

UŽITNÝ VZOR

(11) Číslo dokumentu:

32 900

(13) Druh dokumentu: **U1**

(51) Int. Cl.:

G01T 1/29 (2006.01)
G01T 7/00 (2006.01)

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: **2019-36130**
(22) Přihlášeno: **18.04.2019**
(47) Zapsáno: **28.05.2019**

(73) Majitel:
CRYTUR, spol. s.r.o., Turnov, CZ
Univerzita Karlova, Praha 1, Staré Město, CZ

(72) Původce:
RNDr. Jan Touš, Ph.D., Mírová pod Kozákovem,
CZ
RNDr. Václav Dědič, Ph.D., Praha 3, Žižkov, CZ
prof. Ing. Jan Franc, DrSc., Praha 2, Vinohrady, CZ

(74) Zástupce:
PatentCentrum Sedlák & Partners s.r.o., Husova tř.
1847/5, 370 01 České Budějovice, České
Budějovice 3

(54) Název užitého vzoru:
**Zařízení pro skenování bodových zdrojů
gama záření**

CZ 32900 U1

Zařízení pro skenování bodových zdrojů gama záření

Oblast techniky

5

Technické řešení se týká zařízení, které umožňuje skenovat bodové zdroje gama záření v otevřeném prostředí a zobrazovat tyto bodové zdroje gama záření v digitálním obraze prostředí.

10 Dosavadní stav techniky

V současné době existují odvětví lidské činnosti, které využívají radioaktivní materiály a radioaktivní záření, jako jsou například jaderná energetika, průmysl využívající nedestruktivní defektoskopie pomocí radioaktivního záření, nukleární lékařství atp. Rizikem radioaktivních materiálů je to, že vyzařují vysoce energetické radioaktivní záření, které není lidskými smysly rozpoznatelné. Příkladem takového radioaktivního záření je gama záření, které je nejčastěji generováno při radioaktivních a jiných jaderných a subjaderných dějích, tzn. v radioaktivním materiálu. V případě úniku radiace hrozí nevratné škody na zdraví osob. Navíc, může radioaktivní materiál kontaminovat prostředí, které se posléze stává na dlouho dobu zakázanou zónou.

Je proto žádoucí, aby existovaly technické prostředky, které by umožnily monitorovat prostředí pro případ včasného zjištění úniku radiace a pro ochranu před vystavením se radiaci.

25 Pro tento účel byla vyvinuta různá zařízení, a to od jednoduchých dozimetřů varujících před pouhou přítomností radioaktivního záření v prostředí bez větších detailů o zdroji takového záření, až po gama kamery umožňující skenovat prostředí.

Zpravidla se pod pojmem gama kamera (γ -kamera) rozumí scintilační kamera, nebo Angerova kamera. Některé gama kamery jsou určeny k vyhledání a identifikaci zářičů v prostředí, ke skenování kontaminace povrchů v jaderném průmyslu apod. Tyto gama kamery využívají, buď jednoduchého detektoru s kolimátorem, kdy dochází k „dálkovému“ skenování zájmového prostoru mechanickým posunem kolimačního systému – tato měření jsou časově náročná, protože se vždy měří jen malé pole. Nebo se nově užívá pokročilejších technik s více detektory. 35 Nejnověji s využitím pixelových detektorů s různými kolimátory, např. s „pinhole“ kolimátory.

Příkladem takového zařízení pro skenování zdrojů radiace je vynález z dokumentu EP 0743538 (A2), který souběžně snímá okolní prostředí optickou kamerou pro vytvoření signálu s digitální reprodukcí obrazu prostředí a současně snímá okolní prostředí pomocí detektoru ionizujícího záření opatřeného prostředkem pro kolimaci ionizujícího záření dopadajícího na citlivý povrch detektoru. Následně řídicí elektronika zařízení kombinuje tyto dva signály skenování okolního prostředí do výsledného signálu pro zobrazovací prostředek, např. pro televizor, či monitor počítače, na kterém se zdroje radiace vyznačí v reprodukovaném obraze skenovaného prostředí.

45

Hlavní nevýhoda výše uvedeného vynálezu spočívá v tom, že prostředek pro kolimaci dopadajícího ionizujícího záření na citlivou plochu detektoru je provedený v podobě válcového otvoru ve stínítku a při větších úhlech dopadu pohlcuje díky válcovému tvaru většinu ionizujícího záření, takže na citlivou plochu detektoru dopadá minimum záření, které má navíc dopadem pod ostrým úhlem deformovaný „čočkovitý“ obraz dopadu. Proto musí být zařízení neustále polohováno vůči okolnímu prostředí, aby se povedlo dopadajícímu záření proniknout válcovým otvorem v dostatečné intenzitě.

55 Úkolem technického řešení je vytvoření zařízení pro skenování bodových zdrojů gama záření, které by bylo schopné detekovat bodové zdroje gama záření, jejichž gama záření by dopadalo na

citlivou plochu detektoru i pod větším úhlem dopadu, takže by zařízení mělo větší „zorný úhel“ oproti zařízení ze stávajícího stavu techniky, a které by současně umožňovalo kombinovat signál z optické kamery se signálem z detektoru pro vytvoření kombinovaného obrazu okolního prostředí s vyobrazenými bodovými zdroji gama záření přímo v digitálním obrazu.

5

Podstata technického řešení

Vytčený úkol je vyřešen zařízením pro skenování bodových zdrojů gama záření vytvořeného podle dále uvedeného technického řešení.

10

Zařízení pro skenování bodových zdrojů gama záření a jejich zobrazení v digitálním obraze zahrnuje alespoň jeden pixelový detektor ionizujícího záření s citlivou plochou složenou z pole pixelů, který slouží k detekci ionizujícího záření, včetně jeho zobrazení podle vyhodnocení záření aktivovaných pixelů, ze kterých je sestavena citlivá plocha detektoru. Dále zařízení zahrnuje alespoň jednu optickou kameru pro digitální snímání obrazu okolního prostředí, přičemž je zorné pole kamery orientováno stejným směrem jako zorné pole detektoru. A v neposlední řadě zařízení zahrnuje alespoň jednu řídicí elektronickou jednotku, která zajišťuje součinnost jednotlivých součástí zařízení pro jeho správný chod.

15

Podstata technického řešení spočívá v tom, že je centrálně před citlivou plochu pixelového detektoru uspořádána alespoň jedna kulička ze stínícího materiálu. Hlavní výhodou nasazení kuličky je to, že není dále potřeba používat kolimátor s válcovým otvorem ve stínítku. Stínicí kulička slouží jako „inverzní“ kolimátor, který vrhá na citlivou plochu detektoru stín, jehož intenzita není snižována úhlem dopadu, navíc stín vržený kuličkou na citlivou plochu detektoru si zachovává tvar kruhu při malém úhlu dopadu, nebo elipsy při velkém úhlu dopadu, takže je výpočetní proces vyhodnocení lokality výskytu bodového zdroje gama záření z geometrie stínu, kuličky a lokality bodového zdroje v prostředí spolehlivější i pro záření dopadající pod velkým úhlem dopadu.

20

Je výhodné, pokud kulička leží od středu citlivé plochy pixelového detektoru ve vzdálenosti ≤ 10 mm. Pokud by byla kulička příliš vzdálena od citlivé plochy detektoru, tak by mohla vrhat stín mimo citlivou plochu detektoru pro záření dopadající pod ostrým úhlem. S výhodou má kulička průměr o velikosti 2 mm. Kulička může být navíc s výhodou vyrobena z olova, nebo wolframu. Jedná se o těžké chemické prvky, které dobře absorbují gama záření, takže kulička z těchto materiálů vrhá dostatečně „tmavý“ stín pro následné vyhodnocení lokality bodového zdroje gama záření.

25

Další výhodou je, pokud je kulička je upevněna v krytu z materiálu s nízkou absorpcí. Kryt nejenom chrání citlivou plochu detektoru před nežádoucími vnějšími vlivy, ale navíc nese kuličku, takže není potřeba na citlivé ploše detektoru zhotovovat žádné další nosiče kuličky.

30

Je výhodné, pokud je citlivá plocha pixelového detektoru z polovodiče na bázi CdTe, který je vhodný zejména pro snímání gama záření.

35

Ve výhodném provedení je zařízení podle technického řešení opatřeno pouzdem s alespoň jedním upevňovacím prostředkem pro upevnění ke statickému držáku, nebo pro upevnění k držáku mobilního prostředku ze skupiny vozidlo, letoun, loď. Zařízení s pouzdem uzpůsobeným pro statický držák může monitorovat zejména interiéry prostorů, ve kterých dochází k manipulaci s radioaktivním materiálem, zatímco zařízení s pouzdem uzpůsobeným pro mobilní prostředek může být nesené robotickým vozítkem, bezpilotním vzdušným dronem, či robotickým plavidlem, které napomáhají ke skenování rozsáhlejších oblastí.

40

V neposlední řadě je výhodné, pokud je řídicí jednotka opatřena alespoň jedním konektorem a/nebo modemem pro bezdrátovou rádiovou komunikaci. Řídicí jednotka řídí chod součástí

45

zařízení, sbírá jejich signály, které může přímo vyhodnocovat, nebo distribuovat k vyhodnocení do drátově nebo bezdrátově připojeného externího zařízení, kterým může být monitor, počítač s monitorem, vzdálený server atp.

- 5 Mezi výhody technického řešení patří velké zorné pole snímané detektorem, který má stínítko tvořené centrálně uspořádanou kuličkou ze stínícího materiálu. Díky kuličce je možné vyhodnocovat záření dopadající pod velkým úhlem dopadu. Navíc je možné zařízení používat jak ve stacionárních aplikacích, tak i v mobilních aplikacích, zejména na bezpilotních transportních prostředcích, přičemž se v digitálním obrazu snímaného prostředí zobrazují bodové zdroje gama záření, což umožňuje operátorům lépe vyhodnocovat situaci.

Objasnění výkresů

- 15 Uvedené technické řešení bude blíže objasněno na následujících vyobrazeních, kde:

obr. 1 znázorňuje chování gama záření při použití kolimátoru s válcovým otvorem a při použití kuličky ze stínícího materiálu,

- 20 obr. 2 schematicky znázorňuje zařízení pro skenování bodových zdrojů gama záření.

Příklad uskutečnění technického řešení

- 25 Rozumí se, že dále popsané a zobrazené konkrétní případy uskutečnění technického řešení jsou představovány pro ilustraci, nikoliv jako omezení technického řešení na uvedené příklady. Odborníci znalí stavu techniky najdou nebo budou schopni zajistit za použití rutinního experimentování větší či menší počet ekvivalentů ke specifickým uskutečněním technického řešení, která jsou zde popsána.

- 30 Na obr. 1 je znázorněn dopad gama záření šířícího se z bodového zdroje 2 gama záření na citlivou plochu pixelového detektoru 3 v třech provedeních (a, b, c) pro kolimátor tvořený válcovým otvorem ve stínítku 8 a pro provedení (d, e, f) s kuličkou 6 ze stínícího materiálu, kde v provedení (a, d) dopadá gama záření s nulovým úhlem dopadu vůči středové ose citlivé plochy detektoru 3, kde v provedení (b, e) dopadá gama záření pod malým úhlem dopadu, a kde
35 v provedení (c, f) dopadá gama záření pod velkým úhlem dopadu.

- Jak je z vyobrazeného provedení (b, c) patrné, tak při rostoucím úhlu dopadu dochází ve válcovém otvoru stínítka 8 k utlumování gama záření dopadajícího na citlivou plochu detektoru 3, zatímco v provedení (e, f) stín vržený kuličkou 6 mění svůj tvar, ale neztrácí se.

- Na obr. 2 je vyobrazeno schéma zařízení 1 pro skenování bodových zdrojů 2 gama záření v prostředí a pro jejich zobrazení v digitálním obrazu prostředí. Pixelový detektor 3 s citlivou plochou z polovodiče na bázi CdTe detekuje na něj dopadající gama záření, které je částečně
45 odstíněno kuličkou 6 uspořádanou před středem citlivé plochy detektoru 3. Vržený stín zabraňuje gama záření, aby aktivovalo pixely citlivé plochy detektoru 3, čímž je možné ze signálu vystupujícího z detektoru 3 stanovit souřadnice neaktivovaných pixelů v prostoru.

- Při znalosti pozice kuličky 6 v prostoru, včetně velikosti jejího průměru, je možné pomocí geometrických vztahů určit pozici bodového zdroje 2 gama záření v prostoru. Toto vyhodnocení může být realizováno přímo v řídicí jednotce 5, nebo v externím zařízení komunikačně
50 připojeném k zařízení 1 přes řídicí jednotku 5.

- O určení pozice, nebo pozic více bodových zdrojů 2 gama záření se stará výpočetní software, který je provozován v procesoru, buď řídicí jednotky 5, nebo externího zařízení.

Kulička 6 je z olova a má průměr 2 mm. Je nesena nevyobrazeným plastovým krytem ve výšce 3 mm nad středem citlivé plochy detektoru 3, přičemž plast lze považovat za neabsorbující materiál v případě gama záření.

5

Součástí zařízení 1 je optická kamera 4, která snímá digitální obraz detektorem 3 skenovaného prostředí. Kamera 4 i detektor 3 mají stejným směrem orientovaná zorná pole. Signál z kamery 4 je buď zpracováván v řídicí jednotce 5, nebo je řídicí jednotkou 5 distribuován do nevyobrazeného externího zařízení.

10

Řídicí jednotka 5 je tvořena ovládací elektronikou pro řízení chodu detektoru 3 a kamery 4, dále volitelně elektronikou pro vyhodnocení signálů z detektoru 3 a z kamery 4, nebo pro jejich zprostředkování externímu zařízení. Řídicí jednotka 5 je rovněž opatřena modemem pro rádiovou komunikaci např. ve standardu Wi-Fi, Bluetooth, LTE atp. Navíc může být řídicí jednotka 5 opatřena konektorem pro drátové připojení k počítači, např. USB, či pro připojení k počítačové síti konektorem LAN.

15

20

Dalšími součástmi řídicí jednotky 5 může být zdroj napájení, datové úložiště, modul satelitního systému pro určování pozice atp. Odborník na elektroniku bude schopen zařízení 1, či řídicí jednotku 5 opatřit výše uvedeným vybavením v rámci své rutinní práce.

Průmyslová využitelnost

25

Zařízení pro skenování bodových zdrojů gama záření podle technického řešení nalezne uplatnění zejména při monitorování kontaminace a úniků radionuklidů v jaderných zařízeních a v místech, kde se s radionuklidy manipuluje.

30

NÁROKY NA OCHRANU

1. Zařízení (1) pro skenování bodových zdrojů (2) gama záření a jejich zobrazení v digitálním obraze sestávající z alespoň jednoho pixelového detektoru (3) ionizujícího záření, z alespoň jedné optické kamery (4) mající zorné pole stejné jako pixelový detektor (3), a z alespoň jedné řídicí elektronické jednotky (5), **vyznačující se tím**, že je centrálně před citlivou plochu pixelového detektoru (3) uspořádána alespoň jedna kulička (6) ze stínícího materiálu.

35

2. Zařízení podle nároku 1, **vyznačující se tím**, že kulička (6) leží od středu citlivé plochy pixelového detektoru (3) ve vzdálenosti ≤ 10 mm.

40

3. Zařízení podle nároku 1 nebo 2, **vyznačující se tím**, že průměr kuličky (6) jsou 2 mm.

4. Zařízení podle některého z nároků 1 až 3, **vyznačující se tím**, že kulička (6) je z olova, nebo z wolframu.

45

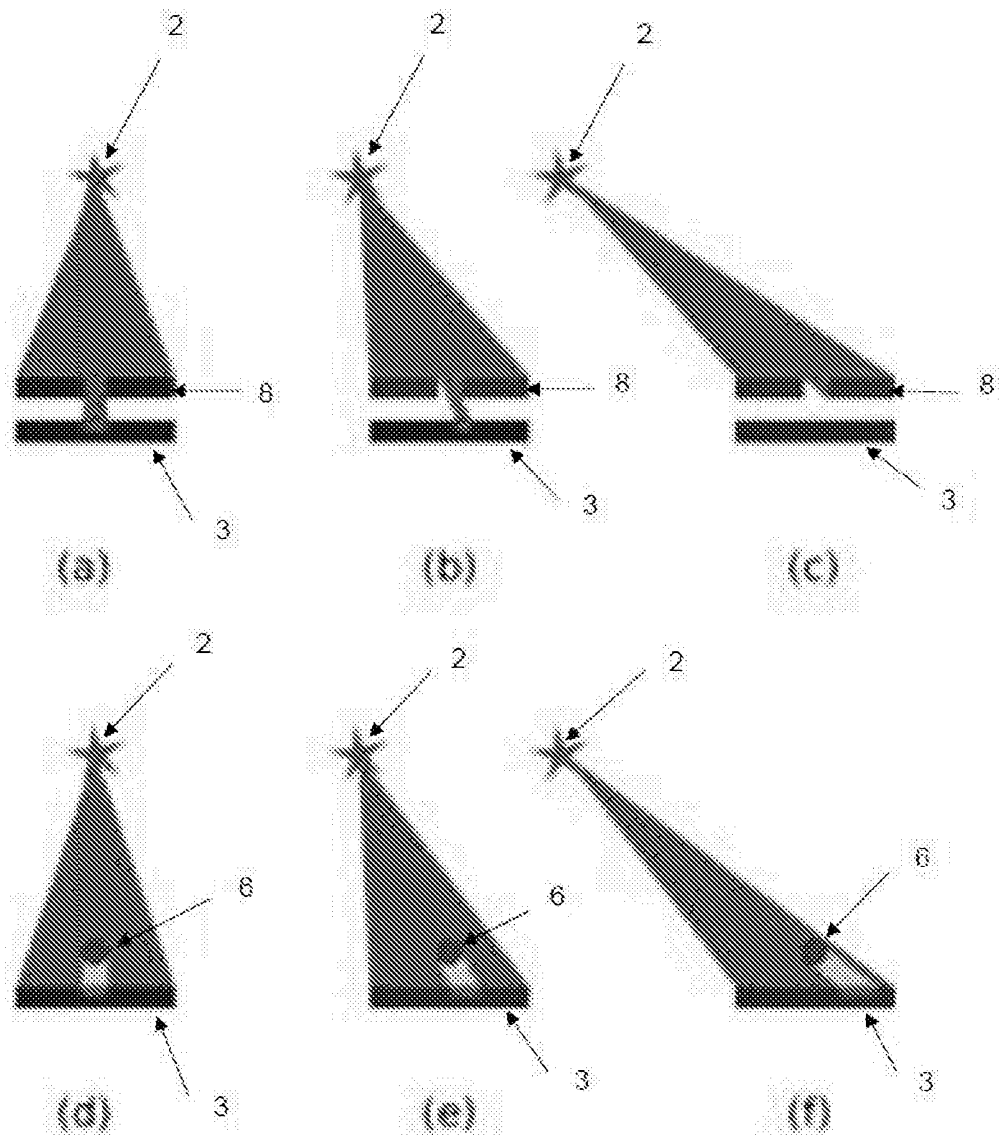
5. Zařízení podle některého z nároků 1 až 4, **vyznačující se tím**, že kulička (6) je upevněna v krytu z materiálu s nízkou absorpcí.

6. Zařízení podle některého z nároků 1 až 5, **vyznačující se tím**, že citlivá plocha pixelového detektoru (3) je z polovodiče na bázi CdTe.
7. Zařízení podle některého z nároků 1 až 6, **vyznačující se tím**, že je opatřeno pouzdem (7) s alespoň jedním upevňovacím prostředkem pro upevnění ke statickému držáku, nebo pro upevnění k držáku mobilního prostředku ze skupiny vozidlo, letoun, loď.
8. Zařízení podle některého z nároků 1 až 7, **vyznačující se tím**, že řídicí jednotka (5) je opatřena alespoň jedním konektorem a/nebo alespoň jedním modemem pro bezdrátovou rádiovou komunikaci.

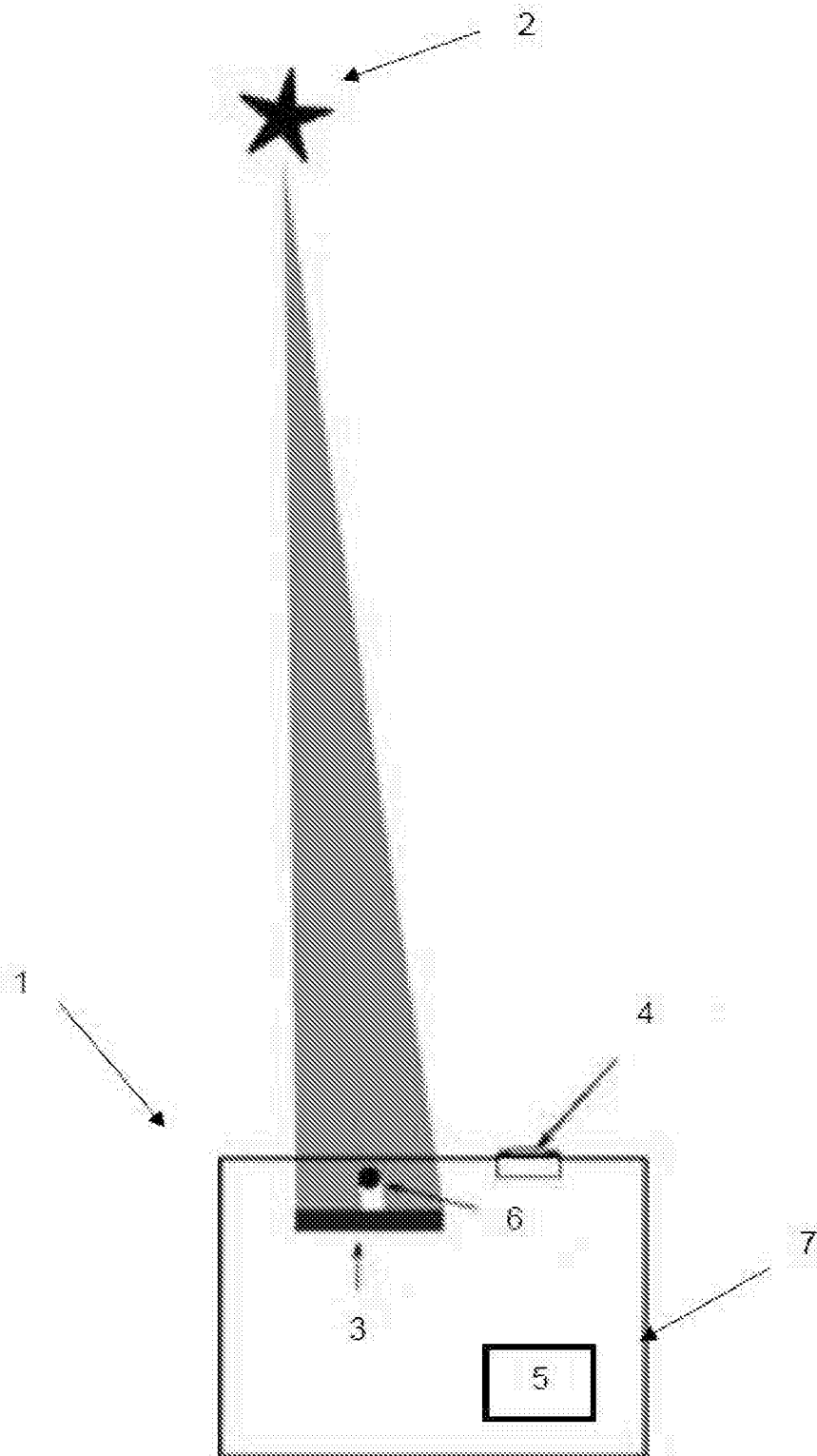
2 výkresy

Seznam vztahových značek:

- 1 zařízení pro skenování bodových zdrojů gama záření
- 2 bodový zdroj gama záření
- 3 pixelový detektor
- 4 optická kamera
- 5 řídicí elektronická jednotka
- 6 kulička ze stínícího materiálu
- 7 pouzdro zařízení
- 8 stínítko s válcovým otvorem.



Obr. 1



Obr. 2