

ČESKOSLOVENSKÁ
SOCIALISTICKÁ
REPUBLIKA
(19)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

245641

(11)

(B1)

(51) Int. Cl.⁴

G 01 T 1/20

/22/ Přihlášeno 13 11 84

/21/ PV 8621-84

(40) Zveřejněno 16 07 85

(45) Vydáno 15 10 87

(75)

Autor vynálezu

BARTA ČESTMÍR ing. CSc., PRAHA,* GILAR OLDŘICH ing. CSc., ZDIBY,*
JURSOVÁ LJUBA RNDr.,* KUBÁTOVÁ JITKA RNDr. CSc.; PAVLÍČEK ZDENĚK ing. CSc.;
POLECHA JAN prom. fyz.,* TRÍSKA ALEŠ ing. DrSc., PRAHA

(54) Scintilační materiál

Scintilační materiál, který je předmětem vynálezu, je tvořen monokrystalem chloridu olovnatého aktivovaného manganem $PbCl_2/Mn$ v rozsahu 0,01 mol. % až 10 mol. % a je určen pro detekci ionizujícího záření s využitím jeho luminiscenčních vlastností. Při použití monokrystalu podle vynálezu se zvýší detekční účinnost přibližně o 35 % vůči alkalickým halogenidům za předpokladu stejných rozměrů scintilačního detektoru.

Vynález se týká nového monokrystalického scintilačního materiálu pro detekci ionizujícího záření na principu jeho luminiscenčních vlastností.

Scintilační detektory patří v současné době mezi nejčastěji používané detektory v zařízeních pro detekci ionizujícího záření. Řada jejich vlastností, jako jsou vysoká detekční účinnost pro záření gama, neutrony a nabitě částice, možnost spektrometrického měření především pro záření gama, vysoká časová rozlišovací schopnost a další, umožňují velký počet aplikací v nejrůznějších oborech vědy a techniky.

Během třicetiletého vývoje scintilační techniky byla objevena a zdokonalena řada organických a anorganických látek, které je možno využít ve scintilační technice. V poslední době stále roste potřeba nových detekčních elementů ionizujícího záření, což má přímou spojitost s rozvojem jaderné techniky, jaderných zdrojů energie, stále náročnějšími metodami geologického průzkumu, rozvojem lékařských věd a dalších oborů.

Dosavadní způsoby detekce ionizujícího záření, které využívají monokrystalů, jsou založeny buď na změně jejich elektrického odporu úměrně s ozářením nebo jejich luminiscenci, která je potom detekována a zesilována s využitím fotonásobiče.

Monokrystaly vhodné pro tyto, takzvané scintilační detektory, musí především být schopny v dostatečné míře absorbovat primární ionizující záření, a proto musí obsahovat pokud možno prvky s vysokým atomovým číslem.

V tomto směru je dosavadní technika omezena v podstatě jen na scintilační krystaly s vysokým atomovým číslem orientované složky. Jako typický příklad může sloužit nejvíce používaný krystal pro detekci záření gama - jodid sodný aktivovaný thaliem - NaJ/Tl/.

Pro mnohé aplikace je zapotřebí scintilačních detektorů s neobyčejně velkými rozměry krystalového funkčního elementu. Náhrada sodíku césiem, to je posledním členem řady alkalic-kých kovů, naráží jednak na jeho neobyčejně vysokou cenu, která kromě toho není úměrná poměrně malému zvýšení průměrného atomového čísla funkčního elementu.

Dosavadní používané scintilační detektory mají rovněž nevýhodu v tom, že nemohou pracovat při zvýšených pracovních teplotách a je obtížné je chladit. Proto výzkum v oblasti vyhledávání nových monokrystalů pro scintilační detektory je orientován na získání nových materiálů s vysokým atomovým číslem.

Tento požadavek splňuje scintilační materiál podle vynálezu, jehož podstatou je, že je tvořen monokrystalem chloridu olovnatého aktivovaného manganem v rozsahu 0,01 mol. až 10 mol. %.

Při použití monokrystalu PbCl_2/Mn / se zvýší detekční účinnost přibližně o 35 % vůči alkalic-kým halogenidům za předpokladu stejných rozměrů scintilačního detektoru, nebo při požadavku stejné detekční účinnosti je možno použít scintilačního detektoru menších rozměrů.

Krystalizací z taveniny v uzavřeném kelímku byl vykultivován monokrystal chloridu olovnatého aktivovaného 0,5 mol. % manganu. Monokrystal byl pak opracován na rozměr o ϕ 20 mm x x 20 mm a zapouzdřen do hliníkového pouzdra s reflektorem a čelním skleněným okénkem, které pak bylo silikonovým olejem opticky připojeno na fotonásobič.

Takto zhotovený scintilátor byl potom za stejných podmínek srovnán s klasickým scintilátorem NaJ/Tl/ stejných rozměrů. Scintilátor s monokrystalem PbCl_2/Mn / podle vynálezu vykazoval o 35 % vyšší účinnost při teplotě - 175 °C.

Při ozáření krystalu dochází k přenosu energie absorbované základní mříží $\text{PbCl}_2:\text{Mn}$. Účinnost tohoto přenosu činí zhruba 75 % pro teplotu kolem 25 °C, účinnost mírně roste od -20 °C do 65 °C.

Účinnost je zde brána jako poměr intenzity vyjádřené počtem fotonů infračervené emise při pokojové teplotě k intenzitě celkové emise v oboru 400 až 850 nm.

Optimální koncentrace je v zásadě určena možností zabudování manganu do mřížce chloridu olovnatého při zachování dostatečné optické kvality krystalu. Ke znatelnému koncentračnímu zhášení při koncentraci 0,1 mol. % Mn ve vzorku nedochází.

Světelný výtěžek i zisk fotonásobiče jsou funkce teploty. Její kolísání v čase může mít za následek zhoršení energetické rozlišovací schopnosti a může vyvolat potíže při cejchování podle energie.

V řadě případů je použití fotonásobičů limitováno, což znesnadňuje využití systémů scintilátor - fotonásobič, zvláště když je současně požadována vysoká mechanická pevnost, teplotní odolnost systémů a jejich malé rozměry.

Rozptýl parametrů fotonásobiče znemožňuje jejich využití v systémech s mozaikovou strukturou tvořenou desítkami a stovkami detekčních prvků, které jsou nutné k vizualizaci funkce vnitřních orgánů v medicíně, k detekci kosmického záření a podobně.

Překonat tyto potíže umožňuje systém scintilátor a polovodičový fotocitlivý element. Polovodičový fotocitlivý element v kombinaci s operačním zesilovačem se co do citlivosti vyrovná fotonásobiči, má větší dynamický rozsah fotocitlivosti, malé rozměry a vyznačuje se vysokou spolehlivostí.

Právě krystal PbCl_2/Mn je vhodný pro spojení s polovodičovým fotocitlivým elementem vzhledem k tomu, že emisní spektrum jmenovaného scintilátoru leží v oblasti maximální citlivosti polovodičových fotoelementů.

P R Ě D M Ě T V Y N Á L E Z U

Scintilační materiál vyznačující se tím, že je tvořen monokrystalem chloridu olovnatého aktivovaného manganem PbCl_2/Mn v rozsahu 0,01 mol. % až 10 mol. %.