



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

56831

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 06.X.1967 (P 122 893)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 30.VI.1969

Kl. 21 g, 21/01

MKP G 21 g 3/04

UKD

Twórca wynalazku: dr inż. Czesław Bobrowski

Właściciel patentu: Akademia Górniczo-Hutnicza (Instytut Techniki Jądrowej), Kraków (Polska)

Miniaturowa lampa neutronowa

1
Przedmiotem wynalazku jest miniaturowa lampa neutronowa, która znajduje zastosowanie jako sonda generatora neutronów w poszukiwaniach złóż geologicznych, w badaniach strukturalnych fizyki ciała stałego, w fizyce jądrowej, w biologii i medycynie oraz w innych dziedzinach nauki i techniki.

Znane są lampy neutronowe, w których stosuje się źródła jonów typu Penninga lub łukowe źródła jonów. W lampach tych, emitowane przez źródła jonów elektrony poruszają się wzdłuż osi symetrii lampy, wskutek czego dla uzyskania dużego prądu jonowego, wymagana jest odpowiednia długość komory źródła jonów oraz duża moc zarzżenia katody. W wyniku tego lampy odznaczają się dużymi wymiarami geometrycznymi i znacznym ciężarem, co powoduje ograniczenie zakresu wykorzystywania tych lamp.

Niedogodności te usuwa miniaturowa lampa neutronowa według wynalazku, zawierająca źródło jonów, składające się z dwóch współśrodkowych cylindrów, z których wewnętrzny cylinder z katodą i zasobnikiem deuteru, wykonany z materiału ferromagnetycznego, jest połączony z magnesem stałym, a cylinder zewnętrzny wykonany z materiału niemagnetycznego, jest zaopatrzony w dwie zamykające, ferromagnetyczne pokrywy, których wewnętrzne powierzchnie mają wgłębienia, przy czym pokrywa, łącząca się z magnesem, ma szereg symetrycznych otworów. Całość jest

2
umieszczona w próżnioszczelnym cylindrze szklanym, zakończonym z jednej strony metalowym krążkiem, na którym jest osadzona tarcza trytowa, zaopatrzona w osłonę z otworem, a z drugiej strony cylinder jest wyposażony w metalowe przepusty.

Miniaturowa lampa neutronowa według wynalazku jest uwidoczniona w przykładowym rozwiązaniu na rysunku, na którym fig. 1. przedstawia przekrój podłużny lampy, a fig. 2. — przekrój poprzeczny lampy w płaszczyźnie A — A.

Lampa neutronowa według wynalazku składa się z próżnioszczelnego, szklanego cylindra 1, zakończonego z jednej strony metalowym krążkiem 2 połączonym z cylindrem 1 próżnioszczelnym złączem 3 (fig. 1 i 2). Do krążka 2, na którym jest osadzona trytowa tarcza 4, jest przytwierdzona osłona 5 z otworem 6, służącym do formowania wiązki jonów deuteru, bombardujących tarczę 4. Z drugiej strony cylinder 1 jest zakończony cokołem, wyposażonym w metalowe przepusty 7 oraz pompową rurkę 8, służącą do napełniania lampy deuterem. Cylinder 1 zawiera źródło jonów, składające się z dwóch współśrodkowych cylindrów 9 i 10, z których wewnętrzny cylinder 9 jest wykonany z materiału ferromagnetycznego, na przykład z niklu lub stali, a zewnętrzny cylinder 10 z materiału niemagnetycznego, na przykład z miedzi.

Wewnątrz cylindra 9 jest umieszczony zasobnik 11 deuteru, zaopatrzony w grzejną spiralę 12, oraz katoda 13 z siatką 14, stanowiącą część pobocznicy cylindra 9. Cylinder 9 jest połączony z umieszczonym współosiowo stałym magnesem 15, wykonanym najkorzystniej w kształcie walca, którego długość równa się różnicy długości cylindrów 9 i 10. Zewnętrzny cylinder 10 jest zaopatrzony w dwie zamykające, ferromagnetyczne pokrywy 16 i 17, których wewnętrzne powierzchnie mają stożkowe wgłębienia, przy czym w pokrywie 16 jest osadzony cylinder 9. Pokrywa 17 ma szereg otworów 18, symetrycznie rozmieszczonych na okręgu, o średnicy nieco większej od średnicy cylindra 9.

Przestrzeń, zawarta pomiędzy cylindrami 9 i 10, stanowi toroidalnego kształtu komorę 19 źródła jonów, której elementy tworzące obudowę, a więc cylindry 9 i 10, siatka 14, magnes 15, pokrywy 16 i 17, są połączone ze sobą metalicznie, natomiast zasobnik 11 deuteru i katoda 13 są odizolowane od obudowy komory 19. W czasie pracy źródła jonów, do elementów 9, 10, 14, 15, 16 i 17, tworzących obudowę komory 19 źródła jonów, jest przyłożone dodatnie napięcie, wynoszące 100–200 V, natomiast katoda 13 znajduje się na potencjale zerowym.

Emitowane przez katodę 13, elektrony, są przyspieszane przez siatkę 14 w kierunku komory 19. Ze względu na to, że wektory prędkości elektronów są prostopadłe do linii sił pola magnetycznego, wytworzonego przez magnes 15, na elektrony działa siła Lorentza, która jest prostopadła do wektorów prędkości elektronów oraz linii sił pola magnetycznego. Siła ta powoduje zakrzywienie toru elektronów, które poruszają się ze stałą prędkością po orbicie kołowej dookoła cylindra 9.

Poruszające się elektrony zderzają się z cząsteczkami deuteru, powodując jego jonizację. Powstałe jony deuteru są wyciągane poprzez otwory 18 w pokrywie 17 do trytowej tarczy 4, która wraz z osłoną 5 znajduje się w czasie generacji neutronów na ujemnym potencjale, w stosunku do źródła jonów, wynoszącym od 100 do 150 kV. Jony deuteru zderzając się z jądrami trytu wywołują reakcję jądrową, w wyniku której powstają jadra helu oraz neutrony o średniej energii 14 MeV.

Ciśnienie deuteru w lampie jest utrzymywane przy pomocy zasobników 11 deuteru, zawierających sproszkowany tytan lub cyrkon, charakteryzujący się silną absorpcją izotopów wodoru. Zachowanie stałego ciśnienia deuteru zależy od temperatury tytanu względnie cyrkonu, którą reguluje się za pomocą grzejnej spirali 12. Procesy absorpcji i desorpcji deuteru są odwracalne i powtarzalne, co ułatwia regulację ciśnienia deuteru w lampie. Umieszczenie zasobnika 11 deuteru w pobliżu katody 13 powoduje przenikanie części energii cieplnej, wydzielonej w katodzie 13, co zmniejsza moc żarzenia zasobnika 11.

Prąd jonowy, płynący do tarczy trytowej można wyrazić następującym równaniem:

$$I_j = I_k \phi (1 - e^{-a_1 p}) e^{-a(l_1 + 4l_2)p} \quad (1)$$

w którym:

I_j oznacza — prąd deutronów, dopływający bez zderzeń do tarczy trytowej

I_k oznacza — prąd elektronowy, emitowany przez katodę

ϕ „ — prawdopodobieństwo jonizacji, będące stosunkiem liczby zderzeń elektronów z deutronami, wywołującymi jonizację, do całkowitej liczby zderzeń

a „ — wartość stałą, równą $1,33 \cdot 10^8$ 1/mTr

p „ — ciśnienie deuteru w torach Tr

l_1 „ — odcinek długości cylindra, z którego deutrony płyną do katody

l_2 „ — odcinek długości cylindra, z którego deutrony płyną do tarczy trytowej

l_3 „ — odcinek długości pomiędzy cylindrem a tarczą trytową tzw. przestrzeń przyspieszająca

Z równania (1) wynika, że prąd jonowy wzrasta ze wzrostem odcinka l_2 długości cylindra. Dzięki zastosowaniu w lampie według wynalazku, kołowego ruchu wiązki elektronów, odcinek l_2 wzrósł do nieskończoności. Przez obliczenie pierwszej pochodnej równania (1) względem ciśnienia deuteru i przyrównanie jej do zera, uzyskuje się równanie, optymalnego ciśnienia deuteru w lampie, wyrażone następującym wzorem:

$$p = \frac{1}{a l_2} \cdot \ln \left(1 + \frac{l_2}{l_1 + 4l_2} \right) \quad (2)$$

w którym symbole oznaczone są jak we wzorze (1). Ze wzoru (2) wynika, że ciśnienie deuteru w lampie jest niewielkie i wynosi zaledwie 10^{-5} – 10^{-6} Tr. Dzięki temu do ogrzewania zasobnika deuteru można wykorzystać ogrzewanie pośrednie poprzez spiralę katody.

Miniaturowa lampka neutronowa według wynalazku ma dzięki wykorzystaniu kołowego ruchu elektronów niewielkie rozmiary, mianowicie: długość jej wynosi około 75 mm i średnica około 40 mm. Przy tych małych wymiarach geometrycznych i niewielkim ciężarze, wynoszącym około 0,1 kg, lampka odznacza się dużym prądem jonowym, wynoszącym około 1,5 mA i znacznym wydatkiem neutronów, wynoszącym 10^9 – 10^{10} neutronów/sek. Ponadto lampę charakteryzuje prosta budowa i łatwość obsługi oraz przydatność do zastosowania w miejscach trudno dostępnych. Lampka według wynalazku wykazuje minimalny pobór mocy, długi czas użytkowania i niskie koszty eksploatacji.

Zastrzeżenia patentowe

1. Miniaturowa lampka neutronowa, zawierająca źródło jonów z zasobnikiem deuteru, katodą i siatką oraz magnes stały, przy czym całość jest umieszczona w próżnioszczelnym szklanym cylindrze, wyposażonym w metalowe przepusty **znamienna tym**, że szklany cylinder (1) zawiera źródło jonów, składające się z dwóch współśrodkowych cylindrów (9) i (10), z których cylinder wewnętrzny (9), wykonany z materiału ferromagnetycznego, zawiera zasobnik (11) deuteru, wyposażony w grzejną spiralę (12) oraz

katodę (13) z siatką (14), stanowiącą część bocznicy cylindra wewnętrznego (9), który jest połączony z umieszczonym współosiowo stałym magnesem (15), wykonanym najkorzystniej w kształcie walca, o długości równej różnicy długości cylindrów wewnętrznego (9) i zewnętrznego (10), a cylinder zewnętrzny (10), wykonany z materiału niemagnetycznego, jest zaopatrzony w dwie zamykające ferromagnetyczne pokrywy (16) i (17), których wewnętrzne powierzchnie mają stożkowe wgłębienia, przy

czym w pokrywie (16) bliższej metalowych przepustów jest osadzony cylinder wewnętrzny (9), a druga pokrywa (17), połączona z magnesem (15) ma szereg symetrycznych otworów (18).
 2. Miniaturowa lampa neutronowa według zastrz. 1 **znamienna** tym, że szklany cylinder (1) jest zakończony metalowym krążkiem (2), na którym jest osadzona trytowa tarcza (4), przy czym do krążka (2) jest przytwierdzona osłona (5), z otworem (6), służącym do formowania wiązki jonów deuteru.

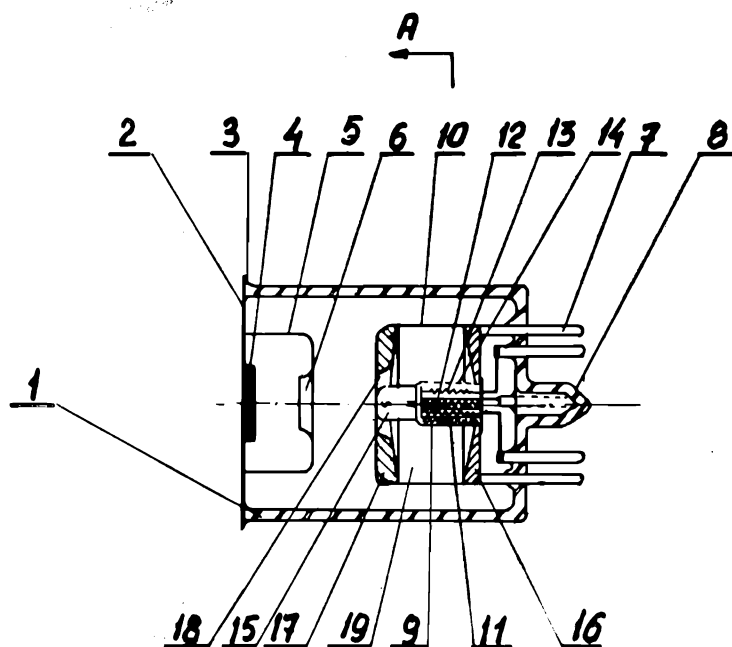


Fig. 1.

Widok A-A

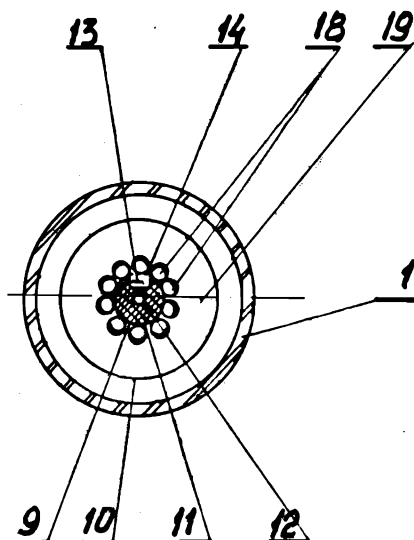


Fig. 2.