

g 21 g 3/04

Opublikowano dnia 30 grudnia 1961 r.

~~B61d 23/100~~



POLSKIEJ RZECZYPOSPOLITEJ LUDOWEJ

OPIS PATENTOWY

Nr 45184

Kl. 21 g, 21/01

VEB Vakutronik*)

Drezno, Niemiecka Republika Demokratyczna

Źródło jonów albo elektronów, szczególnie do generatorów van de Graaffa

Patent trwa od dnia 1 czerwca 1960 r.

Pierwszeństwo: 8 marca 1960 r. (Niemiecka Republika Demokratyczna).

Znane są źródła jonów i elektronów, szczególnie do generatorów van de Graaffa o 2 MeV przy których można przejść z jednego na drugi rodzaj nośnika ładunków przez proste przełączenie. Te znane źródła jonów i elektronów mają jednak (szczególnie pracując jako źródła jonów) niewłaściwy stosunek jonów atomowych do jonów cząsteczkowych oraz zbyt małą sprawność.

Te wady znanych źródeł jonów i elektronów zostały według wynalazku usunięte w ten sposób, że źródło nośnika ładunków, stosownie do każdorazowej biegunowości pola przyspieszającego, dostarcza elektrony lub jony o tym samym natężeniu prądu, przy czym przy obu rodzajach pracy gęstość prądu emisji osiąga duże wartości za pomocą niejednorodnego pola magnetycznego niesymetrycznej magnetycznej soczewki nabiegunnikowej, a

katoda źródła nośnika ładunków jest umieszczona w wywierconym otworze jednego nabiegunnika, natomiast otwór emisyjny wykonany jest jako wąsko wywiercony otwór w innym nabiegunniku.

Według wynalazku rura przyspieszająca generatora napromieniowana zostaje osiowo prądem emisyjnym z jonów wodorowych o natężeniu $250\mu A$ lub po zamknięciu dopływu w stanie gazowym i prostym przełączeniu, elektronowym prądem emisyjnym również o natężeniu $250\mu A$. Przy obu sposobach pracy pobór mocy przez źródło utrzymuje się na bardzo niskim poziomie, a jednocześnie zapewnione jest wystarczające chłodzenie źródła. Podczas pracy źródła jonów istnieje właściwy stosunek ilości jonów atomowych do ilości jonów cząsteczkowych (około 0,6). Sprawność wynosi $\eta = 0,02$. W ten sposób przy wartości całkowitego prądu jonowego $I_B = 250\mu A$ nie zostaje przekroczona wartość $Q_g = 2,5 \cdot 10^{-3}$ tor $\cdot s^{-1}$ prądu obojętnych cząstek gazu

*) Właściciel patentu oświadczył, że twórcą wynalazku jest Manfred von Ardenne.

odpływającego z przestrzeni, gdzie następują wyładowania, poprzez otwór emisyjny.

Przy z góry założonej wartości przepływu rury przyspieszającej promieniowanie w układzie van de Graaffa wynoszącej $L = 35 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, oraz za pomocą olejowej pompy dyfuzyjnej, przewidzianej do wytwarzania próżni z prędkością $S_p = 100 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$, można utrzymać w przestrzeni pierwszego stopnia przyspieszającego, przed otworem emisyjnym, próżnię o $S_{\text{eff}} = 25 \cdot 1 \cdot \text{s}^{-1}$, która jest lepsza niż 10^{-4} torów i zabezpiecza rurę przyspieszającą przed przebicciem. Dopływ wodoru w stanie gazowym do przestrzeni gdzie zachodzą wyładowania, następuje poprzez ogrzewaną rurę palladową.

Na rysunku fig. 1 przedstawia system powstawania wyładowań w źródle jonowo-elektronowym, fig. 2 — przekrój źródła jonowo-elektronowego, a fig. 3 — przekrój poprzeczny źródła jonowo-elektronowego na wysokości anody

Na fig. 1 uwidoczniony jest system powstawania wyładowań w źródle przy emisji jonów lub elektronów, w połączeniu z układem elektrycznym według wynalazku. W przeciwieństwie do znanych źródeł, nie stosuje się tu jednorodnego pola magnetycznego, lecz pole magnetyczne w silnym stopniu niejednorodne, które powoduje, że elektrony emitowane przez katodę 1 o dużej powierzchni oraz elektrony plazmy, w bezpośredniej przestrzeni przed otworem emisyjnym 2 o średnicy np. 0,6 mm, są skoncentrowane w bardzo małym przekroju (położenie przełącznika I dla pracy przy użyciu jonów). Niejednorodne pole magnetyczne jest wytwarzane za pomocą magnesu trwałego 3, np. ze stopu alnico oraz uwidocznionego układu nabiegunników 4 i 5. Nabiegunnik 5 stanowi jednocześnie elektrodę sondującą. Katoda 1 o dużej powierzchni, np. katoda z drutu wolframowego, jest umieszczona we wnętrzu otworu nabiegunnika magnetycznego 4. Jako anoda, gdzie zachodzą wyładowania, służy według wynalazku anoda 6 w formie puszki ukształtowana tak na podstawie licznych pomiarów. Pomiedzy anodą 6 a elektrodą sondującą 5 z otworem emisyjnym 2, jest założona 10 woltowa różnica potencjałów. W ten sposób w przestrzeni 9 bezpośrednio przed otworem emisyjnym 2 gdzie zachodzą wyładowania, plazma uzyskuje ujemny gradient potencjału, który wysysa dodatnie jony plazmy do otworu emisyjnego 2. W tych warunkach zgodnych z wynalazkiem wydajność

prądu jonowego, a tym samym i sprawność, zostają poprawione o współczynnik 1,7. Wielkość otworu emisyjnego 2 jest tak dobrana, że przy normalnie zachodzącym wyładowaniu dostarczany jest całkowicie prąd emisji jonowej o natężeniu $I_B = 250 \mu\text{A}$. Przy przełożeniu przełącznika w położenie dla emisji elektronów (położenie II) podwyższone zostaje napięcie źródła prądu 14 dla anody, przy jednoczesnym obniżeniu natężenia żarzenia katody, oraz przerwany dopływ wodoru w stanie gazowym do przestrzeni 9 gdzie następują wyładowania, przez otwarcie obwodu podgrzewającego rurę palladową, przy czym powoduje się powstanie próżni w przestrzeni 9, przez otwarcie zaworu 10 do rury przyspieszającej 11 dołączonej do pompy dyfuzyjnej. W miejscu wyładowań zachodzących w gazie, wywołanym przez rozżarzoną katodę, występuje teraz wyłącznie strumień elektronów na drodze od katody 1 do elektrody sondującej 5 zaopatrzonej w otwór emisyjny 2. Przez odpowiednie ukształtowanie puszki anody 6 (gdzie zachodzą wyładowania), która od strony zwróconej do katody 1, ma cylinder 13 (fig. 2) sięgający aż do samej prawie powierzchni katody 1, oraz przez działanie omawianego już niejednorodnego pola magnetycznego, można osiągnąć to, że przy odpowiednim doborze napięcia źródła prądu anodowego 14 (prąd ograniczający ładunek przestrzenny), prąd elektronowy przechodzący przez otwór emisyjny 2 będzie wykazywał wartość $250 \mu\text{A}$. Obniżenie temperatury katody przez np. włączenie dodatkowego opornika 15 w obwód żarzenia, służy według wynalazku do osiągnięcia możliwie długiego okresu trwałości katody. Część 25 na fig. 3 przedstawia przyłącze do anody 6, a część 29 na fig. 2 wymienny wkład katody. Cyfrą 30 oznaczona jest rurka ceramiczna izolująca przewód przed zwarcie napięcia i przed przegrzaniem, a cyfrą 31 oznaczony jest izolator.

Wykonanie konstrukcyjne źródła jonowo-elektronowego według wynalazku wynika z obu przekrojów, uwidoczniionych na fig. 2 i 3. Dla namagnesowania magnesu trwałego 3, wykonanego np. ze stopu alnico, w źródle według wynalazku służy uwidocznione uzwojenie pomocnicze 16 składające się np. z 150 zwojów drutu miedzianego o średnicy 1,4 mm (impulsy prądowe do 500 A).

Kanał próżniowy 12, potrzebny do wytwarzania próżni w przestrzeni 9, w której za-

chodzą wyładowania, można otwierać albo zamykać za pomocą zaworu magnetycznego 17. Uzwojenie 18 jest przeznaczone dla zaworu magnetycznego. Kanał 12, czynny przy wytwarzaniu próżni, jest stale otwarty w czasie pracy urządzenia jako źródła elektronów, natomiast — urządzenia jako źródła jonów, jest otwarty tylko na początku, w okresie czasu potrzebnym do odgazowania źródła, np. przy rozżarzonej katodzie 1 do 5 godzin, stosownie do czasu trwania opływu gazu i wieku katody. Po zakończeniu okresu odgazowania kanał 12 zostaje zamknięty za pomocą zaworu magnetycznego 17, a uruchomiony zostaje kanał dopływowy 7 wodoru w stanie gazowym za pomocą grzejnika 8 rury palladowej 19. Należy również troszczyć się o właściwe chłodzenie szczególnie podczas pracy źródła jonów, kiedy pobór mocy przez źródło wzrasta prawie do 300 W. To chłodzenie następuje według wynalazku, za pomocą uwidoczniionych żeber chłodzących 20, oraz przez ciśnienie gazu powodowane dmuchawą (napędzaną taśmą nie uwidocznioną na rysunku), która jest wbudowana w elektrodę wysokonapięciową. To chłodzenie jest wystarczające, gdyż w zbiorniku panuje wysokie ciśnienie gazu. Otwory wpływowy i wypływowy dla gazu chłodzącego są oznaczone cyframi 23 i 24. Wbudowane w źródło i w elektrodę ssącą 21 ekrany ołowiane 22 służą do osłabienia działania promieni rentgenowskich, które powstają podczas pracy urządzenia jako źródła jonów przez uboczne, zwrotne prądy elektronowe w przestrzeni otworu emisyjnego 2 elektrody sondującej 5.

Przy pracy źródła jonów wybiera się wartość podstawową, ze względu na osiągnięcie dużej sprawności, ciśnienie np. $2 \cdot 10^{-2}$ torów. Jako prąd wyładowania wybrano prąd o natężeniu $I_A = 1$ A jako korzystną wartość ze względu na sprawność i pobór mocy przez źródło. Przez dodanie, według wynalazku, napięcia sondującego o wartości np. $U_s = -10$ woltów, prąd jonowy przy wyładowaniu, wzrasta z $150 \mu A$ do $250 \mu A$ (wskaźnik przyrządu pomiarowego 27), a więc o współczynnik 1,7. O ten sam współczynnik poprawia się również sprawność źródła wskutek dodania środków według wynalazku. Ten zakres ma, przy zastosowaniu źródła elektronów albo jonów w połączeniu z generatorem van den Graaffa, bardzo duże znaczenie. Następnie, przez odpowiedni rozkład magnesu stałego 3

o natężeniu pola $H = 1000$ Oerstedów, mierzonego w środku anody 6, oraz przez magnetyczne prowadzenie wyładowania wzdłuż osi, jak również przez zagęszczenie wyładowania w niejednorodnym polu magnetycznym, osiąga się, w stosunku do znanych źródeł, znaczny wzrost prądu jonowego, a tym samym wzrost sprawności, wywołana wzbudzeniem poświata, świadcząca o stopniu zagęszczenia wyładowania przez zastosowanie niejednorodnego pola magnetycznego, może być obserwowana przez okno 28 (rys. 3). Według przeprowadzonych obserwacji, przy $H = 1000$ Oerstedów, średnicę wyładowania można określić na około 3 mm. Wynika stąd, że w porównaniu do użytej średnicy powierzchni katody 1 np. 7 mm, występuje tu znaczne zmniejszenie przekroju poprzecznego, a tym samym podwyższenie gęstości prądu. Według kinetycznej teorii gazów, strumień cząstek obojętnych wychodzący z otworu do wysokiej próżni wynosi:

$$Q = \frac{1}{4} n_0 \cdot v \cdot F_0 [s^{-1}] = 60 \frac{p \text{ torów} \cdot F_0 [cm^2]}{M} [\text{torów} \cdot 1 \cdot s^{-1}]$$

Z tej zależności obliczone zostaje zużycie wodoru w stanie gazowym (H_2), $Q_g = 2,4 \cdot 10^{-3}$ torów $\cdot 1 \cdot s^{-1}$, przy czym wzięto pod uwagę wartości $p = 2 \cdot 10^{-2}$ torów (ciśnienie w komorze wyładowań), $F_0 = 2,8 \cdot 10^{-3} cm^2$ (powierzchnia otworu emisji) i $M = 2$) liczba masowa wpływających molekuł) cząstek wodoru.

Ze stosunku ilości gazu opuszczającego otwór emisyjny 2 w postaci jonów ($I_B = I_1 = 250 \mu A$, $M = 2$, $Q_1 = 1,5 \cdot 10^{15} s^{-1} = 4,2 \cdot 10^{-5}$ torów $\cdot 1 \cdot s^{-1}$ (do zużycia wodoru H_2 w stanie gazowym, sprawność źródła została oszacowana na $\eta = 0,02$).

Przy pracy źródła elektronów, po upływie omawianego już okresu odgazowania, który przy świeżo założonej katodzie 1 może wynosić do 10 godzin, w źródle w przestrzeni wyładowań 9 ustala się ciśnienie około 10^{-4} torów. Ażeby przełączenie uczynić możliwie prostym, podczas pracy urządzenia jako źródła elektronów, pozostawia się napięcie sondujące 26 założone, chociaż w tym przypadku nie wywiera ono żadnego wpływu. Pomimo, że zarzenie katody 1 jest trochę obniżone, jak zawsze przy pracy urządzenia jako źródła elektronów, w zakresie roboczym zachodzi emisja elektronów z katody 1 ograniczona ładunkiem przestrzennym.

Przez zbliżenie anody 6 o kształcie puszki

w bezpośrednie sąsiedztwo katody 1 osiąga się to, że już przy napięciu anodowym 150 V płynie prąd anodowy 3 mA, który zapewnia wystarczającą emisję elektronów ze źródła poprzez otwór emisyjny 2 o średnicy 0,6 mm. Przy niezakończonym jeszcze okresie odgazowania, konieczne jest podwyższenie prądu anodowego, ażeby osiągnąć żądany, ssący strumień elektronów.

Przy zastosowaniu źródła według wynalazku w generatorze van de Graaffa, okazuje się, że prąd strumienia elektronów jest w pewnym stopniu niezależny od napięcia generatora. Dopiero przy napięciach poniżej 500 kV obserwuje się zmniejszenie się prądu wskutek gorszego ogniskowania promieni.

Zastrzeżenia patentowe

1. Źródło jonów albo elektronów, szczególnie do generatorów van de Graaffa, znamienne tym, że jest wyposażone w niesymetryczną magnetyczną soczewkę nabiegunnikową, wytwarzającą niejednorodne pole magnetyczne dla uzyskania gęstości prądu emi-

sji o dużej wartości ze źródła nośnika ładunków, dostarczającego elektronów albo jonów, stosownie do biegunowości pola przyspieszającego.

2. Źródło jonów albo elektronów według zastrz. 1, znamienne tym, że katoda źródła nośnika ładunków jest usytuowana w otworze wywierconym w nabiegunniku (4), a otwór emisyjny (2) jest wywiercony w innym nabiegunniku (5).
3. Źródło jonów albo elektronów według zastrz. 1, 2, znamienne tym, że w celu uzyskania emisji jonów źródło zawiera lekkie albo ciężkie wodor, wprowadzany do przestrzeni wyladowań przy ciśnieniu kilka setnych (10^{-2}) tora, przy czym jako anoda do wyladowań w wodorze służy elektroda w kształcie puszki, zaopatrzona w otwór przepustowy, której potencjał nabiegunnika magnetycznego (5), zawierającego otwór emisyjny (2).

Veb Vakutronik

Zastępca: mgr Józef Kamiński
rzecznik patentowy

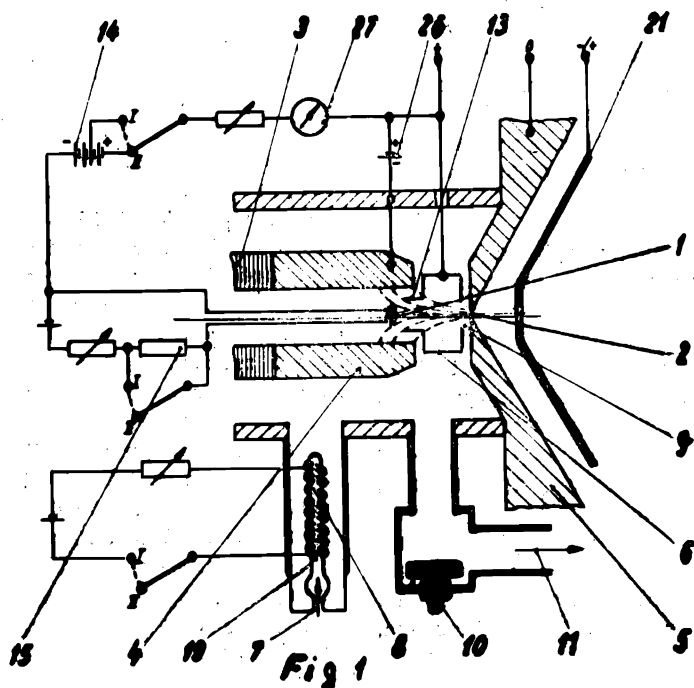
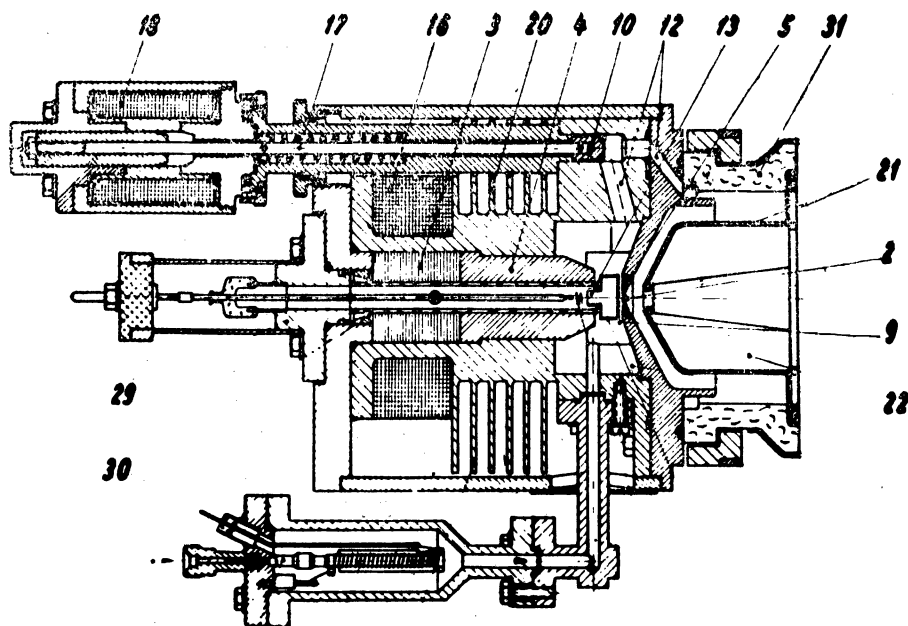
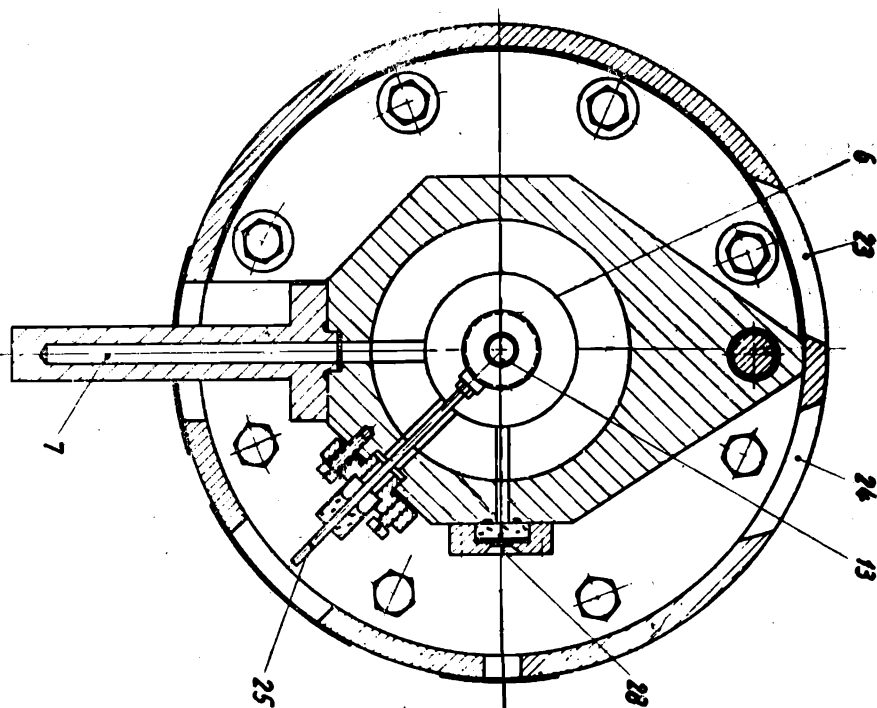


Fig. 3



7 19 8 20 Fig. 2 7 1 6