

RZECZPOSPOLITA
POLSKA



Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(12) **OPIS PATENTOWY**

(19) **PL**

(11) **235503**

(13) **B1**

(21) Numer zgłoszenia: **405333**

(51) Int.Cl.

G01N 30/62 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: **13.09.2013**

(54)

Przepływowa matryca detektorowa

(43) Zgłoszenie ogłoszono:

16.03.2015 BUP 06/15

(45) O udzieleniu patentu ogłoszono:

24.08.2020 WUP 12/20

(73) Uprawniony z patentu:

**SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ – INSTYTUT
TECHNOLOGII ELEKTRONOWEJ,
Warszawa, PL**

(72) Twórca(y) wynalazku:

**ALEXANDER YAKUSHEV, Darmstadt, DE
MACIEJ WĘGRZECKI, Warszawa, PL
PIOTR GRABIEC, Osowiec, PL
JAN BAR, Warszawa, PL
ANDRZEJ PANAS, Warszawa, PL
DARIUSZ SZMIGIEL, Piaseczno, PL
WALDEMAR MILCZAREK, Warszawa, PL
PIOTR PROKARYN, Warszawa, PL
HELENA KŁOS, Warszawa, PL
MICHAŁ ZABOROWSKI, Warszawa, PL
TADEUSZ BUDZYŃSKI, Warszawa, PL
MARIANNA GÓRSKA, Warszawa, PL
MARCIN WĘGRZECKI, Warszawa, PL**

PL 235503 B1

Opis wynalazku

Przedmiotem wynalazku jest przepływowa, matryca detektorowa, stosowana w chromatografii gazowej lub cieczerwowej, a wykorzystująca detekcję promieniowania jonizującego, zwłaszcza detekcję cząstek alfa.

Istotnym problemem w matrycach tego typu jest powierzchnia nieaktywna (martwa) znajdująca się na połączeniu struktur. Zmniejszanie powierzchni nieaktywnej jest rozwiązywane poprzez optymalizację konstrukcji samej matrycy oraz przez zabiegi technologiczne stosowane w procesie wytwarzania struktur.

Znane są matryce liniowe, najczęściej wykonywane w postaci prostopadłościennego kanału o długość kilkunastu czy kilkudziesięciu cm., w którym, na długości matrycy, rozmieszczone są szeregowo pojedyncze struktury detektorowe lub też monolityczne struktury zawierające po kilka detektorów.

W matrycach zawierających monolityczne, kilkuelementowe struktury detektorowe obszar nieaktywny matrycy jest znacznie mniejszy gdyż występuje tylko w miejscu łączenia struktur monolitycznych a więc znacznie rzadziej niż w matrycach złożonych z pojedynczych struktur.

Wadą takiego rozwiązania, pomimo zmniejszenia obszaru „martwego”, jest występowanie w dalszym ciągu obszarów nieaktywnych, uniemożliwiających obserwowanie w sposób ciągły rozkładu przestrzennego atomów pierwiastków promieniotwórczych.

Z patentu PL 211633, znana jest hybrydowa matryca detektorowa posiadająca kanał, pełniący także funkcję obudowy, wewnątrz którego znajdują się umieszczone w rzędach wieloelementowe struktury detektorowe. Obecność i rodzaj pierwiastków promieniotwórczych wykrywana jest przez detektory umieszczone w kanale. W matrycy tej, miejsce połączenia wieloelementowych struktur detektorowych w jednym rzędzie, jest przesunięte w stosunku do miejsca połączenia struktur wieloelementowych w rzędzie sąsiadującym. Dlatego też przepuszczane przez kanał gazy lub ciecze zawierające pierwiastki (atomy) emitujące promieniowanie jonizujące detekowane są z większą efektywnością (max. 97%). Taka efektywność nie jest jednak zadowalająca dla zastosowań związanych z wykrywaniem pojedynczych atomów, sztucznych pierwiastków z rodziny transaktynowców. Nawet występowanie niewielkiej powierzchni nieaktywnej (tzw. powierzchni martwej), którą stanowią ścianki boczne kanału oraz brzegowe części struktur detektorowych jest niepożądane, ponieważ ogranicza pewność wyniku prowadzonej analizy.

Inną istotną wadą matryc hybrydowych jest tłumienie przez obudowę promieniowania beta emitowanego przez badane substancje.

Celem wynalazku jest opracowanie matrycy o takiej konstrukcji, która nie posiadałaby powierzchni nieaktywnej (tzw. powierzchni martwej) i umożliwiałaby detekcję promieniowania beta.

Przepływowa matryca detektorowa według wynalazku posiada kanał przez który przepływa badany gaz lub ciecz oraz struktury detekcyjne. W matrycy tej, przynajmniej część kanału przez który przepływa badany gaz lub ciecz, znajduje się w tym samym elemencie półprzewodnikowym co znajdujące się na zewnątrz kanału przepływowe struktury detekcyjne. Korzystnie jest jeżeli w tym samym elemencie półprzewodnikowym, w którym znajdują się struktury detekcyjne znajduje się struktura do pomiaru temperatury i/lub inne struktury mierzące parametry fizyczne.

Matryca według wynalazku nie posiada powierzchni nieaktywnej i umożliwia detekcję promieniowania beta.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania pokazanym na rysunku. Fig. 1 przedstawia matrycę w przekroju z widocznym kanałem. Na Fig. 2 pokazany jest schemat rozmieszczenia poszczególnych elementów matrycy, a na Fig. 3 przedstawiono układ detekcyjny z przepływową, monolityczną matrycą detektorową umożliwiającą detekcję pełnego widma promieniowania jonizującego to znaczy promieniowania alfa, beta i gamma.

W przykładzie wykonano krzemową, 64-elementową (2 x 32 elementy), przepływową matrycę do detekcji cząstek alfa o energii do 16 MeV. Matryca ta składa się z dwóch bliźniaczych, połączonych ze sobą (metodą bondingu) elementów półprzewodnikowych **1** i **2** w postaci płytek krzemowych o typie przewodnictwa n (n) i o grubości 0,5 mm. W każdej z płytek wykonano za pomocą trawienia kanał **3** o głębokości 0,3 mm. Głębokość kanału jest dopasowana do energii detekowanych cząstek alfa, w taki sposób, że grubość półprzewodnika (w przykładowej konstrukcji krzemu) nad kanałem jest zbliżona do głębokości wnikania cząstek alfa o tej energii. Od strony kanału, na całej powierzchni płytek **1** i **2** znajduje się obszar **4** o typie przewodnictwa n^+ (wspólna katoda), o grubości 5 μm , wytworzony poprzez dyfuzję fosforu. W obu płytkach **1** i **2** po stronie przeciwległej

do kanału **3**, to znaczy nad kanałem w płytce **1** i pod kanałem w płytce **2**, znajdują się po 32 obszary **6** o typie przewodnictwa p^+ (obszary anody) o grubości $0,8 \mu\text{m}$., wytworzone techniką dyfuzji boru.

Obszary p^+ wytworzone są w obszarze okien wytrawionych w warstwie izolacyjnej (SiO_2) **5** pokrywającej powierzchnię płytek. W obszarach tych powstają złącza p^+-v . Na powierzchni obszarów **6** p^+ znajdują się kontakty elektryczne **7**, do obszarów **6** (kontakty anody) powstałe w wyniku pokrycia obszarów **6** p^+ cienką ($0,4 \mu\text{m}$) warstwą aluminium. Od kontaktów **7**, wyprowadzone są do brzegu płytek **1** i **2** ścieżki przewodzące **8**, wykonane z aluminium w tym samym procesie co kontakty anody. Natomiast w miejscu połączenia płytek **1** i **2** znajduje się kontakt **9** do obszaru n^+ (wspólnej katody), wykonany poprzez osadzenie aluminium o grubości $1 \mu\text{m}$ na całej powierzchni płytek od strony kanału, a następnie usunięcie go (selektywne wytrawienie) z obszaru kanału. Dodatkowo, na płytkach **1** i **2**, poza obszarem kontaktów **7** po stronie przeciwległej do kanału **3** znajdują się struktury **10**, w postaci trzech małych (o średnicy $0,1 \text{ mm}$) obszarów p^+ będące czujnikami do pomiaru temperatury detektora.

Kanał **3** utworzony w efekcie połączenia płytek **1** i **2** jest szczelny i tworzy przewód gazowy o prześwicie $0,6 \text{ mm}$. Do jednego z końców tego przewodu doprowadzany jest gaz nośny w przykładzie hel zawierający atomy badanych pierwiastków promieniotwórczych. Gaz ten przepływa przez kanał a promieniowanie jonizujące, emitowane przez atomy transportowane w gazie nośnym wnika do krzemu. Nośniki ładunku generowane w krzemie przez absorbowane promieniowanie (głównie cząstki alfa) są rozdzielane przez najbliższe złącze p^+-v , powodując powstanie sygnału elektrycznego. Promieniowanie beta i gamma przechodzi przez płytki krzemowe i jest detekowane przez inne detektory odpowiednio umieszczone na zewnątrz przepływowego detektora cząstek alfa (Fig. 3). Detektory promieniowania beta **11** są umieszczone łącznie z detektorem cząstek alfa w komorze próżniowej **13**, a detektory promieniowania gamma **12** znajdują się na zewnątrz komory próżniowej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Przepływowa matryca detektorowa posiadająca kanał przez który przepływa badany gaz lub ciecz oraz struktury detekcyjne, **znamienna tym**, że przynajmniej część kanału (3) przez który przepływa badany gaz lub ciecz, znajduje się w tym samym elemencie półprzewodnikowym (1) lub (2) co struktury detekcyjne.
2. Przepływowa matryca według zastrz. 1, **znamienna tym**, że struktury detekcyjne znajdują się na zewnątrz kanału przepływowego (3).
3. Przepływowa matryca według zastrz. 2, **znamienna tym**, że w elemencie półprzewodnikowym (1) lub (2), znajduje się czujnik temperatury i/lub struktury mierzące inne parametry fizyczne.

Rysunki

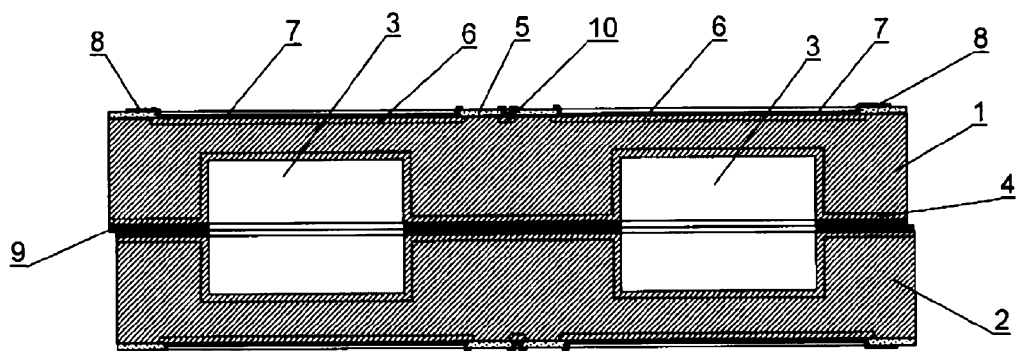
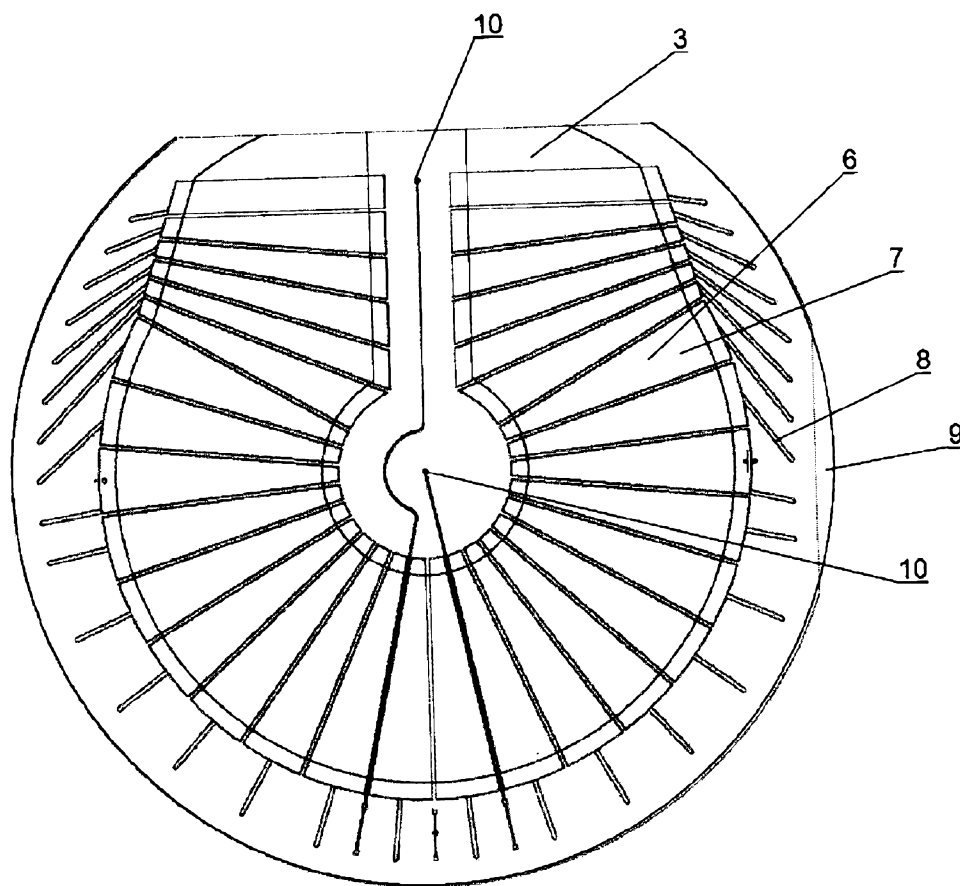


Fig. 1

**Fig.2**

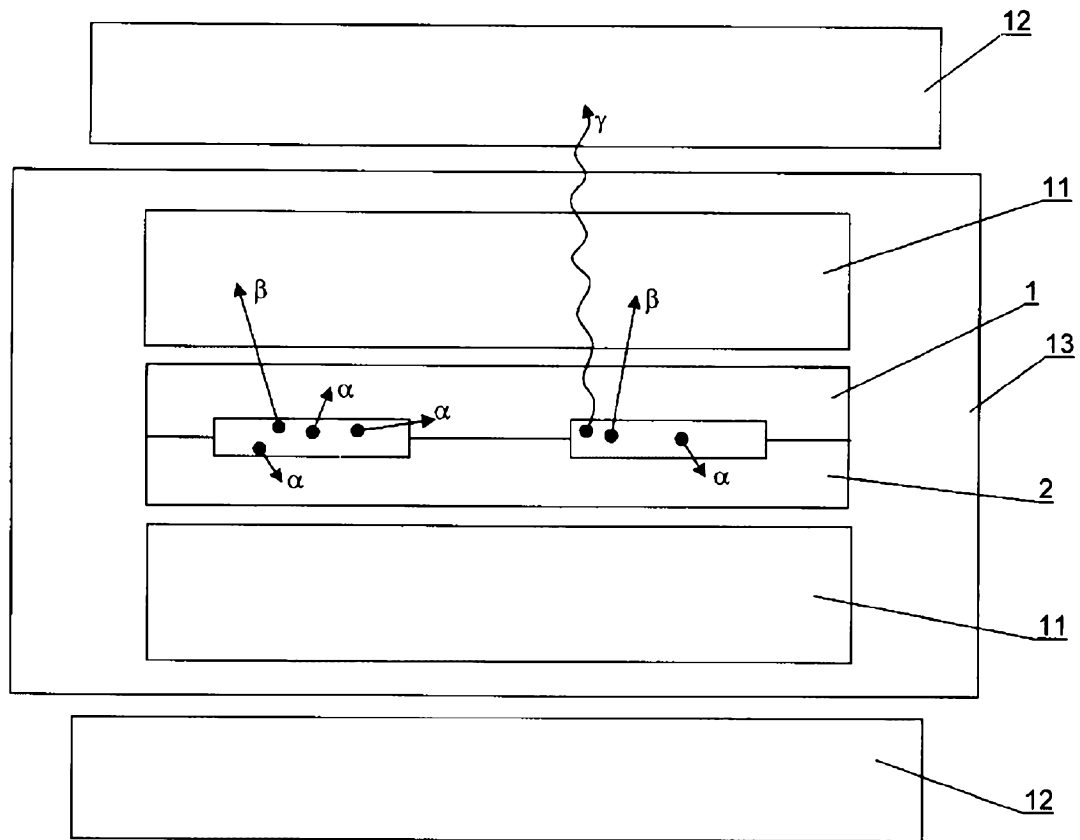


Fig. 3