

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWAURZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

51604

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 25. II. 1965 (P 107 619)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 10. X. 1966

Kl. 21 g, 21/01

MKP H-01-j

G 21 g 3/04

BIBLIOTEKA

Urząd Patentowy
PRL

Twórca wynalazku: mgr inż. Czesław Bobrowski

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

Lampa neutronowa oraz sposób jej regeneracji

1

Przedmiotem wynalazku jest lampa neutronowa oraz sposób jej regeneracji, która może pracować jako sonda generatora neutronów do poszukiwań ropy naftowej oraz do ustalania kontaktu ropa-woda, jak też do ustalania wielkości zasobów złóż. Poza tym może ona znaleźć zastosowanie także w procesach badania układów strukturalnych fizyki ciała stałego, w fizyce jądrowej, w biologii i medycynie oraz w innych dziedzinach techniki.

Znane są lampy neutronowe, używane do tych samych celów, w których stosuje się źródła jonów typu Penninga jak też źródła łukowe jonów. Wadą tych źródeł jest to, że mają małą wydajność jonów monoatomowych, a w przypadku źródła łukowego — bardzo krótki czasokres trwania. Ponadto źródła jonów nie są wyposażone ani w bezpośrednią regulację wydajności prądu jonowego ani w element mierzący ciśnienie w lampie, skutkiem czego nie ma możliwości zastosowania automatycznej regulacji ciśnienia w lampie.

Konstrukcja tych lamp jest przystosowana tylko do jednorazowego wykorzystania tarczy trytowej bez możliwości jej wymiany i regeneracji. Poza tym znane lampy nie mają osłony tarczy trytowej, która spełniałaby rolę siatki antydyatronowej czyli zapobiegała przedostawaniu się wybitych elektronów w układ przyspieszający lampy, unikając tym samym powstawania promieniowania rentgenowskiego i rozpylania katody lampy.

Tych wad nie ma lampa neutronowa według wy-

2

nalazku, która jest zaopatrzona w rozbieralne próżnioszczelne złącza umożliwiające, poprzez odpowiednią konstrukcję gniazda tarczy, na wymianę zużytej tarczy trytowej lub jej regenerację. W lampie jest umieszczone specjalnie dobrane źródło jonów, składające się z cylindra jonizacyjnego zaopatrzonego w siatkę od strony katody, z cylindra regulacyjnego od strony tarczy oraz z katody pośrednio żarzonej, nie podlegającej zatruciu powietrzem. Lampa zaopatrzona w dodatkowy układ elektryczny, zapewnia automatyczną regulację ciśnienia w lampie poprzez odpowiedni dobór napięcia na cylindrze regulacyjnym.

Lampa neutronowa według wynalazku jest przedstawiona w przykładowym rozwiązaniu na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia przekrój podłużny lampy a fig. 2 — gniazdo tarczy trytowej (jako szczegół).

Lampa neutronowa jest przyrządem próżniowym, rozbieralnym, składającym się z cylindra szklanego 14, zakończonego z jednej strony rozbieralnym próżnioszczelnym zamknięciem zwanym złączem, a z drugiej strony cokołem, wyposażonym w molibdenowe przepusty 15 (nóżki) o określonej średnicy i długości. Próżnioszczelne zamknięcie stanowi zespół elementów dokładnie do siebie dopasowanych, do których należy śruba 1, podkładka 2, cylinder centrujący 3, pierścień uszczelniający 4 oraz nasada 5 gniazda tarczy 7 (fig. 1). Na nasadzie 5 jest

osadzone gniazdo 6 z typową tarczą trytową 7 o określonej średnicy. Gniazdo 6 tarczy stanowi metalowa tulejka 17 o różnych wewnętrznych średnicach d_1 i d_2 (fig. 2). Z jednej strony od wewnętrznej d_1 tulejka jest nagwintowana co pozwala na osadzenie gniazda 6 na nasadzie 5, zapewniając równocześnie dobry kontakt termiczny jak też łatwą wymianę tarczy 7. Po włożeniu tarczy 7 do gniazda 6 zagina się zewnętrzne krawędzie 18 tulejki 17 specjalnym przyrządem stożkowym. Tarcza 7 jest osłonięta cylindrem antydynatronowym 8 osadzonym na tulejce kowarowej, której końce są wtopione w szkło cylindra 14.

Uzyskuje się przez to dobrą izolację elektryczną pomiędzy cylindrem 8 a tarczą 7. Wytworzone napięcie pomiędzy cylindrem 8 a tarczą 7 jest rzędu 500 V. Źródło jonów składa się z trzech cylindrów a mianowicie z cylindra regulacyjnego 9, cylindra jonizacyjnego 10 zaopatrzonego w niklową siatkę 16 od strony katody oraz z cylindra katodowego 11, a ponadto z katody 12, wykonanej najlepiej z borku lantanu. Cylinder regulacyjny 9 od strony tarczy 7 reguluje natężenie prądu jonowego, przy czym jest zarazem elementem mierzącym ciśnienie w lampie. Dzięki takiej konstrukcji i dobraniu odpowiednich parametrów pola magnetycznego i napięcia cylinder 9 wywołuje częściową analizę wiązki jonów, która eliminuje ciężkie i szkodliwe jony z wiązki jonowej. Cylinder jonizacyjny 10, jako źródło jonów, pracuje w obecności osiowego pola magnetycznego w środku cylindrów 9, 10 11 o natężeniu około 300 A/cm i przy przyłożeniu na cylinder 10 napięcia około +200 V. Siatka 16 cylindra 10 od strony katody powoduje prawie dwukrotny wzrost wydajności jonów w porównaniu z cylindrami pracującymi bez siatek. W cylindrze 11 jest umieszczona katoda 12, pośrednio żarzona, wraz z grzejnikiem. Zdolność emisyjna katody powinna wynosić około kilkunastu mA przy kształcie katody najlepiej w postaci cylindra.

Lampa jest zaopatrzona w generatory 13a i 13b izotopów wodoru, z których każdy ma pojemność 1 g sproszkowanego tytanu. Jeden z generatorów, na przykład generator 13a nasycza się deuterem do koncentracji 25–40 Ncm³ na gram sproszkowanego tytanu, drugi natomiast, generator 13b służy jako element pomocniczy przy regeneracji tarczy 7. Ma to miejsce wówczas, gdy tarczę 7 nagrzewa się przez bombardowanie jej strumieniem elektronów. W wyniku ogrzewania się tarczy 7 atomy trytu desorbują się do objętości lampy, skąd je usuwa generator 13 b. Usuwanie trytu z objętości lampy jest podyktowane koniecznością utrzymywania odpowiedniej próżni w lampie. Wysokość tej próżni musi być na tyle duża, powyżej $5 \cdot 10^{-2}$ Tr, aby droga swobodna elektronów była kilkakrotnie większa niż odległość pomiędzy katodą 12 a tarczą 7.

Zamiast tytanu może być zastosowany inny metal z rodziny ziem rzadkich, na przykład cyrkon. Zdolność rozpuszczania się izotopów wodoru w tytanie lub innym metalu ziem rzadkich zależy od temperatury tego metalu i ciśnienia równowagi dla danej temperatury. Jest to proces odwracalny, to znaczy, że przy podwyższeniu temperatury generatora następuje desorpcja izotopów wodoru nato-

miast przy obniżeniu temperatury następuje adsorpcja. Ten proces stanowi zasadę pracy generatorów.

W praktyce pracują zwykle oba generatory 13a i 13b równocześnie, połączone najczęściej szeregowo, w których koncentracja deuterem obniża się przez to o połowę. Natomiast na czas regeneracji tarczy usuwa się deuter z jednego generatora do drugiego, regulując odpowiednio przepływ prądu przez grzejniki tych generatorów. Oznacza to, że przez odpowiednie ogrzewanie generatorów w określonym czasie i kolejności można zgromadzić całą zawartość deuteru w jednym generatorze.

Lampa generuje neutrony w oparciu o reakcję jądrową deuter + tryt lub deuter + deuter przy energii deuteronów rzędu 100–150 keV.

W obwód żarzenia generatorów 13a i 13b jest włączony wzmacniacz magnetyczny, nie pokazany na rysunku, w którym elementem sterującym w postaci sprzężenia zwrotnego jest uzwojenie podłączone do prądu odbieranego z cylindra 9. Umożliwia to pewną i stabilną regulację w ustalonym z góry zakresie ciśnień.

Konstrukcja lampy neutronowej według wynalazku pozwala na łatwe jej rozmontowanie dla dokonania wymiany tarczy 7 w przypadku jej zużycia. W tym celu odkręca się próżnioszczelne zamknięcie 1, 2, 3, 4 i 5 i wyjmuje gniazdo 6 wraz z tarczą 7, którą bez trudności wymienia się na inną. Po ponownym włożeniu gniazda 6 do lampy i nakręceniu zamknięcia podłącza się lampę do stanowiska próżniowego w celu wytworzenia w niej próżni rzędu 10^{-5} mm Hg. Następnie usuwa się z generatorów 13a i 13b deuter przy próżni rzędu 10^{-6} mm Hg po czym na nowo napełnia się generatory deuterem do żądanej koncentracji. Po odcięciu lampy od stanowiska próżniowego jest ona zdolna do dalszej pracy.

Zamiast wymieniać częściowo zużyta tarczę 7 można ją regenerować w szczególności gdy w lampie stosuje się tarczę trytowe grube, w których zasięg cząstek bombardujących tarczę jest mniejszy niż grubość tarczy, skutkiem czego w głębi tarczy pozostaje duża ilość trytu.

Regenerację można przeprowadzić bez otwierania lampy w ten sposób, że tarczę ogrzewa się pośrednio do takiej temperatury, w której następuje desorpcja trytu z tarczy. Następnie przy stygnięciu tarcza ponownie absorbuje tryt. W celu osiągnięcia dużej koncentracji trytu pod powierzchnią tarczy to jest na głębokości, w której przy danej energii bombardujących deuteronów jest największy przekrój czynny na reakcję deuter + tryt podłącza się lampę neutronową do układu zasilającego tak jak do generacji neutronów. Równocześnie wyłącza się obwód żarzenia generatora izotopów wodoru i obniża się napięcie przyspieszające do kilkudziesięciu kilowoltów. Podczas tego procesu reszta trytu, która nie zostanie zaabsorbowana przez tarczę podlega jonizacji i w postaci prądu jonowego bombarduje tarczę wbijając się w nią na odpowiednią głębokość 0,1–0,3 μ . Proces ten działa odpompowująco a ciśnienie i prąd jonowy bombardujący tarczę eksponencjalnie maleje w czasie.

Przykład: Cylinder antydynatronowy 8 łączy

się z próżnioszczelnym zamknięciem 1, 2, 3, 4 i 5 i podłącza do źródła napięcia stałego ± 2 kV, po czym włącza się źródło jonów. Do cylindra regulacyjnego 9 przykłada się takie napięcie dodatnie, około 200 V, aby na tarczę 7 padał prąd o natężeniu około 3 mA. Następnie włącza się nienasycony deuterem generator 13b i ogrzewa się go do temperatury około 200°C. Po kilku minutach wyłącza się lampę spod napięcia i podwyższa temperaturę generatora 13b do 500°C. Po kilkunastu minutach wyłącza się generator po czym lampa neutronowa nadaje się do ponownego użytku. W zależności od ilości trytu w tarczy 7 czynność tę można powtórzyć kilkakrotnie.

Lampę neutronową według wynalazku przygotowuje się do pracy w ten sposób, że do tarczy 7 i cylindra 8 podłącza się wysokie napięcie stałe 50 — 150 kV, na cylinder 10 zaś włącza się napięcie ± 200 V. Równocześnie włącza się żarzenie katody 12 oraz generatorów 13a i 13b. Z kolei dobiera się różnicę potencjałów na cylindrach 9 i 11 w zależności od natężenia pola magnetycznego, wytworzonego w osi cylindra 10. Lampa może pracować impulsowo jeżeli na cylinder 10 będą podawane odpowiednie impulsy napięcia. Ponieważ jednak lampa ma żarzoną katodę 12 może ona pracować również w układzie podwajacza napięcia, połączona szeregowo ze źródłem zmiennego wysokiego napięcia i z podwajającym kondensatorem. Reżim pracy impulsowej w tym układzie uzyskuje się przez podawanie na cylinder 10 żądanej długości impulsów napięcia w momentach ekstremów wysokiego napięcia na tarczy 7.

Poza regulowaną wydajnością neutronów w lampie według wynalazku cechuje się ona brakiem promieniowania rentgenowskiego, które jest szkodliwe dla otoczenia. Dzięki zaś zastosowaniu rozbiernego zamknięcia próżnioszczelnego możliwa jest łatwa wymiana tarczy trytowej a ponadto możliwość jej regeneracji co zapewnia lampie długą żywotność przy równoczesnym racjonalnym wykorzystaniu trytu. Lampa może pracować zarówno w warunkach ciągłych jak i impulsowych w różnych dziedzinach techniki.

Zastrzeżenia patentowe

1. Lampa neutronowa, wyposażona w źródło jonów, katodę oraz układ elektryczny **znamienna tym**, że składa się z rozbiernego, próżnioszczelnego

zamknięcia (1, 2, 3, 4, i 5), na którego nasadzie (5) jest osadzone gniazdo (6) z trytową tarczą (7), oraz ze źródła jonów w postaci trzech obok siebie osadzonych cylindrów (9, 10 i 11) wraz z katodą (12) oraz z generatorów (13a i 13b) izotopów wodoru.

2. Lampa według zastrz. 1 **znamienna tym**, że gniazdo (6) z trytową tarczą (7) osłania antydyneatronowy cylinder (8) umieszczony w tulejce kowarowej, przy czym gniazdo (6) stanowi metalowa tulejka (17) o różnych średnicach wewnętrznych (d_1 i d_2) z krawędziami (18) zaginany do wewnątrz dla umocowania w niej tarczy (7), z jednej zaś strony tulejka (17) jest nagwintowana od wewnątrz (d_2) dla lepszego osadzenia gniazda (6) na nasadzie (5).
3. Lampa według zastrz. 1 **znamienna tym**, że cylinder jonizacyjny (10) jest wyposażony od strony katody (12) w siatkę (16), najlepiej niklową, a katoda (12) pośrednio żarzona, wykonana najkorzystniej z borku lantanu jest umieszczona w cylindrze (11) wraz z grzejnikiem, przy czym elementem regulującym ciśnienie w lampie i wywołującym częściową analizę wiązki jonów jest cylinder regulacyjny (9).
4. Lampa według zastrz. 1 **znamienna tym**, że generatory (13a i 13b) mają pojemność około 1 g sproszkowanego tytanu każdy, z których jeden, na przykład generator (13a) nasyca się deuterem do koncentracji 25—40 Ncm³/g sproszkowanego tytanu, a drugi generator (13b) służy pośrednio do regenerowania tarczy (7), przy czym w obwód żarzenia generatorów (13a i 13b) jest włączony wzmacniacz magnetyczny, w którym elementem sterującym w postaci sprzężenia zwrotnego jest uzwojenie podłączone do prądu odbieranego z cylindra (9).
5. Sposób regeneracji lampy neutronowej według zastr. 1—4 **znamienny tym**, że nie otwierając lampy ogrzewa się pośrednio tarczę trytową do temperatury 300—600°C, w której występuje desorpcja trytu z tarczy a następnie po jej ostygnięciu resztki trytu wprowadza się do tarczy na głębokość 0,1—0,3 μ , bombardując tarczę jonami trytu o energii 20—30 keV.

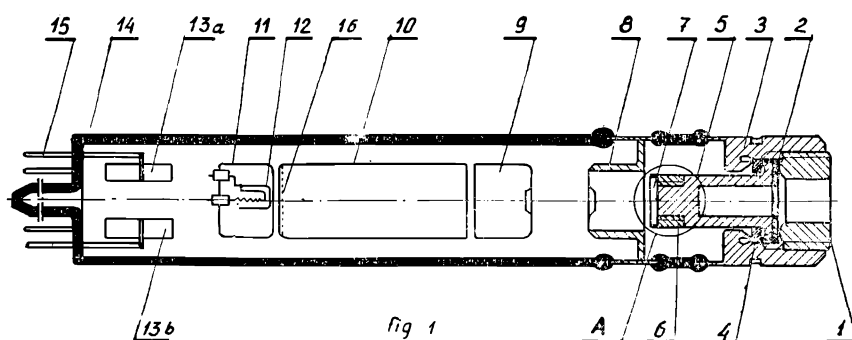


fig. 1

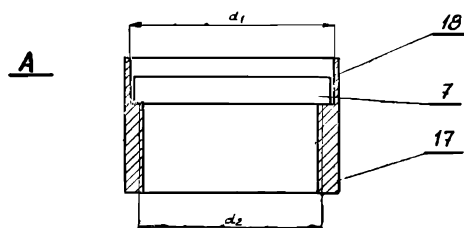


fig. 2.