

РЕФЕРАТ

Дипломний проект виконано на 66 сторінках, вони містять 5 розділів, 33 ілюстрації, 2 таблиці та 42 джерела в переліку посилань.

Метою даного дипломного проекту є розробка та конструювання детектору іонізуючого випромінювання на основі збірки фотодіод – сцинтиляційний матеріал.

У роботі було проведено аналіз вже існуючих сцинтиляційних детекторів іонізуючого випромінювання та використовуваних в них фотодетекторів. Враховуючи характеристики різних детекторів було обрано фотодетектор який найкраще підходить для вирішення поставленої задачі.

Із-за відсутності можливості придбати підібраний напівпровідниковий фотодетектор, було розглянуто альтернативний варіант – фотоелектронний помножувач. Розглянуто основні аспекти розробки електронної складової детектору.

Розглянуто та проаналізовано специфіку підключення ФЕП до електронної складової детектору. Після чого з наявних компонентів розроблено передпідсилювач та структуру пакету інформації для зв'язку детектору з ПК.

Сконструйовано вимірювальний стенд на основі фотоелектронного помножувача та сцинтилятора.

Ключові слова: іонізуюче випромінювання, гамма-випромінювання, сцинтилятор, сцинтиляційний детектор, фотодетектор, фотодіод, фотоелектронний помножувач.

ZUSAMMENFASSUNG

Das Diplomprojekt wird auf 66 Seiten durchgeführt, sie enthalten 5 Abschnitte, 33 Abbildungen, 2 Tabellen und 42 Quellen in der Referenzliste.

Das Ziel dieses Diplomprojekts ist die Entwicklung und Konstruktion eines Detektors für ionisierende Strahlung basierend auf einem Fotodioden - Szintillationsmaterial.

In der Arbeit wurde eine Analyse existierender Szintillationsdetektoren ionisierender Strahlung und Photodetektoren durchgeführt. Unter Berücksichtigung der Eigenschaften verschiedener Detektoren wurde ein Photodetektor gewählt, der zur Lösung des Problems am besten geeignet ist.

Aufgrund der fehlenden Möglichkeit, einen ausgewählten Halbleiter-Photodetektor zu erwerben, wurde eine alternative Option - ein Photoelektronen-Multiplizierer - in Betracht gezogen. Die Hauptaspekte der Entwicklung der elektronischen Komponente des Detektors werden betrachtet.

Die Spezifität der Verbindung des FEP mit der elektronischen Komponente des Detektors wird berücksichtigt und analysiert. Danach wurden der Vorverstärker und die Struktur des Informationspakets zur Verbindung des Detektors mit dem PC aus den vorhandenen Komponenten entwickelt.

Eine Bank, die auf einem Photoelektronenvervielfacher und einem Szintillator basiert, wurde konstruiert.

Schlüsselwörter: ionisierende Strahlung, Gammastrahlung, Szintillator, Szintillationsdetektor, Photodetektor, Photodiode, Photoelektronenvervielfacher.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Roentgen W.C. On a new kind of rays // Nature. — 1896. — Vol. 53. — P. 274–277.
2. [Electronic resource] / Derenzo S.E. Scintillation Properties Database. — 2012. — URL: <http://scintillator.lbl.gov>.
3. Rodnyi P.A. Physical Processes in Inorganic Scintillators. — N.Y. : CRC Press, 1997. — 240 p.
4. Lempicki A., A.J. Wojtowicz, E. Berman. Fundamental limits of scintillator performance // Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section A: Accelerators, Spectrometers and Detectors and Associated Equipment. — 1993. — Vol. 333. — P. 304–311.
5. Vasil'ev A.N. Relaxation of hot electronic excitations in scintillators: account for scattering and track effects and complicated electronic structure // Proc.of the 5th Int.Conf.on Inorganic Scintillators and Their Applications. — 1995. — P. 43.
6. Васильев А.Н., Михайлин В.В. Введение в спектроскопию диэлектриков. Часть II. Вторичные процессы. Ч М. : Университетская книга, 2010. Ч 238 с.
7. A new scintillation material: CsI with 10 ns decay time/ Kubota S. [et al.] // NIMA. - 1988. - Vol. A268, No 1, - P. 275-277.
8. Ray R.E. The KTeV Pure CsI Calorimeter / R.E. Ray // In: High Energy Physics, Proc. Fifth Int. Conf. on Calorimetry. World Scientific, New Jersey. Sept. 1994. - P.110-116.
9. Grassmann H. Properties of CsI:Tl. Renaissance of an Old Scintillation Material / H. Grassmann, H.G. Moser, E. Lorenz // NIMA. - 1985. - A228. - P.323-326.
10. Schotanus P. Scintillation characteristics of pure and Tl-doped CsI crystals / P. Schotanus, R. Kamermans, P. Dorenbos // IEEE Trans. Nucl. Sci. — 1990. — Vol. 37, 2. — P. 177-182.
11. Панова А.Н. Неорганические сцинтилляторы / А.Н. Панова // Изв. АН СССР сер. физ. — 1985. — Т. 49, 10. — С.1994-1998.

12. Роль активаторных и вакансионных центров в затухании сцинтилляций кристаллов CsI:Na / А.Н. Панова, [и др.] // ЖПС. - 2004. - Т. 71, № 4. - Р. 502-507.
13. Спектрально-кинетические свойства кристаллов CsI с добавкой Cs₂CO₃ / Э.Л. Виноград, [и др.] // Оптика и спектроскопия. – 1993. – Т. 75, 5. – С. 996-1000.
14. Gektin A.V. Halide scintillators. Present status and prospects. / A.V. Gektin // Inorganic Scintillators and Their Applications: 5th Int. Conf., Aug. 20-25 (1999): proceeding. - Moscow, 2000. – P. 79-88.
15. Кристаллы сцинтилляторов и детекторы ионизирующих излучений на их основе / Л.В. Атрощенко [и др.] // К.: Наукова думка. - 1998. – 310 с.
16. Scintillator Crystals, Radiation Detector & Instruments on Their Base / В. Grinyov [et al.] // Ukraine, Kharkiv, 2004. - 374 p
17. Абдувалиев А.С. Изучение кинетики нарастания люминесценции при α - и β -возбуждении сцинтилляторов на основе CsI в зависимости от дозировки активатора и температуры / А.С. Абдувалиев, В.К. Ляпидевский / Труды ВИМСа, М.: Из-во ВИМС. - 1974. – № 3. – С.40-54.
18. Шамовский Л.М. Кристаллофосфоры и сцинтилляторы в геологии / Л.М. Шамовский // М.: Недра. – 1985. – 239 с.
19. Factors which define the α/γ -ratio in CsI:Tl Crystal / А.М. Kudin, [et al.] // NIMA. – 2005. – vol. A537. – P. 105-112.
20. Keil G. Gamma-ray spectroscopy with a scintillator-photodiode combination / G. Keil // NIMA. – 1968. – Vol. 60, 1. – P. 167-172.
21. Kilgus U. Prospects of CsI:Tl-photodiode detectors for low-level spectroscopy // U. Kilgus, R. Kotthaus, E. Lange // NIMA. – 1990. – Vol. 297, 3. – P. 425-440.

22. Fast readout of plastic and crystal scintillators by avalanche photodiodes / E. Lorenz, S. Natkaniec, D. Renker, B. Schwartz // NIMA. - 1994. - Vol. 344. - P. 64-72.
23. Large area avalanche photodiodes in scintillation and X-rays detection / M. Moszyński, [et al.] // NIMA. - 2002. - Vol. A485, 3. - P. 504-521.
24. Energy Resolution of Scintillation Detectors Readout with Large Area Avalanche Photodiodes and Photomultipliers / M. Moszynsky, [et al.] // IEEE TNS. - 1998. - Vol. 45. - P. 472-477.
25. Performance of large-area avalanche photodiode for low-energy X-rays and γ -rays scintillation detection // T. Ikagawa, [et al.] // NIMA. - 2003. - vol. A 515. - P. 671-679.
26. Performances of Large Area Avalanche Photodiodes at liquid nitrogen temperature / M. Moszynsky, [et al.] // Conf. Record Капуста
27. Energy resolution of CsI(Na) scintillators / A. Syntfeld-Kazuch, [et al.] // Radiation Measurements. - 2010. - vol. 45. - P. 377-379.
28. Кремниевый фотоэлектронный умножитель: новые возможности / С. Клемин [и др.] // Электроника: Наука, Техн., Бизнес. - 2007. - № 8. - С. 80-86.
29. Limited Geiger-mode silicon photodiode with very high gain / G. Bondarenko, [et al.] // Nuclear Physics B – Proceeding Supplements. Supplement 2. - 1998. - vol. 61. - P. 347-352.
30. Response and noise characteristics of small-sized inorganic and organic scintillation detectors measured with vacuum and solid photodetectors / O.V. Dudnik, [et al.] // NIMA. - 2012. - Vol. A664. - P. 148-153.
31. Причины нестабильности спектрометрических характеристик кристаллов CsI:Tl с матированной поверхностью / А.В. Шкоропатенко, [и др.] // Физическая инженерия поверхности. - 2015. - Т. 13, 2. - С. 175-183.

32. Sysoeva E. Comparison of Methods for Determination of Scintillation Light Yield / E. Sysoeva, V. Tarasov, O. Zelenskaya // NIMA. - 2002. - Vol. A486. - P. 67-73.
33. ГОСТ 17038.0-79. Детекторы ионизирующих излучений сцинтилляционные. Методы измерений сцинтилляционных параметров // М.: Изд-во стандартов, 1985. - 40 с
34. Recent progress in the development of "CsI(Tl) crystal – Si-photodiode" spectrometric detection assemblies / V.P.Seminozhenko, B.V.Grinyov, V.N.Nekrasov, Yu.A. Borodenko // NIMA. - 2005. – Vol. A 537. - P. 383-388.
35. Renker D. Geiger-mode avalanche photodiodes, history, properties and problems / D. Renker // NIMA. – 2006. - Vol. A 567, 1. – P. 48–56.
36. Исследование свойств системы сцинтиллятор CsI(Tl) – pin кремниевый фотодиод и создание на ее основе спектрометрических блоков детектирования / В.В. Белогуб [и др.] // XV межд. конф. по физ. радиац. явлений и рад. материаловед. Алушта, Украина, 2002. – труды конф. - С.344-345.
37. Radiation-induced defects formation in CsI crystals containing hydroxyl and carbonate ions / B.V. Grinyov, [et al.] // Functional Materials. - 1997. - Vol. 4, 4. - P. 540-543.
38. Фото- и радиационно-химические превращения карбонат ионов в кристаллах CsI и CsI:Tl / Б.В. Гринев [и др.] // Оптика и Спектр. - 2000. - Т. 89, № 1. - С. 57-62.
39. X-ray spectrophotometer SphinX and particle spectrometer STEP-F of the satellite experiment CORONAS-PHOTON. Preliminary results of the joint data analysis / O.V. Dudnik, [et al.] // Solar System Research. – 2012. – Vol.46, 2. – P. 160–169.
40. Radiation tolerance and afterglow of CsI:Tl crystals codoped with NO₂ – ions / B.V.Grinyov, B.G.Zaslavskii, A.M.Kudin, Yu.A.Borodenko, A.I. Mitichkin,

S.I.Vasetskii, A.V. Didenko // Journal of Optical Technology. – 2009. - Vol. 76, Issue 6. – P. 367-370.

41. Диденко А.В. Пленочные полимерные материалы для детектирующих устройств / А.В. Диденко, Л.А. Андриющенко // Полимерный журнал. – 2010. – Т. 32, № 1. – С. 28-35.

42. CsI(Tl) + Photodiode Scintillation Assemblies for γ -Ray and Proton Detectors/ A.M. Kudin, Yu.A. Borodenko, B.V. Grinyov, A.V. Didenko, B.G. Zaslavsky, E. Valtonen, N. Eronen, J. Peltonen, J. Lehti, H. Kettunen, A. Virtanen, J. Huovelin // Instr. & Exp. Technique. - 2010. - vol. 53, 1. - P. 39-44.