

Nový precízny detektor žiarenia s nízkymi nákladmi

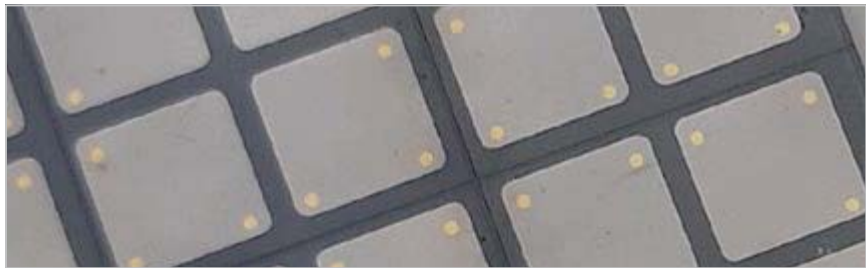
Žiarenie je súčasťou vesmíru od jeho vzniku. Existenciu žiarenia (prírodnú rádioaktivitu) objavil Antoine Henri Becquerel v roku 1896 a od tej doby je možné datovať aj snahu zmerať jeho vlastnosti. Spolu s vývojom poznania sa zlepšovali aj spôsoby charakterizácie žiarenia, zmenšovali a zlepšovali sa prístroje na meranie a rástla tiež schopnosť detegovať žiarenie s čoraz menšou intenzitou. Pri meraní žiarenia s veľmi nízkou intenzitou je dôležité, aby mal detektor čo najväčšiu detekčnú plochu a čo najväčší objem. Čím je plocha a objem detektora väčší, tým väčší počet častíc sa zachytí a tým rýchlejšie sa získajú potrebné charakteristiky žiarenia. Na druhej strane sa však so zvyšujúcou plochou a objemom detektora zvyšuje jeho vlastný šum, ktorý limituje jeho použitie, a preto je nutné urobiť určité kompromisy.

Kvalitný materiál za vysokú cenu

Samotná kvalita detektora žiarenia (a hlavne kvalita jeho merania) veľmi závisí od kvality (čistoty) polovodičového substrátu, ktorý je súčasťou detektora. Koncentrácia prímiesi resp. porúch v materiáli polovodiča (substrátu) by mala byť čo najnižšia, spravidla by nemala byť väčšia ako 1×10^{14} cm⁻³. Prímiesi spôsobujú defekty, ktoré zhoršujú parametre výsledného detektora a v prípade špirálových dislokácií dokonca degradujú jeho vlastnosti tak, že je nepoužiteľný, ak sa tieto dislokácie nachádzajú v oblasti pod elektródou detektora. Typicky sa ako materiály polovodiča používajú kremík (Si) alebo germánium (Ge). Vďaka tomu, že sú to monoatomárne polovodiče, je možné dosiahnuť vysokú čistotu, ktorej však zodpovedá aj cena. Nevýhodou Ge detektorov je, že musia byť chladené tekutým dusíkom, čo bráni ich využitiu v prostredí s vyššou teplotou. Naopak Si detektory chladenie nevyhnutne nepotrebujú, avšak vzhľadom na to, že Si je relatívne ľahký atóm, tieto detektory sú málo citlivé na rtg a gama žiarenie. Z týchto dôvodov sa študujú ďalšie polovodičové materiály, ktoré tieto neuhdy nemajú.

Globálna snaha o zníženie nákladov

Z dôvodu vysokých nákladov sa ukazuje snaha čoraz častejšie používať detektory na báze lacnejších polovodičových materiálov. Ide najmä o polovodičové zlúčeniny ako GaAs, CdTe, CdZnTe, SiC, InP a pod. Charakteristiky týchto materiálov sú však z hľadiska čistoty minimálne o rád horšie ako pri Si či Ge. Lokálne defekty v takýchto aktívnych vrstvách dosahujú hodnoty aj 104 na cm². V tomto prípade teda nie je možné pripravovať



Zdroj: archív jedného z pôvodcov, Mgr. Bohumíra Zaťka, PhD.

veľkoplošné detektory klasickým spôsobom, t.j. aplikovaním jednej aktívnej elektródy na polovodičový substrát. Čím je plocha aktívnej elektródy väčšia, tým sa zvyšuje pravdepodobnosť, že sa pod ňou v aktívnej vrstve budú nachádzať lokálne defekty, ktoré spôsobia degradáciu vlastností detektora a to až do tej miery, že detektor bude prakticky nepoužiteľný.

Okrem toho dochádza so zväčšujúcou sa plochou elektródy k degradácii základných parametrov detektora, ako je energetické rozlíšenie, celkový šum, stabilita a tiež celková výťažnosť výroby.

Obmedzenia súčasných riešení

V súčasnosti sa tento problém rieši rozdelením veľkoplošnej elektródy na malé pixely (obvykle desiatky až stovky μm), z ktorých je každý pixel pripojený k výtavacej elektronike. V závere sa urobí obvod, ktorý všetky signály sčíta dokopy. Týmto spôsobom sa dá urobiť relatívne veľký detektor. Avšak, keďže každý pixel musí mať obslužnú elektroniku, vzrastá tým cena, ako aj požiadavky na napájanie. Tento prístup je nákladný a nie vždy vhodný. Zároveň má nevýhodu týkajúcu sa presnosti merania. Jednotlivé pixely sa nedajú odpojiť. Takže, ak má polovodič defekty, cez pixel v chybnej oblasti tečie vysoký prúd, čím ovplyvňuje aj susedné pixely a ich výstupné signály.

Rovnako aj priame pripojenie čítacieho čipu k detekčnej časti polovodiča spôsobuje priamy prenos tepla z čítacieho čipu do detekčnej časti. Zvýšenie teploty polovodičového detektora zhoršuje jeho spektrometrické vlastnosti, a preto je nutné uvažovať aj o možnostiach chladenia celého detekčného systému, čo opäť zvyšuje nielen cenu, ale aj celkovú komplikovanosť zariadenia.

Nové riešenie zo SAV

Špičkoví vedci z Elektrotechnického ústavu SAV vyvinuli nový veľkoplošný detektor žiarenia s nízkou intenzitou. Nový detektor významne rozširuje možnosti aplikácií tým, že umožňuje použitie aj menej kvalitných polovodičových materiálov, pretože

jeho konštrukcia dovoľuje vylúčiť z celkového zapojenia plochy, pod ktorými sa v substráte nachádzajú defekty. Nový detektor dosahuje lepšie parametre oproti existujúcim/konkurenčným detektorom, konštrukcia je menej komplikovaná, cenovo je prístupný a má vyššiu výťažnosť pri výrobe. Významnou výhodou je aj možnosť pripojenia k jedinej čítacej elektronike, čo má za následok výrazné zníženie nákladov na výrobu a prevádzku celého zariadenia.

Predstavené inovatívne riešenie detektora žiarenia s nízkou intenzitou sa vyznačuje predovšetkým nasledujúcimi **konkurenčnými výhodami**:

- možnosť použiť menej kvalitné polovodičové materiály (CdTe, GaAs, CdZnTe, SiC, InP a pod.),
- presnejší výsledok merania (neovplyvnený chybami oblastami),
- výsledok bez nutnosti korekcie nameraných hodnôt,
- zníženie nárokov na množstvo obslužnej elektroniky na čítanie detektora, s čím priamo súvisí výrazná finančná úspora počas prevádzky,
- každý vyrobený veľkoplošný detektor je funkčný; v prípade defektov materiálu sa len zníži celková detekčná plocha (o cca. 10 – 30%).

Pre lepšiu predstavu, celková plocha aktívnej elektródy nového detektora sa pohybuje do 100 cm².

Oblasť využitia

Využitie nového detektora žiarenia s nízkou intenzitou je možné v jadrovej energetike (spektrometria, dozimetria) alebo všade tam, kde sú zdroje ionizujúceho žiarenia prírodného, alebo umelého charakteru. Veľkoplošný detektor je možné uplatniť aj v oblasti vesmírnych aplikácií.

Hľadá sa záujemca

Veľkoplošný detektor, spôsob jeho výroby a zapojenie sú predmetom prioritnej (SK) patentovej prihlášky PP 50017-2021, ako aj prihlášky úžitkového vzoru PUV 50028-2021.

Pôvodcovia hľadajú priemyselných partnerov, ktorí majú záujem o licenciu daného riešenia.

KTT SAV a tím pôvodcov www.ktt.sav.sk ●