

РЕФЕРАТ

Дипломну роботу виконано на 68 аркушах та перелік посилань на використані джерела з 71 найменувань. У роботі наведено 20 рисунків та 3 таблиці.

Метою даного дипломного проекту є проектування та створення детектору іонізуючого випромінювання на основі фотодіод – сцинтиляційний матеріал.

У роботі було зроблено аналіз вже існуючих сцинтиляційних детекторів та використовуваних в них фотоелементів. Опираючись на характеристики існуючих детекторів зроблено аналіз про можливість та переваги використання різних фотодетекторів при проектуванні сцинтиляційного детектору. Був обраний фотодетектор який найкраще підходить для вирішення поставленої задачі.

Але через неможливість використати підібраний фотодетектор, було прийнято рішення використати альтернативний варіант – фотоелектронний помножувач.

На основі фотоелектронного помножувача та сцинтилятора спроектовано та виготовлено сцинтиляційний детектор

Ключові слова: сцинтилятор, іонізуюче випромінювання, сцинтиляційний детектор, фотодіод, фотопомножувач, ФЕП.

ABSTRACT

The thesis is completed on 68 sheets and a list of references to used sources from 71 titles. There are 20 drawings and 3 tables in the work.

The purpose of this diploma project is to design and create an ionizing radiation detector on the basis of a photodiode - scintillation material.

In the work, the analysis of existing scintillation detectors and photocells used in them was made. Based on the characteristics of existing detectors, an analysis was made of the possibility and advantages of using different photodetectors when designing a scintillation detector. The photodetector was chosen which is best suited for solving the task.

But because of the inability to use the picked photodetector, it was decided to use an alternative variant - a photoelectron multiplier.

On the basis of a photoelectron multiplier and a scintillator, a scintillation detector is designed and manufactured.

Key words: scintillator, ionizing radiation, scintillation detector, photodiode, photomultiplier, PMT.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гленн. Ф. Кнолл: «ВИЯВЛЕННЯ РАДІАЦІЇ ТА ВИМІР (Третє видання)» John Wile »- & Sons, Inc. (1999).
2. Ніколас Цульфанідіс: «Вимірювання та виявлення радіації», видавництво «Півкулі» (1983)
3. Вільям Дж. Ціна: «Виявлення ядерної радіації», McGraw-Hill Book Company Inc. (1964)
4. Еміль Ковальський: «Ядерна електроніка», Springer-Verlag Berlin (1970).
5. Х. Кумі, Т. Ватанабе, М. Ліда, Т. Мацусіта і С. Сузукі: IEEE Trans. Nucl. Sei, NS-33111,364 (1986).
6. Р. Л. Хіт, Р. Хофстадтер і Е. Б. Хьюз: Нукл. Inst і Meth, 162, 431 (1979).
7. В. Прайс «Реєстрація ядерного випромінювання», переклад з англійської В. Н. Гінзбурга і Н. Г. Зелевінської під редакцією Б. І. Верховського, видавництво іноземної літератури, Москва, 1960.
8. Montgomery R. A. et al. Multianode Photomultiplier Tube Studies for Imaging Applications // Nucl. Instr. Meth. A. 2012. V. 695. P. 326-329.
9. Hamamatsu Photonics K. K. <http://www.hamamatsu.com/index.html>.
10. Bajanov N. A. et al. Fine-Mesh Photodetectors for CMS Endcap Electromagnetic Calorimeter // Nucl. Instr. Meth. A. 2000. V. 442. P. 146-149.
11. Adeva B. et al. (L3 Collab.). The Construction of the L3 Experiment // Nucl. Instr. Meth. A. 1990. V. 289. P. 35.
12. Цирлин Ю.А. Оптимизация детектирования гамма-излучения сцинтилляционными кристаллами / Ю.А. Цирлин, М.Е. Глобус, Е.П. Сысоева // М.: Энерго-атомиздат. – 1991. – 179 с.
13. Lecoq P. Inorganic Scintillators for Detector Systems / P. Lecoq [et al.] // Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2006. - 325 p.
14. Гринев Б.В. Сцинтилляционные кристаллы / Б.В. Гринев // Неорганическое материаловедение. – Киев: Наукова думка, 2008. - Т.2. - С. 357-362.

15. Глобус М.Е. Неорганические сцинтилляторы: новые и традиционные материалы / М.Е. Глобус, Б.В. Гринев. – Харьков: Акта, 2001. - 408 с.
16. Горилецкий В.И. Рост кристаллов / В.И. Горилецкий [и др.]. – Харьков, Акта, 2002. - 536 с.
17. Гектин А.В. Галоидные сцинтилляторы. Научные и инженерные разработки / А.В. Гектин, Б.В. Гринев // Функциональные материалы для науки и техники. – Харьков: Институт монокристаллов. - 2001. - С. 28-47.
18. Van Loef E.V.D. High-energy-resolution scintillator Ce³⁺ activated LaBr₃ / E.V.D. van Loef, [et al.] // Applied Phys. Lett. – 2001. – Vol. - 79, 10 – P. 1573-1575.
19. Globo J. SrI₂ for gamma-ray spectroscopy / J. Globo, W.M. Higgins, E.V.D. van Loef, et al. // Proc. IEEE Nucl. Sci. Symp. Conf. Rec., San Diego, USA, Oct. 29 - Nov.4, Vol. 3, 1574 (2006).
20. Temperature Dependent Scintillation and Luminescence Characteristics of GdI₃:Ce³⁺ / M. Birowosuto, [et al.] // IEEE Trans. Nucl. Sci. – 2008. – vol. 55, 3. – P. 1164-1169.
21. Панова А.Н. Неорганические сцинтилляторы / А.Н. Панова // Изв. АН СССР сер. физ. – 1985. – Т. 49, 10. – С.1994-1998.
22. Pedrini C. Scintillation Mechanisms and Limiting Factors on Each Step of Relaxation of Electronic Excitations / C. Pedrini // Phys. Sol. State. – 2005. – Vol.47, No. 8. – P.1406-1411.
23. Кудин А.М. Влияние гидратации и дегидратации на состояние поверхности и природа мертвого слоя в кристаллах NaI:Tl / А.М. Кудин // Сцинтилляционные материалы. Получение, свойства, применение / под ред. Б.В. Гринева. – Харьков: "Институт монокристаллов". – 2007. – С. 320-354.
24. A new scintillation material: CsI with 10 ns decay time/ Kubota S. [et al.] // NIMA. - 1988. - Vol. A268, No 1, - P. 275-277.
25. 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.

26. 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.
27. 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.
28. Роль активаторных и вакансионных центров в затухании сцинтилляций кристаллов CsI:Na / А.Н. Панова, [и др.] // ЖПС. - 2004. - Т. 71, № 4. - P. 502-507.
29. Спектрально-кинетические свойства кристаллов CsI с добавкой Cs₂CO₃ / Э.Л. Виноград, [и др.] // Оптика и спектроскопия. – 1993. – Т. 75, 5. – С.996-1000.
30. 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.
31. Кристаллы сцинтилляторов и детекторы ионизирующих излучений на их основе / Л.В. Атрощенко [и др.] // К.: Наукова думка. - 1998. – 310 с.
32. Scintillator Crystals, Radiation Detector & Instruments on Their Base / B. Grinyov [et al.] // Ukraine, Kharkiv, 2004. - 374 p.
33. 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.
34. Шамовский Л.М. Кристаллофосфоры и сцинтилляторы в геологии / Л.М. Шамовский // М.: Недра. – 1985. – 239 с.
35. Factors which define the $\square\square\square$ -ratio in CsI:Tl Crystal / A.M. Kudin, [et al.] // NIMA. – 2005. – vol. A537. – P. 105-112.
36. Вартанов Н.А. Практические методы сцинтилляционной гамма-спектрометрии / Н.А. Вартанов, П.С. Самойлов // Атомиздат: Москва. – 1964. – 275 с.

- 37.Ляпидевский В.К. Сцинтилляционный метод детектирования излучений / В.К. Ляпидевский // М.: Изд. МИФИ. – 1981. – 88 с.
38. Knoll G.F. Radiation Detection and Measurement, 3rd Ed. / G.F.Knoll. // John Wiley & Sons, New York. – 2000. – 217 p.
- 39.Birks I.B. The Theory and Practice of Scintillation Counting / I.B. Birks // London: Pergamon Press. - 1967. - 662 p.
- 40.Особенности применения неорганических сцинтилляторов для рентгеновской диагностики горячей плазмы / В.В.Аверкиев, В.К. Ляпидевский, В.А.Прорвич, А.В. Сартори // ПТЭ. - 1982. - № 3. - С. 152-154.
- 41.Кудін О.М. Розробка науково-технологічних основ модифікації поверхні кристалів для корегування їх сцинтиляційних характеристик : дисс. докт. тех. наук: 05.02.01 / Кудін Олександр Михайлович. - Харків. - 2007. - 290с.
- 42.Seitz F. Model of luminescence center / F. Seitz // J. Chem. Phys. – 1938. – vol.6. - P. 454-455.
- 43.A new model for the visible emission of the CsI:Tl crystal / V. Nagirnyi, [et al.] // Chem. Phys. Lett. - 1994. - Vol. 227. - P. 533-538.
- 44.Peculiarities of the triplet relaxed excited state structure and luminescence of CsI:Tl crystal / V. Nagirnyi, [et al.] // J. Phys.: Condens. Mater. – 1995. - Vol. 7.- P.3637-3653.
- 45.Radiation damage mechanism in CsI:Tl studied by ion beam induced luminescence/ A. Quaranta, F. Gramegna, V. Kravchuk, C. Scian // NIMB. – 2008. –Vol. B266. – P. 2723-2728.
- 46.Влияние содержания активатора на выход радиолюминесценции, световой выход и энергетическое разрешение кристаллов CsI:Tl / В.И. Горилецкий [и др.] // Известия ВУЗов. Материалы электронной техники. - 2000. - № 4. - С.37-40.
- 47.Recombination luminescence of CsI:Tl crystal under electron pulse irradiation /
- 48.Trefilova, V. Yakovlev, A. Meleshko, N. Kosinov // Radiation Measurements. – 2010. – Vol. 45, 3-6. – P. 328-330.

49. Keil G. Gamma-ray spectroscopy with a scintillator-photodiode combination / G. Keil // NIMA. – 1968. – Vol. 60, 1. – P. 167-172.
50. 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.
51. 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.
52. Large area avalanche photodiodes in scintillation and X-rays detection / M. Moszyński, [et al.] // NIMA. – 2002. – Vol. A485, 3. – P. 504-521.
53. 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.
54. 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.
55. Performances of Large Area Avalanche Photodiodes at liquid nitrogen temperature / M. Moszynsky, [et al.] // Conf. Record Капустя
56. Energy resolution of CsI(Na) scintillators / A. Syntfeld-Kazuch, [et al.] // Radiation Measurements. – 2010. – vol. 45. – P. 377–379.
57. Кремниевый фотоэлектронный умножитель: новые возможности / С. Клемин [и др.] // Электроника: Наука, Техн., Бизнес. - 2007. - № 8. - С.80-86.
58. 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.
59. 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.
60. Лебедев А.И. Физика полупроводниковых приборов / А.И. Лебедев // М.: Физматлит. – 2008. – 488 с.

61. 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.
62. Цирлин Ю.А. Светособирание в сцинтилляционных счетчиках / Ю.А. Цирлин // М.: Атомиздат. – 1975. – 263 с.
63. Budde W. Standards of reflectance / W. Budde // J. Optical Soc. Am. – 1960. - vol. 50. – P. 217-222.
64. Patterson E.M. Kubelka-Munk optical properties of a barium sulfate white reflectance standard / E. M. Patterson, C. E. Sheldon, and B. H. Stockton // Appl. Opt. – 1977. – vol. 16. – P. 729-732.
65. Grum F. Optical Sphere Paint and a Working Standard of Reflectance / F. Grum and G. W. Luckey // Appl. Opt. – 1968. – vol. 7. – P. 2289-2294.
66. Erb W. Requirements for Reflectance Standards and the Measurement of Their Reflection Values / W. Erb // Applied Optics. – 1975. – vol. 14, 2. – P. 493-499.
67. Экструзионные сцинтилляционные стрипы для эксперимента OPERA / Б.В. Гринев [и др.] // Вопросы атомной науки и техники. – 2006. – №4. – С. 231-234.
68. Companion A.L. The diffuse reflectance spectra of some titanium oxides / A.L. Companion, R.E. Wyatt // J. Phys. Chem. Solids. - 1963. - vol. 24, 8. - P. 1025-1028.
69. Влияние добавок кремния и магния на отражательную способность и фотостойкость пигмента диоксида титана со структурой анатаза / М.М. Михайлов [и др.] // Неорг. материалы. – 2002. – Т. 38, 9. – С.1097-1101.
70. Андриющенко Л.А. Кремнийорганические материалы для детекторов ионизиру-ющих излучений / Л.А. Андриющенко, Б.В. Гринев // ПТЭ. - 1998. - №4. - С.5-21.
71. Андриющенко Л.А. Розробка оптичних захисних покриттів для сцинтиляторів на основі кристалів CsI и NaI // Дисс ... канд. тех. наук: 05.02.01. - Харків, 2006. - 147 с.