

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

55356

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 06.VI.1966 (P 114 955)

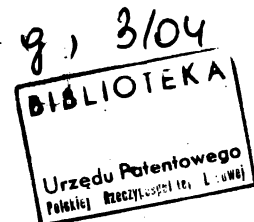
Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 25.VII.1968

Kl. 21 g, 21/01

MKP G 21

UKD



Współtwórcy wynalazku: prof. dr Jerzy Massalski, mgr inż. Czesław Bobrowski

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

Przenośny generator neutronów

1

Przedmiotem wynalazku jest przenośny generator neutronów, który jako źródło neutronów prędkich znajduje zastosowanie do badania modeli geofizycznych, w strukturalnych badaniach fizyki ciała stałego, w biologii i medycynie oraz w badaniach układów podkrytycznych reaktorów jądrowych i innych.

Znane dotychczas generatory, stanowiące źródła neutronów, pochodzących z reakcji jądrowej, zachodzącej pomiędzy deuterem i trytem, są budowane jako generatory stacjonarne. Wadą ich są duże wymiary gabarytowe oraz zastosowanie oddzielnych układów pomp rotacyjnych i dyfuzyjnych, a także konieczność stosowania ciekłych gazów do wymrażarek olejów. W urządzeniach tych istnieje ponadto niebezpieczeństwo skażenia promieniotwórczym trytem. Wadą ich są również duże koszty eksploatacyjne.

Niedogodności te usuwa przenośny generator neutronów według wynalazku, generujący neutrony prędkie o energii 14 MeV, z reakcji ${}^3_1\text{H}$ (d, n) ${}^4_2\text{He}$, który składa się z lampy neutronowej z soczewką magnetyczną, połączonej z podzespołami wysokonapięciowymi i zasilaczem niskonapięciowym oraz z układem synchronizacji, przy czym zasilanie generatora odbywa się wprost z sieci o napięciu 220 V i częstotliwości 50 Hz lub poprzez elektromagnetyczną przetwornicę częstotliwości.

Przenośny generator neutronów według wynalazku jest uwidoczniony w przykładowym rozwiązaniu na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia generator w przekroju podłużnym, fig. 2 — schemat układu elektrycznego generatora, fig. 3 — przekrój podłużny transformatora, fig. 4 — przekrój A—A a fig. 5 — przekrój B—B tegoż transformatora.

2

Przenośny generator neutronów składa się z cylindrycznej obudowy 1 o średnicy 100 mm, długości około 1 m przedzielonej na dwie komory 2 i 3 szczelną przegrodą 4, zaopatrzoną w przepusty do połączeń elektrycznych (fig. 1 i 2). Komora 2 zawiera niskonapięciowy zasilacz 5 oraz układ 6 synchronizacji, który jest wykorzystywany w czasie impulsowej pracy generatora. Komora 3, hermetycznie zamknięta i napełniona olejem transformatorowym, zawiera neutronową lampę 7, z magnetyczną soczewką 8, kondensator 9 wysokiego napięcia i transformator 10 wysokiego napięcia oraz kompensator 11 oleju, służący do kompensowania termicznych zmian objętości oleju. Generator jest zasilany bezpośrednio z sieci o napięciu 220 V i częstotliwości 50 Hz.

W razie potrzeby, na przykład w badaniach geofizycznych, w których jest wymagana większa częstotliwość prądu, generator jest zasilany poprzez statyczną elektromagnetyczną przetwornicę 12 częstotliwości, przetwarzającą prąd o częstotliwości 50 Hz na prąd o wyższej częstotliwości na przykład 200 Hz lub 400 Hz. Przetwornica 12

jest połączona z generatorem, trójprzewodowym kablem 13, którego dwa przewody łączą się z zasilaczem 5 niskonapięciowych elementów lampy 7, a trzeci przewód, wychodzący ze środka uzwojenia wyjściowego przetwornicy 12, jest uziemiony.

Ponadto generator jest wyposażony w przełącznik 14, służący do włączenia układu 6 synchronizacji, który steruje impulsową pracą źródła jonów. Układ 6, składający się z elementów ferrytowych, o prostokątnej pętli histerezy, jest przetwornikiem napięcia sinusoidalnego na impulsy prostokątne, o regulowanej szerokości impulsów.

Neutronowa lampa 7 zawiera układ elektrod ogniskujących, źródło jonów oraz zasobniki deuteru, pozwalające utrzymać żądane ciśnienie deuteru. Lampa 7 jest wyposażona ponadto w magnetyczną soczewkę 8, która wytwarza w środku osi soczewki odpowiednie natężenie pola, wynoszące około 150 A/cm przy poborze prądu o stosunkowo małej mocy, równej około 6 W.

Zamiast soczewki magnetycznej, zasilanej prądem, korzystnym jest zastosowanie soczewki, wykonanej z magnesów stałych, składających się z pierścieni ferrytowych, oddzielonych przekładkami stalowymi i zalanych żywicą epoksydową.

Wysokonapięciowe elementy lampy 7 są połączone z kondensatorem 9 wysokiego napięcia zawierającego dwie okładziny 15 i 16, z których wewnętrzna okładzina 16 jest podzielona na dwie części. Jedna część wewnętrznej okładziny 16 jest połączona z tarczą lampy 7 i wystaje na kilka milimetrów poza zewnętrzną okładzinę 15. Druga część wewnętrznej okładziny 16 jest połączona z cylindrem antydyatronowym lampy 7. Tego rodzaju połączenie odpowiednich potencjałów z elementami wysokonapięciowymi lampy 7, zapewnia odpowiednią różnicę napięć, pomiędzy tarczą a cylindrem antydyatronowym, w przybliżeniu proporcjonalną do stosunku pojemności pasożytniczej i pojemności kondensatora 9, przy czym pojemność pasożytnicza jest to pojemność jaka powstaje między wystającą częścią wewnętrzną okładziny 16 a obudową 1 generatora.

Średnica wewnętrznej okładziny 16 jest nieco większa od średnicy lampy 7 co pozwala umieścić jej wysokonapięciowe elementy w kondensatorze 9. Takie wzajemne połączenie lampy 7 i kondensatora 9 zmniejsza natężenie pola elektrycznego krawędziowych złączy cylindrycznych lampy 7, a ponadto uzyskuje się w ten sposób zmniejszenie wymiarów i ciężaru generatora.

Zewnętrzna okładzina 15 kondensatora 9 jest połączona z wysokonapięciową końcówką transformatora 10, składającego się z dwóch cewek 17, wykonanych z materiału, wytrzymałego na temperaturę około 150°C, oraz z dwóch rdzeni 18, związanych z taśm transformatorowych, anizotropowych, przy czym przy częstotliwości 50 Hz stosuje się taśmy z blachy o grubości około 0,35 mm, a przy częstotliwości 400 Hz grubości blachy taśm transformatorowych wynosi około 0,1 mm.

Transformator 10 ma odpowiednio dobrane optymalne wymiary, pozwalające przy danej średnicy D obudowy 1 uzyskać maksymalne napięcie,

mianowicie grubość rdzeni $a = 0,2D$, szerokość rdzeni odpowiadającą szerokości taśmy transformatorowej $b = 0,4D$, szerokość cewek $c = 0,23D$, i wysokość cewek $h = 0,51D$ (fig. 3, 4 i 5).

Zarówno cewki 17 jak i rdzenie 18 są nasyczone żywicą epoksydową. Rdzenie 18 są przecięte w kierunku prostopadłym do kierunku związanych taśm i zestawione ściśle ze sobą w taki sam sposób, jak przed przecięciem. Zależność amplitudy napięcia E od średnicy obudowy 1 wyraża wzór:

$$E = K_1 K_{Fe} \omega B Z D^4$$

gdzie:

$\omega = 2\pi f$ oznacza częstotliwość

B „ indukcję w Gs/cm²

Z „ liczbę zwojów cewki na cm²

K_{Fe} „ współczynnik wypełnienia = 0,9

D „ wewnętrzną średnicę obudowy 1 generatora

K „ stałą = $9 \cdot 10^{-11}$ Vsek/Gs

Czasowe przebiegi napięcia między tarczą a źródłem jonów wyraża się wzorem:

$$U = U_0 \sin \omega t - U_c$$

gdzie:

$U_0 \sin \omega t$ — oznacza napięcie na zaciskach transformatora 10

U_c — oznacza napięcie na kondensatorze 9

Lampa neutronowa w tym układzie spełnia jednocześnie funkcję kenotronu wysokonapięciowego. Jeśli źródło jonów pracuje w sposób ciągły, to ładowanie kondensatora 9 następuje wówczas, gdy napięcie U osiąga wartość większą od zera, zaś generacja neutronów zachodzi wtedy, gdy napięcie U osiąga wartość ujemną.

Natomiast podczas impulsowej pracy generatora, po włączeniu za pomocą przełącznika 14 układu 6 synchronizacji, źródło jonów pracuje impulsowo, przy czym impulsy są zsynchronizowane z wartościami ekstremalnymi napięcia U .

Przenośny generator neutronów według wynalazku jest łatwy w obsłudze i zapewnia bezpieczeństwo pracy.

Odnacza się małymi wymiarami, ułatwiającymi wykonanie osłon, zabezpieczających przed promieniowaniem. Małe gabaryty generatora umożliwiają ponadto jego zastosowanie w badaniach, wymagających częstego przenoszenia generatora w różne miejsca.

Zastrzeżenia patentowe

1. Przenośny generator neutronów, składający się z lampy neutronowej z soczewką magnetyczną, zasilacza niskonapięciowego, kondensatora i transformatora wysokiego napięcia **znamienny tym**, że cylindryczna obudowa (1) generatora jest przedzielona szczelną przegrodą (4) na dwie komory (2) i (3) z których komora (2) zawiera zasilacz (5) oraz układ (6) synchronizacji, a ko-

mora (3), hermetycznie zamknięta i napełniona olejem transformatorowym zawiera neutronową lampę (7) i magnetyczną soczewkę (8), kondensator (9) i transformator (10) wysokiego napięcia oraz kompensator (11) oleju, przy czym zależnie od potrzeb generator jest zasilany bezpośrednio prądem o napięciu 220 V i częstotliwości 50 Hz lub po przez statyczną elektromagnetyczną przetwornicę (12) częstotliwości, połączoną z generatorem trójprzewodowym kablem (13), którego dwa przewody są połączone z zasilaczem (5) niskonapięciowych elementów lampy (7), a trzeci przewód, wychodzący ze środka uzwojenia wyjściowego przetwornicy (12) jest uziemiony.

2. Przenośny generator według zastrz. 1 **znamienny tym**, że wysokonapięciowe elementy lampy (7) są połączone z kondensatorem (9) wysokiego napięcia, zawierającego dwie okładziny (15)

i (16), przy czym wewnętrzna okładzina (16) jest podzielona na dwie części, z których część dłuższa, wystająca kilka milimetrów poza zewnętrzną okładziną (15) jest połączona z tarczą lampy (7), co pozwala umieścić jej wysokonapięciowe elementy w kondensatorze (9).

3. Przenośny generator według zastrz. 1 i 2 **znamienny tym**, że transformator (10) zawiera cewki (17), o szerokości (c) równej 0,23 jego średnicy (D) i wysokości (h) równej 0,51 tej średnicy oraz rdzenie (18), o grubości (a) równej 0,2 średnicy (D) i szerokości (b) równej 0,4 średnicy (D), pozwalające przy danej średnicy (D) obudowy (1) uzyskać maksymalne napięcie.
4. Przenośny generator według zastrz. 1—3 **znamienny tym**, że przy impulsowej pracy źródła jonów, generator jest połączony za pomocą przełącznika (14) z układem (6) synchronizacji.

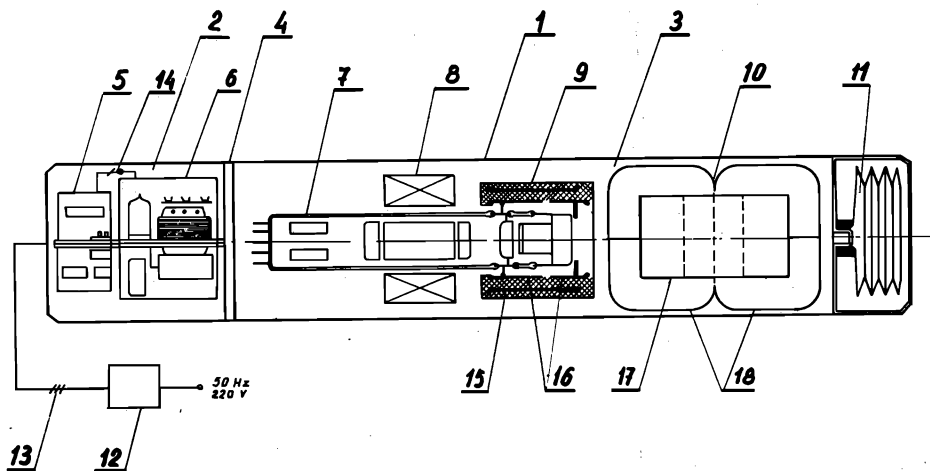


Fig. 1.

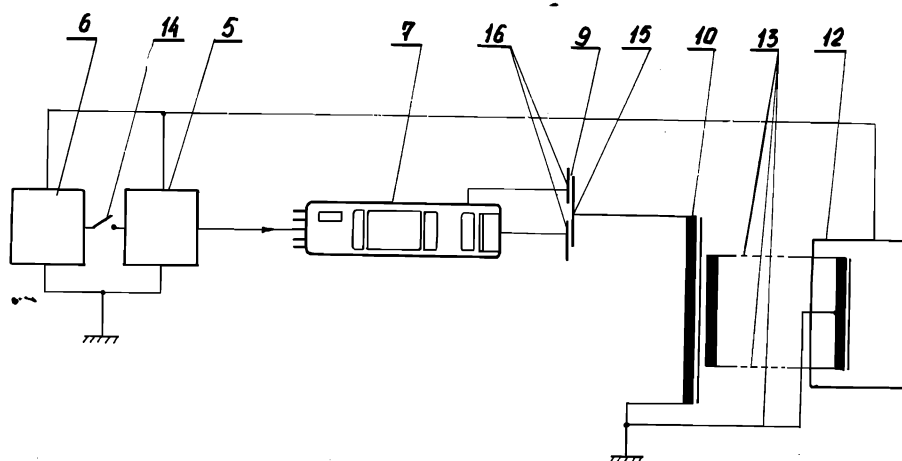


Fig. 2.

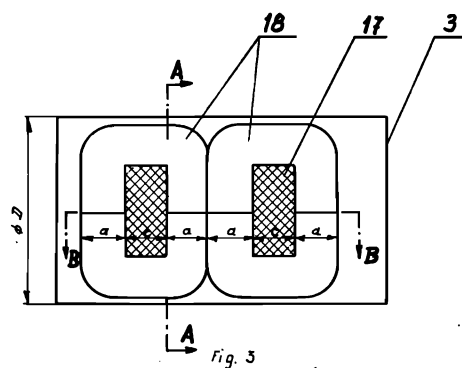


Fig. 3

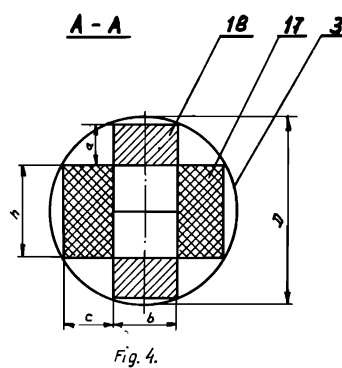


Fig. 4.

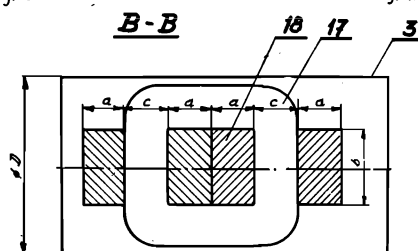


Fig. 5

