



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

229 332

(11)

(B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 03 11 82
(21) pv 7798-82

(51) Int. Cl. G 01 N 1/20,
H 01 J 37/26

(40) Zveřejněno 26 08 83
(45) Vydáno 01 03 86

(75)

Autor vynálezu AUTRATA RUDOLF ing. CSc.,
SALYK OTA ing.,
SCHAUER PETR RNDr. CSc., BRNO,
KVAPIL JOSEF ing. CSc.,

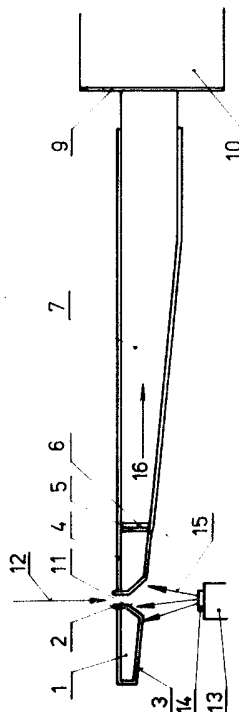
KVAPIL JIŘÍ ing. CSc., TURNOV

(54) Scintilační detektor zpětně odražených elektronů

Vynález je určen pro detekci odražených elektronů v rastrovacím elektronovém mikroskopu.

Podstatou vynálezu je scintilační destička z monokrystalu ytrium hliníkového granátu nebo ytrium hliníkového perovskitu se vstupním čelem zkoseným v úhlu $10 - 15^\circ$ opatřená tenkou vrstvou hliníku a na odrazovém čele reflexní hliníkovou vrstvou. Scintilační destička je spojena přes vrstvu anorganického dielektrika optickým tmelem se světloved. Spojované díly a použitý tmel mají předem určený index lomu.

Vynález je určen pro rastrovací elektronové mikroskopy.



Vynález se týká scintilačního detektoru zpětně odražených elektronů, který řeší použití monokrystalického scintilátoru ytrium hliníkového granátu a ytrium hliníkového perovskitu pro detekci zpětně odražených elektronů.

Pro detekci zpětně odražených elektronů v rastrovacím elektronovém mikroskopu se nejčastěji používá polovodičový systém detektoru nebo kanálově násobičový systém detektoru. Nevýhoda obou systémů spočívá v nevhodné šíři pásma, ztěžující rychlé televizní snímání, v dosti velkém vlastním šumu polovodiče, v nízké rozlišovací schopnosti, ve zvyšování kapacity detektoru při přiblížení pozorovaného objektu, ve zhoršených vlastnostech detektoru při detekci elektronů o energii nižší jak 10 keV, v nutnosti zavedení dalšího předzesilovače a zesilovače, a tak i ve vyšší ceně. Výhodnější vlastnosti, zejména z hlediska dosažení vysoké rozlišovací schopnosti, lepších šumových parametrů a větší šíře pásma má scintilačně fotonásobičový systém. Pro detekci zpětně odražených elektronů je znám scintilační detektor označovaný jako typ "Robinson", který se skládá z akrylového světlovodu tyčového tvaru, na který je přitmelena plastický scintilátor ve formě desky s otvorem. Plastický scintilátor má nevýhodu v rychlém poklesu účinnosti s dobou provozu (během několika hodin na 50 % účinnosti). Jeho znovuoživení na původní hodnotu účinnosti je možné jen obroušením degradované povrchové vrstvy, vyleštěním a opětným pokovením, což je dosti pracné nebo výměnou celého plastického scintilátoru.

Místo plastického scintilátoru je známé použití práškových scintilátorů nesených na podložce, která je tmelena na

světlovod, což představuje určité zlepšení životnosti. Práškové vrstvy jsou však citlivé na mechanické poškození, což při časté manipulaci detektoru v mikroskopu je nevýhodné. Práškové scintilátory se používají ve vícefunkčním detektoru fy Philips s vláknovým světlovodem, pevně zabudovaném v mikroskopu. Tento detektor vyžaduje dva fotonásobiče a je značně nákladný. Použití monokrystalického scintilátoru je známé ve spojení s vláknovou optikou, kde je světlo snímáno z boční stěny tenké scintilační destičky. Tento detektor je rovněž nákladný a navíc výstup světla z tenké destičky do vláknového světlovodu zaznamenává velké ztráty.

Tyto dosavadní nevýhody odstraňuje scintilační detektor zpětně odražených elektronů, jehož podstatou je, že scintilační destička z monokrystalu ytrium hliníkového granátu aktivovaného trojmocným cérem o indexu lomu 1,80 - 1,85 má vstupní čelo zkosené pod úhlem $10 - 15^\circ$ vůči protilehlému odrazovému čelu, které je opatřeno reflexní hliníkovou vrstvou, zatímco výstupní čelo scintilační destičky je přes vrstvu anorganického dielektrika o indexu lomu 1,6 - 1,7 a tloušťce 130 - 150 nm spojeno tmelem o indexu lomu 1,45 - 1,55 s polymetylmakrylátovým světlovodem o indexu lomu 1,45 - 1,55.

Scintilační detektor s destičkou z monokrystalu ytrium hliníkového perovskitu aktivovaného trojmocným cérem o indexu lomu 1,90 - 1,95 má výstupní čelo opatřeno vrstvou anorganického dielektrika o indexu lomu 1,65 - 1,75 a tloušťce 90 - 110 nm.

Výhodou scintilačního detektoru podle vynálezu je, že monokrystaly ytrium hliníkového perovskitu, bez nečistotových příměsových prvků, o indexu lomu 1,83, resp. 1,93 mají nejvyšší účinnost ze všech známých scintilačních materiálů pro detekci elektronů. Spojení doplněné vrstvou anorganického dielektrika o stanoveném indexu lomu a tloušťce vrstvy zajišťuje účinnější přestup světla z detektoru do světlovodu. Zkosení monokrystalického blokového scintilátoru na vstupním čele destičky o $10 - 15^\circ$ přispívá k účinnějšímu odrazu generovaných fotonů směrem do světlovodu.

Vynález blíže objasní přiložený výkres, na němž je v osovém řezu naznačen scintilační detektor.

Scintilační destička 1 s kuželovým otvorem 11 osazeným kovovým kroužkem 2 má vstupní čelo zkosené pod úhlem $10 - 15^\circ$ a pokovené tenkou vrstvou 3 hliníku. Protilehlé odrazové čelo scintilační destičky 1 je opatřeno reflexní hliníkovou vrstvou 4. Scintilační destička 1 je spojena výstupním čelem přes vrstvu 2 anorganického dielektrika a optický tmel 6 se světlovodem 7, který dosedá na fotokatodu 9 fotonásobiče 10. Nad kuželovým otvorem 11 je naznačen šipkou směr primárních elektronů 12, pod ním držák 13 s objektem 14 a šipkou je vyznačen směr zpětně odražených elektronů 15 a směr fotonů 16.

Primární elektrony 12 po průchodu kuželovým otvorem 11 dopadají na pozorovaný objekt 14, ze kterého jsou emitovány zpětně odražené elektrony 15 pronikající přes tenkou hliníkovou vrstvu 3, jejíž tloušťka je průchozí pro zpětně odražené elektrony 15 do scintilační destičky 1. Generované fotony 16 postupují po několikanásobných odrazech od reflexní hliníkové vrstvy 4 a tenké hliníkové vrstvy 3, průchozí pro zpětně odražené elektrony 15 směrem k vrstvě anorganického dielektrika 2, pod různým úhlem. Mezní úhel, to je úhel, pod kterým se fotony 16 odráží do anorganického dielektrika 2 zpět ke scintilační destičce 1, se zvětšuje, a tak větší množství fotonů 16 proniká dále přes vrstvu optického tmele 6 do světlovodu 7 a fotokatodu 9 fotonásobiče 10.

Scintilační destička 1 musí být zhotovena z monokrystalu ytrium hliníkového granátu aktivovaného trojmocným cérem, s obsahem nečistotových příměsových prvků nižším jak $1 \cdot 10^{-4} \%$ váh, a to tak, aby jeho index lomu činil $1,80 - 1,85$. Pro použití ytrium hliníkového perovskitu aktivovaného trojmocným cérem platí za stejných podmínek index lomu $1,90 - 1,95$. Všechna čela scintilační destičky 1, včetně kuželového otvoru 11 musí být vyleštěny do zrcadlového lesku. Vrstva anorganického dielektrika 2 musí mít tloušťku $\frac{\lambda}{4}$, což pro vlnovou délku 570 nm charakteristického světla emitovaného pro excitaci ytrium hliníkového granátu činí $142,5 \text{ nm}$. Pro vlnovou délku 380 nm charakteristického světla emitovaného pro excitaci ytrium hliníkového perovskitu má vrstva anorganického dielektrika 2 tloušťku 95 nm . Index lomu anorganického dielektrika 2 musí být geometrickým průměrem indexů lomu ytrium hliníkového granátu, popřípadě perovskitu a tmele, což je pro granát

1,66 a pro perovskit 1,70. Pro optické tmelení se používá tmel na bázi epoxidů s indexem lomu 1,45 - 1,55. Jako materiál pro vrstvu anorganického dielektrika lze použít v případě yttrium hliníkového granátu kysličník hlinitý s indexem lomu 1,65, v případě yttrium hliníkového perovskitu kysličník hořečnatý s indexem lomu 1,93.

Scintilační detektor podle vynálezu je určen pro všechny typy rastrovacích elektronových mikroskopů, u nichž je požadavek detekovat zpětně odražené elektrony a mají ve vzorkové komoře přírubu pro montáž přídavného fotonásobiče.

1. Scintilační detektor zpětně odražených elektronů sestávající ze scintilační destičky o tloušťce 2 - 5 mm s kuželovým otvorem, mající vstupní čelo opatřeno tenkou vrstvou hliníku, vyznačený tím, že scintilační destička (1) z monokrystalu yttrium hliníkového granátu aktivovaného trojmocným cérem o indexu lomu 1,80 - 1,85 má vstupní čelo zkosené pod úhlem $10 - 15^\circ$ vůči protilehlému odrazovému čelu, které je opatřeno reflexní hliníkovou vrstvou (4), zatímco výstupní čelo scintilační destičky (1) je přes vrstvu anorganického dielektrika o indexu lomu 1,6 - 1,7 a tloušťce 130 - 150 nm spojeno tmelem o indexu lomu 1,45 - 1,55 s polymetylmetakrylátovým světlovodem o indexu lomu 1,45 - 1,55.

2. Scintilační detektor podle bodu 1, vyznačený tím, že scintilační destička (1) z monokrystalu yttrium hliníkového perovskitu aktivovaného trojmocným cérem o indexu lomu 1,90 - 1,95 má výstupní čelo opatřeno vrstvou anorganického dielektrika o indexu lomu 1,65 - 1,75 a tloušťce 90 - 110 nm.

1 výkres

