

# UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

## 31 474

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

**G01T 1/29**

(2006.01)

(19)  
ČESKÁ  
REPUBLIKA



ÚŘAD  
PRŮMYSLOVÉHO  
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2017-34517**  
(22) Přihlášeno: **27.12.2017**  
(47) Zapsáno: **13.02.2018**

(73) Majitel:  
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i., Praha 8, Libeň, CZ

(72) Původce:  
Sushil Kumar Singh, Ph.D., Dolní Břežany, CZ  
Deepak Kumar Batheja, Ph.D., Dolní Břežany, CZ

(74) Zástupce:  
Fyzikální ústav AV ČR, v. v. i./CITT, Karel Bauer,  
Za Radnicí 835, 252 41 Dolní Břežany

(54) Název užitého vzoru:  
**Destičkový detektor elektronů**

**CZ 31474 U1**

## Destičkový detektor elektronů

### Oblast techniky

Předkládané technické řešení se týká zařízení detekující elektrony. Technické řešení spadá do oblasti detektorů ionizujícího záření, konkrétně do oblasti detekce elektronů mající kinetickou energii menší než 2 MeV.

### Dosavadní stav techniky

Zobrazovací destička je filmu podobný radiační obrazový snímač složený z luminoforů, které zachycují a skladují energii záření. Vázaná energie je stabilní až do doby skenování, s výhodou s pomocí laserového svazku, které uvolňuje vázanou energii ve formě luminiscence.

Zobrazovací destičky jsou často využívány k detekci elektronů v celé řadě plazmových experimentů využívající laser. Typické diagnostické přístroje, které používají zobrazovací destičky k detekci elektronů, zahrnují magnetické spektrometry, elektronovou rentgenografii a detektory gama záření. Taková diagnostika má zásadní význam v experimentech, resp. průmyslové aplikaci, týkající se urychlování nabitých částic, laboratorní astrofyzice, inerciální fúzi. Elektrony používané v těchto experimentech nebo aplikaci mají energii obvykle mezi 100 keV na několik GeV.

Zobrazovací destičky byly zpočátku vyvinuty jako alternativa k rentgenovým filmům zejména pro lékařské aplikace. Nicméně, mohou být také široce používány k detekci energetických částic v laserovém plazmatu. Mezi jejich hlavní výhody patří odolnost vůči elektromagnetickým pulsním šumům, vysoké rozlišení snímání (typicky <math><50 \mu\text{m}</math>) a lineární odezvu.

Mezi druhy zobrazovacích destiček patří autoradiografické zobrazovací destičky. U těchto zobrazovacích destiček je nutná absolutní kalibrace s příslušným skenerem pro kvantitativní měření elektronů.

Doposud byly provedeny experimentální kalibrace pro široký rozsah energií elektronů. Dokument (K. A. Tanaka, T. Yabuuchi, T. Sato, R. Kodama, Y. Kitagawa, T. Takahashi, T. Ikeda, Y. Honda, and S. Okuda, Rev. Sci. Instrum. 76, 013507 (2005)) prezentuje výsledky kalibrace autoradiografických zobrazovacích destiček při energiích 11,5, 30 a 100 MeV. Následně dokument (N. Nakanii et al., Rev. Sci. Instrum. 79, 066102 (2008).) popisuje rozšíření této kalibrace a uvádí citlivost těchto destiček pro elektrony o energii 1 GeV. Dokument (K. Zeil et al., Rev. Sci. Instrum. 81, 013307 (2010)) rovněž zmiňuje kalibrace v podobném energetickém rozsahu, za použití jiných destiček spolu se dvěma různými skenery. Dokument (G. Boutoux, N. Rabhi, D. Batani, A. Binet, J.-E. Ducret, K. Jakubowska, J.-P. Negre, C. Reverdin, and I. Thfoin, Rev. Sci. Instrum. 86, 113304 (2015)) zaznamenává naměřenou citlivost pro pět různých typů zobrazovacích destiček na elektrony v rozmezí více než několika MeV. Uvedený dokument rovněž porovnává experimentální kalibraci s Monte Carlo simulací se záměrem o rozšíření absolutní citlivosti na široký energetický rozsah.

Podle současných znalostí však neexistují žádné hodnoty parametrů destiček, resp. uspořádání detektoru, založeného na přímé kalibraci pro nižší energie elektronů, zejména kolem 1 MeV. Kalibrace v tomto rozsahu energií je užitečná při určování absolutního toku gama záření a energie elektronů.

### Podstata technického řešení

Podle jistého provedení technického řešení je předmětem ochrany destičkový detektor elektronů mající kinetickou energii do 2 MeV obsahující: zobrazující destičky, alespoň dva kolimátory s magnetickým polem mezi nimi, přičemž kolimátory a zdroj elektronů jsou umístěny ve vakuové komoře mající otvor pro průchod elektronů, kde podstata technického řešení spočívá v tom, že otvor je vyroben z polyethylentereftalátu o tloušťce okolo 12  $\mu\text{m}$ ; a zobrazující destičky jsou umístěny okolo 2 mm za otvorem tak, že elektrony dopadají kolmo na destičku.

Podle dalšího provedení jsou kolimátory z mosazi s průměrem otvorů 2 mm a 0,8 mm.

Podle dalšího provedení kolísá magnetické pole mezi dvěma kolimátory mezi  $10^{-4}$  a  $1,5 \times 10^{-2}$  T.

Podle dalšího provedení obsahuje detektor třetí kolimátor umístěný za otvorem vakuové komory.

Podle dalšího provedení má třetí kolimátor průměr otvoru 3 mm.

- 5 Podle dalšího provedení jsou zobrazující destičky obaleny hliníkovou folií o tloušťce 24  $\mu\text{m}$ .

Výše popsané technické řešení a jeho výhodná provedení tak poskytují detektor elektronů s kinetickou energií menší než 2 MeV, výhodně s kinetickou energií mezi 150 keV a 1,75 MeV.

#### Objasnění výkresu

Obr. 1 představuje kalibrační uspořádání detektoru elektronů.

#### 10 Příklad uskutečnění technického řešení

V jistém příkladu uskutečnění je destičkový elektronový detektor použit během jeho kalibrace. Kalibrační uspořádání je znázorněno na obr. 1. Elektronový svazek 7 je produkován z izotopu  $^{90}\text{Sr}$ , který je v tomto případě  $\beta$  zdroj 1, který má hodnotu  $Q_{\beta} = 0,546$  MeV a poločas rozpadu 29 let.  $^{90}\text{Sr}$  se rozpadá přes záchyty elektronů na izotop  $^{90}\text{Y}$ , který je opět  $\beta$  emitor s energií 15 2,282 MeV a poločasem rozpadu 64 hodin. Výše uvedený zdroj 1 tak vysílá elektrony v širokém rozsahu energie do přibližně 1,75 MeV. Elektrony jsou vedeny dvěma kolimátory 5 z mosazi s průměrem otvoru 2 mm a 0,8 mm. Mezi dvěma kolimátory 5 byla dutina 2 s magnetickým polem, která kolísá mezi  $10^{-4}$  a  $1,5 \times 10^{-2}$  T. Výstupní energie elektronů je určena pomocí tohoto magnetického pole. Celý systém lze v jistém přiblížení považovat za vakuum, přičemž okno 3 je 20 z polyethylentereftalátu o tloušťce 12  $\mu\text{m}$  a o průměru 3 mm a slouží jako vakuové rozhraní na výstupu druhého kolimátoru 5. Samotné zobrazovací destičky 6 detektoru elektronů jsou umístěny 2 mm za výše zmíněným oknem 3 tak, že dopadající elektrony jsou přibližně kolmé k detektoru.

25 Za vakuovým rozhraním může být umístěn třetí kolimátor 4, který kolimuje svazek rozptýlený na okně 3 vakuového rozhraní.

Údaje o toku elektronů byly zaznamenány pomocí skeneru BAS1800II. Skener digitalizuje měřený signál v logaritmické hodnotě nazývané kvantová úroveň (QL). Během analýzy je hodnota QL převedena na hodnotu PSL (SPSL) pomocí následujícího vztahu:

$$S_{PSL} = \left( \frac{R}{100} \right)^2 \times \left( \frac{4000}{S} \right) \times 10^{L \left( \frac{QL}{G} - \frac{1}{2} \right)},$$

30 kde parametry skenování R, S, L a G jsou rozlišení (50  $\mu\text{m}$ ), citlivost (4000), šířka (5) a gradace (65 335). Tyto hodnoty byly konstantní pro všechny skenování. Pro všechny expozice byly zobrazovací destičky zabaleny do hliníkových folií o tloušťce 24  $\mu\text{m}$ . Hliníková folie zabraňovala okolnímu světlu v redukci elektron-děrových párů v citlivé vrstvě destiček.

#### Průmyslová využitelnost

35 Uvedené technické řešení může sloužit jako detektor nízko intenzitního beta zářiče, resp. nízko intenzitního zdroje elektronů. Rovněž může uvedené technické řešení sloužit pro kalibraci.

## N Á R O K Y   N A   O C H R A N U

1. Destičkový detektor elektronů mající kinetickou energii do 2 MeV obsahující: zobrazující destičky (6), alespoň dva kolimátory (5) s magnetickým polem mezi nimi, přičemž kolimátory

(6) a zdroj (1) elektronů jsou umístěny ve vakuové komoře mající otvor (3) pro průchod elektronů, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že otvor (3) je vyroben z polyethylentereftalátu o tloušťce okolo 12  $\mu\text{m}$ ; a zobrazující destičky (6) jsou umístěny okolo 2 mm za otvorem (3) tak, že elektrony dopadají kolmo na destičku (6).

5    2.    Detektor podle nároku 1, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že kolimátory (5) jsou z mosazi s průměrem otvorů 2 mm a 0,8 mm.

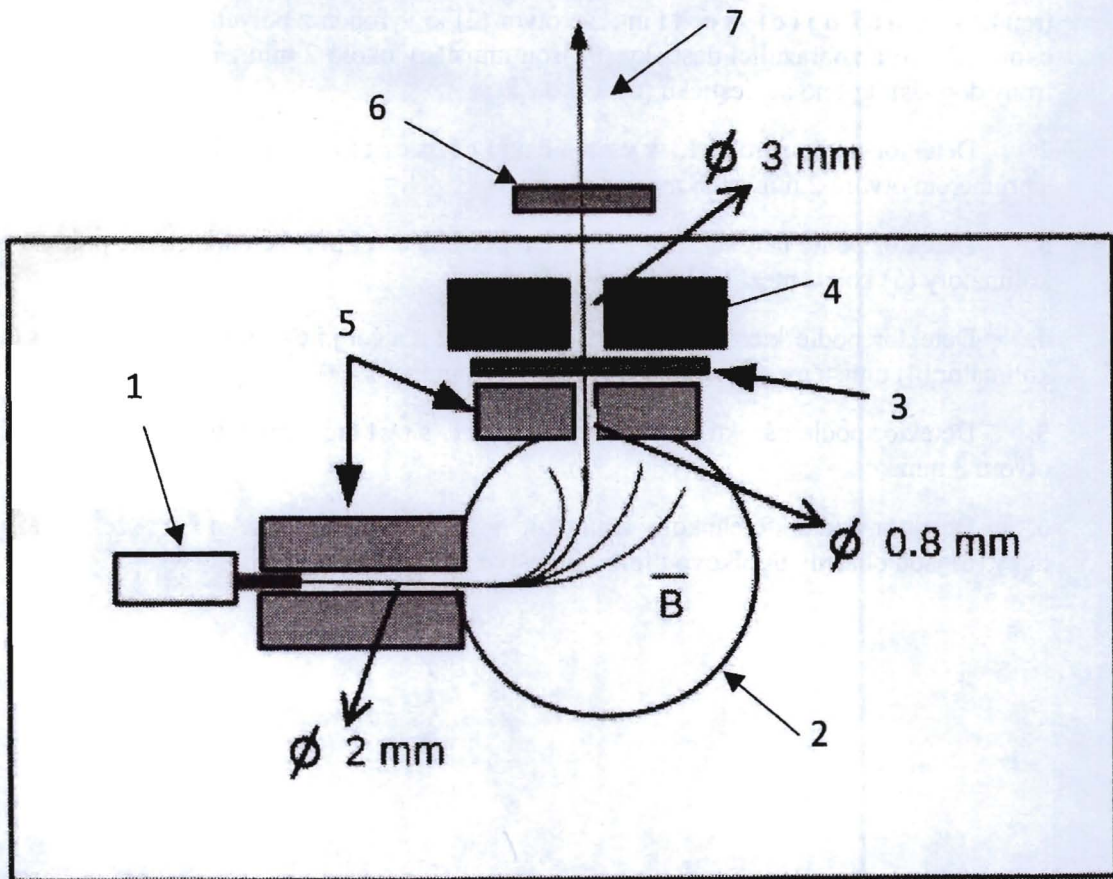
3.    Detektor podle nároku 2, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že magnetické pole mezi dvěma kolimátory (5) kolísá mezi  $10^{-4}$  a  $1,5 \times 10^{-2}$  T.

10    4.    Detektor podle kteréhokoliv z nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že obsahuje třetí kolimátor (4) umístěný za otvorem (3) vakuové komory.

5.    Detektor podle nároku 4, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že třetí kolimátor (4) má průměr otvoru 3 mm.

6.    Detektor podle kteréhokoliv z nároků, **v y z n a č u j í c í s e t í m**, že zobrazující destičky (6) jsou obaleny hliníkovou folií o tloušťce 24  $\mu\text{m}$ .

1 výkres



Obr. 1

Konec dokumentu