

G01T 1/02 (2006.01)
G01T 1/24 (2006.01)
H01L 29/868 (2006.01)

(19)
 ČESKÁ
 REPUBLIKA



ÚŘAD
 PRŮMYSLOVÉHO
 VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-649**
 (22) Přihlášeno: **12.10.2017**
 (40) Zveřejněno: **12.12.2018**
(Věstník č. 50/2018)
 (47) Uděleno: **31.10.2018**
 (24) Oznámení o udělení ve věstníku: **12.12.2018**
(Věstník č. 50/2018)

(56) Relevantní dokumenty:

V. Sopko, B.Sopko, D.Chren, J.Dammer: Development of defects in the structure of PIN dosimetry diodes exposed to gamma radiation, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research A 730 (2013), pages 146–148, Available online: 5 June 2013, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168900213007973>; Tobias Schmitz, Matthias Blaickner: Adaption of a PIN-diode detector as an online neutron monitor for the thermal column of the TRIGA research reactor, Applied Radiation and Isotopes 128 (2017), pages 142–147, Available online: 08 July 2017, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969804317300660>.
 US 2011210235 A; US 2013140466 A; WO 2007144624 A; WO 2004073326 A; US 5281822 A; US 4757202 A; US 4687622 A; US 4163240 A; CZ 30488 U.

(73) Majitel patentu:

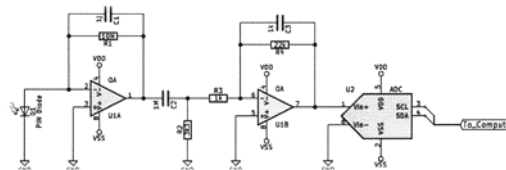
Ústav jaderné fyziky AV ČR, v. v. i., Husinec, Řež, CZ

(72) Původce:

Ing. Pavel Krist, Ph.D., Husinec - Řež, CZ
 Ing. Martin Kákona, Soběslav, CZ
 Ing. Václav Štěpán, Ph.D., Praha 6, CZ

(74) Zástupce:

Pavel Reichel a kol., Ing. Pavel Reichel, Lopatecká 14, 147 00 Praha 4



(54) Název vynálezu:

Způsob určování druhu ionizujícího záření a zapojení k provádění tohoto způsobu

(57) Anotace:

Pro určování druhu ionizujícího záření pomocí polovodičové PIN diody, zapojené v závěrném směru, se použije PIN dioda s nízkým nebo nulovým záporným předpětím o velikosti nula až jednotky voltů. Na jejím výstupu je náboj úměrný energii, kterou předává na ni dopadající ionizující záření. Tento náboj se následně zesiluje a převádí na napěťový impuls, jehož plocha odpovídá energii předané ionizujícím zářením diodě. Signál se vyhodnocuje pomocí tvarové diskriminace pro určení druhu ionizujícího záření. Odezva od kladného iontu má větší amplitudu než odezva od fotonu při stejné ploše impulsu, to jest při stejné předané energii. Polovodičová PIN dioda zapojená v závěrném směru je svým výstupem připojena k nábojovému zesilovači, který je přes filtr a A/D převodník připojen k počítači.

Způsob určování druhu ionizujícího záření a zapojení k provádění tohoto způsobuOblast techniky

5

Vynález se týká detekce ionizujícího záření pomocí polovodičové PIN diody.

10 Dosavadní stav techniky

V současné době se v mnoha detektorech ionizujícího záření používá polovodičová PIN dioda nebo identické struktury s intrinzičnou vrstvou polovodiče s nízkou vodivostí stejně jako v PIN diodě. Většina detektorů používá PIN diodu zapojenou v závěrném směru s vysokým záporným předpětím o velikosti desítek až stovek voltů. Takovéto uspořádání neumožňuje rozlišit (nebo pouze velmi omezeně) druh dopadajícího ionizujícího záření ať už přímo nebo nepřímo ionizujícího. Na druhu ionizujícího záření jsou přitom závislé kvalitativní účinky záření. Například při použití PIN diody v dozimetru (ve stávajících zapojeních) musíme znát druh ionizujícího záření pro určení efektivní dávky.

20 Součástí stavu techniky jsou rovněž následující dokumenty US 20112102235 A, US 2013140466 A, WO 2007144624 A, WO 2004073326 A, US 5281822 A, US 4757202 A, US 4687622 A.

Podstata vynálezu

25

Úkolem předloženého vynálezu je rozlišení ionizujícího záření tvořeného kladnými ionty, například alfa částice nebo protony, od fotonů, například gama fotonů, a umožnit konstrukci přístrojů provádějících dozimetrii záření ve směsných polích obsahujících kladné ionty a fotony.

30 Podstata vynálezu spočívá v tom, že pro určování druhu ionizujícího záření pomocí polovodičové PIN diody, zapojené v závěrném směru, se použije PIN dioda s nízkým nebo nulovým záporným předpětím o velikosti nula až jednotky voltů, na jejímž výstupu je náboj úměrný energii, kterou předává na ni dopadající ionizující záření, tento náboj se následně zesiluje a převádí na napěťový impuls, jehož plocha odpovídá energii předané ionizujícím zářením diodě, přičemž signál se
35 vyhodnocuje pomocí tvarové diskriminace pro určení druhu ionizujícího záření, kdy odezva od kladného iontu má větší amplitudu než odezva od fotonu při stejné ploše impulsu, to je stejné předané energii.

40 Rozlišení druhu částice se provádí určováním plochy impulsu jeho analogovou nebo digitální integrací a porovnáním amplitud impulsu při stejné ploše impulsu. Alternativně se rozlišení druhu částice provádí určováním plochy impulsu jeho analogovou nebo digitální integrací a porovnáním ploch impulsu při stejné amplitudě impulsu.

45 Předmětem vynálezu je dále zapojení k provádění výše uvedeného způsobu, kde polovodičová PIN dioda zapojená v závěrném směru je svým výstupem připojena k nábojovému zesilovači, který je přes filtr a A/D převodník připojen k počítači.

50 Vynález umožňuje rozlišení ionizujícího záření tvořeného kladnými ionty (například alfa částice nebo protony) od fotonů (například gama fotony) a konstrukci přístrojů provádějících dozimetrii ionizujícího záření ve směsných polích obsahujících kladné ionty a fotony. Umožňuje kvantitativně určit složení takovýchto polí za pomoci PIN diody jako detekčního prvku.

Objasnění výkresů

Na obr. 1 je příklad blokového schéma zapojení systému pro určování druhu ionizujícího záření pomocí polovodičové PIN diody, na obr. 2 příklad konkrétního provedení zapojení podle obr. 1.

5

Na obr. 3 je zobrazen výstup z A/D převodníku z obr. 1 a 2, příklad diskriminace signálu pro částice se stejnou amplitudou odezvy. Červená křivka je odezva od protonů, zelená křivka je odezva od fotonů. Zobrazeno je sedm protonů a tři fotony najednou přes sebe.

10

Na obr. 4 je zobrazen výstup z A/D převodníku z obr. 1 a 2, příklad diskriminace signálu. Červená křivka je odezva od protonů, zelená křivka je odezva od fotonů. Všechny částice mají stejnou předanou energii, je zde stejná plocha impulzu měřená mezi křivkou a vodorovnou osou. Zobrazeny jsou dva protony a pět fotonů najednou přes sebe.

15

Příklady uskutečnění vynálezu

Pro určování druhu ionizujícího záření pomocí polovodičové PIN diody, zapojené v závěrném směru se použije PIN dioda s nízkým nebo nulovým záporným předpětím o velikosti nula až jednotky voltů, na jejímž výstupu je náboj úměrný energii, kterou předává na ni dopadající ionizující záření, tento náboj se následně zesiluje a převádí na napěťový impulz, jehož plocha odpovídá energii předané ionizujícím zářením diodě, přičemž signál se vyhodnocuje pomocí tvarové diskriminace pro určení druhu ionizujícího záření, kdy odezva od kladného iontu má větší amplitudu než odezva od fotonu při stejné ploše impulzu, to je stejné předané energii. Na obr. 1 je blokové schéma zapojení vynálezu, kde polovodičová PIN dioda zapojená v závěrném směru je svým výstupem připojena k nábojovému zesilovači, který je přes filtr a A/D převodník připojen k počítači. Na obr. 3 je příklad konkrétního zapojení podle obr. 2, kde PIN dioda je výstupem připojena ke vstupu operačního zesilovače, na který navazuje frekvenční filtr typu dolní propust. Výstup filtru je pak přes analogově digitální převodník připojen k počítači.

20
25
30**PATENTOVÉ NÁROKY**

1. Způsob určování druhu ionizujícího záření pomocí polovodičové PIN diody, zapojené v závěrném směru, **vyznačující se tím**, že se použije PIN dioda s nízkým nebo nulovým záporným předpětím o velikosti nula až jednotky voltů, na jejímž výstupu je náboj úměrný energii, kterou předává na ni dopadající ionizující záření, tento náboj se následně zesiluje a převádí na napěťový impulz, jehož plocha odpovídá energii předané ionizujícím zářením diodě, přičemž signál se vyhodnocuje pomocí tvarové diskriminace pro určení druhu ionizujícího záření, kdy odezva od kladného iontu má větší amplitudu než odezva od fotonu při stejné ploše impulzu, to je stejné předané energii.

35
40

2. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že rozlišení druhu částice se provádí určováním plochy impulzu jeho analogovou nebo digitální integrací a porovnáním amplitud impulzu to jest při stejné ploše impulzu.

45

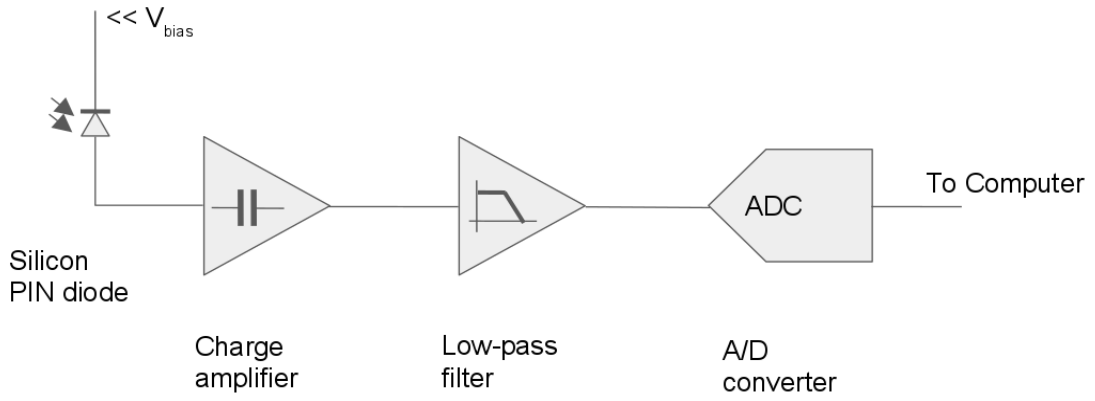
3. Způsob podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že rozlišení druhu částice se provádí určováním plochy impulzu jeho analogovou nebo digitální integrací a porovnáním ploch impulzu při stejné amplitudě impulzu.

50

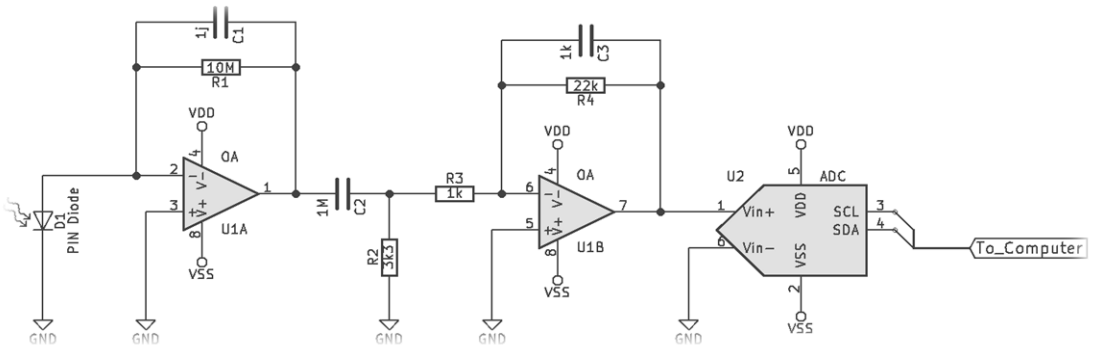
4. Zapojení k provádění způsobu podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že polovodičová PIN dioda zapojená v závěrném směru je svým výstupem připojena k nábojovému zesilovači, který je přes filtr a A/D převodník připojen k počítači.

55

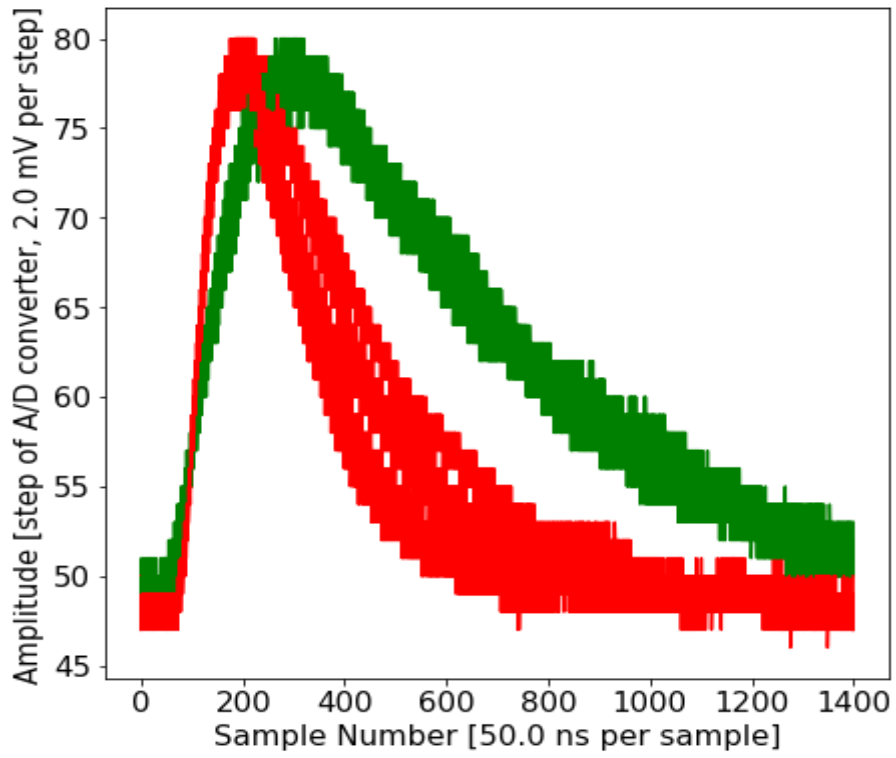
2 výkresy



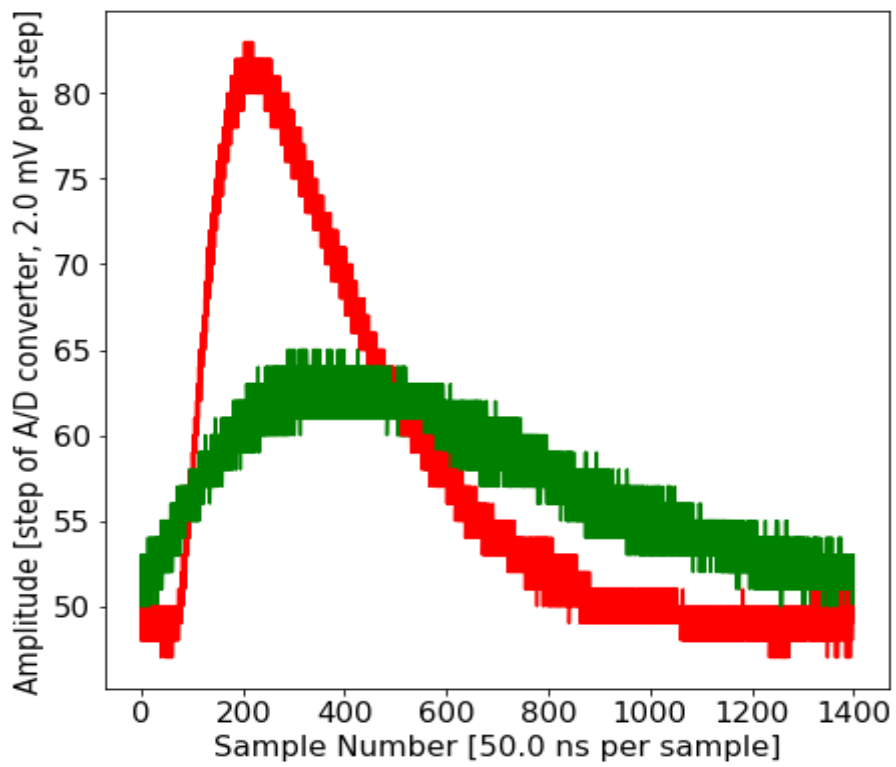
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4