

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

51871

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 30.IV.1964 (P 104 470)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 22.VIII.1966

Kl. 21 g, 18/01

MKP H 05-9 01/39/26

BIBLIOTEKA

UKD Urzędu Patentowego
Państwa Socjalistycznej Łotwy

Współtwórcy wynalazku: dr Karl-Heinz Weber, Lothar Schwaar

Właściciel patentu: VEB Vakutronik, Drezno (Niemiecka Republika
Demokratyczna)

Licznik Geigera-Müllera do niezależnego od energii pomiaru mocy dawki promieniowania rentgenowskiego i promieniowa- nia gamma

1

Przedmiotem wynalazku jest licznik Geigera-Müllera z dodatkowymi absorberami. Licznik ten jest przeznaczony do detekcji promieniowania i zapewnia prawie niezależny od energii pomiar mocy dawki promieniowania rentgenowskiego i promieniowania gama w całym, spotkanym w praktyce zakresie energii.

Stosowanie liczników Geigera-Müllera, w porównaniu do innych detektorów promieniowania jak komory jonizacyjne i liczniki scyntylacyjne, jest szczególnie korzystne gdy chodzi o konstrukcje przenośnych przyrządów dozymetrycznych o małych wymiarach i dużej odporności na uszkodzenia mechaniczne. Miarą mocy dawki tego rodzaju przyrządów jest albo gęstość impulsów, czyli średnia liczba impulsów przypadająca na jednostkę czasu, albo skalowany prąd licznika. Określenie mocy dawki jest w zasadzie możliwe do wykonania także za pomocą licznika przez pomiar ilości impulsów lub pomiar ilości ładunku powstającego na anodzie licznika.

Mierniki mocy dawki z licznikami Geigera-Müllera wytwarzane według znanych dotychczas konstrukcji obarczone są poważną wadą. Wartości mocy dawki wskazywane przez te przyrządy są zależne nie tylko od mocy dawki, lecz zależą także w znacznym stopniu od energii cząstek mierzonego promieniowania rentgenowskiego lub promieniowania gamma. Dlatego też znane mierniki wskazują często różne wartości dla dawek o jednakowej

2

mocy. Ponieważ przy pomiarach dozymetrycznych, ze względu na promieniowania rozproszenia, rzadko kiedy jest znana w praktyce energia albo rozkład energii, podlegającego pomiarowi promieniowania, przeto możliwości stosowania znanych dozymetrów są ograniczone ze względu na poważne błędy jakimi mogą być obciążone wyniki pomiaru.

Dozymetry wymagają detektora, którego czułość dawki s_D jest w możliwie dużym zakresie energii niezależna, albo też zależy tylko w nieznacznym stopniu od energii kwantowej E . W przypadku licznika Geigera-Müllera należy rozumieć pod pojęciem czułości dawki s_D stosunek gęstości impulsów, względnie stosunek prądu licznika do mocy dawki, zależnie od tego czy mierzona jest gęstość impulsów czy też prąd licznika. Przebieg czułości dawki w zależności od energii wykazuje, w przypadku licznika Geigera-Müllera maksimum dla mniejszej energii oraz minimum dla większych energii.

Przebieg charakterystyki $s_D = f(E)$ zależy od grubości ścianki licznika, od liczby porządkowej materiału ścianki względnie materiału katody, od liczby porządkowej i ciśnienia gazu wypełniającego licznik oraz od wymiarów licznika. Jeżeli materiał ścianki lub też gaz wypełniający licznik składa się z kilku składników chemicznych, to według znanych zasad miarodajna jest skuteczna liczba porządkowa, czyli liczba czynna w zjawisku fotoelektrycznym i tworzenia się par.

Do korekcji przebiegu charakterystyki czułości

dawki w funkcji energii, to znaczy w celu uzyskania możliwie płaskiego jej przebiegu, stosowane są do-
tychczas różne środki.

Przy mniejszej energii kwantów, to znaczy, w ob-
szarze energii Rentgena można uzyskać bardzo nie-
wielką zależność od energii przy zastosowaniu ma-
teriału na ścianki o dostatecznie małej skutecznej
liczbie porządkowej (mniejszej od 7,6) oraz przy
zastosowaniu gazu wypełniającego licznik o odpo-
wiedniej skutecznej liczbie porządkowej (8 do 12),
jak również przy odpowiednim ciśnieniu gazu oraz
odpowiedniej grubości ścianki. Tak wykonane licz-
niki wykazują jednak znaczny wzrost czułości wraz
ze wzrostem energii.

Możliwa jest także kompensacja zależności od
energii w tej części charakterystyki, w której czu-
łość wzrasta w miarę malenia energii. Uzyskuje się
to przez zastosowanie dodatkowego absorbera o od-
powiednich kształtach. Przy zastosowaniu cienko-
ściennego licznika czułość dawki może być nie-
znacznie powiększona, w zakresie większych energii,
przez absorber wykonany z materiału o wysokiej
liczbie porządkowej. Przeprowadzenie pełnej korekcji
w zakresie dużych energii nie jest możliwe przy
zastosowaniu absorberów.

Wiadomo jest, że liczniki o ściankach z materia-
łów o dużej liczbie porządkowej wykazują dostatecz-
nie małą zależność od energii dla większej
energii kwantowej. Ponieważ jednak przy zastoso-
waniu katod z metali ciężkich maksimum czułości
dawki przesunęła się w znacznym stopniu w kierunku
większych energii przeto takie liczniki nie nadają
się do użytku w obszarze mniejszych energii.

Znane kompromisowe rozwiązanie polega na za-
stosowaniu licznika cienkościennego z materiału
o skutecznej liczbie porządkowej między 24 i 30, na
przykład z miedzi, mosiądzu, niklu, żelaza lub stali
chromowej, otoczonego absorberem z materiału o wy-
sokiej liczbie porządkowej, np. z cyny i ołowiu.
Przez użycie wspomnianych materiałów uzyskuje
się w zakresie dużych energii płaski przebieg cha-
rakterystyki, a za pomocą absorbera można uzyskać
kompensację charakterystycznego wzrostu czułości
w obszarze mniejszych energii. Ponieważ kompen-
sacja za pomocą dodatkowego absorbera możliwa
jest w zasadzie tylko dla takiej energii, przy której
występuje maksimum przy nieskompensowanym licz-
niku, oraz ponieważ w wyniku zastosowania wspom-
nianych materiałów położenie tego maksimum prze-
sunięło się znacznie w kierunku większych energii
(przy 90 do 100 keV), przeto wystarczającą niezale-
żność od energii uzyskuje się przy takiej kombi-
nacji dopiero powyżej 100 keV.

Celem wynalazku jest rozciągnięcie użytecznego
obszaru energii o stałej czułości dawki, jeszcze da-
lej w kierunku mniejszych energii. Według wynalaz-
ku uzyskuje się to w ten sposób, że stosuje się
znany cienkościenny licznik, którego ściana o gru-
bości powyżej 50 mg/cm² wykonana jest z materiału
o skutecznej liczbie porządkowej nie mniejszej niż
16 a nie większej niż 20, przy czym licznik jest wy-
pełniony gazem o bardzo małej skutecznej liczbie
porządkowej, pod małym ciśnieniem, a jego ściana
po wewnętrznej stronie pokryta jest częściowo ma-
teriałem, którego liczba porządkowa jest większa

niż 20, przy czym cały licznik otoczony jest absor-
berem o stałej lub zmieniającej się miejscowo gru-
bości warstwy, wykonany z materiału o skutecznej
liczbie porządkowej wynoszącej co najmniej 24
a najwyżej 30, lub też absorber ten składa się z kil-
ku warstw, z których przynajmniej wewnętrzna, gra-
nicząca z licznikiem składa się z materiału o sku-
tecznej liczbie porządkowej wynoszącej co najmniej
24 a najwyżej 30.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przy-
kładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na
którym fig. 1 przedstawia przebieg charakterystyki
czułości dawki ϵ_D w funkcji energii kwantowej E
oraz wpływ znanych sposobów korekcji na tę cha-
rakterystykę, fig. 2 — wpływ środków według wy-
nalazku zastosowanych w cienkościennym liczniku
z materiału o wysokiej liczbie porządkowej, wypeł-
nionym gazem o małym ciśnieniu i małej liczbie po-
rządkowej, wyłożonym wewnątrz materiałem o wyż-
szej liczbie porządkowej i specjalnej obudowie
z absorberem, zaś fig. 3 i 4 przedstawiają schema-
tycznie przykłady praktycznego wykonania.

Krzywa 1 (fig. 1) przedstawia zależność licznika
od energii kwantowej. Widoczne jest maksimum
czułości dawki przy mniejszej energii E_1 oraz mini-
mum przy większej energii E_2 . Krzywe 2 i 3 uwi-
doczniają zastosowanie znanych środków korekcyj-
nych. Dodatkowy absorber przesunął wzrastającą
czułość przy malejącej energii między energią E_1
i E_2 . Krzywa 3 przedstawia inny przebieg obrazujący
zmniejszoną zależność od energii przy większej ener-
gii kwantowej dla materiału ściany o wyższej liczbie
porządkowej.

Na fig. 2 przedstawione są kolejno wyniki oddzia-
ływania częściowo znanych środków, które w zesta-
wieniu według wynalazku zapewniają pożądaną nie-
zależność czułości dawki od częstotliwości, w szero-
kim zakresie.

Krzywa 4 (fig. 2) przedstawia czułość dawki cien-
kościennego licznika o ścianie wykonanej z materia-
łu o skutecznej liczbie porządkowej zawartej pomię-
dzy 16 i 20. Zastosowanie takich materiałów przesunę-
ło maksimum w kierunku dostatecznie małych
energii, a równocześnie wzrost czułości dla energii
powyżej minimum nie przebiega zbyt stromo.

Krzywa 5 przedstawia wpływ napełnienia gazem.
Przez dobór odpowiednio małego ciśnienia jak rów-
nież gazu o bardzo małej skutecznej liczbie porząd-
kowej oraz przy niewielkich wymiarach licznika
można uzyskać żądane zmniejszenie czułości dawki
w zakresie większych energii. Położenie maksimum
przesunęło się wprawdzie również w kierunku więk-
szych energii, jednakże wpływ ten jest nieznaczny.

Zupełnie inne oddziaływanie uzyskuje się przy
częściowym pokryciu wewnętrznej ściany licznika
materiałem o dużej skutecznej liczbie porządkowej.
Przebieg dla tego przypadku przedstawia krzywa 6.
Równoczesne zastosowanie obu wspomnianych środ-
ków powoduje spłaszczenie krzywej zależności od
energii w zakresie większych energii. Oba środki
mogą być stosowane razem lub każdy z osobna.

Złożone oddziaływanie absorbera według wynalaz-
ku przedstawione za pomocą krzywej 7 polega na
zmniejszeniu czułości dawki przy większych ener-
giach spowodowanym absorpcją promieniowania

pierwotnego oraz na zmniejszeniu czułości także w obszarze większych energii, przez zastosowanie cienkościennego licznika o ściankach wykonanych z materiału o liczbie porządkowej od 16 do 20 oraz przez użycie absorbera o liczbie porządkowej od 24 do 30 lub absorbera, którego wewnętrzna warstwa wykonana jest z materiału o takiej samej liczbie porządkowej.

Połączenie tych środków według wynalazku pozwala na uzyskanie żadanego zmniejszenia czułości dawki dla większych energii oraz stwarza kompensację zależności od energii w obszarze między minimum i maksimum krzywej, przy czym przez dobór materiału ściany licznika o liczbie porządkowej między 16 i 20 położenie maksimum, a tym samym i energii, przy której odbywa się kompensacja za pomocą absorbera, przesuwają się w kierunku mniejszych energii, w porównaniu do znanych rozwiązań, w których stosowane są materiały o wyższej liczbie porządkowej.

Jak to zostało pokazane na fig. 3 wewnętrzna ściana cienkościennego licznika Geigera-Müllera 8 wykonana z materiału o skutecznej liczbie porządkowej między 16 i 20 na przykład ze szkła krzemianowego z odpowiednimi dodatkami wyposażona jest w pasek z materiału o wyższej liczbie porządkowej, np. 24 do 30, który przebiega równoległe do osi licznika tak, że pewna część wewnętrznej ściany pokryta jest tym materiałem. Wewnętrzną ścianę można pokryć częściowo również w inny sposób, np. za pomocą elementów pierścieniowych lub za pomocą elementu spiralnego, przy czym elementy te otaczają współosiowo anodę 9 licznika, jak to widać na fig. 4. W tym przypadku spirala może być użyta jednocześnie jako katoda.

Licznik otoczony jest absorberem 11 z materiału, którego skuteczna liczba porządkowa zawarta jest między 24 a 30, np. z miedzi, mosiądzu lub stali, przy czym absorber pokrywa powierzchnię licznika całkowicie lub częściowo jak to na przykład pokazane zostało na fig. 3 i 4. Takie częściowe pokrycie

można uzyskać przez wykonanie w całkowitym absorberze otworów 12, lub wycięć pierścieniowych albo wycięć przebiegających równoległe do osi licznika. Absorber 11 może być wykonany z jednego materiału o jednolitej grubości tak jak na fig. 3, lub z kilku materiałów 11 i 13 których grubość warstwy zależy od miejsca tak jak na fig. 4, przy czym w tym ostatnim przypadku przynajmniej wewnętrzna warstwa 11 granicząca ze ścianą licznika 8 wykonana jest z materiału o liczbie porządkowej między 24 i 30. Znane są również takie wykonania absorbera, przy których jednocześnie można poprawić zależność działania licznika od kierunku.

Zastrzeżenie patentowe

Licznik Geigera-Müllera do niezależnego od energii pomiaru mocy dawki promieniowania rentgenowskiego i promieniowania gamma zaopatrzony w dodatkowe absorbery przeznaczone do detekcji promieniowania, którego działanie jest oparte na pomiarze średniej liczby impulsów w jednostce czasu lub na pomiarze scałkowanego prądu licznika, znamienny tym, że ściana (8) licznika o grubości nieprzekraczającej 50 mg/cm² wykonana jest z materiału o skutecznej liczbie porządkowej zawartej w przedziale od 16 do 20, a jego ściana po stronie wewnętrznej pokryta jest materiałem o skutecznej liczbie porządkowej większej od 20, przy czym licznik wypełniony jest gazem o bardzo małej skutecznej liczbie porządkowej pod bardzo małym ciśnieniem, jak również cały licznik otoczony jest całkowicie lub częściowo warstwą absorbera (11, 13) o stałej lub lokalnie zmieniającej się grubości, który to absorber wykonany jest z materiału o skutecznej liczbie porządkowej zawartej w granicach od 24 do 30, lub też wykonany jest z kilku warstw, z których przynajmniej wewnętrzna, granicząca z licznikiem jest wykonana z materiału o skutecznej liczbie porządkowej zawartej pomiędzy 24 i 30.

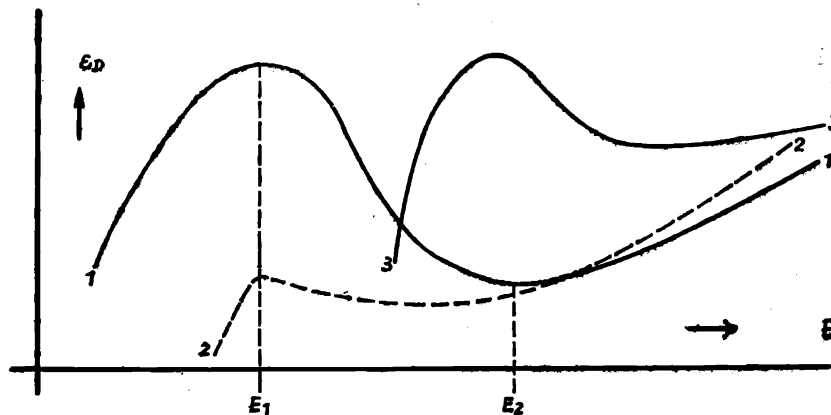


Fig. 1

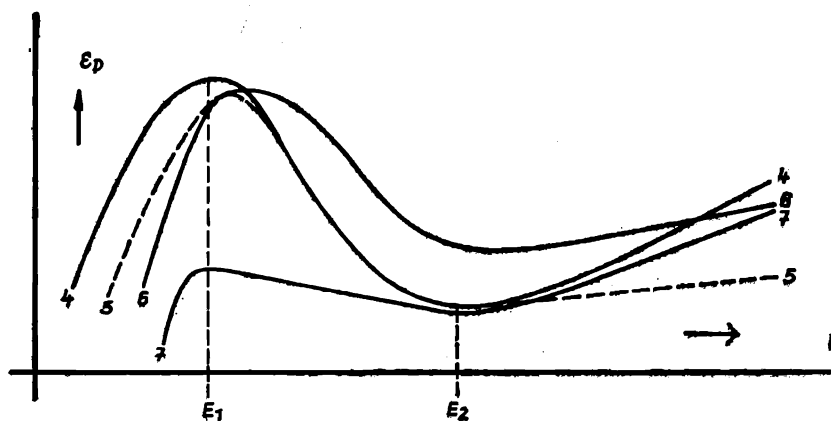


Fig. 2

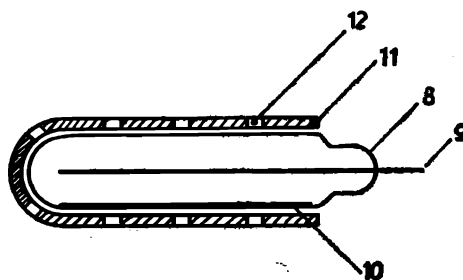


Fig. 3

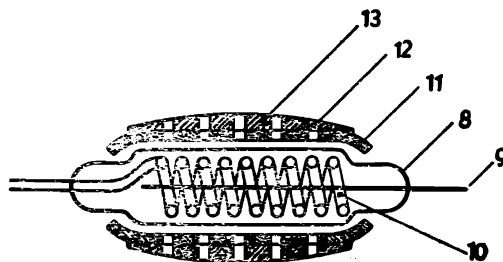


Fig. 4

