до входів яких підключений обчислювальний пристрій - мікропроцесор 8. Вихід формувача імпульсів 4 підключений до входу мікропроцесора 8. Вихід формувача 4 є виходом пристрою для вимірювання потоку гамма-випромінювання. Кожний із детекторів 2 має фільтр 9 (Fig.2), який його оточує, з металу з атомним номером, наприклад $Z=82$ (свинець). Фільтр 9 виконаний перфорованим, площа отворів 10 складає 13% площі поверхні фільтра. Конструкція кожного з детекторів 2 складається з, принаймні, двох кристалів, з'єднаних паралельно.

Працює пристрій так. Гамма-кванти з різною енергією від джерела іонізуючого випромінювання потрапляють до напівпровідникового напівізолюючого матеріалу у детекторах 2. Електричні заряди, які при цьому створюються, під дією напруги зміщення від джерела живлення (на кресленні не показано), яке подається до входу блока детектування 1, перетворюються в імпульс струму. Імпульси струму з виходу блока детектування 1 потрапляють до входу підсилювача 3 із малим шумом, де підсилюються. Потім ці імпульси попадають до формувача імпульсів 4, у якому вони формуються однаковими за амплітудою та тривалістю. Далі імпульси у вигляді послідовності прямокутних імпульсів потрапляють до входу мікропроцесора 8, де перетворюються у квазіпос-тійне напруження, пропорційне експозиційній дозі гамма-випромінювання.

Приклад 1. За допомогою пропонованого пристрою для вимірювання потоку гамма-випромінювання, у якому фільтр 9 виконаний з W ($Z=74$) із площею отворів 10, що складає 25% від площі поверхні фільтра, вимірювали енергетичну нерівномірність чутливості. Опромінення пристрою здійснювали стандартними джерелами гамма-випромінювання з енергіями 60кеВ, 122кеВ і 622кеВ. У результаті проведення досліджень встановили, що при опроміненні пристрою гамма-квантами з енергією 60кеВ, його чутливість δ становить 53 імпульсу/мкР; при опроміненні гамма-квантами з енергією 122кеВ-48 імпульсу/мкР; при опроміненні гамма-квантами з енергією 622кеВ-45імпульсу/мкР. Дані результати показують, що енергетична нерівномірність чутливості пропонованого пристрою знаходиться в межах $\pm 20\%$.

Приклад 2. За допомогою пропонованого пристрою для вимірювання потоку гамма-випромінювання, у якому фільтр виконаний з Pb ($Z=82$) із площею отворів, що складає 13% від площі поверхні фільтра, вимірювали енергетичну нерівномірність чутливості. Опромінення пристрою здійснювали стандартними джерелами гамма-випромінювання з енергіями 60кеВ, 122кеВ і 622кеВ. У результаті проведення досліджень установили, що при опроміненні пристрою гамма-квантами з енергією 60кеВ, його чутливість δ становить 37імпульсу/мкР; при опроміненні гамма-квантами з енергією 122кеВ-34імпульсу/мкР; при опроміненні гамма-квантами з енергією 622кеВ-31імпульсу/мкР. Дані результати показують, що енергетична нерівномірність чутливості пропонованого пристрою знаходиться в межах $\pm 20\%$.

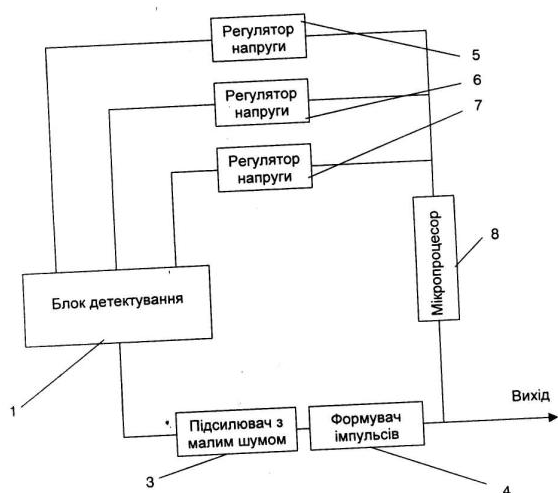
Було проведено дослідження з використанням пристроїв, які мали фільтри із різних металів, та які мали різну частку площі отворів у загальній площі фільтру (див. таблицю).

Таблиця			
№ з/п	Метал фільтру	Частка площі отворів у загальній площі фільтру, %	Енергетична нерівномірність чутливості блоку детектування, %
1.	W	10	± 10
2.	W	25	± 13
3.	W	5	± 24
4.	W	40	± 26
5.	Pb	10	± 15
6.	Pb	25	± 18
7.	Pb	5	± 28
8.	Pb	40	± 31
9.	Ta	10	± 12
10.	Ta	25	± 14
11.	Ta	5	± 25
12.	Ta	40	± 28

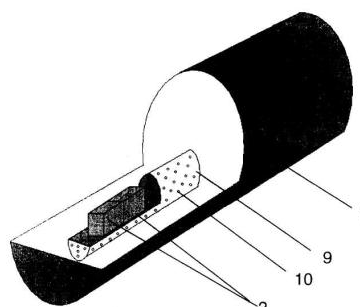
Як показали дослідження, зменшуючи чутли-

вість детекторів при реєстрації низькоенергетичного гамма-випромінювання та, підвищуючи його чутливість при реєстрації високоенергетичного гамма-випромінювання, вдалося отримати величину енергетичної нерівномірності чутливості блоку детектування на рівні $\pm 20\%$ у діапазоні енергій гамма-квантів від 60KeV до 1,2MeV та МЕД від 10^{-5} до 10^4 Р/год.

Таким чином, пропонується пристрій для вимірювання потоку гамма-випромінювання дозволяє, у порівнянні із пристроєм, обраним як прототип, зменшити енергетичну нерівномірність чутливості при збільшенні енергії вимірюваного гамма-випромінювання у діапазоні вимірювань МЕД від 10^{-5} до 10^4 Р/год.



Фіг. 1



Фіг. 2